



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

TEMA

**ANÁLISIS SOBRE LAS CAUSAS Y ESTRATEGIAS SOSTENIBLES PARA LA
MITIGACIÓN DE INUNDACIONES EN LA PARROQUIA CLEMENTE
BAQUERIZO, BABAHOYO.**

TUTOR

Mgtr. JAZMIN DEL ROCIO MAZZINI MORÁN

AUTORES

CARLOS EDUARDO ESPINOZA CHANABA

OSCAR JAVIER NAGUA FREIRE

GUAYAQUIL

2025

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
TÍTULO Y SUBTÍTULO: Análisis sobre las Causas y Estrategias Sostenibles para la Mitigación de Inundaciones en la Parroquia Clemente Baquerizo, Babahoyo.	
AUTOR/ES: ESPINOZA CHANABA CARLOS EDUARDO NAGUA FREIRE OSCAR JAVIER	TUTOR: Mgtr. MAZZINI MORÁN JAZMIN DEL ROCIO.
	DIRECTOR DE CARRERA: Msc. JORGE ENRIQUE TORRES RODRÍGUEZ
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	GRADO A OBTENER: Ingeniero Civil
FACULTAD: INGENIERÍA INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN	CARRERA: INGENIERÍA CIVIL
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2025	N. DE PÁGS: 109
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción	
PALABRAS CLAVE: Inundaciones, Gestión de riesgos, Drenaje pluvial, Planificación territorial.	
RESUMEN: Este trabajo analiza las causas de las constantes inundaciones en la parroquia Clemente Baquerizo, ubicada en el cantón Babahoyo, capital de la provincia de Los Ríos, Ecuador, y propone estrategias sostenibles para su mitigación. Las lluvias intensas, el crecimiento urbano desordenado, la deforestación y la falta de infraestructura adecuada de drenaje pluvial son factores determinantes en el aumento del riesgo hídrico. La metodología aplicada combina revisión documental, encuestas comunitarias, observación estructurada y análisis técnico del sistema de evacuación pluvial, con el objetivo de identificar las debilidades del sistema actual. Como resultado, se plantean alternativas sostenibles de	

mitigación, como la mejora del sistema de drenaje, la incorporación de soluciones basadas en la naturaleza y la planificación territorial preventiva. Estas medidas no solo buscan reducir el riesgo, sino también fortalecer la resiliencia comunitaria. El estudio enfatiza la importancia de una gestión del riesgo integral y multidisciplinaria, que articule aspectos técnicos, sociales y ambientales, en consonancia con los planes de desarrollo y ordenamiento territorial. Se concluye que resulta urgente implementar intervenciones estructurales y no estructurales para prevenir y reducir los daños socioeconómicos recurrentes, así como para mejorar la calidad de vida de los habitantes de la parroquia afectada.

N. DE REGISTRO (en base de datos):

N. DE CLASIFICACIÓN:

DIRECCIÓN URL (Web):

ADJUNTO PDF:

SI

☒

NO

☐

CONTACTO CON AUTOR/ES:

**ESPINOZA CHANABA CARLOS
EDUARDO**

NAGUA FREIRE OSCAR JAVIER

Teléfono:

0980583833

0968227936

E-mail:

cespinozach@ulvr.edu.ec

onaguaf@ulvr.edu.ec

CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:

Decano: PhD. Mgtr. Marcial Sebastián

Calero Amores.

Facultad de Ingeniería, Industria y

Construcción

Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 241

E-mail: mcaleroa@ulvr.edu.ec

CERTIFICADO DE SIMILITUD

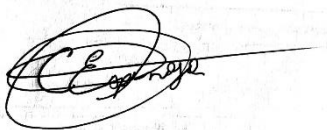


DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los estudiantes egresados ESPINOZA CHANABA CARLOS EDUARDO NAGUA FREIRE OSCAR JAVIER, declaramos bajo juramento, que la autoría del presente Trabajo de Titulación, ANÁLISIS SOBRE LAS CAUSAS Y ESTRATEGIAS SOSTENIBLES PARA LA MITIGACIÓN DE INUNDACIONES EN LA PARROQUIA CLEMENTE BAQUERIZO, BABAHOYO, corresponde totalmente a los suscritos y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedemos los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autores



Firma:

ESPINOZA CHANABA CARLOS EDUARDO

C.I. 0958804379



Firma:

NAGUA FREIRE OSCAR JAVIER

C.I.1207533918

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de docente Tutor del Trabajo de Titulación ANÁLISIS SOBRE LAS CAUSAS Y ESTRATEGIAS SOSTENIBLES PARA LA MITIGACIÓN DE INUNDACIONES EN LA PARROQUIA CLEMENTE BAQUERIZO, BABAHOYO, designada por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería industria y construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Trabajo de Titulación, titulado: ANÁLISIS SOBRE LAS CAUSAS Y ESTRATEGIAS SOSTENIBLES PARA LA MITIGACIÓN DE INUNDACIONES EN LA PARROQUIA CLEMENTE BAQUERIZO, BABAHOYO, presentado por los estudiantes ESPINOZA CHANABA CARLOS EDUARDO NAGUA FREIRE OSCAR JAVIER como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO CIVIL, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:

Mgstr. JAZMIN DEL ROCIO MAZZINI MORÁN C.C.

C.I. 0930097704

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios por brindarme salud, sabiduría y fortaleza en el camino recorrido para poder llegar hasta esta etapa tan significativa. A mi madre, Vanessa Freire Vergara, quien con su amor y entrega ha sido mi mayor apoyo. A mi padre, Javier Nagua Bazán, por su guía, esfuerzo y respaldo a lo largo de este proceso.

Mi más sincero agradecimiento también a mis hermanos: Oralia, Leo y Javiera, por su cariño, comprensión y palabras de aliento que me sirvieron de motivación para no rendirme. A mis queridas abuelas, mami Laly y mami Alicia, por sus oraciones y apoyo constante. A mis tíos, por estar siempre presentes con su respaldo y motivación.

Dedico un recuerdo especial a mi abuelo que hoy me acompaña desde el cielo, César Freire Yonfa, cuya memoria es una fuente de inspiración y fortaleza en mi vida.

También expreso mi gratitud a mi tutora, Mgtr. Jazmín del Rocío Mazzini Morán, por su acompañamiento académico y profesional.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis con todo mi amor y gratitud a mi madre, Vanessa Freire Vergara, y a mi padre, Javier Nagua Bazán, por ser mis pilares y quienes me impulsaban a no rendirme, por todos sus esfuerzos, enseñanzas y sobre todo su amor inquebrantable.

A mis hermanos, Oralia, Leo y Javiera, por ser mi compañía en esas noches de estudio y por impulsarme en cada paso de este camino. A mis queridas abuelas, mami Laly y mami Alicia, por su ternura, oraciones y abrazos que me sostienen.

Dedico este logro a mi abuelo, César Freire Yonfa, quien me guía desde el cielo. Su recuerdo vive en mí y me impulsa a seguir adelante.

Este logro es gracias al apoyo de toda mi familia al acompañarme en cada desafío. Y me lo dedico a mí, por no rendirme y seguir creyendo, cumpliendo el sueño y la meta que me tracé desde un inicio.

Nagua Freire Oscar Javier

AGRADECIMIENTO

Después de tanto camino recorrido, quiero agradecer a mi familia, quienes han sido el pilar fundamental para no rendirme y continuar en este largo proceso, en especial a mi mamá y mi papá, quienes han sabido guiarme, tener palabras acertadas y ser mi soporte en todo momento.

Agradezco el apoyo de mis hermanos, tíos y amigos, quienes han sido parte en estos años de estudio y quienes me han sabido animar cuando parecía que todo estaba complicado. Estoy agradecido con todos los docentes que han sido parte de mi formación académica, ya que son los que con su entrega y dedicación hacen que los jóvenes que ingresan con un sueño se lleven la satisfacción de haber cumplido y alcanzado una gran meta.

DEDICATORIA

Con mucha gratitud hacia mis docentes, reconociendo con gratitud su dedicación, sin sus correcciones, sin su guía y sin sus consejos no hubiese podido lograr llegar hasta esta instancia tan soñada.

A mis compañeros quienes siempre han tratado de apoyarse para todos lograr la meta que hoy estamos cumpliendo. Con mucho respeto hacia mi padrino, quien no permitió conformismos, agradezco sus sabias palabras. A mi enamorada, por siempre impulsarme a superarme, apoyarme con paciencia, gracias por también crecer de forma académica-profesional y buscar lo mejor. A mis padres, Xavier y Rossy, quienes buscaron que mi vida tenga un buen camino, que me encuentre bien en mi ámbito académico y familiar, buscando siempre lo mejor para mí.

A mis abuelos-padres, siempre me brindaron su apoyo incondicional, su cariño nunca me ha faltado, gracias a ustedes he llegado esta instancia tan anhelada, me han brindado buenos consejos para ponerme metas y no abandonarlas a pesar de las adversidades, por cumplir a la perfección ese papel de padres, porque ustedes son los mejor para mí, este logro es de ustedes.

Espinoza Chanaba Carlos Eduardo

RESUMEN

El trabajo analiza las causas de las constantes inundaciones en la parroquia Clemente Baquerizo, ubicada en el cantón Babahoyo, capital de la provincia de Los Ríos, Ecuador, y propone estrategias sostenibles para su mitigación. Las lluvias intensas, el crecimiento urbano desordenado, la deforestación y la falta de infraestructura adecuada de drenaje pluvial son factores determinantes en el aumento del riesgo hídrico. La metodología aplicada combina revisión documental, encuestas comunitarias, observación Estructurada y análisis técnico del sistema de evacuación pluvial, con el objetivo de identificar las debilidades del sistema actual. Como resultado, se plantean alternativas sostenibles de mitigación, como la mejora del sistema de drenaje, la incorporación de soluciones basadas en la naturaleza y la planificación territorial preventiva. Estas medidas no solo buscan reducir el riesgo, sino también fortalecer la resiliencia comunitaria. El estudio enfatiza la importancia de una gestión del riesgo integral y multidisciplinaria, que articule aspectos técnicos, sociales y ambientales, en consonancia con los planes de desarrollo y ordenamiento territorial. Se concluye que resulta urgente implementar intervenciones estructurales y no estructurales para prevenir y reducir los daños socioeconómicos recurrentes, así como para mejorar la calidad de vida de los habitantes de la parroquia afectada.

Palabras clave: Inundaciones, Gestión de Riesgo, Drenaje Pluvial, Planificación Territorial.

ABSTRACT

The study analyzes the causes of recurrent flooding in the Clemente Baquerizo parish, located in Babahoyo, capital of Los Ríos province, Ecuador, and proposes sustainable strategies for its mitigation. Intense rainfall, unregulated urban growth, deforestation, and the lack of adequate stormwater drainage infrastructure are key contributors to increasing hydrological risk. The applied methodology combines documentary analysis, community surveys, structured observation, and technical evaluation of the existing stormwater evacuation system to identify its weaknesses. As a result, sustainable mitigation alternatives are proposed, such as improving the drainage system, integrating nature-based solutions, and promoting preventive territorial planning. These measures aim not only to reduce risk but also to strengthen community resilience. The study highlights the importance of integrated and multidisciplinary risk management, linking technical, social, and environmental aspects in alignment with local development and land-use plans. It concludes that urgent structural and non-structural interventions are required to prevent and reduce recurring socio-economic damage and to improve the quality of life for the population affected.

Keywords: Floods, Risk management, Stormwater drainage, Territorial planning.

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES.....	v
CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL DOCENTE TUTOR.....	vi
CERTIFICO:.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
Enfoque de la Propuesta	2
1.1 Tema	2
1.2 Planteamiento del Problema.....	2
1.3 Formulación del Problema	6
1.4 Objetivo General.....	7
1.5 Objetivos Específicos	7
1.6 Idea por Defender.....	7
1.7 Línea de Investigación.....	7
CAPÍTULO II.....	8
Marco Referencial.....	8
2.1 Marco Teórico.....	8
2.1.1 Antecedentes	8
2.1.2 Contexto de las Causas Más Frecuentes de Inundación	21
2.1.3 Hidrografía del Río Babahoyo.....	27
2.1.4 Gestión de Riesgo	30
2.1.5 Estudios Técnicos y Modelos de Predicción	36
2.2 Marco Legal	40
2.2.1 Constitución de la República del Ecuador	40
2.2.2 Ley Orgánica de Recurso Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua	41
2.2.3 Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente	42
CAPÍTULO III.....	44
Marco Metodológico.....	44
3.1 Enfoque de la Investigación.....	44

3.2 Alcance de la Investigación.....	45
3.3 Técnica e Instrumentos para Obtener los Datos.....	45
3.3.1 Operacionalización de la Variable	46
3.3.2 Encuesta.....	47
3.3.3 Análisis Documental	47
3.3.4 Observación Estructurada	47
3.3.5 Esquema Técnico – Metodológico	48
3.4 Población y Muestra	50
3.4.1 Población.....	50
3.4.2 Muestra.....	51
CAPÍTULO IV.....	53
Propuesta o Informe	53
4.1 Presentación y Análisis de Resultados	53
4.1.1 Resultados de la Encuesta	53
4.1.2 Resultados del Análisis Documental.....	59
4.1.3 Resultados de la Observación Estructurada.....	64
4.2 Propuesta.....	76
CONCLUSIONES.....	85
RECOMENDACIONES	87
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de la variable	46
Tabla 2. Encuesta	49
Tabla 3. Guía de observación	50
Tabla 4. Poblaciones y muestras respectivas	52
Tabla 5. Resultados del análisis documental	59
Tabla 6. Resultados de observación estructurada	65
Tabla 7. Cronograma valorado.....	83
Tabla 8. Presupuesto referencial	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Inundaciones en la parroquia Clemente Baquerizo, Babahoyo	3
Figura 2 Inundaciones en la parroquia Clemente Baquerizo, Babahoyo – Sector Av. Universitaria	3
Figura 3 Inundaciones en la parroquia Clemente Baquerizo, Babahoyo – Sector Calle Cuarta..	4
Figura 4 Afectaciones producidas por las fuertes precipitaciones	5
Figura 5 Inundaciones en la parroquia Clemente Baquerizo, Babahoyo – Sector AvenidaCentral	6
Figura 6 Escenario de riesgo de Babahoyo.....	9
Figura 7 Comportamiento de las precipitaciones en los últimos 37 años en la zona de FACIAG	12
Figura 8 Análisis de correlación entre las lluvias registradas y los niveles del río San José	22
Figura 9 Zona de riesgo identificada	25
Figura 10 Datos históricos de estaciones meteorológicas de la cuenca hidrográfica del río Babahoyo.....	28
Figura 11 Esquema de generación de riesgos	32
Figura 12 Zonas del Pacífico que fueron utilizadas para monitorear temperatura	38
Figura 13 Pregunta 1: ¿Cuánto tiempo tiene usted viviendo en la parroquia Clemente Baquerizo? Especifique años por favor.....	54
Figura 14 Pregunta 2: ¿Durante su tiempo viviendo en la parroquia, con qué frecuencia ha observado que se generen inundaciones?	55
Figura 15 Pregunta 3: ¿Qué zona de la parroquia usted ha observado que se inunda con mayor frecuencia	56
Figura 16 Pregunta 4: ¿Sabe usted si la zona donde usted vive cuenta con drenaje de aguas lluvias?.....	57
Figura 17 Pregunta 5: ¿Cuánto tiempo se tarda el agua en bajar de nivel?	58
Figura 18 Río San Pablo	66
Figura 19 Río San Pablo	66
Figura 20 Centro poblado 1.....	67
Figura 21 Centro poblado 1.....	68
Figura 22 Centro poblado 2.....	69
Figura 23 Centro pobado 3	70
Figura 24 Centro poblado 4.....	71
Figura 25 Centro poblado 5.....	72
Figura 26 Centro poblado 6.....	73
Figura 27 Centro poblado 7.....	74
Figura 28 Centro poblado 8.....	75
Figura 29 Propuesta 1.....	77
Figura 30 Propuesta 2.....	78
Figura 31 Propuesta 3.....	79
Figura 32 Propuesta 4.....	80
Figura 33 Propuesta 5.....	81

INTRODUCCIÓN

Las inundaciones son uno de los fenómenos más frecuentes en el mundo a nivel natural y tienen gran impacto socioeconómico. Una inundación es el acumulamiento de agua en un área que normalmente se encuentra seca. Gracias a razones naturales o incidentes creados por el hombre, las inundaciones regulares pueden ocurrir. En ese caso, se ofrece algunas inundaciones en el Planeta.

En el contexto de cambio climático y creciente urbanización, esos eventos tienden a ser más frecuentes y estar presente de forma más intensa, por lo que se requiere de políticas de gestión más eficiente y sostenible. El desbordamiento de lluvia no solo consiste en la construcción de obras de infraestructura, ya sean diques, canales o sistemas de bombeo, sino en adoptar medidas no estructurales que incorporan planificación territorial, gestión del riesgo y educación comunitaria.

Al combinar enfoques técnicos, sociales y ambientales es fundamental para diseñar soluciones adaptadas a las características y necesidades de cada territorio. La investigación estudia, elige y plantea alternativas para el control de inundación que sean viables, desde el punto de vista hidráulico, técnico-económico y ambiental. Para conseguirlo se optará por un marco teórico y metodológico fuerte que permita fundar las propuestas y realizar su aplicación en la práctica.

CAPÍTULO I

Enfoque de la Propuesta

1.1 Tema

Análisis sobre las causas y estrategias sostenibles para la mitigación de inundaciones en la parroquia Clemente Baquerizo, Babahoyo.

1.2 Planteamiento del Problema

Según el diario El Comercio (2010) advertía serios inconvenientes a causa de inundaciones en la provincia de Los Ríos. En ese sentido, la publicación del diario precisó que la crecida del Pijullo expone en peligro las conexiones que existen entre Ricaurte, Caracol y La Unión porque el puente que une Babahoyo y Urdaneta se ha dañado en su base. La fuerza del río ha generado un gran socavón que podría partir la carretera. Por otra parte, un muro de contención roto provocó inundaciones que afectaron a 10 000 personas e hicieron perder arroz, banano y cacao en los sectores Cañaveral y Las Garzas.

El lunes 03 de mayo de 2010 se registró una inundación que sorprendió a los habitantes de Caracol el, la que obligó a suspender las clases, gracias a un acceso temporal dispuesto gracias a la Alcaldía. Se pudo verificar que el problema en la gestión del alcantarillado se presenta desde hace más de 15 años.

Actualmente, existe el miedo por dengue y falta de atención a enfermos; Ricaurte se inundó el fin de semana y ha afectado varios barrios, pues las calles están llenas de lodo y arena tras la llegada de cuatro inundaciones más en el último invierno del presente año. A pesar de que se han reforzado muros con sacos de arena, se están cayendo y los habitantes piden más a gritos.

Figura 1

Inundaciones en la parroquia Clemente Baquerizo, Babahoyo

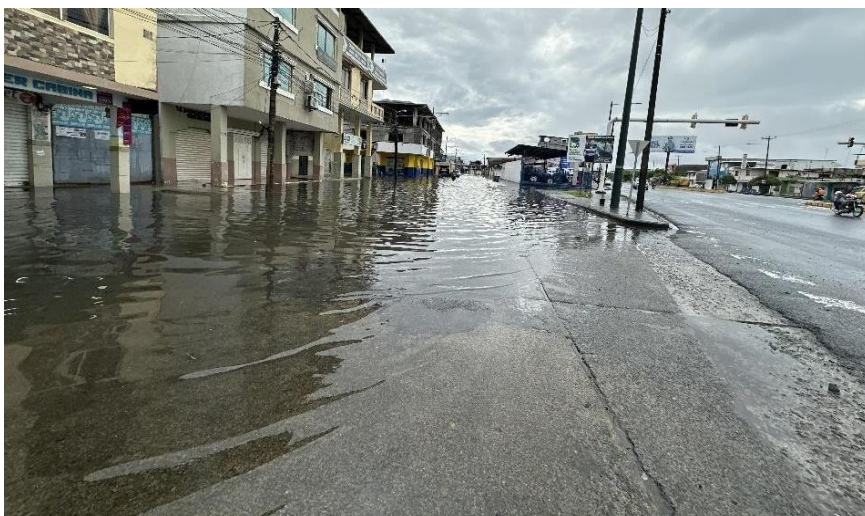


Imagen capturada por: Espinoza & Nagua (2025)

La figura 1 muestran las Inundaciones del 27 de febrero de 2025 en sector de la parroquia Clemente Baquerizo. A continuación, se presenta otra inundación al siguiente día, 28 de febrero de 2025, la misma que fue evidenciada en la siguiente figura:

Figura 2

Inundaciones en la parroquia Clemente Baquerizo, Babahoyo – Sector Av. Universitaria



Elaborado por: Espinoza & Nagua (2025)

De acuerdo con García (2024) se establece que, la ciudad de Babahoyo, en la provincia de Los Ríos, enfrenta graves inundaciones provocadas por intensas lluvias. En zonas urbanas y rurales, el agua alcanza hasta un metro de altura, afectando a más de 18.000 personas y 4.195 viviendas en toda la provincia, además de 4.300 hectáreas de cultivo. Las vías principales están anegadas y existe preocupación por enfermedades derivadas del estancamiento de agua.

