



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA
DIRECCIÓN DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN ARQUITECTURA CON MENCIÓN EN DESARROLLO
URBANÍSTICO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL**

TEMA:

**ANÁLISIS DE RIESGO DE DESASTRES A PARTIR DE LA CONSTRUCCIÓN DE
EDIFICACIONES DE USO RESIDENCIAL Y TURÍSTICO SOBRE LAS FRANJAS
DE PROTECCIÓN DEL RÍO EN EL CASCO PARROQUIAL DE RIO VERDE DEL
CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA PTOVINCIA DE TUNGURAHUA**

Trabajo de investigación previo a la obtención del título de Magister en Arquitectura con
mención en Desarrollo Urbanístico y Ordenamiento Territorial.

Autor: Noemí Margarita Tipán Machado

Tutor: Santiago Felipe Jaramillo Proaño

AMBATO – ECUADOR

2023

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DE LA AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL
TRABAJO DE TÍTULACIÓN**

Yo, Noemí Margarita Tipán Machado, declaro ser autora del Trabajo de Investigación con el nombre **“ANÁLISIS DE RIESGO DE DESASTRES A PARTIR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES DE USO RESIDENCIAL Y TURÍSTICO SOBRE LAS FRANJAS DE PROTECCIÓN DEL RÍO EN EL CASCO PARROQUIAL DE RIO VERDE DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, como requisito para optar al grado de Magister en Arquitectura con Mención en Desarrollo Urbanístico y Ordenamiento Territorial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato, a los 19 días del mes de octubre de 2023, firmo conforme.

Autor: Noemí Margarita Tipán Machado



Firmado electrónicamente por:
NOEMI MARGARITA
TIPAN MACHADO

Firma:

Número de Cédula: 1600592891

Dirección: Picaihua calle S/N

Correo Electrónico: margaritatipan1986@gmail.com

Teléfono: 0992704089

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutora del Trabajo de Titulación ANÁLISIS DE RIESGO DE DESASTRES A PARTIR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES DE USO RESIDENCIAL Y TURÍSTICO SOBRE LAS FRANJAS DE PROTECCIÓN DEL RÍO EN EL CASCO PARROQUIAL DE RIO VERDE DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA PROVINCIA DE TUNGURAHUA, presentado por Noemí Margarita Tipán Machado, para optar por el Título Magister en Arquitectura con Mención en Desarrollo Urbanístico y Ordenamiento Territorial,

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Ambato, 19 de octubre de 2023



Firmado electrónicamente por:
**SANTIAGO FELIPE
JARAMILLO PROAÑO**

.....
Ing. Felipe Santiago Jaramillo Proaño
CI: 1002544334

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Magister en Arquitectura con Mención en Desarrollo Urbanístico y Ordenamiento Territorial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica de la autora.

Ambato, 19 de octubre de 2023



.....
Noemí Margarita Tipán Machado
CI: 1600592891

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: ANÁLISIS DE RIESGO DE DESASTRES A PARTIR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES DE USO RESIDENCIAL Y TURÍSTICO SOBRE LAS FRANJAS DE PROTECCIÓN DEL RÍO EN EL CASCO PARROQUIAL DE RIO VERDE DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, previo a la obtención del Título de Magister en Arquitectura con Mención en Desarrollo Urbanístico y Ordenamiento Territorial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Ambato, 19 de octubre de 2023

.....
Yosmel Díaz Pérez
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....
Teresa Elena Pascual Wong
VOCAL



.....
SANTIAGO FELIPE
JARAMILLO PROAÑO

.....
Felipe Santiago Jaramillo Proaño
VOCAL

DEDICATORIA

El trabajo que presento a continuación se lo dedico a Dios,
por haberme dado la salud, el conocimiento y la fortaleza
necesaria para lograr mis objetivos.

A mis dos ángeles de la guarda, mis padres, quienes tuvieron que sacrificar muchas cosas para que su hija obtenga un triunfo más, esas dos personas extraordinarias que Dios puso para que me apoyen, me guíen y me protejan de toda adversidad; ellos, que siempre están ahí para mí incondicionalmente siendo el pilar fundamental de mi vida.

A mi esposo y mis tres bellas hijas, que son mi fortaleza y fuente de inspiración y dedicación, les brindo todos los triunfos y logros de mi vida.

De manera especial a mi amado esposo por la paciencia y tolerancia que ha tenido durante todo este proceso, a él por ese apoyo incondicional que a pesar de las adversidades siempre estuvo junto a mí.

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo fue realizado bajo la supervisión del Ing. Santiago Jaramillo Proaño, a quien expreso mi más profundo agradecimiento, por hacer posible la realización y culminación de mi tesis; además, agradezco su paciencia, dedicación y apoyo que permitió una culminación exitosa.

A mi esposo y mis preciosas hijas, esos seres especiales que son mi fortaleza día a día, por el apoyo incondicional durante este proceso, ya que sin ellos no hubiera logrado mis metas y mis sueños.

Ustedes son parte de este sueño que el día de hoy se hace realidad, siempre estarán orgullosos de la mujer que tienen a lado como esposa y como madre.

Gracias mis ángeles de la guarda por enseñarme a perseverar y seguir en pie a pesar de las circunstancias que se me presentan.

A ustedes amigos de aula y fuera de ella, amigos del trabajo y amigos de la vida diaria, que han sido directa o indirectamente la fuente de apoyo y lucha constante en esta trayectoria.

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN	18
Objetivos	40
CAPÍTULO I	41
MARCO TEÓRICO.....	41
Estado del Arte.....	41
Desastres y sus Impactos en las Ciudades.....	44
Vulnerabilidad y el Incremento del Riesgo en Áreas Urbanas y Rurales.	50
Capacidad de Respuesta Frente a un Fenómeno Natural	57
CAPÍTULO II	68
DISEÑO METODOLÓGICO.....	68
CAPÍTULO III.....	74
DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO DE DESASTRE EN EL CASCO CENTRAL DE LA PARROQUIA DE RÍO VERDE.....	74
Contextualización del Estudio del Caso: Parroquia Río Verde del Cantón Baños de Agua Santa	74
Análisis del nivel de riesgo de desastres en el casco parroquial de Río Verde.....	98
Análisis e Interpretación de la Encuesta a la Población Seleccionada para Determinar el Nivel de Respuesta.....	98
Análisis de la normativa existente en el cantón Baños de Agua para el control y la conservación de las franjas de protección de los ríos	115
CAPITULO IV.....	117
MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGO POR INUNDACIONES	117

Lineamientos para reforzar los mecanismos de alerta temprana ante los desastres naturales	117
CONCLUSIONES	120
RECOMENDACIONES	121
BIBLIOGRAFÍA	123

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Geoposicionamiento del Cantón Baños de Agua Santa respecto al Ecuador.....	23
Figura 2. Geoposicionamiento de la parroquia de Río Verde respecto al cantón de Baños de Agua Santa	24
Figura 3. Cartografía básica de la parroquia de Río Verde.....	24
Figura 4. Isoyetas de la parroquia de Río Verde.....	26
Figura 5. Subclasificación del Suelo urbano de las cabeceras parroquiales del Cantón Baños de Agua Santa	29
Figura 6. Polígonos de intervención Territorial.....	31
Figura 7. Zonificación de Río Verde	33
Figura 8. Área de estudio	36
Figura 9. Ciclo de los desastres	46
Figura 10. Representación de los niveles de impacto de los eventos peligrosos y sus calificaciones	65
Figura 11. Esquema gráfico de tiempo y duración de las fases operativas en la respuesta	67
Figura 12. Determinación del área de aportación	74
Figura 13. Curva hipsométrica y perfil del cauce principal.....	75
Figura 14. Perfil de elevación de la Cuenca hidrográfica.....	76
Figura 15. Mapa de intensidades máximas en 24 horas para diferentes períodos de retorno.	77
Figura 16. Análisis de Polígonos de Thiessen para la cuenca en estudio	78
Figura 17. Grupos hidrológicos en el área de estudio.....	86
Figura 18. Uso y cobertura vegetal del suelo.....	87
Figura 19. Caudal máximo de diseño	89
Figura 20. Modelo Digital del terreno	90
Figura 21. Creación de la geometría del cauce	92
Figura 22. Simulación de crecidas e inundaciones	95
Figura 23. Determinación de áreas de riesgo.....	96
Figura 24. Porcentaje de personas que habitan la vivienda	98
Figura 25. Porcentaje de familias según los años que habita el barrio	100
Figura 26. Porcentaje del estado de la vivienda.....	101
Figura 27. Porcentaje de las características constructivas de la vivienda.....	102

Figura 28. Porcentaje de viviendas según el número de pisos.....	103
Figura 29. Porcentaje de viviendas con permisos municipales	104
Figura 30. Porcentaje de viviendas con planos aprobados para construcción	105
Figura 31. Percepción del tipo de riesgo.....	106
Figura 32. Lluvias y alto riesgo de desbordamiento del río.....	107
Figura 33. Plan de contingencia.....	108
Figura 34. Albergue temporal.....	109
Figura 35. Vías de evacuación.....	110
Figura 36. Sistema de alerta temprana.....	111
Figura 37. Zonas seguras	112
Figura 38. Información sobre tipos de riesgo	112
Figura 39. Zonas de amenazas de inundación en el casco parroquial de Río Verde	113
Figura 40. Aplicación de la normativa vigente.....	116
Figura 41. Franjas de protección del Río Verde	118

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Crecimiento y densidad poblacional en las parroquias rurales Año 2010-2030, a nivel parroquial y urbano-parroquial	28
Tabla 2 Polígono de Intervención Territorial, Área Urbana Parroquial.....	30
Tabla 3 Superficie de Expansión y Densidad Habitacional Proyectada al 2030	32
Tabla 4 Asignación de ocupación del suelo y edificabilidad.....	34
Tabla 5 Peligro Volcánico.....	38
Tabla 6 Movimientos en Masa.....	38
Tabla 7 Definición de los Ciclos de Desastres.....	48
Tabla 8 Indicadores de las cuatro políticas públicas consideradas para la evaluación de la gestión del riesgo	56
Tabla 9 Clasificación del Evento Peligroso	63
Tabla 10 Cumplimiento de objetivos	69
Tabla 11 Metodología de investigación	71
Tabla 12 Datos para calcular la cuenca hidrográfica	76
Tabla 13 Base meteorológica M0029 - Baños	78
Tabla 14 Estación pluviométrica.....	79
Tabla 15 Hietograma para periodo de retorno de 100 años	79
Tabla 16 Base meteorológica M0063-Pastaza aeropuerto	81
Tabla 17 Precipitación máxima del área de estudio.....	81
Tabla 18 Hietograma para periodo de retorno de 100 años	82
Tabla 19 Grupo hidrológico del suelo.....	83
Tabla 20 Cartográfica geopedológica	84
Tabla 21 Clases de infiltración estipuladas por SIGTIERRAS	85
Tabla 22 Hietograma de la estación Pastaza Aeropuerto.....	88
Tabla 23 Coeficiente de rugosidad de Manning	93
Tabla 24 Número de personas que habitan la vivienda.....	98
Tabla 25 Número de años que vive en su barrio.....	99
Tabla 26 Estado constructivo de la vivienda	100
Tabla 27 Materiales constructivos de la vivienda.....	101
Tabla 28 Número de pisos de la vivienda	102
Tabla 29 Número de pisos de la vivienda	103
Tabla 30 Viviendas con planos aprobados para construcción	104

Tabla 31 Percepción del tipo de riesgo	105
Tabla 32 Lluvias y alto riesgo de desbordamiento del río	107
Tabla 33 Plan de contingencia	108
Tabla 34 Albergue temporal	109
Tabla 35 Vías de evacuación	109
Tabla 36 Sistema de alerta temprana	110
Tabla 37 Zonas seguras.....	111
Tabla 38 Información sobre tipos de riesgo.....	112
Tabla 39 Normativa vigente en el cantón Baños de Agua Santa.....	115

LISTA DE SIGLAS

GFDRR:	Global Fund for Disaster Reduction and Recovery Fondo Mundial para la Reducción de Riesgos y la Recuperación
CV:	Variable climática
CC:	Cambio Climático
I:	Precipitación
GIR:	Gestión Integral de Riesgos
SNDGRE:	Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos
PDYOT:	Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial
GADPRRV:	Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Río Verde
GADBAS:	Gobierno Autónomo Descentralizado Baños de Agua Santa
Hab:	Habitantes
Ha:	Hectáreas
PUGS:	Plan de Uso y Gestión del Suelo
LOOTUGS:	Ley Orgánica de Organización Territorial de Uso y Gestión del Suelo
CPR:	Centro Poblado Rural
NOAA:	National Oceanic and Atmospheric Administration
IPCC:	Intergovernmental Panel on Climate Change
UNAM:	Universidad Nacional Autónoma de México
INISDR:	Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres
PNUD:	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
RRD:	Reducción de Riesgos de Desastres
IDEA:	Instituto de Estudios Ambientales
IGR:	Índice de Gestión de Riesgos
IR:	Indicador de Riesgo

RR: Reducción de Riesgos

MD: Manejo de Desastres

PF: Gobernabilidad y Protección Financiera

MD: Manejo de Desastres

INEC: Instituto Nacional Ecuatoriano de Censo

COE: Comité de Operaciones de Emergencias

SCS: Soil Conservation Service

INAMHI: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

IDF: Intensidad Duración Frecuencia

SIGTIERRAS: Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales e
Infraestructura Tecnológica

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
DIRECCION DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN ARQUITECTURA CON MENCIÓN EN DESARROLLO
URBANÍSTICO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TEMA: ANÁLISIS DE RIESGO DE DESASTRES A PARTIR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES DE USO RESIDENCIAL Y TURÍSTICO SOBRE LAS FRANJAS DE PROTECCIÓN DEL RÍO EN EL CASCO PARROQUIAL DE RIO VERDE DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA PTOVINCIA DE TUNGURAHUA

AUTORA: Noemí Margarita Tipán Machado

TUTOR: Santiago Felipe Jaramillo Proaño

RESUMEN EJECUTIVO

La política de gestión de desastres, se refiere a responder eficientemente cuando el riesgo ya se ha materializado, es decir, corresponde a las acciones de respuesta, la rehabilitación y la reconstrucción de los pueblos. El objetivo de este estudio es analizar el nivel de riesgo de desastres de las edificaciones de uso residencial y turístico del casco parroquial de Río Verde del cantón Baños de Agua Santa, ante una posible inundación mediante el uso de sistemas de información geográfica con la finalidad de mostrar un documento técnico que permita en un futuro respetar las franjas de protección que se encuentra en la normativa u ordenanza de uso y ocupación de suelo del cantón. La metodología utilizada es una ponderación simple empírica, es así que en el casco parroquial de Río Verde se analizó las características sociodemográficas de la población que habita en las franjas de protección del río “Río Verde” y verificación de la información acerca de las construcciones que se encuentran en esta área, así como los factores que influyen en los riesgos de una inundación. También la metodología está enfocada en recolectar información cuantitativa y cualitativa, con variables dependientes (edificaciones de uso residencial y turístico) e independientes, basada en el análisis de la información recolectada a través de encuestas, uso de sensores remoto (ortofoto, cartografía) y sistema de información geográfica, que cuantifica los datos obtenidos dando origen a un modelo de inundación con curvas de intensidad y frecuencia de pluviosidad en un periodo de 10 años. En este sentido el caso de estudio es viable porque se cuenta con las herramientas analíticas que facilitaron la recolección de información como el programa ArcGIS, que ayuda a la elaboración de mapas, los manuales técnicos para el desarrollo de la fotointerpretación, la información bibliográfica que permitieron comprender la metodología de análisis de gestión de riesgos y con el apoyo de la comunidad mediante la aplicación de encuestas que ayuda a responder los objetivos definidos, para la sistematización de los resultados obtenidos.

DESCRIPTORES: Riesgo, desastre, inundación, emergencia, sistema de información geográfica, rehabilitación, reconstrucción.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
DIRECCION DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN ARQUITECTURA CON MENCIÓN EN DESARROLLO
URBANÍSTICO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

THEME: DISASTER RISK ASSESSMENT FROM BUILDING CONSTRUCTIONS FOR RESIDENTIAL AND TOURIST USE AT THE BUFFER STRIPS OF CASCO RIVER, IN RIO VERDE PARISH, BAÑOS DE AGUA SANTA TOWN, TUNGURAHUA PROVINCE

AUTHOR: Arq. Noemí Margarita Tipán Machado

TUTOR: Ing. Felipe Santiago Jaramillo Proaño

ABSTRACT

Disaster management policy refers to the effective response once risks have become a real problem. Disaster management gives response actions, renovation, and reconstruction of towns. The study objective is to analyze disaster risk levels of possible floods through geographic information systems in residential and tourist buildings in Río Verde Parish, Baños de Agua Santa town. The purpose is to show a technical document to respect protection strips of lands established in regulations or ordinances. The methodology used in this study relies on empirical weighting, where sociodemographic characteristics of the population that lives in the protection strips of 'Rio Verde' river were analyzed. The study discussed information about the buildings and infrastructure in the area, as well as the various factors that contribute to the risk of floods. This study methodology focused on collecting quantitative and qualitative information, with dependent variables (buildings for residential and tourist use) and the independent variable, based on information analysis collected through surveys, use of remote sensors (orthophoto, cartography), and system of geographic information, which quantifies data, giving rise to a flood model with curves of intensity and frequency of rainfall over 10 years. This case study is feasible because it has analytical tools that collect information. The ArcGIS program creates maps, technical manuals allow the development of photointerpretation, and bibliographic information identifies management analysis methodology of risks. It is important to highlight that the community actively took part in surveys that contributed to addressing the established objectives for the systematization of the obtained results.

KEYWORDS: disaster, emergency, flood, Geographic Information System, rehabilitation, reconstruction, risk.

INTRODUCCIÓN

En uno de sus reportes el Banco Mundial (2023), anunció en un informe que los desastres ya sean naturales o provocados por el hombre, originan la pérdida de vidas y deterioro en los medios de subsistencia. Una economía debilitada, infraestructura dañada, empresas destruidas, ingresos fiscales reducidos y niveles creciente de pobreza han exacerbado los costos directos necesarios para responder y reconstruir. Las pérdidas por catástrofes globales crecieron a 270000 millones de dólares en el 2022, frente a 166000 millones de dólares en 2019, según los últimos datos de la aseguradora Munich Re (2023). (Banco Mundial, 2023)

Según la clasificación de países elaborada por la ONU, de 1970 a 2019, el 91% de todas las muertes relacionadas con fenómenos atmosféricos, climáticos e hídricos ocurrieron en países en desarrollo. Esta clasificación es consistente con la del Banco Mundial, donde el 82% de las muertes ocurrieron en países de ingresos bajos y medios bajos. Desde 1980, los desastres ocasionados por peligros naturales han ocasionado la muerte de más de 2,4 millones de personas y daños por valor de USD 3,7 billones en todo el mundo, con pérdidas totales que aumentaron en más del 800%, de 18000 millones de dólares al año en la década de 1980 a 167 000 millones de dólares en la última década del año, (Banco Mundial, 2022).

El Fondo Mundial para La Reducción de los Desastres y la Recuperación (GFDRR), financió a través del Banco Mundial el informe de Waves (2016), menciona que aproximadamente el 75% de las pérdidas se debieron a eventos climáticos extremos. El cambio climático podría empujar a 100 millones de personas más a la pobreza extrema para el 2030, en el informe del GFDRR (2017), titulado “Unbreakable” señala que, los desastres tienen un impacto grande y duradero en la pobreza. Cuanto más pobre es una sociedad, más vulnerable es a los desastres y al cambio climático. Los desastres afectan a todos de manera diferente. Los niños, las mujeres y las niñas, los ancianos, las personas con discapacidad, los

pueblos indígenas y otras comunidades marginadas, particularmente en los países de bajos ingresos, a menudo sufren de manera desproporcionada los desastres, (Banco Mundial, 2023).

Sedano et al. (2013), afirma que los problemas ambientales han aumentado tanto en complejidad y conectividad dando origen a crisis del agua y cambio climático, desastres socio-naturales, pobreza, etc. Dice que estas cuestiones deben verse como interrelacionadas, indivisibles y multicausales. Él cree que para dar soluciones integrales se debe conformar equipos multidisciplinarios e interorganizacionales. Las variables climáticas (CV) y el cambio climático (CC) provocan habituales rarezas en las precipitaciones (I); mientras tanto, la intervención del hombre en ecosistemas, la ingeniería de infraestructura, los asentamientos humanos en cauces de ríos, humedales y represas configuran una “construcción social de riesgo” que afecta fuertemente al sector público y productivo a nivel nacional en caso de amenazas graves, (Sedano et al.,2013).

Teniendo en cuenta que, Sedano et al. (2015), menciona que, en el ámbito mundial, el 95% de los desastres socio-naturales son de origen hídrico (inundaciones, tsunamis, tormentas, sequías, huracanes). Destaca cómo la gestión integral de riesgos (GIR) de inundaciones dentro de la gestión de los recursos hídricos implica la identificación de riesgos y la toma de decisiones en grupo a través de un proceso de planificación participativa con una visión amplia. Sostuvo que esto permite identificar posibles tipos de riesgos que serían aceptables para la sociedad en un momento dado. Afirma y explica que la destrucción de bosque hace que las inundaciones sean más severas porque la generación de escorrentía después de la lluvia depende de la cobertura vegetal, las características del suelo y los niveles de saturación antes de la lluvia. Debido a la deforestación que favorece el aumento de caudal de los ríos, la inestabilidad de las tierras contaminadas por los cultivos y los deslizamientos de tierra, todos estos factores aumentan el riesgo de inundación. (Sedano et al., 2015)

Desde el punto de vista de Sedano et al. (2013), afirma que, las deficiencias en la gestión del suelo, de los recursos hídricos e inadecuado ordenamiento territorial, también hacen que las inundaciones se transformen en catastróficas. Señala que el aumento y la gravedad de las inundaciones se deben a la degradación de la tierra, los cambios en los lechos de ríos y la alteración de los ciclos de vida de los ecosistemas. Al igual que en las zonas bajas o planas, el desarrollo urbano y agrícola con frecuencia llena, invade o desvía ríos y humedales, reduciendo su capacidad para resistir inundaciones y sedimentación. Aclaró que estas modificaciones aumentan el peligro de desastres porque los ríos intentan recuperar su hábitat natural ante eventos importantes que impactan comunidades y cultivos enteros. (Sedano et al., 2013)

Citando a Sedano et al. (2013), señalaron que las periferias ahora constituyen una porción considerable de las principales ciudades de América del Sur, incluidas Río de Janeiro, Buenos Aires, Bogotá, etc. Según ellos, la razón de este aumento es la migración, que se da en busca de mejores oportunidades debido a desastres o conflictos armados que afectan a las comunidades. Las inundaciones son un fenómeno natural que siempre han formado parte del ciclo hidrológico. Como resultado, las personas se han beneficiado de ellos al mejorar la fertilidad del suelo, la generación acuíferos y la biodiversidad en ecosistemas relacionados como los humedales. (Sedano et al., 2013)

Sedano et al. (2013), sostiene que es necesario replantear la visión de los gobernantes sobre la prevención del riesgo de inundación, y la importancia de los programas emprendidos para fortalecer las capacidades de adaptación ante desastres; especialmente en los países con múltiples amenazas, donde es necesario fortalecer la gestión integrada de riesgos en el manejo del territorio y de los recursos hídricos. Casi todas las causas de las inundaciones muestran signos de una planificación inadecuada, una falta de capacidad institucional para promulgar leyes y de responsabilidad para una respuesta de emergencia rápida y eficiente.

Resulta que los problemas asociados con las inundaciones y la degradación de los recursos hídricos no se limitan a la falta de coordinación entre instituciones; tienen más que ver con los límites institucionales, la burocracia y la superposición de responsabilidades. Ciertamente carece de escasez. Indiscutiblemente la falta de planeación deja vacíos que no son atendidos por el Estado. (Sedano et al., 2013)

Sedano et al. (2013), menciona que, la visión del recurso hídrico de forma fragmentada, ha provocado la conformación de un gran número de organismos del Estado con alcance sectorial y centralizado para la gestión del agua de consumo humano, el saneamiento, las obras hidráulicas, el ambiente, el agua subterránea, etc. Según él, este contexto no permite una adecuada gestión integral del riesgo de inundación en la cuenca hídrica. Destacó la importancia de mejorar todos los niveles, roles y capacidades institucionales, así como el flujo de información, la eficiencia y la capacidad de respuesta ante emergencias. Menciona un tema importante que es la dificultad de decidir cuánto riesgo de inundación estamos dispuestos a aceptar esto determina el grado de inundación de un pueblo organizado. Esto implica que los problemas con la gestión de inundaciones pueden centrarse en planes de prevención y recuperación para los mayores riesgos (inundaciones graves con una probabilidad de ocurrencia extremadamente baja) o puede implicar la idea de que las garantías totales de seguridad contra inundaciones son insuficientes porque no son técnicas o económicamente viables, (Sedano et al., 2013).

De acuerdo con Renda (2017), menciona que, a fines del 2016 se produjo un hecho trascendental en la historia de la defensa protección civil en la Argentina: la sanción, por primera vez en la historia del país, de una ley específica para atender la problemática de la salvaguarda de vidas, bienes, infraestructura de sostén y medios de producción. Al poner un fuerte énfasis en las estrategias de reducción y mitigación de riesgos, la ley 27.287, de creación del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo, alteró significativamente la forma en la

que aborda esta actividad anteriormente. Esto allanó el camino para un papel proactivo complementando con apoyo social, (Renda, 2017).

De acuerdo con SNDGR (2021) señala que, en el 2008, la nación dio un paso significativo al codificar la gestión de riesgos de desastres en el artículo 389 de la Constitución de la República del Ecuador, que señala “El Estado protegerá a sus ciudadanos del riesgo de desastres”. Para efecto se creó mediante la misma Constitución el Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos (SNDGR). Su misión es “Prevenir las consecuencias negativas de los desastres naturales o provocados por el hombre mediante la prevención, mitigación, restauración y mejora de las condiciones sociales, económicas y ambientales”. Para reducir la vulnerabilidad, prevenir, mitigar, abordar y recuperarse de los posibles efectos negativos de desastres o emergencias en los territorios nacionales, las funciones principales del SNDGR incluyen iniciar y coordinar las acciones necesarias, (SNDGR, 2021).

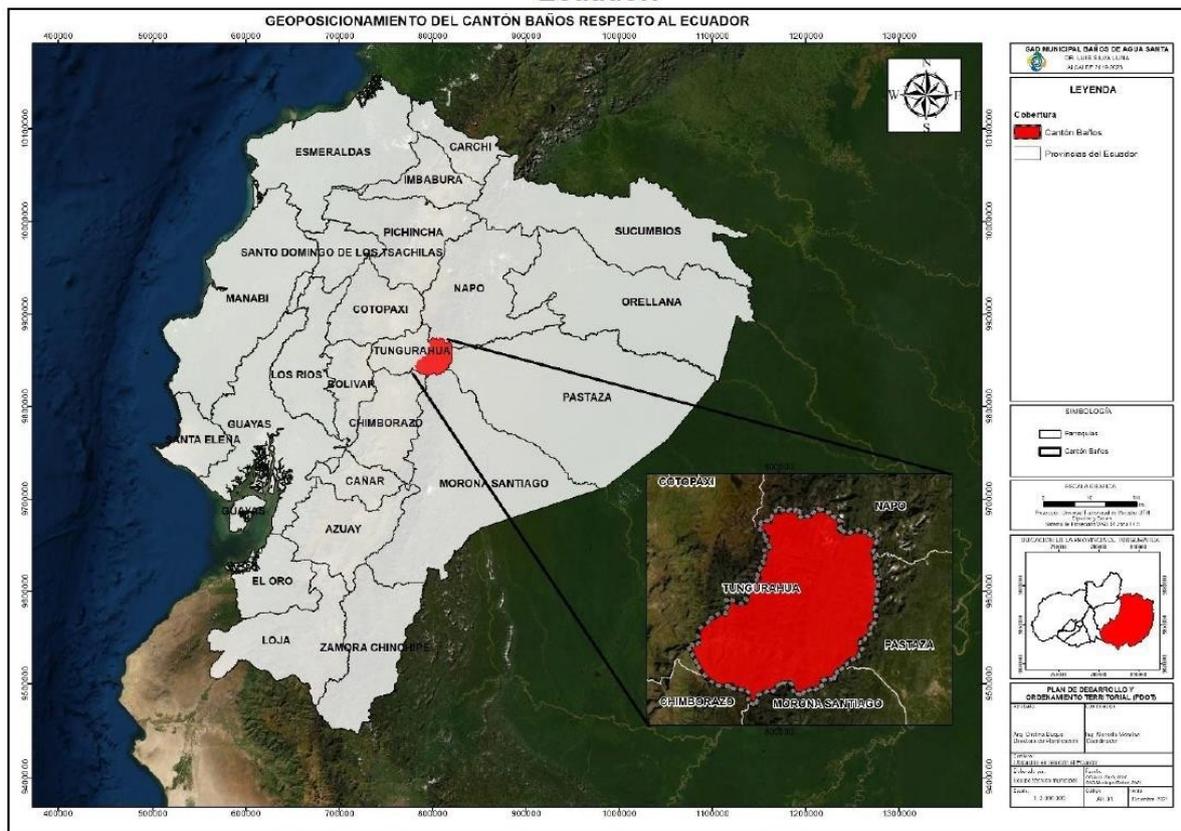
Como señaló SNDGR (2021), la evolución de los eventos naturales a lo largo del tiempo ha mostrado tanto la precipitación de la población como la vulnerabilidad de los gobiernos nacionales en todos los niveles (sectorial y territorial). Después de estos acontecimientos, SNDGR consideró desarrollar políticas y planes para sus iniciativas y así reducir los riesgos presentes y potenciales para aumentar la resiliencia en la región; como resultado, en el 2019, SNDGR pidió al Banco Mundial y el soporte económico de Japón que los apoyara en la mitigación de desastres y la reconstrucción global, de esta manera se estuvo dando cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y al Marco de Senday 2015-2030 como también el acuerdo de Paris, (SNDGR, 2021).

