

Maestría en

GESTIÓN DE EMERGENCIAS SANITARIAS Y PANDEMIAS

Trabajo de investigación previo a la obtención del título de
Magíster en GESTIÓN DE EMERGENCIAS SANITARIAS Y PANDEMIAS

AUTORES:

ARROYO HIDALGO MARÍA DE LOS ANGELES
ORTIZ ARCOS KARLA SALOME
MALDONADO VALVERDE ANDRÉS SEBASTIÁN
CARRIEL ALVARADO MEYLIN YALITZA
ZAMBRANO BACUSOY MARÍA DE LOS ÁNGELES
GUAMBI MONTA HENRY JONATHAN
IRUA GUERRA DENNIS STALIN

TUTORES:

Docente titulación

Profesor PBL1: David López Cornejo
Profesor PBL2: Carmena Aguliar Romero
Profesor PBL3: Elena María Gras García

“PLAN DE VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA, PREPARACIÓN, RESPUESTA Y EVALUACIÓN PARA EL CONTROL DEL DENGUE COMO ENFERMEDAD PRIORITARIA TRANSMITIDA POR VECTORES EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS”.

Quito, diciembre 2025

Certificación de autoría

Nosotros, **Arroyo Hidalgo María De Los Angeles, Ortiz Arcos Karla Salome, Maldonado Valverde Andrés Sebastián, Carriel Alvarado Meylin Yalitza, Zambrano Bacusoy María de los Ángeles, Guambi Monta Henry Jonathan, Irua Guerra Dennis Stalin**, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE), para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, su reglamento y demás disposiciones legales.



Maria De Los Angeles
Arroyo Hidalgo



Firma del graduando
Arroyo Hidalgo María De Los Angeles



Karla Salome Ortiz
Arcos



Firma del graduando
Ortiz Arcos Karla Salome



Firmado electrónicamente por:
**ANDRES SEBASTIAN
 MALDONADO VALVERDE**
 Validar únicamente con FirmaEC

Firma del graduando
Maldonado Valverde Andrés Sebastián



Firmado electrónicamente por:
**MEYLIN YALITZA
 CARRIEL ALVARADO**
 Validar únicamente con FirmaEC

Firma del graduando
Carriel Alvarado Meylin Yalitza



Firmado electrónicamente por:
**MARIA DE LOS
 ANGELES ZAMBRANO
 BACUSOY**
 Validar únicamente con FirmaEC

Firma del graduando
Zambrano Bacusoy María de los Ángeles



Firmado electrónicamente por:
**HENRY JONATHAN
 GUAMBI MONTA**
 Validar únicamente con FirmaEC

Firma del graduando
Guambi Monta Henry Jonathan



Firmado electrónicamente por:
**DENNIS STALIN
 IRUA GUERRA**

Firma del graduando
Irua Guerra Dennis Stalin

Autorización de Derechos de Propiedad Intelectual

Nosotros, **Arroyo Hidalgo María De Los Angeles, Ortiz Arcos Karla Salome, Maldonado Valverde Andrés Sebastián, Carriel Alvarado Meylin Yalitza, Zambrano Bacusoy María de los Ángeles, Guambi Monta Henry Jonathan, Irua Guerra Dennis Stalin**, en calidad de autores del trabajo de investigación titulado **“PLAN DE VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA, PREPARACIÓN, RESPUESTA Y EVALUACIÓN PARA EL CONTROL DEL DENGUE COMO ENFERMEDAD PRIORITARIA TRANSMITIDA POR VECTORES EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS”**, autorizamos a la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE) para hacer uso de todos los contenidos que nos pertenecen o de parte de los que contiene esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación. Los derechos que como autores nos corresponden, lo establecido en los artículos 5, 6, 8, 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento en Ecuador.

D. M. Quito, (diciembre 2025)



**Maria De Los Angeles
Arroyo Hidalgo**



**Karla Salome Ortiz
Arcos**



**Firma del graduando
Arroyo Hidalgo María De Los Angeles**

**Firma del graduando
Ortiz Arcos Karla Salome**



Firmado electrónicamente por:
**ANDRES SEBASTIAN
MALDONADO VALVERDE**

**Firma del graduando
Maldonado Valverde Andrés Sebastián**



Firmado electrónicamente por:
**MEYLIN YALITZA
CARRIEL ALVARADO**

**Firma del graduando
Carriel Alvarado Meylin Yalitza**



Firmado electrónicamente por:
**MARIA DE LOS
ANGELES ZAMBRANO
BACUSOY**

**Firma del graduando
Zambrano Bacusoy María de los Ángeles**



Firmado electrónicamente por:
**HENRY JONATHAN
GUAMBI MONTA**

**Firma del graduando
Guambi Monta Henry Jonathan**



Firmado electrónicamente por:
**DENNIS STALIN
IRUA GUERRA**

**Firma del graduando
Irua Guerra Dennis Stalin**

Aprobación de dirección y coordinación del programa

Nosotros, Rafael Ruiz Montero y Ernesto Torres, declaramos que los graduados: **Arroyo Hidalgo María De Los Angeles, Ortiz Arcos Karla Salome, Maldonado Valverde Andrés Sebastián, Carriel Alvarado Meylin Yalitza, Zambrano Bacusoy María de los Ángeles, Guambi Monta Henry Jonathan, Irua Guerra Dennis Stalin**, son los autores exclusivos de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal de ellos.

**RUIZ
MONTERO
RAFAEL -
45889211W**

Firmado
digitalmente por
RUIZ MONTERO
RAFAEL - 45889211W
Fecha: 2026.02.22
19:40:19 +01'00'



Firmado electrónicamente por:
**ERNESTO IVAN TORRES
TERAN**
Validar únicamente con FirmaEC

Rafael Ruiz Montero.
Director Maestría en Gestión de
Emergencias Sanitarias y Pandemias EIG

Ernesto Torres.
Mgtr. Coordinador de Posgrados de
Gerencia en Salud

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo, en primer lugar, a nosotros mismos, por el esfuerzo constante, la disciplina y la perseverancia demostradas a lo largo de este camino académico. Cada desafío superado, cada sacrificio personal y cada momento de duda se transformaron en aprendizaje y crecimiento, reafirmando nuestro compromiso con la excelencia profesional y el deseo de seguir aportando al desarrollo de la sociedad.

De manera especial, dedicamos este logro a nuestras familias, quienes han sido nuestro mayor apoyo y fuente de motivación. Su comprensión, paciencia y acompañamiento incondicional nos brindaron la fortaleza necesaria para continuar, incluso en los momentos más exigentes. Gracias por creer en nosotros, por alentarnos a no rendirnos y por ser parte fundamental de este logro que hoy celebramos como fruto del trabajo conjunto y del amor compartido.

AGRADECIMIENTOS

Nosotros, **Arroyo Hidalgo María de los Angeles, Ortiz Arcos Karla Salomé, Maldonado Valverde Andrés Sebastián, Carriel Alvarado Meylin Yalitza, Zambrano Bacusoy María de los Ángeles, Guambi Monta Henry Jonathan e Irua Guerra Dennis Stalin**, expresamos nuestro sincero agradecimiento a Dios por guiarnos y fortalecernos a lo largo de este proceso.

Asimismo, agradecemos a nuestros docentes por sus conocimientos, acompañamiento y compromiso académico; a nuestros compañeros por el trabajo colaborativo y el apoyo mutuo; y, de manera especial, a nuestras familias, cuyo respaldo constante hizo posible el cumplimiento de este objetivo académico, culminar una etapa más en nuestra formación profesional.

RESUMEN

El dengue continúa siendo una enfermedad viral reemergente y endémica en el Ecuador, cuya transmisión ocurre a través de la picadura de la hembra del mosquito *Aedes aegypti*, portadora de alguno de los cuatro serotipos del virus. En la provincia del Guayas, y especialmente en la ciudad de Guayaquil, esta patología constituye un problema sostenido de salud pública, influenciado por condiciones climáticas favorables como altas temperaturas, humedad y lluvias estacionales, así como por factores urbanos y sociales relacionados con el crecimiento desordenado, deficiencias en saneamiento básico y manejo inadecuado de residuos. Este contexto ha favorecido un incremento progresivo de casos en los últimos años, evidenciando las limitaciones de las estrategias tradicionales de vigilancia epidemiológica y control vectorial para anticipar brotes y responder de manera oportuna. Frente a esta realidad, el plan de evaluación, respuesta y recuperación ante el dengue se apoya en un marco conceptual integral que incorpora los enfoques de equidad, género, interseccionalidad y One Health, alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, reconociendo que la transmisión del dengue está determinada por múltiples factores sociales, ambientales y territoriales que requieren una respuesta articulada e intersectorial. El objetivo principal del plan es fortalecer la prevención, la capacidad de respuesta y los procesos de evaluación frente a brotes de dengue en la provincia del Guayas, mediante la coordinación de actores comunitarios, institucionales y gubernamentales, integrando el enfoque One Health y el uso de herramientas tecnológicas innovadoras que permitan mejorar los sistemas de vigilancia y la toma de decisiones basada en evidencia. La metodología propuesta adopta un enfoque mixto, de carácter descriptivo y analítico, sustentado en un estudio documental y transversal que analiza información secundaria proveniente de fuentes oficiales, literatura científica y documentos técnicos recientes, complementado con el seguimiento de indicadores epidemiológicos, entomológicos y comunitarios para valorar la efectividad de las intervenciones en las fases de preparación, respuesta y recuperación. En conclusión, este plan constituye una herramienta estratégica para fortalecer la gestión integral del riesgo sanitario, optimizar el uso de recursos, reducir la vulnerabilidad de la población y contribuir de manera sostenida al control del dengue y al fortalecimiento del sistema de salud pública en la provincia del Guayas.

Palabras Claves:

Dengue, evaluación, indicadores, prevención

ABSTRACT

Dengue fever remains a re-emerging and endemic viral disease in Ecuador, transmitted through the bite of the female *Aedes aegypti* mosquito, which carries one of the four serotypes of the virus. In the province of Guayas, and especially in the city of Guayaquil, this disease constitutes a persistent public health problem, influenced by favorable climatic conditions such as high temperatures, humidity, and seasonal rains, as well as by urban and social factors related to uncontrolled growth, deficiencies in basic sanitation, and inadequate waste management. This context has led to a progressive increase in cases in recent years, highlighting the limitations of traditional epidemiological surveillance and vector control strategies in anticipating outbreaks and responding promptly. In response to this reality, the dengue assessment, response, and recovery plan is based on a comprehensive conceptual framework that incorporates equity, gender, intersectionality, and One Health approaches, aligned with the Sustainable Development Goals. It recognizes that dengue transmission is determined by multiple social, environmental, and territorial factors that require a coordinated and intersectoral response. The plan's main objective is to strengthen prevention, response capacity, and evaluation processes for dengue outbreaks in the Guayas province. This will be achieved through the coordination of community, institutional, and governmental actors, integrating the One Health approach and the use of innovative technological tools to improve surveillance systems and evidence-based decision-making. The proposed methodology adopts a mixed-methods approach, both descriptive and analytical, based on a cross-sectional documentary study that analyzes secondary information from official sources, scientific literature, and recent technical documents. This is complemented by the monitoring of epidemiological, entomological, and community indicators to assess the effectiveness of interventions during the preparedness, response, and recovery phases. In conclusion, this plan constitutes a strategic tool for strengthening comprehensive health risk management, optimizing resource use, reducing population vulnerability, and contributing sustainably to dengue control and strengthening the public health system in the Guayas province.

Keywords:

Dengue, evaluation, indicators, prevention

ÍNDICE

Certificación de autoría	2
Autorización de Derechos de Propiedad Intelectual	3
Acuerdo de confidencialidad	4
Aprobación de dirección y coordinación del programa.....	5
DEDICATORIA	6
AGRADECIMIENTOS	7
RESUMEN	8
ABSTRACT	9
INTRODUCCION	14
1. Identificación del proyecto.....	15
1.1 Presentación del proyecto	15
1.1.1 Descripción del problema	15
1.1.2 Marco conceptual	27
1.2 Justificación del proyecto	28
1.2.1. Necesidades de conocimiento en la literatura científica	29
1.2.2. Importancia de realizar este trabajo	30
1.3 Objetivos del proyecto	30
1.3.1 Objetivo general	30
1.3.2 Objetivos específicos	30
1.3.3 Hipótesis planteada	31
2. Metodología.....	31
2.1 Diseño metodológico	31
2.2 Fuentes de datos utilizadas	32
3. Desarrollo de la propuesta	33
3.1. Tecnologías para afrontar la emergencia sanitaria	33
3.1.1 Tecnologías para la detección precoz	33
3.1.2. Monitorización de riesgos	37

3.1.3. Otras tecnologías.....	39
3.2. Vigilancia de Alertas, Bioterrorismo y Bioseguridad	41
3.2.1. Vigilancia Epidemiológica y Alertas Sanitarias. Precauciones Estándar	42
3.2.2. Bioterrorismo y prevención integral de la transmisión.....	44
3.2.3. Inteligencia Sanitaria y Bioseguridad	46
3.3. Evaluación de los programas para el manejo de emergencias sanitarias.....	48
3.3.2. Gestión de datos y el enfoque de informes en función de los objetivos del proyecto	52
4. Conclusiones	53
4.1 Conclusiones generales	53
4.2 Conclusiones específicas	54
5. Bibliografía	56

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Incidencia de Dengue por provincia 2025	18
Tabla 2. Casos de Dengue fallecidos por provincia 2025	19
Tabla 3. Tecnologías de información para la detección precoz.....	33
Tabla 4. Tecnologías adicionales	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Gráfico 1. Histórico de casos de Dengue desde el año 2020 al 2025 (hasta la Semana Epidemiológica 49).....	17
Gráfico 2. Casos de Dengue en GUAYAS, histórico desde el año 2021 hasta el año 2024 por semana epidemiológica, año 2025	18
Gráfico 3. Nivel de Impacto del dengue	49
Gráfico 4 . Evaluación de Amenazas.....	50
Gráfico 5. Análisis individual de las amenazas: Probabilidad e Impacto	51

INTRODUCCION

El dengue es una enfermedad viral resurgente y endémica en Ecuador, en donde su transmisión depende únicamente de la picadura de la hembra del mosquito *Aedes aegypti*, el virus del dengue el cual infecta a las personas puede ser de cualquier serotipo del virus del dengue (DENV-1, DENV-2, DENV-3, DENV-4). En la provincia del Guayas, particularmente en la ciudad de Guayaquil, esta afección representa un problema preexistente de salud pública como resultado de la mezcla de factores ambientales, urbanos y socioeconómicos que fomentan al flujo constante del vector y el aumento periódico de casos (MSP, 2024).

La situación meteorológica en la Provincia del Guayas como temperaturas mayores a 25°C, constantes lluvia en épocas de invierno, mayor humedad hacen que el ciclo de vida del mosquito sea más rápido es decir que el tiempo de incubación sea antes del tiempo esperado provocando así índices altos de contagios de dengue. Los drenajes obstruidos, calles en malas condiciones y criaderos falsos (criaderos con estancamientos de aguas provocados por la misma población) atribuyen a la reproducción masiva de estos mosquitos (OPS & OMS, 2024).

