



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO
ESCUELA DE ADMINISTRACION DE DESASTRES Y GESTIÓN
DE RIESGOS

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO

TEMA:

“IDENTIFICACIÓN DE LAS ZONAS SUSCEPTIBLES A INUNDACIONES EN LA
CABECERA CANTONAL, DEL CANTÓN LAS NAVES, PERIODO DICIEMBRE
2021 – MAYO 2022”.

AUTORES:

MARLON JHONATHAN MEZA ARMIJOS
JOSÉ MAURICIO LEDESMA RIVADENEIRA

TUTOR:

ARQ. CESAR AUGUSTO PAZMIÑO ZABALA

GUARANDA- ECUADOR

2022



El suscrito Arquitecto **Cesar Augusto Pazmiño Zabala** en calidad de tutor del **Proyecto de Investigación**, docente de la Universidad Estatal de Bolívar.

Guaranda, 30 de noviembre de 2022

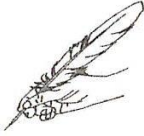
Certifica.

Que el señor **Marlon Jhonathan Meza Armijos** portador del número de cedula de ciudadanía **020187698-4** y el señor **José Mauricio Ledesma Rivadeneira** portador del número de cedula de ciudadanía **172209824-9**, estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano, CULMINADOS EN LA CARRERA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DE RIESGOS, modalidad presencial, una vez revisado el documento: **"IDENTIFICACION DE LAS ZONAS SUSCEPTIBLES A INUNDACIONES EN LA CABECERA CANOTNAL DEL CANTON LAS NAVES PERIODO DICIEMBRE 2021 MAYO 2022"**, pueden proceder a realizar el proceso del empaste de su proyecto de investigación.

Atentamente:



Arq. Cesar Augusto Pazmiño Zabala



Notaria Tercera del Cantón Guaranda
Msc. Ab. Henry Rojas Narvaez
Notario



....rio

Nº ESCRITURA 20220201003P02696

DECLARACION JURAMENTADA

OTORGADA POR:

JOSE MAURICIO LEDESMA RIVADENEIRA Y MARLON JHONATHAN MEZA ARMJOS

INDETERMINADA

DI: 2 COPIAS L.L.

Factura: 001-001-000012476

En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día veintiocho de noviembre de dos mil veintidós, ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda, comparecen los señores JOSE MAURICIO LEDESMA RIVADENEIRA soltero, celular 0995680524, correo electrónica es josemauricio12@hotmail.com; y, MARLON JHONATHAN MEZA ARMJOS soltero, celular 0985789015, correo electrónico es aaaj1908@hotmail.com, domiciliados en esta ciudad de Guaranda, por sus propios derechos, obligarse a quienes de conocerlas doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana; bien instruidos por mi el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que procede libre y voluntariamente, advertidos de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presenta su declaración Bajo Juramento declaran lo siguientes "Previo a la obtención de Ingenieros en Administración para Desastres y Gestión del Riesgo, manifestamos que los criterios e ideas emitidas en el presente trabajo de investigación titulado "Identificación de la zonas susceptibles a inundaciones en la cabecera cantonal del cantón Las Naves periodo Diciembre 2021- Mayo 2022." es de nuestra exclusiva responsabilidad en calidad de autores". Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad, la misma que la hacemos para los fines legales pertinentes. HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA. La misma que elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que les fue a los comparecientes por mí el Notario en unidad de acto, aquellos se ratifican y firman conmigo se incorpora al protocolo de esta Notaria la presente escritura, de todo lo cual doy fe.-

JOSE MAURICIO LEDESMA RIVADENEIRA

C.C. 172209824-9

MARLON JHONATHAN MEZA ARMJOS

C.C. 020187698-4

AB. HENRY ROJAS NARVAEZ

NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA





Guaranda, 28 de noviembre de 2022

CERTIFICADO DE AUTORIA DE TESIS

Nosotros, Marlon Jhonathan Meza Armijos, portador de la cédula de identidad 020187698-4 y José Mauricio Ledesma Rivadeneira portador de la cedula de identidad 172209824-9, egresados de la **Universidad Estatal de Bolívar** en la Facultad de **Ciencias de la Salud y del Ser Humano** en la carrera de **Administración para Desastres y Gestión de Riesgos**, bajo juramento declaramos de forma libre y voluntaria que el presente proyecto de titulación denominado **“Identificación de las zonas susceptibles a inundaciones en la cabecera cantonal del cantón Las Naves periodo Diciembre 2021 – Mayo 2022”** ha sido realizado por nosotros con la orientación del tutor docente Arq. Cesar Augusto Pazmiño Zabala, docente de la carrera de Administración para desastres y Gestión de Riesgos, de la Universidad Estatal de Bolívar, siendo de nuestra autoría, debemos dejar constancia que las expresiones obtenidas dentro de este análisis las hemos realizado en base a bibliografías actualizadas que se incluyen con sus respectivas citas consultadas y sus autores respectivos.

Meza Armijos Marlon Jhonathan

C.I: 020187698-4

Ledesma Rivadeneira José Mauricio

C.I: 172209824-9

**CERTIFICADO DE SEGUIMIENTO AL PROCESO
INVESTIGATIVO, EMITIDO POR EL TUTOR.**

Guaranda, 5 de Julio de 2022.

El suscrito Arquitecto César Pazmiño Zabala. Director de Proyecto de Investigación de Pre Grado de la carrera de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo de la Universidad Estatal de Bolívar, en calidad de Docente – Tutor.

CERTIFICA:

Que el proceso de investigación titulado: “IDENTIFICACIÓN DE LAS ZONAS SUSCEPTIBLES A INUNDACIONES EN LA CABECERA CANTONAL, DEL CANTÓN LAS NAVES”; realizado por los Señores Marlon Jhonathan Meza Armijos y Mauricio José Ledesma Rivadeneira ha sido debidamente revisado e incorporado las observaciones realizadas durante las asesorías; en tal virtud, autorizo su presentación para la aprobación respectiva de acuerdo al reglamento de la Universidad.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando a los interesados dar al presente documento el uso legal que estimen conveniente.


ARQ. CÉSAR PAZMIÑO ZABALA

DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACION DE PRE GRADO

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a toda mi familia, especialmente a mis padres, a mi madre Rosa Armijos por siempre animarme y motivarme a cumplir mis metas, a mi padre Víctor Meza por sus consejos y el apoyo incondicional.

A todos mis hermanos que siempre me han alentado a realizar mis sueños, a toda mi familia, que me han regalado aliento para completar mis metas.

Marlon Meza Armijos

El presente trabajo de investigación se lo dedico a Dios, mis Padres por el apoyo incondicional en mi vida, mis abuelos por la educación y los valores que inculcaron en mi diario vivir.

A mi familia y amigos que motivaron siempre mi carrera Universitaria, sin olvidar cada muestra de apoyo, cariño y amor hacia cada uno de mis sueños.

Mauricio Ledesma

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a Dios por darme la fortaleza y la salud necesaria para poder llegar a cumplir esta meta más en mi vida, a mis padres Víctor Meza por siempre guiar mi camino y aconsejarme en la vida, a mi madre Rosa Armijos, que es mi mayor motivación y mi más grande inspiración para realizar mis sueños. A todos mis hermanos, especialmente a Daniel, Mónica y Borys, por su apoyo incondicional, a toda mi familia que de algún u otro modo han servido de motor para llegar a esta etapa de mi vida.

Finalmente a mis Docentes de la Universidad Estatal de Bolívar que han sabido impartir su conocimiento para llegar a cumplir esta meta, y a mis compañeros por compartir conmigo este trayecto y no sabernos desanimar en ningún momento.

Marlon Meza Armijos

Agradezco a mi madre por darme la vida y mi hija por motivar cada meta, a mis abuelos por su amor, cariño y enseñanzas en mi vida, además a cada uno de mis familiares y amigos que han formado parte de cada momento especial y de apoyo durante mi formación.

A la Universidad por motivar cada sueño de nosotros los estudiantes, además agradecer a los docentes por su paciencia y permitirnos lograr nuestros objetivos de vida.

Mauricio Ledesma

Índice de contenido

1	AGRADECIMIENTO	7
2	RESUMEN	16
3	INTRODUCCIÓN	20
1	CAPÍTULO I:	22
	EL PROBLEMA	22
1.1	Planteamiento del problema.....	22
1.2	Formulación del problema	24
1.3	Objetivos de Investigación.....	24
1.3.1	Objetivo General	24
1.3.2	Objetivos Específicos	24
1.4	Justificación	24
1.5	Limitaciones.....	26
2	CAPÍTULO II:	27
	MARCO TEÓRICO	27
2.1	Antecedentes	27
2.2	Localización del Área de Estudio	29
2.3	Bases Teóricas	31
2.4	Base Legal.....	50
2.5	Definición y Términos	54
2.6	Sistema de Hipótesis	61
2.7	Operacionalización de variables	62
3	CAPÍTULO III:	64
	MARCO METODOLÓGICO	64

3.1	Nivel de investigación.....	64
3.2	Diseño de investigación	64
3.3	Población y Muestra	66
3.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	66
3.5	Técnicas de procesamiento de datos	68
3.5.1	Técnicas aplicadas al objetivo 1. Realizar el modelamiento hidrológico mediante el software HEC-HMS, un modelamiento hidráulico mediante el software IRIC y la elaboración del mapa de las zonas susceptibles a inundaciones mediante el Sistema de Información Geográfica (SIG), en la cabecera cantonal del cantón Las Naves.	68
	Hietograma de diseño	70
	Hidrograma de diseño	72
	Modelo de inundación 2D IRIC Nays2DFlood	75
3.5.2	Técnicas aplicadas al objetivo 2. Realizar un diagnóstico sobre la población, el impacto socioeconómico y sistemas de protección ante inundaciones en la cabecera cantonal del cantón las Naves.	76
	Procesamiento estadístico	76
3.5.3	Técnicas aplicadas al objetivo 3. Proponer medidas de adaptación y estrategias de mitigación, que reduzcan el riesgo de impacto por inundaciones en la cabecera cantonal de las Naves.	76
	Medidas Estructurales	76
	Medidas no Estructurales	76
	Medidas Ambientales	77
4	CAPÍTULO IV: -	78
	RESULTADOS LOGRADOS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	78

4.1	Resultados según objetivo 1: Realizar el modelamiento hidrológico mediante el software HEC-HMS, un modelamiento hidráulico mediante el software IRIC y la identificación de las zonas susceptibles a inundaciones, en la cabecera cantonal del cantón Las Naves.....	78
4.2	Resultados según objetivo 2: Realizar un diagnóstico sobre la población, el impacto económico y los sistemas de protección ante inundaciones en la cabecera cantonal del cantón Las Naves.	98
4.3	Resultados según objetivo 3: Proponer medidas de adaptación y estrategias de mitigación, que reduzcan los niveles de vulnerabilidad en las zonas susceptibles ante inundaciones en la cabecera cantonal del cantón Las Naves.....	121
5	CAPÍTULO V:.....	127
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	127
5.1	Comprobación de Hipótesis.....	127
5.2	Conclusiones	127
5.3	Recomendaciones	129
6	Bibliografía.....	130

Índice de figuras

Figura 1. Localización del área de estudio	29
Figura 2. Límites del cantón Las Naves.....	28
Figura 3. Partes de la cuenca.....	32
Figura 4. Tipos de inundaciones.....	35
Figura 5. Inundaciones repentinas.....	36
Figura 6. Inundaciones costeras.....	37
Figura 7. Inundaciones urbanas.....	37
Figura 8. Inundaciones por avenidas.....	38
Figura 9. Inundaciones por ruptura de bordos.....	39
Figura 10. Inundaciones Fluviales.....	39
Figura 11. Inundaciones Pluviales.....	40
Figura 12. Proceso para hacer el hidrograma de diseño en HEC-HMS.....	45
Figura 13. Delimitación de la cuenca del río Naves Chico.....	69
Figura 14. Hietograma de diseño de la cuenca del río Naves Chico.....	71
Figura 15. Hidrograma de diseño de la cuenca del río Naves Chico en HEC-HMS.....	76
Figura 16. Métodos para procesar la información de la cuenca en HEC-HMS.....	77
Figura 17. Definición de la estación meteorológica en HEC-HMS.....	78
Figura 18. Transformación del caudal a precipitación en HEC-HMS.....	79
Figura 19. Definición de las condiciones para el evento en HEC-HMS.....	79
Figura 20. Flujo total en un evento determinado en HEC-HMS.....	80
Figura 21. Trazado del río en ArcMap.....	80
Figura 22. Ubicación de los bordes del río en ArcMap.....	81
Figura 23. Ubicación de las líneas de estación en el río en ArcMap	82

Figura 24. Ubicación de los bordes del río	83
Figura 25. Capaz de datos del área de estudio del cantón Las Naves en IRIC.....	84
Figura 26. Determinación de los obstáculos y sistema de alcantarillado en Las Naves..	85
Figura 27. Creación de la afluyente del río Naves Chico en IRIC	85
Figura 28. Información creada de la afluyente del río Naves Chico en IRIC	86
Figura 29. Creación de la afluyente en el mapa de IRIC.....	87
Figura 30. Creación de las grillas en el mapa en IRIC.....	88
Figura 31. Determinación de los datos para los campos en IRIC.....	89
Figura 32. Resultado de la tabla 2 <i>Solver Console (2D NaysFlood)</i>	90
Figura 33. Modelo de profundidad de la parroquia Las Naves	91
Figura 34. Modelo de elevación de la parroquia Las Naves.....	91
Figura 35. Modelo de elevación de la superficie del agua de la parroquia Las Naves ...	92
Figura 36. Modelo de magnitud de velocidad máxima de la parroquia Las Naves	92
Figura 37. Modelo de magnitud de velocidad m/s de la parroquia Las Naves.....	93
Figura 38. Modelo de inundación de la parroquia Las Naves.....	94

Índice de mapas

Mapa 1. Está de acuerdo en que cada año en la época invernal el río representa una amenaza para su vivienda.	1007
Mapa 2. Usted está de acuerdo en que, al menos una vez en cada época invernal el río se desborda de su cauce y ocasiona daños a infraestructuras.	99
Mapa 3. Estaría de acuerdo en calificar como eficientes las acciones ejecutadas por las autoridades para mitigar las inundaciones.	101
Mapa 4. Usted considera efectivas a las acciones de respuesta que ejecutan las autoridades para atender las inundaciones.	103
Mapa 5. Usted está de acuerdo en considerar que el sistema de drenaje de las aguas lluvias está diseñado para evacuar eficientemente altos índices de caudales.	105
Mapa 6. Está de acuerdo en que el GAD cantonal realice capacitaciones permanentes acerca de inundaciones.	107
Mapa 7. Está de acuerdo en que el PDyOT del GAD cantonal contemple proyectos enfocados en la reducción de riesgos por inundación.	109
Mapa 8. Usted concuerda en que el GAD cantonal posee información que permita tomar decisiones asertivas fundamentadas en estudios técnicos.	111
Mapa 9. En que rango ubica usted las pérdidas económicas que ha sufrido a causa de una inundación.	113

Índice de tablas

Tabla 1. Datos de intensidad y precipitación de hietograma de diseño	68
Tabla 2. Está de acuerdo en que cada año en la época invernal el río representa una amenaza para su vivienda.	95
Tabla 3. Usted está de acuerdo en que, al menos una vez en cada época invernal el río se desborda de su cauce y ocasiona daños a infraestructuras.	98
Tabla 4. Estaría de acuerdo en calificar como eficientes las acciones ejecutadas por las autoridades para mitigar las inundaciones.....	100
Tabla 5. Usted considera efectivas a las acciones de respuesta que ejecutan las autoridades para atender las inundaciones.....	102
Tabla 6. Usted está de acuerdo en considerar que el sistema de drenaje de las aguas lluvias está diseñado para evacuar eficientemente altos índices de caudales.....	104
Tabla 7. Está de acuerdo en que el GAD cantonal realice capacitaciones permanentes acerca de inundaciones.	106
Tabla 8. Está de acuerdo en que el PDyOT del GAD cantonal contemple proyectos enfocados en la reducción de riesgos por inundación.	108
Tabla 9. Usted concuerda en que el GAD cantonal posee información que permita tomar decisiones asertivas fundamentadas en estudios técnicos.	110
Tabla 10. En que rango ubica usted las pérdidas económicas que ha sufrido a causa de una inundación.....	112
Tabla 11. Resultados de las entrevistas ejecutadas a las viviendas ubicadas en las riberas del río Naves Chico.....	114

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Ilustración de la pregunta 1	95
Gráfico 2. Ilustración de la pregunta 2.....	98
Gráfico 3. Ilustración de la pregunta 3	100
Gráfico 4. Ilustración de la pregunta 4	102
Gráfico 5. Ilustración de la pregunta 5.....	104
Gráfico 6. Ilustración de la pregunta 6	106
Gráfico 7. Ilustración de la pregunta 7	108
Gráfico 8. Ilustración de la pregunta 8	110
Gráfico 9. Ilustración de la pregunta 9	112

RESUMEN

El presente trabajo investigativo tiene la finalidad de identificar las zonas susceptibles a inundaciones, a través del Software de libre acceso Cooperativa Internacional de Interfaz Fluvial “*International River Interface Cooperative*” (IRIC) y del Sistema de Información Geográfica (SIG) en la cabecera cantonal del cantón Las Naves. Actualmente, el río “Naves Chico” se ha convertido en un peligro para la población en la cabecera cantonal, debido a las constantes inundaciones que se han presentado en Las Naves y también, debido a que no existe un sistema de drenaje y protección eficiente ante inundaciones, lo cual ha provocado daños físicos, económicos y medioambientales en la cabecera cantonal y ha representado una amenaza para la población de estudio que es de 350 familias.

La investigación es de tipo de nivel exploratorio, descriptivo y también de campo. El diseño de la investigación es no experimental, transversal, y la metodología utilizada posee un enfoque mixto cuali-cuantitativo, además, se realizó en cuatro fases; Fase Preliminar, Fase de Exploratoria, Fase de Ejecución y Fase de Resultados. La muestra poblacional salió de 175 familia. Las técnicas aplicadas fueron a través del programa Qgis para crear la cuenca para el estudio, el programa HEC-HMS para establecer el hietograma de diseño para conocer el comportamiento del rio y, el hidrograma de diseño para conocer el flujo del agua durante un evento extremo, y el software libre IRIC para realizar el modelo de inundación del cantón Naves Chico, también se usó para el procesamiento de datos el software estadístico SPSS versión 24 en español en la cual se aplicó un muestreo probabilístico a la población de estudio, de una entrevista semi estructurada, el programa de ArcMap para determinar la ubicación de las viviendas en la zona de influencia a inundaciones en la cabecera cantonal.

De los resultados obtenidos se efectuó un modelo hidrológico mediante los sistemas de procesamiento de datos hidrológicos (HEC-HMS) y un modelamiento Hidráulico (IRIC), el cual demuestra que pudiera darse inundaciones que sobrepasan los 1,5 metros en la altura del agua o profundidad máxima y la elaboración del mapa de las zonas más susceptible a inundaciones, además, se realizó un diagnóstico sobre los riesgos de inundación según la perspectiva de la población, la mayoría coincide en que el rio representa una amenaza, en que los organismos de respuestas deben dar más atención a

estos eventos y cada año el río deja pérdidas económicas en las viviendas ubicadas en la ribera del río Naves Chico, por último, se propuso medidas de adaptación y estrategias de mitigación enfocadas en medidas estructurales, no estructurales y ambientales.

Palabras claves: Inundaciones, Zonas susceptibles, Modelamiento Hidrológico, Modelamiento hidráulico, Amenaza, Sistemas de Información Geográfico, Estrategias de mitigación, Medidas de adaptación.

ABSTRACT

The present investigative work has the purpose of identifying the areas susceptible to floods, through the free access Software International River Interface Cooperative "International River Interface Cooperative" (IRIC) and the Geographic Information System (GIS) in the cantonal head of the Las Naves canton. Currently, the "Naves Chico" and "Suquibí" rivers have become a danger to the population due to the constant flooding that has occurred in Las Naves and also, because there is no efficient drainage and protection system against floods. , which has caused physical, economic and environmental damage in the cantonal capital and has represented a threat to the study population, which is 350 families.

The research is exploratory, descriptive and also field type. The research design is non-experimental, cross-sectional, and the methodology used has a mixed qualitative-quantitative approach, in addition, it was carried out in four phases; Preliminary Phase, Exploratory Phase, Execution Phase and Results Phase. The population sample came from 175 families. The techniques applied were through the Qgis program to create the basin for the study, the HEC-HMS program to establish the design hyetogram to know the behavior of the river and the design hydrograph to know the flow of water during an extreme event. , and the free software IRIC to carry out the flood model of the Naves Chico canton, the statistical software SPSS version 24 in Spanish was also used for data processing, in which a probabilistic sampling was applied to the study population, from an interview Semi-structured, the ArcMap program to determine the location of the houses in the area of influence to floods in the cantonal capital.

From the results obtained, a hydrological model was made using the hydrological data processing systems (HEC-HMS) and a Hydraulic modeling (IRIC), which shows that there could be floods of up to almost 3 meters in the height of the water and the elaboration from the map of the area most susceptible to flooding, a diagnosis was also made on the risks of flooding according to the perspective of the population, most agree that the river represents a threat, that response agencies should pay more attention to these events and every year the river leaves economic losses in the houses located on the banks

of the Naves Chico river, finally, adaptation measures and mitigation strategies focused on structural, non-structural and environmental measures.

Keywords: Floods, Susceptible Zones, Hydrological Modeling, Hydraulic Modeling, Hazard, Geographic Information Systems, Mitigation Strategies, Adaptation Measures.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación trata sobre la identificación de las zonas susceptibles a inundaciones en la cabecera cantonal, del cantón Las Naves. Según Noriega (2018) menciona que “las inundaciones son eventos naturales que se suscitan debido a diversos factores cómo; precipitaciones estacionales, fenómeno del niño, represamientos de ríos y la construcción de viviendas cercanas a ríos sin medidas de protección” (p. 22), por ende, es importante implementar metodologías que permitan identificar las zonas susceptibles y crear modelos hidrológicos e hidráulicos para determinar el alcance del cauce en caso de desbordamiento del río, además tener en consideración estos estudios para incorporar acciones de reducción de riesgos dentro de los planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial.

Las herramientas necesarias para realizar el diagnóstico de inundaciones de forma cuantitativa son: los Sistemas de Información Geográfica (SIG), para evaluar la topografía y delimitar las cuencas hidrográficas; HEC-HMS, para modelar hidrológicamente los modelos de precipitación y flujo del río en eventos extremos y el software libre IRIC cuyas herramientas “permiten identificar las áreas inundables, graficar las inundaciones que ocurren, y predecir los futuros eventos, así como la simulación de flujos en cauces naturales para determinar hasta donde alcanzaría el nivel del agua y si el caudal alcanzara cierto valor” (Jimenez, 2008, pág. 13)

Las crecidas de los ríos y la vulnerabilidad de la población motivan a que la investigación se realice en la cabecera cantonal de Las Naves, ya que esta zona ha sido afectada de forma recurrente por inundaciones en la época invernal, convirtiendo al río Naves Chico y en el alrededor de sus riberas en un escenario de alto riesgo, cuyos efectos han provocado pérdidas materiales, económicas y medio ambientales.

Para el desarrollo de la investigación será necesario identificar las zonas susceptibles a inundaciones, creando un modelamiento hidrológico a través del Software HEC-HMS, un modelamiento hidráulico mediante el software libre IRIC y los mapas con el Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la cabecera cantonal del cantón Las Naves, para después realizar un diagnóstico sobre la población, de los sistemas de protección y su

afectación económica ante los eventos de inundaciones de forma cualitativa, para finalmente, proponer medidas de adaptación y estrategias de mitigación, que reduzcan el riesgo de impacto por inundaciones.

En ese contexto, el documento se encuentra estructurado en cinco capítulos, los cuales se mencionan a continuación:

Capítulo I.- En esta sección se encuentra el planteamiento del problema, la formulación del problema, los objetivos generales y específicos, la justificación y las limitaciones de la investigación.

Capítulo II.- En esta sección se encuentra el marco teórico, lo cual permitirá fundamentar la investigación a través de las bases teóricas, conceptos, marco legal, definición de términos, sistemas de hipótesis y Operacionalización de variables.

Capítulo III.- En esta sección se encuentra el marco metodológico, en la cual se detalla el nivel de investigación, el diseño, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos y procesamiento de análisis de datos.

Capítulo IV.- En esta sección se encuentran los resultados alcanzados según los objetivos propuestos de la investigación.

Capítulo V.- En esta sección se encuentran las conclusiones y recomendaciones que hayan surgido de la presente investigación.

CAPÍTULO I:

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

A nivel mundial las inundaciones han provocado graves alteraciones en las condiciones de vida y medios de subsistencia de la población, especialmente en los países con bajos recursos económicos, cuyos sistemas de infraestructura, drenaje y protección, suelen estar menos desarrollados. Según Rentschler y Melda (2020) mencionan que “cerca de 1.470 millones de personas viven en zonas susceptibles a inundaciones, y casi un tercio de ellas habitan en condiciones de pobreza extrema” (p. 2), por lo tanto, el grado de exposición al riesgo de inundaciones es significativo.

En América Latina las inundaciones han provocado cuantiosos daños, tanto en la infraestructura como en el medio ambiente. Según la Organización de las Naciones Unidas (2020) “Dicho fenómeno se ha registrado en 548 veces en los últimos veinte años, alcanzando pérdidas de 1000 millones de dólares y siendo afectadas 53 millones de personas aproximadamente” (p. 3), por lo general, sus efectos se ven reflejados en la población e infraestructura más susceptible.

En Ecuador las inundaciones se producen de manera permanente, específicamente en las cuencas bajas del litoral ecuatoriano. Según el Sistema Nacional de Gestión de Riesgos (2020) menciona que “durante los últimos cinco años, se registraron 2.268 inundaciones en el país, por lo tanto, se considera una de las amenazas más frecuentes y predominantes que se han suscitado en el territorio nacional” (p. 4), en ese contexto, el SNGRE entregó un informe a los Gobiernos Autónomos Descentralizados sobre los efectos y daños ocasionados por dicho evento, con la finalidad de efectuar planes de contingencia ante el riesgo de inundaciones.

La provincia de Bolívar también se ha visto inmersa en esta problemática, especialmente las zonas subtropicales, la construcción de viviendas cercanas a ríos, es uno de las principales vulnerabilidades para la población ante las amenazas de inundaciones. El cantón Las Naves se considera una zona susceptible a eventos adversos debido a su

ubicación geográfica, siendo las inundaciones un fenómeno recurrente que se suscita, especialmente en épocas de invierno.

Según un informe emitido por el SNGR (2019) indicó que:

Los ríos “Naves Chico” y “Suquibí” se han convertido en un peligro para la población debido a que no existe un sistema de drenaje y protección eficiente ante inundaciones, lo cual ha provocado daños físicos, económicos y medioambientales en la cabecera cantonal del cantón las Naves (p. 7).

Así mismo, en épocas de invierno la captación de la fuente del Río “Naves Chico” incrementa el nivel del mismo, ya que tiende a obstruirse. Por ende, “Los residuos materiales provocan taponamientos y aumenta el riesgo en su estabilidad, debido al arrastres de sedimentos, además, no existe una cobertura vegetal adecuada que evite el arrastre de sólidos” (García F. , 2018)

Las principales causas de las inundaciones en el cantón las Naves son las siguientes; no cuentan con un sistema de drenaje eficiente que permitan el flujo normal del caudal en caso de inundación. Además, no se ha realizado estudios con sistemas de información geográfica para identificar las zonas susceptibles y modelamientos hidráulicos que permitan conocer hasta donde llegaría el agua si el caudal alcanzara cierto valor.

Los principales factores que producen las inundaciones son; “las precipitaciones estacionales, el fenómeno del niño, sobrepasar la capacidad de evacuación de los sistemas de drenaje en cabeceras cantonales, represamientos de los ríos y la construcción de viviendas cercanas a ríos sin medidas de protección” (Higuera, 2017)

Como consecuencia ha provocado impactos socio económicos y medio ambientales, daños de infraestructura, pérdida de cosechas, alta susceptibilidad a sufrir desastres en épocas de invierno y afectación en la condición de vida de la población. En este sentido, es necesario elaborar cartografías que expongan las zonas susceptibles a inundaciones y la elaboración de modelamientos hidrológicos e hidráulicos, que sirvan de guía para las instituciones competentes y puedan articular acciones oportunas en las zonas expuestas y vulnerables.

1.2 Formulación del problema

¿Cuáles son las zonas susceptibles a inundaciones en la cabecera cantonal del cantón Las Naves?

1.3 Objetivos de Investigación

1.3.1 Objetivo General

- Identificar las zonas susceptibles a inundaciones, en la cabecera cantonal del cantón Las Naves.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar el modelamiento hidrológico mediante el software HEC-HMS, un modelamiento hidráulico mediante el software IRIC y la identificación de las zonas susceptibles a inundaciones en la cabecera cantonal del cantón Las Naves.
- Realizar un diagnóstico sobre la población, el impacto económico y los sistemas de protección ante inundaciones en la cabecera cantonal del cantón Las Naves.
- Plantear medidas de adaptación y estrategias de mitigación, que reduzcan los niveles de vulnerabilidad en las zonas susceptibles ante inundaciones en la cabecera cantonal del cantón Las Naves.