El estudio se enfoca en la provincia de Tungurahua cantón Baños de Agua Santa parroquia Río Verde. La misma que está ubicado en la cuenca del Río Pastaza y en las subcuencas de Río Verde y drenajes menores, el clima de transición entre la región andina y

la zona litoral o amazónica está presente entre las dos cordilleras, entre los 500 y los 1500 msnm. Como las vertientes reciben el impacto directo de las masas de aire tropical cargado de humedad, las precipitaciones anuales son superiores a 2.000 mm y pueden alcanzar hasta 4.00 mm; las temperaturas medias anuales varían entre los 10 y 22°, (PDOT, 2019-2023).

Figura 1.

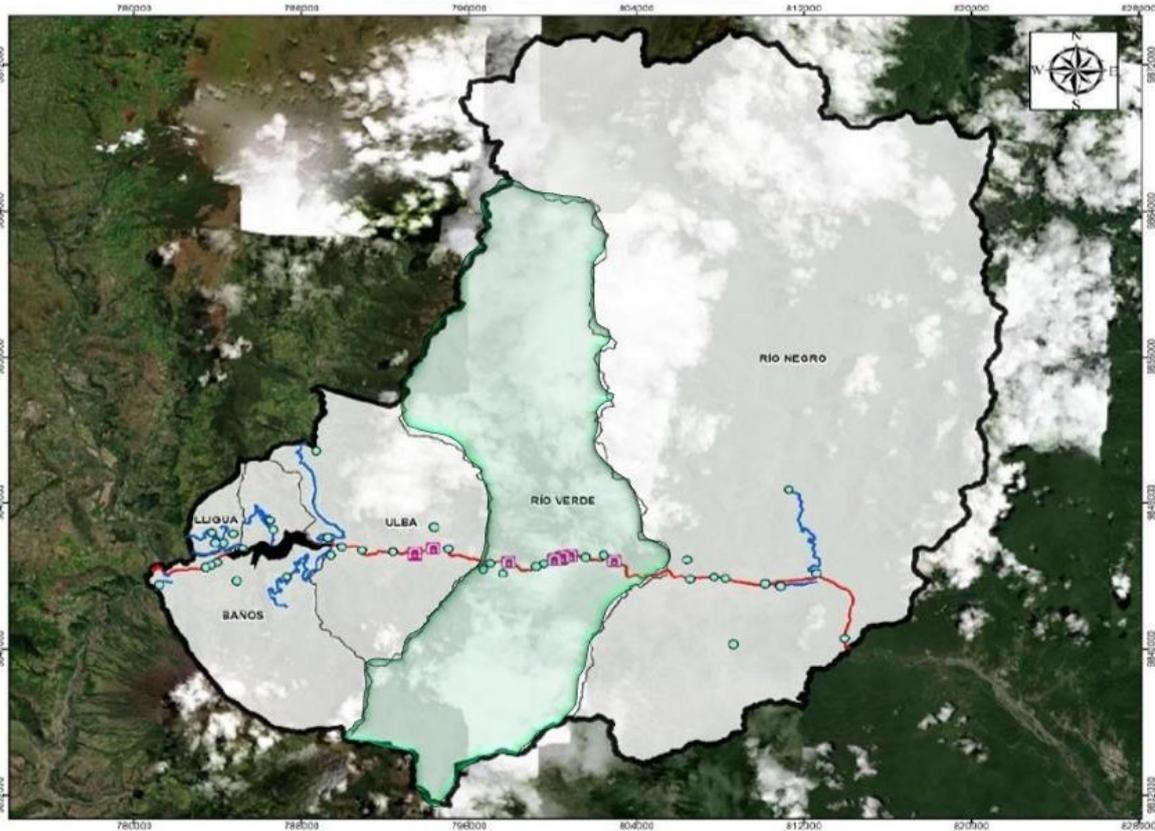
Geoposicionamiento del Cantón Baños de Agua Santa respecto al Ecuador



Nota: El color rojo identifica al cantón Baños de Agua Santa que se encuentra en la provincia de Tungurahua y todas las demás provincias del Ecuador están de color blanco, por Municipio del catón Baños de Agua Santa, 2021, PDYOT del cantón Baños de Agua Santa 2019-2023.

Figura 2.

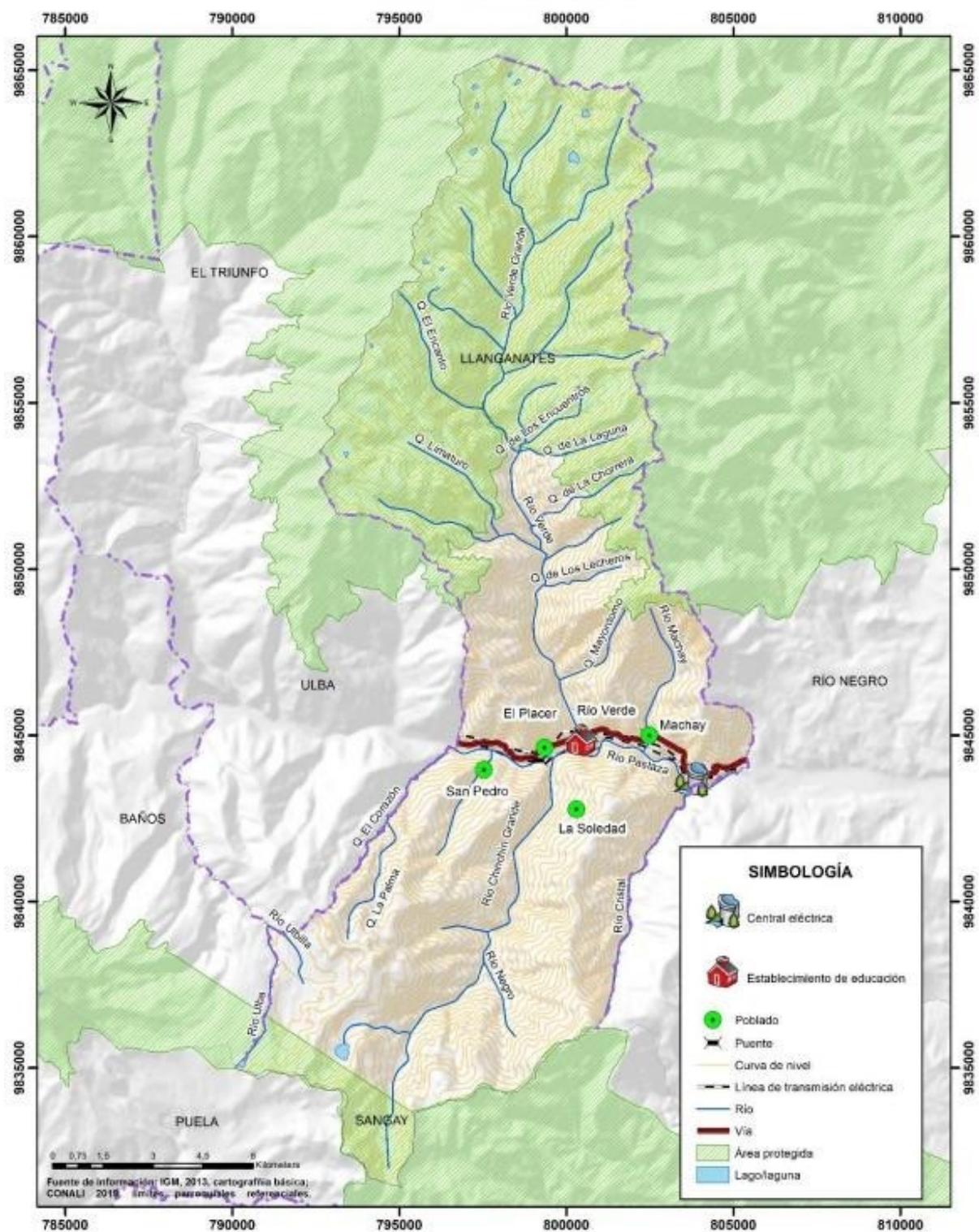
Geoposicionamiento de la parroquia de Río Verde respecto al cantón de Baños de Agua Santa



Nota: La parroquia de Río Verde está ubicada en la provincia de Tungurahua, cantón Baños de Agua Santa, según datos oficiales el área actual de la parroquia es de 246,5km² que corresponden al 23% del cantón, por Municipio del catón Baños de Agua Santa, 2021, PDYOT del cantón Baños de Agua Santa 2019-2023.

Figura 3.

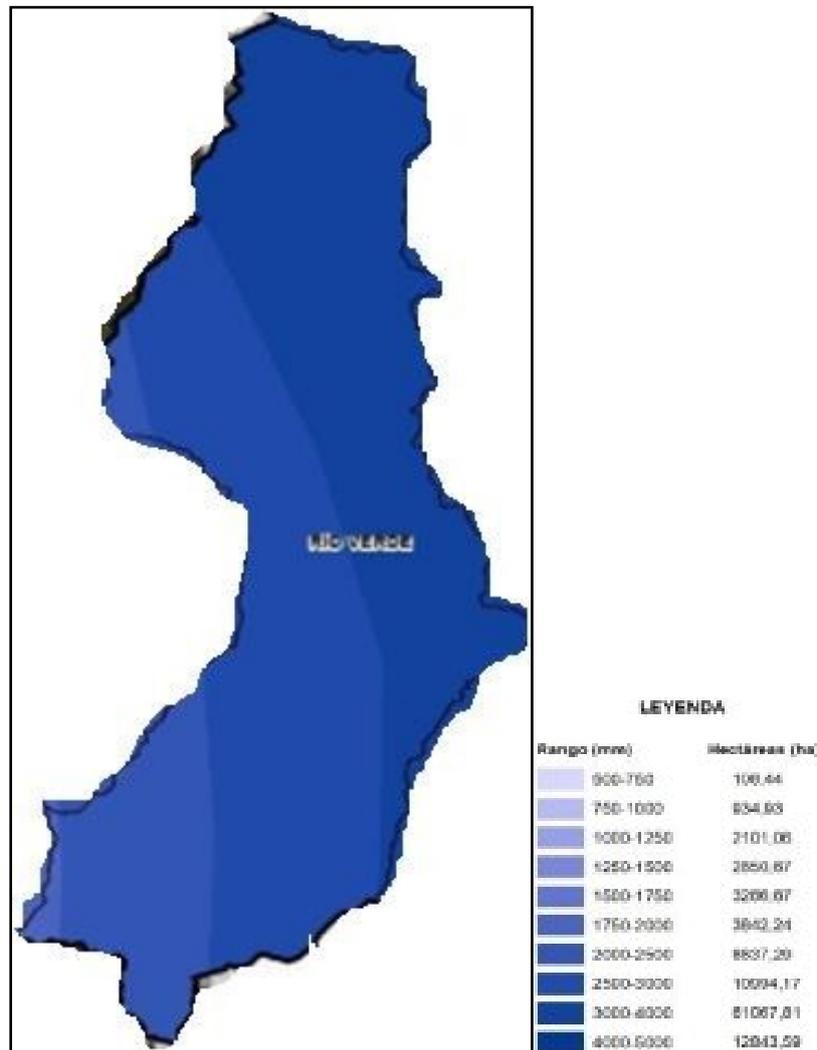
Cartografía básica de la parroquia de Río Verde



Nota: Los límites de la parroquia son al norte con la parroquia Río Negro, al sur con el cantón Penipe y el cantón Palora, al este con la parroquia Río Negro y al oeste con la parroquia Ulba y cantón Patate, por GADPRV 2021, PDYOT GADPRRV 2019-2023.

Figura 4.

Isoyetas de la Parroquia de Río Verde



Nota: Para la elaboración de isoyetas se ha tomado información hasta el 2008. El rango de precipitaciones entre 1.750 y 2.000 mm ocurre principalmente en las parroquias: Ulba, Baños de Agua Santa y Río Verde. En las parroquias Ulba y Río Verde ocurren principalmente precipitaciones entre 2.000 y 2.500 mm, en un total de 8.837,29 hectáreas. El rango de precipitaciones entre 2.500 y 3.000 mm ocurre principalmente en 10.994,17 hectáreas en las parroquias Ulba y Río Verde. Las precipitaciones entre 3.000 y 4.000 mm ocurren principalmente en las parroquias Ulba y Río Verde en una superficie de 61.067,81 hectáreas, por Municipio del catón Baños de Agua Santa, 2021, PDOT GADBAS 2019-2023.

Refiriéndose a la Complementación del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (2017), aboga por un análisis del crecimiento urbano teniendo en cuenta la densidad de la población actual dentro de los límites urbanos de las parroquias rurales. En este análisis, de acuerdo con la tendencia del Ecuador a mantener la densidad más alta de América del Sur, la densidad urbana proyectada y de referencia al 2030 debería controlarse desde 50 Hab/Ha hasta 100 Hab/Ha. Por ejemplo, Brasil, Argentina, Perú, etc. La siguiente tabla muestra la densidad total y urbana las 4 parroquias rurales de Baños de Agua Santa, para los años 2010, 2020 y 2030.

Tabla 1

Crecimiento y densidad poblacional en las parroquias rurales Año 2010-2030, a nivel parroquial y urbano-parroquial

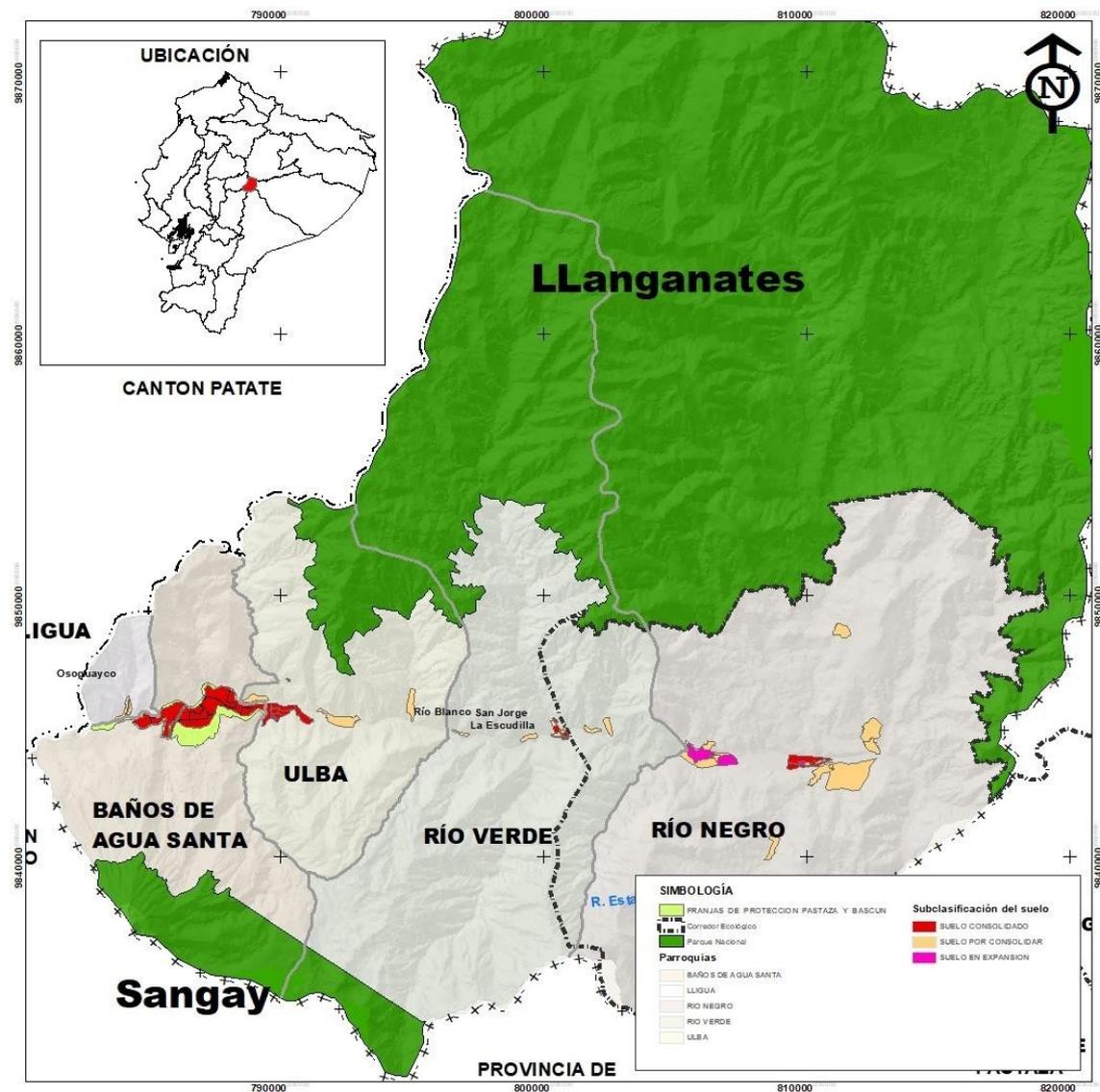
Parroquia	Superficie Has	Año 2010		Año 2020		Año 2030		% Población del Cantón
		Población	Densidad (hab/ha)	Población	Densidad (hab/ha)	Población	Densidad (hab/ha)	
Baños	9162,34	15174,18	165,60	18331,26	200,00	22804,08	248,88	73,2%
Lligua	833,00	290,00	34,80	350	42,05	435,76	52,31	1,40%
Río Negro	63180,00	1290,00	2,00	1559	2,40	1939,12	3,06	6,20%
Río Verde	25010,00	1353,00	5,40	1635	6,50	2034,05	8,13	6,50%
Ulba	8828,52	2622,00	29,70	3168	35,88	3940,49	44,63	12,60%
	107013,8	20730,00		25043		31153,49		100,00%
Total de la Población Ciudad de Baños						22804,08		73,20
Total de la Población Parroquias Rurales Cantón Baños						8349,41		26,80

Nota: Con base al cuadro anterior, se propuso un cuadro resumen que toma en cuenta 3 intervalos de densidad urbana: entre 5-50 hab/ha, 50-100 hab/ha, y más de 100 (hab/ha); tabla elaborada por Municipio del catón Baños de Agua Santa, 2017, PUGS del cantón Baños de Agua Santa 2019-2023.

Con base en una consultoría realizada en el año 2016, el GAD Municipal de Baños de Agua Santa determinó las actuales áreas que están consolidadas, no consolidadas, así como, de manera general, y el suelo urbano de protección, (PDOT GADBAS, 2019-2023).

Figura 5.

Subclasificación del Suelo urbano de las cabeceras parroquiales del Cantón Baños de Agua Santa



Nota: A partir del diagnóstico realizado, se propone la subclasificación del suelo rural de las cabeceras parroquiales del Cantón Baños de Agua Santa, pudiendo determinar con precisión las áreas que actualmente están consolidadas, no consolidadas, el mismo que fue redefinido

acorde la situación actual de uso y ocupación, por Municipio del catón Baños de Agua Santa, 2020, PUGS 2031.

Tabla 2

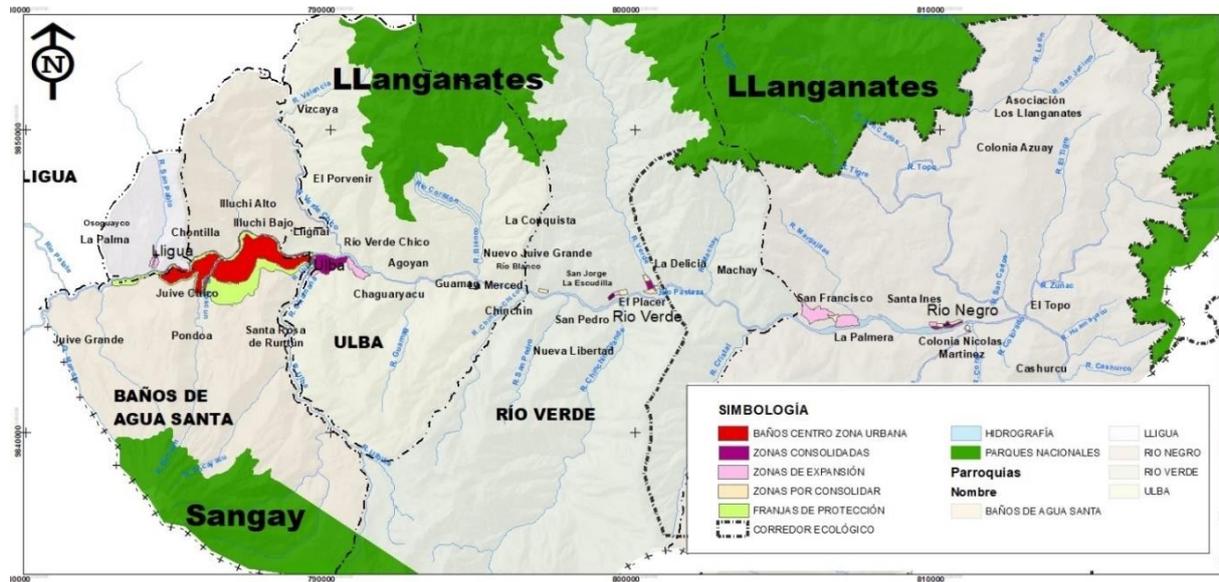
Polígono de Intervención Territorial, Área Urbana Parroquial

Parroquia	Estado	Extensión (Has)	Extensión Total (Has)
Río Verde	Consolidado	5,45	16,11
	Por Consolidar Especial	10,66	
	Por Consolidar Expansión		
Asentamientos Humanos Existentes			
La Merced	Consolidado		3,25
	Por Consolidar Especial		
	Por Consolidar Expansión	3,25	
El Dique Quilotoiro	Consolidado	3,10	9,21
	Por Consolidar especial		
	Por Consolidar Expansión	4,31 1,80	
Área Total de Asentamientos			89,82

Nota: Áreas consolidadas y no consolidadas de la parroquia de Río Verde, por Municipio del catón Baños de Agua Santa, 2020, PUGS 2031.

Figura 6.

Polígonos de Intervención Territorial



Nota: Límite de las parroquias en relación al cantón, cabe señalar que los límites propuestos son referenciales, debido a que la LOOTUGS, Art. 19 y 34, establecen que los planes de desarrollo y ordenamiento territorial no proponen límites urbanos para la capital de provincia o cabeceras urbano-parroquiales, debido al “suelo rural de expansión urbana” que es determinada mediante planes de ordenación urbanística o planes parciales, elaborado por GADBAS 2018, PDOT GADBAS, 2019-2023.

Como lo hace notar en el PUGS (2018), se consideró que el proceso de crecimiento de las áreas urbanas parroquiales generalmente tiene una configuración espacial desordenada y lleva consigo un deterioro de las condiciones ambientales circundantes, poniendo en peligro la productividad y por consiguiente la seguridad alimentaria al ocupar tierras que normalmente tienen una capacidad de uso de los suelos buena en el área agrícola. Los posibles resultados incluyen áreas de mayor riesgo, ya sean deslizamientos de tierra masivos o inundaciones que amenazan las propiedades de los hogares. Para ello se plantea demarcar las zonas de expansión de acuerdo con las características geográficas y la ubicación de cada ciudad, especialmente de

acuerdo con sus necesidades de crecimiento urbano antes del año de implementación de este plan. Para ello se tuvo en cuenta las proyecciones de población descritas en el apartado 5.7 del diagnóstico del PUGS (2018). La densidad poblacional es de 50 y 125 habitantes por hectárea y los escenarios específicos de cada cabecera parroquial actual, obteniendo un promedio de 79 habs./ha., (PUGS, 2018).

Tabla 3

Superficie de Expansión y Densidad Habitacional Proyectada al 2030

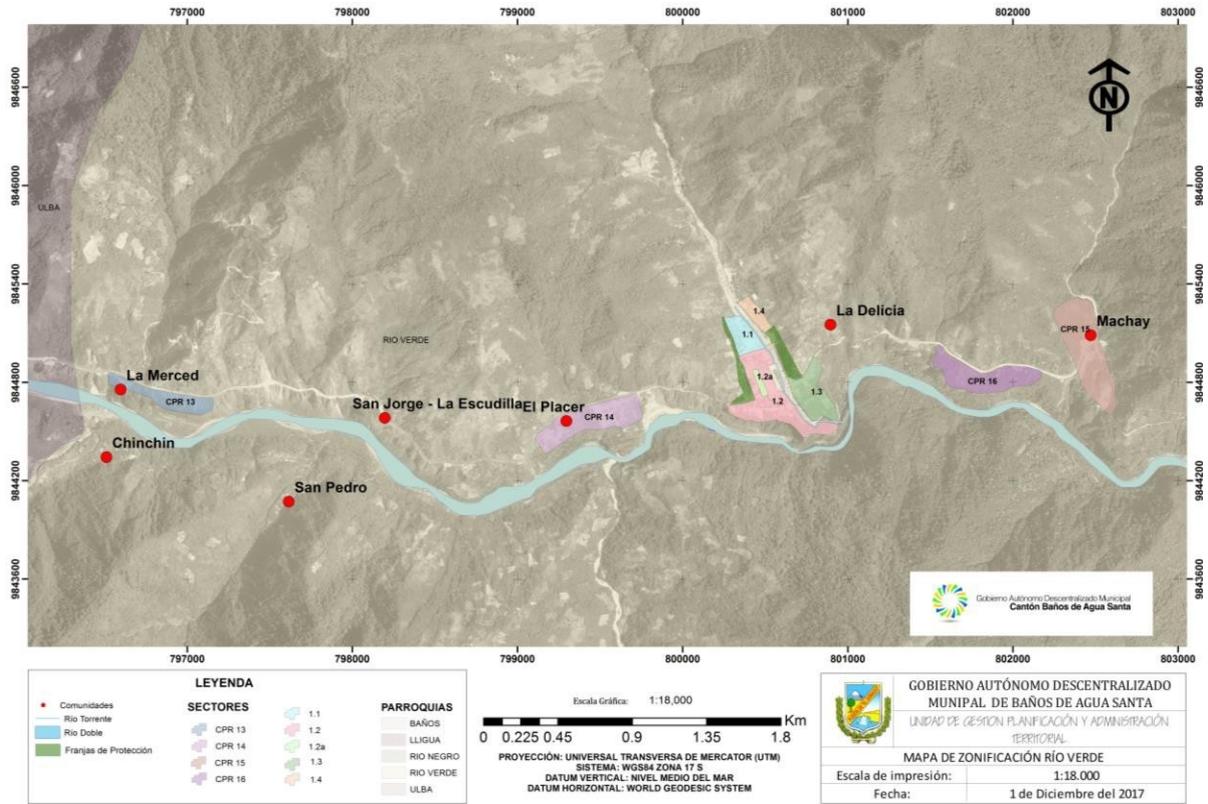
PARROQUIAS	ESTADO	EXTENSION /Has
Ulba		24,33
Ligua	Expansión	6,75
Rio Verde		0,00
Rio negro		8,18

Nota: En el caso de la parroquia Río Verde no se proyecta crecimiento ya que sus condiciones geográficas limitan su expansión, por Municipio del catón Baños de Agua Santa,2020, PUGS 2031.

Teniendo en cuenta la Ordenanza de uso, ocupación y habilitación del suelo del cantón Baños de Agua Santa (2018), para el análisis de expansión de los asentamientos humanos, se utilizaron como marco espacial los polígonos normativos citados en esta ordenanza, que fue aprobada en sesión del concejo municipal 17 de enero de 2018, herramienta de planificación territorial, a través de la cual se formulan y complementan lo establecido en plan de zonificación del cantón Baños de Agua Santa, aclarando la distribución de uso del suelo y las necesidades de ocupación del sector. La ordenanza establece normas de planificación, ejecución y control, que guiarán y regularán la gestión del uso del suelo en la cabecera cantonal de Baños de Agua Santa, (PUSG, 2031).

Figura 7.