Otro de los factores sociales ahonda más el riesgo debido al nivel de pobreza, el acceso limitado a los servicios básicos y las infraestructuras de las viviendas obligan que las familias realicen la recolección de agua en barriles, tanques incluso llantas cubiertas con fondos de fundas sin la protección adecuada haciendo que estos se vuelvan criaderos domésticos. La recolección deficiente de desechos sólidos genera acumulación de residuos y aguas estancadas que facilitan la reproducción del vector. Añadiendo la inseguridad el cual hace que las brigadas de fumigación y control sean vulneradas provocando así un déficit de intervenciones territoriales (Garnica et al., 2025).

Por lo que se puede decir que la alta incidencia del dengue requiere una solución que esté vinculada con la vigilancia epidemiológica y entomológica fortalecida, que sea capaz de identificar de manera rápida y eficaz algún cambio en la transmisión, estimar factores de riesgo e informar acciones preventivas y de control.

1. Identificación del proyecto

1.1 Presentación del proyecto

En la provincia del Guayas, el dengue mantiene una alta incidencia pese a las campañas tradicionales de control vectorial.

El proyecto contempla la construcción de un plan interdisciplinario con el fortalecimiento de herramientas ya utilizadas por medio de la evaluación de estas por modelos actuales y efectivos recomendados por la OMS (factores de las fases de emergencia, estrategia STAR, evaluación de efectividad de las políticas públicas). Por otro lado, se propone la complementación de sistemas existentes de notificación de casos, como SIVE-ALERTA, promoviendo su interoperabilidad con la plataforma georreferenciada y avanzando hacia un sistema de vigilancia en tiempo real.

Esto permitirá mejorar la oportunidad, calidad y uso de la información para la toma de decisiones. De manera articulada, se desarrollará un sistema integrado de georreferenciación que consolide información epidemiológica, entomológica y ambiental en una única plataforma, permitiendo el análisis espacial de la distribución de casos, la actividad vectorial y los factores ambientales asociados. Este sistema se fortalecerá con el uso de herramientas de monitoreo climático, incorporando variables como temperatura, precipitación y humedad, con el fin de generar alertas tempranas y apoyar modelos predictivos para la anticipación de brotes.

Finalmente, la prevención mejorada se da con la educación comunitaria para regenerar la organización y preparación ante contagios de dengue. Esto se logra con un enfoque integral y la participación ordenada de todas las entidades gubernamentales, organismos internacionales, la academia, otras instituciones y la comunidad, generando ideas más eficaces desde la misma población para mejorar la calidad de vida y la lucha por las condiciones de vida adecuadas que no permitan la transmisión del dengue.

1.1.1 Descripción del problema

En Guayaquil, la incidencia del dengue presenta un aumento sostenido a pesar de las medidas institucionales aplicadas en zonas urbanas vulnerables (Acosta-España et al., 2024). Este incremento responde a factores como el crecimiento poblacional desordenado, la variabilidad climática y las limitaciones de los sistemas convencionales de vigilancia epidemiológica (Alexandra & Sosa, 2024). Un obstáculo clave en la gestión del vector *Aedes aegypti* es la falta de plataformas integradas de análisis y monitoreo en tiempo real, lo que limita la detección temprana de riesgos y la ejecución de acciones focalizadas y oportunas.

Las herramientas tradicionales, como la notificación de casos sospechosos y la fumigación posterior al brote, resultan insuficientes para contener la propagación del dengue. Aunque existen tecnologías avanzadas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), que permiten mapear y georreferenciar zonas críticas, y el machine learning (ML), capaz de analizar grandes volúmenes de datos climáticos, epidemiológicos, entomológicos y socioambientales, su aplicación combinada en Ecuador sigue siendo incipiente. Esta brecha tecnológica impide anticipar brotes, optimizar recursos y reducir la transmisión de manera eficiente.

Se plantea el desarrollo de un modelo híbrido que integre SIG y ML como solución innovadora para fortalecer la vigilancia epidemiológica y el control del dengue en Guayaquil. Este modelo permitiría procesar información de múltiples fuentes, generar visualizaciones dinámicas, automatizar alertas tempranas y adaptarse a diversos contextos territoriales del país, como la Sierra Sur y la región Amazónica. Su implementación reforzaría la capacidad de respuesta del sistema de salud y aumentaría la efectividad de las intervenciones sanitarias contra el vector. Surge así la interrogante central ¿De qué manera un modelo híbrido basado en SIG y ML puede superar las limitaciones de los métodos tradicionales de vigilancia y control del dengue en Guayaquil, optimizando la anticipación de brotes y la gestión de recursos sanitarios?

1.1.1.1 Antecedentes de la emergencia sanitaria

El dengue es una enfermedad viral reemergente y endémica en Ecuador, transmitida principalmente por la picadura del mosquito hembra *Aedes aegypti*, la principal causa de contagio es la interacción entre el mosquito vector infectado y un huésped susceptible (MSP, 2024; OPS, 2025).

La causa directa del contagio del dengue en la provincia del Guayas, como en el resto de Ecuador, es la picadura de la hembra del mosquito *Aedes aegypti*, infectada con uno de los cuatro serotipos del virus del dengue (DENV-1, DENV-2, DENV-3, DENV-4) (OPS, 2025).

Además, continúa siendo un problema relevante para la salud pública en Ecuador, impulsado por el cambio climático, el crecimiento urbano desordenado y las desigualdades en el acceso a servicios básicos.

Entre 2015 y 2022 se registró un promedio anual de 10.000 casos, lo que genera alta presión sobre los recursos sanitarios. Guayaquil constituye el principal foco por sus condiciones favorables para el *Aedes aegypti*, el clima tropical, alta densidad poblacional y deficiencias en saneamiento y gestión de residuos, donde las estrategias tradicionales de control resultan insuficientes (Lapo-Talledo, 2024).

1.1.1.2 Frecuencia y magnitud del problema

En el Ecuador en el año 2023 se notificaron 27.906 casos, en el año 2024 se notificaron 61.400 casos y en lo que va del año 2025 hasta la semana epidemiológica 49 se han notificado 36.963 casos confirmados.

Gráfico 1. Histórico de casos de Dengue desde el año 2020 al 2025 (hasta la Semana Epidemiológica 49).



Fuente: Subsecretaría de vigilancia, prevención y control de salud.

La tasa de incidencia de Dengue por cada 100 mil habitantes en las provincias se distribuye de la siguiente forma:

Tabla 1. Incidencia de Dengue por provincia 2025

PROVINCIA	DCSA Tasa por cada 100 mil habitantes		DG Tasa por cada 100 mil habita..	DSSA Tasa por cada 100 mil habitantes		Total general Tasa por cada 100 mil habita..
	SE 1 - 48	SE 49	SE 1 - 48	SE 1 - 48	SE 49	Total
NAPO	357,44		69,23	1.617,67	18,37	2.062,70
ZAMORA CHINCHIPE	265,79		11,52	1.572,52	1,65	1.851,47
ORELLANA	55,22		1,09	894,43	4,92	955,66
PASTAZA	36,99		0,80	814,51	2,41	854,71
MORONA SANTIAGO	70,33		2,54	732,08	0,85	805,79
SUCUMBIOS	63,79		3,65	576,85	1,37	645,66
ESMERALDAS	52,89		1,27	337,48	3,02	394,65
MANABI	63,32		2,71	302,57	1,50	370,10
EL ORO	22,77	0,13	0,79	257,98	2,49	284,16
SANTO DOMINGO	13,33		0,18	219,87	2,13	235,51
LOS RIOS	18,30		0,59	175,90	1,86	196,65
GUAYAS	32,37		3,14	150,06	1,05	186,63
SANTA ELENA	51,13		2,87	123,99	0,72	178,70
BOLIVAR	13,31			158,84	1,84	173,99
GALAPAGOS				101,49		101,49
LOJA	8,20		0,20	89,79	0,59	98,76
CAÑAR	4,83		0,35	90,13	0,69	96,01
COTOPAXI	2,32		0,21	44,89	1,05	48,48
CHIMBORAZO	1,57			24,48		26,05
AZUAY	2,25			18,73		20,98
CARCHI	0,59			17,70		18,29
PICHINCHA	1,18	0,03	0,10	7,32		8,64
IMBABURA	1,25			7,28		8,53
TUNGURAHUA	0,34			3,43		3,78

Fuente: Subsecretaría de vigilancia, prevención y control de salud.

Gráfico 2. Casos de Dengue en GUAYAS, histórico desde el año 2021 hasta el año 2024 por semana epidemiológica, año


Fuente: Subsecretaría de vigilancia, prevención y control de salud.

Así mismo en total de casos de dengue según clasificado y sexo para lo que va del año 2025 Dengue con signos de alarma en hombres y mujeres es de 4.994, Dengue grave hombres y mujeres es de 359, Dengue sin signos de alarma hombres y mujeres es de 31.610, lo que nos indica que existe un predominio significativo de Dengue sin signos de alarma, además los casos de Dengue fallecidos por su condición final y vivos se distribuyen de la siguiente manera: Dengue con signos de alarma fallecidos 15 y vivos 4.979, Dengue grave fallecidos 49 y vivos 310, Dengue sin signos de alarma fallecidos 0 y vivos 31.610, dando un total de 66 fallecidos y 36.899 vivos lo que nos indica que la gran mayoría de casos reportados se han recuperado de la enfermedad (SUBSECRETARIA DE VIGILANCIA, 2025).

Tabla 2. Casos de Dengue fallecidos por provincia 2025.

	Casos SE 1 - 48		Tasa por cada 100 mil habitantes SE 1 - 48		Casos	Tasa por cada 100 mil habi..
	Fallecidos		Fallecidos		Total	Total
	DCSA	DG	DCSA	DG		
ZAMORA CHINC..	1	7	1,82	15,76	8	16,58
NAPO	1	3	1,71	12,12	4	12,83
SANTA ELENA	1	6	1,24	11,43	7	11,67
SUCUMBIOS	1	2	1,46	1,91	3	11,37
ORELLANA		2		11,09	2	11,09
PASTAZA		1		1,80	1	1,80
MANABI	1	10	1,06	1,60	11	1,66
ESMERALDAS	1	3	1,16	1,48	4	1,64
COTOPAXI	2	1	1,42	1,21	3	1,63
BOLIVAR	1		1,46		1	1,46
MORONA SANTI..		1		1,42	1	1,42
SANTO DOMING..	1	1	1,18	1,18	2	1,36
GUAYAS	4	9	1,09	1,19	13	1,28
LOS RIOS		2		1,20	2	1,20
LOJA	1		1,20		1	1,20
EL ORO		1		1,13	1	1,13
Total general	15	49	1,16	1,44	64	1,54

Fuente: Subsecretaria de vigilancia, prevención y control de salud.

1.1.1.3 Situación actual de la vigilancia epidemiológica en Ecuador

La vigilancia epidemiológica para el control del dengue en Ecuador particularmente en la ciudad de Guayaquil tiene una red estructurada que permite la recolección, análisis y difusión de información que facilita la toma de decisiones y la respuesta rápida ante brotes epidémicos.

Fuentes de información.

- **Centros de salud públicos y privados**

Los establecimientos de salud, públicos y privados, constituyen el primer nivel de detección de casos sospechosos de dengue. Los posibles casos deben notificarse dentro de 24 horas mediante el sistema SIVE-ALERTA del MSP, inicialmente a la Dirección Distrital o Zonal y luego a la Dirección Nacional de Vigilancia Epidemiológica para consolidación y análisis. La confirmación de casos se realiza según criterios clínicos del MSP y, si es necesario, mediante pruebas diagnósticas de laboratorios autorizados (Van Wyk et al., 2025).

- **Laboratorios clínicos**

Los laboratorios clínicos, públicos y privados, son responsables de confirmar los casos de dengue mediante técnicas virológicas y serológicas, según la fase de la enfermedad. Entre los métodos más utilizados se incluyen la detección del antígeno NS1 en etapas tempranas, las pruebas serológicas IgM/IgG por ensayo inmunoabsorbente ligado a enzimas (ELISA) en fases posteriores y la RT-PCR para identificar el serotipo viral. El INSPI actúa como laboratorio de referencia y participa en la vigilancia entomológica-virológica nacional (Lima et al., 2022).

- **Servicios de urgencias y hospitales**

Los servicios de urgencias y hospitales son responsables de identificar y notificar de manera inmediata los casos graves de dengue, especialmente aquellos con signos de alarma o complicaciones. La notificación se realiza al Distrito de Salud correspondiente y al sistema SIVE-ALERTA. Además de la atención médica, estos establecimientos juegan un papel clave en la activación de alertas tempranas y en la coordinación de acciones de control vectorial en las zonas afectadas (Shih et al., 2021).

- **Vigilancia entomológica**

La vigilancia entomológica monitorea la densidad del mosquito *Aedes aegypti* para prevenir brotes de dengue. Esta actividad es realizada por el MSP, los municipios y los técnicos de salud ambiental, utilizando métodos como ovitrampas, trampas GAT, índices de infestación (Breteau y de contenedores), muestreo domiciliario y georreferenciación de focos. La información obtenida permite identificar zonas de riesgo y orientar las intervenciones de control vectorial de manera focalizada y eficiente (Lippi et al., 2021).

- **Información comunitaria y reportes de campo**

La información comunitaria y los reportes de campo son recolectados por agentes comunitarios de salud, brigadas del MSP y municipios, quienes realizan visitas domiciliarias para eliminar criaderos, aplicar encuestas y detectar focos de transmisión. Estas acciones se complementan con campañas educativas y mingas intersectoriales. Los datos obtenidos se notifican a los Distritos de Salud, fortaleciendo la vigilancia epidemiológica y entomológica en las zonas intervenidas (Lippi et al., 2021).

Flujo de notificación y análisis.

- **Reporte semanal de casos sospechosos y confirmados**

Los establecimientos de salud y laboratorios clínicos reportan de manera semanal los casos sospechosos y confirmados de dengue a la Unidad Distrital de Vigilancia del MSP, siguiendo el calendario de semanas epidemiológicas. Esta periodicidad permite comparar tendencias, detectar aumentos inusuales y activar alertas tempranas de manera organizada. A diferencia de la vigilancia basada únicamente en factores de riesgo, el enfoque semanal se centra en casos reales, mejorando la capacidad de respuesta ante brotes activos.

- **Consolidación, validación y análisis de la información.**

La información recolectada por los distritos de salud se envía al sistema nacional SIVE-ALERTA, donde se consolida en el Sistema de Vigilancia Epidemiológica del MSP. Los epidemiólogos distritales y zonales validan los datos, corrigen inconsistencias y verifican la clasificación clínica y de laboratorio. Posteriormente, los equipos técnicos del MSP realizan el análisis a nivel distrital, zonal y nacional, lo que permite identificar brotes locales, comparar tendencias regionales y activar alertas o asignar recursos según los patrones epidemiológicos detectados (Sutanto & Ansharullah, 2025).