La Secretaría de Gestión de Riesgos ha reportado 149 incidentes en 12 cantones, siendo Babahoyo y Urdaneta los más afectados. Se han activado comités de emergencia, habilitado albergues temporales y brindada asistencia humanitaria. Aunque se evalúa el dragado de los ríos como solución a largo plazo, la situación actual sigue siendo crítica, con el río Babahoyo superando los 6,5 metros sobre el nivel del mar.

Figura 3

Inundaciones en la parroquia Clemente Baquerizo, Babahoyo – Sector Calle Cuarta



Elaborado por: Espinoza & Nagua (2025)

En la figura 3 se muestra la inundación del 25 de febrero de 2025. Zambrano

(2009) llevó a cabo un reporte situacional producido institucionalmente por el COEP Los Ríos, donde se reportaba acerca de los sucesos relacionados con las repercusiones de las intensas precipitaciones. Ese informe detalló la situación particular de la parroquia Clemente Baquerizo.

En relación con eso, se indicó que, en la parroquia, las precipitaciones fueron causante del derrumbe de dos viviendas, una en el sector Paraíso Sur, que afectó a una familia de dos miembros, y otra en el sector Puerta Negra, debido a puntales debilitados, afectando a una familia de 7 miembros.

Figura 4

Afectaciones producidas por las fuertes precipitaciones



Elaborado por: Zambrano (2009)

Por otro lado, según El Comercio (2014) la parroquia Clemente Baquerizo se ha visto seriamente afectada por el desbordamiento de los ríos, en especial del río Chimbo, lo que ocasionó inundaciones en sectores como Nueva Esperanza y la Y, ubicados cerca de la Policía Judicial. Estas zonas fueron declaradas áreas de riesgo por la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR), debido a la magnitud de los daños y la vulnerabilidad de la población.

Figura 5

Inundaciones en la parroquia Clemente Baquerizo, Babahoyo – Sector Avenida Central



Elaborado por: Espinoza & Nagua (2025)

Las consecuencias más graves se reflejaron en la afectación de viviendas y vías públicas, dificultando la movilidad y generando preocupación en la comunidad. Frente a esta situación, la SNGR, en coordinación con el GAD Cantonal, ha llevado a cabo acciones de seguimiento, vigilancia y evaluación de impactos, además de ejecutar labores de limpieza, revisión de daños y colocación de sacos de arena en los puntos más críticos, con el fin de mitigar riesgos y proteger a los habitantes de la parroquia.

1.3 Formulación del Problema

Las fuertes lluvias generan inundaciones que el sistema de evacuación de la parroquia Clemente Baquerizo tarda mucho en desfogar, provocando la necesidad de proponer alternativas sostenibles para aumentar la eficiencia de evacuación pluvial.

1.4 Objetivo General

Analizar las causas de inundación en la parroquia Clemente Baquerizo junto con estrategias de mitigación mediante el estudio de la información documental para el planteamiento de alternativas sostenibles.

1.5 Objetivos Específicos

- Recolectar información documental sobre las inundaciones producidas en la parroquia Clemente Baquerizo en Babahoyo.
- Identificar las limitaciones del sistema de evacuación pluvial, sus características y las causas por las que se producen.
- Proponer alternativas sostenibles basadas en la aplicación de estrategias de mitigación de inundaciones probadas en otros casos.

1.6 Idea por Defender

La aplicación de estrategias de mitigación ayudará al planteamiento de alternativas sostenibles para mejorar la eficiencia de evacuación pluvial de la parroquia Clemente Baquerizo en Babahoyo.

1.7 Línea de Investigación

Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción.

CAPÍTULO II

Marco Referencial

2.1 Marco Teórico

2.1.1 Antecedentes

Chimbo & Sisa (2020) describen la problemática de las inundaciones en la Ciudadela 4 de mayo ubicada en el Cantón Babahoyo, Provincia de Los Ríos, Ecuador. Se explicó que la época lluviosa en Ecuador ocurre entre enero y abril con precipitaciones intensas debido a las altas temperaturas del océano Pacífico lo que ha provocado crecientes, desbordamientos y deslizamientos que han afectado el ecosistema y la población.

El documento dentro de su estructura de contenido engloba cinco capítulos que tratan el tema de comprender y reducir el impacto de inundaciones en la zona afectada. La Ciudadela 4 de mayo, ubicada en el Cantón Babahoyo, presenta un alto riesgo de inundaciones debido a su ubicación en un sector de crecimiento constante del río San Pablo. El principal encargado de estas inundaciones han sido las intensas y prolongadas precipitaciones durante el periodo invernal, causando daños severos en bienes materiales, comercio y en la calidad de vida de los habitantes.

Las lluvias extremas superan los valores normales de pluviosidad anual. Los elementos del terreno que impide la infiltración del agua, incrementando la escorrentía y la cantidad de agua del río. Acciones humanas, como la tala de árboles, la inadecuada conservación de los sistemas de drenaje y la acumulación de residuos en ríos y arroyos. La descontrolada urbanización, en la que la pavimentación impermeabiliza el terreno, acelera el movimiento de agua hacia los ríos. La degradación del terreno, provocada por la demolición de bosques y malas prácticas de agricultura, eleva la sedimentación en los ríos e intensifica las precipitaciones.

El estudio buscó evaluar el nivel de vulnerabilidad socioeconómica de la población ante estos eventos y proponer estrategias para mitigar sus efectos ya que,

en Ecuador, las inundaciones son los eventos naturales con mayor impacto en la población, generando altos números de afectados y daños en infraestructura. Babahoyo, capital de la provincia de Los Ríos, se encuentra en una extensa llanura, propensa a inundaciones debido al desbordamiento de los ríos Babahoyo, San Pablo y Caracol, especialmente en la época invernal.

Figura 6

Escenario de riesgo de Babahoyo

Municipio:	Babahoyo							
Evento:	Inundación							
Fecha de Elaboración:	Noviembre del 2008							
Diligenciado por:	Municipio							
CRITERIOS DE CALIFICACIÓN FINAL								
ALTA	Siempre que al menos una de los aspectos analizados haya sido catalogado como ALTA							
MEDIA	Siempre que la amenaza, todos los factores de vulnerabilidad y el panorama de daños hayan sido catalogado como MEDIA; o bien, una combinación simultánea, de vulnerabilidad y panorama de daños catalogados como MEDIA o BAJA (ninguna ALTA)							
BAJA	Solamente si la amenaza, todos los factores de vulnerabilidad y el panorama de daños han sido catalogados como BAJO							
Sector	Priorización por Afectación y Recurrencia	Vulnerabilidad Física	Vulnerabilidad Social	Vulnerabilidad de la Gestión Comunitaria	Vulnerabilidad Económica	Vulnerabilidad Organizacional	Panorama esperado de afectación	Escenario de Riesgo
BYPASS	ALTA	ALTA	ALTA	BAJA	ALTA	ALTA	BAJO	ALTO
San Pablo	ALTA	ALTA	ALTA	BAJA	ALTA	ALTA	MEDIO	ALTO
Puerta Negra	ALTA	ALTA	ALTA	BAJA	ALTA	ALTA	MEDIO	ALTO
El Salto	ALTA	ALTA	ALTA	BAJA	ALTA	ALTA	MEDIO	ALTO
El Barreiro	ALTA	ALTA	ALTA	BAJA	ALTA	ALTA	MEDIO	ALTO
Cuatro de Mayo	ALTA	ALTA	ALTA	BAJA	ALTA	ALTA	BAJO	ALTO
Clemente Baquerizo	ALTA	MEDIA	MEDIA	BAJA	ALTA	ALTA	BAJO	ALTO
Camilo Ponce	ALTA	MEDIA	MEDIA	BAJA	ALTA	ALTA	MEDIO	ALTO

Fuente: Chimbo & Sisa (2020)

De acuerdo con las causas y factores de riesgo comunes, se establece que las precipitaciones son marcadamente estacionales: cerca del 85 % se concentra en los primeros cuatro meses del año, generando variaciones pronunciadas en los caudales de los ríos. Fenómeno ENOS (El Niño–La Niña): La Variable asociada a ENOS alterna fases de sequía con lluvias intensas. Episodios como El Niño de (1982–1983 y 1997–1998) provocaron severos en la economía y daños significativos en la infraestructura nacional.

Urbanización desordenada: La expansión urbana sin planificación sobre llanuras aluviales de baja altitud ($\approx 4,5$ msnm) ha incrementado la exposición de la población y de los bienes al riesgo. Deforestación y sedimentación, como pérdida de cobertura vegetal y la acumulación de sedimentos redujeron la capacidad hidráulica de los ríos y facilitan los desbordamientos. Impactos de las inundaciones en Babahoyo: Eventos históricos como las inundaciones de 1983-1984 y 2008 afectaron gravemente a la población, causando desempleo, paralización del comercio, daños en infraestructuras y desabastecimiento de bienes básicos.

Afectaciones en sectores clave. Las inundaciones han golpeado de forma directa a la agricultura, el transporte, la vivienda, la salud y la educación. En el 2008 se estimó que más de 300 mil personas resultaron afectadas y que las pérdidas económicas superaron los USD 1 200 millones. Medidas de implementación y gestión del riesgo. En 1984 ejecutaron en Babahoyo obras de relleno hidráulico y acciones de control de inundaciones. Sin embargo, la expansión de nuevos asentamientos sin la infraestructura adecuada mantiene elevada la exposición y continúa representando una amenaza.

Propósito del estudio. El trabajo evalúa el riesgo de inundaciones en Babahoyo y propone estrategias de mitigación, a partir de información proporcionada por entidades locales como el COE, Defensa Civil y el Municipio. De acuerdo con Ruiz et al. (2020) las inundaciones ubicadas áreas agrícolas generan pérdida económica significativas. Afectan tanto a cultivos de ciclo corto (como arroz, maíz y soya) como a cultivos perennes de exportación (banano, cacao y café), su frecuencia se ha incrementado en el contexto del cambio climático, lo que agrava el riesgo para la seguridad alimentaria a escala mundial, especialmente en países en desarrollo expuestos a climas extremos.

En Babahoyo, asentada sobre una planicie inundable, los eventos de inundación se cran por el desbordamiento del río Babahoyo y por el escurrimiento proveniente de las sábanas. Aunque se han aplicado medidas de control (como el relleno hidráulico, la construcción de diques y protecciones perimetrales), la ciudad continúa enfrentando

anegamientos severos cada temporada de lluvias. La Empresa Municipal de Saneamiento Ambiental de Babahoyo (EMSABA) administra estos proyectos, orientados a tratar de mejorar el abastecimiento de agua y el sistema de alcantarillado.

Pese a esos esfuerzos, durante cada periodo lluvioso Babahoyo vuelve a registrar calles inundadas, viviendas y comercios afectados, y desplazamientos de habitantes en botes, con las consecuentes pérdidas económicas y riesgos de ahogamiento.

El estudio se desarrolló entre enero y abril de 2018 en los terrenos agrícolas de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (FACIAG) de la Universidad Técnica de Babahoyo, en la provincia de Los Ríos, Ecuador. La región posee un clima tropical húmedo, se encuentra a una altitud de 8 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura promedio de 25 °C y una precipitación anual aproximada de 1.881 mm.

En la FACIAG (UTB) las inundaciones se juntan en la temporada lluviosa debido a la cercanía con el río San Pablo, que se aproxima a el 56,48 % del perímetro del predio. Esta condición provoca pérdidas en cultivos de ciclo corto y daños en la infraestructura, maquinaria y materiales destinados a la docencia e investigación.

Para abordar el problema, se consideraron tres factores clave:

- Registro de lluvias: se procesaron 37 años de datos meteorológicos del INAMHI para delimitar las estaciones húmedas y secas y construir un histograma que identifica los años de mayor precipitación.
- Levantamiento topográfico. Se realizó el mapeo del predio con un GPS Garmin Oregon 550 y con los datos obtenidos se generó en AutoCAD un plano digital que incorpora las curvas de nivel.

Estudio hidromorfológico: Se realizó un estudio hidromorfológico del río San Pablo, en el cual se determinaron las cotas de los muros de contención y se analizó la dinámica de sedimentación. Los resultados evidenciaron que la acumulación de sedimentos reduce la sección hidráulica del cauce, lo que incrementa el riesgo de

desbordamientos e inundaciones.

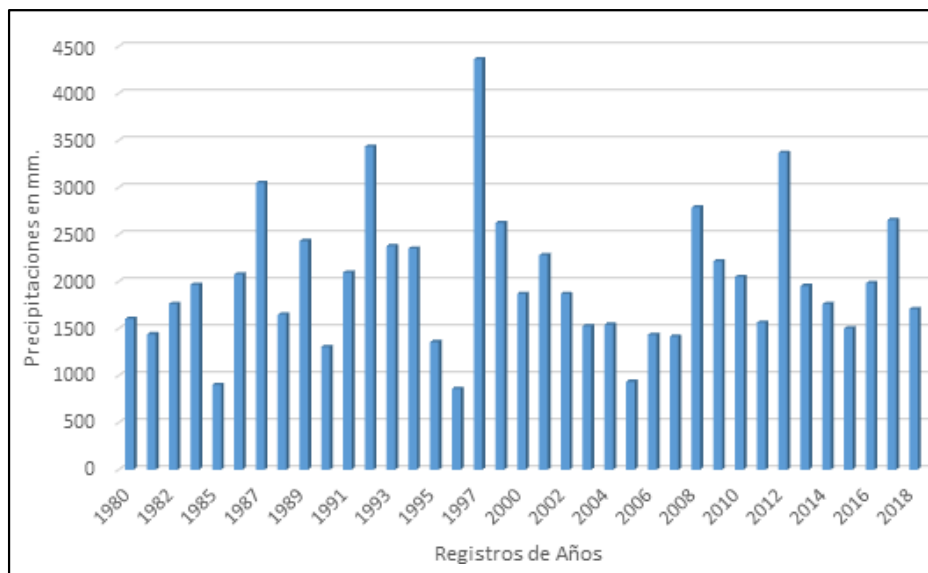
Entre los principales hallazgos se identificó la presencia de bancos de arena que limitan la capacidad de conducción del río, intensificando los impactos sobre la FACIAG (UTB). Frente a esta situación, se recomienda implementar un plan de manejo de sedimentos, así como estrategias de protección orientadas a salvaguardar los predios agrícolas de la zona.

Infraestructura perimetral, investigación determinó que subir los muros en la entrada y en el lindero con Washington Urquiza es crucial para impedir el ingreso de agua durante la temporada lluviosa, ya que las estructuras actuales han perdido eficacia. En eventos recientes, el nivel del agua ha superado la coronación de los muros entre 39 y 45,9 centímetros, afectando tanto las actividades agrícolas como las académicas.

Sedimentación en el tramo FACIAG. A lo largo del recorrido del río San Pablo dentro del predio se identifican extensos bancos de arena que disminuyen su capacidad de transporte, favoreciendo el desbordamiento y la consecuente inundación de las zonas agrícolas

Figura 7

Comportamiento de las precipitaciones en los últimos 37 años en la zona de FACIAG



Fuente: Ruiz et al. (2020)

La ausencia de canales de drenaje y de una estación de bombeo agrava la problemática, pues no existe infraestructura suficiente para captar y evacuar las aguas pluviales. De ello se desprende que la construcción de canales y el mantenimiento del cauce fluvial contribuirían a mitigar los daños por inundación en la facultad.

La ausencia de canales de drenaje y de una estación de bombeo agrava la problemática, pues no existe infraestructura suficiente para captar y evacuar las aguas pluviales. De ello se desprende que la construcción de canales y el mantenimiento del cauce fluvial contribuirían a mitigar los daños por inundación en la facultad. El análisis de registros pluviométricos identificó como años más lluviosos 1987 (3050,1 mm), 1992 (3432,1 mm) y 1997 (4362,1 mm), con la mayor intensidad concentrada entre enero y abril.

Los estudios topográficos identificaron el punto más bajo del terreno, donde ha resultado necesario habilitar canales de drenaje para prevenir el estancamiento de agua. Asimismo, se determinó que los muros perimetrales existentes no ofrecen una protección adecuada, ya que en varios sectores el nivel del agua sobrepasa su coronación entre 35 y 45,9 cm, ocasionando afectaciones tanto en las actividades agrícolas como académicas.

Otro factor determinante es la sedimentación del río San Pablo. La formación de bancos de arena reduce su capacidad de transporte, favorece el desbordamiento y repercute directamente en los terrenos de la FACIAG. En síntesis, la carencia de un sistema de drenaje constituye una de las causas principales de las inundaciones, intensificadas por la recurrencia de precipitaciones durante los meses críticos.

Según Calle (2022) el riesgo por inundación es un fenómeno natural de alto impacto, por lo que su tratamiento debe integrarse en los procesos de ordenamiento territorial. Esto implica definir causas y efectos, y establecer estrategias de gestión. Aunque en Ecuador existen normativas para construir urbanizaciones en zonas seguras, la carencia de información detallada complica su implementación. Debido a esto, la gestión de riesgos debe integrarse en los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) en todas las escalas de gobierno para que se logre minimizar los

impactos negativos.

El estudio de vía sugiere una metodología para emplearse el riesgo de inundación en el PDOT del cantón Babahoyo, con potencial de réplica nacional. La investigación aborda la conceptualización del riesgo y los desastres, su impacto global y su incidencia en la planificación; además, examina la gestión del riesgo en Ecuador mediante el análisis de la incorporación del riesgo de inundación en los PDOT cantonales y la gestión municipal en Babahoyo. Incluye casos de estudio que examinan metodologías internacionales y locales para comparar el riesgo y definir estrategias sostenibles.

La propuesta metodológica se muestra una guía para incorporar el riesgo de inundación en la actualización del PDOT de Babahoyo, con medidas de prevención y de gestión sociotécnica del riesgo. El estudio concluye con recomendaciones dirigidas a fortalecer la gestión territorial y minimizar la vulnerabilidad frente a inundaciones.

Adicionalmente, el autor delimita el ámbito de estudio describiendo Babahoyo, ciudad expuesta a alto riesgo por su ubicación ribereña y por el crecimiento desordenado de sus asentamientos. La concentración de lluvias en los primeros cuatro meses de cada año incrementa el caudal de los ríos y origina inundaciones recurrentes durante la primera mitad del año.

A pesar del tamaño del problema, el plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) del cantón, propone un método establecido del riesgo de inundación y no estructura medidas puntuales para su mitigación. Por ello, es importante diseñar una metodología que asocie la valoración del riesgo dentro del PDOT, de manera que se generen acciones de ordenamiento dirigidas a reducir la vulnerabilidad. Esta aplicación mejorará resoluciones del GAD Municipal de Babahoyo, promoverá un desarrollo territorial más seguro y afianzará las bases para planes y proyectos sectoriales a futuros.

Respecto al marco conceptual, el autor indica que la Organización Meteorológica Mundial (OMM) entiende la inundación como el desbordamiento de cuerpos de agua o la acumulación en áreas que normalmente permanecen secas. Por

su parte, organismos como CENAPRED (México) y FEMA (Estados Unidos) amplían esta definición al considerar causas como lluvias intensas, crecidas de ríos, fenómenos climáticos, procesos de deshielo o fallas en infraestructuras.

Las inundaciones son el desastre natural más común y perjudicial a nivel mundial, ya que comprenden aproximadamente el 50 % de los fenómenos meteorológicos extremos y provocan efectos significativos en los ámbitos social, económico y ambiental, afectando de manera particular a las poblaciones más vulnerables. Pueden presentarse de forma repentina o progresiva, con efectos que van desde daños en infraestructura hasta beneficios agronómicos por la fertilización de suelos, factor que históricamente favoreció asentamientos en áreas de riesgo. No obstante, el aumento de la contaminación ha reducido en la actualidad esos beneficios potenciales.