Zonificación de Río Verde



Nota: Uso de suelo en la parroquia de Río Verde

Tabla 4*Asignación de ocupación del suelo y edificabilidad*

Codificación Río Verde															
Zona	Sector	Ubicación	Código	Lote Mínimo	Frente Mínimo	Relación	Altura Máxima		Retiros			Cos %	Cos Total	Usos prohibidos	Usos Permitidos
							Pisos	Metros	F	Li	Ld	P			
1	1	Miramelindo	3B9-20	200 m2	10	1.2	3	9	3	3	3	50	150	Industria y CM2-5	
	2	La Florida	D9-20	200 m2	10	1.2	3	9	0	0	3	85	255	Industria y CM2-5	Vivienda-
		Centro	D9-15	150 m2	8	1.2	3	9	0	0	3	85	255	Industria y CM2-5	Salud- Educación-
	3	Antigua Represa-Iglesia	3C6-20	200 m2	10	1.2	2	6	3	0	3	70	140	Industria y CM2-5	Recreación y Turismo-
4	San José	5B6-30	300 m2	15	1.2	2	6	5	3	3	50	100	Industria y CM2-5	Administración Pública- Cultura- Bienestar	
2	CPR 13	La Merced	E6-20	200 m2	10	1.2	2	6	0	3	3	60	120		Cultura- Bienestar
	CPR 14	El Placer	D6-20	200 m2	10	1.2	2	6	0	0	3	85	170		Social-Culto
	CPR 15	Machay	3B6-30	300 m2	10	1.2	2	6	3	3	3	55	110		
	CPR 16	Cadenillas	3B6-25	250 m2	10	1.2	2	6	3	3	3	55	110		

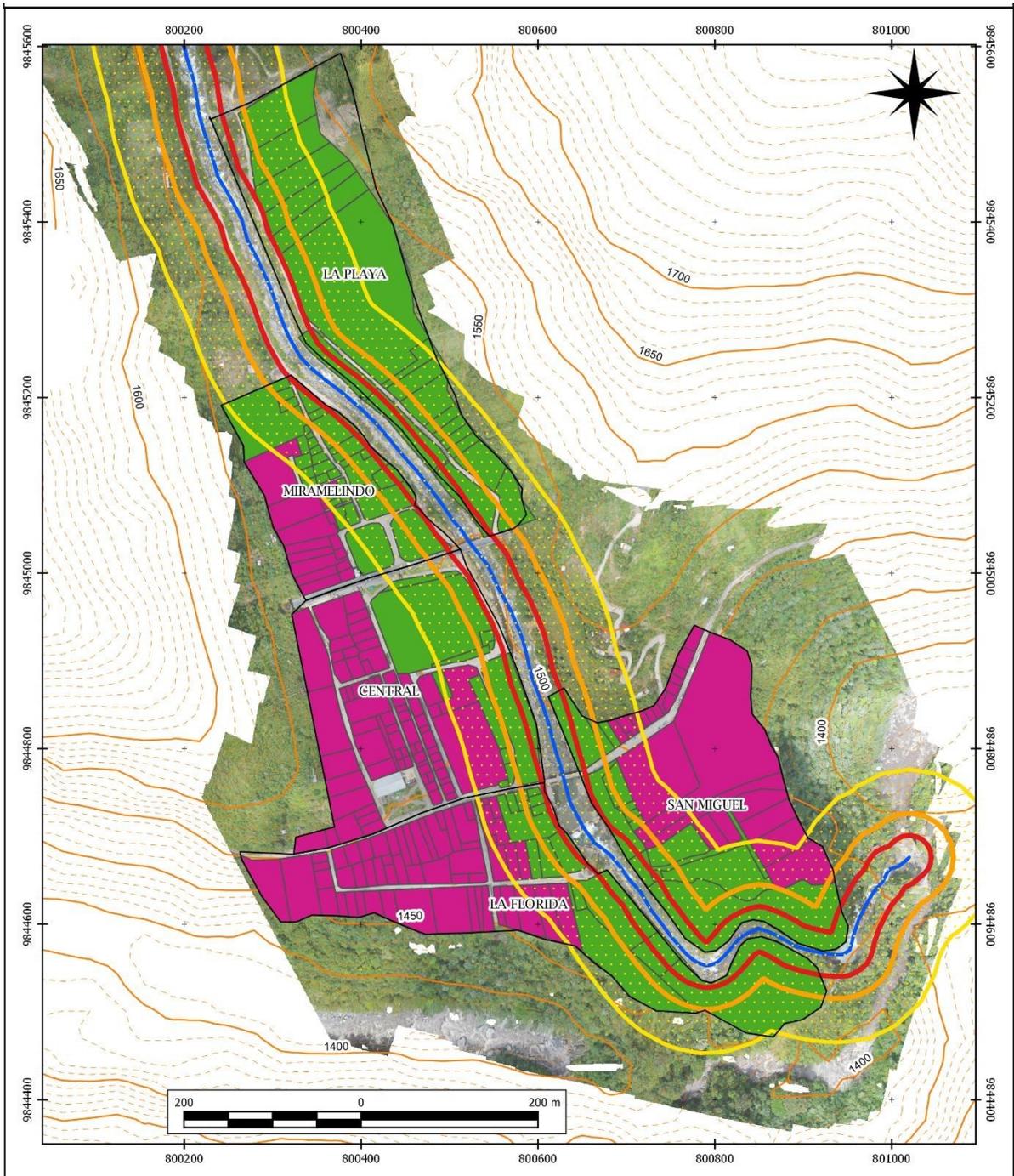
3	R	4	Rio Verde	R4	2000 m2	25		1	3	5	5	5	5	10	10	-	Vivienda- Recreación y Turismo
---	---	---	-----------	----	---------	----	--	---	---	---	---	---	---	----	----	---	--------------------------------------

Nota: Codificación del suelo rural de acuerdo a la asignación de los centros poblados (CPR), elaborado por Municipio del catón Baños de Agua Santa,2018, Ordenanza de Uso, Ocupación y Habilitación del Suelo del cantón Baños de Agua Santa.

El área de estudio tiene 15.479 m², cuenta con 29 viviendas, que alberga a 29 familias, el asentamiento informal se ha generado alrededor de la construcción de la vía Baños-Puyo, que fue inaugurada el 14 de octubre del 2004, las casas son de uno, dos y tres pisos, según se observa en la figura 8.

Figura 8.

Área de estudio



LEYENDA

- RÍO
- ÁREA INFLUENCIA RÍO (100 m)
- ÁREA INFLUENCIA RÍO (50m)
- ÁREA INFLUENCIA RÍO (25 m)
- CURVAS DE NIVEL**
- PRINCIPALES
- COMPLEMENTARIAS
- USO DE SUELO**
- RESIDENCIAL
- TURÍSTICO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ANDOAMÉRICA

MAESTRÍA EN ARQUITECTURA CON MENCIÓN EN DESARROLLO URBANÍSTICO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TEMA: Mapa de uso de suelo en el centro poblado de Baños de Agua Santa

ESCALA: 1:6000

RESPONSABLES DE ELABORACIÓN:
Noemí Margarita Tipán Machado
Alexander Eduardo Acosta Supe

FUENTE:
Comité Nacional de Límites Internos, CONALI (2018) - Organización Territorial Provincial, Cantonal, 1:50000
Mapa base utilizado para representación obtenido de Esri Terrain

PARÁMETROS DE REFERENCIA:
Sistema de referencia: WGS84. Proyección: UTM ZONA 17S

Nota: Infraestructura residencial y turísticas en el Casco parroquial de Río Verde y las franjas de protección a 100m, 50m y 25m, 2023, autoría propia.

Particularmente, la provincia de Tungurahua, en términos generales, está expuesta a una serie de amenazas naturales, desde los deslizamientos permanentes y presentes en el cantón Baños de Agua Santa, hasta la actividad volcánica del Tungurahua.

Tabla 5

Peligro Volcánico

Parroquia	Tipo de peligro	Área (ha)	Porcentaje (%)	Subtotal (ha)	Porcentaje (%)
Río Verde	Flujo de lahares, probabilidad menor	177,35	0,17	622,50	0,58
	Multipeligro, probabilidad mayor	314,70	0,29		
	Multipeligro, probabilidad media	1,56	0,00		
	Multipeligro, probabilidad menor	128,88	0,12		

Nota: Tipo de peligro, porcentaje y área afectada por amenaza natural (peligro volcánico), 2015, Servicio Nacional de Gestión de Riesgos de Emergencias, PUGS 2031.

Tabla 6

Movimientos en Masa

Parroquia	Susceptibilidad	Área (ha)	Porcentaje (%)	Subtotal (ha)	Porcentaje (%)
Río Verde	Alta	177,35	0,17	622,50	0,58
	Baja	314,70	0,29		
	Media	1,56	0,00		
	Muy Alta	128,88	0,12		
	Sin Susceptibilidad				

Nota: Susceptibilidad al movimiento en masa, área y porcentaje de zonas afectadas, 2015, Servicio Nacional de Gestión de Riesgos de Emergencia, PUSG 2031.

El caso de estudio es viable porque se cuenta con las herramientas analíticas que facilitaron la recolección de información como el programa ArcGIS, que ayuda a la elaboración de mapas, los manuales técnicos para el desarrollo de la fotointerpretación, la información bibliográfica que permitieron comprender la metodología de análisis de gestión de riesgos y con el apoyo de la comunidad mediante la aplicación de encuestas que ayuda a responder los objetivos definidos, para la sistematización de los resultados obtenidos.

La congruencia tiene relación con un problema latente vinculado con los riesgos presentes en las franjas de protección. Los datos del estudio establecerán el nivel de vulnerabilidad del sector seleccionado, con la finalidad de diseñar estrategias específicas que influyan de manera positiva en la toma de decisiones de las autoridades en la reducción de riesgo.

La exploración concibe un estudio inicial a través del desarrollo de un marco teórico por medio de la revisión de la literatura que muestra la terminología de riesgo de desastres, vulnerabilidad, capacidad de respuesta, inundación, entre otros. Este análisis permitirá comprender las condicionantes y desencadenantes de los posibles riesgos para proceder a la discusión de los resultados.

La importancia del caso de estudio se fundamenta en el análisis de la gestión de riesgo. Este concepto implica una descripción de la fragilidad y de las situaciones de amenaza al que está expuesta la población, por factores físicos, sociales, económicos y ambientales.

Planteamiento del Problema

La presencia de edificaciones de uso residencial y turístico sobre las franjas de protección del Río Verde causan un nivel de riesgo al estar expuestos a amenazas de inundación en el casco parroquial de Río Verde del cantón Baños de Agua Santa.

Objetivos

Objetivo General

Analizar el nivel de riesgo de desastres de las edificaciones de uso residencial y turístico del casco parroquial de Río Verde del cantón Baños de Agua Santa, ante una posible inundación mediante el uso de sistemas de información geográfica con la finalidad de mostrar un documento técnico que permita en un futuro respetar las franjas de protección que se encuentra en la normativa u ordenanza de uso y ocupación de suelo del cantón.

Objetivos específicos

- Diagnosticar el nivel de amenaza del asentamiento del casco parroquial de Río Verde que se encuentran en las franjas de protección ante una inundación mediante métodos cualitativos y sistemas de información geográfica.
- Identificar el nivel de respuesta por parte de los moradores del casco parroquial de Río Verde y de los entes de socorro del cantón Baños de Agua Santa si se presenta un desbordamiento del río los insumos serán encuestas basadas en método cualitativo.
- Verificar el cumplimiento de las leyes y normativas vigentes en el casco parroquial de Río Verde mediante la aplicación de una encuesta para el control y la conservación de las franjas de protección del río.
- Diseñar lineamientos o mecanismos de reducción de riesgos para el casco parroquial de Río Verde en caso de una inundación mediante estrategias de prevención para evitar un desastre.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

Estado del Arte

Primero, vale la pena revisar las diferencias y similitudes entre los términos utilizados en este documento.

El cambio climático, “es un proceso que involucra un conjunto de manifestaciones en el tiempo en los cuales se desestabilizan los parámetros establecidos para el clima de los lugares durante los ciclos anuales de temperaturas, precipitaciones y movimientos atmosféricos. Esto produce modificaciones en los ecosistemas y en la vida en general y que necesitan atención para mitigar sus efectos negativos”, (Citado por Córdova, 2020).

La National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) en 2015, indica que la Tierra muestra un constante calentamiento. Mientras que Hoffmann (2016), expresa, para el año 2025 la temperatura de la superficie terrestre a nivel mundial habrá subido a 1,33°C comparada con el promedio del siglo XX. De manera similar, la temperatura media global del mar es de 0,74 °C con un nivel promedio en el siglo XX. Citando a Wheeler (2014), señala cómo se siente la gente respecto del clima y menciona algunos estudios que muestran claramente que la temperatura de la Tierra ha seguido aumentando desde mediados del siglo XIX; así como Intergovernmental Panel on Climate Change (2013), coincide con la teoría de Wheeler y enfatiza que desde mediados del siglo XX el clima viene cambiando debido a las actividades humanas. Como resultado se esperan temperaturas más altas, cambios en las precipitaciones y fenómenos meteorológicos extremos más frecuentes. En este contexto, se espera que la temperatura global promedio a finales del siglo XXI aumente alrededor de 4,8 °C en comparación con el siglo anterior, (Citado por Córdova, 2020).

De acuerdo con el Banco Mundial (2010), expresó que, este cambio climático no solo pone en riesgo los sistemas naturales y físicos, sino que al aumentar la temperatura y lluvias también aumenta el riesgo de enfermedades humanas. Además, debido a que tienen menos

posibilidades de recuperación, y en consecuencia, menos oportunidades para el desarrollo económico y social, las poblaciones más pobres se verán más gravemente afectadas por el cambio climático. Cuatro efectos del cambio climático se han visto en América Latina, según Gozer (2019), quien conversó con BBC-New Mundo. Estos efectos son el aumento del mar, huracanes más intensos, sequías e inundaciones. Como se observa en los Andes Centrales, estos efectos se ven exacerbados por el derretimiento de los glaciares tropicales, lo que también aumenta la vulnerabilidad de las poblaciones que dependen del agua, extendiendo cada uno de estos efectos destaca que:

Las inundaciones son fenómenos naturales provocado por sucesos naturales, pero en los último cincuenta años, la actividad humana ha aumentado su frecuencia y sus riesgos. Debido a la deforestación, invasión de tierras pantanosas y lechos de ríos, emisión de gases de efecto invernadero, ausencia de planificación, una deficiente infraestructura y otros problemas contribuyen a un aumento de vulnerabilidad y de riesgo. (Gozzer, 2019)

Desde el punto de vista de Camarasa (2011), propuso en términos generales, que el riesgo de un territorio vendría condicionado por la combinación entre amenaza, vulnerabilidad y exposición por la capacidad de afrontamiento definida y el grado de tolerancia social, económica y tecnológica de la población expuesta a dicho peligro, así como por su capacidad de reacción y adaptación al fenómeno adverso. Mientras que Altez (2002), considera que la vulnerabilidad presenta un dimensionamiento interno que involucra la relación comunidad-ecosistema, pues aquella está relacionada estrechamente con la susceptibilidad o el grado de exposición que presentan las comunidades y sus medios de vida de sufrir daños, producto de eventos adversos externos (amenazas naturales). Por lo anterior, cabe considerar la vulnerabilidad como un fenómeno social.

Según Cardona (2020), afirmó que, la vulnerabilidad se relaciona directamente con el carácter, magnitud y la rapidez del cambio climático, así como la variación a un sistema está expuesto, a su sensibilidad y capacidad de adaptación. La vulnerabilidad humana está influenciada tanto por factores sociales endógenos como por factores externos, como la disponibilidad de recursos. Según Yohe y Tol (2002), existen ocho factores distintos que pueden tener un impacto en el grado de preparación de una sociedad para los desastres: tecnologías disponibles, estructura institucional local, capital humano, capital social, procesos locales y capacidad pública de evaluación de riesgos. (Cardona, 2020)

Según Córdova (2020), es necesario también anotar que, crear una política de adopción requiere un entendimiento de la vulnerabilidad en el ámbito de los hogares que forman la comunidad. El informe también enfatizó que uno de los efectos principales del cambio climático es la mayor susceptibilidad de las personas, la infraestructura y la agricultura a los desastres, provocados por el aumento de las precipitaciones, el aumento de las descargas de ríos y arroyos, las inundaciones costeras y los deslizamientos de tierras. Como resultado, en este caso, el riesgo de inundaciones está influenciado por la coexistencia de procesos naturales y actividades humanas; es decir, si bien los factores naturales son la causa principal de las inundaciones, las actividades humanas tienen un mayor impacto negativo sobre el medio ambiente y las fuerzas físicas y potenciales de la naturaleza. (Córdova, 2020)

De acuerdo con Córdova (2020), consideró el riesgo de desastre como el factor que alude a la probable ocurrencia de un desastre como resultado de una compleja interacción entre un fenómeno potencialmente destructivo y las condiciones de vulnerabilidad de las comunidades y su entorno económico. Estudió el riesgo como el producto de dos factores: amenaza y vulnerabilidad, que coincide en un tiempo y espacio determinado para configurar

el riesgo. En otras palabras, los desastres ocurren cuando la ocurrencia de estos fenómenos afecta directamente la vida de las personas, la economía, la infraestructura, etc.

Asfaw et al. (2015), señalan que, muchos temas ambientales se relacionan con riesgos endógenos. Por tanto, las acciones y reacciones de las personas pueden cambiar el hecho de que sucedan cosas buenas o malas. El riesgo endógeno surge de la noción de que los individuos tienen un cierto control sobre el conjunto de probabilidades y resultados que definen la sociedad mundial. En este contexto, se puede hacer una distinción entre la autoconservación, que refleja la inversión privada para aumentar la probabilidad de buen comportamiento, y la autosuficiencia, que refleja el gasto destinado a reducir la gravedad del mal procedimiento. En el caso del cambio climático, la autoprotección es conocida como mitigación y la autoseguridad, como adaptación. En la perspectiva endógena de riesgo, la mitigación y la adaptación son consideradas como dos estrategias de reducción de riesgos asociados con el cambio climático, (Córdova, 2020).

Fundamentación del Objetivo de Investigación.

Desastres y sus Impactos en las Ciudades.

Cita a Camarasa (2001), quien define ampliamente el riesgo del sitio en términos de una combinación de amenaza, exposición y vulnerabilidad, así como capacidades de afrontamiento definidas y tolerancias sociales, económicas y técnicas. Las amenazas y su capacidad para responder y adaptarse a eventos adversos

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} \times \text{Exposición} \times \text{Vulnerabilidad}.$$

Durante todos estos años la población ha sufrido varios cambios debido a las diferentes épocas de desarrollo económico y tecnológico; es así que en la época de la revolución industrial acompañado de guerras y enfermedades se dio origen a nueva organización urbana dejando abandonado los centros históricos y apareciendo nuevos núcleos industriales. Esto generó que la población trabajadora se asienten en el límite urbano dejando

desprotegido y en ciertos lugares perdiéndose el límite rural apto para los cultivos, dando origen a una desigualdad urbana y el irrespeto por los recursos naturales y biodiversidad, (Lavell, 2001).

De esta manera se puede evidenciar una ciudad que se adapta, pero a la vez es vulnerable ante los desastres. Hoy en día es un riesgo estar ubicado con viviendas a orillas de un río o el mar porque la naturaleza ha ido cambiando y existe precipitaciones muy fuertes durante todo el año lo cual provoca deslizamientos o que el nivel del caudal del agua suba ocasionando inundaciones y pérdida de vidas, (Lavell, 2001).

De acuerdo con SNGRD (2017), mencionó que, el desastre es el resultado de uno o más eventos naturales o antropogénicos no intencionales que, al localizar situaciones favorables de vulnerabilidad en los individuos, causando daño y pérdida. Se afirma que se trata de cambios drásticos, graves y de largo plazo en el trabajo normal de la sociedad, que requiere que el Estado y sus entidades adopten medidas extraordinarias, como la rehabilitación y la reconstrucción. Aunque algunos escritores sugieren que los desastres no son naturales sino sociales; representan la concreción del riesgo que surge del impacto potencial de diversos peligros en las comunidades frágiles, (UNAM, 2019).

Whikman y Timberlake (1985), mencionaron que, en las definiciones existentes de desastre, por lo general, se refieren a las consecuencias y no a las causas de los fenómenos. Consideran desastre a un suceso reconocible en el tiempo y en el espacio que afecta el funcionamiento normal de la sociedad, como la pérdida de vidas y daños sustanciales a sus bienes y servicios. Otros consideran el carácter imprevisto de dichos fenómenos, la impreparación de los gobiernos para enfrentarlos y los traumatismos sociales o políticos que pueden ocasionar (Cuny, 1983), mientras que Lavell (2012), define el desastre como “una ocasión de crisis o estrés social, observable en el tiempo y en el espacio, en que sociedades o sus componentes (comunidades, regiones, etc.) sufren daños o pérdidas físicas y alteraciones

en su funcionamiento rutinario, a tal grada que exceden su propia capacidad de auto recuperación, requiriendo la intervención o cooperación externa”.

La política de gestión de desastres, representa actuar eficazmente cuando el riesgo ya se ha plasmado, también, pertenece a las operaciones de respuesta en caso de emergencia, la rehabilitación y la reconstrucción. El objeto de la preparación para emergencias o ayuda humanitaria es garantizar la seguridad y las condiciones de vida de la población afectada seguidamente posteriormente al evento. Las actividades de labores pueden incluir evacuación comunitaria, búsqueda y rescate, operaciones de socorro y asistencia para la población afectada y actividades cuando las comunidades están en desorden y los servicios de infraestructura básica no están operativos. El periodo de emergencia es dramático y traumático; por esa razón, la mayor atención de los medios de comunicación y de la comunidad internacional está puesta en este período cuando se trata de un evento mayor, (Carreño, 2015).

Desde la posición de Whikman y Timberlake (1985), el hombre debe admitir que vive en una naturaleza viva con sus propias normas de funcionamiento, y que no puede intentar violar esta norma sin arriesgar su propia integridad; mientras que Cardona (1996), menciona que la gestión de desastres debe ser sistémica, como una secuencia cíclica, cuyas etapas están interrelacionadas y deben abordarse de manera coherente y específica.

Figura 9.

Ciclo de los desastres



Nota: Etapas en forma lógica, por una relación simbólica de tareas, elaboración propia, 2023.

De acuerdo con Cardona (1996), sostiene que, antes del desastre existe actividades previas, las cuales usualmente se subdividen en prevención, mitigación, preparación y alerta. Considera que, el propósito de la prevención es impedir evitar que suceda el evento, mientras que la mitigación procura reducir el impacto, considerando que en ciertas circunstancias no es viable impedir su ocurrencia; la preparación organiza la respuesta y la alerta compete al aviso formal de un peligro. La frase “actividades relacionadas con desastres” se refiere a cualquier acción tomada durante una emergencia o inmediatamente después de un incidente. Estas acciones podrían implicar la evacuación de la comunidad, esfuerzos de búsqueda y rescate, asistencia a las poblaciones afectadas, operaciones de socorro y acciones tomadas cuando la infraestructura y los servicios vitales están fallando y las comunidades están en desorden.

Finalmente, Carreño (2015), argumenta que, en la etapa después se encuentra la rehabilitación que corresponde al periodo de transición que inicia al final de la etapa de emergencia y en la cual se restablecen los servicios vitales indispensables y el sistema de abastecimientos de la comunidad afectada. Enfatiza que, una parte destacada es la

reconstrucción, por los esfuerzos que realizan para corregir la infraestructura afectada y restaurar el sistema de producción con propósito de revitalizar la economía y alcanzar adquirir o destacar el nivel de adelanto previo al desastre, con propósito de crear excelentes situación económica, social, infraestructura y de vida en general del espacio afectado, otorgando mejores condiciones de seguridad en el futuro.

Tabla 7

Definición de los Ciclos de Desastres

ETAPAS	DEFINICIÓN	ESTRATEGIA	INSTRUMENTOS
PREVENCIÓN	Eliminar el riesgo	Planes integrales. Programas de inversión. Planificación física. Programas de intervención de fenómenos específicos	Evitar que los fenómenos den lugar a desastres.
MITIGACIÓN	Reducir el riesgo	Participación comunitaria Legislación y planificación	Leyes u ordenanzas
PREPARACIÓN	Organización y planificación	Organización interinstitucional Planificación y coordinación Simulación	Planes de emergencia Planes de contingencia
ALERTA	Estado anterior a la ocurrencia de un fenómeno	Establecer instrucciones, acciones y procedimientos.	Redes de instrumentación, vigilancia y monitoreo,

		<ul style="list-style-type: none"> • Accesible • Inmediata • Coherente • Oficial 	los sistemas de alarma y los medios de comunicación
RESPUESTA	Ejecución de acciones de búsqueda, rescate socorro y asistencia	Coordinación de acciones interinstitucionales	Actividades que los planes indican
REHABILITACIÓN	Restablecimiento de las condiciones normales de vida	Desarrollar los planes de contingencia y evaluar los sitios más vulnerables previo al desastre	Evaluación anticipada Asignación de recursos
RECONSTRUCCIÓN	Proceso de recuperación a mediano y largo plazo	Todos los aspectos anteriores para la prevención y mitigación de desastres	Esfuerzo en gran escala para reponer edificaciones, infraestructura y actividades productivas

Nota: Definición, estrategia e instrumentos para que se lleve a cabo las etapas en un desastre, elaboración propia, (Carreño, M., Cardona, O., Barbat, A., 2015).

Como lo hace de notar, Marco de Sendai para la Reducción de Riesgos de Desastres, 2015-2030, unas de las directrices y prioridades, promueve la reducción sustancial del riesgo de desastres y de las pérdidas ocasionadas por los desastres, a partir de cuatro prioridades de acción: 1) Comprender el riesgo de desastres; 2) Fortalecer la gobernanza para el riesgo de desastres; 3) Invertir en la resiliencia y reducción del riesgo de desastres; 4) Mejorar la preparación en desastres para una efectiva respuesta, así como “reconstruir mejor” en términos de recuperación, rehabilitación y reconstrucción, (UNISDR, 2015).

Vulnerabilidad y el Incremento del Riesgo en Áreas Urbanas y Rurales.

La PNUD (2014), define a la vulnerabilidad como la susceptibilidad de sufrir daño y tener dificultad de recuperarse de ello. No todos los contextos en que se encuentran las personas son vulnerables. Existen condiciones en que las personas verdaderamente están expuestas a sufrir daño producto de un evento natural (sismo, aluvión, huracán, tempestad eléctrica, etc.). en otros casos, las personas tienen a su alrededor ciertos escenarios de seguridad, para que puedan considerarse seguras. La vulnerabilidad en la sociedad se manifiesta en:

- La implantación de vivienda en suelo que no es apto.
- La inadecuada utilización de materiales de construcción para la construcción de la edificación.
- La situación financiera que impide tener un entorno confortable y seguro.

Como expresa PNUD (2014), la condición de vulnerabilidad está conformada por características de los elementos expuestos (infraestructura productiva, asentamientos humanos, infraestructura relacionada a la distribución de agua, electricidad, carreteras, puentes, puertos, telefonía, etc.) que les hace propensos a sufrir daño al ser impactados por diversos eventos físicos. Definió a la vulnerabilidad como “una falta de resiliencia y resistencia y, además, son condiciones que dificultan la recuperación y reconstrucción de los elementos afectados de forma autónoma. Esta condición en los grupos sociales se configura a partir de diferentes factores entre los que se encuentran: económicos, sociales, organizacionales e institucionales, educacionales, culturales, políticos”. En sentido, la vulnerabilidad será la incapacidad de una comunidad para absorber, mediante el auto ajuste, los efectos de un determinado cambio en su medio ambiente, o sea su inflexibilidad o incapacidad para adaptarse a ese cambio, que para la comunidad constituye, por las razones expuestas, un riesgo, (PNUD,2014).

Según el programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2014), la vulnerabilidad se refiere al grado en que un riesgo realmente daña a una comunidad. Las definiciones de vulnerabilidad y riesgo están estrechamente relacionadas, ya que la definición de un fenómeno natural (o provocado por el hombre) alcanza un estado de riesgo solo si ocurre o se espera que ocurra en un espacio ocupado por la sociedad que es vulnerable a este fenómeno. Las vulnerabilidades de las personas pueden dar lugar a nuevos riesgos, que a su vez crean nuevas vulnerabilidades, y por tanto, nuevas oportunidades de desastres, (PNUD,2014).

El PNUD (2014), abarca estos conceptos de vulnerabilidad que conservan el criterio de exposición, pero además ofrecen nuevos significados como sensibilidad, susceptibilidad y la capacidad de adaptarse o resiliencia de un sistema o de un conjunto de elementos territoriales. También mencionó la palabra “sensibilidad” que se refiere al nivel que un sistema se ve afectado positiva o negativamente, por el cambio climático. En términos de riesgo, la sensibilidad se comprueba con el término susceptibilidad. El que un evento o fenómeno se considere o no de riesgo, dependerá de que el lugar en donde se manifieste esté ocupado o no por una comunidad vulnerable al mismo tiempo. El que se considere o no amenaza, dependerá del grado de probabilidad de su ocurrencia en esa comunidad. Y el que se convierta o no en desastre, dependerá de la magnitud real con qué efectivamente se manifieste el fenómeno, y del nivel de vulnerabilidad de la comunidad. Los elevados niveles de vulnerabilidad están relacionados con el aumento desordenado de los procesos de urbanización del territorio, (PNUD, 2014).

El PNUD (2014), menciona que para lograr una efectiva reducción del riesgo de desastres (RRD) es necesario comprender la vulnerabilidad territorial de forma práctica y reducirla mediante el desarrollo de políticas públicas locales efectivos. Por tanto, es necesaria herramientas que sean capaces de leer la vulnerabilidad del área en estudio. Para que,

mediante este método los tomadores de decisiones desarrollen acciones específicas y acciones basadas en la situación real de su nación. Sin que las herramientas sean una solución absoluta para la RRD, si constituyen un mecanismo clave para evidenciar posibles pérdidas y fragilidades en el territorio, (PNUD,2014).

Tyler y Moench (2012), quienes señalan que el riesgo de desastres y la resiliencia debe hacerse identificando tres grupos de componentes: los sistemas, los agentes sociales y las instituciones; y que para eso hay que tener una base de información dinámica que mantenga datos actualizados sobre el estado de los ecosistemas naturales, distribución de usos de suelo, comportamiento de los procesos de variación climática o cambio climático, actividades de las poblaciones y sus patrones culturales, políticas claras de uso de los recursos y de ubicación de asentamientos humanos, etc. Debemos trabajar para aumentar la capacidad de las instituciones sociales locales e incluirlas en la gobernanza. Esto le admitirá asemejar fácilmente las vulnerabilidades y tomar acciones correctivas, (Tyler y Moench, 2012).

Córdova (2020), menciona un caso particular, se encontró que la debilidad de los programas de gestión de riesgos es que no toman en cuenta a los actores sociales locales y tampoco hay planes de capacitación. Queda claro que las iniciativas deben ser lideradas por las autoridades administrativas de los diferentes niveles de gobierno, sin embargo, la comunidad debe establecer acciones para proceder ante circunstancias de riesgo y de esta manera se estará preparando la supervivencia ya que la responsabilidad debe ser compartida. Es importante aumentar los esfuerzos en estrategias de gestión direccionadas a la educación y gobernanza en donde se pongan en práctica los valores de solidaridad en el trabajo, honestidad, justicia y visión de futuro común digno de ser vivido, (Córdova, 2020).