- **Reporte epidemiológico y niveles de respuesta**

Una vez procesada, la información se consolida en el Reporte Epidemiológico Semanal, elaborado por la Dirección Nacional de Vigilancia Epidemiológica del MSP. Este informe se distribuye a los niveles local (Distritos de Salud, por ejemplo, 09D04 Guayaquil Este), zonal (Coordinaciones Zonales del MSP, como la Zonal 8) y nacional (Dirección Nacional de Epidemiología, Instituto Nacional de Investigación en Salud Pública- INSPI y Comités de Operaciones de Emergencia (COE) Nacional).

Con base en estos reportes se planifican y coordinan acciones de respuesta, como la activación de brigadas de control vectorial, reorganización de recursos hospitalarios, campañas comunitarias de prevención y emisión de alertas a los municipios. La implementación de la respuesta incluye fumigación focal y perifocal, capacitación del personal de salud, comunicación de alertas a la población y movilización de recursos hacia las zonas más afectadas, garantizando una intervención oportuna y focalizada para el control del dengue.

- **Datos entomológicos y su integración**

Los datos sobre la presencia de *Aedes aegypti*, obtenidos mediante la vigilancia entomológica, se integran con la información epidemiológica para anticipar brotes y orientar las acciones de control. Esta información es recolectada por las Direcciones Distritales de Salud, brigadas de control vectorial, municipios y gobiernos locales en coordinación con el MSP, y, en casos específicos, por el INSPI para estudios virológicos en vectores. Los datos se reportan a los niveles zonales y nacionales del MSP y se incorporan a los reportes epidemiológicos semanales.

Esta vigilancia forma parte del Programa Nacional de Control de Enfermedades Transmitidas por Vectores, el Plan Nacional de Gestión Integrada para el Control del Dengue y otras Arbovirosis, y diversos proyectos apoyados por la Organización Panamericana de la Salud (OPS), Organización Mundial de la Salud (OMS) y municipios, empleando métodos como trampas GAT e índices larvarios (Tortosa-La Osa et al., 2022).

Frecuencia de recolección de datos.

- **Vigilancia clínica y de laboratorio – Frecuencia semanal**

La recolección semanal de datos clínicos y de laboratorio se realiza siguiendo las semanas epidemiológicas establecidas por la OPS y el MSP. Esta frecuencia permite comparar regiones y periodos, detectar tendencias o picos de casos, y planificar de manera organizada los recursos y la respuesta sanitaria. La vigilancia es cercana, por su monitoreo continuo, y oportuna, porque permite identificar rápidamente aumentos inusuales de casos y activar una respuesta ágil para controlar la propagación de brotes.

- **Vigilancia entomológica – Frecuencia mensual o bimensual**

La vigilancia del *Aedes aegypti* se realiza de manera mensual o bimensual, considerando que el ciclo biológico del mosquito dura entre 7 y 14 días y que los cambios significativos en la densidad vectorial requieren al menos 3 a 4 semanas para ser detectados. Esta periodicidad permite evaluar la eficacia de las intervenciones, como fumigaciones y eliminación de criaderos. La

frecuencia se ajusta según la temporada (mensual durante la época de lluvias) y los índices larvarios o antecedentes epidemiológicos, bajo la coordinación de las Coordinaciones Zonales del MSP y los equipos técnicos de vigilancia entomológica.

- **Situaciones de brote – Frecuencia diaria o cada 48 horas**

En brotes o situaciones de alarma epidemiológica, la recolección y el reporte de información se realizan diariamente o cada 48 horas, para permitir un seguimiento intensivo y en tiempo real de la expansión de casos. Esta frecuencia facilita la toma de decisiones inmediatas, como la eliminación de criaderos, el refuerzo de la atención hospitalaria y la comunicación oportuna a la población, además de evaluar rápidamente el impacto de las medidas de control. El MSP, a través de la Dirección Nacional de Vigilancia Epidemiológica, establece este incremento de frecuencia al emitir alertas sanitarias, aunque también pueden hacerlo los COE cantonales o provinciales según el riesgo local (Vitale et al., 2020).

Indicadores básicos para el seguimiento del evento

- **Incidencia semanal de casos sospechosos y confirmados por área geográfica**

La incidencia semanal es el número de casos sospechosos o confirmados de dengue por cada 100,000 habitantes en un área específica durante una semana. Este indicador permite identificar zonas de mayor transmisión, detectar tendencias en el comportamiento de la enfermedad y priorizar intervenciones, siendo clave para activar alertas tempranas o modificar las medidas de control según la evolución del brote.

- **Tasa de hospitalización por dengue grave o dengue hemorrágico**

La tasa de hospitalización por dengue grave representa la proporción de pacientes que, debido a complicaciones como hemorragias, shock o daño orgánico, requieren ingreso hospitalario. Este indicador ayuda a evaluar la gravedad del brote y la carga que implica para los hospitales, identificar posibles fallas en la detección temprana o el manejo ambulatorio, y planificar adecuadamente la disponibilidad de camas, medicamentos y personal en las unidades de salud.

- **Índice de Breteau y otros indicadores entomológicos**

El Índice de Breteau mide el número de recipientes positivos con larvas o pupas de *Aedes aegypti* por cada 100 viviendas inspeccionadas y es uno de los principales indicadores de la densidad del vector. La densidad también se evalúa mediante otros indicadores, como el índice de casa, índice de recipiente y el conteo de huevos o adultos capturados en trampas como ovitrampas o GAT.

Estos datos permiten determinar el riesgo de transmisión en la comunidad, orientar las decisiones sobre fumigación, control focal y campañas comunitarias, y relacionar la presencia del vector con la incidencia de casos clínicos.

- **Número y duración de brotes o focos detectados**

El número y duración de brotes se refiere a la cantidad de episodios con un aumento inusual de casos en una zona y al tiempo que permanecen activos, desde su inicio hasta que se logra controlar la transmisión. Un brote se define cuando los casos superan un umbral histórico esperado, y su duración se mide desde la semana epidemiológica de inicio hasta al menos dos semanas consecutivas sin casos nuevos. Este indicador permite evaluar la eficacia de las intervenciones, planificar recursos según la extensión del brote y ajustar las estrategias de control vectorial en áreas con transmisión activa.

- **Tasa de letalidad atribuible al dengue**

La tasa de letalidad por dengue es el porcentaje de personas que fallecen debido a complicaciones de la enfermedad. Este indicador permite evaluar la efectividad del sistema de salud en el diagnóstico y tratamiento oportuno, y un aumento en su valor puede señalar deficiencias en acceso a servicios, calidad de atención o vigilancia epidemiológica, siendo clave para priorizar respuestas en emergencias sanitarias (Lapo-Talledo, 2024).

Comunicación y análisis de la información

- **Recolección y análisis de datos**

Los establecimientos de salud públicos y privados notifican los casos sospechosos y confirmados de dengue al Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (SIVE). Los datos incluyen número de casos, ubicación geográfica, edad, sexo, tipo de diagnóstico (clínico, serológico o molecular) y evolución clínica del paciente. El equipo técnico del MSP realiza análisis diarios y semanales para identificar tendencias, zonas de mayor incidencia y posibles brotes.

Difusión de resultados

- Boletines epidemiológicos semanales: Incluyen estadísticas actualizadas, mapas de calor por sectores o parroquias y recomendaciones para la ciudadanía y el personal de salud.
- Informes técnicos: Distribuidos a COE, autoridades locales y organizaciones colaboradoras (OPS, Cruz Roja, etc.) para planificación y coordinación.

- Reuniones interinstitucionales periódicas con representantes de salud, municipios y organizaciones comunitarias para compartir información y coordinar acciones preventivas (Vitale et al., 2020).

Mecanismos de alerta temprana

El Sistema de Alerta Temprana (SAT), basado en umbrales epidemiológicos preestablecidos, permite activar protocolos de respuesta rápida ante aumentos inusuales de casos. Las alertas se comunican a las unidades de salud mediante medios digitales, correo institucional y mensajería interna, y se difunden a la ciudadanía a través de plataformas digitales del MSP y redes sociales oficiales.

Retroalimentación al personal de salud

Se realizan capacitaciones y talleres para mejorar la identificación, notificación y manejo de casos. Se comparten análisis semanales y boletines internos, reforzando el cumplimiento de las normas técnicas de vigilancia y atención clínica, incluyendo recomendaciones para mejorar el diagnóstico y la notificación oportuna.

Comunicación con la comunidad

Se desarrollan campañas en medios masivos (radio, televisión, redes sociales) para informar sobre la situación epidemiológica, medidas de prevención y señales de alarma del dengue. Se promueve la participación comunitaria mediante líderes barriales, escuelas y organizaciones civiles, fomentando la eliminación de criaderos y la vigilancia vecinal (Vitale et al., 2020).

1.1.1.4 Características de la población

La población objeto de esta investigación se sitúa en la provincia del Guayas, con énfasis en el cantón Guayaquil, principal núcleo urbano del Ecuador y epicentro histórico de la transmisión del dengue. Se trata de una población predominantemente urbana y periurbana, caracterizada por una alta densidad demográfica, crecimiento urbano acelerado y, en numerosos sectores, planificación territorial deficiente.

Desde el punto de vista sociodemográfico, la población presenta una heterogeneidad marcada, coexistiendo zonas con adecuada infraestructura básica junto a áreas urbano-marginales que carecen de acceso regular a servicios esenciales como agua potable, alcantarillado y manejo adecuado de residuos sólidos. Estas condiciones estructurales favorecen la proliferación de criaderos del mosquito *Aedes aegypti*, principal vector del dengue.

Adicionalmente, el contexto climático de la región caracterizado por temperaturas elevadas, alta humedad relativa y períodos de lluvias intensas crea un entorno altamente propicio para la reproducción del vector. A ello se suma una dependencia significativa del sistema público de salud, el cual enfrenta una presión constante durante los picos epidémicos.

En términos tecnológicos, la población presenta un uso creciente de dispositivos móviles y conectividad digital, lo que habilita la implementación de herramientas como aplicaciones móviles, sensores IoT y plataformas de vigilancia digital; sin embargo, este acceso no es homogéneo, generando brechas que deben ser consideradas en el diseño e implementación de intervenciones innovadoras.

1.1.1.5 Desigualdades y factores de vulnerabilidades asociados

La persistencia del dengue en Guayaquil se encuentra estrechamente vinculada a desigualdades estructurales y factores de vulnerabilidad multidimensionales que afectan a amplios segmentos de la población.

Entre los principales factores destacan las desigualdades socioeconómicas, que limitan la capacidad de los hogares para mantener condiciones ambientales adecuadas y adoptar medidas preventivas sostenidas. La informalidad laboral, el hacinamiento y la precariedad habitacional incrementan la exposición al vector y dificultan la respuesta temprana ante los síntomas de la enfermedad.

Desde una perspectiva territorial, la vulnerabilidad ambiental se intensifica por la recurrencia de inundaciones, lluvias estacionales y eventos climáticos extremos, fenómenos que se ven exacerbados por el cambio climático y que alteran los patrones tradicionales de transmisión del dengue.

Asimismo, el trabajo identifica brechas digitales y educativas, que pueden excluir a determinados grupos del acceso efectivo a sistemas de alerta temprana, aplicaciones móviles de reporte comunitario y plataformas de vigilancia basadas en inteligencia artificial. Estas brechas representan un riesgo de reproducción de inequidades en salud, especialmente si las innovaciones tecnológicas no se diseñan bajo principios de equidad e inclusión.

Finalmente, se reconoce una vulnerabilidad institucional y social relacionada con la confianza de la población en nuevas tecnologías como la liberación de mosquitos macho estériles o el uso de algoritmos predictivos, lo cual puede influir en la aceptación y sostenibilidad de las intervenciones.

1.1.2 Marco conceptual

El Plan de Respuesta y Evaluación ante el dengue en la ciudad de Guayaquil se apoya en un marco conceptual integral que incorpora los enfoques de equidad, género, interseccionalidad, One Health y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Estos principios orientan el diseño, implementación y seguimiento de las acciones de vigilancia epidemiológica, control vectorial, comunicación del riesgo y fortalecimiento institucional, garantizando una respuesta efectiva, inclusiva y sostenible (OPS, 2024).

Desde la óptica de la equidad, se reconoce que el dengue impacta con mayor intensidad a los grupos que enfrentan limitaciones en el acceso a servicios de salud, vivienda digna y saneamiento básico. Por ello, el plan prioriza la atención en zonas periurbanas y comunidades vulnerables del Guayas, donde la infraestructura sanitaria es limitada y el riesgo vectorial es más elevado. En este contexto, la equidad se traduce en la distribución justa de recursos, cobertura equitativa de intervenciones y fortalecimiento de capacidades locales, con el fin de reducir las desigualdades en la respuesta institucional (OPS, 2022b).

El enfoque de género permite reconocer las diferencias en la exposición y participación frente al riesgo. En Guayaquil, debido a los roles de género tradicionales, las mujeres suelen asumir tareas domésticas que pueden aumentar la exposición al vector y facilitar el contacto con criaderos del mosquito como el almacenamiento de agua o la limpieza del entorno, mientras que los hombres participan con mayor frecuencia en brigadas o acciones comunitarias. En consecuencia, el plan fomenta la participación equitativa de personas en los procesos de toma de decisiones, liderazgo barrial y actividades de prevención, garantizando que las estrategias respondan a las necesidades diferenciadas por sexo y rol social (Zavala-Hoppe et al., 2024).

Mediante el enfoque de interseccionalidad, se consideran los factores que aumentan la vulnerabilidad frente al dengue, como la pobreza, el nivel educativo, la edad, el territorio o la condición étnica. Este análisis permite direccionar la respuesta hacia los grupos con mayor riesgo acumulado, adaptando las acciones de prevención, control y evaluación a las particularidades socioambientales de cada zona, y logrando así intervenciones más pertinentes y eficaces.

El enfoque One Health fortalece la cooperación intersectorial al integrar los componentes humanos, ambientales y animales en la gestión del riesgo; aunque el dengue no posee un reservorio animal, este enfoque es clave para mejorar la gobernanza entre los sectores salud, ambiente y gestión municipal, especialmente en contextos urbanos donde convergen factores que favorecen la proliferación del *Aedes aegypti*.

En este marco, la vigilancia entomológica, el control vectorial y la gestión ambiental se articulan con políticas de saneamiento, manejo de residuos, drenaje pluvial y reducción de criaderos, promoviendo la sostenibilidad ambiental y la disminución del riesgo sanitario. Además, One Health permite una evaluación continua del riesgo al considerar los efectos del cambio climático, la variabilidad ambiental, la urbanización acelerada y la densidad poblacional sobre la distribución y propagación del vector. (OPS, 2022a).