En el medio internacional, el autor mantiene que las inundaciones son frecuentes en todo el mundo, aunque su impacto cambia según la región. Asia es la zona más afectada, con inundaciones periódicas en las llanuras aluviales de los ríos Yangtsé, Ganges y Brahmaputra, que impactan a más de 500 millones de personas en países como India, Nepal y Bangladés. Siendo Bangladesh, el país con más exposición a crecientes. En China, las inundaciones de 1998 perjudicaron a 200 millones de personas y originaron pérdidas por más de 20 billones de dólares.

En Sudamérica, si bien existen ríos de gran tamaño, el impacto no alcanza las magnitudes asiáticas, con excepción del río Paraná en Argentina. En Brasil, las inundaciones y deslizamientos afectan ciudades e industrias asentadas en relieves montañosos. Centroamérica padece episodios catastróficos asociados a huracanes y tormentas tropicales, como el caso de Guatemala (1949) con un saldo de 40 000 fallecidos. En América Latina y el Caribe, además, la exposición a otros peligros terremotos y erupciones volcánicas— es elevada por su ubicación en la cordillera de los Andes y el Anillo de Fuego del Pacífico.

De acuerdo con Camacho (2022) las inundaciones perjudican áreas de alto, medio y bajo riesgo, y se maximizan durante eventos El Niño, con pérdidas humanas, daños a cultivos e infraestructura, falta de servicios básicos y aumento del riesgo sanitario. El

crecimiento urbano desordenado ha fomentado la ocupación de zonas inundables, aumentando la vulnerabilidad y minimizando la resiliencia; esto se observa en sectores urbanos y en áreas productivas, como cultivos de arroz ubicados en llanuras de inundación.

Según los mapas del SNGRE, la zona de estudio presenta un riesgo muy alto de crecientes durante la temporada invernal, lo que genera complicaciones en la infraestructura y el funcionamiento del cantón. La recurrencia de estos eventos se evidencia, por ejemplo, en febrero de 2019, cuando el desbordamiento del río Babahoyo afectó diversas áreas urbanas, como reportaron Diario El Expreso y la misma SNGRE.

Históricamente, sectores como San Nicolás e Isla Celeste se ubican en la llanura de inundación del río, evidenciando su elevada vulnerabilidad. Estudios mediante imágenes satelitales y análisis geomorfológicos confirman desbordes recurrentes desde 1996 hasta la fecha. Como medida de mitigación, se han colocado bloques de protección contra la erosión a lo largo del cauce. En este marco, la investigación plantea una metodología integradora que combina cartografía y Geomática Aplicada con el objetivo de mitigar inundaciones y reforzar los PDOT. Se subraya la relevancia de la planificación preventiva y de incorporar la gestión del riesgo en el ordenamiento territorial, buscando reducir la exposición a desastres y fortalecer la capacidad de respuesta del cantón.

El estudio aplica Geomática Aplicada, entendida como un campo moderno que integra Sistemas de Información Geográfica (SIG), modelación numérica y teledetección para estudiar variables ambientales y sus cambios en el espacio. Esa disciplina, clave en las ciencias de la tierra y la ingeniería, facilita la georreferenciación y el análisis técnico necesario para la toma de decisiones.

En materia de ordenamiento territorial, la Geomática aporta herramientas activas, de alta precisión y bajo costo, que permiten identificar zonas vulnerables a inundaciones en el cantón Samborondón. Existen diversas plataformas de modelación que permiten simular crecidas y zonas inundables mediante ecuaciones físicas, entre las cuales

destacan HEC-HMS, HEC-RAS, FLO-2D e IRIC, entre otras.

En el análisis hidrológico se establecen parámetros como el caudal máximo de crecida y se emplean métodos estadísticos y matemáticos para identificar zonas con características hidrológicas similares dentro de las cuencas. Esta información resulta esencial para evaluar la infraestructura hidráulica, como alcantarillas y canales, y contribuir a la mitigación de los impactos de las lluvias durante la temporada húmeda.

El cantón Samborondón, cercano a Babahoyo, se encuentra en una llanura aluvial influenciada por corrientes marinas cálidas vinculadas al ENOS, lo que origina una temporada lluviosa entre diciembre y mayo. Durante este período, el drenaje insuficiente y el aumento del caudal de los ríos potenciado en episodios de El Niño favorecen desbordamientos que afectan gravemente a viviendas, actividades agrícolas y comerciales, incrementando además el riesgo para la vida humana y la propagación de enfermedades transmitidas por vectores.

Las alteraciones antrópicas de los ecosistemas derivadas de la agricultura, la urbanización y obras mal planificadas han producido pérdida de cobertura vegetal, afectación a la fauna y degradación del suelo, incrementando la vulnerabilidad frente a inundaciones.

Conceptos principales tratados en el estudio:

Cuenca hidrográfica: Área territorial donde el agua superficial converge hacia un mismo sistema fluvial.

Crecidas torrenciales: Aumentos repentinos del nivel de los ríos debido a lluvias intensas, con potencial de generar daños significativos y pérdidas humanas.

Erosión de riberas: Desprendimiento de sedimentos en márgenes y terraplenes, afectando los ecosistemas acuáticos.

Cuencas fluviales: Conjuntos de ríos y cuerpos de agua que desembocan en un río principal.

Microcuencas: Subunidades más pequeñas que alimentan ríos secundarios y condicionan el desarrollo económico en áreas rurales.

Avenidas torrenciales: Corrientes rápidas de agua cargadas de sedimentos que representan un riesgo para la población y la infraestructura en zonas bajas.

De forma básica, la investigación evaluó los riesgos hidrológicos en Samborondón, derivados de lluvias intensas y un sistema de drenaje insuficiente, con énfasis en la prevención y mitigación de impactos.

En su estudio, Valencia (2023) analizó la interacción entre el transporte de sedimentos y las inundaciones en el río Babahoyo y sus afluentes. Si bien el material se moviliza principalmente en suspensión, el tramo frente a Samborondón presenta una dinámica compleja por: la morfología irregular del lecho, que induce cambios permanentes en erosión y sedimentación; la influencia de las mareas, que alterna la dirección del flujo de sedimentos en ciclos semidiurnos; y la confluencia de ríos menores, donde se generan remolinos y zonas de baja energía que favorecen la acumulación de bancos de arena.

Dinámica hidrosedimentaria. El caudal del sistema fluvial presenta alta variabilidad estacional: durante la época lluviosa predomina el transporte de sedimentos, mientras que en la estación seca se acentúa el efecto mareal sobre la dinámica del río.

Producción y causas de sedimentos: En la cuenca del río Babahoyo se estima una erosión anual del orden de 7,5 millones de m³ de sedimentos, volumen que se elevó a 25 millones de m³ durante el evento El Niño 1997–1998. Este incremento se asocia a deforestación, cambios de uso del suelo y deslizamientos.

Ajustes morfológicos inducidos. Las actividades antrópicas comprometen la estabilidad del cauce, generando ciclos alternos de erosión y deposición que repercuten en la gestión territorial y pueden derivar en conflictos por el uso del suelo y del agua.

Herramientas para la planificación. Los modelos de saturación, acumulación y estabilidad permiten delimitar zonas críticas para ubicar infraestructura estratégica (puentes, albergues, escuelas), aportando insumos clave para la gestión territorial de los GAD. Condicionantes climáticos. El clima actúa como matriz generadora de las inundaciones. El cantón Samborondón está influenciado por las corrientes oceánicas El Niño (aguas cálidas, diciembre–abril) y Humboldt (aguas frías, mayo–noviembre), lo que explica la estacionalidad de lluvias e inundaciones.

Caracterización del territorio. El cantón se compone de la cabecera cantonal (Samborondón), La Puntilla (zona urbana de alto nivel socioeconómico) y una parroquia rural con 108 recintos orientados a agricultura, ganadería y pesca. Entre sus principales unidades ambientales figuran humedales, bosques secos, matorrales, manglares, áreas agrícolas y cursos de agua.

Riesgo de inundación. Ubicado en una zona tropical seca–semihúmeda, Samborondón se ve afectado por inundaciones frecuentes en la temporada lluviosa, con episodios graves en 2008 y 2012 que impactaron severamente la economía local. El riesgo es alto por el aumento del caudal del río Babahoyo, la baja altitud de las llanuras ($\approx 0,5$ m s. n. m.) y crecidas que pueden alcanzar 5,5 m en eventos extremos. El crecimiento urbano desordenado ha ocupado zonas inundables sin la infraestructura adecuada, aumentaron la vulnerabilidad.

Zonas inundables: definición y causas. Con base en referencias de hidrometeorología e hidráulica, se ratifica que las inundaciones constituyen un riesgo permanente en áreas urbanizadas próximas a ríos, favorecidas por el crecimiento no planificado, la impermeabilización del suelo y la débil planificación territorial (Flores, 2012). Entre las causas frecuentes se incluyen:

- Exceso de precipitaciones, con escorrentía superficial en zonas planas.
- Deforestación y quema, que reducen la capacidad de absorción del suelo.
- Estación lluviosa, caracterizada por intensas y prolongadas precipitaciones.

Se identificaron dos tipos principales de inundaciones:

Inundaciones dinámicas o repentinas: Se desarrollan en pocas horas como consecuencia de lluvias intensas, fallas en presas o diques, y en ciertos casos, eventos volcánicos que generan deshielos súbitos.

Inundaciones estáticas o lentas: Ocurren en terrenos planos con drenaje deficiente, derivadas del régimen natural de los ríos, afectando principalmente playas y llanuras cercanas. Asimismo, se clasifica la inundación según su origen:

Inundaciones pluviales: Se producen cuando el suelo se satura por lluvias intensas y el agua acumulada tarda horas o días en infiltrarse o evaporarse, con un impacto directo relativamente bajo sobre la población.

Inundaciones en áreas urbanas: Resultan del crecimiento desordenado de las ciudades y la gestión insuficiente del espacio urbano, afectando la infraestructura de drenaje, alcantarillado y obras hidráulicas.

Inundaciones costeras: Se generan por incrementos anómalos del nivel del mar, provocando daños a la infraestructura, dificultando accesos y deteriorando edificaciones a largo plazo.

Una parte importante del texto del autor explicó sobre la gestión del riesgo de inundaciones dado que una es un tema asociado que se considera relevante para abordar como complemento, al respecto el autor definió dos tipos de sistemas:

Sistema de Alerta Temprana (SAT): Informa a la población en riesgo para reducir pérdidas humanas y materiales, integrando comunidades, gobiernos locales, ONGs y sector privado.

Plan de Emergencia Comunitaria: Busca mejorar la preparación y respuesta frente a desastres mediante la aplicación de actores públicos, academia y comunidades. Inculca estrategias educativas y proyectos sostenibles para fortalecer la resiliencia ante inundaciones.

2.1.2 Contexto de las Causas Más Frecuentes de Inundación

Schon et al. (2022) señalan que la modificación del régimen de inundaciones en áreas urbanas constituye un problema de alcance global, intensificado por el cambio climático, el cual incrementa tanto la frecuencia como la severidad de los eventos extremos. Estas inundaciones no solo responden a precipitaciones intensas, sino también a la disminución de la capacidad de infiltración del suelo derivada de la urbanización y de las transformaciones en el uso del suelo.

El cambio climático impacta el ciclo hidrológico al modificar la precipitación, la evapotranspiración y la humedad del suelo, con efectos particularmente significativos en los humedales. En América Latina, se han registrado eventos climáticos extremos que afectan tanto la actividad económica como las condiciones sociales, lo que evidencia la necesidad de implementar estrategias de adaptación sostenibles.

Por otro lado, el crecimiento urbano no planificado en zonas de riesgo aumenta la impermeabilización del suelo, elevando la escorrentía superficial. La vulnerabilidad de la población surge de la interacción entre factores naturales y socioeconómicos, lo que hace indispensable una gestión integral de cuencas para enfrentar estos fenómenos.

Como ejemplo, el caso de San José de Mayo (Uruguay) ilustra cómo el aumento en la frecuencia y altura de las crecidas ha requerido la evacuación de barrios completos. El estudio analiza la interacción entre el cambio climático, la variabilidad de las precipitaciones y las transformaciones del uso del suelo en la cuenca del río San José.

Se evaluó la respuesta hidrológica de la cuenca frente a factores climáticos y meteorológicos, identificando los elementos que favorecen las inundaciones en San José de Mayo. Para ello, se analizaron la variabilidad de las precipitaciones y los niveles del río durante el período 1987–2017, considerando tendencias climáticas y cambios en el uso del suelo.

Para el componente de lluvias se emplearon datos de estaciones meteorológicas cercanas y pruebas estadísticas entre ellas el test de Mann Kendall con las que se detectó un posible aumento de eventos extremos. En cuanto a los niveles

del río, se utilizaron series históricas y se definieron umbrales críticos (5 y 7 m) para estimar la frecuencia de crecidas, aplicando pruebas que permitieron evaluar tendencias y su vinculación con la precipitación.

La relación lluvia–nivel se llevó a cabo, mediante pruebas no paramétricas y correlaciones cruzadas, integrando además los cambios de uso del suelo en tres periodos de intensificación productiva. La clasificación del uso del suelo se realizó con imágenes satelitales y clasificación supervisada, validada en campo; los resultados muestran que la intensificación agrícola ha modificado la respuesta hidrológica de la cuenca.

El estudio también evaluó, para 1987–2017, las tendencias de precipitación, los niveles del río San José y los cambios en el uso del suelo. Se identificaron incrementos en las precipitaciones invernales, con mayor significancia en la estación 25 de agosto. Del mismo modo, se observó un aumento en la frecuencia de niveles del río superiores a 5 y 7 m durante el invierno, siendo más marcada la tendencia en el umbral de 5 m.

Figura 8

Análisis de correlación entre las lluvias registradas y los niveles del río San José

	Juan Soler		25 de Agosto		Trinidad	
Retraso (días)	Magnitud	p	Magnitud	p	Magnitud	p
1987-1996						
0	-0,01	5E-01	-0,01	5E-01	-0,02	2E-01
1	0,05	4E-03	0,05	3E-03	0,00	9E-01
2	0,26	4E-51	0,24	6E-46	0,16	3E-20
3	0,42	5E-144	0,42	1E-138	0,39	1E-118
4	0,37	6E-106	0,37	1E-106	0,39	5E-121
1997-2006						
0	0,04	3E-02	0,05	2E-03	0,03	5E-02
1	0,20	5E-32	0,28	6E-62	0,24	7E-46
2	0,37	7E-114	0,49	1E-205	0,51	2E-226
3	0,35	9E-100	0,43	5E-153	0,47	8E-189
4	0,21	6E-36	0,25	2E-47	0,26	5E-54
2007-2017						
0	0,12	4E-12	0,12	3E-11	0,10	2E-08
1	0,32	2E-73	0,32	4E-74	0,27	5E-55
2	0,50	5E-195	0,50	3E-195	0,47	2E-171
3	0,46	2E-162	0,46	3E-157	0,46	4E-167
4	0,32	2E-77	0,32	8E-76	0,34	3E-85

Fuente: Schon et al. (2022)

El análisis de la correlación lluvia–nivel mostró que, en 1987–1996, el impacto máximo de la precipitación sobre el nivel del río se registraba entre el segundo y cuarto día posteriores a los eventos de lluvia; en cambio, para 1997–2006 y 2007–2017 el tiempo de respuesta se acortó, llegando a detectarse efectos inmediatos en algunos casos.

El examen de imágenes satelitales muestra una configuración marcada del uso del suelo. En 1987 predominaban los pastizales y praderas naturales (69,5 %) y la participación de cultivos era reducida (15,6 %). Para 2017, la superficie destinada a monocultivos cerealeros ascendió a 34,8 %, mientras que los pastizales descendieron a 58,4 % y los bosques a 5,9 %; además, se registró un leve incremento en cuerpos de agua e infraestructura. Estos reemplazos de cobertura probablemente modificaron la respuesta hidrológica de la cuenca, aumentando la susceptibilidad a inundaciones.

Desde 1987 la expansión agrícola en la cuenca del río ha minimizado la cobertura vegetal, con pérdida de bosques nativos y repliegue de pastizales. La adopción de la siembra directa difundida desde la década de 1990 favoreció la erosión, la compactación y la disminución de la infiltración, condiciones que elevan el riesgo de inundación. La combinación de lluvias intensas invernales y suelos expuestos ha potenciado estos efectos.

El estudio subraya la necesidad de mitigar los impactos del cambio de uso del suelo sobre la dinámica hidrológica. Se recomienda evitar periodos prolongados con suelos desnudos, monitorear la compactación y fomentar prácticas sostenibles que reduzcan la escorrentía y mejoren la regulación de crecidas. Para ello se requiere la articulación entre actores del sector agropecuario y autoridades ambientales.

En San José de Mayo entre 1987 y 2017 se registró un incremento significativo en los eventos de crecida del río San José durante la temporada invernal, provocando desbordes que afectan las zonas bajas de la ciudad. Si bien las precipitaciones invernales también mostraron un aumento, su magnitud por sí sola no explica completamente el crecimiento de estos desbordes.

El estudio dividido en subperíodos (1987–1996, 1997–2005 y 2006–2017) evidencia que el tiempo de respuesta del río a las lluvias se ha reducido, mostrando correlaciones más rápidas y pronunciadas entre las precipitaciones y los niveles del río. Esto sugiere un escurrimiento más veloz desde la cuenca alta hacia la baja, incrementando la frecuencia y severidad de los desbordes, en especial aquellos > 7 m, que exigen evacuaciones.

El cambio de uso del suelo es un factor determinante en esta tendencia: la intensificación agrícola pasó de 15,9 % a 35,4 %, reduciendo la infiltración y favoreciendo la escorrentía superficial. La convergencia entre esa expansión agrícola y el aumento proyectado de lluvias para la región eleva la vulnerabilidad urbana frente a inundaciones, por lo que se proponen estrategias territoriales que contemplen la dinámica integral de la cuenca.

Según Valero (2022) el riesgo de inundación en Ecuador es evidente, sobre todo, en las cuencas bajas del Litoral, aunque también afecta en menor medida a la Amazonía y la región Andina. Su gestión es clave para el desarrollo social y económico, dado el impacto en población e infraestructura; un antecedente es el aumento de la pobreza tras El Niño 1997–1998.

El estudio del riesgo de inundación requiere realizar una prueba de amenaza y vulnerabilidad: no todo evento meteorológico es un desastre, pues depende del contexto temporal y espacial. Con el fin de abordarlo, se propuso una metodología de caracterización hidrográfica aplicada al cantón Sucúa (provincia de Morona Santiago), una zona donde las inundaciones han provocado impactos considerables.

La caracterización hidrográfica no solo contribuye a una mejor gestión del riesgo, sino que también facilita la identificación de oportunidades para el desarrollo territorial. El modelado de cuencas depende de datos hidrometeorológicos y del uso de herramientas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), que han revolucionado el análisis y la planificación del territorio. Su implementación facilita modelos conceptuales y analógicos que apoyan la planificación y la mitigación del riesgo de inundaciones.

El estudio se desarrolló entre enero y junio de 2019 en el cantón Sucúa (provincia de Morona Santiago), cuya superficie es de 893 km². Se adoptó un enfoque exploratorio, descriptivo y deductivo, orientado a la gestión del riesgo de inundación mediante la caracterización hidrográfica de la cuenca.

Figura 9

Zona de riesgo identificada



Fuente: Valero (2022)

La cuenca analizada es exorreica su drenaje desemboca en otro cuerpo de agua y está delimitada por su divisoria topográfica, que la separa de cuencas vecinas. Sus cursos fluviales son intermitentes, condicionados por la precipitación, presentando caudales temporales durante la estación seca. El área resultó de 288,85 km², con perímetro de 72,1 km y ancho medio de 4,01 km. Se elaboró además el perfil longitudinal del cauce principal para evaluar variaciones del relieve y depresiones a lo largo del terreno.

Se cuantificaron métricas morfométricas clave: longitud del cauce principal, sinuosidad = 1,26, tiempo de concentración = 1,89–3,84 h (según método), coeficiente

de compacidad de Gravelius (K_c) = 1,200, factor de forma (K_f) = 0,35 y relación de elongación (R_e) = 0,3. La red de drenaje se jerarquizó con el método de Horton, y se obtuvieron, por ejemplo, el coeficiente de torrencialidad (C_t) = 0,36, densidad de drenaje (D_d) = 1,81 km/km², longitud media de escorrentía superficial (l) = 0,13 km y frecuencia de ríos (FR) = 0,43. Se incorporó una curva hipsométrica para representar la distribución altimétrica.