1.4 Justificación

A nivel global se han implementado diversas metodologías para prevenir y mitigar los riesgos de inundaciones, entre ellas se encuentran los Sistemas de Información Geográfica (SIG), herramienta que permite evaluar la zona de estudio, establecer sus limitaciones y comprender su composición en términos de tipo y usos de suelo; Los modelos hidrológicos como HEC-HMS, el cual complementa a los SIG, permiten evaluar la cantidad de agua o el flujo total que recorre por un cauce durante un evento extremo, además, de transformar el caudal en precipitación. los modelamientos hidráulicos cómo; el Software IRIC que permiten simular flujos en cauces naturales para determinar el nivel del agua y hasta dónde llegaría si el caudal alcanzara cierto valor.

En la Región Latinoamericana los SIG, se han convertido en las herramientas principales para la ejecución de acciones enfocadas en el desarrollo sostenible y la reducción de desastres, en ese contexto, varios organismos han tomado la iniciativa para elaborar proyectos enfocados en la utilización de herramientas geográficas, como es el caso del Instituto Panamericano de Geografía e Historia (2018) lo cual “financió un proyecto encaminado a identificar las metodologías, procedimientos y normas que se están usando en el ámbito de la calidad de la información geográfica y modelamientos hidráulicos” (p. 34).

En el Ecuador el Plan de Creación de Oportunidades (2021-2025) establecido en la constitución, pretende contribuir en la reducción de riesgo de desastres y atención oportuna a emergencias ante amenazas naturales y antrópicas en todos los sectores y niveles territoriales, por lo tanto, “se requiere incrementar el nivel de eficiencia en la gestión del manejo de desastres alineados al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT), siendo indispensable la utilización de las herramientas geográficas para identificar y mitigar los eventos adversos” (Plan de Creación de Oportunidades, 2020).

El presente estudio se lo realiza porque existen estudios limitados sobre la identificación de zonas susceptibles a inundaciones, mediante la utilización de sistemas de Información Geográfica y modelamientos hidráulicos en la provincia Bolívar, por lo tanto, se pretende contribuir con información oportuna para la toma de decisiones de los organismos competentes en la planificación territorial y acciones de reducción de riesgos de desastres.

El estudio se lo efectúa para obtener información pertinente respecto a las zonas susceptibles a inundaciones, para que esta manera se pueda proponer medidas de prevención y reducción de riesgos, para mejorar las condiciones de vida y el desarrollo sostenible de la población.

Es necesario realizar el estudio puesto que, existen registros de inundaciones que se han suscitado en la cabecera cantonal, debido a las intensas precipitaciones ha provocado el desbordamiento del río Naves chico en varias ocasiones, por ejemplo, en el año 2007 el caudal del río se incrementó considerablemente, lo cual alcanzó dimensiones del territorio

urbano, esto produjo daños socioeconómicos en la calle matiavi y sus alrededores. De igual manera, las fuertes lluvias en marzo y abril del 2012, hicieron que el río Suquibí se desborde, lo cual provocó la inundación de los barrios de San Vicente y Las Playas, produciendo un impacto socioeconómico negativo por las pérdidas de tierras y cosecha de los habitantes. (SEMPLADES, 2014)

El estudio es importante ya que la utilización de las herramientas geográficas y modelamientos hidráulicos permiten combinar información sobre peligros naturales, recursos naturales, población e infraestructura para identificar áreas menos expuesta a los peligros y más aptas para actividades de desarrollo, así como áreas que requieren evaluación adicional de los peligros y áreas dónde se deberían priorizar las estrategias de mitigación, además permite ahorrar recursos económicos priorizando las zonas críticas y más vulnerables.

Los beneficiarios del presente proyecto serán todos los habitantes que se sitúan en la cabecera cantonal del cantón las Naves, que son la población más vulnerable ante la presencia de inundaciones.

1.5 Limitaciones

- Escasa comunicación efectiva de los moradores del cantón Las Naves, para las socializaciones planificadas.
- Variaciones climáticas (precipitaciones y nubosidad), generando un escenario peligroso.
- Falta de información actualizada y registro de afectaciones sobre los eventos suscitados por parte de las organizaciones gubernamentales que manejan las emergencias.

CAPÍTULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

En el cantón Las Naves predomina el relieve la bajiplanicies en la zona baja y el relieve de media planicies en la zona media, donde están los asentamientos humanos y altiplanicies en la zona alta. En la zona media donde está ubicada la población urbana los suelos son francos o francos arcillosos, que en su profundidad son ácidos húmicos, y también suelos coluviales con pendientes bajas de 15 a 30%. Debido a estas características el cantón puede percibirse como vulnerable a sufrir inundaciones, a continuación, hablaremos de las inundaciones más significativas que se han dado en el cantón según los datos de las instituciones de respuestas. (Núñez F. A., 2014)

A principios del 2008 se suscitaron los desbordamientos del río Naves chico y el río Suquibí, afectando no solo a las naves sino la parroquia de las Mercedes perjudicando a varias familias y viviendas, cerca de las riberas, el desbordamiento continuó siguiendo la trayectoria del río San Pedro, produciendo varias pérdidas de cultivos como cacao y maizales; y la pérdida de animales afectando a las zonas aledañas de Las Naves. (Desastres, 2008)

El desbordamiento del río Suquibí producido en marzo y abril del 2012, debido a las fuertes lluvias, lo cual provocó la inundación de los barrios de San Vicente y Las Playas, produciendo un impacto socioeconómico negativo por las pérdidas de tierras y cosecha de los habitantes. (Muñoz & Harol Verdezoto, 2014)

El 22 de Enero del 2014 un evento de inundación registrado en el río Suquibí causó afectaciones en el sector “La Playita”, 8 viviendas afectadas, 8 familias fueron evacuadas con ayuda de Policía Nacional y trasladadas un albergue del cantón, mientras que equipo de MTOP de Bolívar y Los Ríos realizan maniobras para drenar el agua mediante bombeo y Cuerpo de Bomberos prestó su contingente técnico y operativo para evacuar a las familias y realizar la limpieza del área afectada, no registra heridos ni fallecidos y como medida de mitigación el SNGR realizó la evacuación de 24 familias para proteger su integridad física. Según los eventos registrados por cada institución emergente del cantón,

permiten conocer el enfoque de la investigación, el área urbana es prioridad para el análisis a través de información característica de los diferentes eventos de inundaciones que se han suscitado, situación general del evento, personas afectadas, acciones ejecutadas y recursos necesarios. (Emergencia, 2014)

El cantón Las Naves, por su relieve y composición del suelo, además de los factores climáticos y tormentas que sufren cada año, es muy necesario la creación de metodologías que ayuden a fortalecer la vulnerabilidad ante inundaciones al área urbana del cantón.

Según Cajigal (2020) en su tema de estudio denominado “Metodología para el análisis de vulnerabilidad ante inundaciones”, tuvo la finalidad de:

Identificar en la población afectada los elementos que están provocando las inundaciones, para ello se utilizó la metodología del índice de vulnerabilidad ante inundaciones de Connor y Hirokivi el cual evalúan la vulnerabilidad a nivel de cuenca, sub cuenca y a nivel urbano, El autor concluyó que es necesario comprender la construcción social del riesgo ante inundaciones, además, se debe generar acciones entorno a la adaptación mediante planes preventivos y la elaboración de mapas de riesgos (p. 12)

De acuerdo a Hernández y Barrios (2017) en su tema de estudio denominado “análisis de riesgo por inundación” tuvo la finalidad de:

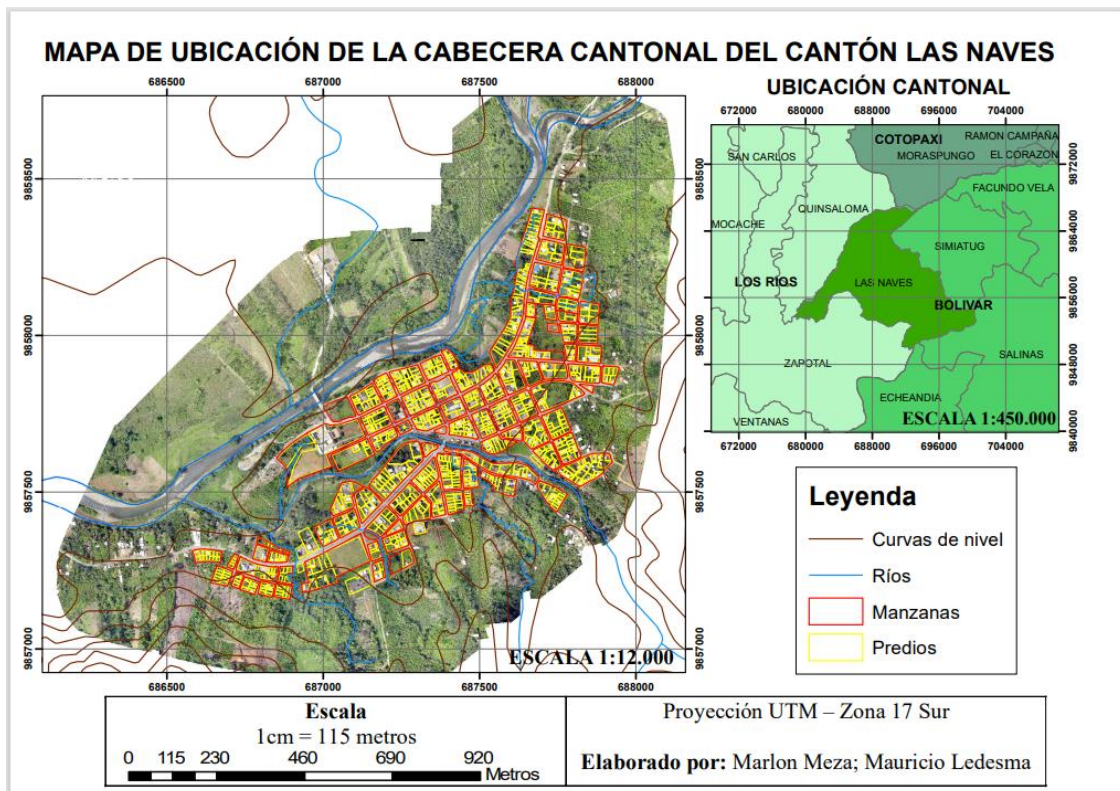
Realizar un análisis de riesgo por inundaciones mediante la metodología HEC-HMS, Los resultados obtenidos mostraron zonas de riesgo y de alta vulnerabilidad por tramos del río Atemajac, definidos de acuerdo con las características que presenta el río a lo largo de su cauce. Los autores llegaron a la conclusión de que la metodología permitió generar mapas de riesgo donde se ilustran posibles daños asociados con las inundaciones por zonas y por periodo de retorno, el modelo paramétrico conceptualizó la vulnerabilidad en los aspectos social, económico, físico y ambiental, solventando la complejidad de los factores que la definen (p. 11)

Según Ordóñez y Jiménez (2020) en su tema de estudio denominado “Evaluación del nivel de vulnerabilidad ante el fenómeno de inundación en Montería” tuvo la finalidad de:

Evaluar la vulnerabilidad ante el fenómeno de inundación, mediante la elaboración de una matriz de variables para inundaciones con sus respectivos indicadores, complementada con una matriz MAFE, información primaria y técnicas cartográficas, los resultados obtenidos facilitaron los procesos de preparación para el manejo de riesgo. Los autores concluyeron que, la zona presenta niveles altos y medios de vulnerabilidad, el cual se encuentra condicionado por factores físicos y sociales como el emplazamiento al borde del río, el nivel educativo, los materiales utilizados en la construcción de las viviendas, el número de habitantes por vivienda (p. 22)

2.2 Localización del Área de Estudio

Figura 1. Localización del área de estudio.



Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

La presente investigación tiene como localización la cabecera cantonal de Las Naves en el Cantón Las Naves de la Provincia de Bolívar, se encuentra a 88 km en el noroccidente de Guaranda, la capital de la provincia. La topografía de la cabecera cantonal y la mayor parte de la zona baja del cantón Las Naves es relativamente plana, pertenece a la llanura

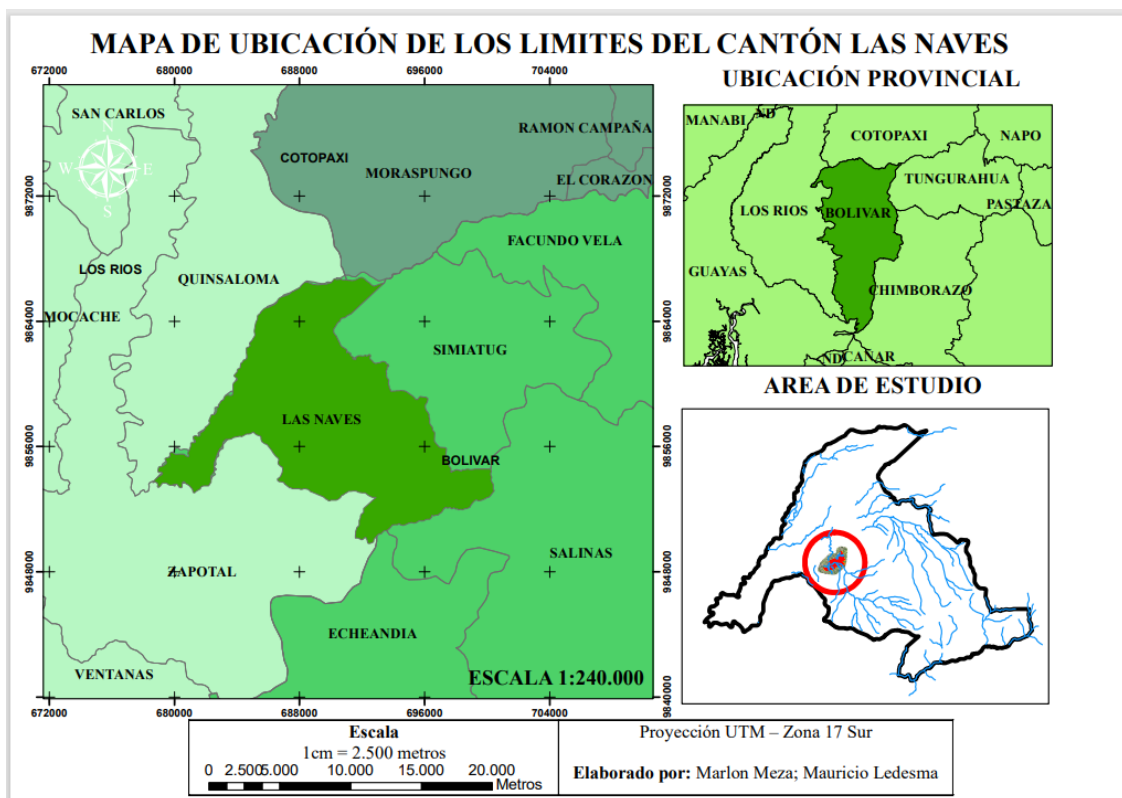
costera, presentando pequeñas elevaciones no significativas, asentada en un bosque tropical beneficioso hábitat para muchas especies; En la zona alta se desarrollan bosques densos, con una excelente densidad biológica y vegetación. (SEMPLADES, 2014)

Población y extensión

El cantón es relativamente joven con 30 años de su creación, siendo el 10 de agosto de 1992, fecha en la que se formaría el cantón Las Naves, la cual tiene una población 6092 y 1850 viviendas según el Censo INEC del 2010 pero tiene una proyección al 2020 de 7428 habitantes en el cantón, cuenta con una extensión de 15.590 Hectáreas. (CONSULCAP, 2020)

Límites del cantón

Figura 2. Límites del cantón Las Naves.



Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

El cantón Las Naves se localiza geográficamente entre el límite entre la provincia Bolívar, la provincia de Los Ríos con su cantón Quinsaloma y de la provincia de Cotopaxi con el cantón de Pangua, el cantón Las Naves se encuentra limitada:

Al Norte: Rio Umbe cantón Quinsaloma, provincia de Los Ríos y Moraspungo del cantón Pangua, provincia de Cotopaxi.

Al Sur: Zapotal del cantón Ventanas, provincia de Los Ríos y cantón Echeandía, provincia de Bolívar.

Al Este: San Luis de Pambil y Salinas del cantón Guaranda provincia Bolívar.

Al Oeste: Rio Umbe cantón Quinsaloma, provincia de Los Ríos.

2.3 Bases Teóricas

Hidrología

Es la ciencia que investiga la distribución, espacial - temporal del agua, sus propiedades presentes en la atmósfera y corteza terrestre. Las precipitaciones, escorrentías y humedad del suelo también forman parte del estudio de esta ciencia, es importante para la gestión, desarrollo y control de los recursos del agua inducir temas de investigación sobre el líquido más importante en la tierra. Los profesionales que estudian esta ciencia pueden ser agrícolas, ambientales, hidráulicos, sanitarios, además ahora se incluyen los gestores de riesgos. (Taípe, 2013)

Tipos de Fuentes (Hidrológicas)

Las fuentes de abastecimiento de líquido vital según (Taípe, 2013) pueden ser:

- Superficiales: lagos, ríos, canales de riego.
- Subterráneas: manantiales, pozos, vertientes naturales.
- Pluviales: aguas residuales de la lluvia

Aguas superficiales

Las ciudades captan su recurso hídrico de ríos, lagos, embalses y otros métodos de captación de líquido, Los técnicos en hidrología recogen y analizan datos necesarios para predecir la disponibilidad y si cubren o no con la necesidad de sus territorios. La necesidad proyectada es liberada de acuerdo a la época del año, las predicciones de flujo hídrico se realizan en base a métodos informáticos que permiten conocer los niveles de

embalse y así calcular las profundidades y la capacidad de almacenamiento. (INDUANALISIS, 2019)

Aguas subterráneas

Es agua más barata y conveniente, menos vulnerable a la contaminación que las aguas superficiales, por lo tanto, el uso común es de abastecimiento de líquido en regiones con escaso recurso hídrico. Los técnicos realizan su medición a través de niveles en pozos locales con el aporte de estudios geológicos, pueden ser: fallas y fracturas del suelo, determinan la extensión, profundidad y espesor de los sedimentos y rocas con agua. (Hermann & Prunes, 2022)

Aguas pluviales

Líquido procedente de las precipitaciones atmosféricas, gran parte de aguas lluvias, fluyen a través de la superficie de la tierra en forma de escurrimiento y llega finalmente a ríos, lagos y embalses. Atraen gran variedad de contaminantes y sedimentos de la tierra. (Dolz & Gómez, 1994)

División de la Hidrología

Se puede catalogar de acuerdo a la forma de análisis y el uso que se dará a los resultados, se puede clasificarse en:

Hidrología Ambiental

La utilización de trazadores ambientales ha convertido en uno de los métodos complementarios para el estudio de procesos hidrológicos como: lluvia y escorrentía, tradicionalmente es abordado a través de medición, cuantificación y modelación de precipitación y descarga. (Taipe, 2013)

Hidrología Cualitativa

En la hidrología cualitativa se resaltan características descriptivas de los procesos del agua. Esta descripción permite determinar las formas y causas que provocan la formación de bancos de sedimentos en ríos, esto se asocia al transporte sólido del curso del agua y el transporte de residuos sólidos. (Taipe, 2013)

Hidrología Hidrométrica

La ciencia hidrométrica mide las variables hidrológicas, básicamente se basa en tecnicismos de campo donde el uso de instrumentos de medición, la ubicación de sectores en los cuales las medidas mantengan alta efectividad y correcta interpretación de resultados. En esta técnica es fundamental la calidad de información recaba por ende la calibración de instrumentos es continua y se mantiene un bajo margen de error métrico. (Taípe, 2013)

Hidrología Cuantitativa

Es el estudio de la distribución temporal del recurso hídrico determinado de una cuenca hidrográfica. Los recursos utilizados se basan en modelos matemáticos, estadísticos y conceptuales. (Taípe, 2013)

Hidrología en tiempo real

Es una rama nueva de la hidrología, su auge inicia en las redes telemétricas donde sensores son ubicados previo al análisis técnico de ubicación, varios puntos transmiten la información en tiempo real y los datos son almacenados dentro de un servidor para luego ser procesados y analizados, son utilizados en sistemas de auxilio para la toma de decisiones e implementar sistemas de flujo controlados, por ejemplo, al abrir y cerrar compuertas de una obra hidráulica. (Taípe, 2013)

Cuencas Hidrográficas

Cumplen un rol importante en el ciclo del agua ya que permite su recorrido; el 30% de agua dulce recorre por las cuencas hidrográficas.

Una cuenca Hidrográfica es una depresión en los terrenos más altos, en los cuales convergen el agua que proviene de las precipitaciones, el agua que alcanzan las cuencas hidrográficas desemboca en el mar, ríos, lagunas, océano. etc.

En otras palabras, constituye un sistema natural de drenaje del agua en conjunto de cuencas hidrográficas que desembocan en el mismo lugar se denomina vertiente hidrográfica.

Durante las precipitaciones el agua pluvial puede evaporarse, infiltrándose en un terreno, pendiente a través de las cuencas, Estas se pueden originar cuando las cuencas son suficientemente grandes y con una corriente de agua permanente alimenta a las corrientes superficiales y subterráneas así conformándose una cuenca hidrográfica. (Bordino, 2021)

Partes de Cuencas Hidrográficas

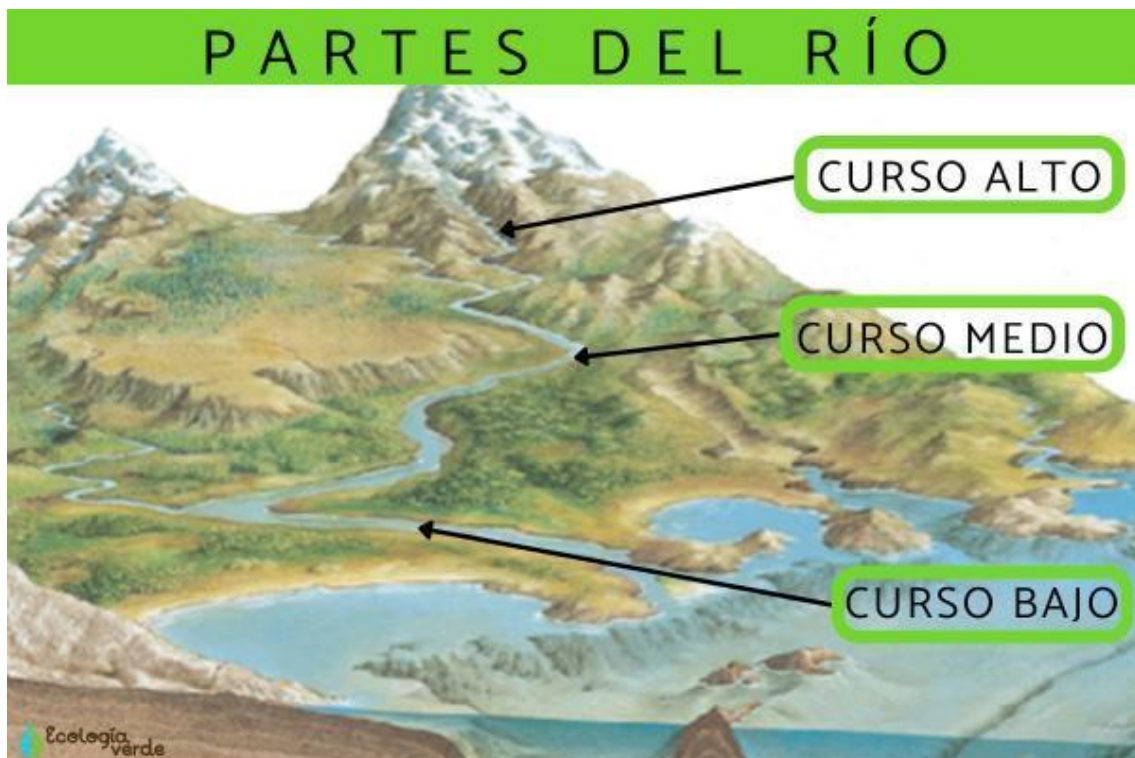
Nos centramos en cómo están estructuradas y así las identificamos por:

Cuenca Alta: Es la zona del nacimiento del río a la cual se desplaza a una gran pendiente.

Cuenca Media: Es la zona de los valles de los ríos y hay un equilibrio entre el material que arrastra la corriente.

Cuenca baja: Es la zona baja por el cual el material arrastrado durante todo el trayecto se deposita, tiene menor velocidad de la corriente, en este sector en forma de llanuras. (Bordino, 2021)

Figura 3. Partes de la cuenca.



Ecología Verde,(2021),Cuencas Hidrográficas.[Imagen].Recuperado de https://www.ecologiaverde.com/cuencas-hidrograficas-que-son-tipos-e-importancia-3334.html#anchor_2

Tipos de cuencas

Según el cuerpo de agua del cual arriban las aguas de las cuencas puedes clasificarse en distintas formas.

Cuencas Exorreica o Abiertas

Son las que drenan el agua hacia el mar u océano como las cuencas hidrográficas de Argentina, España o Panamá.

Cuencas Endorreicas o Cerradas

Son las que desembocan en lagos, lagunas o salares que no presentan comunicación con mares u océanos; Ejemplo el lago Titicaca, las cuencas de Perú, Bolivia y Venezuela.

Cuencas Arreicos

Son las que cuyas aguas se evaporan o se infiltran en el terreno antes de encontrarse con un cuerpo de agua; Por ejemplo, la Cuenca Hidrográfica de Qattara en el desierto de Libia. (Bordino, 2021)

Precipitación

Según (Orellana M. J., 2013) es generada por las nubes cuando alcanzan un punto de saturación, en este punto las gotas de agua creciente (estado líquido o solido) se forman y caen a la tierra por gravedad. Además, la precipitación es el factor básico en los procesos de escorrentía de agua lluvia, es importante comprender algunos de los procesos que controlan la formación de lluvia tanto como las fuentes de datos y los métodos de descripción de la precipitación.

Lluvia

Es la forma de precipitación, incide de forma importante en los procesos de estudio sobre escorrentías, se caracteriza por depender de la condensación del vapor de agua que contienen las nubes, su llegada a la tierra es de forma irregular y gran parte de ella será aprovechada por el proceso de infiltración en la tierra, sin embargo, aumenta los caudales de los río a través de barrancos y pequeñas escorrentías, los techos de hogares y cunetas que transporten el agua hacía superficies deprimidas. (Julinho, 2021)

Tipos De Escorrentía

A.- Escorrentía Superficial o Directa

B.- Escorrentía Hipodérmica o Subsuperficial

C.- Escorrentía Subterránea

Escorrentía Superficial o directa

Es el líquido que no ingresa a la superficie terrestre de ninguna forma y se convierte en una red de drenaje terrestre, además de aguas que no se encuentran sobre suelos deprimidos. El proceso se describe cuando existe altos índices de precipitación y sobrepasa áreas con alto índice de plantas y se encarga de saturar el suelo. (Juncosa, 2005)

Escorrentía Hipodérmica o subsuperficial

Es el líquido que una vez infiltrado en el suelo se mueve de forma horizontal para re aparecer de manera súbita al aire libre como manantiales y se incorpora a microsurcos superficiales que la conducen a la red de drenaje. (Juncosa, 2005)

Escorrentía subterránea

Es llamada también escorrentía base, formada por la unión de partículas de agua precipitada que ingresa al subsuelo a través de poros y fisuras de rocas y suelo. La velocidad con la que filtra es lenta, recarga zonas de suelos saturadas y finalmente es recolectada por ríos, lagos o mares. (Cepeda & Estuardo, 2021)

Inundaciones

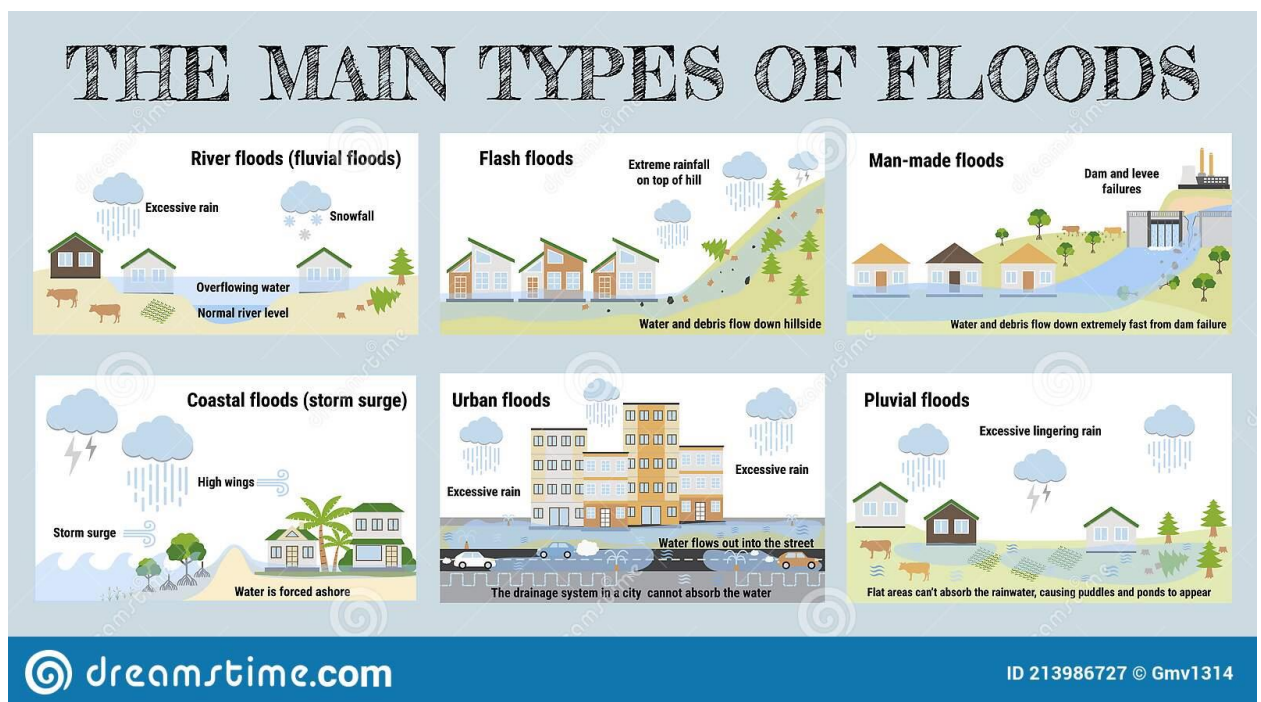
Los ríos tienen un sistema natural de control de las crecidas donde el agua es almacenada temporalmente, estos espacios son conocidos como zonas inundables, de esta forma el desbordamiento del flujo en los lugares adyacentes al cauce principal expande el agua, reduce las crecidas y el nivel de energía acumulado. Las crecidas tienen algunos aspectos positivos debido a que distribuye la carga sedimentaria, transportan nutrientes y recarga las aguas subterráneas (Ollero Ojeda, 2014).