Finalmente, el plan se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, destacando especialmente:

- ODS 3 (Salud y bienestar): fortalecer la capacidad institucional frente a enfermedades transmisibles.
- ODS 6 (Agua limpia y saneamiento): promover el uso responsable y el almacenamiento seguro del agua.
- ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles): fomentar la participación ciudadana y entornos urbanos saludables.
- ODS 13 (Acción por el clima): reconocer la influencia del cambio climático en la dinámica vectorial y adaptar las estrategias de control.
- ODS 17 (Alianzas para lograr objetivos): cooperación técnica y científica.

En conjunto, estos enfoques garantizan que la respuesta ante el dengue sea integral, equitativa e inclusiva, y que la evaluación del plan considere no solo los resultados epidemiológicos, sino también los impactos sociales, ambientales y de género, contribuyendo así al fortalecimiento del sistema de salud pública y al cumplimiento de los compromisos nacionales e internacionales en materia de desarrollo sostenible (OPS, 2024).

1.2 Justificación del proyecto

Analizar la situación del dengue desde un enfoque de respuesta y evaluación resulta esencial debido a su naturaleza reemergente, endémica y de alta carga sanitaria, con un impacto significativo en la salud pública del Ecuador, particularmente en el Guayas y Guayaquil. El comportamiento epidemiológico reciente con 61.400 casos reportados en 2024 y más de 34.700 hasta la semana 40 de 2025 refleja la urgencia de fortalecer los sistemas de vigilancia, control vectorial y gestión integral del riesgo sanitario (MSP, 2024; Subsecretaría De Vigilancia Prevención Y Control De La Salud, 2025)

Desde esta perspectiva, un plan de respuesta y evaluación se fundamenta en la integración de información científica con acciones preventivas y correctivas, incorporando enfoques intersectoriales y tecnologías innovadoras que permitan anticipar brotes y comprender mejor

los factores ambientales, biológicos y sociales que favorecen la proliferación del vector (Paz-Bailey et al., 2024).

Desde la justificación operativa, la elaboración del presente plan responde a la necesidad de valorar la eficacia de las medidas implementadas por las entidades sanitarias y optimizar la gestión de recursos humanos, técnicos y financieros. Este instrumento facilita la adopción de plataformas de vigilancia epidemiológica digital como IoT, IA y SIG que permiten un seguimiento en tiempo real de la dinámica vectorial y la distribución espacial de los casos, mejorando la capacidad de respuesta institucional (Tsheten et al., 2021).

La redacción de este plan en el momento actual se justifica por el aumento sostenido de la incidencia, la circulación simultánea de diversos serotipos y las condiciones climáticas favorables para el desarrollo del *Aedes aegypti*. Este panorama exige una respuesta coordinada, basada en la evidencia científica y orientada a la reducción de la vulnerabilidad poblacional, con el fin de mitigar las consecuencias sanitarias y sociales del brote.

1.2.1. Necesidades de conocimiento en la literatura científica

La revisión y análisis del contexto evidencian importantes vacíos de conocimiento que justifican el desarrollo de esta investigación a nivel de maestría.

En primer lugar, existe una limitada evidencia empírica longitudinal sobre la efectividad del control biológico mediante mosquitos macho estériles en contextos urbanos densamente poblados de América Latina, particularmente cuando se combina con tecnologías de monitoreo en tiempo real.

En segundo lugar, la literatura muestra una escasa integración operativa entre sistemas de vigilancia epidemiológica tradicionales y herramientas avanzadas de inteligencia artificial y SIG en países de ingresos medios, lo que limita su aplicabilidad práctica.

Asimismo, se identifican brechas en estudios relacionados con:

- La aceptación social y percepción comunitaria de tecnologías genéticas y digitales en salud pública.
- Los impactos éticos, legales y de privacidad asociados al uso de datos sensibles en sistemas de vigilancia basados en IA.
- La incorporación sistemática de variables climáticas extremas y cambio climático en modelos predictivos locales de dengue.
- Estas carencias subrayan la necesidad de investigaciones contextualizadas que generen

evidencia científica y operativa aplicable al contexto ecuatoriano.

1.2.2. Importancia de realizar este trabajo

La realización de este trabajo reviste una alta relevancia académica, sanitaria y social, al abordar un problema prioritario de salud pública que afecta de manera recurrente a la población del Guayas.

Desde el punto de vista académico, la investigación contribuye al avance del conocimiento en el campo de la vigilancia epidemiológica digital, al integrar control biológico, inteligencia artificial y análisis geoespacial en un modelo innovador y contextualizado.

En términos sanitarios, el estudio ofrece insumos para fortalecer la capacidad predictiva y de respuesta del sistema de salud, optimizando la asignación de recursos y reduciendo la carga de enfermedad asociada al dengue.

A nivel social y ético, promueve un enfoque de participación comunitaria, equidad y sostenibilidad, alineado con los principios del Buen Vivir y el derecho a la salud, evitando la exclusión de poblaciones vulnerables en la adopción de nuevas tecnologías.

Finalmente, los resultados esperados pueden servir como base para la formulación de políticas públicas, escalamiento de intervenciones y replicabilidad del modelo en otras regiones del país con características epidemiológicas similares.

1.3 Objetivos del proyecto

1.3.1 Objetivo general

Fortalecer la prevención y la respuesta ante brotes de dengue en la provincia del Guayas mediante la articulación intersectorial de actores sociales, comunitarios, institucionales, gubernamentales, privados e internacionales, integrando el enfoque One Health para optimizar los sistemas de vigilancia e información, mejorar los determinantes sociales mediante educación continua y aumentar la capacidad local de control y mitigación del dengue.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Reducir las desigualdades sociales que incrementan el riesgo de transmisión mediante la articulación de acciones intersectoriales orientadas a mejorar los determinantes sociales de mayor impacto, como el acceso al agua segura, el saneamiento básico, la

- educación sanitaria y la participación comunitaria en el control del dengue.
2. Fomentar la cooperación técnica y científica internacional para el intercambio de conocimientos, buenas prácticas y tecnologías, adaptando experiencias exitosas de manejo integral del dengue al contexto local bajo el enfoque One Health.
 3. Evaluar de manera continua la efectividad del plan mediante indicadores epidemiológicos, de cobertura vacunal, control vectorial y participación comunitaria, incorporando análisis de impacto, lecciones aprendidas y ajustes estratégicos para optimizar la prevención y respuesta ante brotes de dengue.

1.3.3 Hipótesis planteada

La articulación intersectorial entre actores sociales, comunitarios, institucionales, gubernamentales, privados e internacionales, integrada al enfoque One Health, fortalecerá significativamente la prevención y la respuesta ante brotes de dengue en la provincia del Guayas, al optimizar los sistemas de vigilancia, mejorar los determinantes sociales y aumentar la capacidad local de control y mitigación de la enfermedad.

2. Metodología

La metodología propuesta se sustenta en un enfoque mixto, que integra componentes cuantitativos y cualitativos, lo cual permite una comprensión integral del comportamiento del dengue y de las acciones intersectoriales orientadas a su control. Este enfoque facilita no solo el análisis de indicadores epidemiológicos y entomológicos, sino también la valoración de los procesos de coordinación entre el sector salud y otros actores institucionales y comunitarios, fundamentales para incidir en los determinantes sociales que influyen en la transmisión de la enfermedad.

Asimismo, la metodología permite examinar el aporte del acompañamiento técnico y científico nacional e internacional en el fortalecimiento de las capacidades locales de vigilancia, prevención y control. De manera complementaria, se incorpora el análisis del monitoreo continuo de indicadores epidemiológicos, entomológicos y comunitarios, como herramienta clave para optimizar la preparación, orientar la respuesta oportuna y evaluar la efectividad de las acciones implementadas frente al dengue.

2.1 Diseño metodológico

El diseño metodológico es mixto (cuantitativo – cualitativo), con un alcance descriptivo y analítico, ya que busca identificar factores de riesgo asociados al dengue y analizar su relación

con la ocurrencia de casos, así como evaluar la pertinencia y efectividad de las intervenciones propuestas en las fases de preparación, respuesta y evaluación.

El estudio es de tipo documental y transversal, debido a que se basa en el análisis de información secundaria proveniente de fuentes oficiales, literatura científica y documentos técnicos verificados, generados en los últimos cinco años. Esta información permite sustentar la formulación de un plan de propuesta, orientado al fortalecimiento de la preparación institucional, la respuesta articulada ante brotes y la evaluación de las acciones implementadas para la reducción del riesgo y el impacto del dengue.

2.2 Fuentes de datos utilizadas

Nacionales

- Ministerio de Salud Pública: vigilancia entomológica, reportes de serotipos y afiches o boletines epidemiológicos.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos: datos socioeconómicos y de estados de las viviendas recolectados a través de censos.
- Gobiernos Autónomos Descentralizados del Guayas y Municipio de Guayaquil: información de drenaje y gestión ambiental y saneamiento.

Internacionales

- Organización Panamericana de la Salud/ Organización Mundial de la Salud: guías técnicas, reportes regionales y experiencias de control vectorial.

Científicas

- Artículos obtenidos de fuentes como: Scielo, PubMed, entre otros que hablan acerca del dengue y sus determinantes sociales, su vigilancia y control.

Comunitarias e institucionales

- Reportes brindados por líderes de comunidades u organizaciones locales y de brigadas de salud.

3. Desarrollo de la propuesta

La infección por dengue constituye una de las principales amenazas para la salud pública en la ciudad de Guayaquil, debido a condiciones ambientales, urbanas y sociales que favorecen la persistencia del mosquito *Aedes aegypti*. Frente a este escenario, resulta indispensable el diseño e implementación de un plan integral de preparación, respuesta, control y recuperación que permita una actuación oportuna, articulada y eficiente ante la ocurrencia de brotes.

3.1. Tecnologías para afrontar la emergencia sanitaria

Ante la situación de un brote de dengue en Guayaquil, la incorporación de tecnologías adecuadas fortalece cada fase del plan de respuesta y mejora la capacidad de vigilancia y control, que se detallan más adelante.

3.1.1 Tecnologías para la detección precoz

En la detección precoz de un brote de dengue, las Tecnologías de la Información (TI) cumplen un papel fundamental al permitir la identificación temprana de casos y la activación oportuna de medidas de control.

Tabla 3. Tecnologías de información para la detección precoz.

ASPECTO	DETALLE
MODELO HÍBRIDO SIG-ML	Estrategia que combina Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Machine Learning (ML) para la vigilancia epidemiológica del dengue. Los SIG permiten mapear y visualizar zonas de riesgo, mientras que los algoritmos de ML predicen brotes basados en datos climáticos, epidemiológicos, entomológicos y sociales. El modelo genera alertas tempranas, optimiza la focalización de intervenciones y permite gestión en tiempo real (Tuan & Uyen, 2025).
SALUD MÓVIL (MHEALTH)	Estrategia tecnológica que utiliza aplicaciones móviles con enfoque médico o de salud pública, para apoyar al personal sanitario y a los pacientes en prevención, diagnóstico, monitoreo y educación en salud. Combina tecnologías como Big Data, telemedicina y recolección de datos en tiempo real para generar modelos predictivos y soportes clínicos (Ahmad et al., 2023). Su uso se incrementó notablemente desde la pandemia COVID-19, permitiendo trasladar la gestión de la salud de papel y consulta presencial a plataformas digitales accesibles (Ñañez et al., n.d.)

CLUSTERING (K-MEANS, DBSCAN) PARA CLASIFICAR COMUNIDADES SEGÚN RIESGO SANITARIO	K-Means: técnica de aprendizaje no supervisado que particiona los datos en K grupos o clusters, donde K es un número predefinido por el usuario. DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise): algoritmo de clustering basado en densidad que identifica clusters como regiones de alta densidad separadas por regiones de baja densidad (V. Bogado & E. Schaerer, 2023).
ANÁLISIS DE IMÁGENES CON IA PARA CONTROL VECTORIAL (IDENTIFICACIÓN AUTOMÁTICA DE LARVAS/HUEVOS)	Representa una herramienta poderosa y en evolución para el mapeo de criaderos y contenedores de riesgo de <i>Aedes aegypti</i>, el mosquito vector del dengue, zika y chikungunya (Wang et al., 2024).
INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL CONTROL DE VECTORES	La inteligencia artificial aplicada al control de vectores permite decisiones más precisas y optimización de recursos. Se usan redes neuronales convolucionales para reconocer <i>Aedes aegypti</i> y <i>Anopheles stephensi</i> mediante trampas en tiempo real. Los datos geográficos, estadísticos y climáticos se fusionan con machine learning para focalizar fumigaciones y control en áreas de mayor proliferación (Abdi et al., 2025; Javed et al., 2024)

Elaboración: Propia

3.1.1.1. Planteamiento del problema

A nivel internacional, los sistemas de alerta temprana (SAT) basados en tecnologías emergentes como la inteligencia artificial, sensores remotos, drones y aplicaciones móviles han mostrado eficacia en la predicción y control de brotes; en Brasil, su implementación permitió anticipar casos y reducir el impacto sanitario (Tuan & Uyen, 2025).

En Ecuador, la adopción de estas herramientas se ve limitada por la falta de interoperabilidad digital, escasa capacitación del personal de salud y desigualdad en la conectividad. Además, el sistema entomológico nacional carece de cobertura y capacidad predictiva. Ante ello, el país aún no dispone de un modelo integral de SAT que integre tecnología, participación comunitaria y coordinación institucional, lo cual representa una oportunidad estratégica para fortalecer la respuesta frente al dengue (Cardoso Beraldo et al., 2024).

Bajo este antecedente, surge la siguiente pregunta: ¿En qué medida la incorporación de tecnologías emergentes puede fortalecer los sistemas de alerta temprana para el control del dengue en Guayaquil, Ecuador considerando las barreras estructurales existentes?

3.1.1.2. Ejemplos de sistemas de vigilancia epidemiológica en el Ecuador

Para entender el sistema de vigilancia epidemiológica en el Ecuador se debe conocer primero que es la vigilancia epidemiológica la cual se define como un conjunto de actividades y procedimientos sobre enfermedades, muertes y síndromes que están sujetos a vigilancia e intervención de forma oportuna.

SIVE ALERTA

El sistema de vigilancia epidemiológica en Ecuador está compuesto de varios subsistemas especializados que tienen el objetivo de identificar y analizar aquellos eventos relaciones con la salud de la población para intervenir de manera oportuna en su control, dentro de los sistemas de vigilancia se encuentra el SIVE que se encuentra estructurado en dos grandes componentes los cuales son la vigilancia basada en eventos y la vigilancia basada en indicadores. (MSP, 2022a).

Vigilancia basada en indicadores se subdivide a su vez en 4 componentes que dependen del evento y/o enfermedad que está sujeta a vigilancia.