Desde el punto de vista interpretativo, el estado exorreico y la proximidad del punto de salida a la zona urbana conlleva potencial de inundación. El $K_c \approx 1,2$ sugiere una tendencia casi circular que puede sincronizar crecientes y elevar el riesgo; no obstante, $K_f = 0,35$ y $R_e = 0,3$ indican una geometría alargada que tiende a amortiguar picos, sin eliminar la amenaza. El $C_t = 0,36$ refleja susceptibilidad moderada a la erosión, posiblemente agravada por la alta densidad de drenaje; la l y la FR apuntalan la probabilidad de desbordes en el cauce principal. Aunque la sinuosidad indica que las velocidades de escorrentía podrían ser moderadas, los tiempos de concentración reducidos, junto con la pendiente media y el grado de desarrollo de la cuenca, pueden incrementar la velocidad del flujo y, por ende, el riesgo de inundación.

Los registros pluviométricos indican que las precipitaciones ocurren a lo largo de todo el año, con mayor intensidad en la parte alta de la cuenca; este patrón contribuye a mantener un estado hídrico activo y aumenta el riesgo de inundaciones. La caracterización hidrográfica permitió identificar las zonas más vulnerables y confirmar la aplicabilidad de los enfoques teóricos utilizados: se reconoce que una alta capacidad de drenaje constituye un factor de amenaza, mientras que la vulnerabilidad se vincula con la cercanía del área urbana al punto de descarga de la cuenca. En conjunto con el elevado número de cauces de orden 1, la torrencialidad incrementa la probabilidad de crecidas.

El trabajo demuestra la utilidad de la caracterización hidrográfica para analizar el riesgo; como mejora, se sugiere realizar un análisis geofísico que precise la infiltración del suelo y fortalezca la gestión del riesgo de inundaciones en Sucúa, Ecuador.

2.1.3 Hidrografía del Río Babahoyo

Según Sancán (2024) indica que la mayor frecuencia e intensidad de hechos climáticos extremos como inundaciones y sequías han incrementado la necesidad de estudiar y predecir el comportamiento hidrológico de las cuencas. En este marco, el análisis de precipitaciones y escorrentías es clave para comprender la dinámica del agua y mitigar sus efectos.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se han consolidado como herramientas fundamentales, ya que permiten integrar y visualizar datos geoespaciales y detectar patrones hidrológicos en el espacio y el tiempo. Paralelamente, la degradación ambiental potenciada por la sobreexplotación y por infraestructuras que alteran el ciclo natural del agua ha reducido tanto la cantidad como la calidad de los recursos hídricos. La aplicación de los SIG en el análisis hidrológico aumenta la precisión de las simulaciones, facilita la identificación de zonas críticas de erosión y optimiza la planificación y gestión de los recursos.

El texto enfatiza la importancia de considerar las características morfológicas de la cuenca, junto con la precipitación y la escorrentía, para lograr una gestión eficiente. En este contexto, ArcGIS se ha convertido en una plataforma clave para integrar y procesar información espacial con precisión, ofreciendo no solo la generación de mapas georreferenciados, sino también capacidades en la nube que facilitan la colaboración y el intercambio de datos.

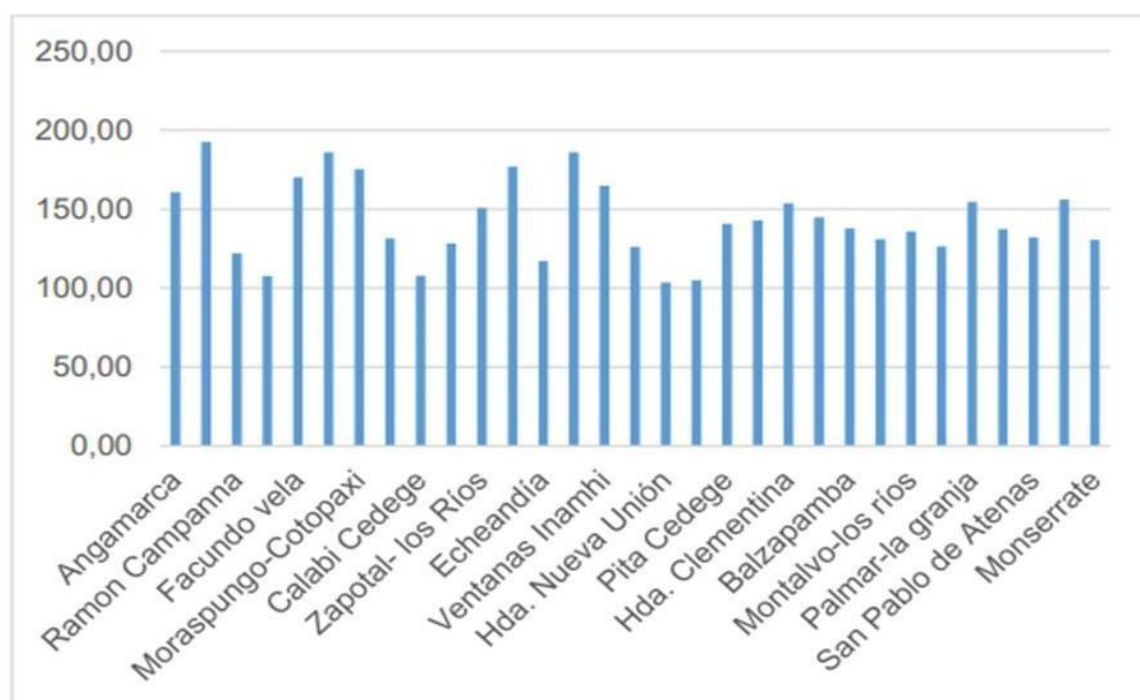
Los métodos de interpolación climática han evolucionado: las tradicionales curvas de nivel han sido reemplazadas por mallas digitales, lo que posibilita realizar análisis más detallados y precisos. Hoy, los sistemas de simulación hidrológica soportados en SIG modelan cuencas de más de un millón de km², algo impensables décadas atrás. Asimismo, la mejor integración de procesos del ciclo hidrológico posibilita el intercambio de datos entre modelos espaciales; y con la llegada de lenguajes SIG orientados a objetos se superó una limitación clásica: capturar la variabilidad temporal de procesos espaciales en hidrología.

El autor destaca además el valor de los mapas temáticos para la caracterización hidrológica previa en estudios de riesgo de inundación: son piezas cartográficas que representan características o conceptos específicos, a diferencia de los mapas topográficos, centrados en altitud y formas del terreno. Su finalidad es mostrar información detallada sobre fenómenos geográficos, por ejemplo, la distribución de recursos o patrones climáticos. En hidrología, la cuenca es la unidad de referencia: el área que drena hacia un mismo cuerpo hídrico, delimitada por divisorias de aguas que separan territorios con escorrentías hacia distintos sistemas fluviales. Existen dos tipos de cuencas hidrográficas:

- Exorreicas, que desembocan en el océano o en un río mayor.
- Endorreicas, que terminan en un lago o una depresión sin salida al mar.

Figura 10

Datos históricos de estaciones meteorológicas de la cuenca hidrográfica del río Babahoyo



Fuente: Sancán (2024)

En el contexto ecuatoriano, la cuenca del río Babahoyo destaca por su importancia tanto económica como ecológica. Este afluente del río Guayas abastece gran parte de la región central y desemboca en el Golfo de Guayaquil. Su sistema hídrico respalda actividades agrícolas estratégicas, como el cultivo de arroz, banano y caña de azúcar, además de favorecer el comercio y el transporte fluvial; sin embargo, enfrenta presiones derivadas de la contaminación, la minería y la expansión urbana.

Las características físicas de la cuenca condicionan el ciclo hidrológico, afectando procesos como la evaporación, infiltración y escorrentía. Entre los parámetros fundamentales se encuentra el perímetro, que permite evaluar la longitud de ríos y arroyos. En el caso de Babahoyo, la cuenca cubre 19 km², información clave para la planificación hídrica y la gestión del riesgo de inundaciones.

Según Rodríguez (2024) determina que las inundaciones repentinas ocurren en periodos cortos y movilizan grandes cantidades de sedimentos y escombros, presentándose generalmente en arroyos con fuerte pendiente o durante precipitaciones intensas. Para gestionar su riesgo, resulta crucial estimar la descarga, aunque ello es complejo por su naturaleza destructiva y la escasez de curvas de calibración confiables. Como alternativa, pueden emplearse datos hidrológicos del INAMHI para aproximar caudales máximos y mínimos.

En términos de modelación, el enfoque hidráulico 2D ofrece ventajas frente al 1D al representar con mayor detalle el lecho del río y posibilitar estimaciones más precisas. Sin embargo, en países en desarrollo la disponibilidad de datos de alta resolución es limitada; en ese contexto, las técnicas fotogramétricas surgen como opción viable. Asimismo, el uso de videos en línea puede aportar información adicional sobre los eventos de crecida y mejorar las estimaciones de descarga mediante simulaciones en HEC-RAS.

El cantón Babahoyo fue declarado en emergencia por inundaciones en 2012, con fuertes afectaciones en barrios como San Antonio. Las crecidas han afectado viviendas, carreteras y zonas tanto rurales como urbanas, motivando la realización de estudios de gestión territorial y la elaboración de estrategias de evacuación.

- Los modelos unidimensionales (1D), fundamentados en las ecuaciones de Saint Venant, ofrecen alta precisión dentro del cauce del río, aunque presentan limitaciones al representar el flujo sobre las áreas de ribera.
- Los modelos bidimensionales (2D) representan las ecuaciones en dos dimensiones, brindando una mayor precisión en la propagación de la onda de inundación, aunque requieren un mayor tiempo de cálculo y recursos computacionales.

En la actualidad, la modelación bidimensional (2D) se ha consolidado como el estándar para el estudio de inundaciones, al ofrecer estimaciones más sólidas para la gestión del riesgo hídrico. Asimismo, el autor indica que RAS Mapper, incorporado a HEC-RAS desde la versión 4.1, surgió como un visor de resultados hidráulicos en especial de la extensión de las crecidas por desbordamiento y con el tiempo evolucionó hasta permitir el manejo directo de información geoespacial dentro de su interfaz.

Entre sus principales funciones se incluyen la creación de modelos de terreno a partir de mosaicos multirresolución, la realización de simulaciones 2D y configuraciones híbridas 1D/2D, así como la generación de capas temáticas que representan velocidad, profundidad, extensión de áreas inundadas y tiempo de residencia del agua, entre otros parámetros esenciales. Además, permite animar los resultados y consultar valores en instantes temporales específicos, lo que la convierte en una herramienta valiosa para interpretar la dinámica fluvial y evaluar el riesgo de inundación.

2.1.4 Gestión de Riesgo

Según Castillo (2023) establece que frente a la persistente amenaza de fenómenos naturales y de origen antrópico, su investigación evaluó en qué medida el Sistema Cantonal de Gestión de Riesgos (SCGR) ha logrado prevenir y reducir riesgos en la zona. Más que limitarse a la respuesta ante emergencias, el SCGR se concibe como un instrumento preventivo para mitigar peligros existentes y evitar nuevas condiciones de vulnerabilidad, apoyado en estrategias proactivas y en la coordinación

interinstitucional.

El estudio subraya la exigencia de fortalecer la resiliencia comunitaria, promoviendo un sistema que no solo actúe durante la contingencia, sino que implemente medidas preventivas y correctivas para una gestión del riesgo eficiente y sostenible en Babahoyo. En el paso de lo general a lo local, el autor recuerda que Ecuador, por su ubicación geográfica y sus condiciones topográficas y climáticas, está expuesto a inundaciones, deslizamientos, sismos y erupciones volcánicas. En la provincia de Los Ríos, y especialmente en el cantón Babahoyo, las inundaciones se repiten durante el invierno por la saturación de la cuenca del río Babahoyo y sus afluentes.

El territorio ecuatoriano presenta dos estaciones concretas invierno y verano lo que modula la variabilidad del riesgo entre provincias. En Los Ríos, los eventos más frecuentes son inundaciones y deslizamientos, lo que vuelve urgente consolidar una gestión efectiva del riesgo. Ante este panorama, el estudio propone un modelo de gestión para el SCGR que integra actores públicos y privados con el fin de transversalizar la gestión del riesgo, establecer procesos claros de toma de decisiones y prevención, mejorar la capacidad de respuesta del cantón y promover un desarrollo sostenible, reduciendo la vulnerabilidad frente a amenazas naturales y antrópicas (como deforestación y urbanización desordenada).

Conforme al GAD de Los Ríos (2022) determina que la provincia enfrenta desafíos climáticos a lo largo del año lluvias intensas y periodos de sequía, por lo que deduce una planificación para la gestión del riesgo y el fortalecimiento de la resiliencia territorial.

Figura 11

Esquema de generación de riesgos



Fuente: Castillo (2023)

El estudio analizó las inundaciones en el cantón Babahoyo como una de las principales amenazas naturales que afectan recurrentemente a la población. Para ello, se recopiló y analizó información histórica sobre la magnitud, ubicación y consecuencias de inundaciones pasadas, utilizando datos proporcionados por la UGR del GAD de Babahoyo, el COE cantonal y la SGR.

Se recurrió a herramientas SIG y al método cartográfico para diseñar un mapeo detallado de zonas de riesgo, con el que fue posible localizar áreas especialmente vulnerables y propensas a inundaciones. El estudio combinó patrones climáticos, registros de precipitación y niveles de los ríos con el objetivo de comprender de manera más precisa las condiciones que propician estos eventos.

El estudio contempló visitas a zonas críticas y la evaluación de la infraestructura de protección existente para estimar la capacidad de respuesta del Sistema Cantonal de Gestión de Riesgos (SCGR) frente a crecidas. Gracias a este análisis, se identificaron sectores de alta exposición, información que sirvió para diseñar medidas de reducción del riesgo y reforzar el sistema de gestión.

Los resultados destacan el papel fundamental del SCGR en la mitigación de inundaciones y en la protección de las comunidades más vulnerables. Se concluye que el análisis de riesgo y la identificación de las zonas afectadas son elementos indispensables para tomar decisiones informadas y aplicar estrategias preventivas efectivas.

Según estos hallazgos, las inundaciones en la provincia de Los Ríos, especialmente en el cantón Babahoyo, representan una de las principales amenazas naturales, derivadas de la saturación de los afluentes, que superan su capacidad durante la temporada de lluvias. Ello genera pérdidas significativas en cultivos, afecta la movilidad y compromete el desarrollo sostenible y la seguridad alimentaria.

El cantón Babahoyo, atravesado por el río Babahoyo y alimentado por afluentes como San Pablo, Catarama, Pueblo Viejo, Arenal y Junquillal, presenta alta vulnerabilidad por su baja topografía y la propensión a eventos hidrológicos extremos. Como respuesta, se elaboró una matriz de identificación de riesgos, herramienta clave para analizar y clasificar amenazas naturales inundaciones y deslizamientos y orientar la gestión territorial y la planificación de medidas de prevención.

Esta matriz permite:

- Ubicar las zonas más afectadas.
- Evaluar el nivel de riesgo.
- Definir acciones de mitigación y respuesta.
- Optimizar los recursos técnicos y logísticos.

La matriz facilitó la antelación de estrategias de prevención y mitigación, ayudando a fortalecer la gestión de riesgos y la protección de la población y sus recursos en Babahoyo.

Según Solórzano y Quiroz (2021) el efecto climático, impulsado por factores naturales y antrópicos, ha incrementado la vulnerabilidad de las comunidades costeras frente a fenómenos hidrometeorológicos como inundaciones, sequías y deslizamientos. En Ecuador, entre 1900 y 2009, el 60 % de los desastres registrados

tuvo origen hidrometeorológico, con importantes pérdidas económicas y humanas.

El litoral ecuatoriano en especial Manabí y cantones como Chone es altamente susceptible a inundaciones por las lluvias invernales, agravadas por El Niño; durante 1997–1998 se reportaron 300 fallecidos y severos daños en infraestructura y viviendas. Chone, emplazado en un valle, ha sufrido históricamente inundaciones recurrentes que golpean su economía agrícola y ganadera y favorecen la propagación de enfermedades como dengue y paludismo.

Para enfrentar esta situación se plantea un proyecto de mitigación de inundaciones que optimice la capacidad de respuesta de las autoridades y capacite a la población. El enfoque combina infraestructura hidráulica con gestión del riesgo integrada al ordenamiento territorial, con miras a prevenir, mitigar y controlar las crecidas y minimizar su impacto en el sector agropecuario, así como en el equilibrio ambiental y económico regional.

Las inundaciones son una de las principales amenazas para el desarrollo sostenible; en el país, la mayoría de los desastres se asocia a lluvias intensas, mareas y desbordamientos de ríos. La OMM estima que, entre 1900 y 2011, el 77 % de los desastres a escala global estuvo relacionado con eventos hidrometeorológicos. En Ecuador, las áreas más afectadas comprenden las cuencas bajas del Litoral, la Amazonía y ciertas zonas andinas, influidas por El Niño, la deforestación, la escasa capacidad de drenaje urbano y las penetraciones marinas. En Chone, la combinación de lluvias estacionales y morfología del terreno agrava el problema, afectando a la ciudad y a parroquias como Santa Rita y San Antonio, situadas aguas abajo de la confluencia de los ríos Garrapata, Grande y Mosquito.

Entre 2010 y 2015, en el mes de febrero se registraron 969 eventos adversos en el país, 79 de ellos en Manabí, con daños graves en infraestructura, viviendas y actividades económicas. La deforestación acelerada en cabeceras de cuenca incrementa la vulnerabilidad al reducir la retención hídrica y elevar el riesgo en cada temporada invernal.

El cantón Chone en la provincia de Manabí está atravesado por el río Chone y sus principales afluentes (Grande, Garrapata y Mosquito). Presenta topografía predominantemente plana (elevaciones < 300 m), una extensión de 3 570,60 km² y una población de 126 491 habitantes (censo 2010), mayoritariamente mestiza (68,83%) y montubia (20,33 %). Históricamente, la región ha enfrentado inundaciones y sequías que afectan tanto a las zonas urbanas como rurales. Su economía, centrada en la agricultura y la ganadería, se ve gravemente afectada por el drenaje insuficiente del río Chone y la falta de un sistema de alcantarillado pluvial eficiente. Entre 1971 y 1998 se registraron más de 200 inundaciones, y entre 1998 y 2003, se contabilizaron 16 adicionales. Un año especialmente crítico fue 1983, cuando el fenómeno de El Niño provocó doce inundaciones en un solo periodo anual.

Las crecidas han causado daños en vialidad, sistemas de agua potable, saneamiento y terminales de transporte, además de problemas de salud pública, desempleo y expansión del trabajo informal. Ante ello, los gobiernos impulsaron proyectos multipropósito liderados por SENAGUA, que incluyen represas para control de inundaciones y abastecimiento de agua potable y riego; actualmente se encuentran en fase de pruebas.

La gestión del riesgo de inundación se percibe como un proceso holístico orientado a minimizar efectos negativos y potenciar beneficios mediante herramientas legales, científicas, técnicas, administrativas y políticas. No se limita a reducir la vulnerabilidad mediante obras (diques, represas o canalizaciones), sino que exige comprender el comportamiento de los sistemas naturales, promover acuerdos sociales, concienciar, analizar riesgos y planificar estratégicamente. Dado que la acción humana en las cuencas incide en la ocurrencia y magnitud de las crecidas, la educación y la sensibilización son piezas clave.

Desde un enfoque integral, la gestión de inundaciones debe considerarse una responsabilidad compartida entre gobiernos, comunidades y actores locales, incorporándose en la planificación del desarrollo a distintos niveles global, sectorial, urbano y comunitario. Esta gestión comprende no solo la prevención y mitigación, sino

también la preparación, respuesta, rehabilitación y reconstrucción, con el objetivo de garantizar la sostenibilidad y un manejo eficiente del riesgo, protegiendo así la seguridad y el bienestar de la población.