Los factores que influyen en la magnitud y seriedad de la inundación son la profundidad del agua, la duración, la velocidad, el ritmo de subida del agua, la frecuencia con la que se producen y la estación del año.

Debido a estos factores, todas las inundaciones no son iguales, por ende, las inundaciones de río se desarrollan lentamente, a veces durante un plazo de días. Las inundaciones repentinas pueden desarrollarse rápidamente, a veces en sólo unos minutos y sin señales visibles de lluvia. Los efectos de las inundaciones pueden ser muy locales, afectando un vecindario o comunidad, o de gran tamaño, afectando las cuencas de los ríos. (IFRC, 2019)

Tipos de inundaciones

Figura 4. Tipos de inundaciones.



Hlushko, M. (2020). Principales tipos de Inundaciones. [Imagen]. Recuperado de https://es.dreamstime.com/los-principales-tipos-de-inundaciones-infograf%C3%ADa-desastre-natural-inundaci%C3%B3n-con-peligro-tormenta-casas-coches-%C3%A1rboles-image213986727#_

Existen diversos tipos de inundaciones, de las cuales se menciona a continuación;

Inundaciones repentinas

Las inundaciones repentinas se caracterizan por ser Un flujo rápido y extremo de aguas en un río o quebrada, fluyendo con gran volumen en un área normalmente seca, o por encima de un determinado nivel de inundación. Estas inundaciones pueden surgir en pocos minutos o en pocas horas. “El río crece en volumen de forma súbita, y forma un golpe de agua que baja por el cauce del río hacia la costa, con una carga mortal de rocas, lodos o escombros que arrasan todo a su paso. Estas son las inundaciones típicas de los ríos y quebradas de Puerto Rico” (Garcia, 2019)

Figura 5. Inundaciones repentinas.



Gonzalez.B.(2019) Inundación Repentina, [Imagen] Recuperado de <https://ecoexploratorio.org/amenazas-naturales/inundaciones/tipos-de-inundacion/>

Inundaciones costeras

Las inundaciones costeras surgen como consecuencia del fuerte oleaje, por centros de baja presión, frentes fríos, ciclones tropicales o tsunamis. “Estas son más severas si en la costa se ha eliminado los arrecifes o dunas que sirven como barreras contra el fuerte oleaje y protegen la costa de las altas mareas” (Garcia, 2019)

Figura 6. Inundaciones costeras.



Periódico Nuevo Día (2019) Inundaciones costeras[imagen] Recuperado de <https://ecoexploratorio.org/amenazas-naturales/inundaciones/tipos-de-inundacion/>

Inundaciones urbanas

Las inundaciones urbanas ocurren donde hay gran densidad poblacional como son las zonas urbanas, donde los sistemas de alcantarillado y drenaje no son adecuados o no están limpios para mover el caudal de agua que se genera de eventos de lluvias intensos. “En las zonas urbanas mal planificadas o en lugares inundables, la deforestación y la abundancia de cemento hace que la precipitación corra como aguas de escorrentías”. (Nuñez, 2018)

Figura 7. Inundaciones urbanas.



Periódico Nuevo Día. (2019). Inundaciones Urbanas. [Imagen]. Recuperado de <https://ecoexploratorio.org/amenazas-naturales/inundaciones/tipos-de-inundacion/>

Inundaciones por avenidas

Las inundaciones por avenidas constituyen ocurrencias naturales o tecnológicas (por ejemplo, fenómenos climatológicos extremos, rotura de presas, deficiente operación de obras de control como compuertas, válvulas, entre otros), causantes en general de trastornos, peligros y daños a múltiples actividades, bienes y hasta la misma vida del hombre. “La problemática asociada con este evento hidrológico extremo es compleja, ya que intervienen numerosos factores incluidos en las características físicas y morfométricas de las cuencas hidrológicas superficiales, tales como la hidrografía, los tipos del suelo y la actividad antrópica”. (Rodríguez López & Marreno De León, 2015)

Figura 8. Inundaciones por avenidas.



Garcia.Y.(2019). Inundaciones por avenida. [Imagen] Recuperado de <https://www.laverdad.es/murcia/cervera-convertido-sumidero-20190914002907-ntvo.html>

Inundaciones por ruptura de bordos

Las inundaciones por ruptura de bordos, diques o presas estas se producen cuando falla una obra contenedora de agua, provocando la salida repentina de agua ocasionando efectos catastróficos u inundaciones de amplias extensiones de terrenos. (Protección Civil, Gobierno de Mexico, 2013)

Figura 9. Inundaciones por rupturas de bordos.



Noticiero Digital. (2011) Ruptura de la presa en Venezuela. [Imagen]. Recuperado de <https://www.laverdad.es/murcia/cervera-convertido-sumidero-20190914002907-ntvo.html>

Inundaciones Fluviales

Las inundaciones fluviales son las que se generan cuando el agua se desborda de ríos queda sobre la superficie de terrenos cercanos a ellos. (Protección Civil, Gobierno de Mexico, 2013)

Figura 10. Inundaciones Fluviales.



Sura. (2020). Inundaciones Fluviales. [Imagen]. Recuperado de https://segurossura.com/blog/salud_planetaria/como-proteger-nos-de-las-inundaciones-fluviales/

Inundaciones Pluviales

Las inundaciones pluviales estas suceden cuando la lluvia satura la capacidad del terreno para drenar el agua y esta se acumula por horas y días sobre este. (Protección Civil, Gobierno de Mexico, 2013)

Figura 11. Inundaciones Pluviales.



Noticias de Ciencia y Tecnología. (2020). Inundaciones Pluviales. [Imagen]. Recuperado de <https://noticiasdelaciencia.com/art/44844/similitudes-entre-el-calentamiento-global-actual-y-el-de-hace-56-millones-de-anos>

Riesgos de inundaciones

Se debe estar consciente de los riesgos de inundaciones, no importa donde se habite, pero si reside en áreas bajas, cerca de ríos o quebradas, o aguas abajo de una represa, se debe prestar mayor atención a las señales de la Naturaleza. Muchas personas asumen la actitud de que "esa quebrada o río no se ha salido en años", y lamentablemente en el evento de lluvias menos esperado, es cuando se salen de su cauce y amenazan la vida y la propiedad.

“Las inundaciones conllevan efectos negativos para la salud, tales como: ahogamiento o lesiones durante el proceso de evacuación, además de los efectos causados por los derrumbes” (Loja Carvajal, 2019)

A corto plazo, el impacto de las inundaciones con respecto a las enfermedades transmisibles es limitado, sin embargo, existe un incremento en el riesgo de la ocurrencia de las enfermedades transmitidas por agua y vectores, como la malaria y el dengue.

El impacto de las inundaciones en la infraestructura de salud y los sistemas vitales puede ser extenso y puede resultar en escasez e interrupción de los servicios de salud. “Además, si el suministro de agua potable y saneamiento ya era insuficiente, estas plantearan una nueva amenaza para la salud “ (Jiménez, 2018)

Según (Sandra, 2014) manifiesta que “las inundaciones causan un gran impacto al medio ambiente y al entorno trayendo problemas a las personas que ocupan las llanuras de inundación, como pérdida de bienes materiales, proliferación de enfermedades transmitidas por el agua y destruyendo los cultivos” (p. 33).

El impacto social de un fenómeno depende de la exposición (de personas o bienes) y de la vulnerabilidad de la población. A la hora de analizarlo conviene considerar también otros factores como:

Daños económicos

La complejidad y la naturaleza del riesgo

Aspectos socioeconómicos y políticos de la población afectada

Episodios anteriores

Sectores productivo afectados

Percepción social e información disponible

Cadenas de alertas

Comportamiento de las personas frente a la situación de peligro

Reducción de riesgos de inundaciones

La reducción de riesgos de inundación es una herramienta de relevancia ya que contribuye como un sistema de barrera o defensa cuando existe interés por los organismos de la localidad, todo parte desde la necesidad de desarrollar nuevos métodos que permitan la estimación del riesgo social- económico y el efecto en riesgo de dichas medidas. Existe

un proyecto europeo conformado por (Australia, Alemania, Italia y España) participan dentro de la iniciativa CRUE ERA-NET en el periodo 2009-2011, desarrollando el proyecto europeo SUFRI (Sustainable Strategies of Urban Flood Risk Management with non- structural measures to cope with the residual risk), (Estrategias Sostenibles de Gestión del Riesgo de Inundaciones Urbanas con medidas no estructurales para hacer frente al riesgo residual). (Universidad Politecnica De Valencia , 2010)

Los SIG en la reducción de riesgos de inundaciones

La utilización de los SIG actualmente ayuda a profesionales de distintas áreas en la manipulación de información sobre poblaciones, recursos naturales, infraestructura y peligros naturales. Puede ayudar a identificar zonas con baja o nula exposición a riesgos y que sean más aptas para actividades productivas y de desarrollo. (IMASGAL, 2018)

En el caso de la gestión de inundaciones el principal instrumento que aportan los SIG son los mapas de riesgo de inundaciones, esto permite facilitar la toma de decisiones y reconocer áreas que requieren atención inmediata, zonas que ameritan la implementación de estrategias de gestión de riesgos y lugares en donde se debe profundizar los estudios sobre riesgos de inundación, a nivel local y comunitario los sistemas de información geográfica permiten a los planificadores territoriales conocer las infraestructuras que se encuentran en zonas potencialmente inundables y que demandan la creación de planes de emergencia y actividades de respuesta.

El uso de software HEC-HMS es implementado para el desarrollo de modelos hidrológicos en cuencas hidrográficas. Esto quiere decir que, los datos de precipitación son transformados a caudales para determinar el comportamiento del flujo de agua en eventos extremos. Para la elaboración de estos modelos es necesario establecer parámetros morfométricos de la cuenca, estos parámetros pueden ser establecidos en SIG. Los modelos hidrológicos son necesario para establecer las crecidas de ríos, sin embargo, para esta modelación se necesita complementar el análisis con modeladores hidráulicos.

El uso del software en el modelamiento hidráulico es de gran beneficio, ya que a través de estas simulaciones las cuales son basadas con datos reales, se podrá decidir y llevar a cabo acciones adecuadas para el aprovechamiento de los recursos y a la vez reducir

riesgos producto de fenómenos hidrometeorológicos extremos como son las inundaciones, también, dichas simulaciones permiten conocer la interconexión entre la variación topográfica del cauce del río y los volúmenes de agua.

El Software IRIC v2 fue desarrollado con el objetivo de proporcionar un entorno amplio y completo de simulación del cauce del río, esos resultados son extraídos y utilizados por diferentes usuarios con la finalidad de lograr un análisis, mitigación y prevención de desastres, a través de los resultados, además, elegí las funciones necesarias para el solucionador y prepara el entorno de simulación óptico en base a los requerimientos de cada usuario, por ello es fundamental tener claro nuestro objetivo principal, ya que IRIC cuenta con “solvers” específicos para diferentes casos y las funciones varían según el método del solucionador elegido. Este es un software que utiliza una interfaz estándar, con una barra de menús y una barra de herramientas, también, consta de tres funciones principales: preprocesador, post-procesador y el solucionador. (Sanit & Weesakul, 2020)

Modelo Digital de Elevación

Es una representación numérica de la elevación (Z) sobre un plano (X, Y), esta representación es una forma simplificada de geometría de la superficie del terreno ubicada dentro de un marco geodésico, puede ser generado por diferentes fuentes, una de ellas es obtenerla desde la teledetección aplicando métodos de procesamiento de imágenes satelitales o fotogrametría y de radares como son las mediciones de LIDAR. (Sellers & Buján, 2017)

Periodo De Retorno

Según (Cepeda & Estuardo, 2021) es el lapso de años o número de años que en promedio repetitivo del caudal pico de una creciente determinada, de esta forma es igualado o excedido una vez cada T_r años, emitiendo la frecuencia con la que se representa un evento con la siguiente fórmula:

$$T_r = \frac{1}{p}$$

Donde:

Tr: Periodo de retorno en años.

p: Probabilidad de excedencia.

Curvas de Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF)

Es la técnica grafica de estadísticas que relacionan variables entre la intensidad de lluvia (mm/h o mm/min), ocupa el eje de las ordenadas (Y), con su duración representada en el eje de las abscisas (X) y están asociadas a una frecuencia o periodo de retorno, así se obtienen curvas diferentes para periodos de retorno diferente. (Castillo Rosero, 2016)

Hidrograma

Es la expresión gráfica de ALTURA = A LA FUNCIÓN DEL TIEMPO ($T_o; T_f$). Puede representarse en escalas diversas dentro del eje de abscisas, pueden aparecer como un intervalo de tiempo y el área comprendida bajo un hidrograma es el volumen del agua que ha pasado por el punto de aforo considerado dentro del área de estudio. (Sánchez J. , 2015)

Hidrograma unitario

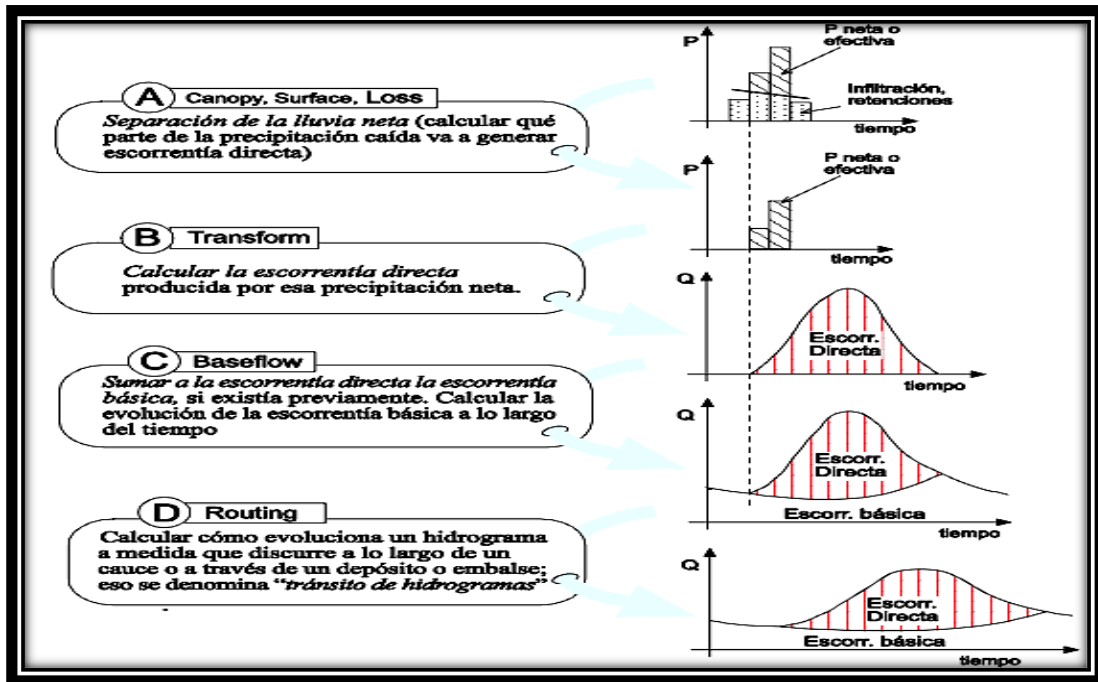
El hidrograma se define a la escorrentía directa que se produciría en la salida de la cuenca como consecuencia de la fuerte lluvia, la intensidad constante puede ir sobre 1cm o 1mm a lo largo de la duración del evento y es distribuida de forma homogénea en toda la cuenca, a partir del hidrograma unitario se conoce el hidrograma producido de cualquier lluvia. (Ruiz & Martines, 2013)

Modelo HEC – HMS

Es un software creado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos de América, tiene más de 30 años de desarrollo y uso libre alrededor del mundo, el respaldo de confianza está en el trabajo entre la comunidad académica y los estudios del STAFF de USACE (Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos de América). Calcula el hidrograma producido por una cuenca si le facilitamos datos de la cuenta y datos de precipitaciones. (Mena & Lauro, 2015)

Descripción modelo HEC – HMS

Figura 12. Proceso para hacer el hidrograma de diseño en HEC-HMS.



Fuente: (F. Javier Sánchez, 2015)

El modelo HMS nos permite establecer varias subcuencas. Los cálculos de las 3 primeras fases (A, B, C) para cada subcuenca y calcula la fase (D) para cada tramo a lo largo del cauce seleccionado (evolución del hidrograma). La interacción de 4 elementos permite encontrar el hidrograma del área de estudio, las partes son:

- **Basin model:** Se debe introducir y editar el esquema de la red de drenaje, las conexiones existentes (si existen) entre las distintas subcuencas, así como las propiedades de la cuenca. Aparecen también los métodos de cálculo escogidos y los parámetros hidráulicos asociados a ellos.
- **Meteorological model:** Selecciona los distintos modelos meteorológicos necesarios para estimar e interpolar la precipitación que cae sobre la cuenca o subcuenca analizada a partir de los datos pluviométricos. Se puede escoger entre lluvias de diseño estándar (SCS STORMS), modelos de lluvia espacialmente distribuida (Gridded precipitation) o hietogramas introducidos por el usuario (Specified Hyetograph).

- **Control specifications:** Cálculo de los hidrogramas, en este apartado debe ser introducido aspectos temporales como la fecha y hora de inicio y final de la simulación, así como el paso de tiempo (Time Interval) de cálculo.
- **Time series data:** En este apartado se crea y especifican las series temporales de lluvia correspondientes a la distintas estaciones o datos existentes de la cuenca. Una vez creada la estación (Gage) se pueden introducir datos de precipitación manualmente o bien importar los datos externos de la estación.

En el menú de SIMULATION RUN se genera la simulación específica (Run) donde intervienen elementos comentados anteriormente, la simulación calcula los hidrogramas y la visualización de los resultados, se pueden representar como tablas y finalmente exportar el punto de salida de la red de drenaje (OutFlow). (Bateman, 2007)

Modelamiento Hidrológico

Estos tienen como objetivo determinar los hidrogramas de avenida (aproximada al sistema real) en cualquier punto de la cuenca de estudio, se puede clasificar en base de diferentes enfoques; Para determinar qué tipo emplear se considera cantidad y calidad de los datos que tenemos a disposición.

Las cuencas mayores de 1000 millas cuadradas (2.589km²) se desarrollan con métodos determinísticos, el proceso para determinar las abstracciones hidrológicas puede resultar complicado debido a las condiciones anteriores de humedad, los parámetros que rigen el tránsito en los cauces, distribución espacial y temporal de las tormentas que producirán un pico máximo, también son complicados y requieren una estimación meticulosa. (Orellana R. E., 2021, pág. 33)

Hietograma de diseño

El Hietograma de diseño expresa la relación de la precipitación en función del tiempo, se considera como la distribución de las precipitaciones a lo largo de las 5 horas más lluviosas que se pueden producir en una determinada zona con un, pero de retorno de 100 años.

La obtención de los datos de comportamiento del agua, es necesario conocer el comportamiento real de la misma, por eso se recurre a la simulación de los principales procesos hidrológicos, la simulación se encuentra en la obtención de un hietograma. (Genovez, 2018, pág. 33)

Hidrograma de Diseño

Los hidrogramas de respuesta a cuencas altas a lluvias de determinada duración y diferentes periodos de retornos, es fundamental para el diseño de obras hidráulicas de control de ríos ya sea de salida de las cuencas o en zonas más bajas.

El hidrograma de diseño se obtiene mediante convolución de hidrogramas unitarios con hietogramas integrados mediante números aleatorios con base a curvas de precipitación, duración, y periodo de retorno (P-D-Tr) y valores de precipitación media de tormentas hipotéticas de una determinada duración. (Ingeniería Hidráulica de Mexico, 1994, págs. 33-34)

Modelamiento Hidráulico

Se concentra en el estudio del tránsito de las avenidas y se define como el cambio que sufre el flujo del cauce entre dos secciones trasversales contiguas. Este cambio puede ser en su forma como su desplazamiento en el tiempo. El transito que evalúa a través de modelos de simulación de flujo en cauces naturales y modelos de flujos de llanuras.

Este modelamiento se utiliza para resolver problemas con las estructuras hidráulicas, fenómenos de infiltración en suelos, regulación de ríos y transporte de sedimentos. (Orellana R. E., 2021, pág. 35)

2.4 Base Legal

CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR.

Título II. Derechos.

Capítulo segundo: derechos del buen vivir.

“Artículo.14.- se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, Sumak Kawsay”.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados. (Constitución de la República del Ecuador, 2008, pág. 29).

Título V:

Organización territorial del estado Capítulo cuarto: régimen de competencias. “artículo.261, numeral 8.- el estado central tendrá competencias exclusivas sobre: el manejo de desastres naturales” (Constitución de la República del Ecuador, 2008, pág. 129)

“artículo.261, numeral 8.- el estado central tendrá competencias exclusivas sobre: el manejo de desastres naturales” (Constitución de la República del Ecuador, 2008, pág. 129)

“Artículo.262, numeral 2.- los gobiernos regionales autónomos tendrán las siguientes competencias exclusivas, sin perjuicio de las otras que determinan la ley que regulan el sistema nacional de competencias: gestionar el ordenamiento de cuencas hidrográficas y propiciar la creación de consejos de cuenca, de acuerdo a la ley”. (Constitución de la República del Ecuador, 2008, pág. 129)

“Artículo 263, numeral 3.- los gobiernos provinciales tendrán las siguientes competencias exclusivas, sin perjuicios de las otras que determine la ley: ejecutar, en

coordinación con el gobierno regional, obras en cuencas y micro cuencas”. (Constitución de la Republica del Ecuador, 2008, pág. 130)

“Artículo 263, numeral 8.- los gobiernos provinciales tendrán las siguientes competencias exclusivas, sin perjuicios de las otras que determine la ley: Gestionar la cooperación internacional para el cumplimiento de sus competencias”. (Constitución de la Republica del Ecuador, 2008, pág. 130)

Sección novena: Gestión de riesgos.

“Artículo 389.- el estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad”. El sistema nacional descentralizado de gestión de riesgo está compuesto por las unidades de gestión de riesgo de todas las instituciones públicas y privadas en los ámbitos local, regional y nacional. El Estado ejercerá la rectoría a través del organismo técnico establecido en la ley. Tendrá como funciones principales, entre otras:

- Identificar los riesgos existentes y potenciales, internos y externos que afecten al territorio ecuatoriano.
- Generar, democratizar el acceso y difundir información suficiente y oportuna para gestionar adecuadamente el riesgo.
- Asegurar que todas las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente, y en forma transversal, la gestión de riesgo en su planificación y gestión.
- Fortalecer en la ciudadanía y en las entidades públicas y privadas capacidades para identificar los riesgos inherentes a sus respectivos ámbitos de acción, informar sobre ellos, e incorporar acciones tendientes a reducirlos.
- Articular las instituciones para que coordinen acciones a fin de prevenir y mitigar los riesgos, así como para enfrentarlos, recuperar y mejorar las condiciones anteriores a la ocurrencia de una emergencia o desastre.

- Realizar y coordinar las acciones necesarias para reducir vulnerabilidades y prevenir, mitigar, atender y recuperar eventuales efectos negativos derivados de desastres o emergencias en el territorio nacional.
- Garantizar financiamiento suficiente y oportuno para el funcionamiento del Sistema, y coordinar la cooperación internacional dirigida a la gestión de riesgo. (Constitución de la Republica del Ecuador, 2008, pág. 175).

“Artículo. 390.- Los riesgos se gestionarán bajo el principio de descentralización subsidiaria, que implicará la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico. Cuando sus capacidades para la gestión del riesgo sean insuficientes, las instancias de mayor ámbito territorial y mayor capacidad técnica y financiera brindarán el apoyo necesario con respeto a su autoridad en el territorio y sin relevarlos de su responsabilidad”. (Constitución de la Republica del Ecuador, 2008, pág. 176)

“Artículo 396.- El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas. La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas. Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente. Las acciones legales para perseguir y sancionar por daños ambientales serán imprescriptibles”. (Constitución de la Republica del Ecuador, 2008, págs. 177-178)

“Artículo 397.- En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental. Para garantizar

el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado”, el Estado se compromete a: 5. Establecer un sistema nacional de prevención, gestión de riesgos y desastres naturales, basado en los principios de inmediatez, eficiencia, precaución, responsabilidad y solidaridad. (Constitución de la Republica del Ecuador, 2008, págs. 178,179).

Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD)

“Artículo. 140. – Ejercicio de la competencia de gestión de riesgos. - La gestión de riesgos que incluye las acciones de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia, para enfrentar todas las amenazas de origen natural o antrópico que afecten al cantón se gestionarán de manera concurrente y de forma articulada con las políticas y los planes emitidos por el organismo nacional responsable, de acuerdo con la Constitución y la ley. Los gobiernos autónomos descentralizados municipales adoptarán obligatoriamente normas técnicas para la prevención y gestión de riesgos sísmicos con el propósito de proteger las personas, colectividades y la naturaleza”.

“La gestión de los servicios de prevención, protección, socorro y extinción de incendios, que de acuerdo con la Constitución corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados municipales, se ejercerá con sujeción a la ley que regule la materia. Para tal efecto, los cuerpos de bomberos del país serán considerados como entidades adscritas a los gobiernos autónomos descentralizados municipales, quienes funcionarán con autonomía administrativa y financiera, presupuestaria y operativa, observando la ley especial y normativas vigentes a las que estarán sujetos.” (Función Ejecutiva presidencia del Ecuador, 2012, pág. 58)

“Artículo 146.- Ejercicio de las competencias de promoción de la organización ciudadana y vigilancia de la ejecución de obras y calidad de los servicios públicos. - Los gobiernos autónomos descentralizados parroquiales rurales, promoverán la organización de recintos, comunidades, comités barriales, organizaciones ciudadanas y demás asentamientos rurales en todos los ejes temáticos de interés comunitario; y establecerán niveles de coordinación con las juntas administradoras de agua potable, de riego, cabildos

y comunas”. “Promoverán la participación ciudadana en los procesos de consulta vinculados a estudios y evaluaciones de impacto ambiental; en la toma de decisiones y en la vigilancia sobre la gestión de los recursos naturales que puedan tener incidencia en las condiciones de salud de la población y de los ecosistemas de su respectiva circunscripción territorial”. “Le corresponde al gobierno parroquial rural vigilar, supervisar y exigir que los planes, proyectos, obras y prestación de servicios a la comunidad que realicen organismos públicos y privados

2.5 Definición y Términos

Actividad antrópica: Las actividades antrópicas son aquellas actividades inseparables a los seres humanos que pueden afectar los ciclos y el equilibrio de la naturaleza, muchas de estas actividades, por su magnitud, pueden ocasionar grandes alteraciones o variaciones climáticas, poniendo en riesgo la existencia de diversos organismos sobre el planeta, incluyendo la del propio ser humano.

Una de las principales actividades antrópicas que degradan la calidad del ambiente, están asociadas a la obtención industrial de productos, bienes y servicios destinados a satisfacer las demandas y necesidades de una población creciente, con modelos de consumo insostenibles por su alta demanda de los mismos. (Borzi, 2018)

Afectados directos: Se considera directamente como afectados directos a aquel que ha sufrido lesiones, enfermedades, u otros efectos en su salud; los que han sido evacuados, desplazados, reubicados y que a la vez han enfrentado daños ya sean parciales o totales en los medios de vida o sus bienes económicos, físicos, sociales, culturales y ambientales impactados por el evento peligroso. (Univercidad Autonoma De Barcelona , 2014).