Como plantea Carreño et al. (2004; 2006), en el marco del Programa de Indicadores de Riesgo y Gestión de Riesgo, coordinado por el Instituto de Estudios Ambientales (IDEA)

de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales (Cardona, 2005), con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo, se diseñó un sistema de indicadores a doce países de la región. Plantea indicadores se desarrolló el Índice de Gestión de Riesgos (IGR). El mismo objetivo que el IGR es cuantificar el desempeño de la gestión de riesgos manejando categorías cualitativas predefinidos o puntos de referencia ideales a los que debería aspirar la gestión de riesgos. Esto significa crear un conjunto de “niveles de desempeño”, que puedan considerarse como una línea base. Al desarrollar el IGR se tuvieron en cuenta cuatro mecanismos:

- Identificación del riesgo (IR), que incluye percepción personal, la representación social y evaluación objetiva;
- Reducción del riesgo (RR), que comprende a la prevención-mitigación;
- Manejo de desastres (MD), que pertenece a la respuesta y la recuperación; y
- Gobernabilidad y protección financiera (PF), se refiere al traspaso del riesgo y la institucionalidad.

También menciona Carreño et al. (2004; 2006), que, para cada política pública se han planteado seis indicadores que identifican el desempeño de la gestión en la Nación. El IGR es el promedio de los cuatro indicadores compuestos como se indica a continuación:

$$IGR=(IGR_{IR}+IGR_{RR}+IGR_{MD}+IGR_{PF})/4$$

El valor de cada indicador se realizó manejando cinco escalas de desempeño: “bajo, incipiente, significativo, sobresaliente y óptimo” que pertenece a una categoría de 1 a 5, considerando uno la escala más bajo y cinco la escala más alto. Este enfoque metodológico permite utilizar cada nivel de referencia simultáneamente como un “objetivo de desempeño” y, por lo tanto, facilita la comparación y la identificación de resultados o logros hacia los cuales los gobiernos deben dirigir sus esfuerzos de formulación, implementación y evaluación de política en cada caso, (Carreño et al.,2004).

Indicadores de identificación del riesgo. Según Carreño (2004), define a la identificación del riesgo colectivo IGR_{IR} , en general, comprende la percepción individual, la representación social y la estimación objetiva. Para inmiscuirse el riesgo es preciso “reconocerlo, medirlo y representarlo mediante modelos, mapas, índices, etc.”, para que de esta manera las autoridades puedan tomar decisiones. Él indica que una vez reconocido y comprendido, es importante evaluarlo con fines intervencionistas y para efecto menciona lo siguiente:

- IR1. Inventario sistemático de desastres y pérdidas.
- IR2. Monitoreo de amenazas y pronóstico.
- IR3. Evaluación y mapeo de amenazas.
- IR4. Evaluación de vulnerabilidad y riesgo.
- IR5. Información pública y participación comunitaria.
- IR6. Capacitación y educación en gestión de riesgos.

Indicadores de reducción del riesgo. Carreño (2004), menciona que la principal acción de gestión de riesgos es la reducción del riesgo. El procedimiento equivale a la aplicación de medidas preventivas y/o de mitigación, tanto estructurales como no estructurales. Carreño (2004), menciona los indicadores que simbolizan la reducción de riesgos son los siguientes:

- RR1. Integración del riesgo en la definición de usos del suelo y la planificación urbana.
- RR2. Intervención de cuencas hidrográficas y protección ambiental.
- RR3. Implementación de técnicas de protección y control de fenómenos peligrosos.
- RR4. Mejoramiento de vivienda y reubicación de asentamientos ubicados en áreas propensas a los desastres.

- RR5. Actualización y control de la aplicación de normas y códigos de construcción.
- RR6. Refuerzo e intervención de la vulnerabilidad de bienes públicos y privados.

Indicadores de manejo de desastres. Carreño (2004), manifiesta que, el manejo de desastres, corresponde a la apropiada respuesta y recuperación posdesastre. La configuración operativa y el nivel de conciencia pública determinarán esto. Cuando se han producido riesgos y es imposible prevenir los efectos negativos de fenómenos peligrosos, el objetivo de la gestión de riesgos es reaccionar adecuadamente. Las instituciones y los diferentes actores sociales involucrados en eventos de desastres deben estar efectivamente organizados, capacitados y planificados operativamente. Es por ello que Carreño (2004), señala los indicadores que representan la capacidad para el manejo de desastres son los siguientes:

- MD1. Organización y coordinación de operaciones de emergencia.
- MD2. Planificación de la respuesta en caso de emergencia y sistemas de alerta.
- MD3. Dotación de equipos, herramientas e infraestructura.
- MD4. Simulación, actualización y prueba de la respuesta interinstitucional.
- MD5. Preparación y capacitación de la comunidad.
- MD6. Planificación para la rehabilitación y reconstrucción.

Indicadores de gobernabilidad y protección financiera. Carreño (2004), así mismo manifiesta que, la gobernabilidad y protección financiera, para la gestión de riesgos es fundamental para la sostenibilidad del desarrollo y el crecimiento económico del país. Una política pública de este tipo requiere, por un lado, la coordinación de varios actores sociales cada uno de los cuales está obligado a tener un conjunto único de

prácticas, valores, intereses y estrategias disciplinarias. Carreño (2004), describe los indicadores que representan la gobernabilidad y protección financiera de la siguiente manera:

- PF1. Organización interinstitucional, multisectorial y descentralizada.
- PF2. Fondos de reservas para el fortalecimiento institucional.
- PF3. Localización y movilización de recursos de presupuesto.
- PF4. Implementación de redes y fondos de seguridad social.
- PF5. Cobertura de seguros y estrategias de transferencia de pérdidas de activos públicos.
- PF6. Cobertura de seguros y reaseguros de vivienda y del sector privado.

Tabla 8

Indicadores de las cuatro políticas públicas consideradas para la evaluación de la gestión del riesgo

Política pública	Indicadores	
Identificación del riesgo	IR1	Inventario sistemático de desastres y pérdidas
	IR2	Monitoreo de amenazas y pronósticos
	IR3	Evaluación de amenazas y su representación en mapas
	IR4	Evaluación de la vulnerabilidad y riesgo
	IR5	Información pública y participación comunitaria
	IR6	Capacitación y educación en gestión de riesgos
Reducción de riesgos	RR1	Integración del riesgo en la definición de usos y la planificación
	RR2	Intervención de cuencas hidrográficas y protección ambiental
	RR3	Implementación de técnicas de protección y control de fenómenos
	RR4	Mejoramiento de vivienda y reubicación de asentamientos
	RR5	Actualización y control de la aplicación de normas y códigos
	RR6	Intervención de la vulnerabilidad de bienes públicos y privados

Gestión de desastres	MD1	Organización y coordinación de operaciones de emergencia
	MD2	Planificación de la respuesta en caso de emergencia y sistemas de alerta
	MD3	Dotación de equipos, herramientas e infraestructura
	MD4	Simulación, actualización y prueba de la respuesta interinstitucional
	MD5	Preparación y capacitación de la comunidad
	MD6	Planificación para la rehabilitación y reconstrucción
Gobernabilidad y protección financiera	PF1	Organización interinstitucional, multisectorial y descentralizada
	PF2	Fondos de reservas para el fortalecimiento institucional
	PF3	Localización y movilización de recursos de presupuesto
	PF4	Implementación de redes y fondos de seguridad
	PF5	Seguros y estrategias de transferencia de pérdidas activos públicos
	PF6	Cobertura de seguros y reaseguros de vivienda y del sector privado

Nota: Listado de indicadores, detallado por expertos que conocen el desarrollo de gestión, 2004, Carreño et al., 2004.

Capacidad de Respuesta Frente a un Fenómeno Natural.

En términos generales, el riesgo de un territorio vendría condicionado por la combinación entre el peligro-probabilidad de que un suceso natural alcance un umbral determinado y la vulnerabilidad, definida por el grado de tolerancia social, económica y tecnológica de la población expuesta a dicho peligro, así como por su capacidad de reacción y adaptación al fenómeno adverso (PITA et al., 1999; CAMARASA et al., 2001).

El riesgo se considera como una variable externa sujeta a la probabilidad de ocurrencia de los detonantes o amenazas naturales sísmicas (geodinámica interna y externa), (Corominas et al., 2003; Fell et al., 2008).

Cardona (2008), define a la gestión de riesgos como “el conjunto de elementos, medidas y herramientas dirigidas a la intervención de la amenaza o la vulnerabilidad, con el fin de disminuir o mitigar los riesgos existentes”. Este concepto de prevención ha jugado un papel delimitador respecto a otro conjunto de elementos, medidas y herramientas, cuyo objetivo es intervenir principalmente ante la ocurrencia misma de un desastre, es decir, que conforman el campo de los preparativos para la atención de emergencia, la respuesta y la reconstrucción una vez ocurrido un suceso, (Cardona O. 2008).

Desde el punto de vista de Cardona (2004), el objetivo de la gestión de riesgos es identificar el tipo de participación, manteniendo al mismo tiempo un enfoque en la intervención en casos de desastres. Esto implica formular medidas preventivas que, con el tiempo, reduzcan en gran medida la necesidad de intervenir en desastres. Es así que, la política de gestión de riesgos se refiere a una variedad de fuerzas presentes en todos los niveles territoriales, incluyendo fuerzas sociales, políticas, institucionales, públicas y privadas, además de las entidades territoriales. Esto permite planteamientos de participación democráticos, suma de esfuerzos y responsabilidades, de acuerdo con el ámbito de competencia de cada cual. (Cardona, O., 2008).

Cardona (1996), indica que, debido al carácter multidisciplinario, el manejo de riesgo se enfoca de manera directa en lo siguiente:

1. Incorporar la prevención y mitigación de desastres en la planificación del desarrollo para evitar o minimizar impactos que pueden obstaculizar la mejora de la calidad de vida de las personas.
2. Promover la capacitación, la preparación, la educación sobre riesgos y la comunicación temprana en materia de socorro en caso de desastres, de esta manera las comunidades locales pueden responder mejor a las emergencias.

3. Coordinar los esfuerzos de diversas organizaciones durante las fases de recuperación y reconstrucción post-desastre y socorro en caso de desastre.

Wisner et al. (2004), señalaron que la sociedad necesita mecanismos especializados para abordar las diversas condiciones de riesgo que existen o pueden existir a la luz de las condiciones de riesgo. Al crear una política de gestión de riesgos, hay una serie de intervenciones o áreas potenciales de acción a tener en cuenta, entre ellas:

1. Comprensión sobre la dinámica, la incidencia, la causalidad y la naturaleza de los fenómenos que podrían representar una amenaza y por ende una vulnerabilidad.
2. Fomentar y apoyar mecanismos y acciones apropiadas para reducir situaciones de riesgo ya presentes.
3. Conocimiento para anticipar, medir y difundir información con precisión de datos sobre cambios en el entorno físico.
4. Preparar a ciudadanos, instituciones y organizaciones para combatir desastres inminentes y abordar eficazmente los efectos de un evento natural.
5. Mecanismos para garantizar la ejecución, coordinación y gestión eficiente de los programas de recuperación y reconstrucción, considerando la disminución de riesgos en zonas afectadas.
6. Fomentar el uso de mecanismos en áreas como planificación territorial, control de edificaciones y gestión ambiental para reducir riesgos en próximos proyectos.
7. Fomentar el proceso educativo en todos los niveles, para garantizar que se comprendan plenamente las cuestiones de riesgo, así como las oportunidades para controlarlas, reducirlas o alterarlas.

Institucionalmente, es importante recordar que las tareas específicas de cada etapa se cumplen de acuerdo con un cronograma establecido. Cada etapa, desde el punto de vista de la gestión, implica la aplicación de diversas medidas de gestión de riesgos estructurales y no estructurales. Con base en indicadores de gestión de riesgos se puede establecer porcentajes de participación del gobierno nacional en el pago de primas de seguros y en la reconstrucción de los inmuebles públicos de propiedad del Estado a nivel local y regional, (Carreño et al., 2015).

Como señala Carreño et al. (2015), los gobiernos deben ayudar a los propietarios e inquilinos que provienen de entornos de bajos ingresos y se hayan visto afectados por desastres extremos. Dependiendo de la gravedad del desastre, también se necesitarán préstamos blandos para ayudar a las comunidades más pobres que han perdido sus bienes y medios de subsistencia. En situaciones extremas, es posible que incluso sea necesario subsidiar el empleo público y privado. En vista de lo mencionado por Carreño et al. (2015), determinan la responsabilidad futura del Estado en términos de su estrategia utilizar las siguientes reglas según grado de importancia:

- La integridad humana.
- Los medios de supervivencia.
- El medio ambiente.
- El soporte ecosistémico.
- Los bienes públicos
- Los bienes privados de uso colectivo.

También Carreño et al. (2015), enfatiza que el interés colectivo debe primar sobre el interés particular, identificable como una de las normas fundamentales de la convivencia democrática.

Lineamientos de Alerta Temprana Para Evacuar el Lugar en Caso de un Desastre

El Plan Nacional de Gestión de Riesgos (2018), señala que el área encargada de llevar el seguimiento de eventos peligrosos en la Secretaría de Gestión de Riesgos es la encargada de acreditar la calificación inicial e informar a los tomadores de decisiones en todos los niveles de la jurisdicción correspondiente para evaluar y aprobar la acreditación de la calificación. Por tanto, también menciona las variables que estadísticamente son más importantes para el manejo de emergencias y desastres, y que al utilizar solo una de estas variables en su mayor nivel de influencia, obtenemos el tamaño del efecto independientemente de que las otras variables tengan un menor alcance. Para determinar las variables se analiza el impacto causado según el listado:

- Territorio afectado
- Personas afectadas
- Muertos y desaparecidos
- Personas con necesidad de Albergue
- Personas con requerimiento de Atención Prehospitalaria y/o Rescate
- Capacidad de las estructuras territoriales de gobierno

Se crearon tablas de niveles de capacidad que puedan ajustarse a las proyecciones de crecimiento poblacional del país utilizando la referencia del Censo más reciente del INEC de Ecuador, que contabilizó su población en 16 millones, (Plan Nacional de Gestión de Riesgos, 2018).

El NIVEL 1, (emergencia de baja complejidad). figura una emergencia local.

El NIVEL 2, (Emergencia de moderada complejidad). daña a un cantón.

El NIVEL 3, (Emergencia de alta complejidad). Afecta a nivel de Provincia.

El NIVEL 4, (Desastre). figura el daño en varias provincias.

El NIVEL5, (Catástrofe). sobrepasa la capacidad nacional para responder a un desastre.

Tabla 9*Clasificación del Evento Peligroso*

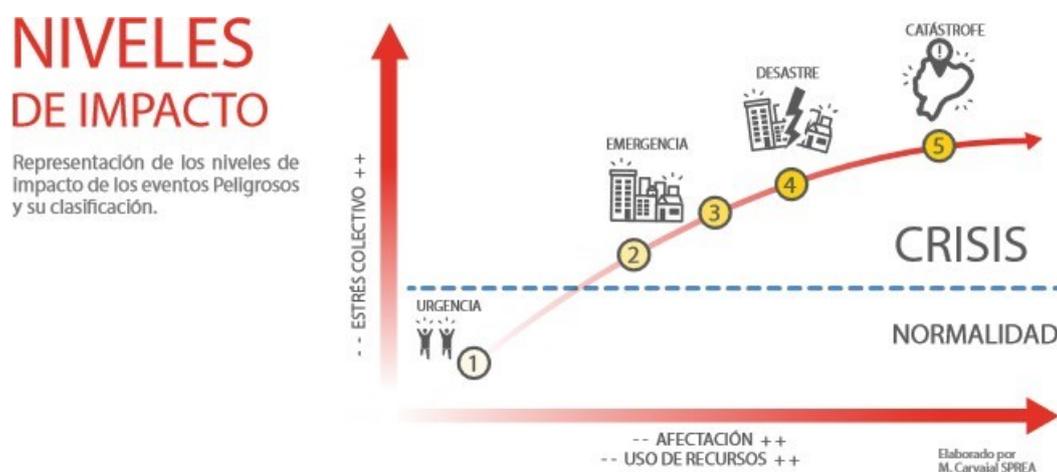
Nivel	Territorios afectados	N° personas afectadas*	N° muertos y desaparecidos**	N° personas con necesidad de albergue**	N° requerimientos de atención prehospitalaria y/o rescate**	Capacidades de las estructuras territoriales de gobierno
1	Comunidad localidad	1 – 160 (1 al 0,01×mil)	1 – 16 (1 al 0,001×mil)	1 -32 (1 al 0,002×mil)	1 – 48 (1 al 0,003×mil)	La atención es local y no requiere apoyo de otros niveles.
2	Cantón varias localidades o parroquias rurales	161–1600 (0,01×mil al 0,1×mil)	17–160 (0,001×mil al 0,01×mil)	33-320 (0,002×mil al 0,02×mil)	49– 480 (0,002×mil al 0,03×mil)	Respuesta municipal con soporte sectorial (ministerios)
3	Provincial varios municipios	1601–8000 (0,1×mil al 0,5×mil)	161 – 800 (0,01×mil al 0,05×mil)	321-2400 (0,02×mil al 0,15×mil)	481–1600 (0,02×mil al 0,1×mil)	Requiere apoyo de municipios vecinos y soporte sectorial. Respuesta de GAD Provinciales

4	Zonal	8001–80000	801-3200	2401-24000	1601-6400	Se requiere respuesta nacional, el evento es atendido de forma subsidiaria
	Regional varias provincias	(0,5×mil al 5×mil)	(0,05×mil al 0,2×mil)	(0,15×mil al 1,5×mil)	(0,1×mil al 0,4×mil)	
5	Nacional varias regiones evento fronterizo	80001 o más (más de 5×mil)	3201 o más (más del 0,2×mil)	24000 o más (más del 1,5×mil)	6400 o más (más del 0,04×mil)	Se requiere apoyo internacional, capacidades nacionales sobrepasadas

Nota: Tabla para clasificación del evento, situación peligrosa nivel de impacto, posee una serie de variables que son las que, en el análisis de supuestos, permite proyectar y ejecutar planes de acción de acuerdo al nivel de afectación, disminuyendo la incertidumbre y genera mejores decisiones. 2018, Plan Nacional de Respuesta ante Desastres.

Figura 10.

Representación de los niveles de impacto de los eventos peligrosos y sus calificaciones



Nota: Actuación de las competencias del gobierno según el nivel de impacto de los eventos peligrosos, que es determinada por el territorio afectado, las personas afectadas, muertos y desaparecidos, establece si la emergencia es baja (1) una respuesta parroquial; emergencia moderada (2) una respuesta cantonal con apoyo de ministerios; emergencia alta (3) una respuesta de cantones vecinos, ministerios y los GADs provinciales; desastre (4) la respuesta es Nacional; catástrofe (5) se necesita la ayuda de cooperación internacional. Los Comités de Operaciones de Emergencia COE, se activa desde el nivel 2, 2018, Plan Nacional de Respuesta ante Desastres.

Fases de Respuesta Ante Desastres. El Plan Nacional de Respuestas ante Desastres sugiere una estrategia que es únicamente de naturaleza operativa y se concentra en la respuesta. una mejor organización, alerta, levantamiento de información, evaluación, movilización de recursos, involucramiento del sector, desmovilización, límites temporales de atención, rehabilitación temprana e inicio del proceso de recuperación; Los periodos de intervención deben ser consecutivos y, dependiendo del tipo y dinámica de los eventos peligrosos que se produzcan, deben ser diferenciados y contenidos. Las etapas se proponen de la siguiente manera:

Fase operativa 1 – alerta. Es una transición conceptual entre las etapas de preparación y respuesta.

Fase operativa 2 – primera respuesta y atención integral a la población. Aunque existe una separación conceptual entre las fases de respuesta y rehabilitación, esta separación en realidad no ocurre, por lo que existen fases de transición entre la conclusión de una y el inicio de la otra que son las siguientes:

- Para iniciar una respuesta a partir de una solicitud, despliegue, registro y asignación de recursos y capacidades, la fase de respuesta se basa en evaluaciones situacionales y priorización de requisitos.
- Acciones de Primera Respuesta. Los pasos fundamentales en el proceso de gestión de emergencias y desastres. Aquí se plasman las labores de búsqueda, rescate, salvamento, ayudas humanitarias y la atención integral a la población.
- Desmovilización. Etapa de desactivación. Esto permite realizar paradas de emergencia, revisiones de desempeño y revisiones de acciones.

Fase operativa 3 – rehabilitación temprana. Esta fase marca el paso del final de la operación de respuesta al comienzo de la operación de recuperación. Para este periodo se consideran las siguientes etapas:

- Medidas de rehabilitación: Una serie de opciones y acciones destinadas a mejorar y mejorar gradualmente la habitabilidad, la infraestructura vital y la seguridad en las áreas impactadas.
- Restablecimiento de servicios básicos: Se indica como una etapa de esta fase a pesar de que se relaciona con medidas de rehabilitación por lo importante que es.
- Priorización y asignación de recursos en rehabilitación: Evalúa los daños y prioriza necesidades. Informe técnico por parte del personal en territorio.

Figura 11.

Esquema gráfico de tiempo y duración de las fases operativas en la respuesta



Nota: Además de identificar las organizaciones e instituciones involucradas, priorizar las acciones relacionadas con la población, organizar la respuesta y poner en marcha las necesidades de recuperación, y comprender los esfuerzos humanitarios que están llegando a su fin, las fases de identificación e implementación son importantes porque cada fase tiene su propio tiempo y duración. 2018, Plan Nacional de Respuesta ante Desastres (2018).

Funcionamiento de la Unidad de Gestión de Riesgos del GAD Municipal de Baños de Agua Santa

La gestión de riesgos es parte de los procesos de asesoría del GAD Municipal de Baños de Agua Santa, se constituye en procesos habilitantes que intervienen en la gestión desde la perspectiva local. La misión es coordinar, planificar, dirigir y controlar acciones necesarias para identificar amenazas, reducir vulnerabilidades ante eventos adversos y fortalecer capacidades encaminadas a la prevención, mitigación, preparación y respuesta a emergencias y desastres de origen natural o antrópico (PDOT, 2023).

CAPÍTULO II

DISEÑO METODOLÓGICO

Enfoque y Diseño de la Investigación

El método a utilizar va hacer una ponderación simple empírica, es así que en el casco parroquial de Río Verde se va analizar las características sociodemográficas de la población que habita en las franjas de protección del río “Rio Verde” y verificar la información acerca de las construcciones que se encuentran en esta área, así como los factores que influyen en los riesgos de una inundación.

La metodología a ser utilizada está enfocada en recolectar información cuantitativa y cualitativa, con variables dependientes (edificaciones de uso residencial y turístico) e independientes, basados en el análisis de la información recolectada a través de encuestas, uso de sensores remoto (ortofoto, cartografía) y sistema de información geográfica, que cuantifica los datos obtenidos dando origen a un modelo de inundación con curvas de intensidad y frecuencia de pluviosidad en un periodo de 10 años.

Descripción de la Muestra y el Contexto de la Investigación

La población de estudio son 30 personas que viven en la zona analizada. Al ser menor de 100 se trabajará con su totalidad.

Proceso de Recolección de Datos

Las técnicas de recolección de datos fueron:

La observación. Es fundamental en el análisis de la información geográfica del sector, en el que se utilizará el programa ArcGIS, el cual permite recopilar, organizar, administrar, analizar y compartir información geográfica.

La encuesta. Esta técnica se va usar para reconocer las características sociodemográficas de la población en riesgo y establecer el grado de vulnerabilidad según la información obtenida, luego se aplicará un cuestionario con preguntas cerradas que evidencia la realidad de las familias.

La entrevista. Está técnica se implementará con la finalidad de conocer los antecedentes de inundaciones que tienen el sector con personas nativas. Esto permitirá definir una solución factible para trabajar con la comunidad.

En el procesamiento de la información se utilizará un programa estadístico, que ayudará a la tabulación de la información, en este caso Microsoft Excel con la finalidad de presentar tablas y figuras que muestran datos sociodemográficos de la población.

Para la presentación y procesamiento de la información geográfica, se usó el programa ArcGIS 10.8.1. Para Mazzola (2020) las capas están "registradas" espacialmente, de modo que cuando el usuario las superpone, el programa puede alinearlas correctamente para construir un mapa. Existe variedad de modelos de capas y el interesado tiene muchas opciones con respecto a cómo representarlas. Las tres primeras enumeradas se denominan "capas vectoriales" o "capas de características" y contienen características individuales que ayudaron a la presentación de la información.

Para el cumplimiento de los objetivos de la investigación se aplicarán los siguientes instrumentos:

Tabla 10

Cumplimiento de objetivos

<ul style="list-style-type: none">• Diagnosticar el nivel de amenaza del asentamiento del casco parroquial de Río Verde que se encuentran en las franjas de protección ante una inundación mediante métodos cualitativos y sistemas de información geográfica.	Para el cumplimiento del objetivo se usó el programa ArcGis con las aplicaciones necesarias que detallan la información geográfica que ayudó a establecer la información de simulación de crecidas e inundaciones y a determinar las áreas de riesgo.
--	---

-
- Identificar el nivel de respuesta por parte de los moradores del casco parroquial de Río Verde y de los entes de socorro del cantón Baños de Agua Santa si se presenta un desbordamiento del río los insumos serán encuestas basadas en método cualitativo.

Se cumplió a través de encuestas y la tabulación de las mismas realizadas a la población vulnerable que se identificó en el objetivo 1.
 - Verificar el cumplimiento de las leyes y normativas vigentes en el casco parroquial de Río Verde mediante la aplicación de una encuesta para el control y la conservación de las franjas de protección del río.

Se cumplió a través de un análisis de documentos del GAD Municipal de Baños de Agua Santa sobre las zonas de riesgo de desastres.
 - Diseñar lineamientos o mecanismos de reducción de riesgos para el casco parroquial de Río Verde en caso de una inundación mediante estrategias de prevención para evitar un desastre.

Se aplicó una encuesta para determinar el nivel de conocimiento de las personas que habitan en el sector.

Nota: Elaboración propia.

Tabla 11*Metodología de investigación*

Conceptualización	Dimensiones	Nivel	Indicadores	Metodología
El análisis de riesgo es un proceso para la identificación y caracterización del riesgo a partir de la evaluación de la peligrosidad, amenazas,	Identificación de amenazas	De peligro	Muy alto	Técnica: Sistemas de información geográfica
			Alto	
			Medio	
	Identificación de vulnerabilidades	De vulnerabilidad	Bajo	Técnica: Encuesta Instrumento: Cuestionario
			Muy alto	
			Alto	
Factores de vulnerabilidad		Medio	Técnica: Encuesta Instrumento: Cuestionario	
		Bajo		
		Exposición social		
			Fragilidad social	Técnica: Encuesta
			Resiliencia social	Instrumento: Cuestionario
			Exposición económica	

vulnerabilidades y resiliencia que afectan un territorio específico.	Gestión de riesgos	¿Qué tipo de políticas de gestión de riesgos existe en el cantón Baños? ¿Qué tipo de normativas existe en el cantón Baños?	Fragilidad económica Resiliencia económica Mapa de vulnerabilidad por inundaciones Política, normativa	Técnica: Bibliográfica Instrumento: Ficha técnica
Identificación de riesgos	¿Qué tipo de riesgo es mayor en la zona donde habita? Califique cada riesgo del 1 al 5, 1 es menos y 5 es mayor riesgo.	Terremoto Deslizamientos de tierra Inundaciones Incendios Derrumbamiento de las viviendas	Técnica: Encuesta Instrumento: Cuestionario	

	Inseguridad	
	Enfermedades contagiosas	
¿Cuál es el nivel de riesgo de inundación?	Muy alto	Técnica: Evaluación de riesgos
	Alto	
	Medio	Instrumento: Sistema de información geográfica (SIG)
	Bajo	Programa ArcGis

Nota: Un resumen de todo lo investigado, e identificar los niveles de peligrosidad, vulnerabilidad y el riesgo, a través de indicadores, utilizando técnicas e instrumentos de investigación, Elaboración propia.

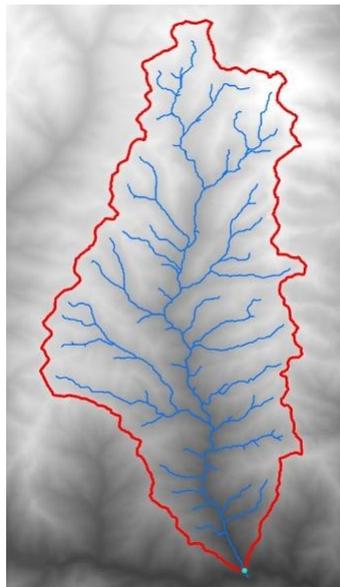
CAPÍTULO III
DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO DE DESASTRE EN EL CASCO
CENTRAL DE LA PARROQUIA DE RÍO VERDE
Contextualización del Estudio del Caso: Parroquia Río Verde del Cantón Baños de
Agua Santa

Determinación del Caudal de Diseño

Al no existir información hidrológica histórica en el casco parroquial de Río Verde que permita la estimación de caudales máximos a partir de métodos estadísticos, se procede a emplear métodos empíricos como el de la Soil Conservation Service (SCS), que permite la obtención de caudales de diferentes periodos de diseño a partir de información de precipitaciones máximas y características de la cuenca del drenaje. Para el efecto se utiliza el software HEC-HMS.

Figura 12.