Históricamente, el país ha privilegiado respuestas reactivas (recuperación y rehabilitación) por sobre la prevención y la mitigación, y ha descansado casi en exclusiva en el Estado, con escasa participación comunitaria. El paradigma tradicional, centrado en medidas estructurales (diques, represas, canalizaciones), ha sido cuestionado desde la segunda mitad del siglo XX por su alto costo, impacto ambiental y eficacia limitada; incluso puede generar falsa sensación de seguridad y estimular la ocupación de zonas de riesgo.

De acuerdo con Ollero & Sedano (2015) proponen un enfoque holístico y participativo que combine medidas estructurales y no estructurales, incorpore la participación comunitaria y considere tanto los factores hidrometeorológicos como los procesos sociales. Además, se enfatiza la necesidad de mejorar la gestión del territorio, ya que los daños por inundaciones han aumentado debido a una planificación inadecuada.

2.1.5 Estudios Técnicos y Modelos de Predicción

De acuerdo con Montenegro (2024) la precipitación es un componente esencial del ciclo hidrológico global y de la distribución del agua dulce, con efectos directos en la gestión de recursos hídricos, la agricultura y la generación eléctrica. Su variabilidad espacio-temporal dificulta la detección de patrones estables, sobre todo en los Andes tropicales, donde la humedad, la orografía y la interacción suelo– atmósfera condicionan su reparto.

En Ecuador, atravesado por la cordillera de los Andes, la precipitación media anual alcanza aproximadamente 2.300 mm, aunque su distribución es irregular debido a la influencia de tele conexiones climáticas como el ENOS; durante su fase cálida, las lluvias se intensifican, los caudales aumentan y las inundaciones se agravan. Estas interacciones océano–atmósfera son clave para la variabilidad climática regional.

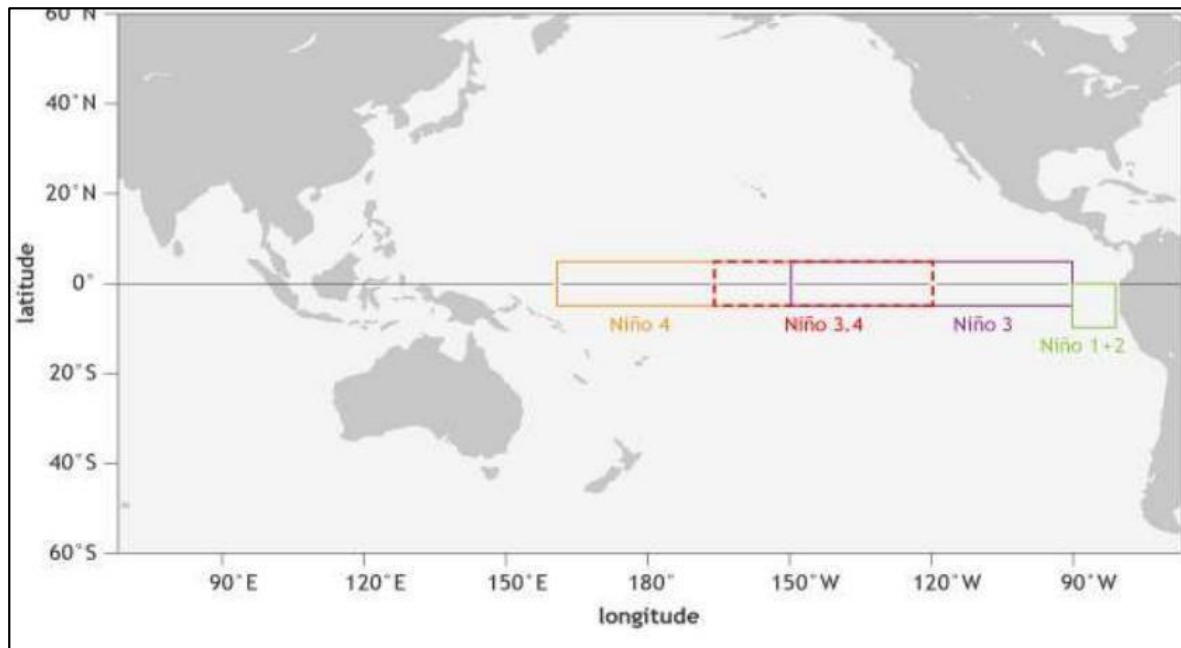
Para mejorar la predicción de eventos hidrológicos, se utilizan modelos de aprendizaje automático como Random Forest y XGBoost que capturan relaciones no lineales en los datos. En este contexto, el proyecto desarrolla un modelo de precipitación (1980–2022) basado en datos satelitales y de reanálisis (ERA5-Land), junto con índices climáticos globales de la NOAA. Este enfoque es fundamental en un escenario de cambio climático, donde sequías y lluvias extremas afectan sectores como la agricultura, la gestión hídrica, la planificación urbana y el turismo. Identificar las tele conexiones más relevantes permite anticipar impactos y diseñar estrategias de adaptación y mitigación más efectivas.

La diversidad topográfica del país montañas, selvas y costa genera patrones pluviométricos contrastantes entre regiones; en términos generales, se distinguen dos estaciones: una húmeda de diciembre a mayo y otra seca el resto del año. El estudio del clima es complejo por su variabilidad multiescala (global, continental y regional), modulada por teleconexiones, y por el papel de los Andes como divisor climático, que complica la modelación de la precipitación al afectar su distribución espacio-temporal.

Un desafío importante en Ecuador es la escasez y distribución limitada de pluviómetros, especialmente en áreas remotas, lo que restringe la representación de la variabilidad espacial de la lluvia y dificulta la construcción de modelos predictivos robustos. Aunque se han desarrollado estudios puntuales como modelos de regresión aplicados en Guayaquil, la elevada variabilidad climática del país requiere enfoques más amplios que permitan capturar con mayor precisión los patrones de precipitación en todas las regiones.

Figura 12

Zonas del Pacífico que fueron utilizadas para monitorear temperatura



Fuente: Montenegro (2024)

Según Cevallos et al. (2024) aunque Ecuador dispone de abundantes recursos hídricos superficiales, enfrenta problemas derivados de su distribución desigual, la merma en la calidad del agua y los riesgos asociados. Muchas cuencas, en especial las tropicales, están poco caracterizadas desde el punto de vista hidrológico, lo que dificulta su conservación y gestión.

En la costa ecuatoriana, la gestión del agua se ve limitada por la escasez de monitoreo hidrológico y la poca disponibilidad de datos de caudales. A ello se suman presiones antrópicas manejo inadecuado de fincas, expansión agrícola, contaminación y extracción de recursos que deterioran la calidad y disponibilidad del agua. De ahí la relevancia de caracterizar y gestionar las cuencas, sobre todo en áreas críticas como la subcuenca que abastece de agua potable a cerca del 70 % de la población.

El manejo de cuencas hidrográficas trata sobre diseñar e implementar sistemas de gestión orientados a la sustentabilidad/sostenibilidad, equilibrando la preservación

ambiental, el crecimiento económico y la equidad social. Los autores distinguen dos enfoques: uno convencional, centrado en aspectos técnicos e institucionales, y otro participativo, que incorpora los saberes y la toma de decisiones de las comunidades locales.

La hidrología cumple un papel decisivo en la planificación y el aprovechamiento de los recursos naturales, abarcando áreas clave como:

- Abastecimiento de agua para usos urbanos, industriales y agrícolas.
- Planificación del uso de la tierra mediante el análisis de balances hídricos.
- Hidroelectricidad, necesaria para el diseño de embalses y estructuras de seguridad.
- Riego, al determinar disponibilidades de agua y demandas de riego.
- Drenaje y control de inundaciones, para el diseño de obras de drenaje y prevención de inundaciones.
- Vialidad, en el diseño de drenaje de carreteras y puentes.
- Recreación y turismo, al analizar las fuentes de agua para proyectos turísticos.
- Protección de flora y fauna, evaluando el impacto de proyectos sobre los recursos hídricos.

El ciclo hidrológico, que describe los flujos y transformaciones del agua, es esencial para entender cómo la precipitación se convierte en flujos y almacenamientos de agua en una cuenca, lo que afecta el manejo de los recursos hídricos.

2.2 Marco Legal

2.2.1 Constitución de la República del Ecuador

Art. 261.- El Estado central tiene competencias exclusivas sobre: 8. El manejo de desastres naturales. (Asamblea Constituyente del Ecuador, 2008).

El texto del artículo 261, que establece los desastres naturales es una competencia exclusiva del Estado central, muestra una perspectiva centralizada de la gestión de crisis. Esta disposición puede tener ventajas, como la coordinación eficiente de recursos y políticas a nivel nacional, lo que puede resultar en una respuesta más rápida y organizada en situaciones de emergencia. Asimismo, una gestión centralizada puede facilitar una planificación a largo plazo más efectiva y la implementación de normativas uniformes a nivel nacional.

No obstante, también identificó ciertos desafíos. La gestión de desastres naturales suele requerir una atención localizada, ya que las características geográficas y comunitarias varían significativamente entre regiones. La centralización podría limitar la participación de las autoridades locales y de las comunidades afectadas en la toma de decisiones, lo que podría resultar en una respuesta menos ajustada a las necesidades específicas de cada área. Además, en regiones donde los desastres son más frecuentes o intensos, la descentralización de algunas competencias podría fortalecer la capacidad de respuesta.

Art. 389.- El Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico por medio de la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad (Asamblea Constituyente del Ecuador, 2008).

El artículo 389 propone una gestión integral y proactiva de desastres, enfocándose no solo en reaccionar, sino también en prevenir y mitigar sus efectos. Destaca la responsabilidad del Estado en proteger a las personas, las colectividades y

la naturaleza, y subraya la importancia de la prevención del riesgo y la mitigación. Además, promueve la recuperación y el mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales tras un desastre, con un enfoque sostenible. Para su efectividad, se requiere un marco de acciones concretas y una coordinación entre instituciones, comunidades y sectores privados, con la participación activa de las poblaciones vulnerables para diseñar estrategias inclusivas y equitativas.

2.2.2 Ley Orgánica de Recurso Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua

Art. 18.- Competencias y atribuciones de la Autoridad Única del Agua. Las competencias son: r) Formular, gestionar y supervisar el plan anual de prioridades en infraestructura hidráulica, equipamiento, drenaje e inundaciones; y, administrar la infraestructura hidráulica de propósito múltiple. (Asamblea Nacional del Ecuador, 2014)

El artículo 18 otorga a la Autoridad Única del Agua un papel fundamental, asignándole la responsabilidad de formular, gestionar y supervisar un plan anual de prioridades en infraestructura hidráulica, drenaje e inundaciones, así como la administración de obras hidráulicas de uso múltiple. Este enfoque resulta esencial, ya que permite atender de manera integral las necesidades hídricas y de drenaje del país, asegurando una planificación adecuada que no solo mejora la infraestructura existente, sino que también fortalece la capacidad de respuesta ante inundaciones y optimiza el manejo de recursos hídricos.

La asignación de estas funciones representa un avance hacia una gestión más coordinada y eficiente del agua, recurso vital para el bienestar social y económico. No obstante, el éxito de esta iniciativa dependerá de la implementación efectiva del plan, la adecuada asignación de recursos y la transparencia, así como de la participación activa de los actores clave en la toma de decisiones.

Art. 151.- Infracciones administrativas en materia de los recursos hídricos. Las infracciones administrativas en materia de recursos hídricos son las siguientes: c) Infracciones muy graves: 11. Obstruir líneas de conducción de agua destinadas al riego y control de inundaciones; romper, alterar o destruir acueductos y alcantarillado

(Asamblea Constituyente del Ecuador, 2008).

El artículo 151 destaca la gravedad de ciertas observaciones relacionadas con los recursos hídricos, especialmente aquellas que afectan directamente la infraestructura crítica para el riego y el control de inundaciones, como obstruir las líneas de conducción de agua o destruir acueductos y alcantarillado. La calificación de estas acciones como 'infracciones muy graves' refleja su impacto potencial no solo en el acceso al agua, sino también en la seguridad de las comunidades y la estabilidad de los ecosistemas.

La protección de las infraestructuras hidráulicas esenciales resulta clave para garantizar una gestión sostenible de los recursos hídricos, la seguridad alimentaria y la prevención de desastres. Para que estas infracciones puedan prevenirse y sancionarse eficazmente, es fundamental contar con un sistema robusto de monitoreo, aplicar sanciones justas y fomentar la educación y concientización pública sobre la importancia de preservar estas infraestructuras.

2.2.3 Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente

Art. 263.- El Glosario de Términos a regir el presente Libro III del Régimen Forestal comprende los siguientes términos técnicos: Regeneración natural.- Es el proceso de recuperación natural o asistida de la cobertura vegetal nativa y comprende diferentes formaciones vegetales que representan estadios de la sucesión natural; como consecuencia de perturbaciones naturales (por ej. derrumbes, apertura de claros por caídas de árboles, inundaciones, crecida de ríos) y/o por efecto de intervenciones antrópicas (por ej. apertura de carreteras, líneas eléctricas, oleoductos tumba de árboles, otros). (Ministerio de Ambiente, 2017).

El artículo 263 de este cuerpo normativo incorpora, a modo de glosario, diversos términos vinculados a las inundaciones y resalta, entre ellos, la regeneración natural como concepto clave para la restauración de ecosistemas. Se subraya que la cobertura vegetal nativa puede recuperarse de forma espontánea o con apoyo humano luego de perturbaciones de origen natural o antrópico, lo cual adquiere especial relevancia en escenarios de cambio climático, intervención humana y eventos extremos. La

regeneración natural posee un alto valor ecológico porque contribuye a restituir la biodiversidad y las funciones de las áreas degradadas.

El texto destaca también la importancia de las sucesiones ecológicas en la recuperación de la vegetación, describiendo un proceso gradual que avanza cuando las condiciones ambientales son adecuadas. Asimismo, reconoce el papel de la regeneración asistida, señalando que la intervención humana puede ser determinante para acelerar el proceso y garantizar su viabilidad a largo plazo, especialmente en zonas donde los ritmos naturales son lentos o los impactos antrópicos han sido significativos.

Como mejora, sería pertinente profundizar en las técnicas de regeneración asistida y en los criterios de balance entre intervención humana y recuperación natural, dado que este equilibrio constituye un desafío central para la gestión sostenible del territorio.

CAPÍTULO III

Marco Metodológico

3.1 Enfoque de la Investigación

Se optó por un enfoque mixto, adecuado cuando se busca comprender en profundidad fenómenos sociales, humanos o contextuales. En este caso, fue necesario articular el análisis de percepciones y experiencias con la revisión bibliográfica para identificar causas y consecuencias que afectan a un territorio específico y a su población.

Conforme a Sánchez et al. (2021) la investigación cualitativa se caracteriza por ser flexible, inductiva y descriptiva, lo que permite ajustar el proceso a medida que avanza el estudio. Emplea técnicas como entrevistas abiertas, observación participante, grupos focales y análisis documental.

Dentro de este enfoque, el investigador se convierte en un instrumento activo, interactuando con el entorno y estableciendo relaciones que facilitan la recolección de datos contextualizados y enriquecidos. Aunque los resultados no son estadísticamente replicables, aportan validez interpretativa y profundidad analítica. Este paradigma es especialmente útil para explorar fenómenos complejos o poco estudiados, comprender el significado de las acciones en su contexto social y generar teorías emergentes o hipótesis para investigaciones futuras.

Por otra parte, el enfoque cuantitativo según Hernández et al. (2014) especialmente en ingeniería civil se sustenta en la medición numérica, el análisis estadístico y la modelación matemática para entender, predecir o resolver problemas vinculados con estructuras, materiales, sistemas hidráulicos, transporte, entre otros. Sus rasgos distintivos incorporan la objetividad (los resultados deben ser independientes del juicio personal del investigador), la medición precisa mediante instrumentos, sensores o ensayos que producen datos numéricos, y el uso de herramientas estadísticas para analizar la información y extraer conclusiones válidas. Asimismo,

busca la generalización de los hallazgos a situaciones similares bajo condiciones controladas.

3.2 Alcance de la Investigación

Con base en las características del objeto de estudio, se definió un alcance descriptivo, pues la utilidad esperada de los resultados es detallar y caracterizar el fenómeno y su contexto en un territorio específico, a partir de percepciones y experiencias complementadas con información bibliográfica. Según Calizaya (2020) el alcance descriptivo busca responder al qué, cómo y dónde de los hechos, sin pretender explicar sus causas últimas ni establecer relaciones causales profundas.

Este alcance resulta pertinente cuando se requiere: (i) obtener información precisa sobre una población, proceso, estructura o comportamiento; (ii) identificar patrones, tendencias o frecuencias en un entorno dado; y (iii) establecer líneas de base para futuros estudios con alcances explicativos o correlacionales. Además, admite el uso combinado de métodos cuantitativos y cualitativos, en función de la naturaleza del problema, y es común en ingeniería, ciencias sociales, salud y educación.

A modo ilustrativo en ingeniería civil, un estudio descriptivo podría caracterizar los materiales más empleados en sistemas de alcantarillado de zonas rurales del Ecuador, documentando su resistencia, disponibilidad, costos y frecuencia de uso, sin intentar, en esta fase, explicar por qué se eligen ni predecir su desempeño bajo condiciones específicas. Esta información de partida sirve como referente para investigaciones posteriores de corte explicativo o de evaluación de desempeño.

3.3 Técnica e Instrumentos para Obtener los Datos

Las técnicas de investigación fueron los procedimientos o también conocidas como las herramientas prácticas que se utilizaron en la investigación para recolectar, procesar y analizar datos en función del objetivo del estudio. Estas técnicas constituyeron el “cómo” se ejecutó la investigación en el terreno o en la recopilación de información. Se seleccionaron de acuerdo con el enfoque metodológico el cual fue del tipo mixto. Cada técnica tiene un instrumento a través del cual se realizará la medición

o evaluación de la variable en investigación. Para poder encontrar el instrumento adecuado para cada técnica es necesaria la operacionalización de la variable.

3.3.1 Operacionalización de la Variable

La operacionalización de variables es el proceso mediante el cual una variable abstracta o teórica se interpreta en términos concretos y medibles, permitiendo su observación, registro y análisis dentro del estudio. Este paso es clave para asegurar que los conceptos trabajados en la investigación sean comprensibles, medibles y replicables.

Tabla 1.

Operacionalización de la variable

Variable	Concepto	Dimensión	Indicador	Instrumento
	Se refiere a la			
	cantidad de			
	líquido			
	que un sistema			- Cuestionario
	de			
Capacidad de	drenaje puede	Tiempo de	Tiempo de	- Google académico
drenaje	evacuar,	respuesta	evacuación total	- Guía de
	generalmente			observación
	medida en			
	metros			
	cúbicos por			
	segundo			

Elaborado por: Espinoza & Nagua (2025)

Por lo tanto, las técnicas de tipo cuantitativo fueron:

- Técnica: Análisis documental
 - Instrumento: Motor de búsqueda Google académico

- Técnica: Observación estructurada
 - Instrumento: Guía de observación

Por otra parte, la de tipo cuantitativo fue:

- Técnica: Encuesta
 - Instrumento: Cuestionario

3.3.2 Encuesta

El uso de encuestas en investigaciones de ingeniería civil es plenamente pertinente, especialmente cuando el estudio incorpora la opinión, percepción, experiencia o comportamiento de las personas frente a un fenómeno técnico o social vinculado con la disciplina. En la misma línea, Pobeá (2015) respalda su empleo como técnica válida cuando se requiere captar estos componentes humanos para comprender y contextualizar el problema de investigación.

3.3.3 Análisis Documental

El análisis documental es una técnica de investigación cualitativa, también puede emplearse en investigaciones cuantitativas, dependiendo de cómo se aplique. Según Clauso (1993) en el análisis documental cualitativo, el investigador interpreta, analiza y reflexiona sobre el contenido de documentos para comprender fenómenos, significados o contextos. No se trata de contar datos, sino de entender el contenido, el lenguaje, los mensajes o la intención de los textos.

3.3.4 Observación Estructurada

Según Campos & Lule (2012) la observación estructurada es una técnica de investigación que consiste en registrar de forma sistemática y planificada los comportamientos, eventos o condiciones de un fenómeno específico, siguiendo un guion o formato prediseñado. A diferencia de la observación libre o no estructurada, en la observación estructurada se define previamente qué se va a observar. Se usan instrumentos como listas de verificación, escalas de evaluación o fichas de observación. El observador no interviene, solo registra los datos tal como ocurren.