Agua de escorrentía: Se le conoce al agua que corre libremente por la superficie terrestre (suelo, carreteras, techos, aceras, estacionamiento, etc.) después precipitaciones provocadas por la naturaleza, la cual depende de diferentes factores, como humedad del suelo, características geológicas, siendo factores para que esta no se infiltra por el suelo o terreno por el exceso de agua, parte del agua que se infiltra es absorbida por las raíces de las plantas y luego se evapora, la que no se infiltra genera inundaciones y alcantarillas sanitarias desbordadas en ciudades. (Shaxson & Barber , 2005, pág. 10)

Amenaza: Es un proceso, fenómeno o una actividad humana que puede ocasionar muertes, lesiones u otros efectos en la salud, daños a los bienes, erupciones sociales y económicas o daños ambientales. (Porto & Merino, 2020)

Capacidad de enfrentar: Refiere a los medios por los cuales la población u organizaciones utilizan habilidades y recursos disponibles para enfrentar consecuencias adversas que puedan conducir a un desastre. En general, esto implica la gestión de recursos, tanto en periodos normales como durante tiempos de crisis o condiciones adversas. El fortalecimiento de las capacidades de enfrentar a menudo comprende una mejor resiliencia para hacer frente a los efectos de amenaza naturales y antropogénicas. . (ONU/EIRD, 2001)

Cuenca Hidrográfica: Una cuenca hidrográfica abarca todo el sistema de drenaje de una superficie determinada. La cuenca hidrográfica nace en varios puntos de gran altitud, pero desemboca por un único sistema de drenaje. (Gaspari , Rodríguez, & Senisterra, 2013)

Desastre social: Al abordar el tema de las catástrofes producidas por fenómenos naturales, se debe tener en cuenta que, aunque éstos se producen en la naturaleza, no pueden pensarse independientemente de la sociedad a la que afectan. La organización y las características de esta última determinan gran parte de los impactos ocasionados por estos fenómenos extraordinarios. No debemos considerar a la sociedad simplemente como un receptor pasivo del impacto climático, no sólo porque éste también puede modificar el clima sino porque los fenómenos climáticos solamente tienen significado con referencia a una sociedad dada. (Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, 1994, pág. 69)

Desbordamiento: Los desbordamientos por lo general tienen un carácter estacional. Es posible apreciar cómo los niveles del río van ascendiendo lentamente hasta alcanzar la altura máxima del desbordamiento. Los desbordamientos repentinos muchas de las veces se producen en cuencas hidrográficas de alta pendiente, debido a la presencia de grandes cantidades de agua en muy corto espacio de tiempo, por la presencia de precipitaciones fuertes. (Viteri & Estefanía Mercedes, 2020)

Emergencia: Es el escenario o la situación de afectación a una comunidad, bienes o sus medios de vida, el servicio o su entorno, causado por un evento peligroso ya sea de origen natural o antrópico, que puede ser resuelto por los recursos locales. (Comunidad Andina secretaria general , 2018, pág. 11)

Evaluación de Riesgos: Proceso de comparación de los resultados de análisis de riesgos con criterios de riesgo para determina si el riesgo y /o su magnitud es aceptable, el cual ayuda a la decisión sobre las medidas de reducción del riesgo a implementar. (Franco L. S., 2021)

Evacuación: Es la acción de desocupar de manera ordenada y planificada un lugar y es realizado por los ocupantes por razones de seguridad ante un peligro potencial o inminente”. (Zaragoza, 2014)

Exposición: Es una situación en que se encuentran las personas, infraestructuras, viviendas, capacidades de producción y otros activos humanos tangibles que están situados o ubicados en zonas expuestas, consideradas zonas de riesgo, teniendo en cuenta la dimensión ambiental de los ecosistemas naturales y socio naturales. (Comunidad Andina secretaria general , 2018, pág. 13)

Fenómenos meteorológicos: Es un cambio de la naturaleza que sucede por sí solo, no influye en ser humano. Son aquellos procesos permanentes de movimientos y de transformaciones que sufre la naturaleza y que pueden influir en la vida humana de diversas maneras (epidemias, condiciones climáticas, desastres naturales, etc.). Los fenómenos meteorológicos más comunes son la lluvia o el viento. Pero existen otros que sólo se producen en ciertas épocas como la nieve o que son más probables en ciertas zonas geográficas como los huracanes, los cuales muchas veces se presentan con agresividad, causando daños y afectaciones costados en las diferentes regiones del mundo. (Comunidad Andina secretaria general , 2018, pág. 13)

Fortalecimiento de Capacidades: Define como el proceso de liberar, fortalecer y mantener la capacidad de las personas, las organizaciones y la sociedad en general para la gestión exitosa de sus asuntos (FAO, 1997, pág. 9)

Grupos Vulnerables: El uso de términos como vulnerabilidad, hacia los colectivos vulnerables u otros relacionados se ha hecho tan generalizado en nuestro lenguaje que ya apenas se usan otros que venían utilizándose, con mayor o menor rigor y fortuna, para definir las situaciones en las que ahora todo lo ocupa la vulnerabilidad. Y así, términos y conceptos como situaciones de extrema pobreza, grupos marginales o marginalizados, poblaciones excluidas, desfavorecidas, empobrecidas y muchos otros, han ido dejando paso a la vulnerabilidad como concepto que todo lo engloba. (EUROsociAL, 2015, pág. 9)

Hietograma de Diseño: El hietograma de diseño es la representación de un evento extremo de precipitación durante un periodo determinado. Esta grafica muestra la distribución de las lluvias durante su tiempo de concentración. Varía según las características meteorológicas y morfológicas de la zona de estudio. (Geovanny & Genovez Muñoz, 2018)

Hidrograma de Diseño: Es la representación gráfica de los caudales de un rio durante una crecida. Esta representación determina el flujo máximo que puede tener un rio durante un evento extremo y la cantidad de agua que puede transportar en una crecida. (Montalvo & Francisco Javier, 2014)

Inundaciones: Las inundaciones por avenidas constituyen ocurrencias naturales o tecnológicas (por ejemplo, fenómenos climatológicos extremos, rotura de presas, deficiente operación de obras de control como compuertas, válvulas, entre otros), causantes en general de trastornos, peligros y daños a múltiples actividades, bienes y hasta la misma vida del hombre. La problemática asociada con este evento hidrológico extremo es compleja, ya que intervienen numerosos factores incluidos en las características físicas y morfométricos de las cuencas hidrológicas superficiales, tales como la hidrografía, los tipos y usos del suelo, la geología, la actividad antrópica, entre otros. (Luckner & Planas , 2020)

Impacto Climático: Vivimos en el Antropoceno o Edad de los Humanos. Se trata de una era geológica afectada por la actividad de la humanidad, un período interglaciar donde se prevé que las temperaturas suban por causas naturales... pero, sobre todo, por la acción

del ser humano y sus emisiones de gases de efecto invernadero. Todo ello provoca un calentamiento global que aumenta la temperatura del aire y de los océanos sin precedentes y un desbarajuste en el orden natural que avanza sin parar generando impactos climáticos en la población (Buendía & Mercedes, 2007)

Líneas Vitales: Infraestructura básica o esencial. Energía: presas, subestaciones, líneas de fluido eléctrico, plantas de almacenamiento de combustibles, oleoductos, gasoductos. Transporte: redes viales, puentes, terminales de transporte, aeropuertos, puertos fluviales y marítimos. Agua: plantas de tratamiento, acueductos, alcantarillados, canales de irrigación y conducción. Comunicaciones: redes y plantas telefónicas, estaciones de radio y televisión, oficinas de correo e información pública. (Gajardo, 2020)

Metodología CN-SCS: La metodología CN-SCS ha sido desarrollada por el Servicio de Conservación de Suelo del Departamento de Agricultura de Estados Unidos. Y sirve para determinar la capacidad del suelo para convertir en agua en escorrentía. Esto requiere decir que, mide la impermeabilidad del suelo y la traduce en un valor cuantitativo del 0 al 100. (Moscoso & Carolina Fabiola, 2020)

Microcuenca: La cuenca u hoya hidrográfica es el área de aguas superficiales o subterráneas, las cuales vierten a una red natural hídrica con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, está a la vez posee un área la cual puede ser planificada para la utilización en recursos locales y población aledaña a la misma ya sea para servicios, infraestructura, organización entre otras. (Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020)

Mitigar los Riesgos: La mitigación es la aplicación de acciones para reducir la vulnerabilidad frente a ciertas amenazas. Al tener una planificación adecuada la comunidad no presentara ningún problema, sin embargo, al plantear acciones de reducción o mitigación se fortalece las capacidades del territorio brindando una atención a las emergencias que presente la comunidad, darle un enfoque de gestión de riesgos a los organismos gubernamentales, capacitaciones para obtener resultados eficientes a largo plazo. (Carlos & Wilk David, 2013)

Mochila de Emergencia: La mochila de emergencia es importante para la supervivencia en medio de desastres naturales como terremotos, inundaciones, deslizamientos, etc. Esta maleta debe estar conformada solo por los artículos que aseguren la supervivencia durante las primeras 24 horas, no debe superar los 20 kilos (con implementos para cuatro personas) y debe tener un peso ideal de 8 kilos, debe contener artículos específicos según las necesidades de cada familia. Si tiene un bebé o niño incluya leche en polvo o evaporada, biberón, papilla, pañales desechables, cubiertos para niños, ropa de cambio. Además, medicamentos indispensables para tratamientos, toallas higiénicas, alcohol en gel, papel higiénico, entre otros. (Ministerio de Inclusión Económica y Social , 2022)

Modelo Digital de Elevación: Representación estadística de una superficie que se encuentra plasmada bajo un Datum. Esta superficie tiene valores de X, Y, Z. Estos valores se encuentran georreferenciados y son puntos calibrados con valores reales. (Fernandez, 2014)

Organización: Se lo define como un sistema el cual está conformado para poder alcanzar ciertas metas por medio de objetivos, por lo tanto, se puede decir que es un grupo de personas que cumplen tareas específicas para así lograr alcanzar una meta planteada, lo anterior tiene que permanecer de manera armónica, es decir que todos los miembros de la organización deben estar dispuestos a mantener la cooperación y coordinación para su correcto funcionamiento. (Lorenzon, 2020)

Prevención de Riesgos: La prevención se refiere a la aplicación de medidas para evitar que un evento se convierta en un desastre. Por ejemplo, sembrar árboles previene la erosión y los deslizamientos del terreno. En la fase de gestión de riesgos menciona que la prevención es una herramienta importante en la toma de decisiones ya que al agrupar un grupo de profesionales de diferentes ramas consolidaremos un resultado adecuado eficiente frente a la problemática que se presente. (Desastres, 2008)

Resiliencia: La resiliencia, o capacidad de superar los eventos adversos, y ser capaz de tener un desarrollo exitoso a pesar de circunstancias muy adversas (muerte de los padres, guerras, graves traumas, etc.), ha cobrado un gran interés en los últimos años y poco a poco se va convirtiendo en un término muy popular. (Rojas, 2017)

Respuesta: El tiempo de respuesta o tiempo de reacción hace referencia a la cantidad de tiempo que transcurre desde que percibimos algo hasta que damos una respuesta en consecuencia. Por tanto, es la capacidad de detectar, procesar y dar respuesta a un estímulo. (Viteri & Estefanía Mercedes, 2020)

Sistema de Alerta Temprana: Cualquier sistema que emita una alerta este tipo (comunitaria), debe satisfacer el criterio operativo de brindar una alerta con suficiente anticipación para que la población pueda tomar las precauciones mínimas necesarias en relación con el evento peligroso que se presente como sismo, inundaciones, entre otros ya sea producidos por la naturaleza o por el ser humano, ya que ayuda también a mejorar la organizar y respuesta comunitaria. (Eduardo & Murillo Andrés, 2020)

Tiempo de Concentración (Tc): El tiempo de concentración es una definición abstracta, sin embargo, representa el tiempo que tarde en llegar una gota de agua al lugar más alejado de la cuenca (desagüe). Una definición más técnica define al tiempo de concentración como el estado uniforme durante el cual la precipitación está aportando homogéneamente al desagüe de la cuenca. (Barranco & Javier Álvarez, 2020)

Tiempo Lag: El tiempo lag o tiempo de retardo es el intervalo de tiempo que se demora la precipitación máxima en aportar al cauce de una cuenca y transformarse en caudal máximo. (Sanchez, 2002)

Tiempo de Retorno (Tr): El tiempo de retorno sirve para determinar la frecuencia con la que ocurre un evento extremo. Estos datos adquieren su confiabilidad cuando son determinados estadísticamente. (Sanchez, 2002)

Vulnerabilidad Social: Los términos “vulnerabilidad” y “grupos vulnerables” se vienen utilizando con mucha frecuencia en círculos intelectuales y gubernamentales de América Latina. Los fuertes impactos sociales provocados por los programas de ajuste tienen responsabilidad en la incorporación de esta nueva terminología. Sin embargo, no se observa gran precisión conceptual cuando se hace referencia a la vulnerabilidad social y la mayoría de las veces se la confunde con pobreza (Pizarro, 2001, pág. 11)

2.6 Sistema de Hipótesis

Hipótesis de trabajo: El propósito de crear hipótesis es servir de ideas directrices a la investigación. En consecuencia, cuando se emplean para diseñarlas se llaman con frecuencia hipótesis de trabajo, puesto que el investigador puede formular diversas hipótesis para ser sometidos a prueba. En el presente proyecto se pondrá a prueba un escenario, ya que estas hipótesis permiten los casos particulares, sin embargo, cuando se aporte la evidencia del proyecto se fortalecerá la base conceptual y la verdad de su proposición se volverá más segura a favor de nuestra hipótesis. (Espinoza Freire, 2018)

¿La identificación de las zonas susceptibles a inundaciones en la época invernal, permitirá saber el nivel de vulnerabilidad de las viviendas, dentro la cabecera cantonal del Cantón Las Naves?

Variable Independiente: Zonas susceptibles a inundaciones.

Variable Dependiente: Nivel de vulnerabilidad.

2.7 Operacionalización de variables

Variable	Definición	Dimensión	Indicador	Ítem	Escala	Técnica o instrumento
(Variable Independiente) Zonas susceptibles a inundaciones	<p>Para medir el nivel de vulnerabilidad se ha desarrollado algunos métodos que permiten saber que zonas son susceptibles a inundaciones como son los (SIG), los modelos hidrológicos y modelos Hidráulicos.</p> <p>Los modelos de inundaciones recopilan todos estos métodos para así, determinar las zonas que tiende a ser recubiertas de agua debido a la precipitación, topografía y comportamiento del agua en un área específica. El modelo de inundación está basado en ecuaciones diferenciales que evalúan el comportamiento de un fluido durante un evento extremo.</p> <p>Este comportamiento es transformado en altura por medio de ecuaciones diferenciales.</p>	Inundación en la cabecera cantonal	Alturas de agua	<p>1.- Datos meteorológico de la zona de estudio según estaciones más cercanas.</p> <p>2.- Datos morfológicos de la zona de estudio.</p> <p>3.- Transformación del caudal a precipitación.</p> <p>4.- Flujo total del cauce del rio Naves Chico en caso de una tormenta.</p> <p>5.- Datos de intensidad y de precipitación de hietograma de diseño.</p> <p>6.- Hidrograma de diseño del rio Naves Chico.</p> <p>7.- Modelamiento de los datos de las estaciones hacia caudales máximos del cauce del rio Naves Chico</p> <p>8.- Modelamiento del nivel del agua a través del flujo que circula por el cauce.</p>	Min= 0,10 Max= 1,54	Software IRIC
			Profundidad		Min= 0,01 Max= 0,81	
			Elevación		Min= 100 Max= 181	
			Elevación de la superficie del agua		Min= 100 Max= 181	
			Magnitud de velocidad máxima		Min= 0,00 Max= 5,73	
			Magnitud de velocidad m/s		Min= 0,00 Max= 2,05	

<p>(Variable Dependiente) Nivel de Vulnerabilidad</p>	<p>Los efectos que pueda producir un evento adverso, depende del grado de Vulnerabilidad que presentan las infraestructuras físicas y la exposición de la sociedad al riesgo que representa un evento de inundación, la cual se mide a través de ponderaciones, la materialización de la misma pone en peligro la pérdida parcial o total de bienes inmuebles, afecta el bienestar social y los medios de vida, es importante realizar análisis de susceptibilidad para identificar aquellas zonas propensas y tomar acciones, correctivas, preventivas y rehabilitadoras.</p>	<p>Sociedad</p>	<p>Percepción Social</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Está de acuerdo en que cada año en la época invernal el río representa una amenaza para su vivienda. 2.- Usted está de acuerdo en que, al menos una vez en cada época invernal el río se desborda de su cauce y ocasiona daños a infraestructuras. 3.- Estaría de acuerdo en calificar como eficientes las acciones ejecutadas por las autoridades para mitigar las inundaciones. 4.- Usted considera efectivas a las acciones de respuesta que ejecutan las autoridades para atender las inundaciones. 5.- Usted está de acuerdo en considerar que el sistema de drenaje de las aguas lluvias está diseñado para evacuar eficientemente altos índices de caudales. 6.- Está de acuerdo en que, los organismos de respuesta realicen capacitaciones permanentes ante el riesgo de inundaciones en el sector. 7.- Está de acuerdo que, en el PDyOT del cantón, presenta los suficientes proyectos enfocados en la reducción de riesgos por inundación. 8.- Usted concuerda en que, los organismos de respuesta poseen información que permita tomar decisiones asertivas fundamentadas en estudios técnicos. 9.- En que rango ubica usted las pérdidas económicas que ha sufrido a causa de una inundación. 	<p>Likert</p>	<p>Entrevistas</p>
--	--	-----------------	--------------------------	--	---------------	--------------------

Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

CAPÍTULO III:

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Nivel de investigación

Nivel Exploratorio: Relativamente el tema en desarrollo es un área de conocimiento que ha sido abordada desde diferentes carreras de la ingeniería, sin embargo, a pesar de los amplios estudios sobre inundaciones, el tema no ha sido desarrollado en el cantón Las Naves, por lo que resulta en primera instancia un campo nuevo a desarrollar, además como estudiantes se parte con la búsqueda y selección de información útil para ir estructurando la investigación, desde las bases teóricas, aspectos metodológicos y resultados (Sampieri, 2014).

Nivel Descriptivo: Siguiendo una secuencia lógica, una vez obtenido el modelamiento hidráulico, así como las zonas que alcanzará en caso de una inundación, la altura del agua, la profundidad, velocidad de caudal y demás elementos expuestos, se procede a interpretar los resultados obtenidos, con la finalidad de poner a disposición este conocimiento a las autoridades del cantón para que ellas tomen en consideración este tipo de estudios, dentro de la construcción de los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (Fernández & Pértegas, 2002).

De campo: La investigación al ser a nivel cantonal, precisa la movilización de los estudiantes hacia el área de estudio, quienes, a través de la observación directa del entorno, las características y las condiciones físicas, se constata los elementos expuestos a una posible inundación (Abreu Suarez, 2017).

3.2 Diseño de investigación

No experimental: El presente trabajo se asocia a un nivel no experimental, dado que se identifica el comportamiento del río y cómo puede verse afectado sus alrededores en las riberas en caso de un desbordamiento, esto a través de información secundaria obtenida de una estación meteorológica próxima al cantón de Las Naves.

Investigación Transversal: Es un método no experimental para recoger y analizar datos en un momento determinado, teniendo como sujeto a una comunidad humana

determinada en un periodo determinado, en general nuestro proyecto trata de examinar la presencia de la amenaza a inundaciones, en relación a una exposición en la cabecera cantonal del cantón Las Naves, ambos hechos ocurriendo en un tiempo definido y realizando a una población específica. (Alvarez Hernandez & Delgado de la Mora, 2015)

También el tipo de investigación corresponde a un enfoque mixto:

Investigación Cualitativa-Cuantitativa: El enfoque cuantitativo es principalmente por que se trabaja con un modelamiento hidráulico en el Software IRIC, el cual necesita un modelo hidrológico que se crea en HEC-HMS, creando un modelo hidráulico de inundación que nos permite identificar a través de SIG (Sistemas De Información Geográfica), el alcance de un posible desbordamiento del río, en este apartado se asocia el enfoque cuantitativo, ya que se trabaja con datos de tipo numérico. El enfoque cualitativo se asocia a la información que se levanta en el área de estudio a través de entrevistas y se procesa en SIG, esto con la finalidad de identificar la perspectiva social de la población de estudio y mostrar aquellos elementos que estarán expuestos en caso de una inundación, aquí se trabaja con datos de tipo cualitativo (García et al., 2021).

La presente investigación se realizó en cuatro fases:

Fase Preliminar: Se recopila y analiza información en base a libros y proyectos que traten de la susceptibilidad a inundaciones.

Fase Exploratoria: Se identifica el área de estudio, se prepara los instrumentos y se recopila la información que necesitamos de la precipitación y flujo del agua para crear el modelo de inundación.

Fase de Ejecución: Ejecutamos la información para crear el modelo hidrológico y posterior el modelo hidráulico, también aplicamos nuestros instrumentos para conocer la perspectiva social de la problemática.

Fase de Resultados: Ultima fase que consta en observar y analizar los resultados de la simulación del modelo de inundación, además del diagnóstico de la percepción social del riesgo y sugerir estrategias que ayuden a minimizar los posibles daños.

3.3 Población y Muestra

Para estimar el número de población significativo de los cuales se pueda obtener información, partimos del número aproximado de familias que habitan en las zonas circundantes al río Naves Chico, un total de 350 familias sale una muestra de 175 familias. A través de las cuales se obtuvo información sobre el nivel de impacto que deja las inundaciones (Wigodski, 2014).

Donde se aplicó la siguiente formula:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{(N - 1) * e^2 + Z^2 * p * q}$$

Donde=

N= número de población

Z²= Nivel de confianza

e²= Margen de error

p= Proporción de la población

$$n = \frac{350 * 1,96^2 * 0,5 * (1 - 0,5)}{(350 - 1) * 0,05^2 + 1,96^2 * 0,5 * (1 - 0,5)}$$

$$n = \frac{350 * 3,8416 * 0,5 * (0,5)}{(349) * 0,0025 + 3,8416 * 0,5 * (0,5)}$$

$$n = \frac{336.14}{0.872 + 0.96}$$

$$n = \frac{336.14}{1.882}$$

$$n = 175.4$$

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Datos del rio y procesamiento de información

En la recopilación de información, se consultó e investigo los antecedentes y registros históricos existentes a la ocurrencia de inundaciones en el cantón.

Se utilizó el SIG Qgis para delimitar la cuenca de estudio, el complemento SAGA para eliminar los sedimentos para nuestro modelamiento, también con la calculadora de campos de Qgis con la cual se determinó el área de la cuenca, la longitud más larga de drenaje y la pendiente o desnivel. Estos parámetros son determinados en la calculadora de campos de Qgis.

El programa HEC-HMS para realizar el modelo de hietograma para conocer el comportamiento de la precipitación y el modelo de hidrograma para conocer el flujo del agua de la cuenca del río y establecer los datos meteorológicos del cantón Las Naves.

El software libre IRIC para desarrollar el modelo de inundación para conocer la altura del agua durante un evento de inundación en el cantón Las Naves

Para crear mapas referentes a los resultados se ocupó el SIG ArcGis 10.5 en base a una Ortofotografía otorgada por el GADMCLN, y con ayuda de una extensión de HEC-GEO RAS se creó el caudal del río, las bancas, los flujos y las abscisas. Para poder ejecutarlos en el modelamiento.

Levantamiento de la información

Para el levantamiento de información en el cantón Las Naves, se parte de una entrevista semi estructurada, con respuestas de opción múltiple, cuya estructura se fundamenta en la escala de Likert con 5 opciones de respuesta, la entrevista contiene dos bloques de respuestas, el primer bloque con la finalidad de comprender el impacto negativo que genera la inundación y un segundo bloque para considerar la opinión de la ciudadanía sobre las acciones tomadas por parte de las instituciones y organismos de respuestas para atender este tipo de eventos (S.Izcara Palacios, 2019).

Se descargo el Modelo Digital de Elevación de 12.5m, se lo descargo de la página Alos Palzar para nuestro modelamiento.

Los shapes del Uso de Suelo, y la Geopedología se lo descargo de la página del IGM, para saber el valor de la curva número (CN) necesaria para el hidrograma de diseño.

Los datos meteorológicos para nuestro hietograma, se usó las curvas IDF según las ecuaciones diferenciales que nos da el INAHMI, según la estación meteorológica de Pichilingue la más cercana al cantón Las Naves.

También se usó un GPS, con la finalidad de georreferenciar en el ArcGIS, cada una de las viviendas entrevistadas las cuales están cerca a la ribera del rio Naves Chico, y así reflejar en los mapas la respuesta de la ciudadanía, según su ubicación en la cabecera cantonal de Las Naves.

Una cámara la cual usamos para evidenciar los daños y estragos que dejan las fuertes precipitaciones en la época invernal.

Las salidas de campo que nos sirve para tener nuestra propia perspectiva de la problemática, y tener un criterio más acorde a la realidad del lugar.

Parámetros morfométricos de la cuenca

3.5 Técnicas de procesamiento de datos

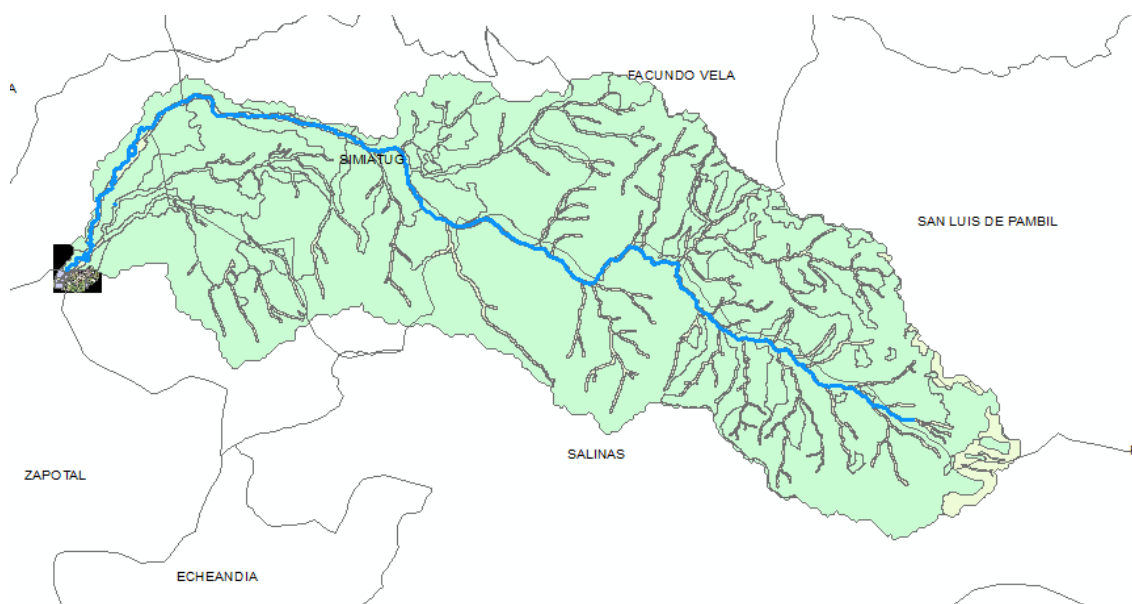
3.5.1 Técnicas aplicadas al objetivo 1. Realizar el modelamiento hidrológico mediante el software HEC-HMS, un modelamiento hidráulico mediante el software IRIC y la elaboración del mapa de las zonas susceptibles a inundaciones mediante el Sistema de Información Geográfica (SIG), en la cabecera cantonal del cantón Las Naves.

Cuenca

Para empezar con los datos que formaran parte en la formulación del modelo de inundación, es fundamental identificar primero la cuenca hidrográfica del área de estudio, debido a que la misma representa la confluencia de todas las fuentes de agua a lo largo de un evento extremo de precipitación. Para la delimitación iniciamos con, la obtención de modelos digitales de elevación (MDE) de la zona de estudio para distinguir la cuenca del río Naves Chico. El MDE fue procesado con el complemento *Fill sink* de SAGA en Qgis para eliminar los sumideros. A continuación, se crea las redes de drenaje con el *complemento Channel network and drainage basins* para identificar los ríos de la cuenca hidrográfica. Por último, con el complemento *Upslope*

area se delimita la cuenca hidrográfrica del río Naves Chico. Teniendo en cuenta la obtención de la delimitación se procede a determinar los parámetros morfológicos como: el área de la cuenca, la longitud más larga de drenaje y la pendiente o desnivel. Estos parámetros son determinados en la calculadora de campos de Qgis. El área de la cuenca es determinada con el comando \$area, la longitud más larga de drenaje es determinada con el comando \$length y la pendiente o desnivel es la resta de la mayor altitud entre la menor altitud de la cuenca. Dichos valores son favorables para determinar el hietograma de diseño.

Figura 13. Delimitación de la cuenca del río Naves Chico.



Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Con la cuenca desarrollada en Qgis, que se aprecia en la Figura 15. La cuenca del Río Naves Chico va de los 98 a 1222 m.s.n.m. La longitud del cauce más largo atraviesa casi la totalidad de la cuenca y cuenta con una longitud de 8582 metros alimentada de varias vertientes alrededor que nacen del valle de las montañas de la zona alta del cantón Guaranda en la parroquia de Salinas y San Luis de Pambil. El valor del área de la cuenca es alrededor de 361 km². Estos parámetros morfométricos son utilizados para desarrollar modelos meteorológicos como los utilizados en HEC-HMS.