- **Subsistema SIVE alerta:** encaminada a vigilar eventos relaciones con la naturaleza epidémica de las enfermedades que pueden poner en peligro o no la estabilidad nacional e internacional, en este sistema la notificación debe ser inmediata dentro de las 24 horas en las que se ha captado el caso sospechoso o no, se pueden identificar dentro de este sistema los síndromes y enfermedades que tengan un alto índice de transmisión, brotes y epidemias, y otros eventos que requieran una intervención inmediata.
- **Subsistema de vigilancia especializada:** se la conoce como especializada debido a que su complejidad requiere vigilancia centinela, vigilancia universal, estudios especiales y fuentes de información específica debido a su importancia y trascendencia en esta se encuentran enfermedades específicas, resistencia a antimicrobianos en si vigilancia de una enfermedad en específico.
- **Subsistema SIVE- Hospital:** este subsistema es el encargado de recoger información de morbi-mortalidad que se ha generado en los servicios de salud que tengan servicio de internación, es decir, recoge información durante estancia hospitalaria de enfermedades, eventos adversos y resistencia antimicrobiana que no han estado presentes desde su momento de ingreso al hospital.
- **Subsistema SIVE mortalidad:** como su nombre lo indica es un sistema que se definido por recoger datos de mortalidad en general, desde eventos centinelas hasta mortalidad materna y neonatal.

Vigilancia basada en eventos como su nombre lo indica se encarga de recoger y organizar la información sobre eventos que pueden o no ser un riesgo para la salud nacional, este tipo de vigilancia recoge fuentes de información tanto formales como informales, dentro las fuentes de información formales se encuentran la información que viene desde otros sistemas de vigilancia como puede ser vigilancia ambiental, vigilancia de salud animal, vigilancia sanitaria y sistemas de información estadística como lo es el RDACAA. Las fuentes de información informales recogen información de medios de comunicación, pero principalmente de la comunidad, ya que es de gran ayuda para la identificación oportuna de posibles casos que puedan poner en riesgo la salud nacional e internacional (MSP, 2022a).

Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Vacunación

En Ecuador en septiembre del 2022 en cooperación del ministerio de salud de Ecuador, OPS/OMS se desarrolló un sistema de vigilancia epidemiológica denominado **DHIS2**, un programa encargado de vigilar eventos supuestamente atribuidos a la vacunación o inmunización (ESAVI), este sistema permite identificar ESAVIS no solo de enfermedades sino de todas las vacunas que son parte de la estrategia nacional de inmunizaciones lo que permite la vigilancia pasiva con múltiples fuentes de información (OPS, 2022).

Sistema PAHO-Flu

El sistema PAHO- flu implementado en 2022 en Ecuador es un software creado para la notificación de eventos epidemiológicos como COVID 19 y otros virus como la influenza y las infecciones respiratorias agudas, este sistema de vigilancia aplicativo informático fue donación de la OPS, permite la notificación inmediata de casos sospechoso y/o confirmados en establecimientos de salud, es manejado por personal médico y personal de laboratorios tanto públicos como privados, lo que permite dar seguimiento a los pacientes además de comparar datos, frecuencias a nivel nacional, con el objetivo de intervenir, prevenir y tomar decisiones en beneficio de la población (MSP, 2022b).

3.1.1.3. Enfoque de ética y seguridad en la información

Como se conoce la IA ha transformado la capacidad de recolectar y almacenar datos en todo el mundo, El creciente interés global en la regulación de la protección de datos refleja la necesidad de garantizar su explotación ética y responsable.

No obstante, persiste la ausencia de un marco normativo internacional armonizado, lo que, sumado a la alta rentabilidad asociada al manejo de información, conduce a que numerosas

empresas asuman las responsabilidades legales derivadas y continúen sus prácticas. Esta situación se manifiesta en transgresiones a la legislación de privacidad, restricciones en la efectividad de las sanciones, acumulación masiva de datos sin mecanismos de control adecuados, incumplimiento de las normas de competencia, obtención de consentimientos insuficientemente informados y limitaciones estructurales en la aplicabilidad de la normativa vigente ((Karen Orengo Serra, 2023).

Por ello, es imperativo establecer marcos éticos que guíen la obtención y uso de datos, asegurando transparencia, responsabilidad y equidad en la gestión de la información, al mismo tiempo que se protege la privacidad de los individuos y se evita la explotación comercial indebida de los datos recopilados. Estas medidas no solo garantizan el cumplimiento normativo, sino que fortalecen la confianza pública en la utilización de tecnologías emergentes para la salud y la gestión de riesgos, en Ecuador se han incluido nuevos reglamentos que aún no regulan del todo los datos privados sin embargo se sigue trabajando para implementar esta nueva ley.

3.1.2. Monitorización de riesgos

La monitorización de riesgos constituye un componente fundamental en la prevención y el control de brotes de dengue, ya que permite reconocer de manera oportuna las condiciones que favorecen la transmisión de la enfermedad y anticipar posibles escenarios de emergencia sanitaria. Mediante procesos sistemáticos y el apoyo de herramientas tecnológicas, se realiza una evaluación continua de los factores epidemiológicos, ambientales y sociales que influyen en la aparición y propagación del brote.

Dentro de las acciones prioritarias de monitorización se contempla la vigilancia permanente de casos sospechosos y confirmados, el seguimiento de los índices de infestación del mosquito *Aedes aegypti* y el análisis de variables climáticas como la temperatura, las precipitaciones y la humedad ambiental. La integración de esta información en sistemas de registro y plataformas de análisis permite identificar de forma temprana variaciones que puedan incrementar el riesgo de transmisión, facilitando una respuesta oportuna por parte de los servicios de salud.

3.1.2.1. Problemas Éticos en la Monitorización Tecnológica en Crisis Sanitarias: Recomendaciones de Herramientas Tecnológica

El uso de tecnologías para la monitorización de crisis sanitarias, como los brotes de dengue, representa una herramienta clave para fortalecer la vigilancia epidemiológica y mejorar la capacidad de respuesta. No obstante, su implementación implica desafíos éticos que deben ser abordados de manera responsable para garantizar el respeto a los derechos de la población.

Uno de los principales aspectos éticos está relacionado con la protección de la privacidad y la confidencialidad de la información sanitaria, especialmente cuando se manejan datos sensibles de personas y comunidades. Asimismo, existe el riesgo de estigmatización de determinados sectores si la información geoespacial o epidemiológica no es presentada de forma adecuada.

Otro desafío relevante es asegurar el uso transparente y proporcional de los datos recopilados, limitando su utilización exclusivamente a fines de salud pública y evitando accesos no autorizados o usos indebidos. De igual manera, es fundamental garantizar la equidad y la inclusión, considerando que no toda la población cuenta con acceso a tecnologías digitales, lo que podría generar brechas en la vigilancia y la respuesta sanitaria.

3.1.2.2. Herramientas Tecnológicas para Abordar Problemas Éticos

Para garantizar que la monitorización tecnológica durante crisis sanitarias se realice de manera responsable, es indispensable contar con herramientas que permitan mitigar los riesgos éticos asociados al manejo de la información. Estas herramientas deben orientarse a proteger los derechos de la población sin comprometer la eficacia de la vigilancia epidemiológica.

Entre las principales herramientas tecnológicas se consideran:

- **Plataformas de gestión de datos con anonimización y seudonimización**

Sistemas diseñados para eliminar o codificar información personal sensible, permitiendo el análisis epidemiológico y territorial sin identificar directamente a los individuos, lo que reduce el riesgo de vulneración de la privacidad.

- **Herramientas de cifrado y ciberseguridad**

Tecnologías que incorporan cifrado de la información, controles de acceso diferenciados y auditorías periódicas, asegurando la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos sanitarios.

- **Sistemas de consentimiento informado digital**

Aplicaciones y plataformas que informan de manera clara sobre el uso, alcance y finalidad de los datos recopilados, permitiendo a los usuarios otorgar o retirar su consentimiento de forma voluntaria y transparente.

- **Sistemas de Información Geográfica con visualización ética**

Herramientas SIG configuradas para presentar información agregada por zonas o sectores, evitando la geolocalización individual y minimizando el riesgo de estigmatización de comunidades específicas.

- **Plataformas interoperables e inclusivas**

Sistemas que integran herramientas digitales con mecanismos tradicionales, como reportes comunitarios y visitas domiciliarias, garantizando la inclusión de poblaciones con acceso limitado a tecnología.

- **Tableros de transparencia y rendición de cuentas**

Paneles informativos que presentan indicadores generales, acciones ejecutadas y resultados obtenidos, fortaleciendo la confianza ciudadana sin exponer datos sensibles.

- **Sistemas de gobernanza y control ético de la información**

Herramientas que permiten registrar y supervisar el acceso, uso y finalidad de los datos, facilitando la vigilancia institucional por parte de comités de ética y autoridades sanitarias

3.1.3. Otras tecnologías

Tabla 4. Tecnologías adicionales

ASPECTO CLAVE		DESCRIPCIÓN
SISTEMAS RADIO CONVENCIONALES	Canales de comunicación existentes	Televisión, radio y periódicos son medios ya establecidos y usados por la población para recibir información sanitaria (Mulderij-Jansen et al., 2020).
	Uso de medios digitales	Las redes sociales e internet facilitan la difusión entre jóvenes, aunque su alcance varía según edad y nivel educativo.
	Adaptabilidad cultural	Los mensajes deben considerar creencias y prácticas locales (como el uso de hierbas o percepciones tradicionales).

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

SISTEMAS RADIOAFICIONADOS	Confianza institucional	La aceptación del mensaje depende de la confianza de la población en las instituciones sanitarias.
	Aplicabilidad en entornos reales	El modelo es viable en zonas selváticas del Ecuador, donde otros modelos (como Longley-Rice) presentan limitaciones para predecir la potencia recibida (PRX).
	Soporte matemático y estadístico	Se fundamenta en técnicas de regresión lineal múltiple (MLR) y mínimos cuadrados (LSR), herramientas robustas y validadas por software como MATLAB y SPSS.
	Disponibilidad tecnológica	Requiere herramientas accesibles (MATLAB, SPSS, Radio Mobile), lo cual facilita su replicabilidad en universidades y fuerzas armadas ecuatorianas (Bajaña et al., 2020).
SISTEMAS DE COMUNICACIÓN POR SATÉLITE Y TECNOLOGÍAS MÓVILES		
VSAT (VERY SMALL APERTURE TERMINAL)	Red de comunicación satelital fija que emplea pequeñas antenas para transmitir y recibir información (datos, voz, video) mediante un satélite geoestacionario. Ofrece conexión estable y continua con velocidad moderada a alta, aunque requiere instalación física y suministro eléctrico (GEEKS, 2022).	
BGAN (BROADBAND GLOBAL AREA NETWORK)	Servicio de banda ancha móvil por satélite proporcionado por INMARSAT. Permite conectarse a internet desde casi cualquier lugar mediante terminal portátil. Compatible con laptop o dispositivos móviles, con velocidades de hasta 492 kbps.	
RED SATELITAL IRIDIUM	Conformada por 66 satélites en órbita baja interconectados. Ofrece cobertura global, incluso sin infraestructura terrestre. Velocidad hasta 128 kbps, útil para mensajería, rastreo, telemetría y envío de coordenadas GPS.	
SATÉLITES DE ÓRBITA BAJA (LEO – LOW EARTH ORBIT)	Orbitan entre 500 y 1.200 km sobre la Tierra. Su proximidad reduce el tiempo de transmisión y mejora la velocidad. Ejemplos: Starlink, OneWeb, Amazon Kuiper.	
APPS PARA MÓVILES Y REDES SOCIALES		
MOSQUITO ALERT	App de ciencia ciudadana para reportar presencia de mosquitos y criaderos mediante fotos y GPS (CREAF, n.d.).	
DENGUETRACK	Plataforma que registra casos de dengue y genera mapas de riesgo comunitario.	

SIVICO	Sistema que integra reportes de salud, clima y datos ciudadanos para respuesta temprana.
APLICACIONES LOCALES (GUAYAQUIL)	Apps adaptadas a Guayaquil, conectadas con MSP o salud municipal para vigilancia y control del dengue
REDES SOCIALES	Plataformas como Facebook, WhatsApp, X/Twitter, TikTok e Instagram que permiten difundir información y fomentar la participación comunitaria en la lucha contra el dengue.
TELEMEDICINA Y TRIAJE EN EMERGENCIAS SANITARIAS	
TELEMEDICINA Y TRIAJE	La telemedicina en emergencias sanitarias utiliza tecnologías de la información y comunicación (TIC) como videollamadas, apps móviles, teléfonos inteligentes o plataformas digitales para brindar atención médica a distancia durante epidemias, desastres o saturación de servicios de salud. El triaje es el proceso de priorizar pacientes según gravedad clínica para decidir atención inmediata, seguimiento o derivación a otros niveles de atención (Subramanian & Pamplin, 2024). Triage remoto: combinación de ambos, evaluando síntomas y antecedentes vía teléfono, videollamada o plataforma digital para determinar urgencia y tipo de atención (Raff et al., 2024).

Elaboración: Propia

3.2. Vigilancia de Alertas, Bioterrorismo y Bioseguridad

La vigilancia de alertas, la gestión del riesgo biológico y la bioseguridad deben integrarse como un marco único de preparación y respuesta en salud pública, evitando enfoques fragmentados.

En países tropicales con transmisión endémica de *arbovirosis* como Ecuador, implica articular la vigilancia clínica, entomológica, ambiental y digital, a través de SIG, sensores IoT y plataformas como PAHO-Flu, con protocolos operativos y legales, así como con capacidades intersectoriales de municipios, educación y defensa civil, para detectar y responder tanto a eventos naturales como a amenazas deliberadas o accidentales (Vitale et al., 2020).

La vigilancia activa anticipa brotes de Dengue con mayor eficacia, optimizando la respuesta sanitaria y la implementación de medidas de bioseguridad comunitaria.

3.2.1. Vigilancia Epidemiológica y Alertas Sanitarias. Precauciones Estándar

La vigilancia epidemiológica eficaz del dengue combina la notificación obligatoria mediante SIVE-ALERTA, la vigilancia entomológica y la basada en eventos, soportada por sistemas de información en tiempo real y protocolos de respuesta escalonada; aunque las precauciones estándar se orientan a proteger al personal sanitario frente a riesgos ocupacionales, en la práctica deben traducirse en medidas organizativas y comunitarias: búsqueda activa, triage, manejo de residuos y control ambiental que interrumpan cadenas de transmisión indirecta al reducir la exposición humana al vector.

La evidencia médica demuestra que la integración de vigilancia epidemiológica y entomológica permite detectar tempranamente incrementos en la transmisión y facilita respuestas locales inmediatas, superando los retrasos derivados de la centralización de datos y la falta de acción territorial. En Ecuador, estudios en regiones endémicas muestran que incorporar factores sociales, ecológicos y entomológicos en la vigilancia permite identificar áreas de mayor riesgo, optimizando la focalización de intervenciones comunitarias y organizativas, como fumigación intradomiciliaria, uso de mosquiteros, mejora del abastecimiento de agua y limpieza de propiedades abandonadas, reduce la incidencia domiciliaria y comunitaria del dengue (Lippi et al., 2021).