Determinación del área de aportación

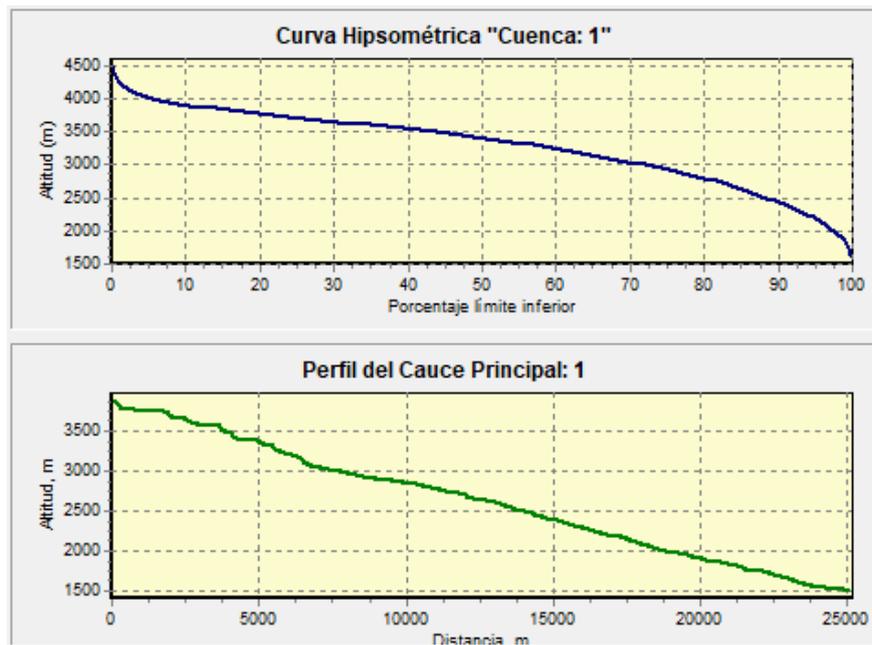


Nota: El área de estudio se localiza en la cuenca hidrográfica del Río Pastaza; Subcuenca del Río Verde. Con la ayuda de herramientas cartográficas, se generó el modelo digital del

terreno y se determinó el área de aportación de la cuenca en el punto intermedio del área de conforme se muestra a continuación: Área de aportación de 132.02 km² hasta el punto intermedio del centro poblado de Rio Verde.

Figura 13.

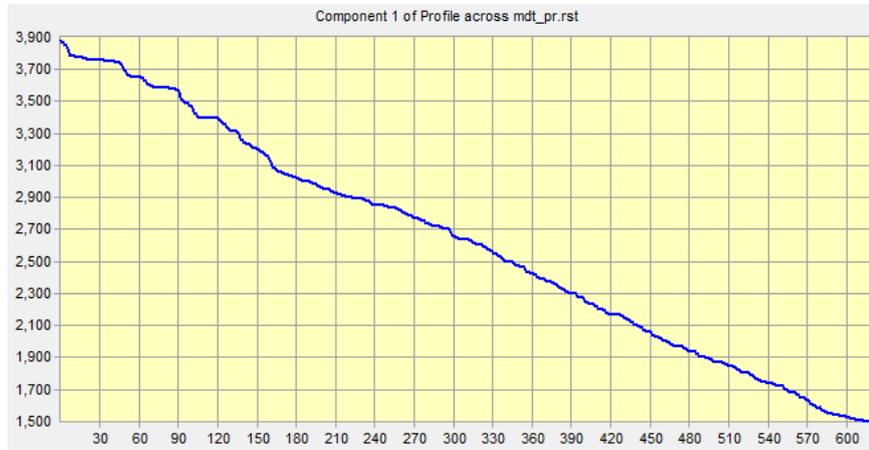
Curva hipsométrica y perfil del cauce principal



Nota: Se observa que la cuenca hidrográfica nace y forma parte del Parque Nacional Llanganates, siendo afluente directo el Río Topo.

Figura 14.

Perfil de elevación de la Cuenca hidrográfica



Nota: Para calcular las características morfométricas de la cuenca hidrográfica se utilizó el software IDRISI.

Tabla 12

Datos para calcular la cuenca hidrográfica

PARÁMETRO	SÍMBOLO	VALOR
Área de la cuenca	A_km2	131.86
Perímetro de la cuenca	P_km	79.4
Altura media de la cuenca	Em_m	3184.46
Pendiente promedio	Pm_g	26.44
Pendiente promedio	Pm_p	51.49
Coefficiente de compacidad (Gravelius)	Kc	1.95
Relación de circularidad	Rci	0.26
Relación hipsométrica	Rh	0.75
Longitud del eje del río principal	Lc_km	25.06
Longitud directa del río principal	La_km	20.91
Coefficiente de sinuosidad hidráulico	Sh	1.2
Altitud máxima del río principal	Emx_m	3884
Altitud mínima del río principal	Emn_m	1501
Pendiente promedio del río principal	Sc_p	11.63

Tiempo de concentración de Kirpich	Tc_Kirpich_h	1.95
Tiempo de concentración de California Highways and Public Works	Tc_CHPW_h	1.96

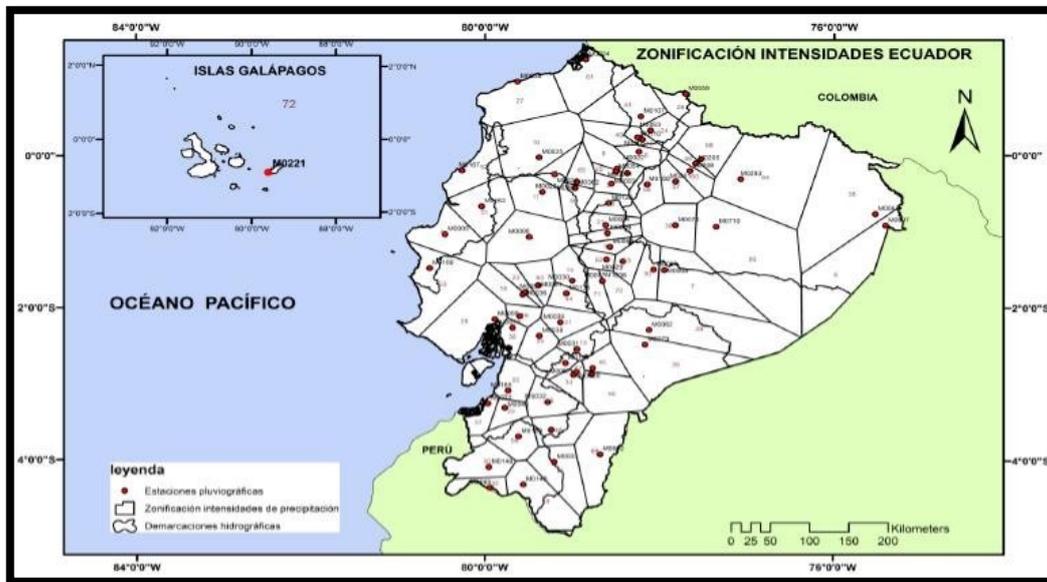
Nota: Parámetros que utiliza el software IDRISI para obtener la gráfica.

Análisis de Precipitación Máxima y Hietograma de Precipitación

Para calcular la precipitación media de la cuenca hidrográfica se utilizó el Método de los Polígonos de Thiessen considerando la ubicación del conjunto de estaciones pluviométricas utilizadas por el (INAMHI) en el Estudio de “Determinación de ecuaciones para el Cálculo de Intensidades Máximas de Precipitación”; así:

Figura 15.

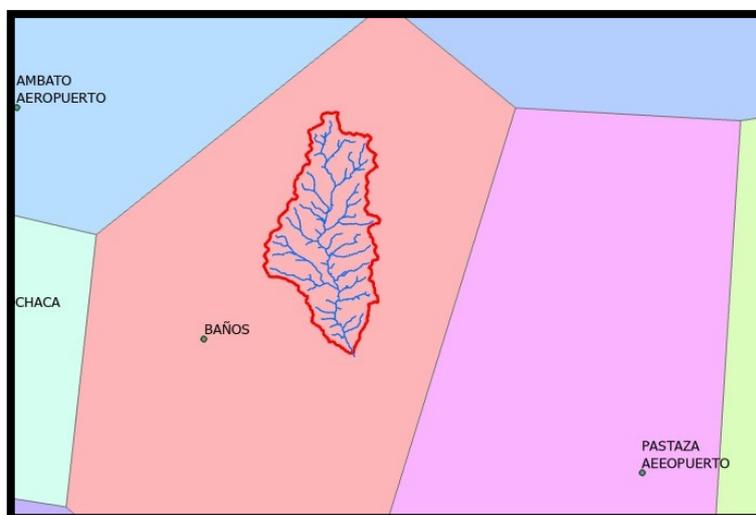
Mapa de intensidades máximas en 24 horas para diferentes períodos de retorno



Nota: Zonificación de intensidades de precipitaciones, (2023), Instituto Nacional de Meteorología e hidrología.

Figura 16.

Análisis de Polígonos de Thiessen para la cuenca en estudio



Nota: Digitalizada la información antes mencionada, se obtiene que sobre la cuenca hidrográfica en estudio influye la estación pluviométrica denominada BAÑOS, identificada con el Código M0029; sin embargo, dado que la zona de estudio se encuentra en una zona de transición ecológica, se considera pertinente considera los datos de la estación denominada “Pastaza Aeropuerto”, identificada con el Código M0063. INAMHI.

Tabla 13

Base meteorológica M0029- Baños

ESTACIÓN		INTERVALOS			
CÓDIGO	NOMBRE	DE TIEMPO (minutos)	ECUACIONES	R	R ²
M0029	BAÑOS	5<120	$i=69.511*T^{0.176}*t^{-0.4920}$	0.9895	0.9792
		120<1440	$i=69.935*T^{0.1580}*t^{-0.4830}$	0.9868	0.9737

Nota: Para determinar la tormenta de diseño del presente estudio, se utilizó los datos obtenidos por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) en el Estudio denominado “Determinación de ecuaciones para el Cálculo de Intensidades Máximas de Precipitación” elaborado en el año 2015 y revisado en su volumen 2 en el año 2019;

asumiendo los resultados obtenidos para la ecuación Intensidad Duración Frecuencia (IDF) de la estación antes mencionada.

Según Agua y SIG (2023), la duración de la lluvia de diseño es igual al tiempo de concentración para el área de drenaje en consideración dado que la escorrentía alcanza su pico en el tiempo de concentración, cuando toda el área está contribuyendo al flujo en la salida. Considerando lo antes expuesto, se tiene que el tiempo de concentración de la cuenca hidrográfica en el área de estudio es de 1.96 horas; sin embargo, para tener resultados bajo el peor escenario, se asume una tormenta de diseño de 24 horas.

Tabla 14

Estación pluviométrica

Código	Estación	Periodo de retorno	Precipitación máxima (mm)
M0029	BAÑOS	100 años	103.61

Nota: A partir de las ecuaciones de Intensidad – Duración – Frecuencia determinadas por el INAMHI, se establecen los valores de intensidad máxima probable para una tormenta de 24 horas en la estación pluviométrica que tienen influencia directa sobre la cuenca.

Tabla 15

Hietograma para periodo de retorno de 100 años

Duración de la tormenta (h)				24		
Intensidad de la lluvia (mm/h)				8.91		
Precipitaciones en 24 horas (mm)				213.95		
Intervalos de tiempo (min)				60		
Instante (min)	Intensidad (mm/h)	Precipitación Acumulada (mm)	Precipitación (mm)	Intensidad parcial (mm/h)	Precipitación Alternada (mm)	Int. Parcial Alternada (mm)
60	129.12	129.12	129.12	129.12	2.16	2.16
120	72.08	144.16	15.03	15.03	2.45	2.45

180	51.25	153.75	9.59	9.59	2.84	2.84
240	40.24	160.94	7.19	7.19	3.39	3.39
300	33.35	166.75	5.81	5.81	4.26	4.26
360	28.61	171.65	4.90	4.90	5.81	5.81
420	25.13	175.91	4.26	4.26	9.59	9.59
480	22.46	179.68	3.77	3.77	129.12	129.12
540	20.34	183.08	3.39	3.39	15.03	15.03
600	18.62	186.17	3.09	3.09	7.19	7.19
660	17.18	189.01	2.84	2.84	4.90	4.90
720	15.97	191.64	2.63	2.63	3.77	3.77
780	14.93	194.09	2.45	2.45	3.09	3.09
840	14.03	196.39	2.30	2.30	2.63	2.63
900	13.24	198.56	2.16	2.16	2.30	2.30
960	12.54	200.60	2.05	2.05	2.05	2.05
1020	11.91	202.54	1.94	1.94	1.94	1.94
1080	11.36	204.39	1.85	1.85	1.85	1.85
1140	10.85	206.16	1.76	1.76	1.76	1.76
1200	10.39	207.84	1.69	1.69	1.69	1.69
1260	9.97	209.46	1.62	1.62	1.62	1.62
1320	9.59	211.01	1.55	1.55	1.55	1.55
1380	9.24	212.51	1.50	1.50	1.50	1.50
1440	8.91	213.95	1.44	1.44	1.44	1.44

Nota: Con el dato obtenido, se procede a construir el hietograma de precipitación mediante el método de bloques alternos.

Tabla 16*Base meteorológica M0063-Pastaza aeropuerto*

ESTACIÓN		INTERVALOS	ECUACIONES	R	R ²
CÓDIGO	NOMBRE	DE TIEMPO (minutos)			
M0063	PASTAZA	5<120	$i=200.985*T^{0.1750}*t^{-0.3596}$	0.9805	0.9614
	AEROPUERTO	120<1440	$i=1722.674*T^{0.1852}*t^{-0.8411}$	0.9980	0.9961

Nota: La duración de la lluvia de diseño es igual al tiempo de concentración para el área de drenaje en consideración dado que la escorrentía alcanza su pico en el tiempo de concentración, cuando toda el área está contribuyendo al flujo en la salida, Agua y SIG (2023).

Considerando lo antes expuesto, se tiene que el tiempo de concentración de la cuenca hidrográfica en el punto de implantación del puente es de 0.67 horas; sin embargo, para tener resultados bajo el peor escenario, se asume una tormenta de diseño de 24 horas.

Por consiguiente, a partir de las ecuaciones de Intensidad – Duración – Frecuencia determinadas por el INAMHI, se establecen los valores de intensidad máxima probable para una tormenta de 24 hora en la estación pluviométrica que tienen influencia directa sobre la cuenca; obteniéndose el siguiente resultado:

Tabla 17*Precipitación máxima del área de estudio*

Código	Estación	Periodo de retorno	Precipitación máxima (mm)
M0063	PASTAZA AEROPUERTO	100 años	213.95

Nota: Se establece que la precipitación máxima del área de estudio es de 213.95 milímetros en 24 horas de tormenta de diseño. Agua y SIG (2023).

Tabla 18

Hietograma para periodo de retorno de 100 años

Duración de la tormenta (h)	24					
Intensidad de la lluvia (mm/h)	8.91					
Precipitaciones en 24 horas (mm)	213.95					
Intervalos de tiempo (min)	60					
Instante (min)	Intensidad (mm/h)	Precipitación Acumulada (mm)	Precipitación (mm)	Intensidad parcial (mm/h)	Precipitación Alternada (mm)	Int. Parcial Alternada (mm)
60	129.12	129.12	129.12	129.12	2.16	2.16
120	72.08	144.16	15.03	15.03	2.45	2.45
180	51.25	153.75	9.59	9.59	2.84	2.84
240	40.24	160.94	7.19	7.19	3.39	3.39
300	33.35	166.75	5.81	5.81	4.26	4.26
360	28.61	171.65	4.90	4.90	5.81	5.81
420	25.13	175.91	4.26	4.26	9.59	9.59
480	22.46	179.68	3.77	3.77	129.12	129.12
540	20.34	183.08	3.39	3.39	15.03	15.03
600	18.62	186.17	3.09	3.09	7.19	7.19
660	17.18	189.01	2.84	2.84	4.90	4.90
720	15.97	191.64	2.63	2.63	3.77	3.77
780	14.93	194.09	2.45	2.45	3.09	3.09
840	14.03	196.39	2.30	2.30	2.63	2.63
900	13.24	198.56	2.16	2.16	2.30	2.30
960	12.54	200.60	2.05	2.05	2.05	2.05
1020	11.91	202.54	1.94	1.94	1.94	1.94

1080	11.36	204.39	1.85	1.85	1.85	1.85
1140	10.85	206.16	1.76	1.76	1.76	1.76
1200	10.39	207.84	1.69	1.69	1.69	1.69
1260	9.97	209.46	1.62	1.62	1.62	1.62
1320	9.59	211.01	1.55	1.55	1.55	1.55
1380	9.24	212.51	1.50	1.50	1.50	1.50
1440	8.91	213.95	1.44	1.44	1.44	1.44

Nota: Se procede a construir el hietograma de precipitación mediante el método de bloques alternos. Agua y SIG (2023).

Determinación del Número de Curva de la Cuenca

Agua y SIG (2023), determina que el número de curva de la cuenca (CN) es un parámetro empírico que se calcula con el método desarrollado por el Servicio de Conservación de Suelos (SCS) actualmente Servicio de Conservación de los Recursos Naturales (NRCS) de los EEUU. Toma en cuenta las condiciones de humedad antecedente (AMC) del suelo (seco, normal y húmedo) determinada a partir de la precipitación total en los cinco días previos.

Se representa mediante un número adimensional, en curvas estandarizadas, las que varían entre 0 y 100; donde un área con CN = 0 no tiene escurrimiento y otra con CN = 100 es impermeable y toda la precipitación genera escorrentía, (Agua y SIG, 2023).

Tabla 19

Grupo hidrológico del suelo

Grupo hidrológico del suelo	Infiltración cuando están muy húmedos	Características	Textura
A	Rápida	Alta capacidad de infiltración > 76 mm/h	Arenosa Arenoso-limosa Franca

B	Moderada	Capacidad de infiltración 76-38 mm/h	Franco-arcillosa-arenosa Franco-limosa Franco-arcillosa
C	Lenta	Capacidad de infiltración 36-13 mm/h	Franco-arcillosa-limosa Arcillo-arenoso
D	Muy lenta	Capacidad de infiltración 13< mm/h	Arcillosa

Nota: Para el efecto, fue necesario establecer el grupo hidrológico del suelo, mismo que viene dado por la capacidad de infiltración del suelo. Por SCS, 1964 en Bradbury et al., 2000.

Tabla 20

Cartográfica geopedológica

CLASE	DENOMINACIÓN	RANGO (mm/h)	INTERPRETACIÓN
1	Muy lenta	<1	Adecuado para el cultivo de arroz. Con el fanguero se debe conseguir una capa impermeable con una infiltración inferior a 0,2 mm/h. Riesgo de erosión elevado en laderas. Riesgo de erosión importante. Se pierde una parte considerable del agua de riego.
2	Lenta	1 a 5	Puede haber falsa de aireación para las raíces en condiciones de exceso de humedad.
3	Moderadamente lenta	5 a 20	Óptima para riego de superficie.
4	Moderada	20 a 60	Adecuada para riego de superficie. Demasiado rápido para el riego de superficie, provoca pérdidas de
5	Moderadamente rápida	60 a 125	nutrientes por lavado. Baja eficiencia del riego de superficie. Se requiere riego localizado o riego por aspersión.

6	Rápida	125 a 250	Marginal para riego de superficie. Se requiere riego localizado o riego por aspersión.
7	Muy rápida	>250	Excesiva para riego de superficie. Se requiere riego localizado o riego por aspersión.

Nota: Para determinar la infiltración del suelo en el área de estudio, se consideró la información de la carta cartográfica geopedológica del programa SIGTIERRAS, la misma determina y clasifica la velocidad de infiltración según se detalló. Landon, 1984.

Tabla 21

Clases de infiltración estipuladas por SIGTIERRAS

Denominación (SIGTIERRAS)	Grupo hidrológico
Muy rápida	A
Rápida	
Moderadamente rápida	B
Moderada	
Moderadamente lenta	C
Lenta	D
Muy lenta	

Nota: Para efectos de cálculo, se agrupó las clases de infiltración estipuladas por SIGTIERRAS con los grupos hidrológicos del suelo.

Figura 17.

Grupos hidrológicos en el área de estudio

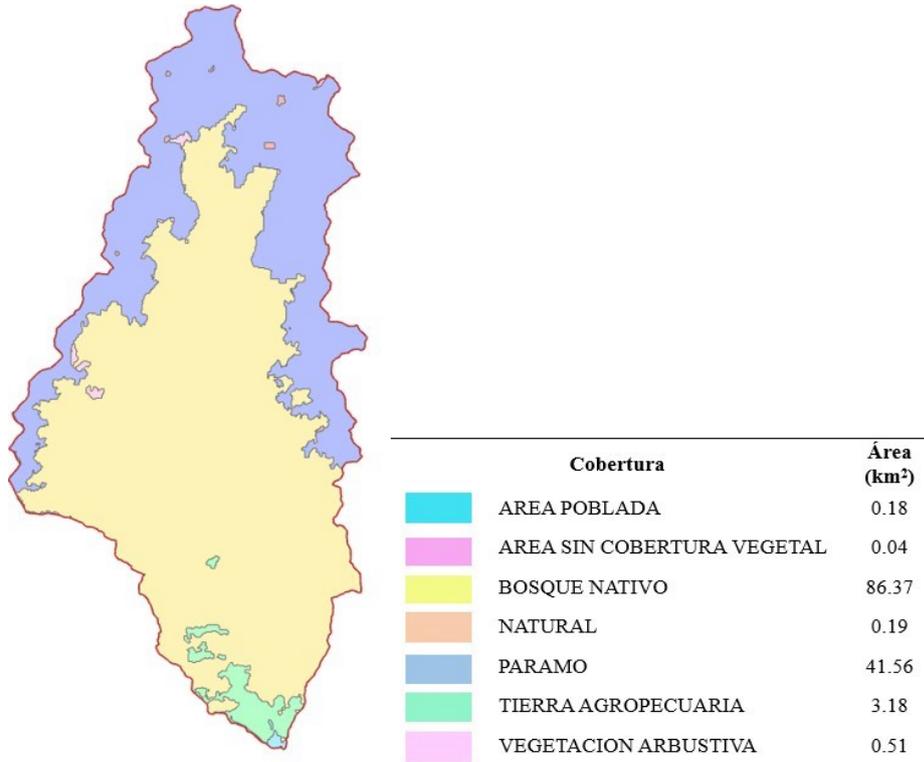


Grupo Hidrológico	Área (km ²)
A	0.00
B	0.00
C	0.95
D	0.00

Nota: Esta figura representa los datos de Tabla 20.

Figura 18.

Uso y cobertura vegetal del suelo



Nota: Se evidencia que el 92.3% del área de aportación corresponde a Bosque Nativo, seguido de un 31.48% de páramo, 2.41% de tierra agropecuaria, 0.39% de vegetación arbustiva y herbácea, 0.14%.

Finalmente, con la ayuda del programa de apoyo MODIPÉ para la determinación del número de curva, se establece el número de curva para cada tipo de cobertura.

El número de curva de la cuenca es la sumatoria del número de curva, para todas las áreas de cada grupo hidrológico y dividido entre el área total de análisis.

$$CN = \frac{\sum CN_i \cdot A_i}{\sum A_i}$$

Como resultado, para el presente estudio se considera un valor ponderado de número de curva igual a 58.22.

Determinación del Tiempo de Retardo

Landon (1984), manifiesta que en hidrología el tiempo de concentración (t_c) representa el tiempo de viaje de una gota de lluvia que cae en el punto hidráulicamente más alejado de la cuenca y escurre superficialmente hasta su salida, es decir, el tiempo a partir del cual toda la cuenca contribuye al caudal en el punto de salida de la cuenca.

El tiempo de retardo equivale al 60% del tiempo de concentración.

$$T_r = 0,6.T_c$$

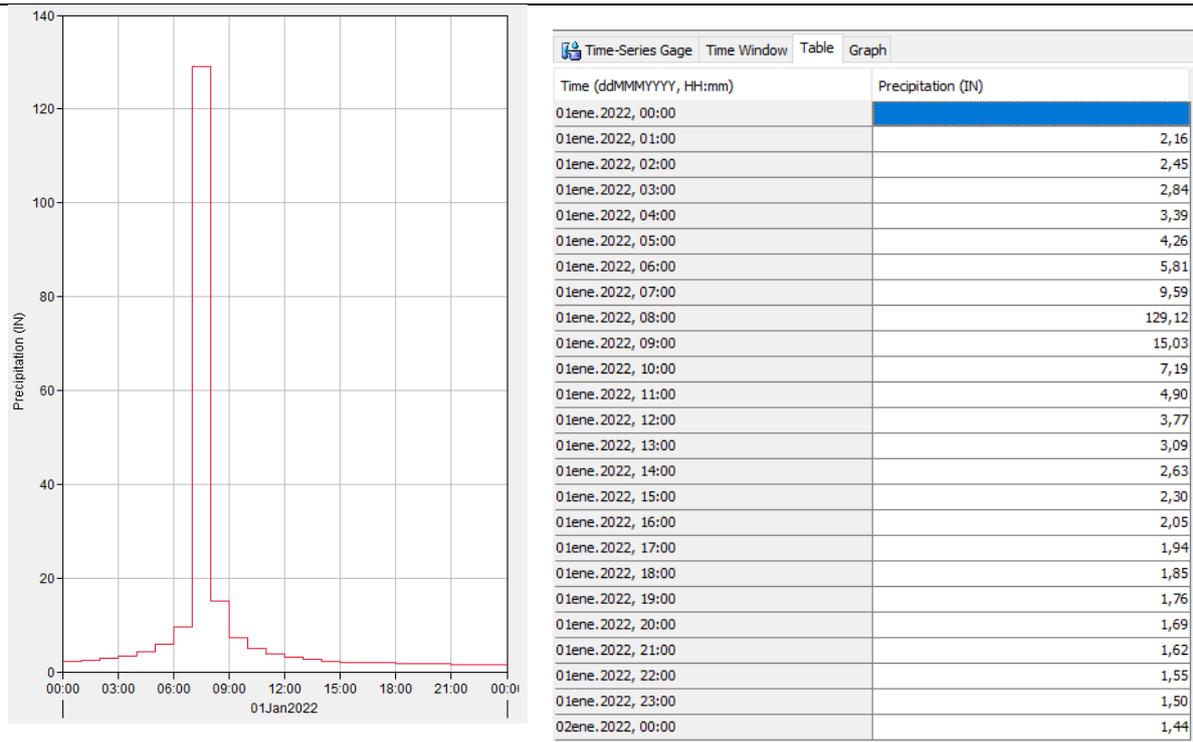
Considerando que el tiempo de concentración de la cuenca hidrográfica es de 1.96 horas, se obtiene un tiempo de retardo de 1.18 horas, equivalente a 70.56 minutos.

Determinación de caudal máximo de diseño

Tabla 22

Hietograma de la estación Pastaza Aeropuerto

Área de aportación:	131.86 km ²
Método de pérdida:	SCS Curve Number
Método de transformación:	Hidrograma Unitario SCS
Número de curva:	58.22
Incertidumbre:	5%
Tiempo de retardo (Lag-time):	70.56 min



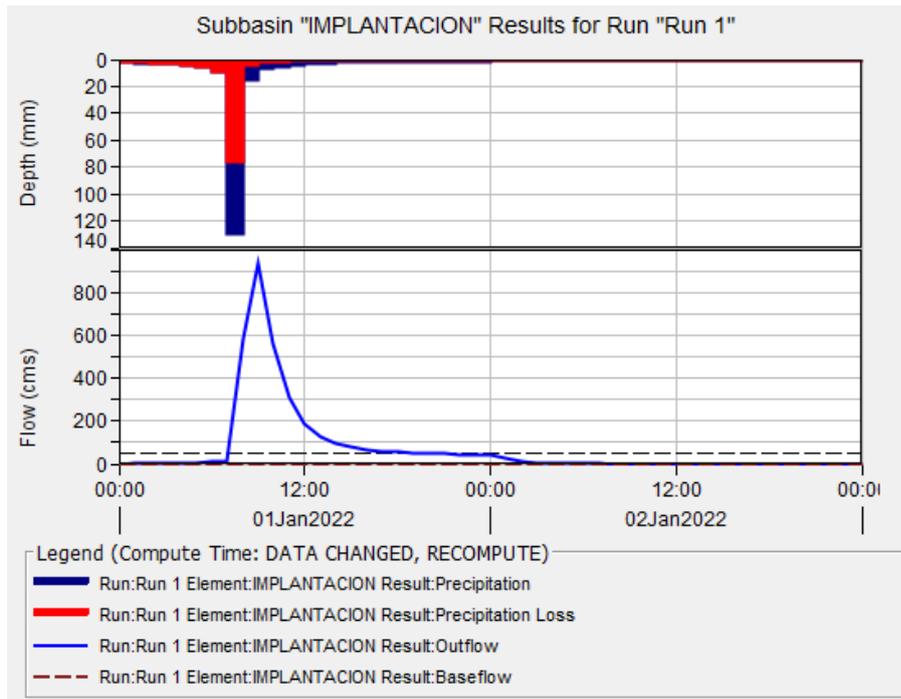
Nota: Para el efecto, se utilizó el software HEC-HMS, y se considera el hietograma de la estación Pastaza Aeropuerto por tener mayor precipitación y considerarse el peor escenario probable.

Con los datos ingresados, se obtuvieron los siguientes resultados para el periodo de retorno de 100 años:

Figura 19.