Hietograma de diseño

El hietograma de diseño indica el comportamiento de la precipitación durante un evento extremo. Para calcular el hietograma se deben considerar dos parámetros primordiales: el tiempo de retorno (T_r) y el tiempo de concentración (T_c). El intervalo de tiempo representa, que dentro de este sucede un evento extremo y el tiempo de concentración representa la duración de evento extremo dentro de la cuenca hidrográfica. El cálculo del T_c se lleva a cabo a través de la ecuación 1.

$$T_c = 0.0195 \left(\frac{L_r}{H}\right)^{0.385} \quad (1)$$

Donde $T_c = 209,3$, representa el tiempo de concentración. L_r , representa la longitud de drenaje más larga y H , el desnivel de la cuenca. El valor de T_r , por otra parte, se lo obtiene de metodologías utilizadas en eventos de precipitaciones extremas.

Posterior al cálculo de estos dos parámetros, se debe emplear las curvas de intensidad-duración-frecuencia IDF establecidas por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). Las curvas IDF deben ser seleccionadas en base a la estación más cercana dentro del área de estudio, en este caso la estación fue Pichilingue (ecuación 2, 3 y 4).

$$i = 224.541T^{0.1187}t^{-0.3463} \quad (2)$$

$$i = 331.068T^{0.1548}t^{-0.4804} \quad (3)$$

$$i = 224.541T^{0.134}t^{-0.9153} \quad (4)$$

Donde i , es igual a la intensidad en mm/h. T es igual al T_r en años y t es el T_c en minutos. La ecuación 2 se utiliza para T_c de 5 a 30 minutos. La ecuación 3 se utiliza para T_c de 30 a 120 minutos y la ecuación 4 se utiliza para T_c de 120 a 1440 minutos. La aplicación de estas ecuaciones nos proporciona valores de intensidad en mm sobre horas, no obstante, es importante transformar estos datos a precipitación en mm. Por lo cual, se deben dividir los valores para sus respectivos T_c y multiplicar por 60 minutos.

Modificados los datos a precipitación, es necesario emplear la metodología de bloques alternos para disponer los valores de precipitación. De este modo, se colocan los valores

con mayor precipitación en el centro y los valores de menor precipitación en los extremos generando un hietograma de diseño simétrico.

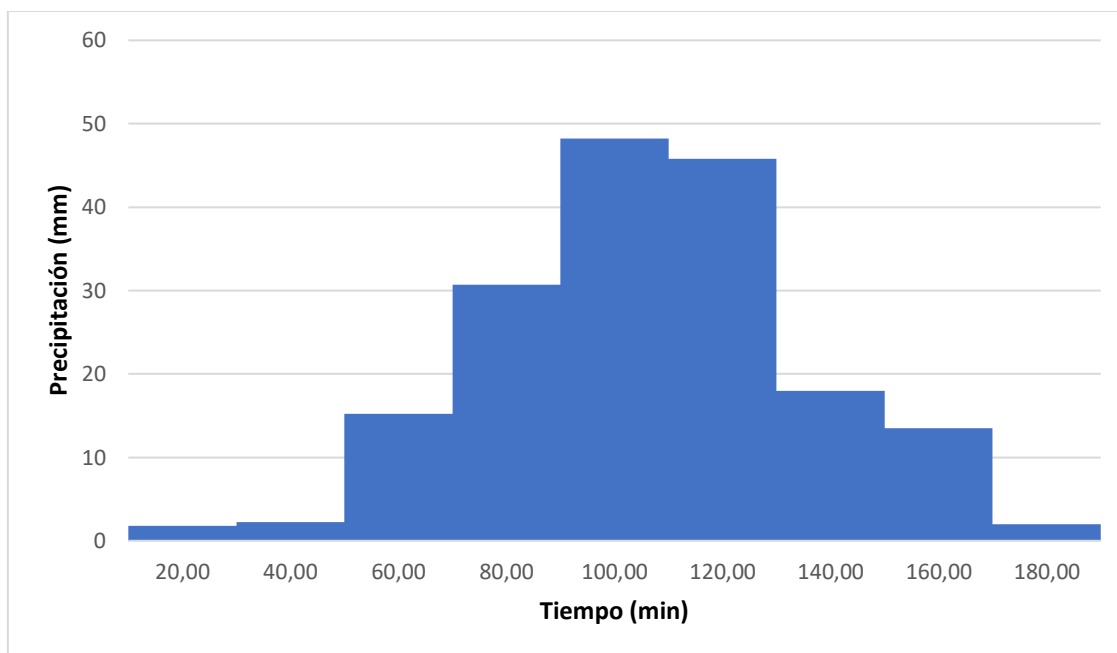
Los valores de Tc y Tr arrojaron 209,3 minutos y 100 años, respectivamente. Estos valores fueron incluidos en las ecuaciones de intensidad, teniendo en cuenta que el Tc define la duración de la tormenta. Las ecuaciones 3 y 4 representaron la intensidad y se realizó la transformación a precipitación (Tabla 1).

Tabla 1. Datos de intensidad y precipitación de hietograma de diseño

Minutos	Intensidad (mm/h)	Precipitación (mm)
20	74,44	1,761170278
40	73,91	2,252951843
60	94,47	15,23135797
80	137,45	30,70665252
100	114,79	48,24188465
120	82,28	45,81711195
140	85,71	17,94611136
160	65,87	13,48607139
180	59,14	1,97551453

Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Figura 14. Hietograma de diseño de la cuenca del río Naves Chico



Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

La metodología de bloques alternos permitió desarrollar un hietograma de la cuenca del río Naves Chico simétrico (Figura 13). La precipitación máxima llega a los 48,241 mm a los 100 minutos y descendiendo hasta llegar a los 180 min. El hietograma de diseño muestra el comportamiento de un evento extremo de precipitación en este caso la cuenca del río Naves Chico posee valores elevados de precipitación que puede generar desbordamientos.

Hidrograma de diseño

El hidrograma de diseño indica el flujo de agua durante un evento extremo. Para el hidrograma de diseño se emplearon cuatro parámetros importantes: el área de la cuenca, el tiempo *Lag*, el valor de la curva número (CN) y el hietograma de diseño. El área de la cuenca y el hietograma de diseño estos se calcularon con antelación. El valor de CN indica la permeabilidad del suelo y es dependiente del tipo de suelo y el uso de suelo. Para este cálculo del CN se usaron las capas de Uso de suelo y geopedología otorgadas por el Instituto geográfico militar (IGM). Las diferentes categorías de tipo de suelo y uso de suelo proporcionan valores de CN entre 0 a 100 según la capacidad de generar escorrentía

del terreno. Los valores altos indican impermeabilidad de suelo y los valores bajos lo contrario. Para conferir los valores a las categorías mencionadas se empleó un código de programación (Anexo 1) en la calculadora de campos en Qgis y finalmente se retiró un promedio del valor CN de todos los atributos del mapa, arrojando como resultado 70.

Anexo 1. Código de programación para cálculo de la curva número.

```
if( "USO_2" = 'Vegetacion Herbacea' AND "Grupo_Hidrol" = 'A', 68, if( "USO_2" =
'Vegetacion Arbustiva' AND "Grupo_Hidrol" = 'A', 45, if( "USO_2" = 'Vegetacion
Arbustiva' AND "Grupo_Hidrol" = 'B', 66, if( "USO_2" = 'Vegetacion Arbustiva' AND
"Grupo_Hidrol" = 'C', 77, if( "USO_2" = 'Vegetacion Arbustiva' AND "Grupo_Hidrol"
= 'D', 83, if( "USO_2" = 'Pastizal' AND "Grupo_Hidrol" = 'A', 68, if( "USO_2" = 'Pastizal'
AND "Grupo_Hidrol" = 'B', 78, if( "USO_2" = 'Pastizal' AND "Grupo_Hidrol" = 'C', 86,
if( "USO_2" = 'Pastizal' AND "Grupo_Hidrol" = 'D', 89, if( "USO_2" = 'Infraestructura
Antropica', 98, if( "USO_2" = 'Erial' AND "Grupo_Hidrol" = 'A', 72, if( "USO_2" = 'Erial'
AND "Grupo_Hidrol" = 'B', 82, if( "USO_2" = 'Erial' AND "Grupo_Hidrol" = 'C', 87, if(
"USO_2" = 'Erial' AND "Grupo_Hidrol" = 'D', 89, if( "USO_2" = 'Cultivo' AND
"Grupo_Hidrol" = 'A', 72, if( "USO_2" = 'Cultivo' AND "Grupo_Hidrol" = 'B', 81, if(
"USO_2" = 'Cultivo' AND "Grupo_Hidrol" = 'C', 88, if( "USO_2" = 'Cultivo' AND
"Grupo_Hidrol" = 'D', 91, if( "USO_2" = 'Cuerpo Agua', 'Null', if( "USO_2" = 'Bosque
Nativo' AND "Grupo_Hidrol" = 'A', 36, if( "USO_2" = 'Bosque Nativo' AND
"Grupo_Hidrol" = 'B', 55, if( "USO_2" = 'Bosque Nativo' AND "Grupo_Hidrol" = 'C',
70, if( "USO_2" = 'Bosque Nativo' AND "Grupo_Hidrol" = 'D', 77, if( "USO_2" = 'Area
Poblada', 98, 'Null'))))))))))))))))))))))))))))
```

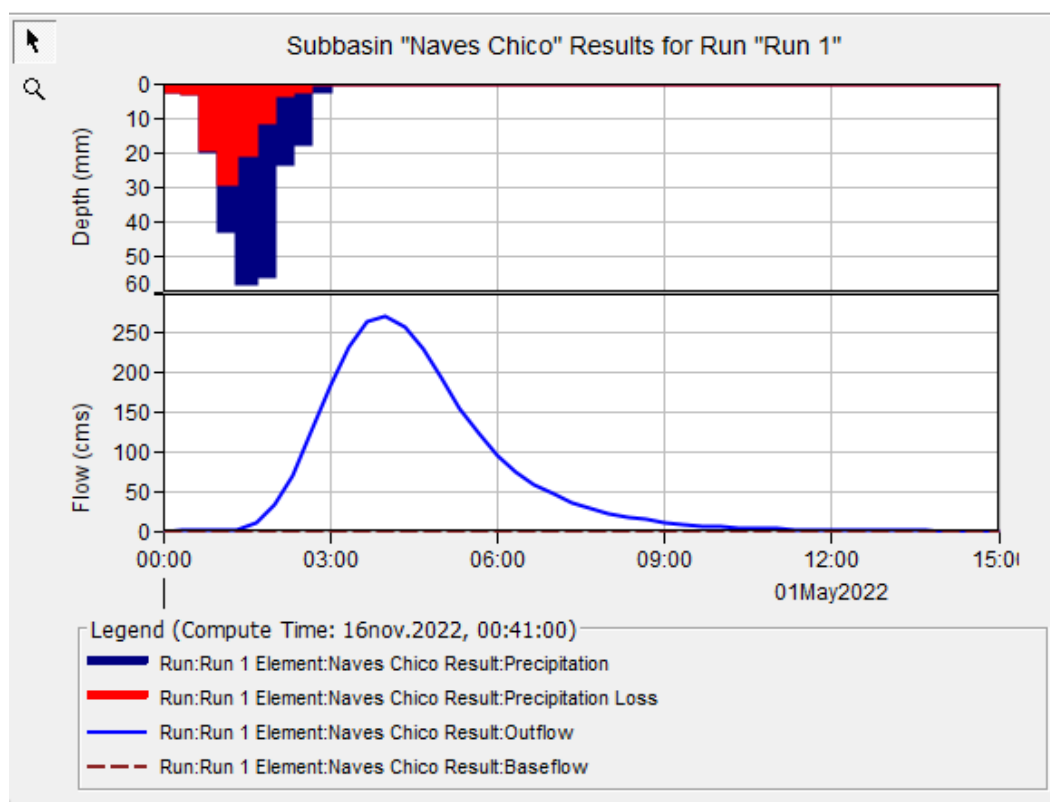
El tiempo Lag igual a 125,58 min es un parámetro dependiente netamente del T_c , en efecto equivale al 0.6 del T_c (ecuación 5).

$$T_{lag} = 0.6T_c \tag{5}$$

Estos parámetros fueron empleados en el software HEC-HMS. Este es un software que admite modelar el hietograma de diseño en hidrograma de diseño. Dentro de la interfaz de HEC-HMS se deben utilizar cuatro componentes: *Basin Model Manager*, *Meteorologic Model Manager*, *Control Specifications Manager* y *Time-Series Data*

Manager. El componente *Basin Model Manager* es utilizado para establecer área, tiempo *Lag* y CN de la cuenca del río Naves Chico y determinar la metodología para el desarrollo del hidrograma de diseño, que en este caso es *SCS Curve Number* con el método de transformación de *SCS Unit Hydrograph*. El siguiente componente *Time-Series Data Manager* permite vincula el hietograma de diseño calculado con anterioridad. El tercer componente *Meteorologic Model Manager* enlaza el hietograma de diseño con un pluviómetro virtual de HEC-HMS con la finalidad de reconocer los datos cargados al software. Finalmente, el componente *Control Specifications Manager* define el periodo de duración de la tormenta para que se lo pueda graficar en HEC-HMS. Una vez cargados los datos dentro de la plataforma se procede a correr el programa y se obtiene como resultados el hidrograma de diseños.

Figura 15. Hidrograma de diseño de la cuenca del rio Naves Chico en HEC-HMS



Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Por otra parte, el hidrograma establecido en la interfaz de HEC-HMS reflejo caudales picos de 270.7 m³/s para un evento extremo de 100 años (Figura 14). La cuenca del rio

Naves Chico permite que gran parte de la precipitación se infiltre (barras rojas) mientras que el resto de precipitación se transforma en escorrentía (barras azules) y aporta a los incrementos de caudales. En la Figura 13 se ve el desfase entre el hietograma de diseño y el hidrograma de diseño Figura 14. Esto puede inferirse como el tiempo de respuesta que tiene la población ante la crecida del río.

Modelo de inundación 2D IRIC Nays2DFlood

Luego de cambiar los datos de precipitación a caudal. Es primordial comprender la altura del agua durante un evento extremo, para especificar la altura es necesario usar un software que modelen la misma. IRIC es un software de libre acceso el cual posibilita valorar las crecidas de los ríos, teniendo en cuenta las condiciones iniciales un hidrograma de diseño, un MDE y la rugosidad del área de estudio. El hidrograma de diseño y el MDE de la zona fueron establecidas con antelación. La rugosidad del suelo o coeficiente de Manning es un valor determinado en bibliografía y representa la resistencia del flujo de un canal. (e.g. pasto alto 0.03).

Las condiciones iniciales tienen que ser subidas en el software IRIC en complemento con Nays2DFlood. El MDE se cargó en la sección *Elevation* con formato Raster. El hidrograma de diseño es cargado en el apartado *Boundary Condition Settings* dentro de la pestaña *Inflow*, en esta sección se deben cargar los datos del hidrograma de diseño obtenidos en HEC-HMS. Además, es necesario elaborar un polígono río arriba el cual representa el inicio de flujo sobre el cauce. Es fundamental elaborar un mapa que exponga los valores de Manning según los diferentes usos de suelo y cargarlo en el apartado *Roughness condition*. Para finalizar, se debe crear un mallado dentro de ancho del cauce en el apartado *Grid Creating Condition* y se pone a correr el modelo. Es indispensable que se instaure en las *Calculation Condition* el mismo intervalo de tiempo establecido en el hidrograma de diseño, en este caso 20 min, y en la pestaña *Grid* dentro de la barra de herramientas se deben ejecutar todas las capas generadas al mallado en el comando *Attribute Mapping*. Como resultado se obtiene un modelo de inundación que abarca toda la zona de estudio.

3.5.2 Técnicas aplicadas al objetivo 2. Realizar un diagnóstico sobre la población, el impacto socioeconómico y sistemas de protección ante inundaciones en la cabecera cantonal del cantón las Naves.

ArcGis

Para la creación de mapas en base a la ubicación de la familia entrevistada y su opinión respecto al impacto que se han dado en las inundaciones en época invernal, y así, tener una perspectiva más acercada a la realidad desde la perspectiva social, para lo cual se utilizó los datos de las todas las entrevistas realizadas a todas las viviendas cercana a la ribera del Rio Naves chico y las coordenadas recogidas en las salidas de campo.

Procesamiento estadístico

Para el procesamiento estadístico de la información levantada en campo se hará uso el software estadístico SPSS versión 24 en español, a través del cual se empleará estadística descriptiva para mostrar de forma más resumida los resultados de la aplicación de las entrevistas.

3.5.3 Técnicas aplicadas al objetivo 3. Proponer medidas de adaptación y estrategias de mitigación, que reduzcan el riesgo de impacto por inundaciones en la cabecera cantonal de las Naves.

Medidas Estructurales

Son medidas que agrupan construcción de estructuras y ejecución de obras de mitigación diseñadas para contener el aumento del caudal y reducir los posibles daños en la cabecera cantonal de Las Naves.

Medidas no Estructurales

Estas medidas son mecanismo que se usa para tratar de controlar las acciones más comunes para crear una vulnerabilidad, así como también son políticas que fortalezcan a los organismos de respuestas para estos eventos y, también acciones que ayuden a preparar y anticipar un oportuno accionar de la población.

Medidas Ambientales

Son acciones desde el ámbito ambiental, ya sea para concientizar de la importancia de conservar la naturaleza en las obras que se realicen, o también para crear políticas que respeten el ciclo de nuestros recursos y creen una cultura amigable con el ambiente y una concientización en la urbanización de Las Naves.

CAPÍTULO IV: -

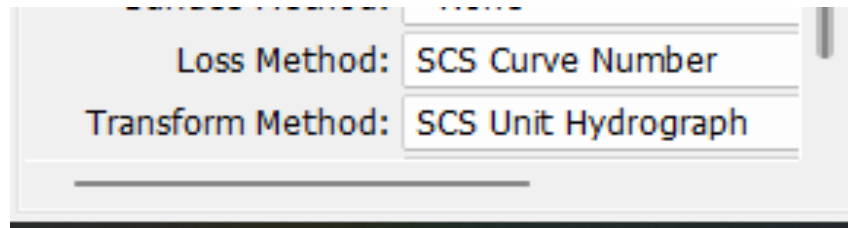
RESULTADOS LOGRADOS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

4.1 Resultados según objetivo 1: Realizar el modelamiento hidrológico mediante el software HEC-HMS, un modelamiento hidráulico mediante el software IRIC y la identificación de las zonas susceptibles a inundaciones, en la cabecera cantonal del cantón Las Naves.

Para el modelamiento en IRIC, se obtuvo la siguiente información:

- Imagen ráster: La imagen ráster que fue proporcionada por el GAD cantón Las Naves.
- Catastro urbano: Los archivos en formato shape fueron proporcionados por el departamento de Catastros del GAD cantón Las Naves.
- Ríos: El shape de río fue proporcionado por el departamento de planificación del cantón Las Naves.
- Cuenca Hidrográfica: La demarcación de la cuenca del río Naves Chico realizada en Qgis.
- Curvas IDF: Las curvas de intensidad-duración-frecuencia IDF establecidas por el instituto de Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). Las curvas IDF deben ser seleccionadas en base a la estación de Pichilingue.
- Coeficiente de Manning: La rugosidad de suelo representa la resistencia del flujo de un canal.
- Modelo digital de elevación a 12.5m: Este archivo en formato ráster se obtuvo de la página de Alos Palsar <https://asf.alaska.edu/data-sets/sar-data-sets/alos-palsar/>
- Permeabilidad del suelo: Shape de uso de suelo y geopedología obtenida del IGM.

Figura 16. Métodos para procesar la información de la cuenca en HEC-HMS

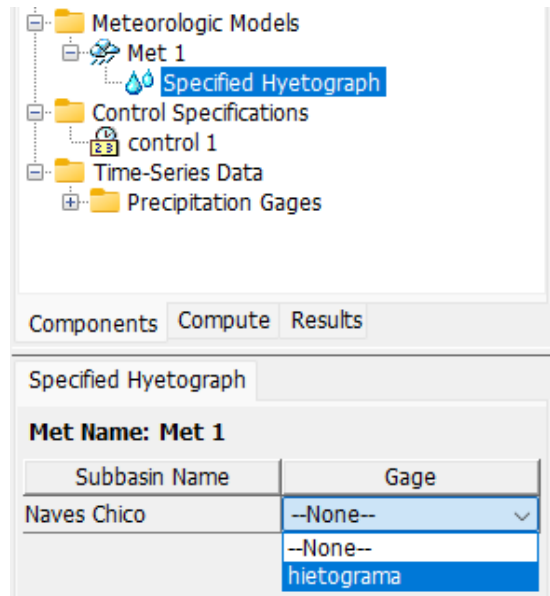


Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

En el programa HEC-HMS, debemos cargar la información de la cuenca que creamos en Qgis, en la carpeta basin models, de la cual tendremos que crear una Sub cuenca que sería el rio Naves Chico. Lo cual tendremos que complementar información en el campo de *Subbasin*, como el área de la cuenca que es 361km², debemos escoger un método de perdidas, método por el cual se pierde el agua cuando llueve, la cual escogemos la opción *SCS Curve Number* y llenamos con el valor obtenido 70 y el método de transformación, que es el método por el cual transformamos la lluvia a caudal la misma que lo haremos por *SCS Unit Hydrograph* y escribimos nuestro resultados del tiempo Lag 125,58min, como podemos ver en la Figura 16.

Luego se procede a cargar los datos meteorológicos, por lo cual, se avanza hasta *Meteorologic Models* y seleccionamos la opción *Met 1*, luego se llenan los campos de precipitación la cual ya realizamos con los valores de Tiempo de concentración (Tc) y el Tiempo de retorno (Tr), y las ecuaciones con la duración de la tormenta y la intensidad dando como resultado la transformación de la precipitación, (Tabla 1), por lo tanto, seleccionamos la opción *Specified Hietograph*.

Figura 17. Definición de la estación meteorológica en HEC-HMS



Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Como siguiente paso es escoger la estación meteorológica más cercana, en la cual vamos a usar los datos meteorológicos recogidos en la misma, de tal manera, se dirige a la carpeta *Meteorologic Models*, para subir la estación que se usó para nuestro proyecto, en la carpeta nos dirigimos hasta *Met 1*, después escogemos la opción de *Specifited Hietograph*, debemos elegir la sub cuenca, en este caso el rio Naves Chico en la cual escogeremos la estación de Pichilingue para usar los datos meteorológicos escogemos la opción Hietograma, como se puede apreciar en la Figura 17.

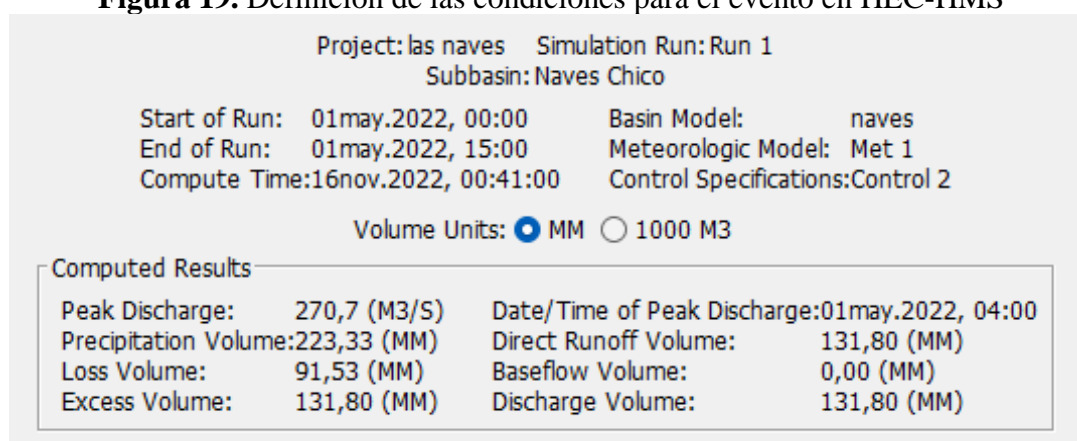
Figura 18. Transformación del caudal a precipitación en HEC-HMS

Time (ddMMYYYY, HH:mm)	Precipitation (MM)
01may.2022, 00:00	
01may.2022, 00:20	2,4868
01may.2022, 00:40	2,8360
01may.2022, 01:00	19,5410
01may.2022, 01:20	42,7120
01may.2022, 01:40	57,7530
01may.2022, 02:00	55,4620
01may.2022, 02:20	23,0230
01may.2022, 02:40	17,3020
01may.2022, 03:00	2,2169
01may.2022, 03:20	0,0000

Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

A continuación, debemos ingresar los datos del caudal de estudio, por lo tanto, se dirige hacia la carpeta *Time-Series Data*, en la cual se desplegará otra carpeta que escogeremos *Precipitation Gages*, donde nos aparece el hietograma con el cual trabajamos con la estación más cerca la cual corresponde a Pichilingue, mismo que aquí debemos seleccionar el escenario que hemos creado para la información necesaria, para saber el flujo total de una tormenta.

Figura 19. Definición de las condiciones para el evento en HEC-HMS



Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Como resultado de nuestro computo la descarga máxima es de 270,7 m³/s, el volumen de precipitación es de 223,33 mm, el volumen de perdida es de 91,53 mm, el volumen excesivo, el volumen de escorrentía directa y el volumen de la descarga es de 131,80 mm, Como ejemplo para los datos creamos un evento que durará 15 horas con un intervalo de 20 minutos que empezará el 1 de enero a las 00h00 y terminará el 1 de enero a las 15h00, evento que nos permitirá saber el flujo total que puede alcanzar el caudal del rio Naves Chico en caso de una tormenta.

Figura 20. Flujo total en un evento determinado en HEC-HMS

Project: las naves Simulation Run: Run 1 Subbasin: Naves Chico							
Start of Run: 01may.2022, 00:00		Basin Model: naves					
End of Run: 01may.2022, 15:00		Meteorologic Model: Met 1					
Compute Time:16nov.2022, 00:41:00		Control Specifications:Control 2					
Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
01may.2022	00:00				0,0	0,0	0,0
01may.2022	00:20	2,49	2,46	0,02	0,0	0,0	0,0
01may.2022	00:40	2,84	2,81	0,03	0,0	0,0	0,0
01may.2022	01:00	19,54	19,26	0,28	0,1	0,0	0,1
01may.2022	01:20	42,71	28,94	13,77	1,9	0,0	1,9
01may.2022	01:40	57,75	20,62	37,13	10,6	0,0	10,6
01may.2022	02:00	55,46	11,43	44,03	32,3	0,0	32,3
01may.2022	02:20	23,02	3,47	19,56	70,2	0,0	70,2
01may.2022	02:40	17,30	2,26	15,04	124,0	0,0	124,0
01may.2022	03:00	2,22	0,27	1,95	183,9	0,0	183,9
01may.2022	03:20	0,00	0,00	0,00	233,5	0,0	233,5
01may.2022	03:40	0,00	0,00	0,00	263,4	0,0	263,4
01may.2022	04:00	0,00	0,00	0,00	270,7	0,0	270,7
01may.2022	04:20	0,00	0,00	0,00	258,2	0,0	258,2
01may.2022	04:40	0,00	0,00	0,00	230,9	0,0	230,9
01may.2022	05:00	0,00	0,00	0,00	194,2	0,0	194,2
01may.2022	05:20	0,00	0,00	0,00	155,6	0,0	155,6
01may.2022	05:40	0,00	0,00	0,00	122,2	0,0	122,2
01may.2022	06:00	0,00	0,00	0,00	95,2	0,0	95,2
01may.2022	06:20	0,00	0,00	0,00	74,7	0,0	74,7
01may.2022	06:40	0,00	0,00	0,00	58,9	0,0	58,9
01may.2022	07:00	0,00	0,00	0,00	46,3	0,0	46,3
01may.2022	07:20	0,00	0,00	0,00	36,5	0,0	36,5
01may.2022	07:40	0,00	0,00	0,00	28,7	0,0	28,7
01may.2022	08:00	0,00	0,00	0,00	22,5	0,0	22,5
01may.2022	08:20	0,00	0,00	0,00	17,6	0,0	17,6
01may.2022	08:40	0,00	0,00	0,00	13,9	0,0	13,9
01may.2022	09:00	0,00	0,00	0,00	10,9	0,0	10,9
01may.2022	09:20	0,00	0,00	0,00	8,6	0,0	8,6
01may.2022	09:40	0,00	0,00	0,00	6,8	0,0	6,8
01may.2022	10:00	0,00	0,00	0,00	5,3	0,0	5,3
01may.2022	10:20	0,00	0,00	0,00	4,2	0,0	4,2
01may.2022	10:40	0,00	0,00	0,00	3,3	0,0	3,3
01may.2022	11:00	0,00	0,00	0,00	2,7	0,0	2,7

Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Como resultado del evento de una tormenta que durara 15 horas con un intervalo de 20 min, nos refleja que, en la tormenta, el flujo total puede alcanzar los 270,7 m³/ s en su punto máximo, también se puede apreciar que, entre la segunda hora y veinte minutos hasta las seis horas y veinte minutos de la duración total de la tormenta, en estas cuatro horas la tormenta alcanza los puntos más altos, presentando un flujo total que varía de entre 122,2 hasta los 270,7 m³/s como se puede apreciar en la Figura 20.