La vigilancia integrada también facilita la movilización sostenida de la comunidad, y su efectividad se potencia mediante una gestión organizativa robusta, recursos humanos capacitados, comunicación fluida entre especialistas en salud pública y entomología, y la articulación con precauciones estándar y promoción de conductas preventivas, reforzando así el control viral de manera sostenible.

3.2.1.1. Características epidemiológicas de la enfermedad transmisible

En Ecuador, el dengue presenta un patrón endémico y epidémico caracterizado por fuerte estacionalidad, heterogeneidad espacial y circulación simultánea de múltiples serotipos, potenciada por la elevada densidad de *Aedes aegypti* en áreas urbanas y la sensibilidad del vector a variables climáticas como temperatura, humedad y precipitaciones, así como a determinantes sociales y urbanos como pobreza, déficit de saneamiento y urbanización desordenada.

La evidencia respalda intervenciones integradas y focalizadas: la vigilancia climática, entomológica y epidemiológica permite anticipar picos de transmisión y orientar recursos a barrios y viviendas de alto riesgo; el manejo integrado del vector combina control biológico,

ambiental y educativo con participación comunitaria, superando la dependencia exclusiva de insecticidas; las intervenciones químicas focalizadas, preventivas y sincronizadas con la dinámica local del vector complementan estas estrategias; y la adaptación a determinantes sociales y urbanos garantiza la focalización eficiente de medidas sostenibles (Mulderij-Jansen et al., 2022).

Esta aproximación integrada permite no solo reducir la densidad vectorial y la transmisión, sino también generar resiliencia comunitaria y mantener el control epidemiológico de manera sostenida, constituyendo un modelo de referencia para la gestión del dengue en contextos urbanos de alta transmisión.

3.2.1.2. Métodos de vigilancia epidemiológica y de prevención mediante precauciones estándar o ampliadas

La vigilancia y el control del dengue requieren un enfoque integrado que combine vigilancia pasiva, activa, vigilancia entomológica, monitoreo de eventos, sistemas digitales (DHIS2, PAHO-Flu) y medidas tradicionales como eliminación de criaderos, fumigación focalizada y campañas comunitarias. La evidencia indica que su eficacia máxima se alcanza al incorporar modelos predictivos (SIG y machine learning), trampas inteligentes y reporte ciudadano, lo que permite establecer umbrales operativos para intervenciones ampliadas antes de la expansión exponencial de casos (Gao et al., 2024; Xiao et al., 2025).

El éxito de este enfoque depende de la calidad y oportunidad de los datos, la interoperabilidad institucional y la participación comunitaria sostenida, elementos esenciales para aplicar intervenciones de manera temprana y efectiva. La interoperabilidad se logra mediante arquitecturas modulares que integran datos clínicos, entomológicos, ambientales, sociodemográficos y digitales, incluyendo patrones de movilidad humana; los modelos predictivos y de lógica difusa permiten caracterizar el riesgo en tiempo y espacio, optimizando la focalización de recursos y conectando la dinámica vectorial con la vulnerabilidad urbana (Xiao et al., 2025).

La participación comunitaria, potenciada mediante aplicaciones móviles y comunicación bidireccional con autoridades, fortalece la apropiación local, mejora la detección temprana y asegura la sostenibilidad de las medidas de control, evidenciando que la integración tecnológica, epidemiológica y social es clave para la efectividad del sistema de vigilancia y control del dengue.

3.2.1.3. Papel del Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Ecuador

El SIVE-ALERTA funciona como columna vertebral para la notificación inmediata y la coordinación interinstitucional, estructurándose en subsistemas: alerta, especializada,

hospitalaria y de mortalidad, que permiten clasificar niveles de riesgo y activar respuestas como búsqueda activa, coordinación con GAD y COE, y análisis de laboratorio en INSPI. No obstante, la evidencia empírica revela limitaciones críticas, incluyendo subregistro, retrasos en la carga de datos, baja integración entomológica y capacidades predictivas insuficientes. Para que SIVE cumpla plenamente su rol estratégico resulta indispensable modernizar la interoperabilidad entre MSP, GAD, laboratorios e Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI); incorporar análisis en tiempo real y dashboards geoespaciales; establecer umbrales de respuesta automatizados basados en modelos de R_0 y señales entomológicas; y fortalecer la fuerza laboral en epidemiología digital, lo que permitirá mejorar la oportunidad y precisión de las intervenciones operativas.

3.2.2. Bioterrorismo y prevención integral de la transmisión

Aunque el dengue no se considera un agente prioritario de bioterrorismo tradicional debido a su transmisión vectorial, la posibilidad de explotación deliberada, por ejemplo, mediante liberación de vectores o manipulación entomológica, no puede descartarse en contextos urbanos vulnerables, por lo que debe incluirse en el análisis de riesgos de salud pública. Los planes nacionales de bioseguridad y análisis de amenazas deben contemplar escenarios de baja sofisticación, incorporando inteligencia epidemiológica capaz de detectar anomalías espaciales y temporales, protocolos de investigación de campo para diferenciar eventos naturales de inducidos, y mecanismos legales y operativos de coordinación entre salud pública, seguridad y defensa, fortaleciendo así la prevención integral.

Aunque el virus del dengue puede causar brotes de alta morbilidad y mortalidad, presenta limitaciones técnicas significativas para su uso como arma biológica a gran escala, dado que la producción masiva y la aerosolización eficiente enfrentan barreras tecnológicas importantes; no obstante, avances futuros en biotecnología podrían modificar este escenario y aumentar el riesgo potencial. Desde el punto de vista médico, la introducción deliberada del virus podría generar fiebre hemorrágica con alta carga asistencial en poblaciones no expuestas, mientras que epidemiológicamente su propagación depende de vectores competentes, lo que limita la eficacia de un ataque en regiones sin presencia de estos mosquitos y reduce la diseminación secundaria en comparación con virus de transmisión persona a persona.

En términos de salud pública, la detección de un brote de origen no natural requeriría vigilancia sensible y capacidad de diferenciarlo de brotes endémicos, con respuestas que incluyan control vectorial intensivo, comunicación de riesgos, preparación del sistema de salud para casos graves y coordinación intersectorial, apoyada en investigación epidemiológica para contener la propagación y mitigar el impacto.

3.2.2.1. Transmisión de la epidemia (R_0 y datos de vigilancia de años previos)

La dinámica de transmisión del dengue se cuantifica mediante el número reproductivo básico (R_0), que en zonas urbanas tropicales suele estimarse entre 1,5 y 4, aunque varía según serotipo, densidad vectorial, inmunidad poblacional y condiciones climáticas; pequeñas variaciones en R_0 pueden alterar significativamente el tamaño y la velocidad de un brote. Investigaciones recientes en regiones tropicales incorporan modelos locales y regionales basados en series temporales (2020–2025) para caracterizar picos y ciclos epidémicos, empleando metodologías compartimentales y técnicas de optimización por enjambre de partículas para estimar R_0 y diseñar umbrales de alarma.

3.2.2.2. Potencial papel del bioterrorismo en la transmisión del agente

El riesgo teórico de uso deliberado del dengue radica en la posibilidad de amplificar la transmisión mediante la liberación o incremento de poblaciones vectoriales infectadas; aunque este escenario requiere conocimientos técnicos y logística, su plausibilidad aumenta en contextos con vigilancia entomológica y sanitaria débil. La bibliografía de bioseguridad señala que la ausencia de protocolos específicos para identificar patrones atípicos y la falta de inteligencia sanitaria orientada a detectar manipulaciones entomológicas constituyen vulnerabilidades operativas.

La política pública debe incorporar ejercicios de simulación, fortalecer la vigilancia de anomalías entomológicas, por ejemplo, cambios abruptos en índices de ovitrampas o BG-Counters sin correlato climático y establecer un marco legal y forense-epidemiológico para investigación y respuesta ante eventos sospechosos.

Desde la perspectiva epidemiológica y médica, los grupos poblacionales más vulnerables ante un posible uso deliberado del virus incluyen niños y adolescentes, especialmente entre 5 y 19 años, quienes presentan alta incidencia, hospitalización y riesgo de dengue grave, incluyendo formas hemorrágicas y shock; lactantes con anticuerpos maternos en descenso; adultos jóvenes y de mediana edad (20-49 años), cuya carga de enfermedad y mortalidad ha aumentado en las últimas décadas; personas con comorbilidades crónicas como diabetes, insuficiencia cardíaca, renal o pulmonar, que presentan riesgo elevado de desenlaces adversos; poblaciones en condiciones socioeconómicas desfavorables, con alta densidad, viviendas precarias y limitado acceso a servicios de salud; mujeres y extremos de la vida, especialmente en presencia de ciertos serotipos como DENV-2; y comunidades no expuestas previamente al virus, donde la introducción puede provocar epidemias explosivas y formas graves por infección primaria.

La identificación, priorización y protección de estos grupos es esencial para orientar la respuesta sanitaria y mitigar el impacto en escenarios de emergencia, fortaleciendo la resiliencia frente a amenazas biológicas no convencionales.

3.2.2.3. Detección precoz y respuesta temprana. Papel de la Atención Primaria

La detección precoz y la respuesta temprana frente al dengue dependen de la capacidad de la Atención Primaria de Salud (APS) para identificar síndromes febriles, notificar en tiempo real, orientar el manejo clínico y activar medidas comunitarias de control vectorial. La evidencia nacional e internacional demuestra que la vigilancia centrada en APS reduce el tiempo al diagnóstico, permite intervenciones focalizadas como búsqueda activa y cercos epidemiológicos, y disminuye hospitalizaciones graves. Estrategias concretas incluyen algoritmos estandarizados de triage para febriles en centros de primer nivel, entrenamiento continuo en notificación SIVE, provisión de herramientas digitales móviles para reporte y circuitos claros de retroalimentación comunitaria que sostengan la adherencia a medidas preventivas.

En Ecuador, la APS ha permitido integrar intervenciones comunitarias, educación sanitaria y movilización social, logrando reducciones significativas en indicadores entomológicos. Además, la APS facilita la contextualización de las acciones a las características socioculturales y ambientales locales, potenciando la adopción de conductas preventivas, la vigilancia comunitaria y la sostenibilidad de las intervenciones. No obstante, para garantizar impacto a largo plazo, es necesario complementar este enfoque con análisis de determinantes sociales de la salud y la integración con políticas públicas.

3.2.3. Inteligencia Sanitaria y Bioseguridad

La inteligencia sanitaria, entendida como la convergencia analítica de datos clínicos, entomológicos, ambientales y socioeconómicos, constituye la piedra angular de una vigilancia moderna y predictiva; cuando se implementa bajo marcos sólidos de gobernanza y bioseguridad, incluyendo anonimización, cifrado y supervisión humana de algoritmos, los cuales potencian la anticipación de brotes y optimiza el uso de recursos.

Su aplicación en el dengue abarca vigilancia, prevención, control, y manejo clínico: integra datos en tiempo real de fuentes epidemiológicas, entomológicas y ambientales para identificar zonas de alto riesgo y detectar brotes tempranos mediante modelos híbridos SIG-ML y sistemas geográficos web; permite focalizar intervenciones de control vectorial y fortalecer la participación comunitaria mediante plataformas móviles y redes sociales; y apoya el diagnóstico

temprano y la estratificación de riesgo en la atención clínica mediante algoritmos que combinan información clínica, laboratoriales y biomarcadores.

No obstante, su despliegue requiere considerar riesgos como sesgos algorítmicos, brechas de equidad en acceso tecnológico y vulnerabilidades de ciberseguridad. Por ello, cualquier implementación en Ecuador debe seguir principios éticos claros, incluir auditorías de desempeño y contar con planes de contingencia técnica y legal, asegurando que la innovación mejore la efectividad de la vigilancia y control sin comprometer la seguridad ni la confianza social en las instituciones.

3.2.3.1. Papel de la inteligencia epidemiológica en la emergencia sanitaria

La inteligencia epidemiológica transforma datos heterogéneos en decisiones operativas, identificando señales tempranas mediante análisis espacial y temporal, priorizando intervenciones en zonas de alto riesgo, optimizando rutas de fumigación o liberación de mosquitos estériles y evaluando el impacto en tiempo real. Modelos de detección temprana, SIG-ML y estudios locales de vigilancia activa versus pasiva han demostrado reducir el tiempo hasta la identificación de brotes y mejorar la focalización de las acciones cuando se aplican correctamente. En Ecuador, escalar estas capacidades requiere no solo recursos tecnológicos, sino también gobernanza de datos, formación en epidemiología digital y protocolos que integren los resultados analíticos en la cadena de decisión sanitaria.

En ciudades hiperendémicas como Guayaquil, la inteligencia epidemiológica ha permitido correlacionar la presencia de *Aedes aegypti* con factores sociales y ecológicos, incluyendo condiciones de vivienda, interrupciones en servicios básicos y comportamientos preventivos. Se ha evidenciado que interrupciones en el suministro de agua y la recolección de basura irregular se asocian con mayor densidad vectorial, mientras que el uso de aire acondicionado y ventanas con mallas en buen estado resulta protector; no obstante, la presencia del vector no siempre se traduce en infecciones domiciliarias, lo que enfatiza la necesidad de considerar múltiples dimensiones para la vigilancia.

3.2.3.3. Necesidades de mejora del Índice de Seguridad Sanitaria Global (GHS Index) en Ecuador

El GHS Index identifica áreas críticas que requieren inversiones sostenidas en Ecuador, entre ellas el fortalecimiento de sistemas de vigilancia integrados y predictivos, el financiamiento continuo de la infraestructura y la fuerza laboral en salud, la regulación específica para el uso de inteligencia artificial en el ámbito sanitario, la expansión de las capacidades de laboratorio y de secuenciación molecular, y el desarrollo de planes de respuesta intersectoriales que incorporen

escenarios no convencionales; estas prioridades se sustentan en evidencia de brechas operativas y se traducen en acciones concretas como la interoperabilidad entre el SIVE, el INAMHI y los laboratorios, la formación en epidemiología digital y la creación de marcos éticos y legales para la IA, cuya implementación fortalecería los indicadores del GHS y la resiliencia nacional frente a emergencias sanitarias.

La mejora de la gestión integral del dengue en Ecuador exige un enfoque sistémico que articule vigilancia epidemiológica, manejo clínico, control vectorial y participación comunitaria, adaptado a los contextos sociales y ecológicos locales: en el ámbito clínico, el país ha logrado mantener una letalidad hospitalaria inferior al 1 %, en concordancia con las recomendaciones internacionales de manejo escalonado según la gravedad, priorizando la hidratación intravenosa cuidadosa en casos graves y evitando transfusiones profilácticas de plaquetas, que no previenen el sangrado y aumentan el riesgo de sobrecarga hídrica; paralelamente, la integración de vigilancia pasiva y activa ha permitido una detección más temprana de brotes y una mejor caracterización de los grupos de riesgo, favoreciendo intervenciones focalizadas y oportunas; sin embargo, en el control vectorial persisten limitaciones, dado que las estrategias basadas exclusivamente en insecticidas han demostrado ser insuficientes, mientras que la evidencia respalda la efectividad de intervenciones comunitarias participativas como la educación escolar, la movilización social y la eliminación de criaderos.