Además, entre sus características está que es cuantificable, ya que registra información objetiva y repetible, se basa en criterios previamente establecidos, permite la comparación entre diferentes escenarios o momentos y se usa mucho en contextos técnicos, educativos, industriales y científicos.

3.3.5 Esquema Técnico – Metodológico

La congruencia entre las técnicas de investigación se vio reflejada en el análisis y propuesta técnico – metodológica sobre el objeto de estudio. Con el fin de entender los resultados que se obtendrán se realizó la siguiente esquematización de las técnicas:

Encuesta: La encuesta pretendió obtener una respuesta estadística por parte de la población afectada. Para ello, el cuestionario debió encaminarse hacia el planteamiento de interrogantes directamente relacionadas con el aspecto más crítico del problema, el cual han sido las recurrentes inundaciones que ha sufrido la parroquia Clemente Baquerizo.

La forma en la que se esquematizó la elaboración del cuestionario tomando en consideración los principios de la técnica encuesta fueron los siguientes:

1. Definir el objetivo de la encuesta
2. Diseñar cuestionario
3. Definir población y muestra
4. Aplicación de la encuesta
5. Procesar los datos

Tabla 2.

Encuesta

Preguntas	Respuestas
1. ¿Cuánto tiempo tiene usted viviendo en la parroquia Clemente Baquerizo? Especifique años por favor.	
2. ¿Durante su tiempo viviendo en la parroquia, con qué frecuencia ha observado que se generen inundaciones?	
3. ¿Qué zona de la parroquia usted ha observado que se inunda con mayor frecuencia?	
4. ¿Sabe usted si la zona donde usted vive cuenta con drenaje de aguas lluvias?	
5. ¿Cuánto tiempo se tarda el agua en bajar de nivel?	

Elaborado por: Espinoza & Freire (2025)

Análisis documental: A través de la búsqueda bibliográfica se pretendió encontrar soluciones factibles dentro del amplio espectro de alternativas de mitigación de inundaciones. Con estas alternativas referenciadas se buscó tener un respaldo al plantear la aplicación de soluciones que han sido probadas por otros autores en casos similares. Precisamente dentro de este análisis se planteó investigar sobre tres estrategias de mitigación previamente establecidas para encontrar su factibilidad: Traslado de la cota no inundable; jardines de lluvia o techos verdes; rediseño del sistema de control de inundaciones. Esas estrategias fueron, además, los indicios de criterio de búsqueda para encontrar trabajos relacionados en donde se hayan probado estrategias de mitigación.

Observación estructurada: Esta técnica buscó obtener información de fuentes primarias como la inspección visual en campo de los lugares más afectados y/o

declarados como zonas de riesgo por ser proclives de inundaciones recurrentes.

Tabla 3.

Guía de observación

Dimensión	Descripción	Indicador	Sí	No	N/A
Condiciones de drenaje pluvial	Estado de sumideros	Obstrucción			
		Rotura			
		Ausencia			
	Mantenimiento del sistema	Limpieza			
		Acumulación de sedimentos			
		Maleza			
Infraestructura pluvial	Cobertura y distribución	Existencia de drenaje			
Factores agravantes	Presencia de residuos sólidos	Presencia de basura			
	Pendientes y topografía	Zonas con desnivel negativo			
Impacto observable	Evidencia de inundaciones pasadas	Manchas			
		Deterioro en veredas			
		Erosión			

Elaborado por: Espinoza & Nagua (2025)

3.4 Población y Muestra

3.4.1 Población

Se entiende por población el universo de personas, instituciones u objetos a partir de los cuales es posible obtener información pertinente para la investigación. En este estudio, la población se estructuró en tres componentes:

- Habitantes de la parroquia Clemente Baquerizo que residen en zonas

recurrentemente afectadas por inundaciones. Constituyeron el núcleo para la aplicación de encuestas, aportando datos sobre experiencias directas, frecuencia y duración de los eventos, respuesta institucional y percepción del sistema pluvial, entre otros aspectos.

- Funcionarios y técnicos del gobierno local y de obras públicas — responsables de drenaje, infraestructura y gestión de riesgos—. Resultaron clave para el análisis documental (informes, planes, actas) y para contextualizar decisiones pasadas y vigentes.
- Infraestructura física del sistema de drenaje existente. Aunque no constituye una población humana, se consideró objeto de observación estructurada (canales, sumideros, alcantarillas, zanjas, etc.), susceptible de inspección directa para evaluar su estado y funcionamiento.

3.4.2 Muestra

Por otra parte, la muestra es una parte representativa de la población total que vas a estudiar de manera más directa y accesible, dependiendo de tus recursos y tiempo.

- Para la encuesta (residentes) se pudo definir una muestra representativa de habitantes, por ejemplo, 30 a 50 encuestas siendo el estudio es cualitativo. Selección por muestreo intencional o por conveniencia, eligiendo personas que hayan experimentado inundaciones, vivan en áreas bajas o cercanas a cuerpos de agua o sean mayores de edad y puedan describir eventos pasados.
- Para la observación estructurada se seleccionaron zonas clave o críticas de la parroquia, es decir, 5 a 10 puntos de observación como calles con mayor frecuencia de inundación, intersecciones, zonas rurales con canales en las que se pueda registrar el estado físico del sistema de evacuación pluvial en cada punto.
- Para el análisis documental: La muestra estuvo conformada por documentos relevantes, como Informes técnicos municipales, planes de desarrollo local o

cantonal, proyectos de obras pluviales anteriores, Normas técnicas nacionales (como NTE INEN).

Por lo tanto, las poblaciones y muestras respectivas del estudio quedaron resumidas de la siguiente forma:

Tabla 4.

Poblaciones y muestras respectivas

Técnica	Población objetivo	Muestra
Encuesta	Habitantes afectados por inundaciones	30 (selección por conveniencia)
Observación estructurada	Infraestructura de drenaje pluvial	5 - 10 puntos críticos (canales, sumideros, calles bajas)
Análisis documental	Documentos técnicos, normativos y de planificación	5 - 15 documentos clave (planes, informes, estudios previos)

Elaborado por: Espinoza & Nagua (2025)

CAPÍTULO IV

Propuesta o Informe

En esta sección se presentan los resultados obtenidos a partir de las técnicas e instrumentos definidos en el capítulo metodológico. La exposición se organiza en correspondencia con los objetivos específicos, de modo que se facilite la lectura, la comprensión de los hallazgos y su vinculación con las preguntas de investigación.

El análisis se realiza desde un enfoque crítico e interpretativo, comparando la evidencia empírica con el marco teórico y la revisión histórica. De esta manera, no solo se describen los hallazgos, sino que también se interpretan su significado, sus implicaciones y su coherencia con el problema investigado.

Asimismo, se incorporan gráficos, cuadros y esquemas que clarifican la información, permitiendo comparaciones y la identificación de patrones relevantes. El planteamiento integral suministra una base sólida para la formulación de conclusiones y recomendaciones en el capítulo final.

4.1 Presentación y Análisis de Resultados

4.1.1 Resultados de la Encuesta

Como parte del trabajo de campo de la presente investigación, se aplicó una encuesta dirigida a los habitantes de la parroquia Clemente Baquerizo, con el propósito de recopilar información primaria sobre los lugares y frecuencia de inundaciones.

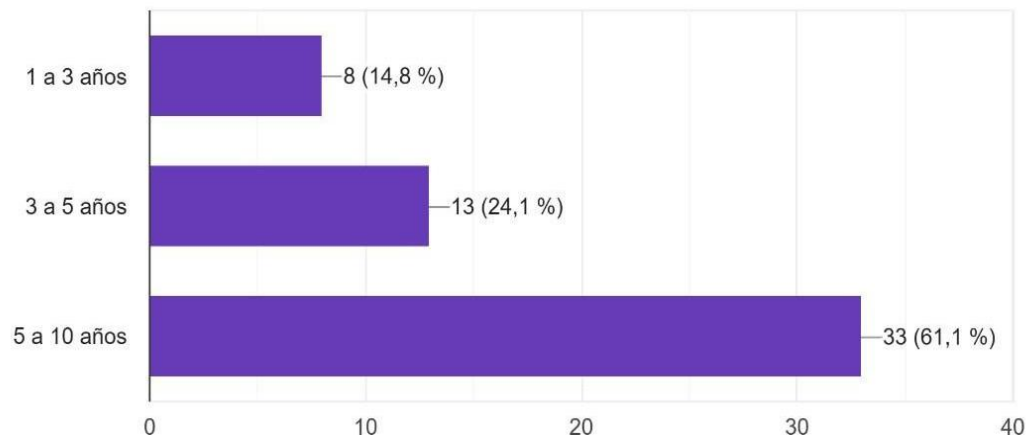
El instrumento de recolección de datos fue elaborado a partir de los objetivos de la investigación y de la revisión teórica previa, implementando preguntas cerradas que permitieron obtener tanto información cuantitativa como cualitativa. La encuesta se aplicó durante el periodo del mes de julio de 2025 a un total de 55 participantes seleccionados mediante muestreo por conveniencia.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos, organizados de acuerdo con el orden de preguntas del cuestionario previamente diseñado:

Figura 13

Pregunta 1: ¿Cuánto tiempo tiene usted viviendo en la parroquia Clemente Baquerizo? Especifique años por favor.

54 respuestas



Elaborado por: Espinoza & Nagua (2025)

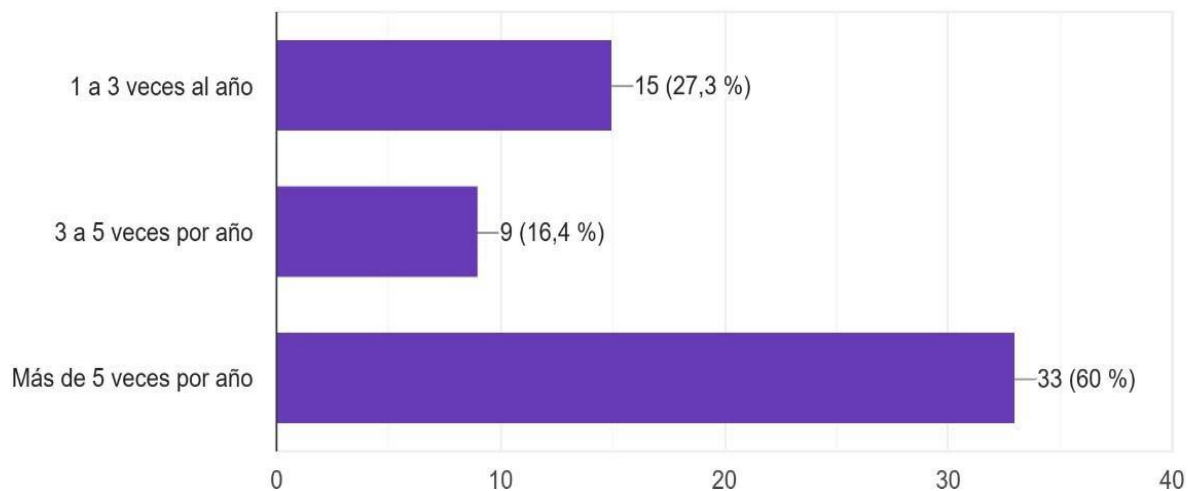
La figura 13 refleja el tiempo de residencia de los habitantes encuestados en la parroquia Clemente Baquerizo. De un total de 54 personas, la mayoría —33 individuos (61,1%)— afirmó vivir en la parroquia entre 5 y 10 años, evidenciando un alto arraigo y permanencia en la zona. En segundo lugar, 13 personas (24,1%) reportaron residir entre 3 y 5 años, mientras que 8 personas (14,8%) indicaron haber vivido allí entre 1 y 3 años.

Los resultados sugieren que la mayoría de la población encuestada tiene una permanencia considerable, lo que podría traducirse en un conocimiento más profundo de la dinámica local, incluyendo la frecuencia de inundaciones y sus causas. Asimismo, la baja proporción de residentes recientes apunta a una estabilidad poblacional y a la continuidad de las percepciones comunitarias sobre los problemas estudiados.

Figura 14

Pregunta 2: ¿Durante su tiempo viviendo en la parroquia, con qué frecuencia ha observado que se generen inundaciones?

55 respuestas



Elaborado por: Espinoza & Nagua (2025)

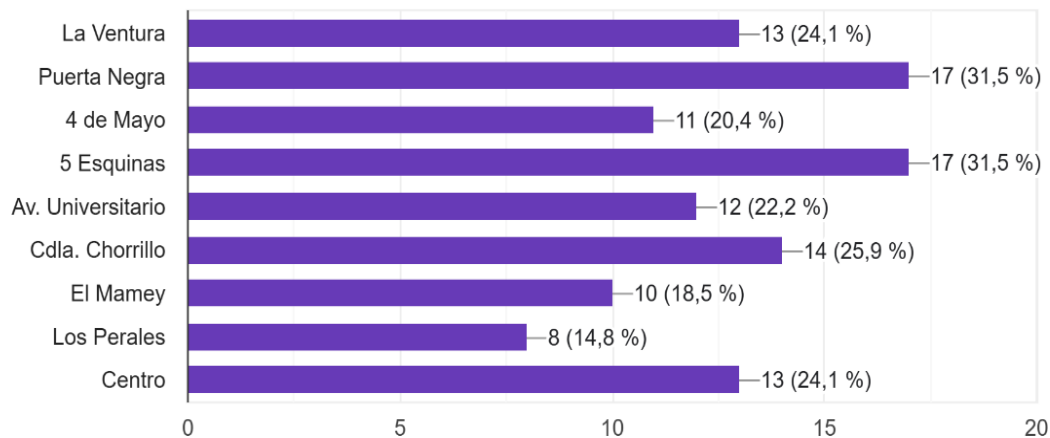
La figura 14 presenta la frecuencia con la que los encuestados han observado inundaciones durante su tiempo de residencia en la parroquia Clemente Baquerizo. La mayoría, 33 personas (60%), señaló que las inundaciones ocurren más de 5 veces al año, evidenciando un problema recurrente y de alta incidencia.

En segundo lugar, 15 encuestados (27,3%) indicaron que las inundaciones se presentan entre 1 y 3 veces al año, mientras que 9 personas (16,4%) reportaron una recurrencia de 3 a 5 veces por año.

Estos resultados sugieren que, para la mayoría de la población, las inundaciones no son eventos ocasionales, sino fenómenos frecuentes que afectan de manera constante a la comunidad. Esta alta periodicidad podría estar asociada a factores como la deficiencia del sistema de drenaje, la intensidad de las precipitaciones, el desbordamiento de cuerpos de agua cercanos o la falta de medidas efectivas de mitigación.

Figura 15

Pregunta 3: ¿Qué zona de la parroquia usted ha observado que se inunda con mayor frecuencia?



Elaborado por: Espinoza & Nagua (2025)

La figura 15 refleja las zonas de la parroquia Clemente Baquerizo que, según los habitantes encuestados, presentan mayor frecuencia de inundaciones. Los sectores más mencionados fueron Puerta Negra y 5 Esquinas, con 17 menciones cada uno (31,5%), indicando que son las áreas con mayor recurrencia de este fenómeno.

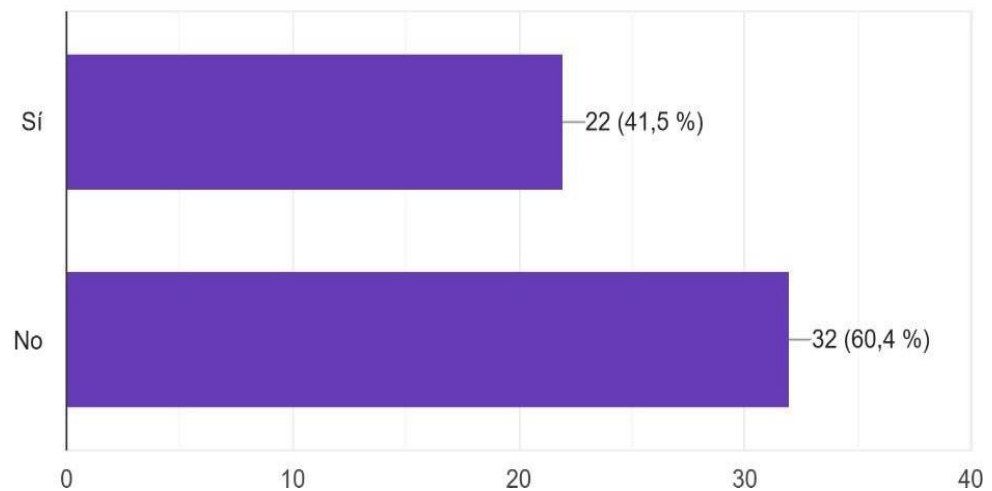
En un segundo nivel de afectación se encuentran Cdla. Chorrillo con 14 respuestas (25,9%) y La Ventura y Centro con 13 menciones cada una (24,1%). Le siguen Av. Universitario con 12 menciones (22,2%) y 4 de mayo con 11 menciones (20,4%). Los sectores menos reportados fueron El Mamey con 10 respuestas (18,5%) y Los Perales con 8 respuestas (14,8%), aunque esto no significa que estén libres de problemas, sino que presentan una menor frecuencia de inundaciones según los participantes.

Estos datos indican que las inundaciones afectan a múltiples puntos de la parroquia, aunque áreas como Puerta Negra y 5 Esquinas concentran la mayor problemática. Esto podría estar relacionado con factores como la topografía, deficiencias en el drenaje pluvial o una mayor exposición a zonas de acumulación de agua.

Figura 16

Pregunta 4: ¿Sabe usted si la zona donde usted vive cuenta con drenaje de aguas lluvias?

53 respuestas



Elaborado por: Espinoza & Nagua (2025)

El hecho de que más del 60% de los habitantes encuestados desconozcan la existencia de sistemas de drenaje pluvial en la parroquia Clemente Baquerizo, Babahoyo, en la figura 16 se evidencia una falta de información y sensibilización en la comunidad.

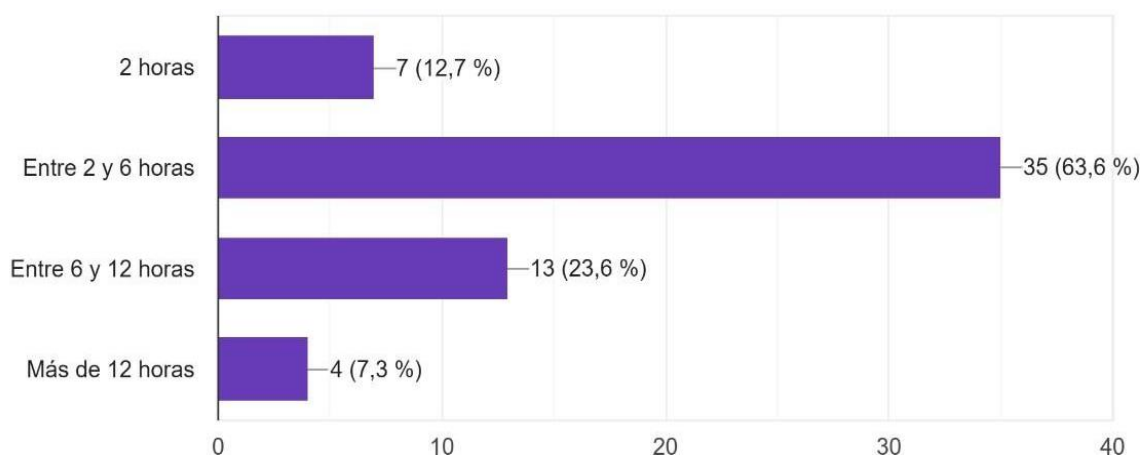
Esta situación refleja una desconexión entre la población y la infraestructura, lo que dificulta la adopción de medidas preventivas y limita la colaboración ciudadana en el mantenimiento de estos sistemas. Como resultado, se incrementa la vulnerabilidad ante posibles inundaciones, ya que la falta de conocimiento impide a los habitantes anticipar, reportar o actuar frente a situaciones de riesgo.

Frente a este panorama, resulta necesario no solo mejorar la infraestructura existente, sino también implementar estrategias sostenibles que incluyan la participación activa de la comunidad, campañas informativas y el fomento de una

cultura de prevención. En conclusión, el fortalecimiento de la gestión social del riesgo es fundamental para mitigar las inundaciones, integrando soluciones técnicas, educativas y participativas.

Figura 17

Pregunta 5: ¿Cuánto tiempo se tarda el agua en bajar de nivel?