Continuamos con el programa ArcGIS montando la imagen ráster del cantón y se procede a realizar el trazado del río, tomando en consideración que atraviese por la mitad del cauce, como se observa a continuación la línea azul representa el río.

Figura 21. Trazado del río en ArcMap.

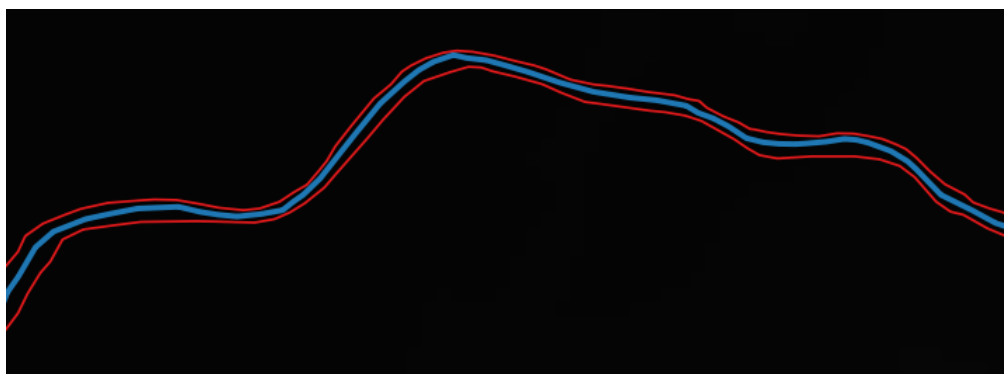


Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Fuente: Procesamiento de la información

Con la información antes mencionada se procede a trazar los bordes del río.

Figura 22. Ubicación de las bordes del río en ArcMap.

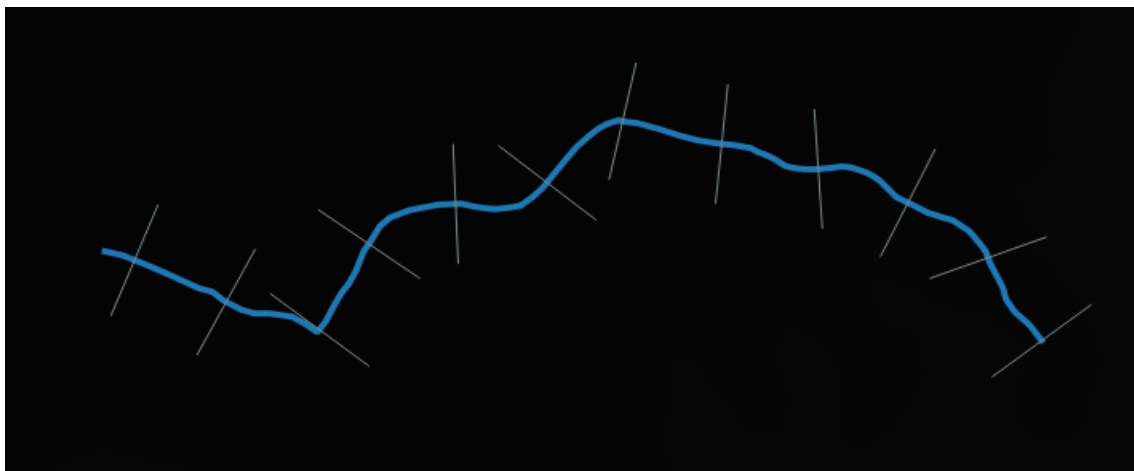




Fuente: Procesamiento de la información

Posterior a esto se crean las líneas de estación, para este caso se toma en consideración la distancia de 150m de separación y 100m de longitud de la línea, como resultado se obtiene lo siguiente figura:

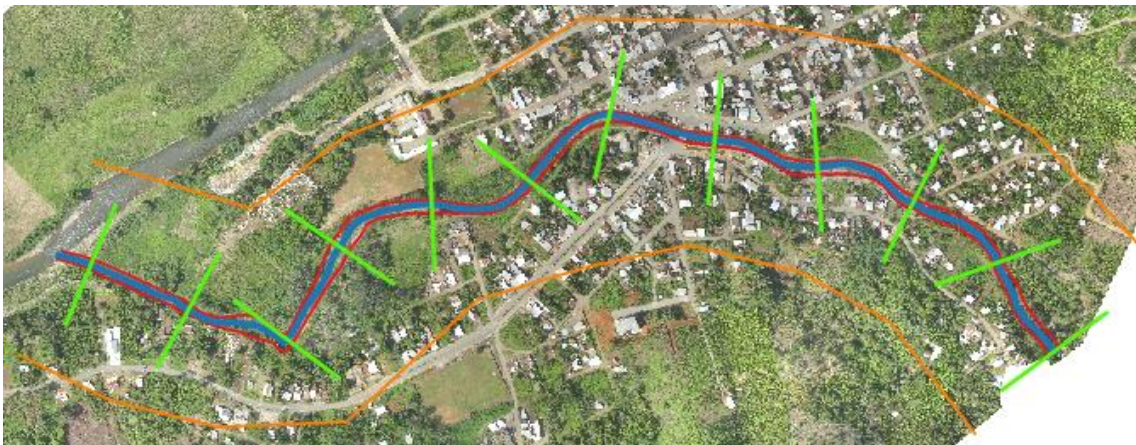
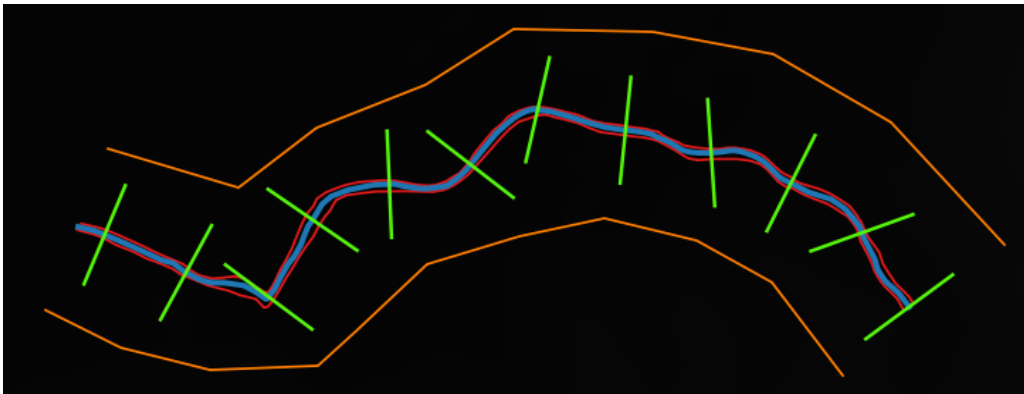
Figura 23. Ubicación de las líneas de estación en el río en ArcMap.



Fuente: Procesamiento de la información

Continuando con el protocolo de procesamiento de la información para la obtención de la modelación de la inundación prosigue el establecimiento de la dirección del flujo del río, para lo cual se crea un nuevo shapefile de tipo línea y se da la dirección del caudal.

Figura 24. Ubicación de las Flujos del río en ArcMap.



Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

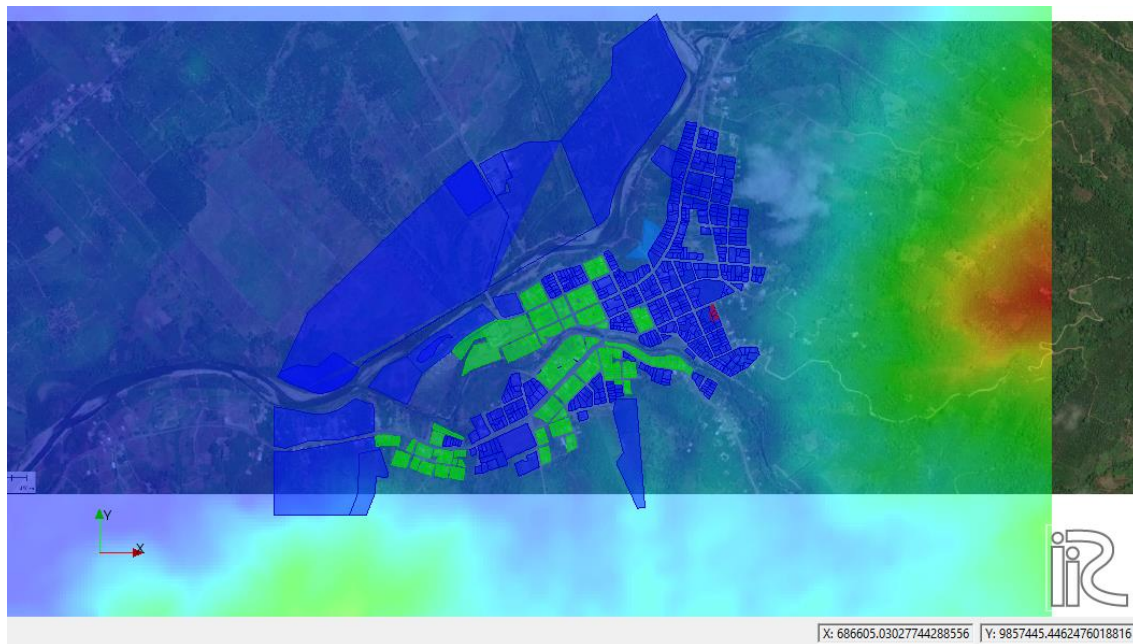
Fuente: Procesamiento de la información

Este como paso final de la delimitación de las condiciones geométricas del río en estudio, para posterior proceder al procesamiento dentro de IRIC.

En el software libre IRIC, se debe desarrollar toda la información en la primera fase del modelamiento que corresponde al *1 Pre-processing Window*, en esta fase, en el buscador de carpetas se avanza hasta *Background Images*, donde se comienza a cargar la ortofotografía del cantón Las Naves, luego se continua hacia *elevation* y subimos el Modelo Digital de Elevaciones del cantón que descargamos con anterioridad para trabajar con la topografía y el relieve del lugar de estudio, a continuación se procede a elegir los

polígonos de las capas de Coeficiente de Rugosidad de Manning, la cual sirve de índice para determinar la resistencia del flujo del canal del río, para esto escogemos la carpeta *Roughness Condition* e importamos los polígonos y los predios urbanos del cantón Las Naves.

Figura 25. Capas de datos del área de estudio en el cantón Las Naves en IRIC



Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Como siguiente paso vamos a crear los obstáculos para el caudal del río Naves Chico, en este caso los obstáculos van hacer los muros de gaviones, ubicados desde el puente, en la calle matiavi, que juntan 20mts de construcción, para lo cual en *Geografic Data*, avanzamos hasta *Obstacle* y despegamos las opciones en *Add* seleccionamos *Polygons* y dibujamos en mapa los muros de contención, también agregamos el sistema de alcantarillado para lo cual avanzamos en el buscador de objetos hasta la carpeta *Boundary Condition Setting* haciendo clic derecho desplegamos las opciones y elegimos *Add BoxCulvert* y graficamos en el mapa el sistema de alcantarillado del cantón Las Naves.

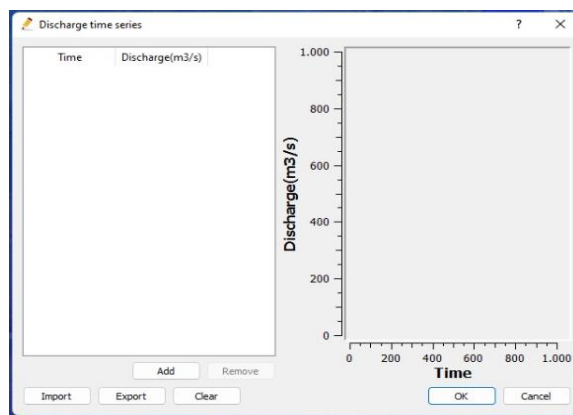
Figura 26. Determinación de los muros de gaviones y el sistema de desagüe en Las Naves.



Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

A continuación, se debe crear la afluente del río Naves Chico de la cual se originará el modelamiento, para esto se agrega la información que se generó en el programa HEC-HMS, Se selecciona la carpeta *Boundary Condition Setting* y se escoge la opción *add inflow* luego en el *new inflow* elegimos *Edit Condition*, después en el campo de *Discharge time series* se pone *Edit* y nos aparecerá un cuadro, en el cual se debe subir la información de la gráfica de caudales que desarrollamos en HEC-HMS.

Figura 27. Creación de la afluente del río Naves Chico en IRIC.

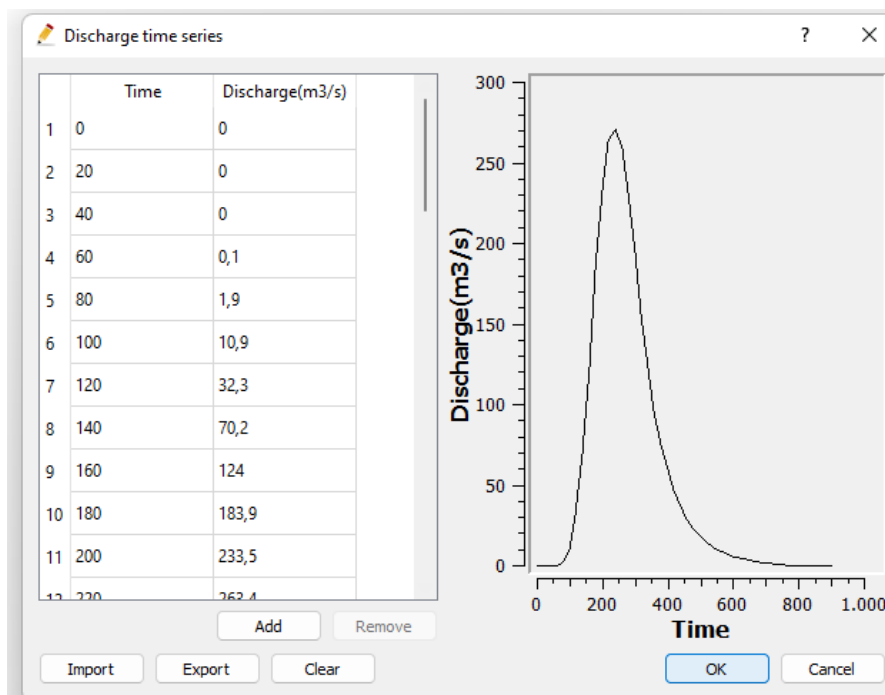


Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Se vuelve al programa de HEC-HMS donde se creó los datos de la cuenca, de la cual pertenece el río Naves Chico, en el navegador de carpetas, escogemos el campo de *results* en la cual deberemos trabajar en los datos de nuestra cuenca, escogemos *Simulation Runs*, elegimos *Run*, aquí elegimos el Río Naves Chico, en esta corrida se reflejan los resultados primero debemos subir la información del cuadro de caudales, que es la transformación de precipitación que se refleja en una línea curva que asimila una forma de campana Figura 14, así el caudal se transformara en altura una vez corrido el modelo, luego una vez copiado los datos del grafico del río.

Se avanza hasta la opción de *Time Series Table*, aquí se debe copiar los datos generados en el casillero de *Total Flow* Figura 20, esto para transferir toda la información del flujo total de la afluente para que así se visualice en el modelamiento del río Naves Chico. Todos estos datos se los transfiere a la afluente creada en IRIC, para su posterior corrida de modelamiento.

Figura 28. Información creada de la afluente del río Naves Chico en IRIC.

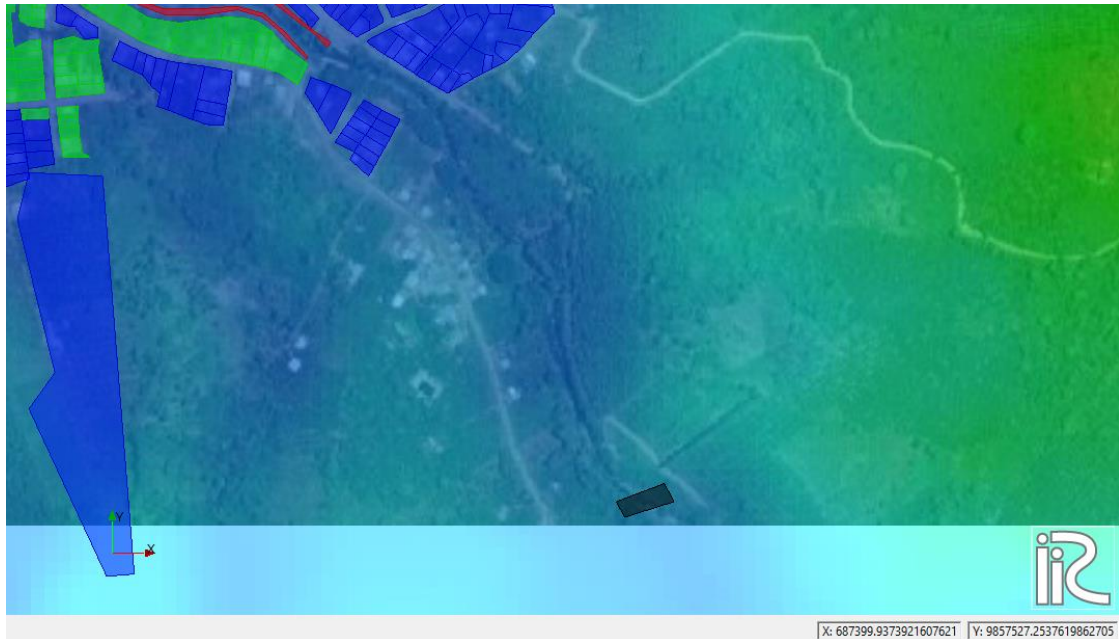


Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Continuando con el proceso en IRIC se debe copiar toda la información generada en el HEC-HMS, en *Inflow*, entonces con la afluente ya determinada, se debe graficar en el

mapa desde donde va a empezar a simular el flujo del caudal, lo cual nos dirigimos al inicio de nuestro río en el mapa para así graficar un polígono. Desde el cual se ejecutará la información subida desde el HEC-HMS para nuestro modelamiento hidráulico.

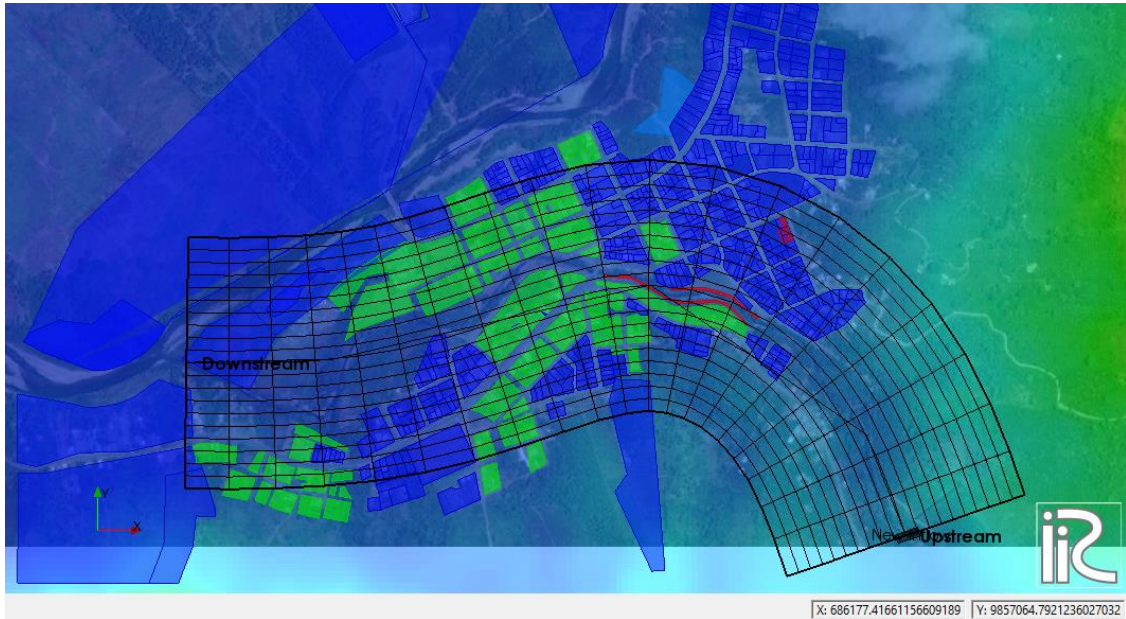
Figura 29. Creación de la afluente en el mapa en IRIC



Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

A continuación, se debe agregar la grilla en forma de polilíneas en el mapa, la cual, sirve de condicionante por la cual se va a desplazar nuestro modelamiento esto se genera trazando el río en el mapa, después a esta se le añade el mallado para la recolección de información, por lo cual, se avanza hasta *Grid Creating Condition*, y se selecciona la opción *Create Grid*, una vez creada la grilla se indica el sentido que toma el río, sea río abajo *Downstream* la parte donde se está dirigiendo las afluentes de agua y río arriba *Upstream* seguido esto se definió la grilla la cual va almacenar toda la información, después se dirige al buscador de objetos y en la carpeta *Grid (21 x 21 = 441)* debemos importar la grilla.

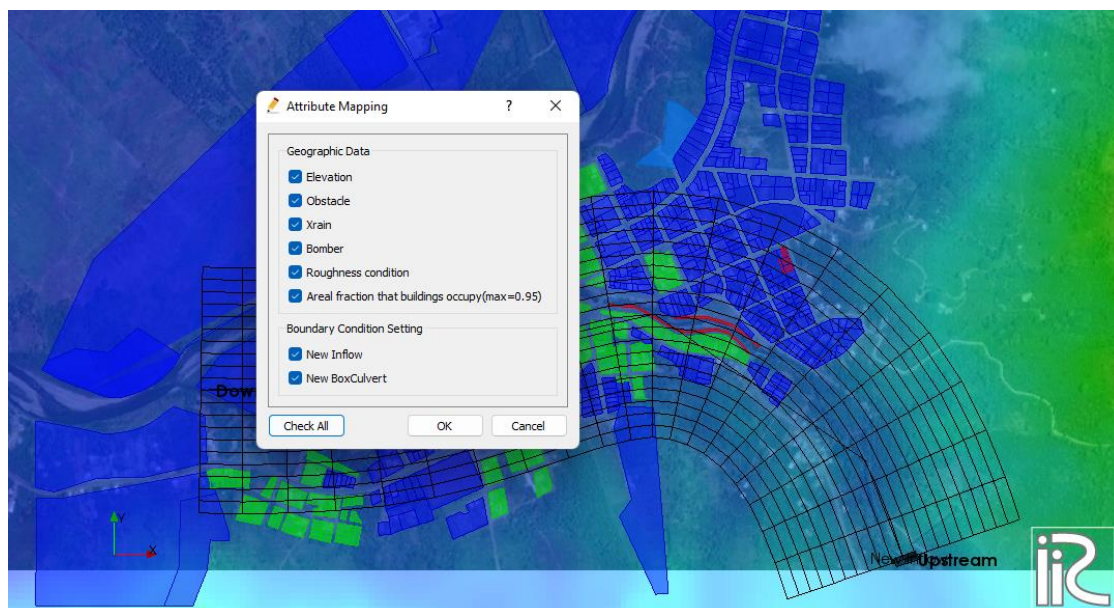
Figura 30. Creación de las grillas en el mapa en IRIC



Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

En la barra de herramientas abrimos *Calculate Condition* y luego se selecciona la opción de *Setting*, del cual se abre un cuadro en el que, se debe dirigir hasta *Groups* y en la opción de *Inflow/Outflow Boundary Condition*, se debe especificar las condiciones que se necesitan, de acuerdo al modelamiento por lo tanto en *Time unit of discharge/wáter Surface file* se debe elegir la opción de segundos y la siguiente opción que se debe especificar es *Boundary Condition for j=1*, la cual se especifica en la opción de *Inflow* en la cual se baja un poco más en *Groups* hasta la opción de *Time* seguimos hasta el campo de *Output time Interval (sec)*, donde se debe colocar el mismo tiempo de intervalo que se usó en el HEC-HMS en cual fue de 20 minutos, por lo que la equivalencia a segundos es de 1200, valor el cual se agrega como condicionante para el modelamiento.

Figura 31. Determinación de los datos para los campos que se trabajara en IRIC.



Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Por último, se enlaza todos los datos de cada una de las capas en las cuales se trabajó en cada una de sus cuadros de nuestra grilla, entonces, en la barra de herramientas se avanza hasta el campo de *Grid* y escogemos la opción de *Attributes Mapping* y se debe ejecutar eligiendo la opción *Execute*, del cual se despliega un cuadro en el cual, para el caso específico de nuestro modelo hidráulico se debe seleccionar todos los campos, ya que, en estas recopilan toda la información de elevación, coeficiente de rugosidad, la afluente, los datos de transformación del caudal a precipitación y el flujo total ya que son necesarios para una correcta simulación del modelamiento, por lo tanto, se escoge la opción de *Check All* y para finalizar en *OK*, con esto se acaba toda la primera fase de nuestra corrida de modelamiento en el *1 Pre-processing Window*.

Figura 32. Resultado de la tabla en 2 Solver Console (*Nays2D Flood*).

200.000	170.2000	0.0000	0.0000	out
220.000	72.8000	0.0000	0.0000	out
240.000	30.3000	0.0000	0.0000	out
260.000	12.3000	0.0000	0.0000	out
280.000	4.5000	0.0000	0.0000	out
300.000	1.5000	0.0000	0.0000	out
320.000	0.4000	0.0000	0.0000	out
340.000	0.0000	0.0000	0.0000	out
360.000	0.0000	0.0000	0.0000	out
380.000	0.0000	0.0000	0.0000	out
400.000	0.0000	0.0000	0.0000	out
420.000	0.0000	0.0000	0.0000	out
440.000	0.0000	0.0000	0.0000	out
460.000	0.0000	0.0000	0.0000	out
480.000	0.0000	0.0000	0.0000	out
500.000	0.0000	0.0000	0.0000	out
520.000	0.0000	0.0000	0.0000	out
540.000	0.0000	0.0000	0.0000	out
560.000	0.0000	0.0000	0.0000	out
580.000	0.0000	0.0000	0.0000	out
600.000	0.0000	0.0000	0.0000	out
620.000	0.0000	0.0000	0.0000	out
640.000	0.0000	0.0000	0.0000	out
660.000	0.0000	0.0000	0.0000	out
680.000	0.0000	0.0000	0.0000	out
700.000	0.0000	0.0000	0.0000	out
720.000	0.0000	0.0000	0.0000	out
740.000	0.0000	0.0000	0.0000	out
760.000	0.0000	0.0000	0.0000	out
780.000	0.0000	0.0000	0.0000	out
800.000	0.0000	0.0000	0.0000	out
820.000	0.0000	0.0000	0.0000	out
840.000	0.0000	0.0000	0.0000	out
860.000	0.0000	0.0000	0.0000	out
880.000	0.0000	0.0000	0.0000	out
900.000	0.0000	0.0000	0.0000	out
Finish	0			
Calculation time	2.000000	sec.		
Calculation time	3.333333E-02	min.		
Calculation time	5.555557E-04	hour.		

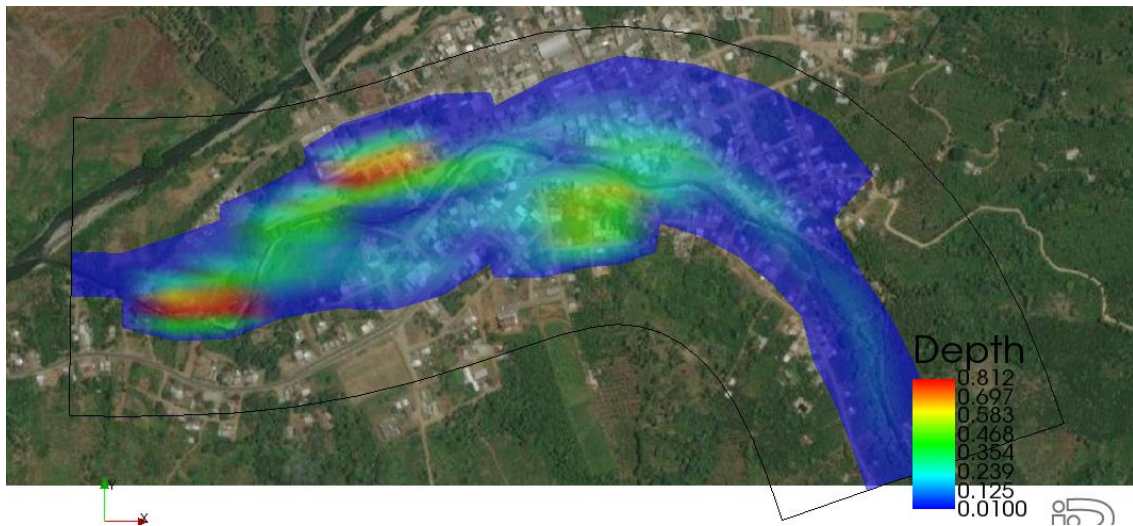
Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Como siguiente paso, se avanza hasta la fase 2 Solver Console (*Nays2D Flood*), para eso en la barra de herramientas en el campo de *simulation* escogemos la opción *Run*, y se realiza el procesamiento de los datos que hemos subido para la corrida del modelamiento, donde debemos verificar que el resultado de la tabla que se muestra debe salir *finish*, como se puede apreciar en la Figura 32, esto es necesario para poder continuar con la última fase del modelamiento.