Caudal máximo de diseño

Start of Run: 01ene.2022, 00:00		Basin Model: RIO VERDE			
End of Run: 03ene.2022, 00:00		Meteorologic Model: Met 1			
Compute Time:16mar.2023, 22:05:52		Control Specifications:Control 1			
Show Elements:	All Elements	Volume Units:	<input checked="" type="radio"/> MM <input type="radio"/> 1000 M3	Sorting:	Hydrologic
Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)	
IMPLANTACION	131	933,2	01ene.2022, 09:00	93,87	



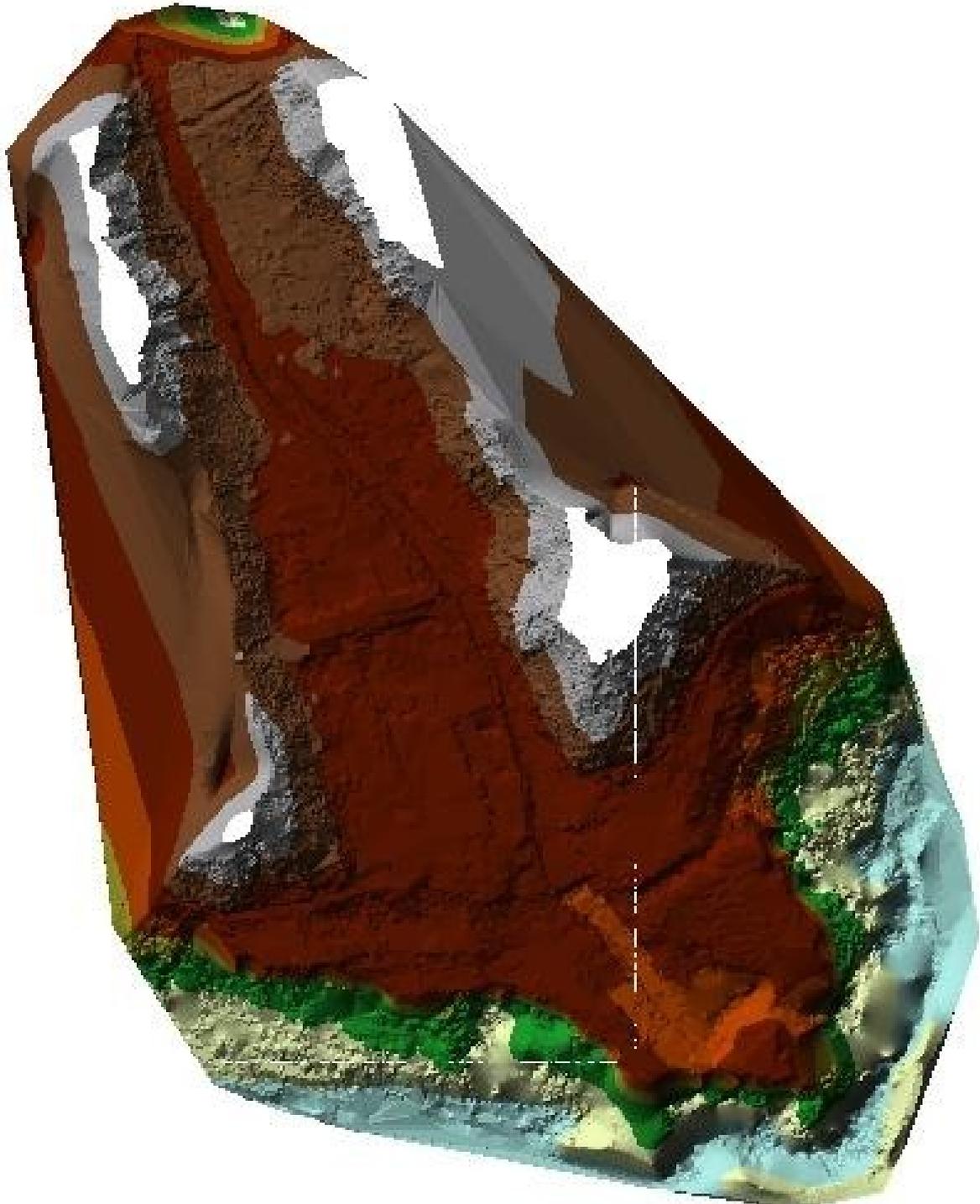
Nota: El caudal máximo de diseño se establece en **933.2 m³/s**.

Modelamiento Hidráulico

Para el efecto se utilizó la extensión para ArcGis (HecGeoras) del programa HEC RAS; el mismo que nos permite establecer la geometría del cauce, para posteriormente modelar la inundación en el programa HECRAS a partir de la geometría del cauce a y el caudal obtenido en HEC HMS para nuestra cuenca de estudio.

Figura 20.

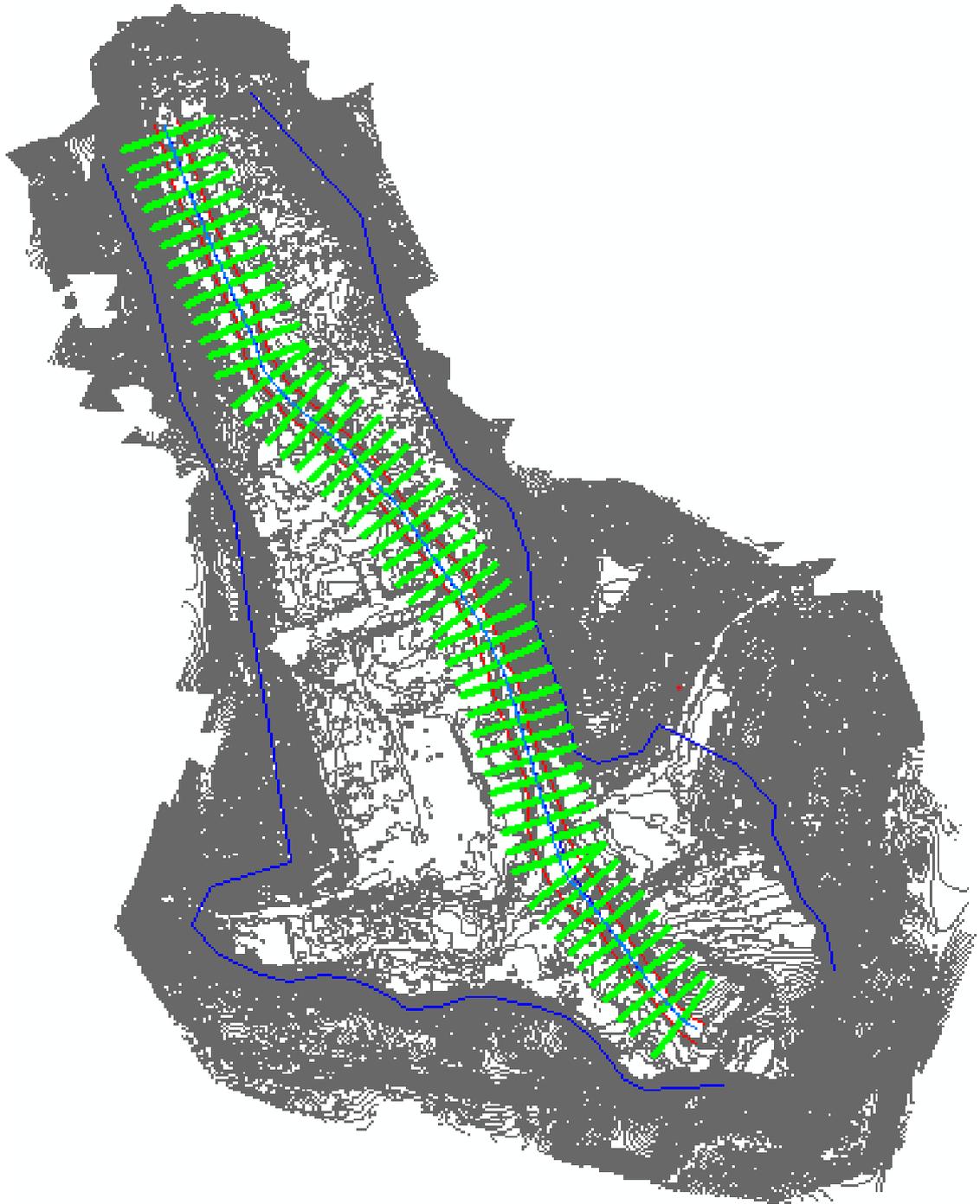
Modelo Digital del terreno



Nota: A partir de la topografía obtenido por métodos fotogramétricos, se procedió a generar la superficie del terreno en formato DEM para poder determinar los perfiles del cauce y posterior modelamiento de la inundación.

Figura 21.

Creación de la geometría del cauce



Nota: A partir del modelo del terreno, y con la ayuda de la ortofoto levantada, se procedió a generar la geometría del cauce con la ayuda de la extensión HEC GEORAS para Arc Map.

Determinación del coeficiente de Manning

Araya et al. (2018), menciona que el coeficiente de rugosidad de Manning es un índice el cual determina la resistencia de un flujo en un canal, tubería o lecho de río.

Tabla 23

Coeficiente de rugosidad de Manning

Descripción de la corriente	Mínimo	Normal	Máximo
A. Cauces naturales			
A.1. Cursos secundarios (ancho de la superficie libre en crecida < 30 m)			
A.1.1. Cursos en planicies			
• Limpios, rectos, sin fallas ni pozos	0,025	0,030	0,033
• Rectos con algunas piedras y pastos	0,030	0,035	0,040
• Limpios con meandros, con algunos pozos y bancos	0,033	0,040	0,045
• Meandros con algunas piedras y pastos	0,035	0,045	0,050
• Meandros con muchas piedras	0,045	0,050	0,060
• Tramos sucios, con pastos y pozos profundos	0,050	0,070,	0,080
• Tramo con mucho pasto, pozos profundos y cauce en crecida con mucho arbustos y matorral	0,075	0,100	0,150
A.1.2. Cursos montañosos, carentes de vegetación en el fondo, laderas con pendientes pronunciadas y árboles y arbustos en las laderas que se sumergen en niveles de crecida			
• Cauce de grava, cantos rodados y algunas rocas	0,030	0,040	0,050
• Cauce de cantos rodados, con grandes rocas	0,040	0,050	0,070
A.2. Curso en planicies inundadas			
A.2.1. Zonas de pasto sin arbustos			
• Pasto corto	0,025	0,030	0,035
• Pasto alto	0,030	0,035	0,050
A.2.2. Zonas cultivadas			

• Sin cultivo	0,020	0,030	0,030
• Cultivos sembrados en línea en fase de madurez fisiológica	0,025	0,035	0,045
• Cultivos sembrados a voleo en fase de madurar fisiológica	0,030	0,040	0,050
A.2.3. Zonas arbustivas			
• Escasos arbustos y pasto abundante	0,035	0,050	0,070
• Pequeños árboles y arbustos sin follaje (parada invernal)	0,035	0,050	0,060
• Pequeños árboles y arbustos con follaje (fase vegetativa)	0,040	0,060	0,080
• Arbustos medianos a densos durante la parada invernal	0,045	0,070	0,110
• Arbustos medianos a densos durante la fase vegetativa	0,070	0,100	0,160
A.2.4. Zonas arbóreas			
• Sauces densos, temporada invernal	0,110	0,150	0,200
• Terreno claro con ramas sin brotes	0,030	0,040	0,050
• Terreno claro con ramas con gran crecimiento de brotes	0,050	0,060	0,080
• Zonas de explotación maderera con árboles caídos, poco crecimiento en las zonas bajas y nivel de inundación por debajo de las ramas	0,080	0,100	0,120
• Zonas de explotación maderera con árboles caídos, poco crecimiento en las zonas bajas y nivel de inundación que alcanza a las ramas	0,100	0,120	0,160
A.3. Cursos importantes (ancho de la superficie libre en crecida > 30 m)			
En este caso, los valores del coeficiente n son inferiores a los correspondientes de cauces secundarios análogos, ya que los bancos ofrecen una resistencia efectiva menor			
✓ Sección regular sin roca ni arbustos	0,025		0,060
✓ Sección irregular y rugosa	0,035		0,100

Nota: Para el presente estudio, se consideran valores recomendados para cauces de naturales.

Araya et al. (2018).

Se considera un coeficiente de Manning de 0.030 para los bordes, y 0.40 para el cauce principal.

Simulación de crecidas e inundaciones

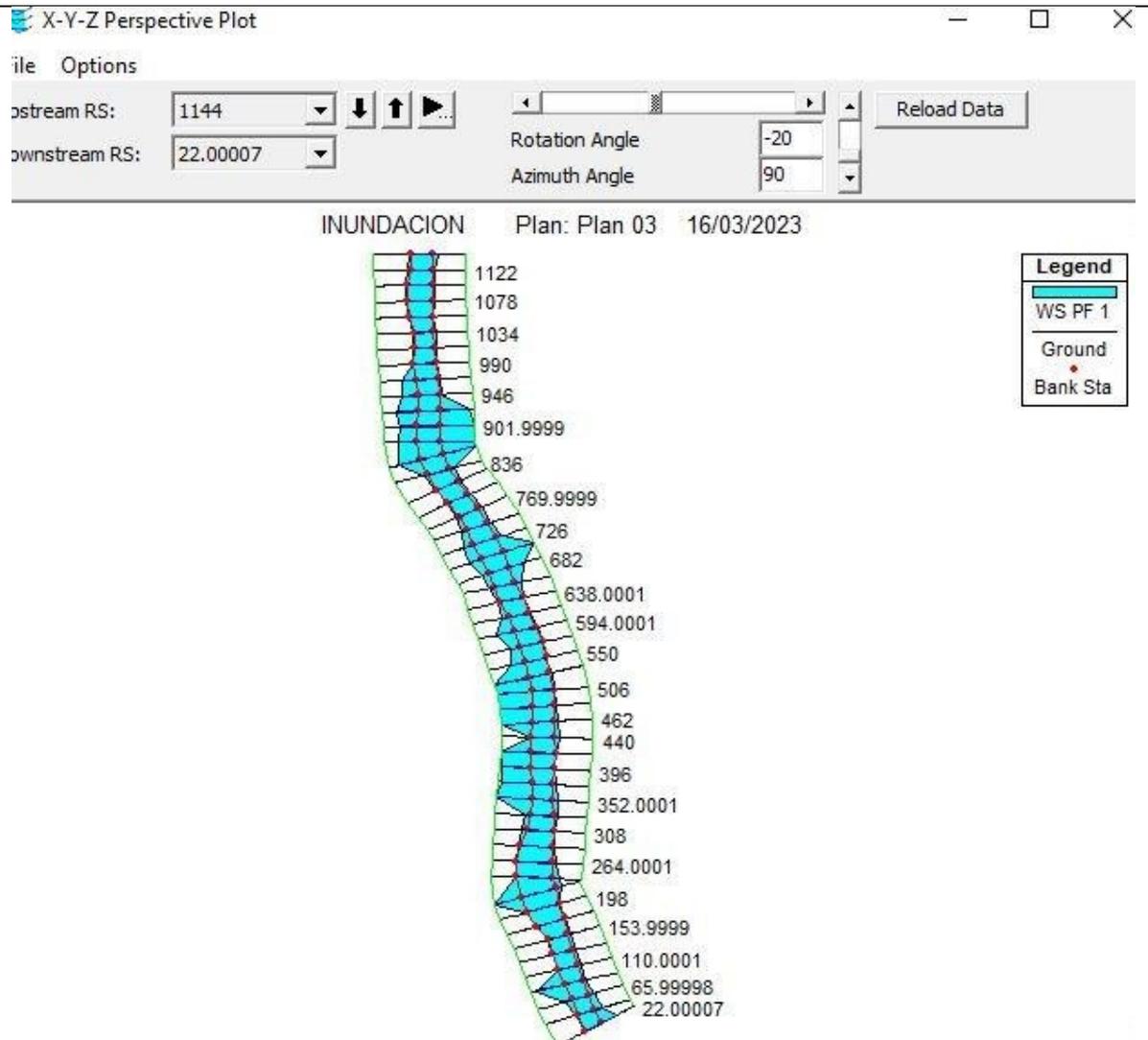
Posteriormente, se procede a exportar la geometría a HECRAS e ingresar la información obtenida previamente considerando los siguientes datos de simulación:

Para el efecto, se utilizó el software HEC-HMS, considerando los siguientes datos de partida:

Figura 22.

Simulación de crecidas e inundaciones

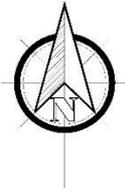
Geometría del modelo:	Establecida por la topografía y secciones establecidas
Coficiente de Manning:	0,03 y 0,04
Datos de flujo:	933,2 m ³ /s
Condiciones de borde:	Normal Depth/pendiente de 0,031
Régimen de flujo:	Mixto



Nota: Con los datos ingresados, se obtuvieron los siguientes resultados para el periodo de retorno de 100 años:

Figura 23.

Determinación de áreas de riesgo



SIMBOLOGÍA:	
Área susceptible a inundación	

Nota: Finalmente, se procede a exportar los datos de inundación al ARC GIS para determinar las áreas susceptibles a inundación.

Análisis del nivel de riesgo de desastres en el casco parroquial de Río Verde

Análisis e Interpretación de la Encuesta a la Población Seleccionada para Determinar el

Nivel de Respuesta

1. ¿Cuántos personas vive en su casa?

Tabla 24

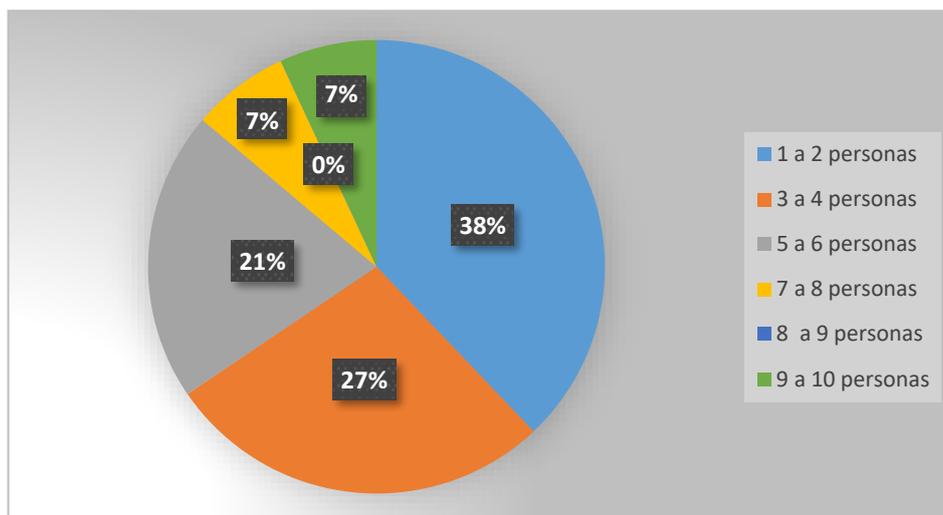
Número de personas que habitan la vivienda

Frecuencia	Número	Porcentaje
1 a 2 personas	11	38%
3 a 4 personas	8	28%
5 a 6 personas	6	21%
7 a 8 personas	2	7%
8 a 9 personas	0	0%
9 a 10 personas	2	7%
Total	29	100%

Nota: Del total de la población encuestada, el 38% respondieron en la vivienda habitan de 1 a 2 personas, el 28% contestaron de 3 o 4 personas, el 21% en cambio consideraron la opción 5 o 6 personas, el 7% manifestaron de 7 a 8 y 9 a 10. El número de personas que habitan en las viviendas es significativo por lo cual puede afectar la seguridad de quienes habitan en el sector e influir en la presencia de riesgo.

Figura 24.

Porcentaje de personas que habitan la vivienda



Nota: Los porcentajes más altos son las construcciones de rol turístico.

2. ¿Cuántos años vive en su barrio?

Tabla 25

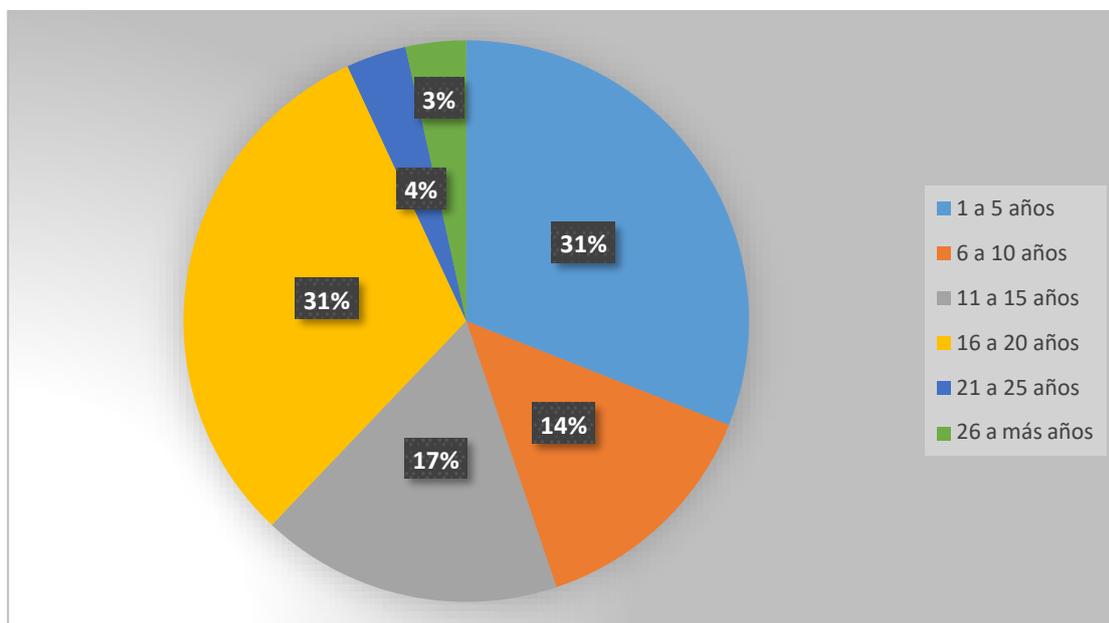
Número de años que vive en su barrio

Frecuencia	Número	Porcentaje
1 a 5 años	9	31%
6 a 10 años	4	14%
11 a 15 años	5	17%
16 a 20 años	9	31%
21 a 25 años	1	3%
26 a más años	1	3%
Total	29	100%

Nota: Del total de la población encuestada, el 31% respondieron que viven de 1 a 5 años y de 16 a 20 años, el 17% contestaron de 11 a 15 años, el 14% en cambio consideraron la opción de 6 a 10 años, el 3% manifestaron de 24 a 25 años y 26 a más años. Se puede evidenciar que ninguna de las familias encuestadas ha experimentado una inundación, ya que la última que ocurrió fue en 1952.

Figura 25.

Porcentaje de familias según los años que habita el barrio



Nota: El incremento de asentamientos humanos fue a partir de la construcción de la vía Baños – Puyo, que se concluyó en el año 2004, que tardó aproximadamente 10 años en terminar.

3. ¿Cómo se encuentra el estado constructivo de su vivienda?

Tabla 26

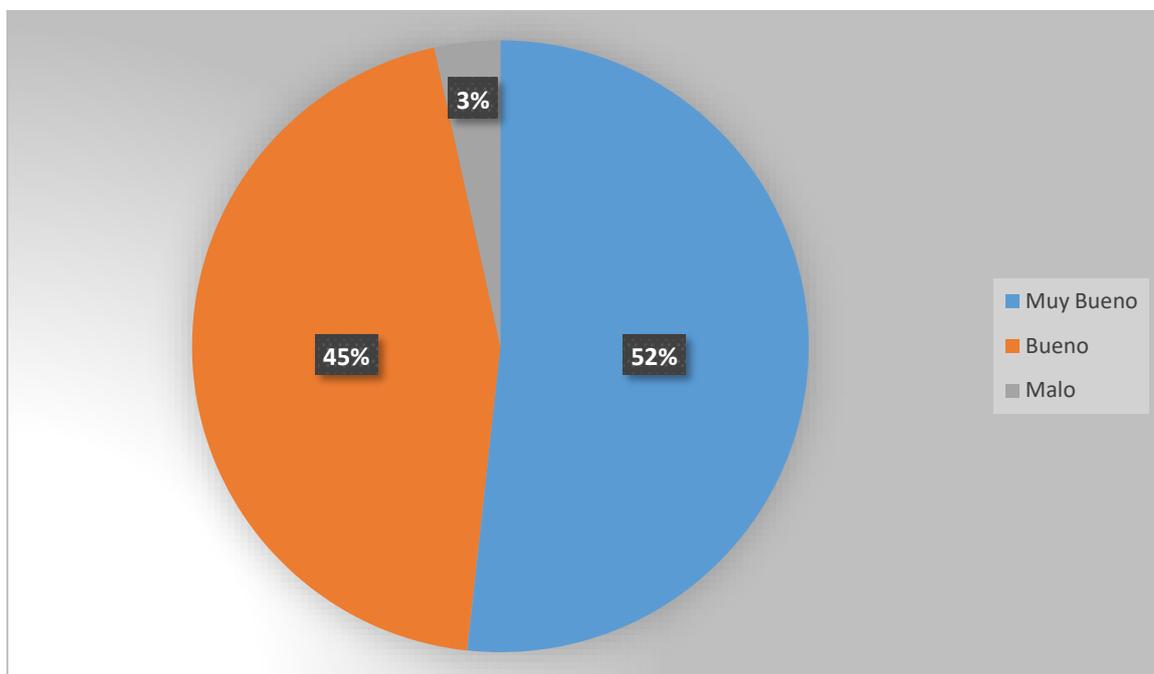
Estado constructivo de la vivienda

Frecuencia	Número	Porcentaje
Muy bueno	13	52%
Bueno	12	45%
Malo	1	3%
Total	29	100%

Nota: Del total de la población encuestada, el 52% respondieron que la vivienda es MUY BUENA, el 45% contestaron que su vivienda es BUENA y el 3% consideró que su vivienda es mala. Se puede evidenciar que las viviendas están en buenas condiciones estéticamente.

Figura 26.

Porcentaje del estado de la vivienda



Nota: Las viviendas se encuentran en perfectas condiciones porque realizan mantenimiento preventivo continuo.

4. ¿De qué tipo de material constructivo es su vivienda?

Tabla 27

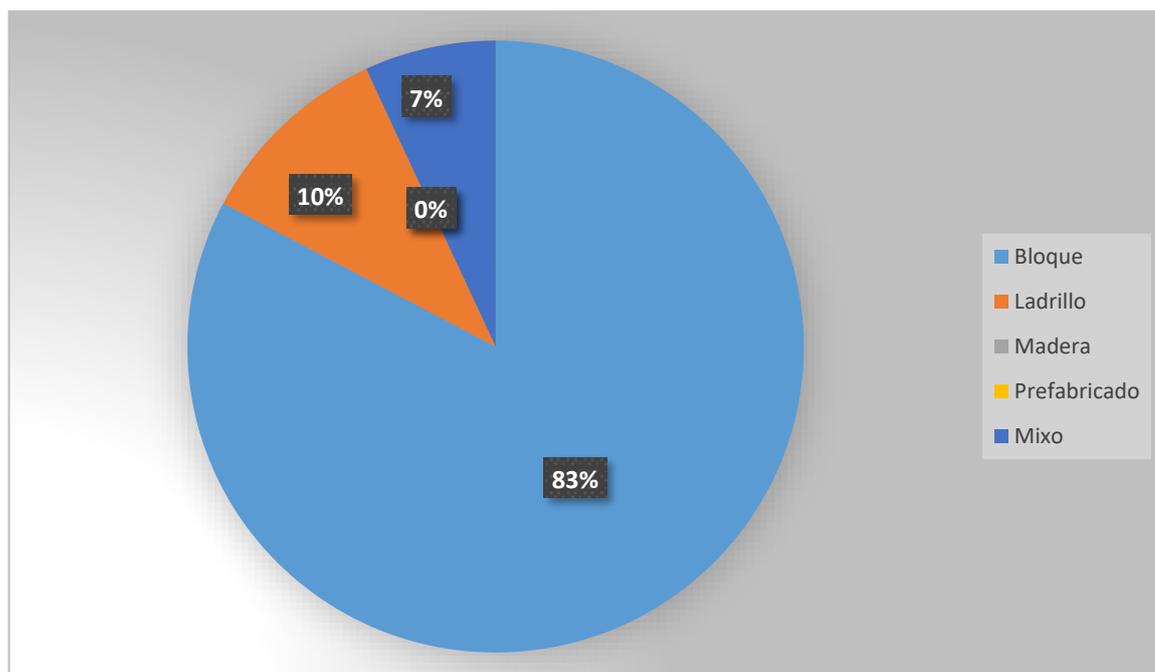
Materiales constructivos de la vivienda

Frecuencia	Número	Porcentaje
Bloque	24	86%
Ladrillo	3	11%
Madera	0	0%
Prefabricado	0	0%
Mixto	2	7%
Total	29	100%

Nota: Del total de la población encuestada, el 86% respondieron que las paredes de su vivienda es bloque, el 11% contestaron que las paredes de su vivienda es bloque y el 7% consideró que las paredes de su vivienda son mixtas.

Figura 27.

Porcentaje de las características constructivas de la vivienda



Nota: Se concluye que la mayoría de la población utilizó bloque para levantar las paredes.

5. El número de pisos de la vivienda

Tabla 28

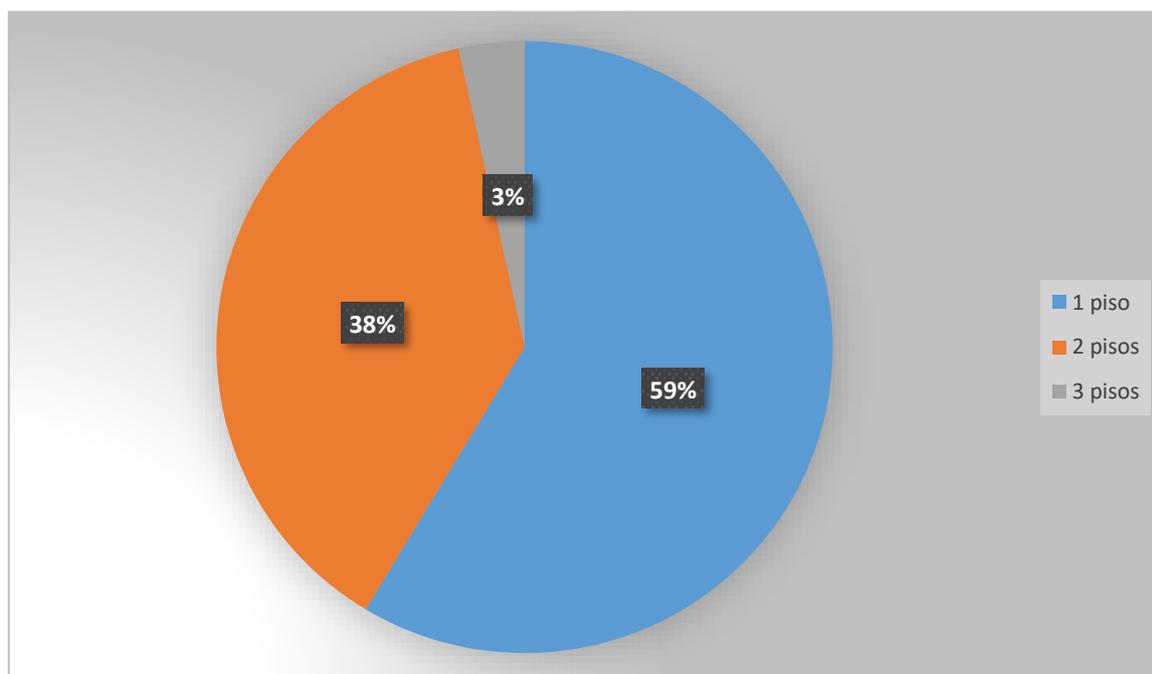
Número de pisos de la vivienda

Frecuencia	Número	Porcentaje
1 pisos	17	59%
2 pisos	11	38%
3 piso	1	3%
Total	29	100%

Nota: Del total de la población encuestada, el 59% respondieron 1 piso, el 38% contestaron 2 pisos y el 3% consideró de 3 pisos.