Elaborado por: Espinoza & Nagua (2025)

La figura 17 muestra que en la parroquia Clemente Baquerizo, Babahoyo, el drenaje del agua tras las lluvias es mayormente lento, ya que más del 63 % de los encuestados indica que el nivel del agua tarda entre 2 y 6 horas en descender. Además, un porcentaje considerable señala tiempos aún mayores, llegando incluso a más de 12 horas en algunos casos.

Esta situación alarga la exposición de la población a varias afecciones, como daños en viviendas e infraestructura, aumento de enfermedades relacionadas con el agua estancada y afectaciones a la movilidad cotidiana. Que únicamente un pequeño grupo perciba un drenaje rápido indica que la capacidad del sistema es actualmente insuficiente y desigual en distintas áreas de la parroquia.

En consecuencia, se resalta la urgente necesidad de mejorar y modernizar la infraestructura de drenaje, fomentar soluciones sostenibles e involucrar de manera activa a la comunidad en el mantenimiento y seguimiento de estos sistemas, aspectos

clave para las estrategias de mitigación de inundaciones propuestas en esta investigación.

4.1.2 Resultados del Análisis Documental

Con el fin de validar teóricamente las estrategias de mitigación preseleccionadas y mencionadas en el capítulo 3 de la presente investigación, se llevó a cabo el análisis documental mediante la búsqueda de fuentes académicas relacionadas la mitigación de inundaciones. Esta búsqueda se centró en documentos publicados en los últimos cinco años, priorizando aquellos con alta relevancia y pertinencia para el contexto de la parroquia Clemente Baquerizo y entornos con características similares.

En la tabla se representaron los principales documentos seleccionados, organizados según el criterio de búsqueda, año de publicación y autoría. Esta sistematización nos permitió visualizar las contribuciones más notables que servirán de base para el análisis posterior.

Tabla 5.
Resultados del análisis documental

Criterio	Año de población	Autor	URL
"Cota Inundación"	2023	Camacho de Angulo Oviedo Barrero	https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-77432023000400005&script=sci_arctext
	2022	Flórez & Parra	https://repositorioinstitucional.ufps.edu.co/handle/20.500.14167/1172
	2022	Bompoil	https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/26159

	2021	Vega et al.	https://repositorio.uptc.edu.co/server/api/core/bitstreams/6cc16ee_c-76a8-4936-8710-676f5c0badb0/content
	2021	Rodríguez Alarcón	https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-78902021000400015&script=sci_arcttext
	2020	López et al.	https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0379-39822020000300068&script=sci_arcttext
	2024	Castillo Valdivia	https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/682807
	2023	Cruz et al.	https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-90282023000100015&script=sci_arcttext
	2020	Giobellina et al.	https://core.ac.uk/download/pdf/322906276.pdf#page=27

"Jardines Lluvia/Techo Verde"	2021	Ribeiro Sant'Ana	https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/91912916/2857-WAPab0pRTE5lcHIYGWpVW7fGLRbDTU47whUTU7KLGvYwuabL75jVeivvQX2sEThdHXfRIR9fVjH96VJzYRFK98SSjY~xLKB-EJ0Lf7bHA9YZDUFKG9~b7CvTf0IPJtPEdnA3-uxLm4aZ8E1xqIGNJQ2Hiday-gbJA6I-PVkBQsxGPdLLTm-fRVOSQ282isW9iK1DqXVx-oiiLJbixXMgCNRwqWZFkm1sw1PWdAadaxB3lksXrAtZr6t9H5oAHDAIsA &Key-Pair-
"Rediseño Control Inundaciones"	2024	Flores & Zuloaga	https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/675221
	2023	Ponce	https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/5544
	2023	Castro	https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/4849
	2021	García Fernández	https://repositorio.unsm.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/0d496369-512e-481c-b572-15848611d64b/content
	2022	Rodríguez et al.	https://manqlar.uninorte.edu.co/handle/10584/10760

Elaborado por: Espinoza & Nagua (2025)

El examen de la información recopilada muestra tendencias compartidas y enfoques heterogéneos en torno al problema estudiado. A partir de la revisión de los documentos incluidos en la tabla, se identificaron los principales aportes, coincidencias y vacíos de conocimiento que orientan la discusión y las propuestas de esta investigación.

A continuación, se ofrece una síntesis interpretativa de los hallazgos más relevantes del análisis documental:

Traslado de la cota no inundable. Se refiere a modificar la ubicación o el nivel altimétrico mínimo exigido para un terreno, edificación o infraestructura, de modo que permanezca fuera del alcance de las inundaciones considerando un periodo de retorno determinado.

En términos prácticos, implica ajustar el nivel de seguridad requerido para evitar que el agua alcance una zona o estructura. ya sea porque:

- Se ha actualizado la información hidrológica o climática (por ejemplo, se espera mayor intensidad de lluvias).
- Se modificó el cauce de un río o se construyeron nuevas obras hidráulicas (canales, muros, embalses).
- Cambió el uso del suelo o se desarrolló urbanísticamente una zona que antes era rural.
- Se adoptan nuevas normativas de gestión del riesgo.

Las acciones que implica este cambio pueden ser las siguientes:

- Aumentar o reducir la cota no inundable: Por ejemplo, si antes se consideraba segura una vivienda a 3.50 m sobre el nivel del río, y nuevos estudios indican que se requieren 4.20 m, se traslada la cota hacia una nueva elevación.

- Reubicar proyectos o áreas habitadas si no es posible cumplir con la nueva cota.
- Recalcular los diseños hidráulicos y estructurales de futuras edificaciones o sistemas de drenaje.

Jardines de lluvia y techos verdes. Los jardines de lluvia son una medida sostenible y eficaz para mitigar inundaciones urbanas y resultan especialmente pertinentes en la parroquia Clemente Baquerizo. Estas depresiones ajardinadas con vegetación nativa capturan, filtran e infiltran el agua pluvial dentro del suelo, con lo cual disminuyen el volumen y la velocidad del escurrimiento superficial, reducen los picos de caudal en eventos intensos y aligeran la carga sobre el drenaje convencional. Además, funcionan como filtros naturales, reteniendo contaminantes y mejorando la calidad del agua.

Más allá del control de crecidas, aportan múltiples co-beneficios: incrementan la superficie verde, fomentan la biodiversidad urbana, atenúan la isla de calor y mejoran el paisaje, a la vez que sensibilizan a la comunidad sobre la gestión sostenible del recurso hídrico. En el caso de Clemente Baquerizo, pueden implantarse en calles, patios y espacios públicos con encharcamientos recurrentes, acortando el tiempo de drenaje, tal como evidencian las encuestas aplicadas en este estudio.

Los techos verdes apoyan esta estrategia al retener y moderar la escorrentía que proviene de las cubiertas, reduciendo el flujo inmediato hacia la red de drenaje y contribuyendo además a la regulación térmica de los edificios.

Rediseño del sistema de control de inundaciones: Las inundaciones representan uno de los principales desafíos ambientales y sociales en la parroquia, afectando tanto la calidad de vida como la sostenibilidad de la infraestructura. La combinación de variabilidad climática, crecimiento urbano desordenado y capacidad limitada del sistema de drenaje ha incrementado la frecuencia e intensidad de estos eventos, evidenciando la necesidad urgente de implementar soluciones más eficientes y resilientes.

Se replantea, por ello, un rediseño integral que, además de mejorar la infraestructura existente, incorpore estrategias de bajo impacto y criterios de sostenibilidad. El enfoque prioriza la infiltración, la retención natural y la participación activa de la población en el mantenimiento y cuidado del entorno.

El presente documento expone los fundamentos de dicho rediseño, juntando los resultados del diagnóstico con buenas prácticas de gestión urbana del agua. El objetivo es conformar un sistema más eficiente, adaptable y sostenible que mitigue el riesgo de inundaciones y fortalezca la resiliencia de Clemente Baquerizo frente a los desafíos climáticos presentes y futuros.

4.1.3 Resultados de la Observación Estructurada

Esta sección presenta los resultados obtenidos mediante una observación estructurada, realizada con el fin de recopilar información objetiva y sistemática sobre el estado actual del sistema de drenaje pluvial en la parroquia Clemente Baquerizo. La técnica empleada permitió registrar de manera planificada, siguiendo criterios previamente definidos, las características más relevantes del contexto estudiado.

La observación se llevó a cabo en el centro poblado y áreas circundantes durante el desarrollo de la investigación, utilizando una guía de observación diseñada específicamente, que incluía categorías, indicadores y criterios de registro uniformes. Este enfoque metodológico garantizó la coherencia en la recolección de datos, minimizó la subjetividad y facilitó el análisis posterior.

Tabla 6.

Resultados de observación estructurada

Dimensión	Descripción	Indicador	Sí	No	N/A
Condiciones de drenaje pluvial	Estado de sumideros	Obstrucción	✓		
		Rotura	✓		
		Ausencia	✓		
	Mantenimiento del sistema	Limpieza		✓	
		Acumulación de sedimentos		✓	
		Maleza		✓	
Infraestructura pluvial	Cobertura y distribución	Existencia de drenaje	✓		
Factores agravantes	Presencia de residuos sólidos	Presencia de basura	✓		
	Pendientes y topografía	Zonas con desnivel negativo	✓		
Impacto observable	Evidencia de inundaciones pasadas	Manchas	✓		
		Deterioro en veredas	✓		
		Erosión			✓

Elaborado por: Espinoza & Nagua (2025)

Figura 18

Río San Pablo



Elaborado por: Espinoza & Nagua (2025)

Figura 19

Río San Pablo



Elaborado por: Espinoza & Nagua (2025)

Figura 20

Centro poblado 1



Elaborado por: Espinoza & Nagua (2025)

Figura 21

Centro poblado 1



Elaborado por: Espinoza & Nagua (2025)

Figura 22

Centro poblado 2



Elaborado por: Espinoza & Nagua (2025)

Figura 23

Centro poblado 3



Elaborado por: Espinoza & Nagua (2025)

Figura 24
Centro poblado 4



Elaborado por: Espinoza & Nagua (2025)

Figura 25

Centro poblado 5



Elaborado por: Espinoza & Nagua (2025)

Figura 26
Centro poblado 6



Elaborado por: Espinoza & Nagua (2025)

Figura 27

Centro poblado 7



Elaborado por: Espinoza & Nagua (2025)

Figura 28

Centro poblado 8



Elaborado por: Espinoza & Nagua (2025)

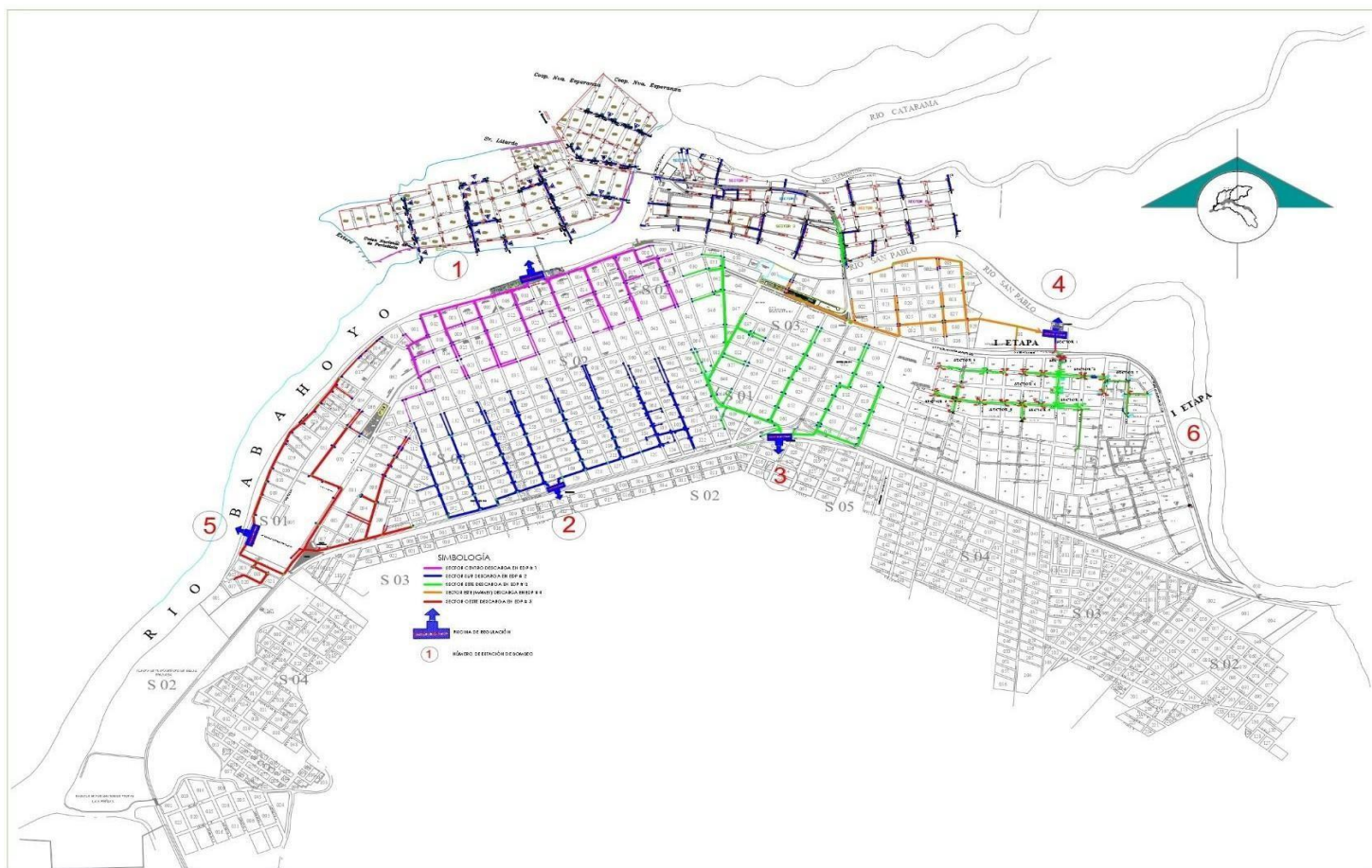
4.2 Propuesta

Con el objetivo de disminuir el riesgo de inundaciones y mejorar la gestión de aguas pluviales en la zona de estudio, se propone un rediseño integral del sistema de bombeo existente. Esta intervención responde a la necesidad de incrementar la capacidad hidráulica, optimizar la eficiencia operativa y garantizar la continuidad del servicio, incluso durante precipitaciones extremas.

El rediseño incorpora criterios técnicos actualizados, soluciones de ingeniería adaptadas al contexto local y medidas de resiliencia frente a eventos climáticos de creciente intensidad. De esta manera, se busca mitigar los impactos inmediatos de las lluvias, prolongar la vida útil de la infraestructura y reducir los costos de operación y mantenimiento a largo plazo.

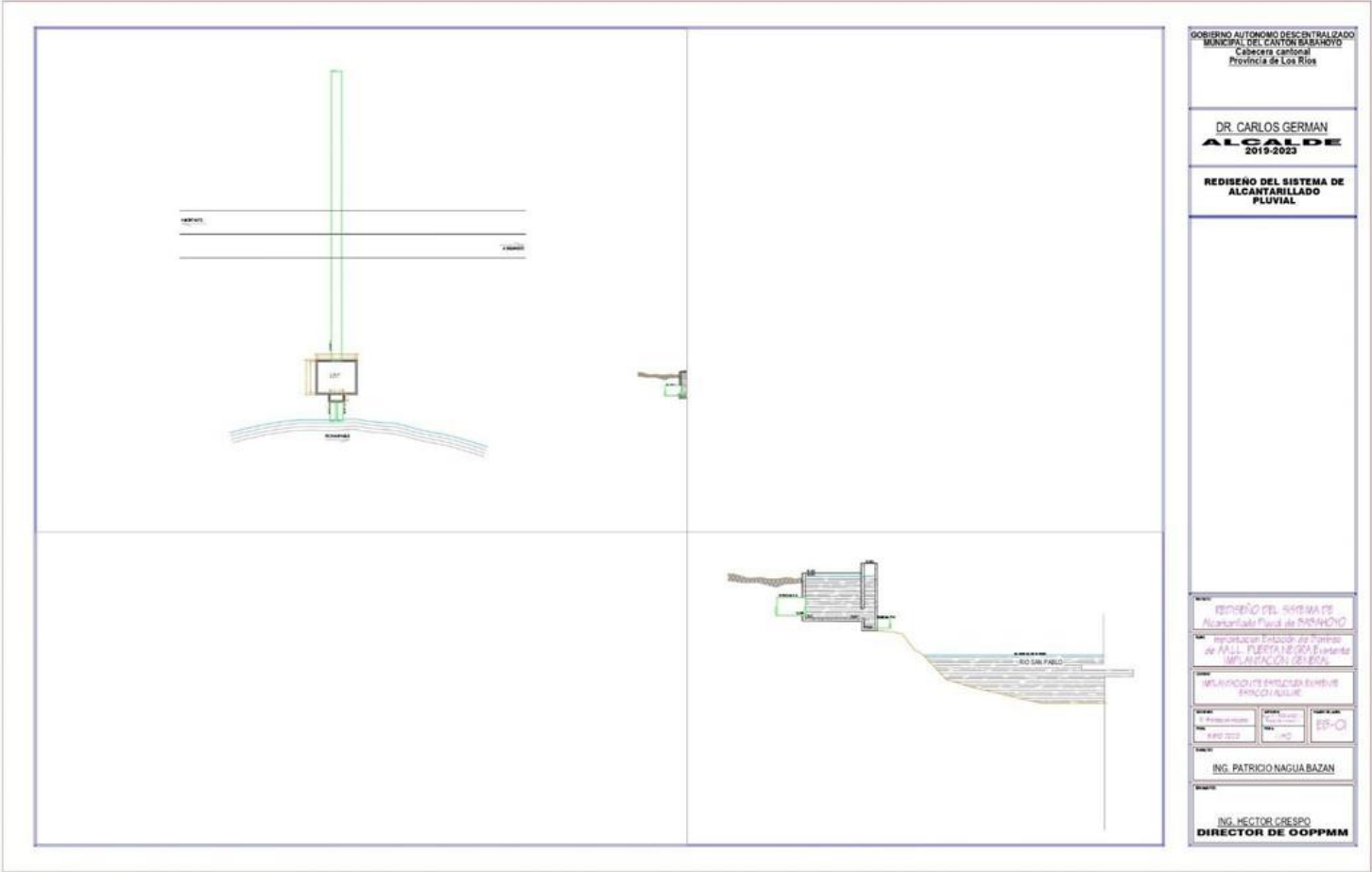
La sección siguiente expone los principales ajustes propuestos, los beneficios esperados y las consideraciones técnicas que sustentan las decisiones adoptadas.