Y como tercera y última fase, se debe dirigir a la *Window List Toolbar*, en donde, se debe escoger la tercera ventana 3 *Post-processing (2D)*, aquí se visualiza todas las capas que fueron utilizadas, reflejadas en un modelo que arranca desde la afluyente del río Naves Chico y se desarrolla a lo largo de la grilla o del mallado ubicada en la cabecera cantonal del cantón Las Naves, y poder tener un acercamiento a la realidad de la dimensión del daño y el alcance que podría tener una inundación en caso de una fuerte tormenta, cuyos datos se reflejan en los siguientes modelos: el Modelo de profundidad, el Modelo de

elevación, el Modelo de elevación de la superficie del agua, Modelo de magnitud de velocidad máxima, y el Modelo de magnitud de velocidad m/s.

Figura 33. Modelo de profundidad de la parroquia Las Naves



Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Sobre los cuadros de la grilla de nuestro mapa, se observa los niveles de profundidad que se pueden alcanzar en Las Naves debido a su morfología, que va desde lo más mínimo con una profundidad de 0,01 y hasta 0,812 en su máxima profundidad, la cual nos indica que en ciertas partes de la ribera del río donde aparecen con un color más amarillo, es donde, tienden a concentrarse una mayor profundidad del agua.

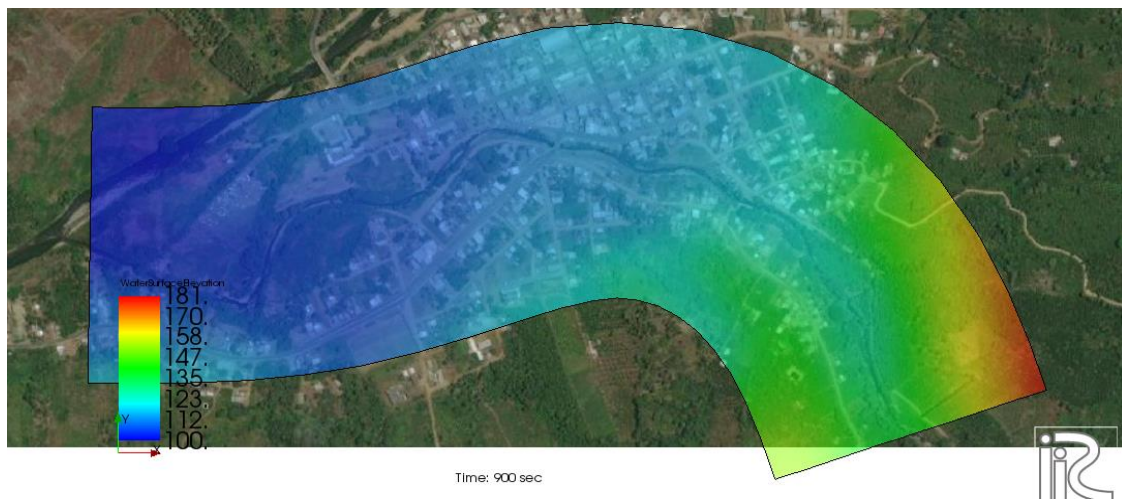
Figura 34. Modelo de elevación de la parroquia Las Naves



Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

En este modelo se refleja sobre las grillas, los datos de elevación, que se generan a partir del modelo digital de elevación del lugar de estudio, lo cual, podemos observar que la elevación va desde los 100m en su más mínima pendiente, hasta llegar a los 181m. en su máxima pendiente la cual se ubica en el lado derecho es donde se encuentran las mayores pendientes por dónde viene el flujo del río y sigue disminuyendo hasta los 120m en la zona media donde se encuentran los asentamientos humanos de la población y sigue disminuyendo al este en la zona más baja llegando hasta los 100m.

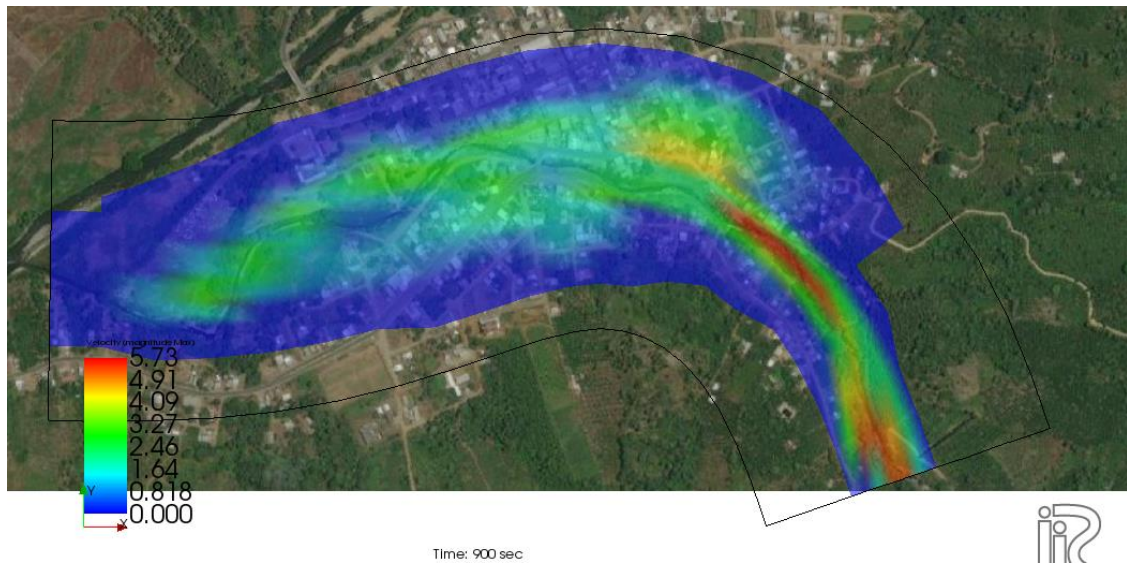
Figura 35. Modelo de elevación de la superficie del agua de la parroquia Las Naves.



Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

El modelo de elevación de la superficie del agua, nos permite visualizar la elevación que se presenta en el cantón Las Naves en torno a la superficie del agua, como resultado nos muestra que la elevación de la superficie del agua va desde los 100 m en su punto mínimo y en su máximo punto alcanza los 181m, igualmente al anterior modelo la parte más alta se encuentra de donde viene el flujo de agua del río Naves Chico mientras el río sigue avanzando por esta pendiente, aumenta su velocidad y avanza hasta llegar a la cabecera cantonal donde la elevación de la superficie del agua es de unos 120m y se mantiene así, en la parte urbana hasta avanzar por el este, hasta el final de su recorrido antes que se una al río Suquibí llega a una altura de 100m.

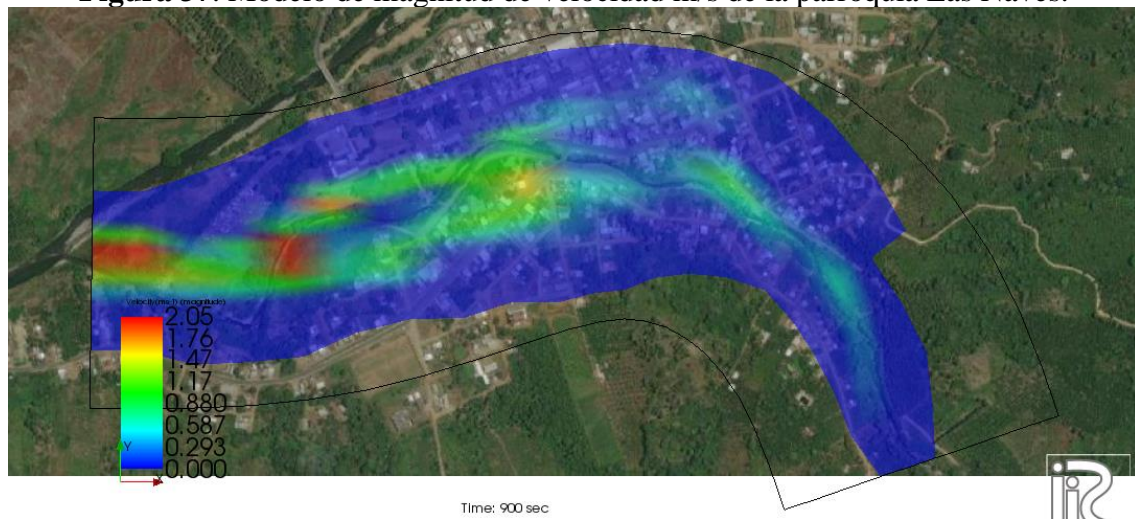
Figura 36. Modelo de magnitud de velocidad máxima de la parroquia Las Naves



Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

En este modelo se puede apreciar la velocidad máxima que se pudiera ocasionar en caso de un evento extremo, por lo cual aquí debemos tener muy en cuenta las zonas en las que esta se representa con mayor índice de magnitud de velocidad, en donde la mayor parte se observa con un nivel neutro que se refiere al 0,00 que en el mapa es la mínima magnitud, en la cual se observa además que hay zonas en las que se alcanza el 5.73 debido a varios factores a tomar en cuenta.

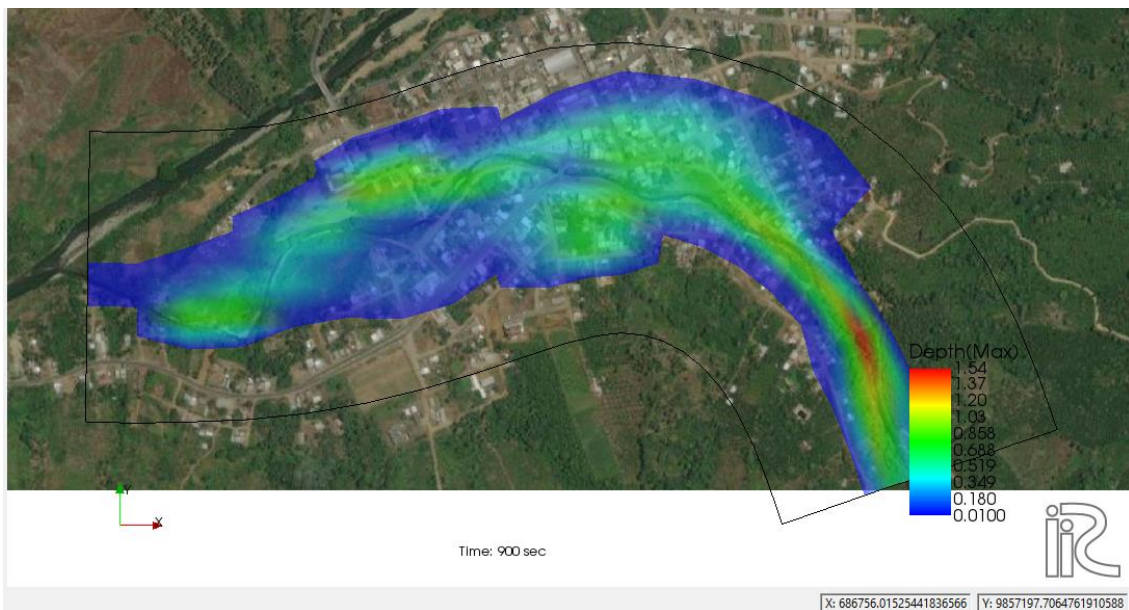
Figura 37. Modelo de magnitud de velocidad m/s de la parroquia Las Naves.



Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

En este mapa se puede apreciar la magnitud de velocidad alcanzada por m sobre segundo, en cual la mayoría del mapa se visualiza un normal comportamiento del caudal, empezando desde el 0,00m/s en su mínima expresión y logrando alcanzar los 2,05m/s en su magnitud máxima a torno en cuanto es su magnitud de velocidad en metros sobre segundos.

Figura 38. Modelo de inundación de la parroquia Las Naves



Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

La transformación de los caudales generados en HEC-HMS a profundidades, se desarrolla en el software IRIC. Como se puede apreciar en la Figura 38, el modelo de inundación muestra la presencia de zonas vulnerables, las que alcanzan una mayor altura del agua son las zonas de rojo, la cual solo hay una en la parte alta del río a la derecha en la zona más elevada, en cambio las zonas de amarillo van desde el 0.688m hasta 1.37m, son las zonas en las riberas de los ríos, donde se ve afectadas las viviendas más cercanas, y también existen zonas con alturas de agua desde 0.349m hasta una altura de 0.688m que es de un color más claro (Blanco) y por ultimo las zonas con menos altura del agua que están de color azul que van desde los 0.010m hasta los 0.349. Las profundidades máximas pueden alcanzar los 1.54 metros en las zonas más susceptibles a inundarse (rojo). Sin embargo. Los desbordamientos de los ríos se presentan cerca de la desembocadura. Las zonas de urbanización generan un amurallamiento del río,

impidiendo el desbordamiento a sus alrededores, esto no quiere decir que no existan áreas residenciales inundadas.

De acuerdo al modelamiento hidráulico se puede constatar que el aumento del nivel del caudal influye sobre las áreas urbanas del cantón Las Naves. Dichos resultados se asemejan a los datos obtenidos por Pérez y Escobar (2018) en donde evidenció que el desbordamiento del río representó una amenaza en la cabecera cantonal aumentando el riesgo por inundación ante posibles fallas debido a crecidas de mayor magnitud, según la metodología planteada es útil para el cálculo de áreas inundables en zonas deltaicas y apoyo a la toma decisiones en regiones con escasos de datos. (Sierra Florez et al., 2021).

Los impactos que generan las inundaciones pueden afectar significativamente el medio ambiente y su entorno, trayendo consigo grandes problemas para los habitantes que se sitúan en las riberas de los ríos, además, pueden generar pérdidas de bienes materiales, proliferación de enfermedades transmitidas por el agua y afectación hacia los cultivos. (Farías, 2017, p. 23)

Según Núñez (2019) manifiesta que, existen diversos factores que influyen en las inundaciones, estos son; el exceso de precipitaciones, ubicación de viviendas en zonas vulnerables, intervención antrópica en las cuencas hidrográficas, lo cual ocasiona un aumento del flujo de agua en las partes bajas, falta de aplicación de ordenanzas municipales para un crecimiento urbano sostenible y los sistemas de drenaje deficientes. (Sierra Florez et al., 2021).

4.2 Resultados según objetivo 2: Realizar un diagnóstico sobre la población, el impacto económico y los sistemas de protección ante inundaciones en la cabecera cantonal del cantón Las Naves.

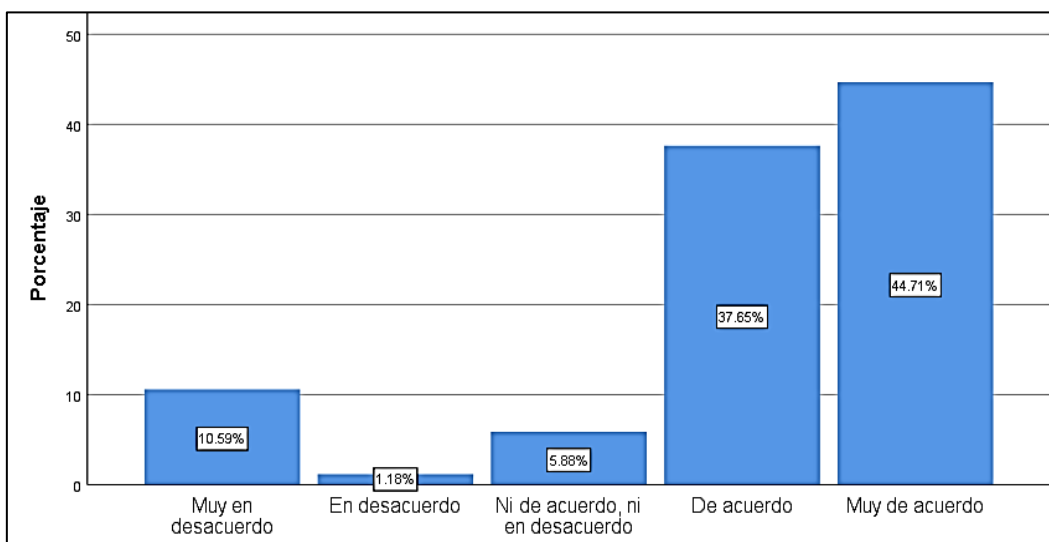
Para este objetivo se estableció un bloque de preguntas para conocer el impacto que ha dejado las inundaciones en las riberas del río naves chico en la cabera cantonal del cantón Las Naves usando la escala de Likert, así la población entrevistada responde de menor a mayor intensidad de acuerdo con las preguntas:

Tabla 2. *Está de acuerdo en que cada año en la época invernal el río representa una amenaza para su vivienda.*

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Por%. Acu.
Muy en desacuerdo	19	10.6	10.6	10.6
En desacuerdo	2	1.2	1.2	11.8
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	10	5.9	5.9	17.7
De acuerdo	66	37.6	37.6	55.3
Muy de acuerdo	78	44.7	44.7	100.0
Total	175	100.0	100.0	

Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Gráfico 1. *Ilustración de la Pregunta 1.*

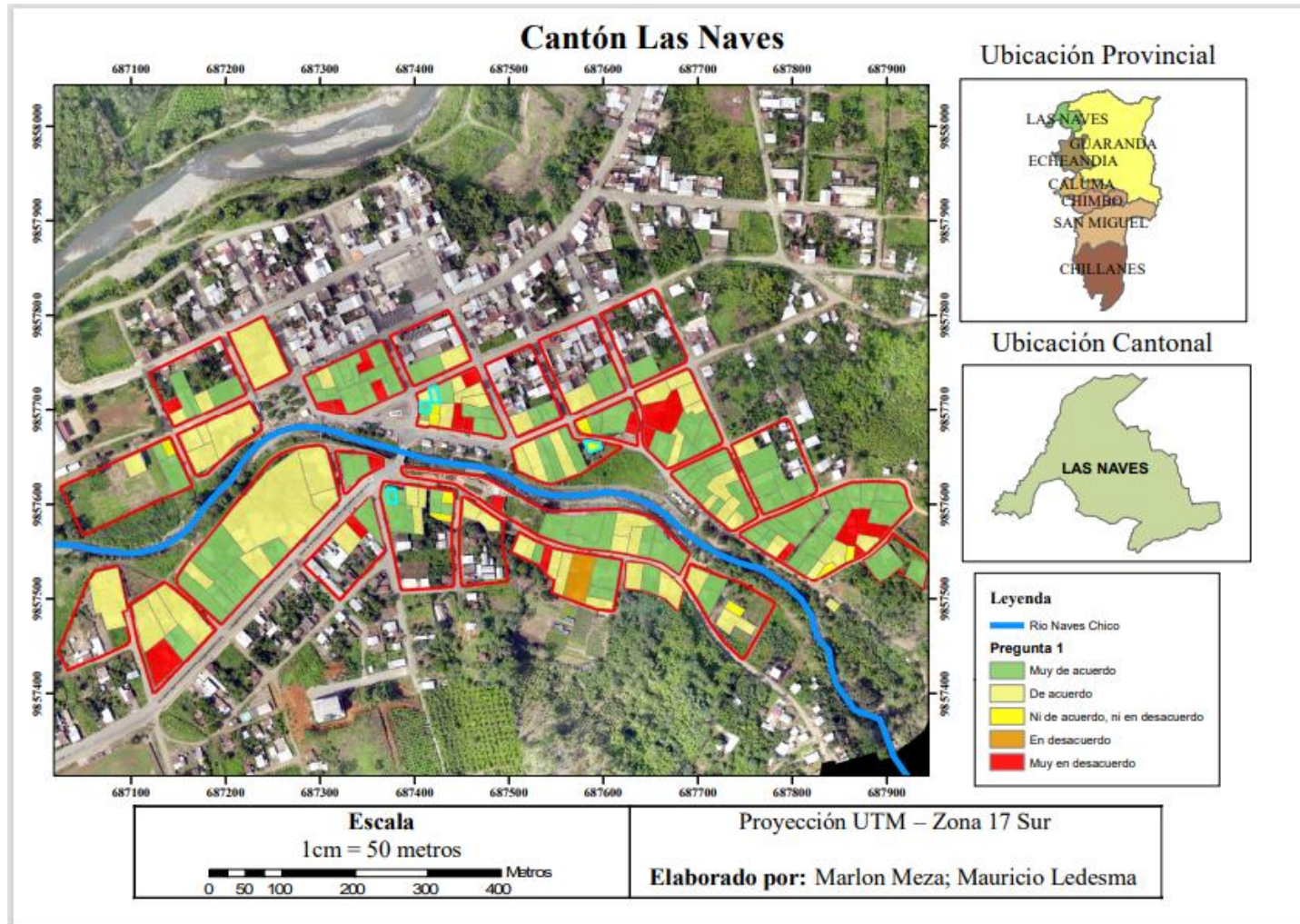


Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Análisis

De acuerdo a la tabla 2 se muestran los datos obtenidos de la pregunta 1 hecha en las entrevistas, sobre la amenaza del río a las viviendas en épocas invernales. Según lo contestado por los habitantes del sector es evidente que en su mayoría con un porcentaje de 44.7% y 37.6% están muy de acuerdo y de acuerdo respectivamente, y se refieren como una amenaza de inundación en la época invernal. Por lo general, las épocas invernales provocan el aumento del caudal del río, lo cual ha provocado una amenaza inminente para los pobladores que se encuentran situados a orillas de los ríos Naves Chico y Suquibí.

Mapa 1. Está de acuerdo en que cada año en la época invernal el río representa una amenaza para su vivienda.



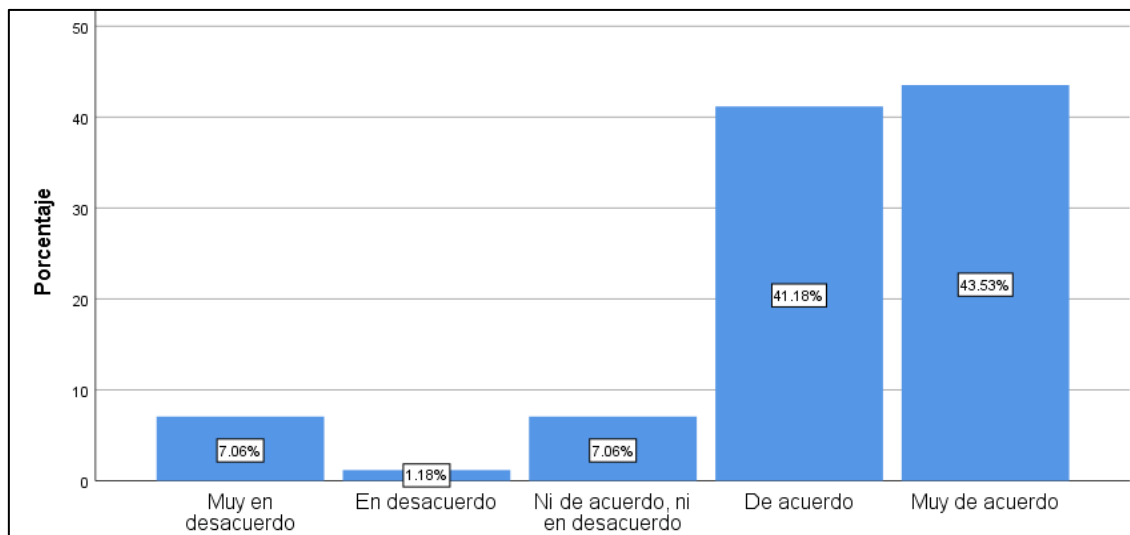
Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Tabla 3. *Usted está de acuerdo en que, al menos una vez en cada época invernal el río se desborda de su cauce y ocasiona daños a infraestructuras.*

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy en desacuerdo	12	7.1	7.1	7.1
En desacuerdo	2	1.2	1.2	8.2
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	12	7.1	7.1	15.3
De acuerdo	72	41.2	41.2	56.5
Muy de acuerdo	76	43.5	43.5	100.0
Total	175	100.0	100.0	

Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Gráfico 2. *Ilustración de la Pregunta 2.*

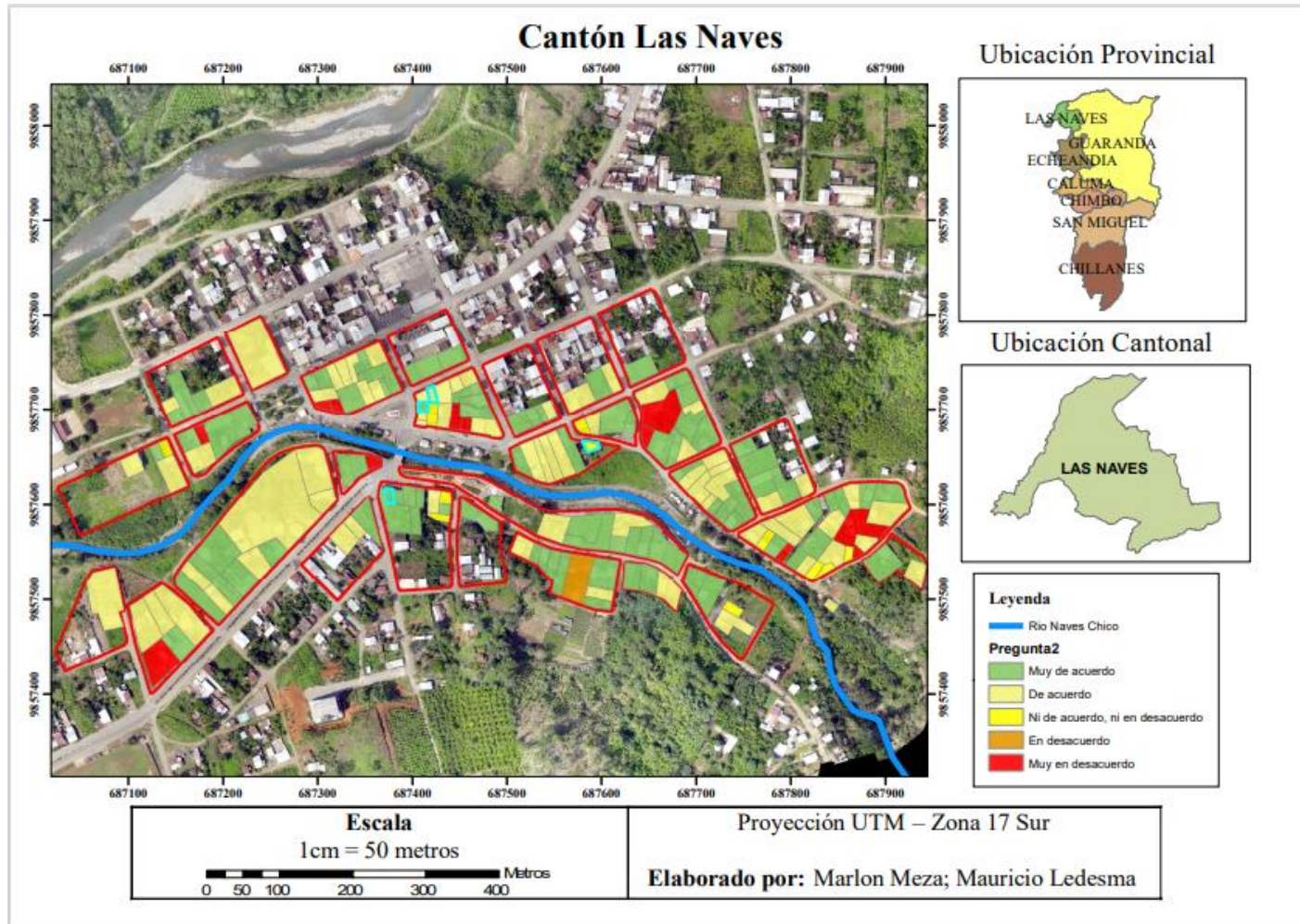


Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Análisis

En la tabla 3 se muestran los resultados obtenidos sobre los daños causados por el río en épocas invernales. La opción muy de acuerdo obtuvo el 44%, la opción de acuerdo obtuvo el 41%. La mayoría de los habitantes manifiestan que en épocas invernales las viviendas se ven afectadas debido al aumento del cauce, lo cual consideran muy necesario la construcción de muros de contención para evitar más daños en las edificaciones.

Mapa 2. Usted está de acuerdo en que, al menos una vez en cada época invernal el río se desborda de su cauce y ocasiona daños a infraestructuras.