Finalmente, la efectividad de estas estrategias está mediada por la percepción y el conocimiento comunitario, donde aún subsisten conceptos erróneos y barreras estructurales que limitan la participación, sobre todo en zonas rurales y periféricas, lo que refuerza la necesidad de reducir inequidades en el acceso a la prevención y a la atención sanitaria para fortalecer de manera sostenible la respuesta nacional frente al dengue.

3.3. Evaluación de los programas para el manejo de emergencias sanitarias

La evaluación integral de un plan de preparación, respuesta, control, mitigación y rehabilitación ante un brote de dengue en la ciudad de Guayaquil exige la formulación de un sistema robusto de indicadores cualitativos y cuantitativos que permita monitorear, con rigor metodológico, el desempeño de las intervenciones implementadas en cada fase del ciclo de gestión del riesgo epidemiológico.

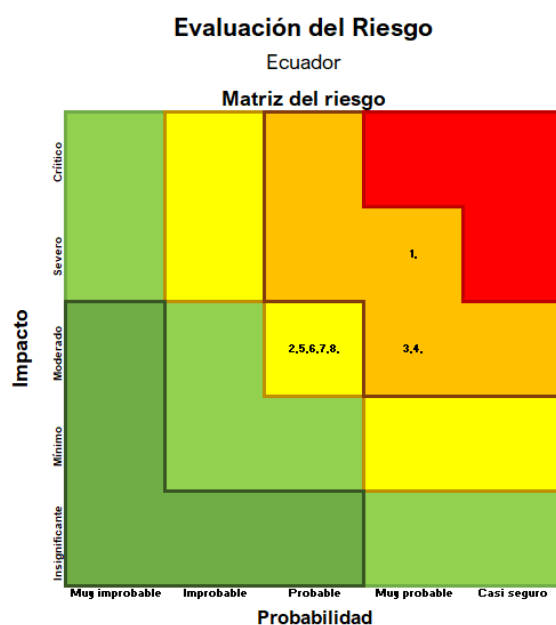
El sistema de indicadores se debe sustentarse en base de un marco normativo nacional e internacional actual en la constitución ecuatoriana, la ley Orgánica de Salud y los lineamientos del Manual de atención integral de salud familiar, comunitaria e Intercultural (MAIS-FCI) así como otros manuales del Ministerio de Salud Pública (MSP) en concordancia las recomendaciones de

la Organización Mundial de la salud (OMS) y de la Organización panamericana de la salud (OPS) garantizan la legitimidad en cuanto a la alineación con políticas públicas de Salud y su aplicabilidad operativa en los diferentes niveles de atención y gestión territorial con relación a sistemas de vigilancia, prevención y control del dengue.

3.3.1. Evaluación de programas del sector público, políticas y otras acciones de agencias relacionadas con problemas de emergencias sanitarias.

La herramienta STAR (Herramienta Estratégica para la Evaluación de Riesgos) tiene un enfoque analítico que constituye un componente clave dentro de la vigilancia epidemiológica. A través de la identificación temprana de zonas de alta vulnerabilidad mediante la correlación de datos de incidencia con factores climáticos como temperatura, humedad y precipitación, condiciones urbanas como densidad poblacional y características de la vivienda y variables biológicas del vector. Esta integración permite un análisis dinámico del riesgo, diferenciando áreas con transmisión activa, sectores con potencial epidémico y zonas donde el riesgo está en proceso de emergencia (Gupta et al., 2020).

Gráfico 3. Nivel de Impacto del dengue



Fuente: Matriz STAR de OPS 2025.

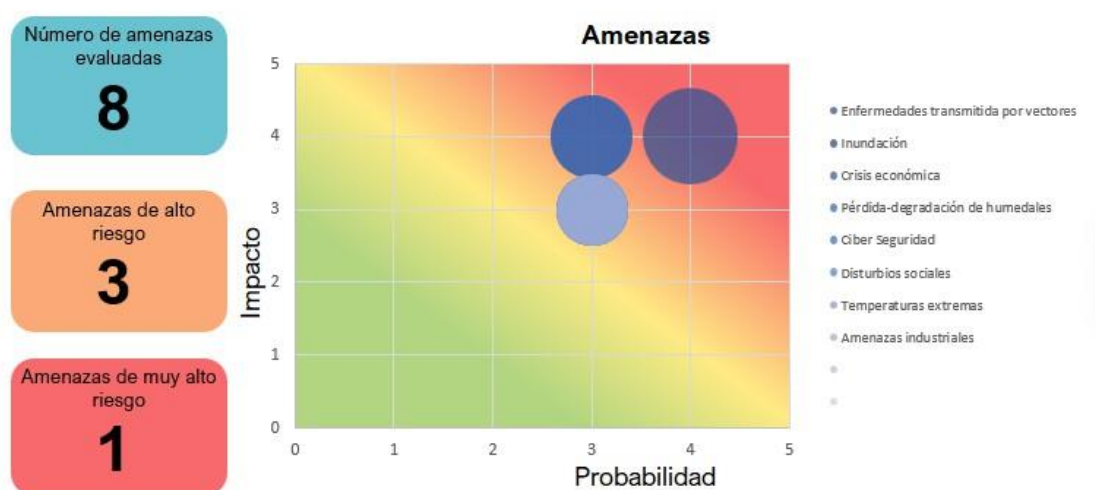
Elaboración: Propia

Interpretación

La matriz de riesgo evidencia que las amenazas asociadas al dengue se concentran en niveles de impacto moderado a severo y con una alta probabilidad de ocurrencia, lo que confirma que se trata de un riesgo sanitario frecuente y relevante para la población, especialmente en entornos con condiciones ambientales y sanitarias que favorecen la proliferación del *Aedes aegypti*.

La ubicación de estos riesgos en las zonas amarilla, naranja y roja de la matriz muestra que el dengue es un problema recurrente y no un evento aislado, lo que refuerza la necesidad de mantener intervenciones sostenidas en vigilancia epidemiológica, control vectorial, educación comunitaria y fortalecimiento operativo del sistema de salud.

Gráfico 4. Evaluación de Amenazas



Fuente: Matriz STAR de OPS 2025.

Elaboración: Propia

Interpretación

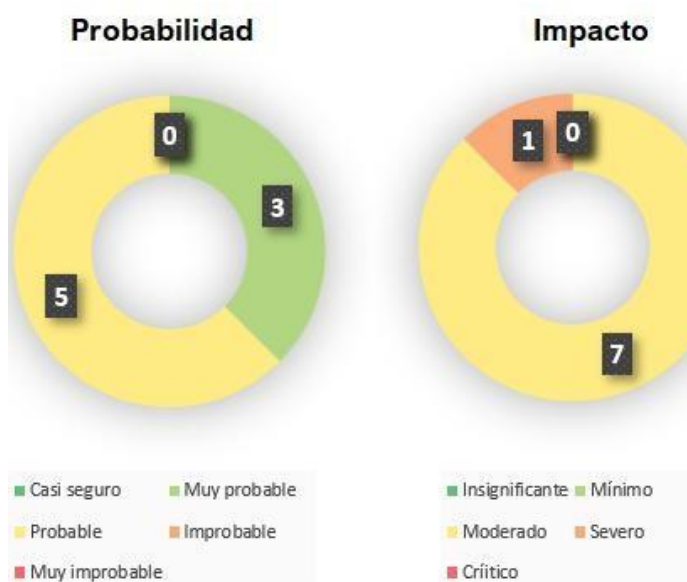
La gráfica 4 evidencia que las amenazas relacionadas con el dengue se concentran en el cuadrante superior derecho, reflejando una alta probabilidad de ocurrencia y un impacto elevado en la población, lo que ubica al dengue y a factores como inundaciones, temperaturas extremas y deterioro ambiental en la categoría de riesgo crítico.

Las burbujas de mayor tamaño representan los elementos con mayor influencia en el incremento de casos, subrayando su peso dentro del análisis, mientras que otras amenazas de impacto

medio, pero con alta probabilidad también requieren vigilancia constante y acciones preventivas continuas por su efecto directo en las actividades de control vectorial.

En conjunto, el perfil muestra que el dengue se desarrolla en un contexto donde factores estructurales clima, acumulación de agua, gestión inadecuada de desechos y vulnerabilidad social incrementan la exposición al vector, lo que refuerza la necesidad de fortalecer las medidas de prevención y respuesta.

Gráfico 5. Análisis individual de las amenazas: Probabilidad e Impacto



Fuente: Matriz STAR de OPS 2025.

Elaboración: Propia

Interpretación

El análisis de probabilidad muestra que el riesgo de aparición de casos de dengue se concentra en las categorías probable y muy probable, lo que evidencia una alta posibilidad de ocurrencia favorecida por condiciones ambientales, sociales y epidemiológicas como acumulación de agua, temperaturas elevadas, periodos lluviosos y limitaciones en el control vectorial. Este escenario refleja una exposición persistente que incrementa la probabilidad de brotes en la población.

En cuanto al impacto, la mayor presencia de valores en los niveles severo y crítico indica que, ante un evento, las consecuencias para la salud pública serían significativas, generando presión sobre los servicios de salud, aumento de complicaciones y riesgo de dengue grave, especialmente en grupos vulnerables.

La combinación de alta probabilidad e impacto elevado posiciona al dengue como un riesgo prioritario, que exige intervenciones inmediatas y sostenidas mediante fortalecimiento del control vectorial, educación comunitaria, eliminación sistemática de criaderos y vigilancia epidemiológica robusta. Este perfil confirma que el dengue es un riesgo no solo latente, sino potencialmente disruptivo para el sistema de salud y la comunidad.

3.3.2. Gestión de datos y el enfoque de informes en función de los objetivos del proyecto

En el contexto de una Emergencia Sanitaria, especialmente al emplear tecnología predictiva, como los modelos híbridos SIG-ML o tecnología de insectos estériles, debe ser un proceso sistemático con énfasis en la transparencia, seguridad y generación de inteligencia operativa en tiempo real.

Gestión de datos: Implica la recolección de múltiples fuentes, es importante asegurar la integridad de la información garantizando la calidad, veracidad y validación de datos, así como la anonimización y estandarización de los datos para asegurar la correcta toma de decisiones.

Enfoque de informes: Buscando automatizar alertas tempranas y generación de visualizaciones dinámicas de mapas de riesgo, que permitan la focalización geográfica de las intervenciones en zonas de alto riesgo, el informe debe permitir retroalimentar la estrategia, para demostrar su impacto y consolidar planes sostenibles.

3.3.2.1. Requisitos de los trabajos científicos que deben servir para generar conocimiento

Deben estar orientados a generar evidencia científica y operativa para la consolidación de un plan sostenible y utilizar la tecnología de manera ética, con enfoque en la evaluación del plan, para determinar la efectividad, seguridad y sostenibilidad del modelo SIT/IoT, en un periodo determinado.

- Evaluación de la Eficacia Biológica y Operacional
- Marco Ético y de Seguridad de datos (IoT/SIG)
- Rigor Metodológico y Tecnológico

Al enfocar la gestión de datos al objetivo principal de nuestro trabajo de investigación, nos permite evaluar el impacto de la liberación de los mosquitos macho estériles en la reducción de incidencia del dengue.

3.3.2.2. Adaptación de los informes a la comunidad durante la emergencia

La adaptación de la información es esencial para el empoderamiento y participación comunitaria.

La comunicación es una herramienta que nos permite la preparación y respuesta comunitaria del plan que deseamos implementar en nuestra investigación.

- Uso correcto de Canales de comunicación y Mensaje Clave
- Segmentación Cultural y Demográfica
- Comunicación del Riesgo Focalizado: Mensajes Alerta/Acción.
- Fomentar la Participación Activa comunitaria y gubernamental.

4. Conclusiones

4.1 Conclusiones generales

El fortalecimiento de la prevención y la respuesta ante brotes de dengue en la provincia del Guayas requiere una articulación intersectorial efectiva entre actores sociales, comunitarios, institucionales, gubernamentales, privados e internacionales, incorporando el enfoque One Health como eje principal. Este enfoque permite comprender la interacción entre la salud humana, animal y ambiental, optimizando las estrategias de vigilancia, prevención y control del dengue.

Si bien en Ecuador existen sistemas de vigilancia epidemiológica y entomológica en funcionamiento, estos presentan limitaciones relacionadas principalmente con la capacitación del personal, la integración de la información y la oportunidad en el análisis de los datos. Por ello, es fundamental fortalecer las capacidades técnicas mediante formación continua, así como modernizar los sistemas existentes mediante la incorporación de tecnologías como los sistemas de información geográfica (SIG), modelos de machine learning, sistemas de monitoreo climático y herramientas de vigilancia en tiempo real que permitan anticipar brotes y orientar intervenciones oportunas.

Asimismo, el seguimiento sistemático de los vectores, tanto en estadios inmaduros como adultos, debe consolidarse como una práctica sostenida que complemente las acciones de control, tales como la fumigación focalizada, el manejo adecuado de criaderos y el fortalecimiento de los mecanismos de reporte oportuno de casos. Estas acciones deben basarse en evidencia y priorizar los territorios con mayor riesgo entomo-epidemiológico.

De igual manera, resulta indispensable mantener y reforzar las estrategias de educación continua dirigidas a la población, orientadas a mejorar el conocimiento, la percepción de riesgo y la participación comunitaria en la prevención del dengue. Finalmente, la mejora de la interinstitucionalidad constituye un desafío pendiente en el contexto ecuatoriano, ya que la falta de coordinación sostenida entre sectores limita el impacto de las intervenciones. El fortalecimiento de esta articulación permitirá consolidar un sistema de vigilancia más integrado, proactivo y resiliente, contribuyendo a la reducción de la transmisión y al control efectivo del dengue en la provincia del Guayas.

4.2 Conclusiones específicas

- El fortalecimiento de la cooperación técnica y científica internacional representa una oportunidad estratégica para mejorar la capacidad local de prevención y control del dengue. El intercambio de conocimientos, buenas prácticas y tecnologías, así como la adaptación de experiencias exitosas al contexto local bajo el enfoque One Health, contribuye a la implementación de intervenciones más integrales, innovadoras y basadas en evidencia.
- La evaluación continua del plan, mediante indicadores epidemiológicos, considerar la instrucción vacunal en nuestro país, control vectorial y participación comunitaria, resulta fundamental para medir su efectividad. La incorporación sistemática de análisis de impacto, identificación de lecciones aprendidas y ajustes estratégicos permite optimizar la prevención y la respuesta ante brotes de dengue, fortaleciendo la toma de decisiones y la sostenibilidad de las acciones implementadas, volviéndolo más práctico y real en nuestra localidad.
- La reducción de las desigualdades sociales que incrementan el riesgo de transmisión del dengue constituye un componente esencial para el control sostenible de la enfermedad. Mediante la aplicación de la matriz STAR se logró identificar de manera estructurada las situaciones críticas, tareas prioritarias, acciones implementadas y resultados esperados en cada fase de la gestión de la emergencia (prevención, preparación, respuesta y recuperación), permitiendo orientar intervenciones intersectoriales enfocadas en mejorar determinantes sociales clave.