Figura 28.

Porcentaje de viviendas según el número de pisos



Nota: Se puede observar que la mayoría de familias encuestadas las viviendas son de un piso porque incumplen la Ley y saben que se encuentran en una zona vulnerable.

6. Tiene permisos municipales de la construcción de la vivienda

Tabla 29

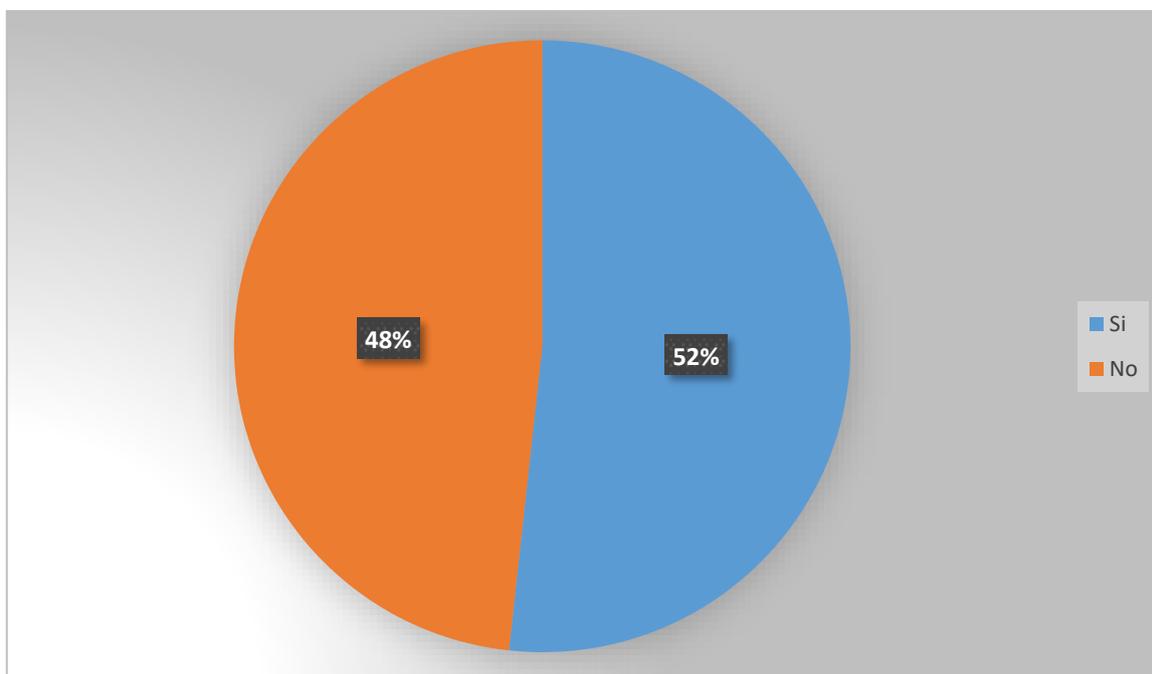
Número de pisos de la vivienda

Frecuencia	Número	Porcentaje
Si	15	52%
No	14	48%
Total	29	100%

Nota: Del total de la población encuestada, el 52% respondieron SI, el 48% contestaron NO.

Figura 29.

Porcentaje de viviendas con permisos municipales



Nota: Se puede concluir que la mayoría de la población tiene permisos ya que sus viviendas fueron construidas por el MIDUVI.

7. Tiene planos aprobados de construcción de su vivienda

Tabla 30

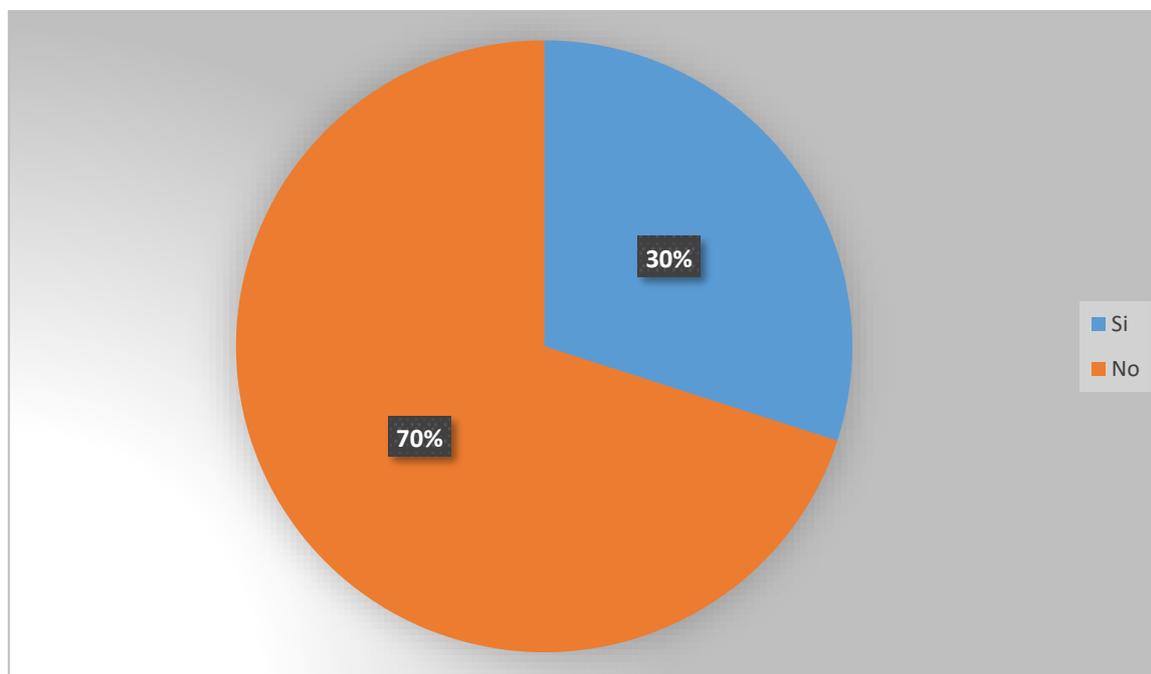
Viviendas con planos aprobados para construcción

Frecuencia	Número	Porcentaje
Si	9	30%
No	20	70%
Total	29	100%

Nota: Del total de la población encuestada, el 70% respondieron NO, el 30% contestaron SI.

Figura 30.

Porcentaje de viviendas con planos aprobados para construcción



Nota: Se puede concluir que la mayoría de la población no tiene planos aprobados de construcción ya que sus viviendas están construidas en una zona vulnerable.

8. ¿Qué tipo de riesgo es mayor en la zona donde habita? Califique cada riesgo del 1 al 5, 1 menos riesgo y 5 mayor riesgo.

Tabla 31

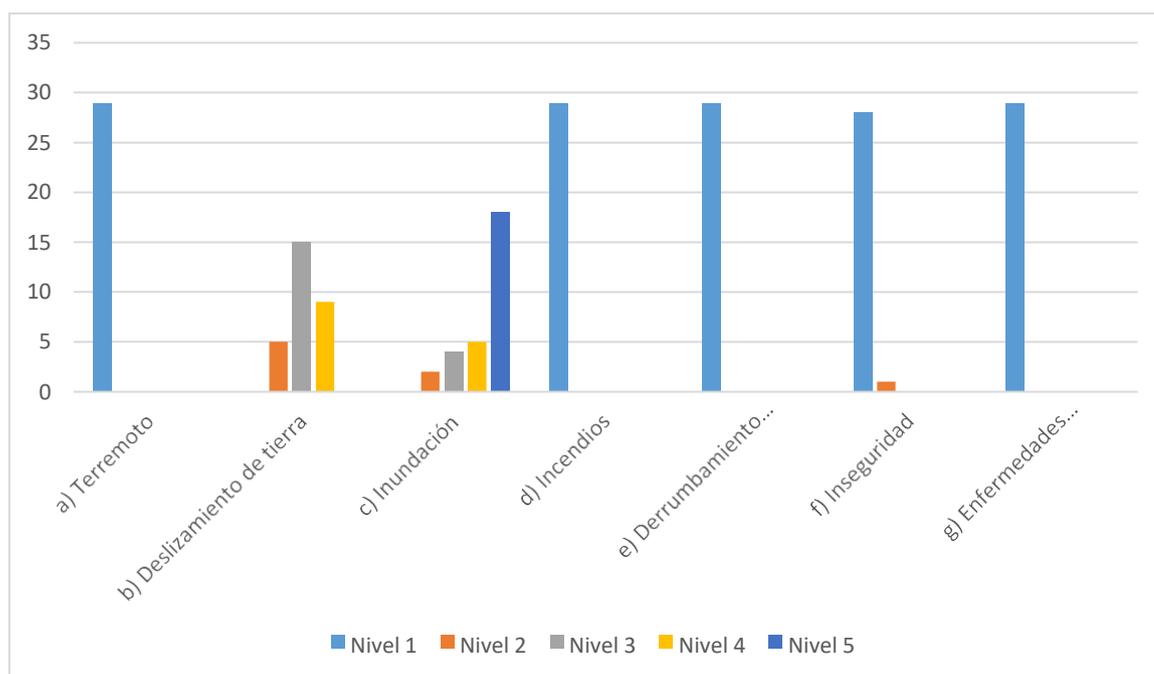
Percepción del tipo de riesgo

Riesgo	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Total
a) Terremoto	100%					100%
b) Deslizamiento de tierra		17%	52%	31%		100%
c) Inundaciones		7%	14%	17%	62%	100%
d) Incendios	100%					100%
e) Derrumbamiento de las viviendas	100%					100%
f) Inseguridad	97%	3%				100%
g) Enfermedades	100%					100%

Nota: Con relación a la percepción de riesgo, del 100% de encuestados, los diferentes riesgos son calificados con diferentes niveles, el riesgo de terremoto, incendios, derrumbamiento de las viviendas y enfermedades califican con un nivel 1 con el 100% e inseguridad con el 97%. En un nivel 2 es calificado el deslizamiento de tierras con 17%, las inundaciones con 7% y la inseguridad con un 3%. En un nivel 3 el deslizamiento de tierras con un 52 % y las inundaciones con un 14%. En el nivel 4 con el 31 % deslizamiento de tierras y el 17% las inundaciones. En el nivel 5 está el 62% con inundaciones. Los riesgos identificados de mayor preocupación son: los deslizamientos de tierras y las inundaciones.

Figura 31.

Percepción del tipo de riesgo



9. ¿Cuándo se ha presentado lluvias persistentes se ha presentado un alto riesgo de desbordamiento del río?

Tabla 32

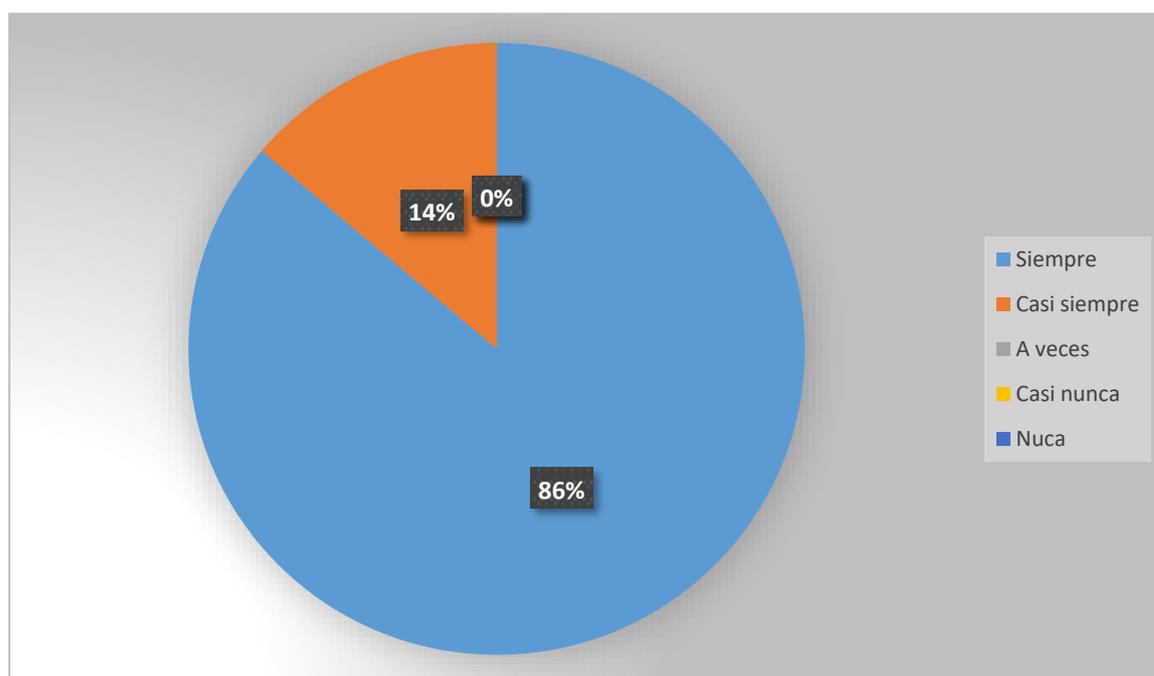
Lluvias y alto riesgo de desbordamiento del río

Frecuencia	Número	Porcentaje
Siempre	25	86%
Casi siempre	4	14%
A veces	0	0%
Casi nunca	0	0%
Nunca	0	0%
Total	29	100%

Nota: Del total de la población encuestada, el 86% respondieron siempre, el 14% contestaron casi siempre.

Figura 32.

Lluvias y alto riesgo de desbordamiento del río



Nota: Por encontrarse en la zona de transición entre el la Sierra y el Oriente, la mayor parte del tiempo pasa lloviendo, por tal motivo los niveles de precipitación son altos.

10. ¿Conoce usted qué es un plan de contingencia?

Tabla 33

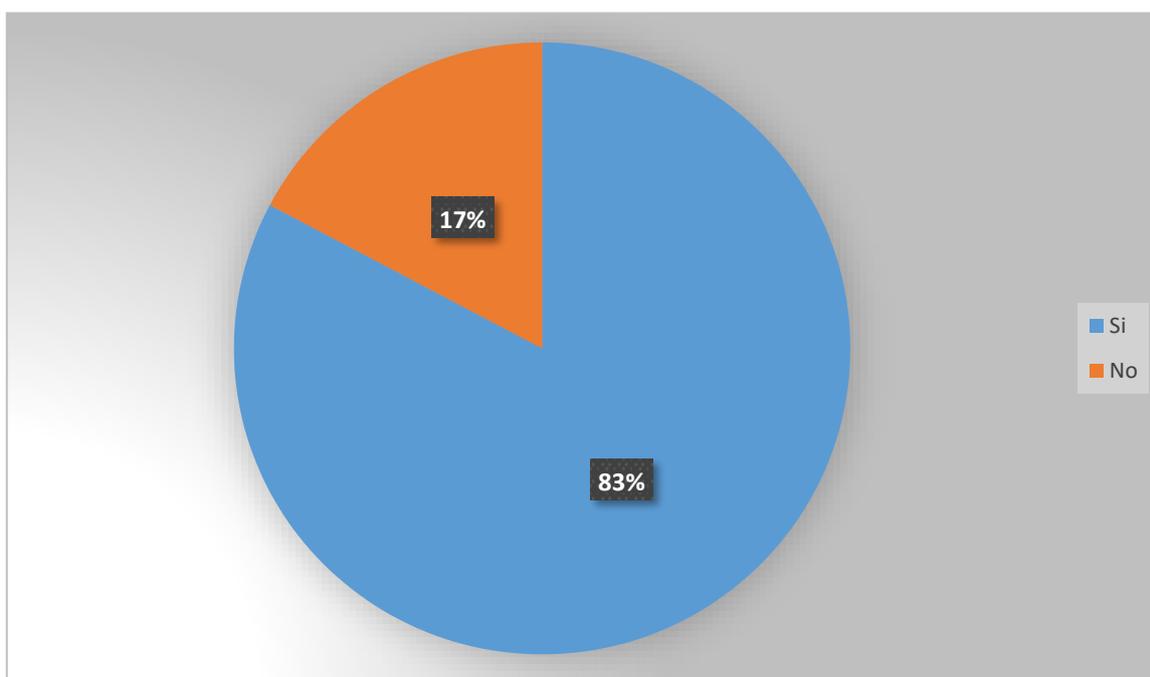
Plan de contingencia

Frecuencia	Número	Porcentaje
Si	24	83%
No	5	17%
Total	29	100%

Nota: Del total de la población encuestada, el 83% respondieron SI, el 17% contestaron NO.

Figura 33.

Plan de contingencia



Nota: El 83% de la población encuestada no tiene conocimiento sobre un plan de contingencia comunitario, y el 17 % del total de población encuestada conoce sobre un plan de contingencia.

11. ¿Existe en su localidad un albergue temporal?

Tabla 34

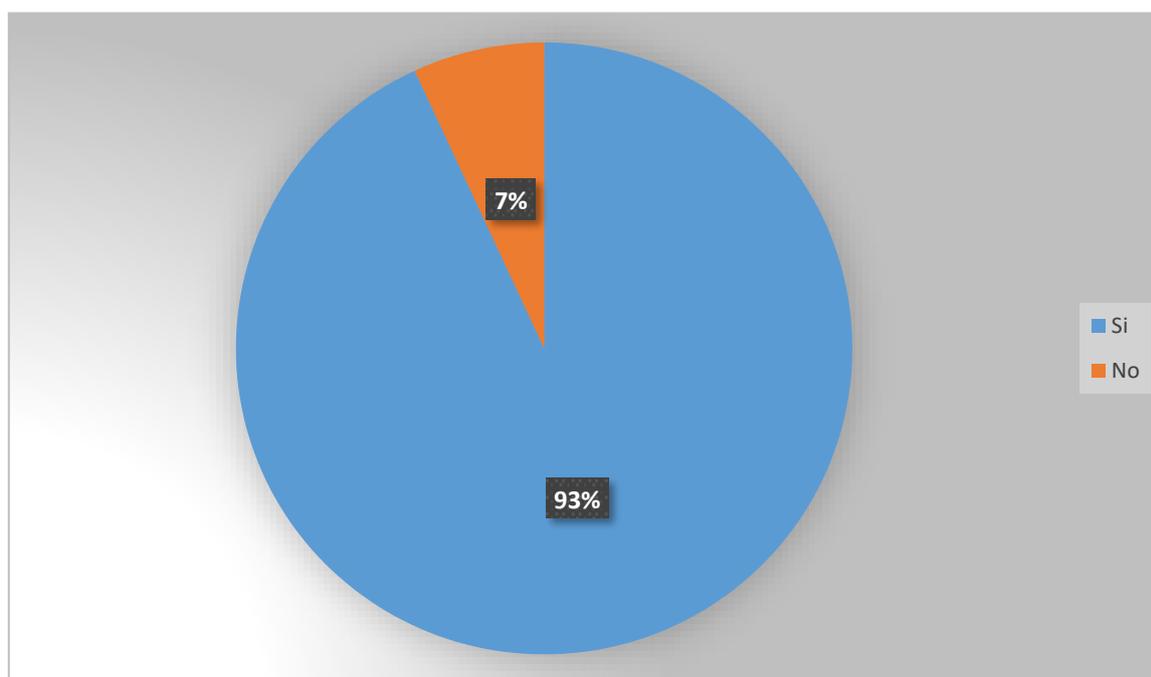
Albergue temporal

Frecuencia	Número	Porcentaje
Si	27	93%
No	2	7%
Total	29	100%

Nota: Del total de la población encuestada, el 93% respondieron SI, el 7% contestaron NO.

Figura 34.

Albergue temporal



Nota: El 93% de la población encuestada si tiene conocimiento de que existe un albergue en la parroquia, y el 7 % desconoce.

12. ¿Conoce usted las vías de evacuación en su localidad en caso de una inundación?

Tabla 35

Vías de evacuación

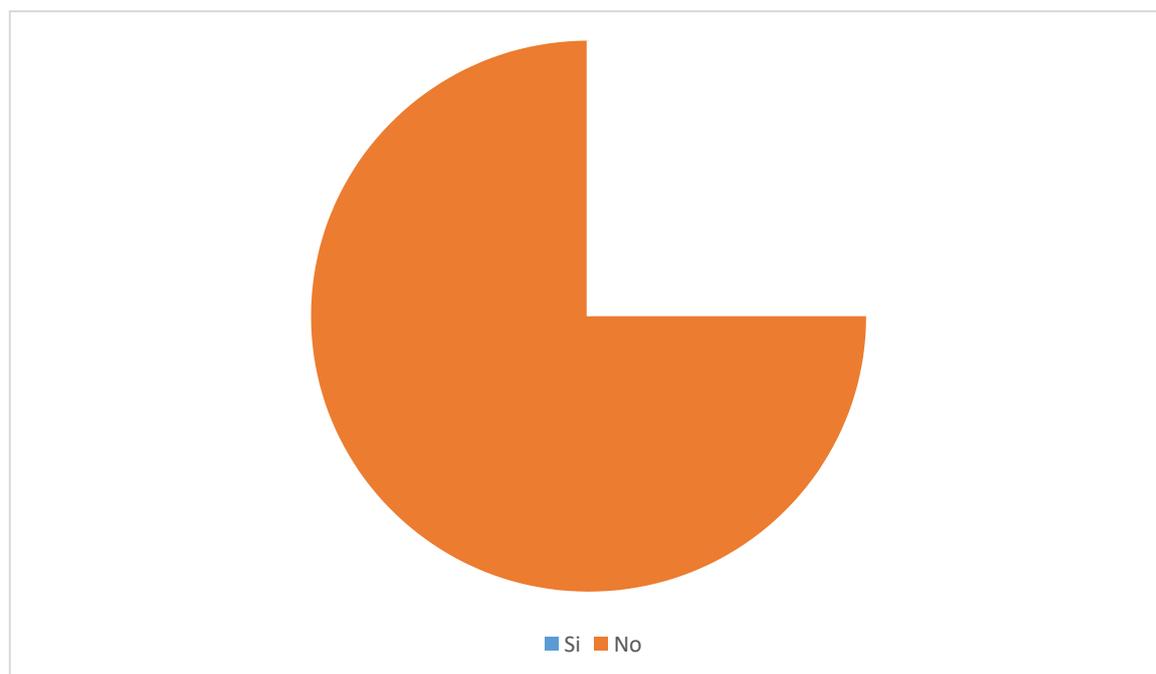
Frecuencia	Número	Porcentaje
-------------------	---------------	-------------------

Si	0	0%
No	29	100%
Total	29	100%

Nota: Del total de la población encuestada, el 100% respondieron NO.

Figura 35.

Vías de evacuación



Nota: El 100% de la población encuestada desconoce la existencia de vías de evacuación dentro de la parroquia.

13. ¿Conoce usted si en su localidad existe un sistema de alerta temprana?

Tabla 36

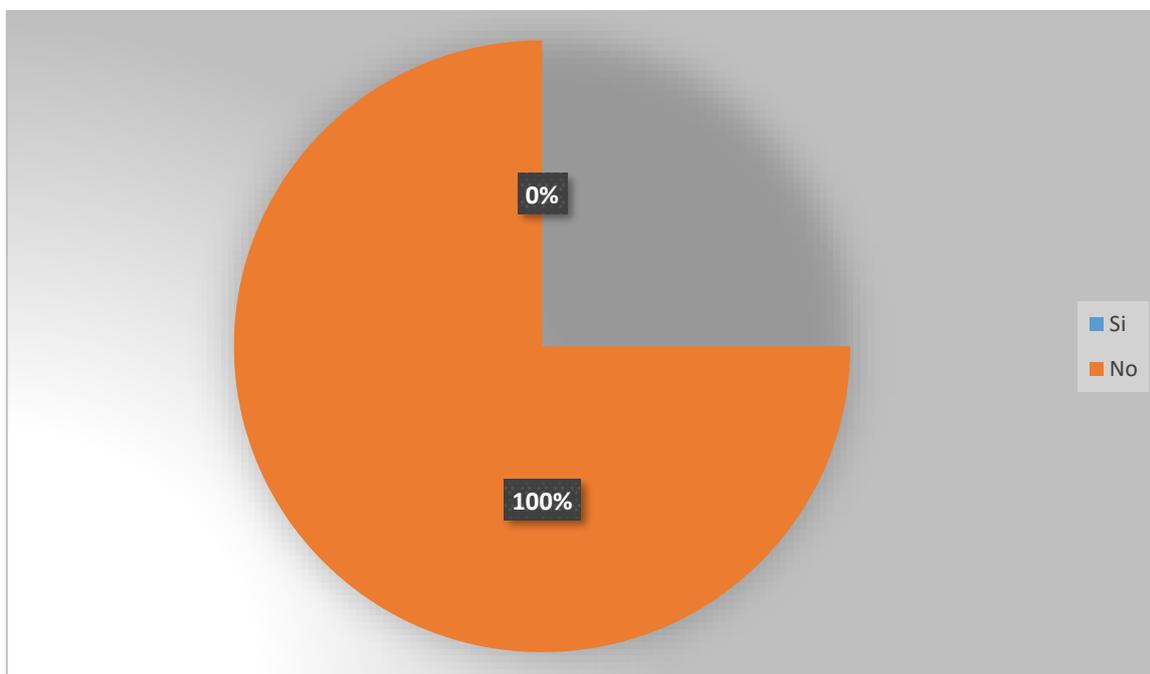
Sistema de alerta temprana

Frecuencia	Número	Porcentaje
Si	0	0%
No	29	100%
Total	29	100%

Nota: Del total de la población encuestada, el 100% respondieron NO.

Figura 36.

Sistema de alerta temprana



Nota: El 100% de la población encuestada desconoce si existe un sistema de alerta temprana dentro de la parroquia.

14. ¿Conoce usted las zonas de seguridad en su localidad en caso de una inundación?

Tabla 37

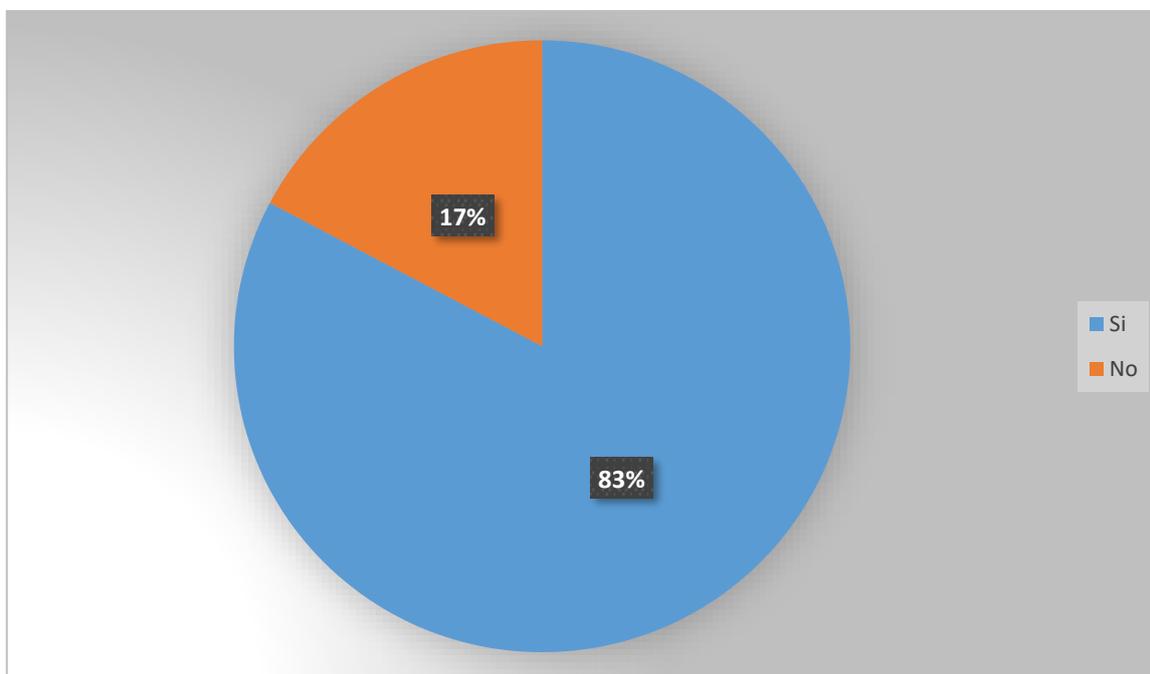
Zonas seguras

Frecuencia	Número	Porcentaje
Si	24	83%
No	5	17%
Total	29	100%

Nota: Del total de la población encuestada, el 83% respondieron Si y el 17% desconoce.

Figura 37.

Zonas seguras



Nota: El 83% de la población encuestada conoce las zonas seguras dentro de la parroquia y el 17% desconoce las zonas de seguridad.

15. ¿Ha recibido usted alguna vez información sobre tipos de riesgo?