Figura 29
Propuesta 1



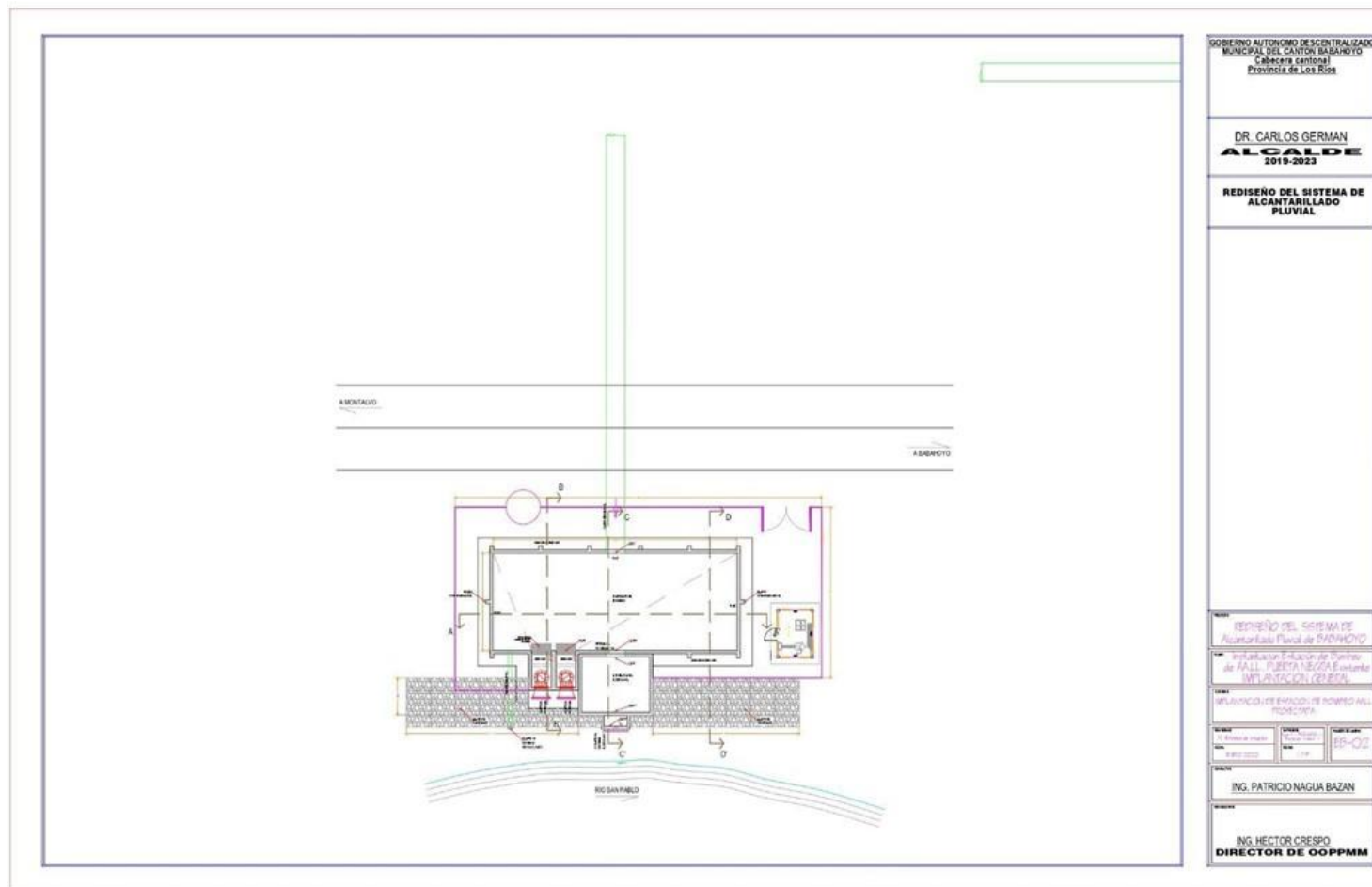
Elaborado por: Espinoza & Nagua (2025)

Figura 30
Propuesta 2



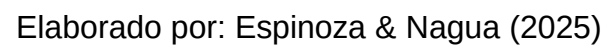
Elaborado por: Espinoza & Nagua (2025)

Figura 31
Propuesta 3



Elaborado por: Espinoza & Nagua (2025)

Propuesta 4



Se elaboró una memoria técnica con el propósito de documentar detalladamente el proceso de rediseño del sistema de bombeo de aguas lluvias destinado al control de inundaciones en el área de influencia del proyecto. El documento compila los criterios de diseño, la justificación técnica de las decisiones, los cálculos hidráulicos y estructurales realizados, y la descripción de equipos y elementos constructivos propuestos.

Este rediseño responde a la necesidad de incrementar la capacidad de manejo de aguas pluviales, mejorar la eficiencia energética y asegurar la operación continua durante lluvias intensas, cumpliendo con la normativa vigente y considerando las proyecciones de aumento en la frecuencia de eventos extremos. La memoria técnica fue elaborada conforme a las especificaciones del proyecto y se encuentra integralmente incluida en los anexos de esta investigación.

La sección siguiente presenta el presupuesto estimado para la implementación del rediseño del sistema de bombeo en el área de intervención. Este cálculo se basa en los planos, especificaciones técnicas y criterios constructivos definidos en la memoria. Los costos incluyen materiales, equipos, mano de obra, transporte, gastos generales y contingencias, así como un cronograma preliminar de obra. Además, considera las partidas necesarias para garantizar el cumplimiento normativo, la eficiencia operativa y la durabilidad de la infraestructura.

En su conjunto, la información proporciona una estimación clara y transparente de la inversión requerida, facilitando la planificación financiera y apoyando la toma de decisiones para la ejecución del proyecto.

Tabla 7.

Cronograma valorado

GADM CANTON BABAHOYO

CONSTRUCCION DE ESTACION DE BOMBEO DE AGUAS LLUVIAS EN EL SECTOR PUERTA NEGRA DE LA CIUDAD DE BABAHOYO

CRONOGRAMA VALORADO

RUBRO	DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	TOTAL	QUINCE NA 1	QUINCE NA 2	QUINCE NA 3	QUINCE NA 4	QUINCE NA 5	QUINCE NA 6	QUINCE NA 7	QUINCE NA 8
A	SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS			Total USD.	285,464.20								
B-01	OBRAS EXTERIORES		subtotal \$.	39,990.69		5998.6035	5998.6035	5998.6035	5998.6035	5998.6035	5998.6035	3999.069	
B-02	CERRAMIENTO		subtotal \$.	10,108.12					2021.624	2021.624	2021.624	2021.624	2021.624
B-03	CASETA DE CUARTO ELECTRIC		subtotal \$.	4,712.88					942.576	942.576	942.576	942.576	942.576
B-04	POZO HUMEDO		subtotal \$.	211,929.11		31,491.14	26,491.14	26,491.14	26,491.14	26,491.14	26,491.14	26,491.14	21,491.14

	Y SECO												
B-05	ALOJAMIENTO PARA EQUIPO DE BOMBEO		subtotal \$.	4,911.65					1,637.22	1,637.22	1,637.22		
B-06	MEDIDAS AMBIENTALES		subtotal \$.	13,811.75		1726.46875	1726.46875	1726.46875	1726.46875	1726.46875	1726.46875	1726.46875	1726.46875

VALOR PARCIAL QUINCENAL	39,216.21	34,216.21	34,216.21	38,817.63	38,817.63	38,817.63	35,180.88	26,181.81
%	13.7%	12.0%	12.0%	13.6%	13.6%	13.6%	12.3%	9.2%
PARCIAL VALOR ACUMULADO	39,216.21	73,432.42	107,648.63	146,466.26	185,283.89	224,101.52	259,282.39	285,464.20
% ACUMULADO	13.7%	25.7%	37.7%	51.3%	64.9%	78.5%	90.8%	100.0%

Elaborado por: Espinoza & Nagua (2025)

Tabla 8.

Presupuesto referencial

GADM CANTON BABAHOYO CONSTRUCCION DE ESTACION DE BOMBEO DE AGUAS LLUVIAS EN EL SECTOR PUERTA NEGRA DE LA CIUDAD DE BABAHOYO PRESUPUESTO REFERENCIAL						
	RUBRO	DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	TOTAL
Código de Especific. Técnicas	B	ESTACIONES DE BOMBEO DE AGUAS LLUVIAS				Total USD285,464.20
	B-01	ESTACION B-1				Total USD285,464.20
	B-01-1	OBRAS EXTERIORES				39,990.69
	204051	Desbroce y Limpieza	m2	420.00	1.37	575.40
	501087	Trazado y Nivelación	m2	420.00	0.99	415.80
	501098	Excavación Manual en terreno natural	m3	40.00	12.42	496.80
	501095	Excavación a máquina hasta 2.00m de altura	m3	40.00	2.68	107.20
	501096	Excavación Maquina Mayor de 2.00m a 4.00 de Altura	m3	1,331.00	4.00	5,324.00
	501002	Desalojo de Material	m3	1,371.00	3.69	5,058.99
	501003	Relleno Compactado Mecánicamente con material granular (cascajo) de acuerdo a especificaciones	m3	150.00	15.15	2,272.50
	501012	Muro de Hormigón Ciclopeo	m3.	260.00	77.48	20,144.80
	501131	Tablescas metálicas para excavaciones	m2	300.00	14.40	4,320.00

		a partir de 2.01 de profundidad				
	501005	Bombeo D=3"	Dia	40.00	31.88	1,275.20
B-01-2 CERRAMIENTO				10,108.12		
	501075	Hormigón Simple F"C=180Kg/cm2 Inc. Encofrado (Para Replanteo)	m3	12.32	203.99	2,513.16
	501013	Malla Galvanizada tipo rombo 5x5cm (Inc. Tubo Galv. 2")	m	88.00	64.01	5,632.88
	203220	Puerta Metálica de cerramiento 4.00x2.00 y Letrero	glb	1.00	1,962.08	1,962.08
B-01-3 CASETA DE CUARTO ELECTRICO				4,712.88		
	501113	Hormigón Simple 210 kg/cm2 (Incluye encofrado)	m3	2.09	270.00	563.76
	501068	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	187.92	2.39	449.13
	203210	Hormigón F"C=210 kg/cm2 , Losa (Inc. Alivianamiento).	m3	4.00	286.29	1,145.16
	203212	Contrapiso H.S e=8CM	m2	12.00	19.99	239.88
	203214	Pared de bloque de arena, e:9cm, 39x19m	m2	33.60	19.61	658.90
	501014	Ventana metálicas (1x1m)	m2	3.00	69.97	209.91
	501018	Puerta Metálica	m2	2.10	115.84	243.26
	501015	Enlucido	m2	67.20	7.53	506.02
	204220	Pintura (inc. Empaste)	m2	67.20	10.37	696.86
B-01-4 POZO HUMEDO Y SECO				211,929.11		
	501113	Hormigón Simple 210 kg/cm2 (Incluye encofrado)	m3	148.65	270.00	40,135.50
	501068	Acero de Refuerzo (Incluye corte y	Kg	13,378.50	2.39	31,974.62

		doblado)				
	202920	Rejilla Metálica 2"x1.25" (ver detalle en plano)	u	2.00	935.60	1,871.20
	501092	Provisión Tubería PVC D=315mm Serie 5	m	8.00	36.11	288.88
	501093	Instalación Tubería PVC D=315mm Serie 5	m	8.00	12.05	96.40
	202925	Compuerta de acero tipo Clapeta D=300mm	u	1.00	3,102.35	3,102.35
	203102	Provisión, instalación y puesta en funcionamiento de Bombas sumergibles axial Q=940 l/s ADT=5.00 mts. (Inc. panel)	u	2.00	67,230.08	134,460.16
B-01-5 ALOJAMIENTO PARA EQUIPO DE BOMBEO					4,911.65	
	501021	Camisa de acero para alojamiento de bomba axial	u	1.00	4,911.65	4,911.65
B-01-6 MEDIDAS AMBIENTALES					13,811.75	
	502001	Prevención y Control de Contaminación del Agua	u	5.00	30.33	151.65
	502002	Desvío y Control de Cursos de Agua	m	5.00	38.56	192.80
	502003	Seguridad Industrial	u	1.00	9,453.94	9,453.94
	502004	Monitoreo y Medición de Ruido	Hora	48.00	11.10	532.80
	502005	Monitoreo y Medición de Polvo	Hora	48.00	8.65	415.20
	502006	Control de Polvo (Agua)	m3	200.00	8.81	1,762.00
	502007	Monitoreo y	Hora	48.00	11.42	548.16

		Medición de Aire				
	502008	Capacitación a Fiscalizadores y Personal del Constructor	u	4.00	12.30	49.20
	502009	Instructivos Ambientales	u	200.00	3.53	706.00

Elaborado por: Espinoza & Nagua (2025)

CONCLUSIONES

La combinación de encuesta, análisis documental y observación estructurada permitió abordar el problema desde perspectivas complementarias, integrando datos cuantitativos con una lectura cualitativa de la información. La encuesta ofreció una visión estadística sobre la percepción y experiencia de la población frente a las inundaciones; el análisis documental aportó el soporte teórico y normativo para comprender el fenómeno; y la observación estructurada generó registros objetivos y comparables de las condiciones reales. La articulación de estas metodologías dentro de un esquema técnico-metodológico coherente proporcionó una base sólida para el análisis y la formulación de propuestas orientadas a resolver la problemática en Clemente Baquerizo.

El análisis documental permitió, con respaldo en experiencias y estudios previos, definir tres estrategias de mitigación con potencial de aplicación en el caso de estudio: traslado de la cota no inundable, implantación de jardines de lluvia o techos verdes y rediseño del sistema de control de inundaciones. Esta revisión no solo aportó referencias técnicas y casos exitosos, sino que sirvió como guía metodológica para evaluar la factibilidad de cada alternativa, asegurando sustento teórico y validación en contextos análogos.

La observación estructurada permitió obtener evidencia directa y confiable de las zonas con mayor recurrencia de inundaciones mediante inspecciones de campo. El levantamiento facilitó la delimitación precisa de áreas críticas y la verificación de su estado actual. La guía aplicada visible en la imagen de referencia da cuenta del carácter sistemático y planificado del proceso, garantizando información objetiva, comparable y útil para el análisis técnico y el diseño de soluciones.

El rediseño integral del sistema de bombeo de aguas lluvias se plantea como una solución técnica y estratégica para reducir el riesgo y optimizar la gestión pluvial en el ámbito de intervención. Basado en criterios de ingeniería actualizados y ajustados al contexto local, integra mejoras en capacidad hidráulica, eficiencia operativa y resiliencia frente a eventos extremos. La memoria técnica y el presupuesto respectivos documentan en detalle el proceso de diseño, cálculos y especificaciones, así como la estimación de recursos para su ejecución, aportando transparencia y

viabilidad técnica. Con ello, se sienta una base robusta para la toma de decisiones y la implementación de una infraestructura duradera, eficiente y alineada con la normativa vigente.

RECOMENDACIONES

Implementar un plan de mantenimiento preventivo del sistema de bombeo, que incluya inspecciones periódicas, limpieza de componentes y verificación del correcto funcionamiento de los equipos, con el fin de prolongar la vida útil de la infraestructura y evitar fallas operativas durante eventos de lluvias intensas.

Implementar sistemas de monitoreo y control automatizado que permitan registrar en tiempo real variables como caudal, nivel de agua y estado de los equipos, facilitando la detección temprana de fallas y la toma de decisiones rápida durante situaciones de emergencia.

Diseñar programas de capacitación y sensibilización comunitaria dirigidos a informar a los habitantes sobre el funcionamiento del sistema, las medidas preventivas y la importancia de mantener libres de obstrucciones las zonas de captación de aguas pluviales, promoviendo así la participación de la comunidad en la protección y cuidado de la infraestructura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asamblea Constituyente. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*.
Asamblea Nacional del Ecuador:
https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion_de_bolsillo.pdf
- Asamblea Nacional. (2014). *Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua*. Agencia de Regulación y Control del Agua:
<https://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/Ley-Org%C3%A1nica-de-Recursos-H%C3%ADricos-Usos-y-Aprovechamiento-del-Agua.pdf>
- Cáceres Silva, L. (2023). ¿Ecuador está preparado para enfrentar y reducir los impactos de las variaciones naturales y antropogénicas del sistema climático? *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 16.
- Calizaya, J. (2020). Algunas ideas de investigación científica. *Minerva*, 1.
- Calle Barros, D. F. (2022). *Integración del riesgo por inundación en la formulación de planes de desarrollo y ordenamiento territorial cantonales. Una metodología para Babahoyo*. Repositorio Institucional Universidad de Cuenca: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/items/0170359e-924c-491c-8119-6d329f9f8513>
- Camacho Vega, F. R. (2022). *Modelo de inundaciones utilizando el criterio saint venaint y análisis morfométrico en el tramo del río Babahoyo, recinto San Nicolás, parroquia urbana satélite La Puntilla, Samborondón – Ecuador*. DSpace U.E.B.:
<https://dspace.ueb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/ce9705f7-0f85-4c2b-ba3c-ba6f3e7baaa0/content>
- Campos, G., & Lule Martínez, N. (2012). *La observación, un método para el estudio de la realidad*. Dialnet:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3979972>
- Castillo Morales, F. A. (2023). *Sistema cantonal de gestión de riesgos como herramienta de reducción de riesgos en el cantón Babahoyo periodo enero 2002 - septiembre 2023*. DSpace UEB:
<https://dspace.ueb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/4fed030b-ce0f-4d2b-8150-2cbead6c75ec/content>

- Cevallos Delgado, W. L., Zambrano Zambrano, M. F., Cedeño Menendez, J. A., & Moreira Alava, A. A. (2024). Importancia de la hidrología en el manejo de cuencas hidrográficas. *Dominio de las Ciencias*, 10.
- Chimbo Fernandez, N. P., & Sisa Mullo, G. D. (2020). *Análisis de vulnerabilidad socioeconómica ante la amenaza de inundación producida por el río San Pablo en la Ciudadela 4 de Mayo, cantón Babahoyo, provincia Los Ríos*. DSpace U.E.B.:
<https://dspace.ueb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/07e819bf-4ac3-42ff-a8e1-0b2fc16b7c3f/content>
- Clauso García, A. (1993). *Análisis documental: el análisis formal*. CORE:
<https://core.ac.uk/download/pdf/38822611.pdf>
- El Comercio. (06 de Mayo de 2010). Una zona de Babahoy está inundada. *El Comercio*. <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/zona-babahoyo-inundada.html>
- El Comercio. (2014). *Dos sectores fueron declarados zonas de riesgo en Babahoyo*. El Comercio: [https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/sectores-declarados-zonas-de-riesgo/#:~:text=Los%20sectores%20Nueva%20Esperanza%2C%20en%20la%20parroquia,Riesgos%20\(SNGR\)%2C%20suscribi%C3%B3%20la%20resoluci%C3%B3n%20en%20la](https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/sectores-declarados-zonas-de-riesgo/#:~:text=Los%20sectores%20Nueva%20Esperanza%2C%20en%20la%20parroquia,Riesgos%20(SNGR)%2C%20suscribi%C3%B3%20la%20resoluci%C3%B3n%20en%20la)
- García, A. (11 de Marzo de 2024). En Babahoyo, el agua tarda semanas en bajar: 7.500 personas afectadas por las inundaciones. *Primicias*.
<https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/babahoyo-inundaciones-afectados-damnificados-rios/>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Definiciones de los enfoques cuantitativo y cualitativo, sus similitudes y diferencias*. Instituto Nacional Electoral.
- Ministerio de Ambiente. (2017). *Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente*. Ministerio de Ambiente: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/TULSMA.pdf>
- Montenegro Ambrosi, L. V. (2024). *Modelo de predicción de precipitación para Ecuador continental basado en índices climáticos en el período de 1980-2022*. DSpace ESPOCH:

- <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/23243>
- Pobea Reyes, M. (2015). *La Encuesta*. Archive:
https://web.archive.org/web/20180424060624id_/http://files.sld.cu/bmn/files/2015/01/la-encuesta.pdf
- Rodríguez Ballesteros, F. I. (2024). *Simulación de crecientes de diseño para el control de inundaciones del Río San Pablo en el Cantón Babahoyo*. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana:
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/27685>
- Ruiz Parrales, Y., Pazos Roldan, M., Pauta Ríos, R., & Dueñas Alvarado, D. (2020). Determinación de los factores que influyen en la inundación de las zonas agrícolas. *Journal of Science and Research*, 5.
- Sancán Cheme, G. A. (2024). *Determinación de balance hídrico en la cuenca hidrográfica de Babahoyo utilizando sistema de información geográfica*. Centro de Información Agraria - Universidad Agraria del Ecuador:
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/SANC%C3%81N%20CHEME%20GARY%20ANDERSON.pdf>
- Sánchez, M., Fernández, M., & Díaz, J. (2021). Técnicas e instrumentos de recolección de información: análisis y procesamiento realizado por el investigador cualitativo. *Uisrael*, 8.
- Schon, F., Zabaleta, B., y Achkar, M. (2022). *Causas de eventos de inundación en la ciudad de San José de Mayo, Uruguay*. SciELO:
https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-34022022000200209&script=sci_arttext&lng=en
- Solórzano Villegas, C. A., & Quiroz Fernandez, L. S. (2021). Estrategia de la gestión de cuencas hidrográficas para la mitigación de inundaciones en la ciudad de Chone, Provincia de Manabí. *Polo de Conocimiento*, 6. Dialnet.
- Valencia Apuntes, E. L. (2023). *Zonificación ante la amenaza de inundación en época invernal de la Cuenca baja del río Babahoyo sector x: 642450; y: 9782354 hasta la cabecera cantonal, como herramienta para el PDOT en GAD Samborondón*. Dspace U.E.B.:
<https://dspace.ueb.edu.ec/items/9e04bec1-46c5-4e16-849d-b58ce04df836>
- Valero Fajardo, C. L. (2022). *La Caracterización Hidrográfica y su Influencia en la Evaluación del Riesgo de Inundación*. Dialnet:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9042736>

Zambrano Salinas, K. (2009). *Informe situacional Provincia de los Ríos - Reporte No. 005*. COEP Los Ríos.