4.2.1. Análisis del cumplimiento de los objetivos de la investigación

Los objetivos planteados se han cumplido dando lugar a una investigación adecuadamente desarrollada y fundamentada, donde se plantean varias estrategias para un plan completo de prevención y respuesta ante brotes de dengue, desde la implementación de tecnologías innovadoras y accesibles que rescatan bases de datos y se complementan, siempre con la finalidad de mejorar y proteger la salud comunitaria.

4.2.2. Contribución a la gestión en salud pública y vigilancia epidemiológica en Ecuador

La contribución en la que se enfoca es en la innovación para vigilancia y control de los casos de dengue, buscando formas más accesibles, equitativas y que permitan acaparar a la mayoría de la población en especial la más vulnerable o de zonas marginadas. Es importante destacar las nuevas tecnológicas de control entomológico y vigilancia de casos.

4.2.3. Contribución a nivel académico

Se aporta un modelo teórico basado en la práctica de la vigilancia epidemiológica que busca implementar nuevas formas de evaluación para los planes de respuesta, implementando sistemas de información geográfica, monitoreo ambiental, análisis de datos, aplicando el método de STAR y rescatando las herramientas de datos epidemiológicos. Además, se saca a relucir los determinantes de la salud que son indispensables solventar en la población para una adecuada gestión del servicio y cuidado de la salubridad, en conjunto evidenciando las limitaciones operativas e interinstitucionales de vigilancia ya existentes en el país, planteando a su vez los planes de mejora para el control de brotes de dengue.

4.2.4. Contribución a nivel personal

El conocimiento especializado del dengue, la historia natural de la enfermedad y sus formas de prevención y control nos enriquece a cada uno de los profesionales de la salud para lograr aportar en nuestro desempeño profesional, cuidando el bienestar poblacional y desarrollo comunitario.

4.3. Limitaciones del trabajo

El trabajo se ha realizado en base a estudios previos en varios países y continentes, se ha presentado una limitación de la información disponible en la localidad planteada, evidenciando la falta de seguimiento y financiamiento en estudios locales con las realidades de la provincia del Guayas, por lo que es una limitación importante en la especificidad de los planes de control del dengue en esta población.

5. Bibliografía

- Abdi, Y. H., Abdullahi, Y. B., Abdi, M. S., Bashir, S. G., & Ahmed, N. I. (2025). Using Artificial Intelligence in Vector Control: A New Path for Public Health. *Journal of Vector Borne Diseases*. https://doi.org/10.4103/JVBD.JVBD_144_25
- Acosta-España, J. D., Dueñas-Espín, I., Grijalva Narvaez, D. F., Altamirano-Jara, J. B., Gómez-Jaramillo, A. M., & Rodríguez-Morales, A. J. (2024). Analysis of inpatient data on dengue fever, malaria and leishmaniasis in Ecuador: A cross-sectional national study, 2015–2022. *New Microbes and New Infections*, 60–61, 101421. <https://doi.org/10.1016/J.NMNI.2024.101421>
- Ahmad, M., Hani, S. H. B., Sabra, M. A., & Almahmoud, O. (2023). Big data can help prepare nurses and improve patient outcomes by improving quality, safety, and outcomes. *Frontiers of Nursing*, 10(2), 241–248. <https://doi.org/10.2478/FON-2023-0026>
- Alexandra, E., & Sosa, Z. (2024). Epidemiological review of Dengue in Ecuador, its main findings and impact on public health. *Multidisciplinar (Montevideo)*, 2, 203–203. <https://doi.org/10.62486/AGMU2024203>
- Bajaña, F. R., Lara, L. H. M., Paredes, M., & de Ory, E. G. (2020). *Multi Linear Regression applied to Communications systems Analysis*. <https://arxiv.org/pdf/2002.10573>
- Bianca de Cássia Cardoso Beraldo, Flávia Coelho Rocha, & Marcus Vinicius Faria de Araujo. (2024). CONTROL INTELIGENTE DEL DENGUE. *Revista Ciencias Exactas*, 30(2). <https://periodicos.unitau.br/exatas/article/view/3905/2395>
- CREAF. (n.d.). *Mosquitos vectores de enfermedades - Mosquito Alert*. Retrieved October 6, 2025, from <https://www.mosquitoalert.com/en/info-mosquitoes/disease-transmitting-mosquitoes/>
- Gao, Y., Xue, X., Qin, G., Li, K., Liu, J., Zhang, Y., & Li, X. (2024). Application of machine learning in automatic image identification of insects - a review. *Ecological Informatics*, 80, 102539. <https://doi.org/10.1016/J.ECOINF.2024.102539>
- Garnica, A., Galan, E., & Marca, E. (2025). *Factores de riesgo del dengue en las provincias de la costa ecuatoriana: Revisión bibliográfica* | *INSPIPILIP*. 9(29). <https://www.inspilip.gob.ec/index.php/inspi/article/view/768>

- GEEKS. (2022). VSAT (Terminal de apertura muy pequeña) - GeeksforGeeks. https://www.geeksforgeeks.org/computer-networks/vsat-very-small-aperture-terminal/?utm_source
- Gupta, S., Mall, P., & Alam, A. (2020). Combined score based on arterial lactate, aspartate transaminase and prolonged capillary refill time is a useful diagnostic criterion for identifying severe dengue. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 114(11), 838–846. <https://doi.org/10.1093/TRSTMH/TRAA088>
- Javed, N., López-Denman, A. J., Paradkar, P. N., & Bhatti, A. (2024). LarvaeCountAI: a robust convolutional neural network-based tool for accurately counting the larvae of Culex annulirostris mosquitoes. *Acta Tropica*, 260, 107468. <https://doi.org/10.1016/J.ACTATROPICA.2024.107468>
- Juan V. Bogado, & Christian E. Schaerer. (2023, May). Vista de modelos LSTM basados en clústeres para mejorar el pronóstico de casos de dengue. <https://www.clei.org/cleiej/index.php/cleiej/article/view/580/448>
- Karen Orenge Serra. (2023). La Inteligencia artificial desde la perspectiva de los desafíos éticos, el transhumanismo y la lucha por el totalitarismo tecnológico. *Revista Umbral*, 18. <https://revistas.upr.edu/index.php/umbral/article/view/20686>
- Lapo-Talledo, G. J. (2024). Dengue hospitalizations and in-hospital mortality changes in trend in Ecuador: a nationwide study from 2015 to 2022. *Infectious Diseases*, 56(8), 632–643. <https://doi.org/10.1080/23744235.2024.2341871>
- Lima, M. R. Q., Nunes, P. C. G., & dos Santos, F. B. (2022). Serological Diagnosis of Dengue. *Methods in Molecular Biology (Clifton, N.J.)*, 2409, 173–196. https://doi.org/10.1007/978-1-0716-1879-0_12
- Lippi, C. A., Stewart-Ibarra, A. M., Endy, T. P., Abbott, M., Cueva, C., Heras, F., Polhemus, M., Beltrán-Ayala, E., & Ryan, S. J. (2021). Exploring the utility of social-ecological and entomological risk factors for dengue infection as surveillance indicators in the dengue hyper-endemic city of Machala, Ecuador. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 15(3), e0009257. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PNTD.0009257>
- MSP. (2022a). SUBSECRETARÍA NACIONAL DE VIGILANCIA DE LA SALUD PÚBLICA DIRECCIÓN NACIONAL DE VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA LINEAMIENTO DE VIGILANCIA INTEGRADA PARA COVID-19 Y OTROS VIRUS RESPIRATORIOS. SUBSECRETARÍA NACIONAL DE VIGILANCIA DE LA SALUD PÚBLICA DIRECCIÓN NACIONAL DE VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA, 3. <http://www.acess.gob.ec/wp->

content/uploads/2022/08/Lineamiento_vigilancia_integrada_COVID-19_OVR_Version-final_Agosto_2022.pdf

- MSP. (2022b, August 16). *En marcha nuevo sistema informático de vigilancia epidemiológica de virus respiratorios y COVID-19 – Ministerio de Salud Pública*. En Marcha Nuevo Sistema Informático de Vigilancia Epidemiológica de Virus Respiratorios y COVID-19. <https://www.salud.gob.ec/en-marcha-nuevo-sistema-informatico-de-vigilancia-epidemiologica-de-virus-respiratorios-y-covid-19/>
- MSP. (2024, March 16). *Ecuador registra un aumento significativo de dengue – Ministerio de Salud Pública*. <https://www.salud.gob.ec/ecuador-registra-un-aumento-significativo-de-dengue/>
- Mulderij-Jansen, V., Elsinga, J., Gerstenbluth, I., Duits, A., Tami, A., & Bailey, A. (2020). Understanding risk communication for prevention and control of vector-borne diseases: A mixed-method study in Curaçao. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 14(4), e0008136. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PNTD.0008136>
- Mulderij-Jansen, V., Pundir, P., Grillet, M. E., Lakiang, T., Gerstenbluth, I., Duits, A., Tami, A., & Bailey, A. (2022). Effectiveness of Aedes-borne infectious disease control in Latin America and the Caribbean region: A scoping review. *PLOS ONE*, 17(11), e0277038. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0277038>
- Ñañez, M., Sayas, G., & Díaz, A. (n.d.). *Salud Móvil (mHealth) en Profundidad: Un Estudio Bibliométrico In-Depth Look at Mobile Health (mHealth): A Bibliometric Study*. <https://doi.org/10.48082/espacios-a25v46n03p11>
- OPS. (2022a). *Determinantes ambientales de salud - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud*. <https://www.paho.org/es/temas/determinantes-ambientales-salud>
- OPS. (2022b, September 6). *Ecuador fortalece monitoreo y vigilancia epidemiológica de vacunación - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud*. <https://www.paho.org/es/noticias/6-9-2022-ecuador-fortalece-monitoreo-vigilancia-epidemiologica-vacunacion>
- OPS. (2024). *Objetivos y metas de desarrollo sostenible - Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- OPS, & OMS. (2024). *Dengue: Síntomas, Prevención y Tratamientos - OPS/OMS*. Paho.Org. <https://www.paho.org/es/temas/dengue>

- Paz-Bailey, G., Adams, L. E., Deen, J., Anderson, K. B., & Katzelnick, L. C. (2024). Dengue. *Lancet (London, England)*, 403(10427), 667. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(23\)02576-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(23)02576-X)
- Raff, D., Stewart, K., Yang, M. C., Shang, J., Cressman, S., Tam, R., Wong, J., Tammemägi, M. C., & Ho, K. (2024). Improving Triage Accuracy in Prehospital Emergency Telemedicine: Scoping Review of Machine Learning-Enhanced Approaches. *Interactive Journal of Medical Research*, 13, e56729. <https://doi.org/10.2196/56729>
- Shih, H. I., Huang, Y. T., Hsieh, C. C., & Sung, T. C. (2021). A rapid clinic-based service for an emergency department of a tertiary teaching hospital during a dengue outbreak. *Medicine*, 100(14), E25311. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000025311>
- Subramanian, S., & Pamplin, J. C. (2024). Telemedicine for emergency patient rescue. *Current Opinion in Critical Care*, 30(3), 217–223. <https://doi.org/10.1097/MCC.0000000000001152>
- SUBSECRETARIA DE VIGILANCIA, P. Y. C. D. L. S. (2025, December). *Gaceta correspondiente a la Semana Epidemiológica (SE)49, Ecuador año 2025*. <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2025/12/Enfermedades-Trasmitidas-por-Vectores-DNVE-SE-49.pdf>
- SUBSECRETARIA DE VIGILANCIA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA SALUD. (2025, October 4). *Gaceta correspondiente a la Semana Epidemiológica (SE) 40, Ecuador año 2025 (corte04/10/2025)*. <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2025/10/Enfermedades-Trasmitidas-por-Vectores-DNVE-SE-40-1.pdf>
- Sutanto, H., & Ansharullah, B. A. (2025). The role of artificial intelligence for dengue prevention, control, and management: A technical narrative review. *Acta Tropica*, 268. <https://doi.org/10.1016/J.ACTATROPICA.2025.107741>
- Tortosa-La Osa, S., Martín-Ruiz, E., Galán-Relaño, Á., & de Labry-Lima, A. O. (2022). Effectiveness of environmental interventions to reduce entomological indices of dengue, Zika, and chikungunya vector. *Acta Tropica*, 233. <https://doi.org/10.1016/J.ACTATROPICA.2022.106523>
- Tsheten, T., Clements, A. C. A., Gray, D. J., Adhikary, R. K., Furuya-Kanamori, L., & Wangdi, K. (2021). Clinical predictors of severe dengue: a systematic review and meta-analysis. *Infectious Diseases of Poverty*, 10(1), 123. <https://doi.org/10.1186/S40249-021-00908-2>
- Tuan, D. A., & Uyen, P. V. N. (2025). Bridging the predictive divide: A hybrid early warning system for scalable and real-time dengue surveillance in LMICs. *Acta Tropica*, 269. <https://doi.org/10.1016/J.ACTATROPICA.2025.107765>

- Van Wyk, H., Brouwer, A. F., Lee, G. O., Márquez, S., Andrade, P., Ionides, E. L., Coloma, J., & Eisenberg, J. N. S. (2025). Early Detection of Dengue Outbreaks: Transmission Model Analysis of a Dengue Outbreak in a Remote Setting in Ecuador. *Epidemiology (Cambridge, Mass.)*, 36(5), 636–645. <https://doi.org/10.1097/EDE.0000000000001874>
- Vitale, M., Lupone, C. D., Kenneson-Adams, A., Ochoa, R. J., Ordoñez, T., Beltran-Ayala, E., Endy, T. P., Rosenbaum, P. F., & Stewart-Ibarra, A. M. (2020). A comparison of passive surveillance and active cluster-based surveillance for dengue fever in southern coastal Ecuador. *BMC Public Health*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/S12889-020-09168-5>
- Wang, M., Zhou, Y., Yao, S., Wu, J., Zhu, M., Dong, L., & Wang, D. (2024). Enhancing vector control: AI-based identification and counting of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) mosquito eggs. *Parasites and Vectors*, 17(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/S13071-024-06587-W/TABLES/2>
- Xiao, Y., Soares, G., Bastos, L., Izicki, R., & Moraga, P. (2025). Dengue nowcasting in Brazil by combining official surveillance data and Google Trends information. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 19(8), e0012501. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PNTD.0012501>
- Zavala-Hoppe, A. N., Dario, C. B. Y., Shanny, F. V. V., & Katherine, M. V. D. (2024). Estrategias de prevención y control del dengue en comunidades urbanas. *Revista Científica de Salud BIOSANA*, 4(4), 246–265. <https://doi.org/10.62305/BIOSANA.V4I4.233>