Tabla 38

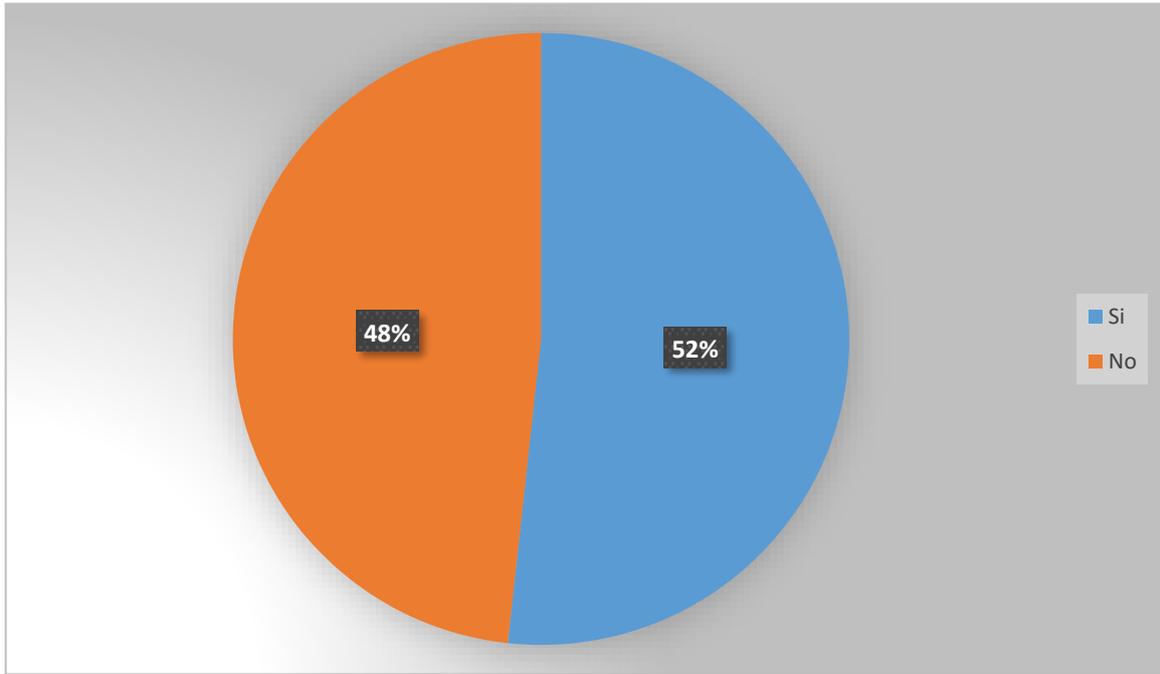
Información sobre tipos de riesgo

Frecuencia	Número	Porcentaje
Si	15	52%
No	14	48%
Total	29	100%

Nota: Del total de la población encuestada, el 52% respondieron SI y el 48% respondió NO.

Figura 38.

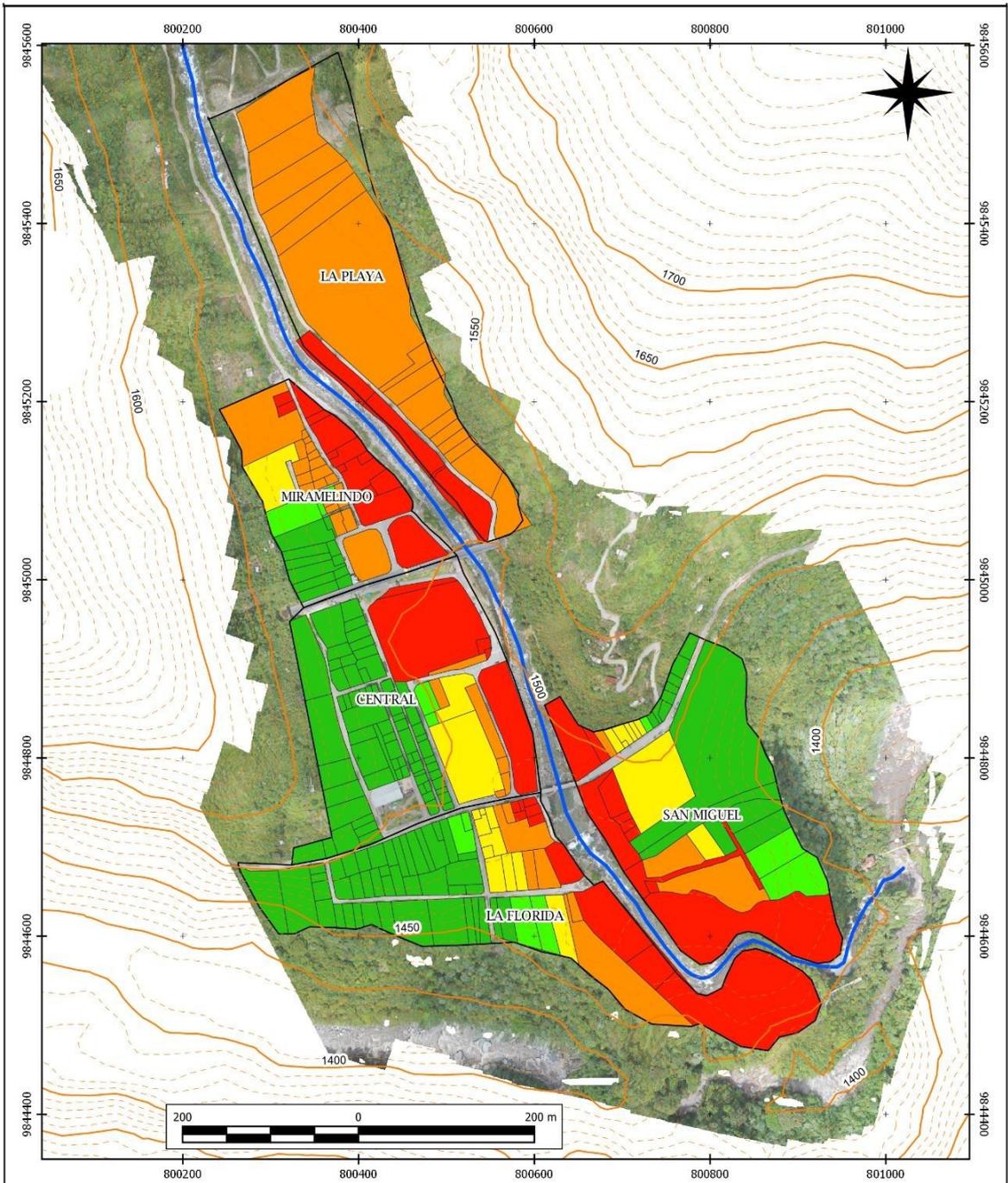
Información sobre tipos de riesgo



Nota: El 52% de la población encuestada ha recibido información sobre los riesgos y el 48% desconoce.

Figura 39.

Zonas de amenazas de inundación en el casco parroquial de Río Verde



LEYENDA

CURVAS DE NIVEL	PRINCIPALES
	COMPLEMENTARIAS
NIVEL DE AMENAZA	MUY BAJO
	BAJO
	MEDIO
	ALTO
	MUY ALTO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ANDOAMÉRICA

MAESTRÍA EN ARQUITECTURA CON MENCIÓN EN DESARROLLO URBANÍSTICO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TEMA: Zonas de amenaza de inundación en el centro poblado de Baños de Agua Santa	ESCALA: 1:6000
RESPONSABLES DE ELABORACIÓN: Noemí Margarita Tipán Machado Alexander Eduardo Acosta Supe	
FUENTE: Comité Nacional de Límites Internos, CONALI (2018) - Organización Territorial Provincial, Cantonal, 1:50000 Mapa base utilizado para representación obtenido de Esri Terrain	
PARÁMETROS DE REFERENCIA: Sistema de referencia: WGS84, Proyección: UTM ZONA 17S	

Nota: Se ha considerado el nivel de cercanía al río para darle el valor de ponderación. La calificación de la amenaza va desde el 1 al 5, 1 es menos amenaza y el 5 es mayor amenaza. 1-MUY BAJO, 2-BAJO, 3-MEDIO, 4-ALTO y 5-MUY ALTO.

Análisis de la normativa existente en el cantón Baños de Agua para el control y la conservación de las franjas de protección de los ríos

En la Ordenanza de Uso y Ocupación del Suelo del cantón Baños de Agua Santa (2018), en el párrafo II, título Asignación de ocupación del suelo y edificabilidad, en el “Art. 41. Codificación en Suelo Rural. - De acuerdo a las zonas y sectores establecidos se asigna a los Centro Poblados Rurales (CPR) y Parroquias Rurales de: Ulba, Lligua, Río Verde y Río Negro”, ver Tabla 4.

Tabla 39

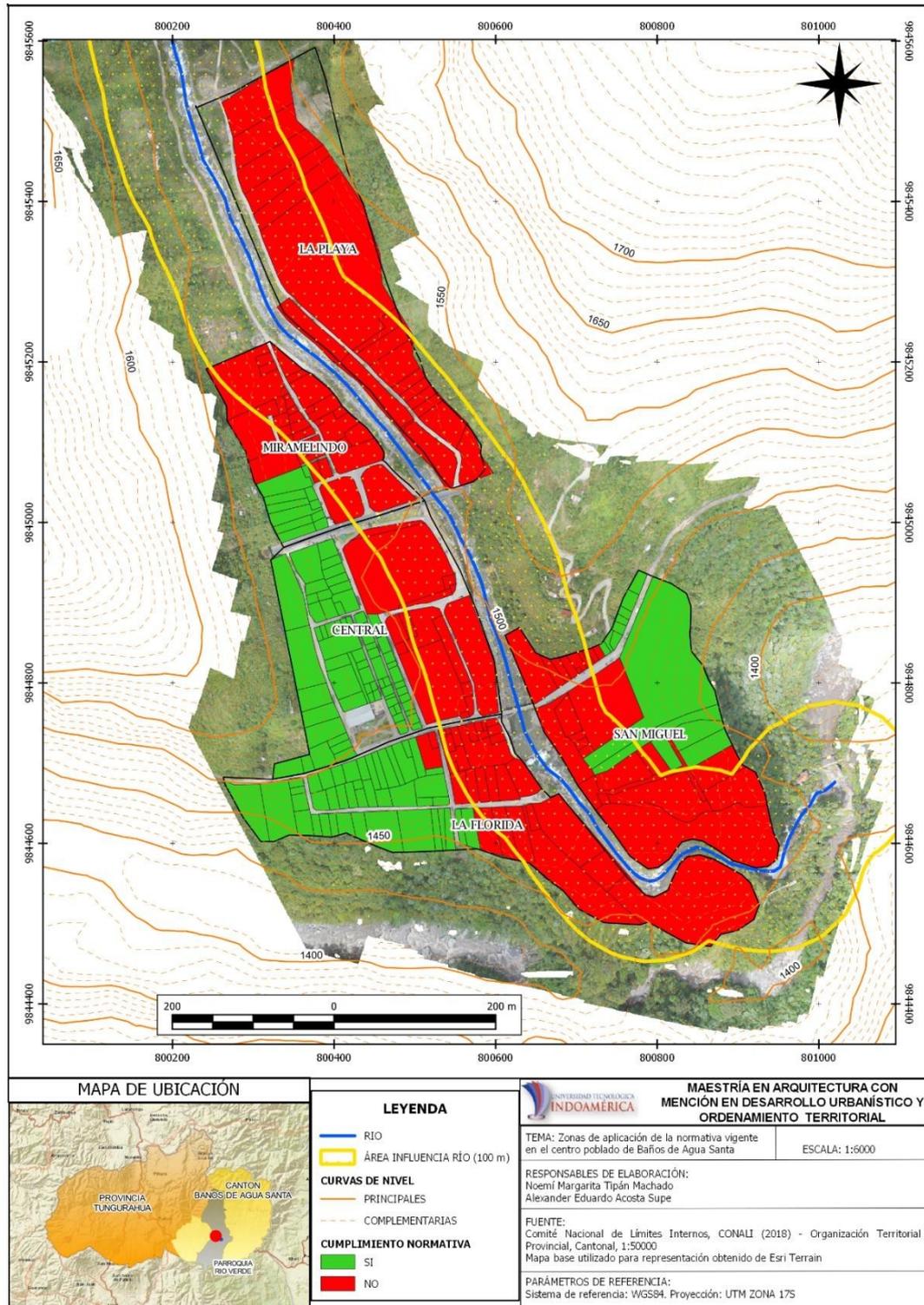
Normativa vigente en el cantón Baños de Agua Santa

Ley	Artículo	Detalle	Cumple	No cumple
En la Ordenanza de Uso y Ocupación del Suelo del cantón Baños de Agua Santa	Art.95	a) Áreas de Protección Ecológica		✓
	Art.98	De la regulación y delimitación de la extensión del dominio de las riberas de los ríos.		✓
	Art. 99	Quebradas y Laderas con sus Franjas de Protección		✓
	Art. 100	Taludes con sus Franjas de Protección		✓

Nota: La ordenanza que controla el uso y ocupación del suelo en todo el cantón de Baños de Agua Santa.

Figura 40.

Aplicación de la normativa vigente



Nota: Construcciones que cumplen lo que dice la normativa vigente del cantón de Baños de Agua Santa de Uso y Ocupación del Suelo.

CAPITULO IV

MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGO POR INUNDACIONES

Lineamientos para reforzar los mecanismos de alerta temprana ante los desastres

naturales

Teniendo en cuenta a la SNGRD (2021), debe ser tomado en consideración al interpretar las recomendaciones que brinda porque sirven como una "herramienta de apoyo a la planificación de largo plazo y como insumo para la secuenciación y gestión de desarrollos, departamentos, agencias, ordenamiento territorial, planificación y estudios hidrográficos". Dependiendo de la complejidad de los escenarios presentados y de una comprensión suficiente de la gestión de riesgos como estrategia de desarrollo sostenible, las cuencas incluyen las medidas preventivas o de mitigación que sean necesarias. Un elemento clave para acelerar el logro de resultados, como movilizar recursos y personal y brindar el liderazgo necesario a diversos sectores para una gestión eficaz del riesgo de desastres, es la voluntad política de las autoridades gobernantes de acuerdo con las políticas, planes y marcos nacionales globales.

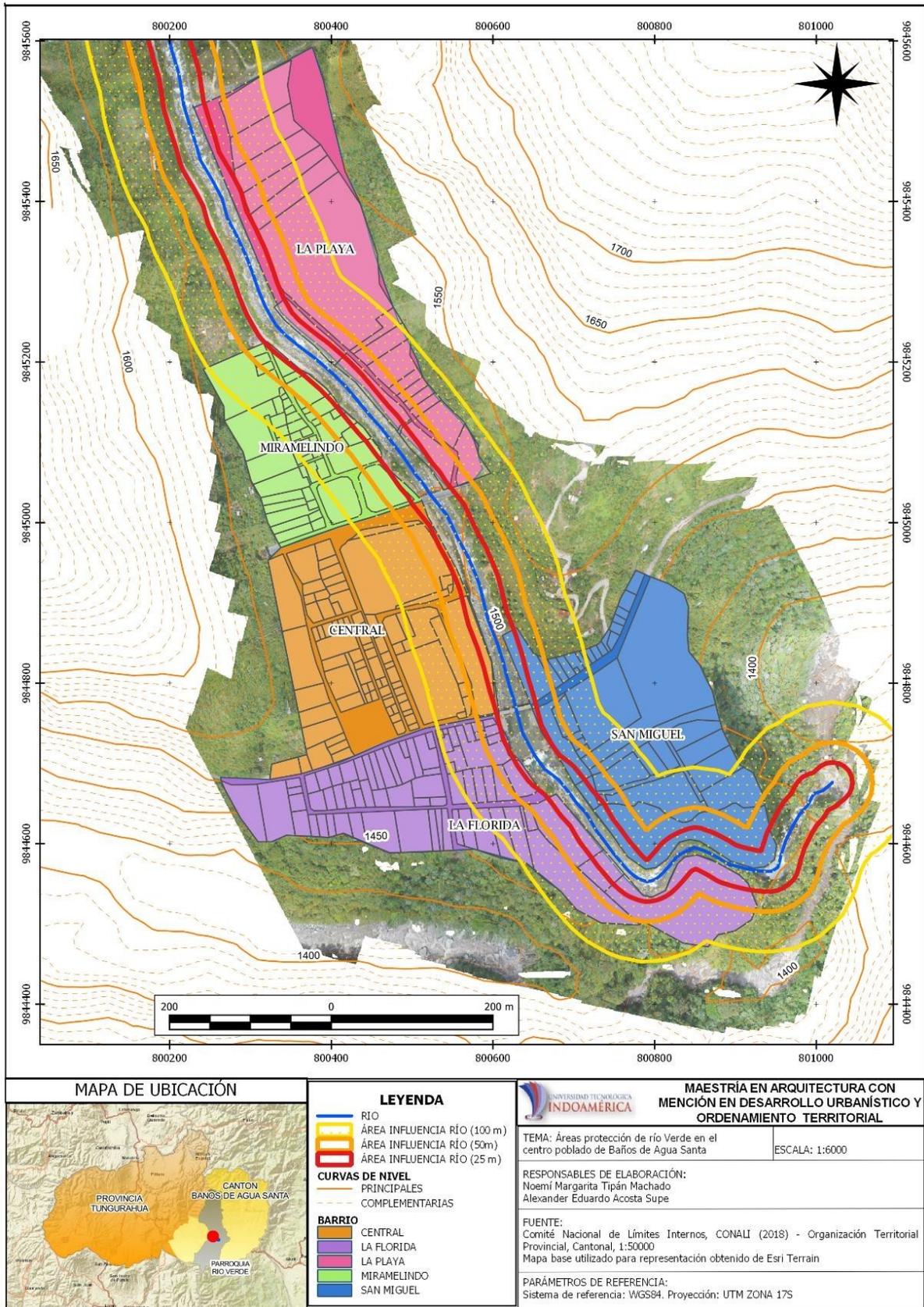
Desde la posición de la SGRD (2021), la planificación es crucial para la creación de programas y proyectos con el fin de garantizar el cumplimiento de las normas y el cumplimiento de las metas planteadas, que permitan la inversión pública o privada o la gestión de recursos a través de la cooperación global o multilateral. Como resultado, es importante demostrar no sólo el trabajo en preparación para desastres sino también el trabajo en prevención y reducción de riesgos al definir y aclarar las inversiones en gestión del riesgo de desastres. Reconoce que al analizar este estudio pude comprender que es económicamente más ventajoso para las naciones prevenir desastres o al menos reducir los riesgos actuales que iniciar la fase de recuperación y reconstrucción después de un desastre. Como resultado, antes de que ocurra un desastre, se sugieren las siguientes recomendaciones:

Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial – PDOT

- Participación de autoridades regionales y municipales en el desarrollo del PDOT para el sector GRD.
- Las futuras actualizaciones del PDOT tendrán en cuenta el riesgo.
- Una actualización del PDOT que incluye riesgo variable.
- El PDOT es independiente de la administración actual, pero debido a que es un proceso de largo plazo, es necesario realizar pronósticos a largo plazo.
- Tener en cuenta las necesidades de la comunidad al planificar el desarrollo del PDOT.
- El PDOT se creó con la participación de actores nacionales y no sólo de consultores externos.
- Aportes técnicos para el seguimiento del uso y desempeño del PDOT.
- Hacer automática la clasificación de regiones.
- Brindar a los ciudadanos la oportunidad de participar, educar a las comunidades sobre formas de involucrar a los ciudadanos en la reducción del riesgo de desastres e informarles sobre los mecanismos de participación.
- Informar al público sobre sus derechos para que puedan participar en el gobierno.
- Impulso, asesoramiento y GRD para el uso del presupuesto participativo.
- Temas o enfoques que incrementen la participación ciudadana.
- Un modelo de comité de participación cívica unidireccional.
- Deficiencia en los procesos para la reducción del riesgo de desastres.

Figura 41.

Franjas de protección del Río Verde



Nota: Si existiera un PDOT que velara por todos los elementos que conforman el territorio se respetaría las franjas de protección establecida en el Plan de Uso y Ocupación del Suelo.

CONCLUSIONES

El área de aportación de la cuenca hidrográfica a la zona de implantación del es de 131.86 km². Se consideró para el análisis una precipitación media en el área de estudio es de 213.95 milímetros en 24 horas de tormenta de diseño; considerándose ese como peor escenario y el caudal máximo de diseño se estableció en 933.2 m³/s.

La población al desconocer las leyes o hacer caso omiso de las mismas y por no existir sanciones drásticas incurre en seguir construyendo dentro de las franjas de protección del río, lo cual es un peligro constante cada vez que se producen precipitación.

A través de las encuestas realizadas a población que se encuentra dentro del área de estudio, se pudo evidenciar que la población no está capacitada ante un riesgo eminente que es la inundación, y desconoce las leyes y ordenanzas, las mismas que indican los pasos y requisitos que se debe seguir para obtener un permiso de construcción e implantar y construir la edificación dentro del área reglamentaria.

Los lineamientos existen, la falta de conocimiento de las autoridades de turno impide la aplicación de las mismas, que en vez de buscar intereses colectivos buscan beneficiar su interés particular, lo cual se ve afectado en el desarrollo de las comunidades. Una guía principal para poder desarrollar mi tema de estudio fue toda la bibliografía existente de Subsecretaría de Gestión de Riesgos, considerada una de las mejores a nivel de Latinoamérica.

RECOMENDACIONES

Implementar un Plan de Gestión de Riesgos con ayuda de la SGRD que tienen personal técnico en territorio con la instalación de sensores de nivel de agua en el río, es una de las estrategias de mitigar el riesgo de inundaciones. De esta manera el nivel de agua del río es monitoreado por sensores, que notifican a las autoridades cuando notan un aumento en el flujo que podría provocar inundaciones. Los técnicos de SGRD pueden ayudar a seleccionar la ubicación ideal del sensor y garantizar una instalación segura.

La Ordenanza de Uso y Ocupación del Suelo del cantón Baños de Agua Santa, es una herramienta de planificación territorial que controla cómo se usa y ocupa el suelo, para reconocer y asegurar la protección de los recursos naturales del cantón, motivo por el cual debe ser actualizada con la realidad del lugar.

La responsabilidad compartida en la gestión de riesgos se refiere a la idea de que el gobierno local y la población, compartan la responsabilidad de prevenir, reducir y dar respuesta a los riesgos, es así que se plantea las siguientes acciones:

- Implementar un programa de educación y sensibilización sobre gestión de riesgos en las escuelas.
- Organizar charlas y talleres sobre gestión de riesgos para la población en general.
- Crear un comité de gestión de riesgos integrado por representantes de los barrios, caseríos y las autoridades locales.

La convivencia comunitaria, es un componente crucial para prevenir desastres. Los pueblos que trabajan juntos pueden identificar los riesgos que enfrentan y tomar medidas para reducirlos. Para ello, se puede realizar las siguientes acciones:

- Fortalecer los lazos de confianza y cooperación entre las personas de comunidad, a través de actividades sociales, culturales y deportivas.
- Organizar simulacros de respuesta a desastres.

BIBLIOGRAFÍA

- Romero F., M. C., R. G., Naulin P. (2014). Zonas ribereñas: protección, restauración y contexto legal en Chile.
- Contreras O. (2015). Alternativas sostenibles para la recuperación de los bordes hídricos en el corregimiento San Rafael de Chucuri, Barrancabermeja [Tesis de la Maestría, Universidad de Santander de Bucaramanga]
- Yépez J. (2018). Bordes de quebradas, taludes y esteros como elementos integradores del espacio urbano en la Parroquia Urbana Zaracay de Santo Domingo-Ecuador [Tesis de la Maestría, Universidad Central del Ecuador]
- Altez, R. (2002). De la calamidad a la catástrofe: aproximación a una historia conceptual del desastre. En III Jornadas Venezolanas de Sismología Histórica – Serie Técnica N° 1 (pp. 169-172). Universidad Central de Venezuela, Caracas.
- Camargo, M. (2010). Operacionalización del Plan de Desarrollo Urbano Local (PDUL): Fundamentos de la planificación. Revista Geográfica Venezolana, 51(1), 145-156. <https://pdfs.semanticscholar.org/2cef/8638a367e244812677c3fb80fc2a45fc8a57.pdf>
- Camarasa, A.M. (2006): Inundaciones en España. Tipología. La importancia de las avenidas súbitas. Riesgos Naturales y Desarrollo Sostenible. Impacto, Predicción y Mitigación, I.G.M.E., Serie Medio Ambiente. Riesgos Geológicos, 10, 167-178.
- Cardona O. (2001, 29 y 30 de junio). La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo. Una crítica y una revisión necesaria para la gestión. En International WorkConference on Vulnerability in Disaster Theory and Practice, Disaster Studies of Wageningen, University and Research Centre, Wageningen, Holanda.

- Corominas, J., Copons, R., Vilaplana, J., Altimir, J., y Amigó, J. (2003). Integrated Landslide Susceptibility Analysis and Hazard Assessment in the Principality of Andorra. *Natural Hazards*, 30, 421–435. <https://doi.org/10.1023/B:NHAZ.0000007094.74878.d3>
- Fell, R., Corominas, J., Bonnard Ch., Cascini, L., Leroi, E., y Savage, W. Z. (en nombre del Comité Técnico Conjunto JTC-1 sobre Deslizamientos de Tierra y Pendientes de Ingeniería). (2008). Directrices para la susceptibilidad a los deslizamientos de tierra, la zonificación de peligro y riesgo para el uso de la tierra planificación. *Comentario Eng Geol*, 102, 99–111.
- Granados D.; Hernández G., M. Á.; López R., G. F. (2006), Ecología de las Zonas Ribereñas *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, vol. 12, núm. 1, 2006, pp. 55-69, Universidad Autónoma Chapingo Chapingo, México.
- INIA Tierra adentro (2007), <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/05/contaminacion-difusa-de-las-aguas.pdf>
- Lavell, A. (2001). Sobre la gestión del riesgo: apuntes hacia una definición. Biblioteca Virtual en Salud de Desastres-OPS. Disponible en <http://cidbimena.desastres.hn/pdf/spa/doc15036/doc15036-contenido.pdf> Consultado el 20 de agosto de 2019.
- PITA, M.F.; CARAVACA, I; FERIA, F.M.; TARIN, A. y VALLEJO, I. (1999): Riesgos Catastróficos y Ordenación del Territorio en Andalucía. Sevilla. Consejería de Obras Públicas y Transportes, 225 p.
- Bernabé M., Baile D., Carreón D., Cerca M., Culqui J., González M., González M., Gutiérrez C., Gutiérrez R., Herrera G., Padilla O., Pauker F., Rodríguez F., Rodríguez G., Salazar R., Toulkeridis T., Vasco C., Zacarías S., (2015), Gestión de riesgos en el Ecuador, Theofilos Toulkeridis GEO1-ESPE.

- Maskrey A., (1993). Los Desastres No Son Naturales. Red de Estudios Sociales en
Prevención de Desastres en América Latina.
- Proyecto DIPECHO, Consorcio PNUD-CRIC.(2012). GUÍA PARA ANÁLISIS DE
AMENAZAS, VULNERABILIDADES Y CAPACIDADES “AVC” CON LA
PARTICIPACIÓN DE NIÑAS, NIÑOS Y ADOLESCENTES PARA EL
CONTEXTO URBANO. Plan Internacional Ecuador, Unidad de Programas Quito.
Primera edición.
- SGR, PNUD, ECHO.(2014). Lineamientos metodológicos para comprender la vulnerabilidad
a partir de la identificación de elementos esenciales. Primera edición.
- Cardona O. (2001). *Estimación Holística del riesgo sísmico utilizando sistemas dinámicos
complejos*. UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA ESCOLA
TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERS DE CAMINS, CANALS I PORTS.
- Secretaría técnica de Gestión de Riesgos. (2011).guía para la incorporación de la variable
riesgo en la gestión integral de nuevos proyectos de infraestructura.
- Sistema Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. (2018). Metodología de Evaluación
Inicial de Necesidades por Eventos Peligrosos.
- PNUD.(2014).Marco de Referencia Conceptual Sobre Vulnerabilidad y Territorial.
- Omar Cardona.(2008).Sostenibilidad, tecnología y humanismo: Medición de la gestión del
riesgo en América Latina.
- Secretaría General de la Comunidad Andina.(2018). Glosario de Términos y Conceptos de la
Gestión del Riesgo de Desastres para los Países Miembros de la Comunidad Andina.
- PNUD.(2014). *Estudios y Herramientas Producidos en el Ecuador para Comprender la
Vulnerabilidad Territorial*.
- LÓPEZ, M. F. *El sistema de planificación y el ordenamiento territorial para Buen Vivir en el
Ecuador*.<http://dx.doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2015.102802>.

Secretaría de Gestión de Riesgos. (2017). *Manual del Comité de Operaciones de Emergencia*.

CEPAL.(2007). *Información para la gestión de riesgo de desastres. Estudios de caso de cinco países*.

Rodríguez Gaviria, E. (2016). *Diseño metodológico para la evaluación del riesgo por inundación a nivel local con información escasa*.

<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/57109>

Carreño, M., Cardona, O., Barbat, A. (2015). *Metodología para la evaluación del desempeño de la gestión del riesgo*.

Cardona, O. (1996). *El manejo de riegos y los preparativos para desastres: Compromiso institucional para mejorar la calidad de vida*.

Córdova, H., (2020). *Vulnerabilidad y gestión del riesgo de desastres frente al cambio climático en Piura, Perú*. <https://doi.org/10.22395/seec.v23n54a5>

Alcántara, I. Garza, M. López, A. Magaña, V. Oropeza, O. Puente, S. Rodríguez, D.

Lucatello, S. Ruiz, N. Tena, R. Urzúa, M. y Vázquez, G. (2019). *Gestión Integral de Riesgos de Desastres en México: reflexiones, retos y propuestas de transformación de la política pública desde la academia*. Investigaciones Geográficas. Instituto de Geografía. UNAM.

Agua y SIG, (2023). <https://aguaysig.com>

Araya, A. Gonzalez, V. Jimenez.(2018).Análisis de la variación del coeficiente de rugosidad de Manning con respecto a la pendiente del canal en tubería de PVC de 135 mm de diámetro. <http://www.redalyc.org/journal/707/70757668006/html/>