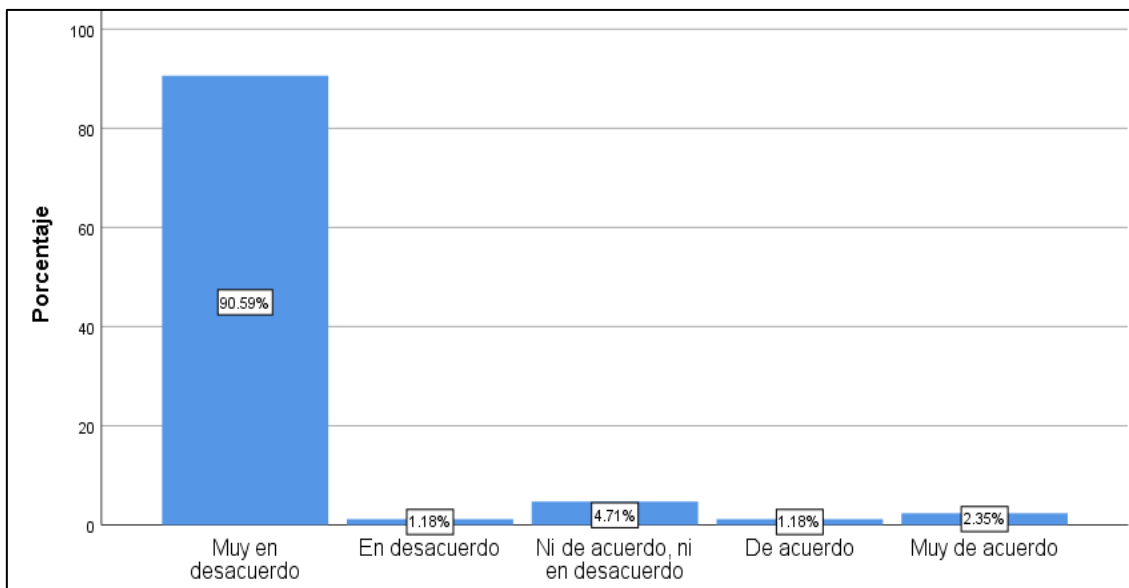
Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Tabla 4. *Estaría de acuerdo en calificar como eficientes las acciones ejecutadas por las autoridades para mitigar las inundaciones.*

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy en desacuerdo	156	90.6	90.6	90.6
En desacuerdo	2	1.2	1.2	91.8
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	8	4.7	4.7	96.5
De acuerdo	2	1.2	1.2	97.6
Muy de acuerdo	4	2.4	2.4	100.0
Total	175	100.0	100.0	

Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Gráfico 3. *Ilustración de la Pregunta 3.*

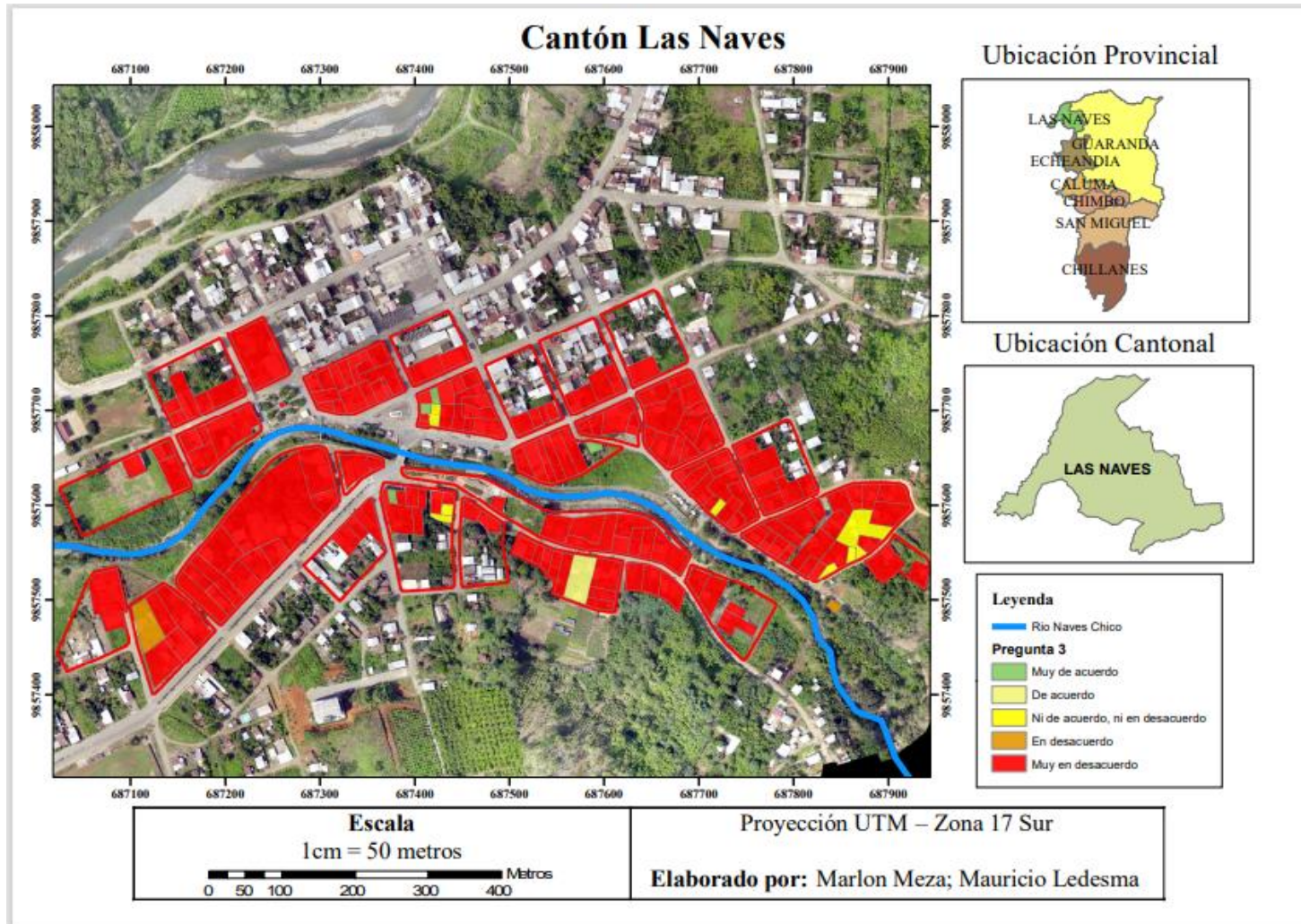


Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Análisis

En la tabla 4 se muestran los resultados obtenidos sobre la eficiencia de las obras implementadas por las autoridades de turno. De acuerdo al criterio de los habitantes, la opción muy en desacuerdo obtuvo el 91%. De los encuestados casi el 100% consideran que no se han efectuado obras de ingeniería para disminuir las inundaciones en el cantón, lo cual ha afectado su calidad de vida y el riesgo de sufrir los estragos provocados por el aumento del caudal del río.

Mapa 3. Estaría de acuerdo en calificar como eficientes las acciones ejecutadas por las autoridades para mitigar las inundaciones.



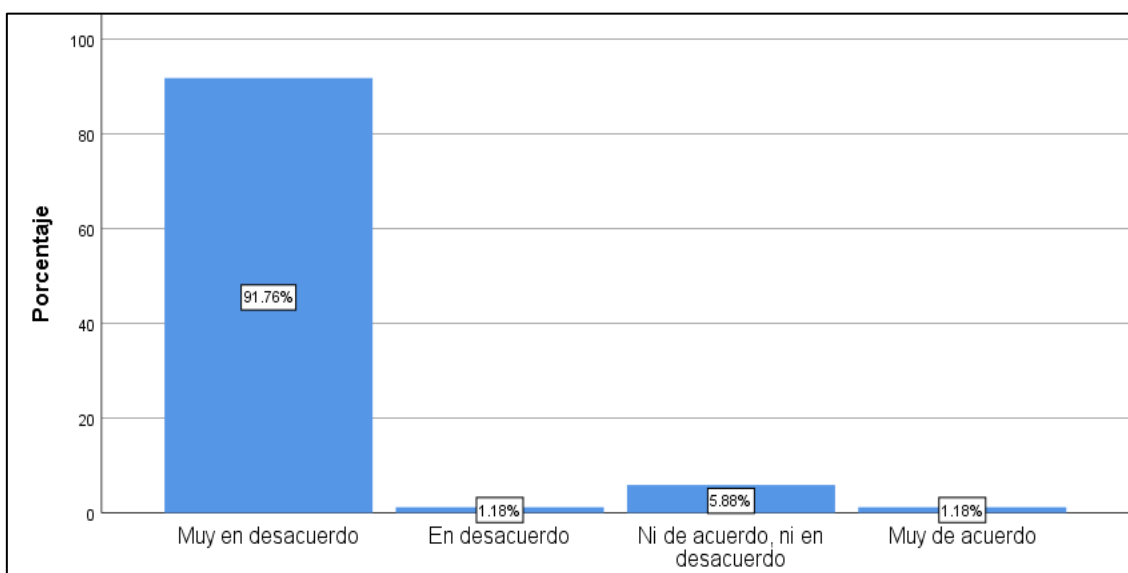
Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Tabla 5. Usted considera efectivas a las acciones de respuesta que ejecutan las autoridades para atender las inundaciones.

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy en desacuerdo	161	91.8	91.8	91.8
En desacuerdo	2	1.2	1.2	92.9
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	10	5.9	5.9	98.8
Muy de acuerdo	2	1.2	1.2	100.0
Total	175	100.0	100.0	

Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Gráfico 4. Ilustración de la Pregunta 4.

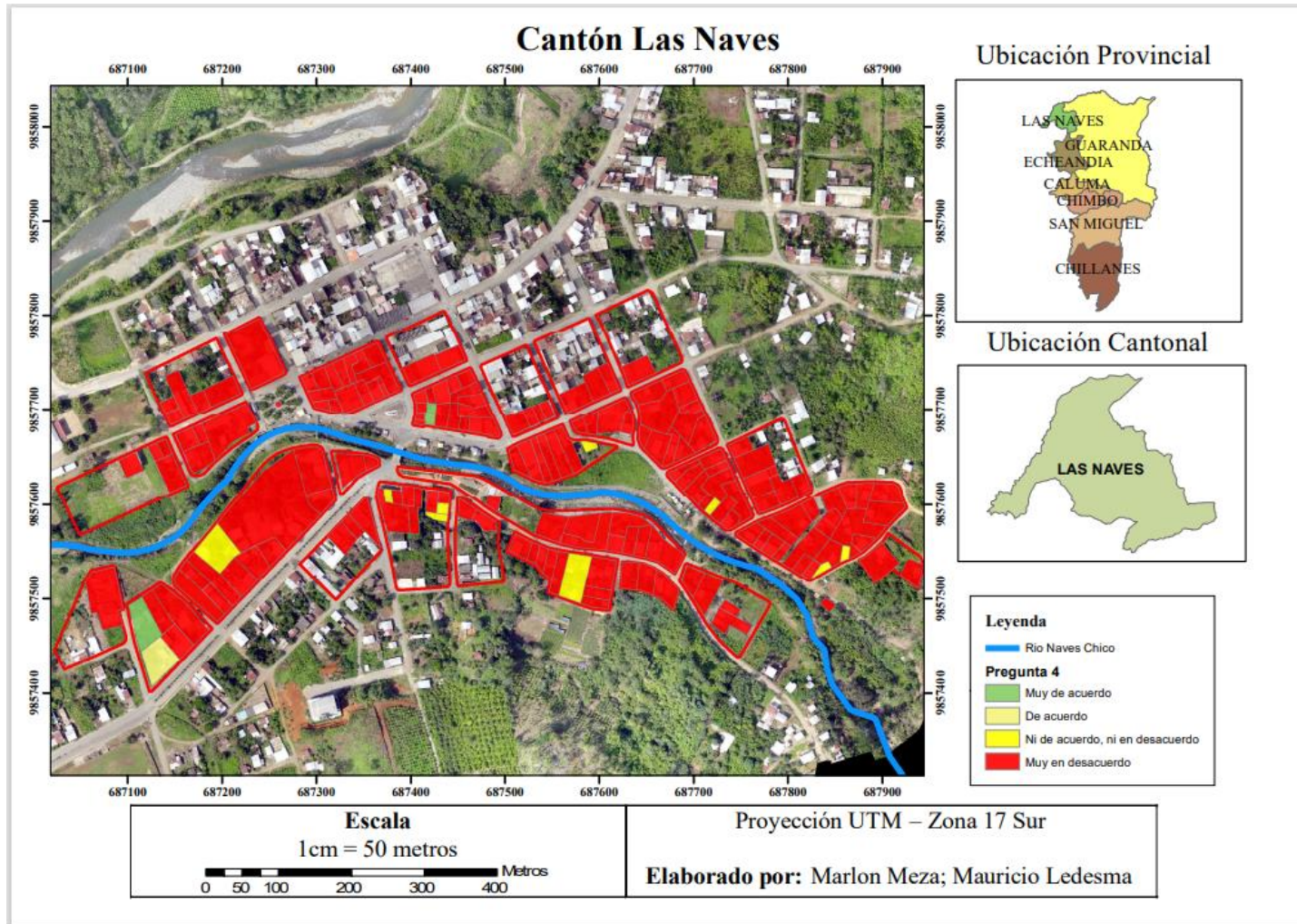


Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Análisis

En la tabla 5 se muestran los resultados obtenidos sobre la perspectiva de la ciudadanía frente a las acciones que se han efectuado para atender las inundaciones. De acuerdo al criterio de los habitantes, la opción muy en desacuerdo obtuvo el 92%, la opción ni de acuerdo ni en desacuerdo el 6%. Como se puede observar en los porcentajes, la perspectiva que posee la ciudadanía es negativa, ya que consideran que las autoridades de turno, no establecen acciones para disminuir el riesgo ante inundaciones, además, manifiestan que no se ha socializado con la comunidad para fortalecer su capacidad de respuesta.

Mapa 4. Usted considera efectivas a las acciones de respuesta que ejecutan las autoridades para atender las inundaciones.



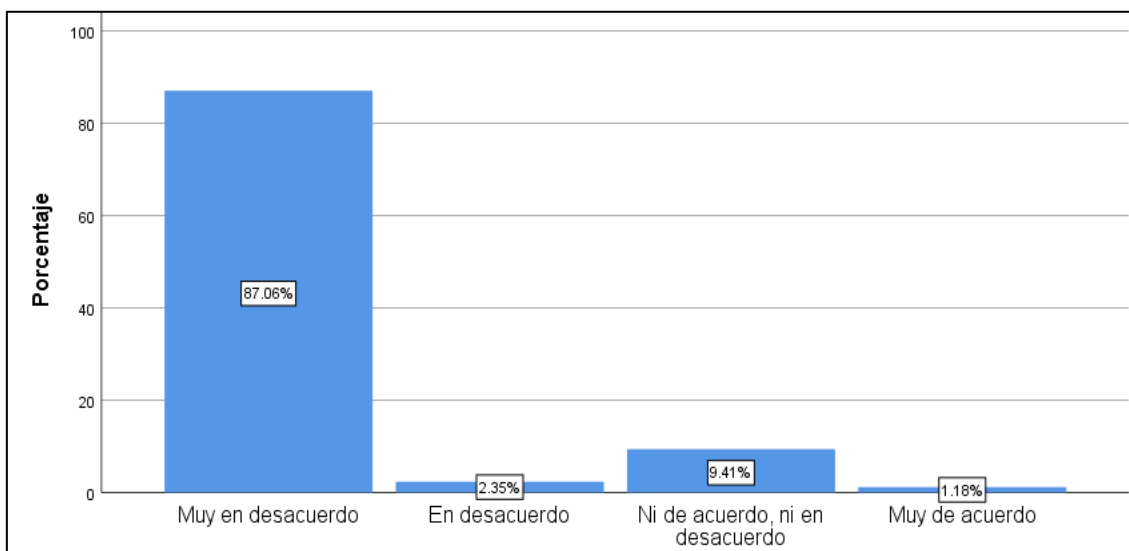
Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Tabla 6. *Usted está de acuerdo en considerar que el sistema de drenaje de las aguas lluvias está diseñado para evacuar eficientemente altos índices de caudales.*

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy en desacuerdo	152	87.1	87.1	87.1
En desacuerdo	4	2.4	2.4	89.4
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	17	9.4	9.4	98.8
Muy de acuerdo	2	1.2	1.2	100.0
Total	175	100.0	100.0	

Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Gráfico 5. *Ilustración de la Pregunta 5.*

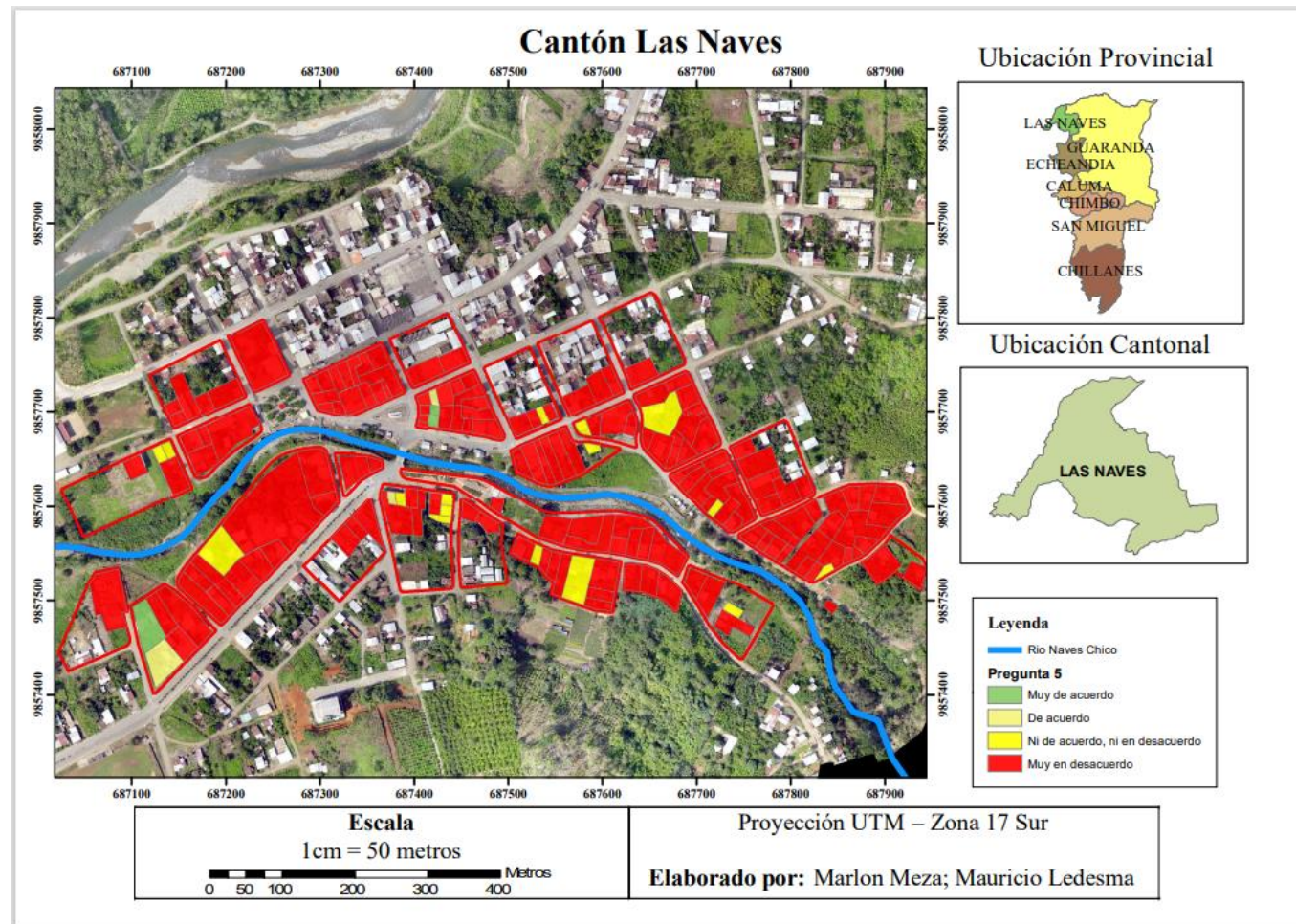


Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Análisis

De acuerdo a la tabla 6 se observan los resultados obtenidos sobre los sistemas de drenaje para la evacuación de las aguas lluvias. La opción muy en desacuerdo obtuvo el 87%, la opción ni de acuerdo ni en desacuerdo el 9%, la opción en desacuerdo el 2% y la opción muy de acuerdo el 1%. La mayoría de las personas consideran que en el cantón no existe un sistema de drenaje adecuado para evacuar el agua lluvia, y esto se puede evidenciar en épocas invernales con la acumulación del agua en las avenidas principales del cantón, sumado a esto la falta de concientización de la población al obstruir las alcantarillas con la acumulación de desechos sólidos.

Mapa 5. Usted está de acuerdo en considerar que el sistema de drenaje de las aguas lluvias está diseñado para evacuar eficientemente altos índices de caudales.



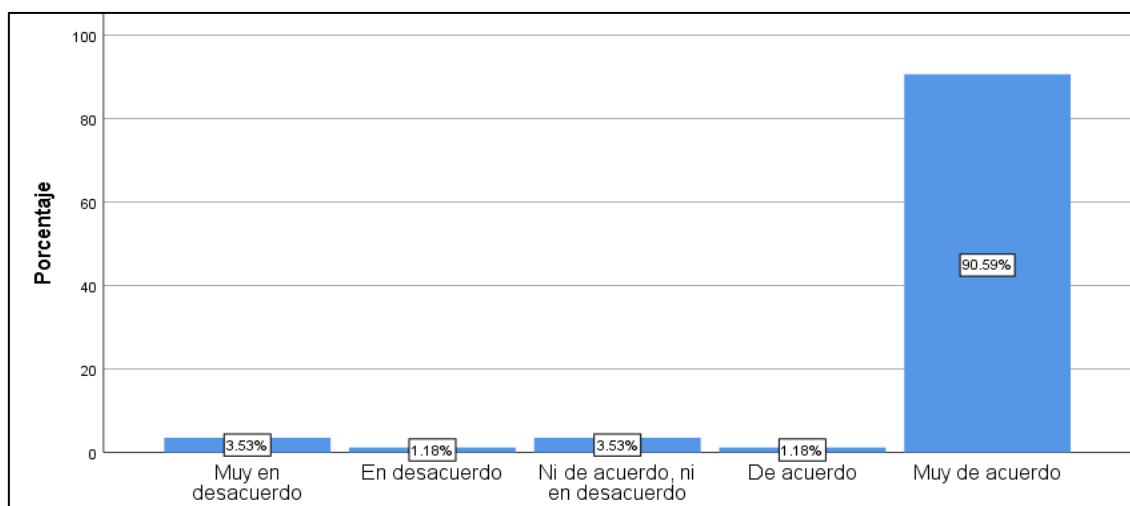
Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Tabla 7. Está de acuerdo que los organismos de respuesta realicen capacitaciones permanentes ante el riesgo de inundaciones en el sector.

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy en desacuerdo	6	3.5	3.5	3.5
En desacuerdo	2	1.2	1.2	4.7
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	6	3.5	3.5	8.2
De acuerdo	2	1.2	1.2	9.4
Muy de acuerdo	159	90.6	90.6	100.0
Total	175	100.0	100.0	

Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Gráfico 6. Ilustración de la Pregunta 6.

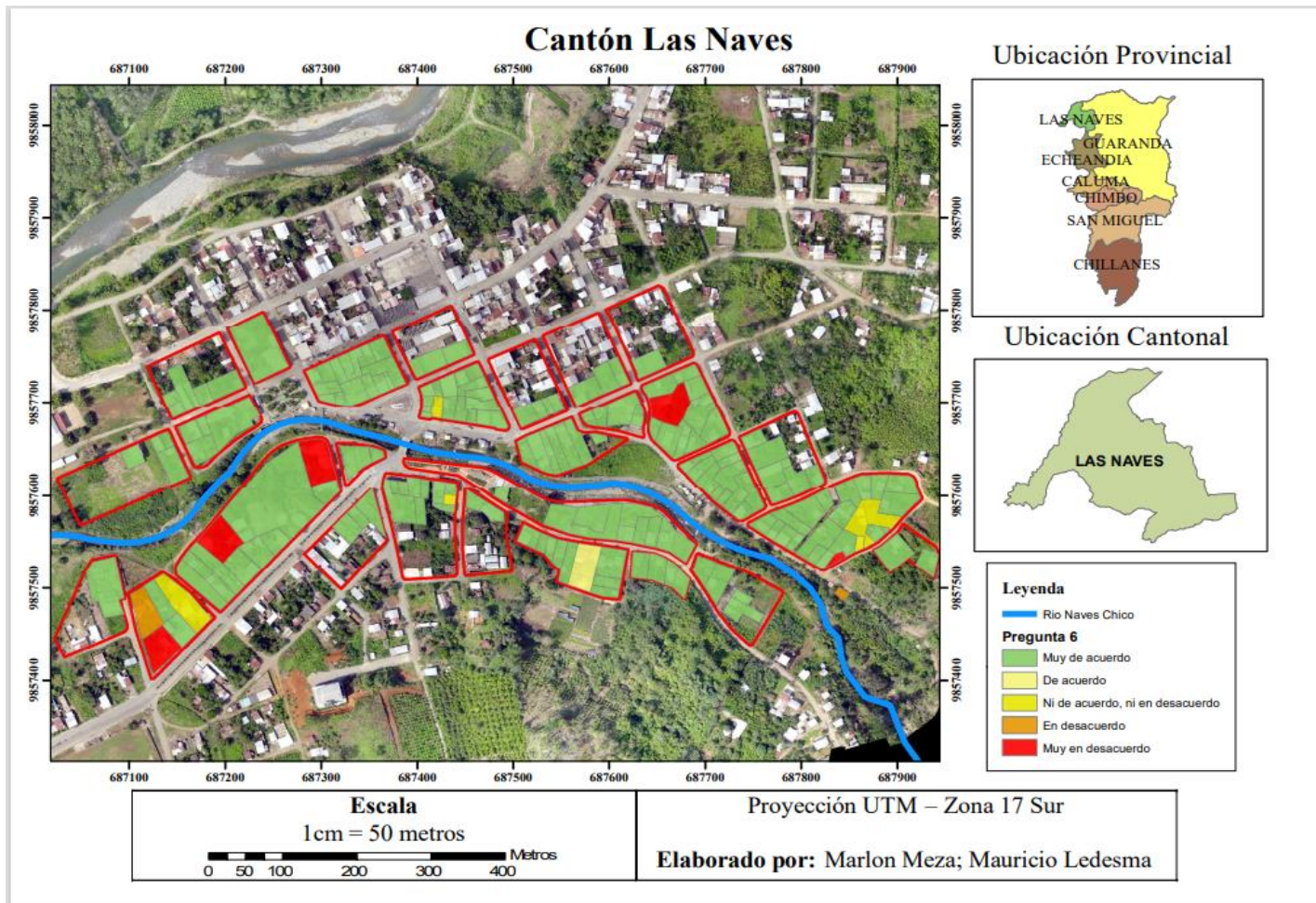


Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Análisis

En la tabla 7 se muestran los resultados obtenidos sobre la importancia de las capacitaciones a la ciudadanía ante el riesgo de inundaciones. La opción muy de acuerdo obtuvo el 91%, la opción ni de acuerdo ni en desacuerdo el 3%, y la opción de acuerdo el 1%. Como se observa, casi todos los encuestados consideran que es fundamental las capacitaciones en los sectores vulnerables hacia inundaciones, sin embargo, manifiestan que no existen capacitaciones continuas y socialización con la comunidad sobre los planes de emergencia ante inundaciones, lo cual ha limitado su capacidad de respuesta para enfrentar dicho evento.

Mapa 6. Está de acuerdo que los organismos de respuesta realicen capacitaciones permanentes ante el riesgo de inundaciones en el sector.



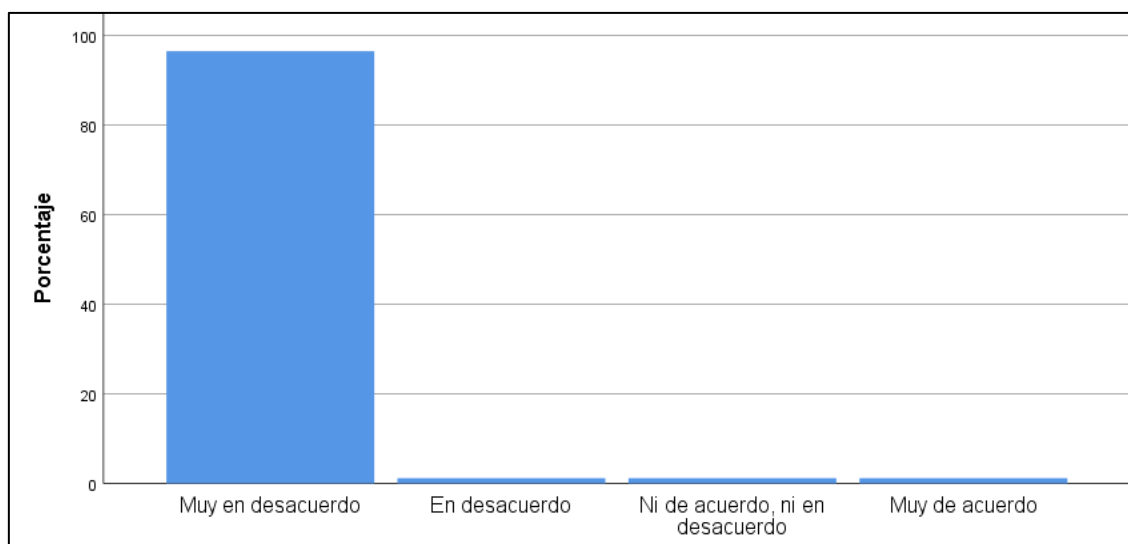
Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Tabla 8. Está de acuerdo que, en el PDyOT del cantón, presenta los suficientes proyectos enfocados en la reducción de riesgos por inundación.

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy en desacuerdo	169	96.5	96.5	96.5
En desacuerdo	2	1.2	1.2	97.6
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	2	1.2	1.2	98.8
Muy de acuerdo	2	1.2	1.2	100.0
Total	175	100.0	100.0	

Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Gráfico 7. Ilustración de la Pregunta 7.

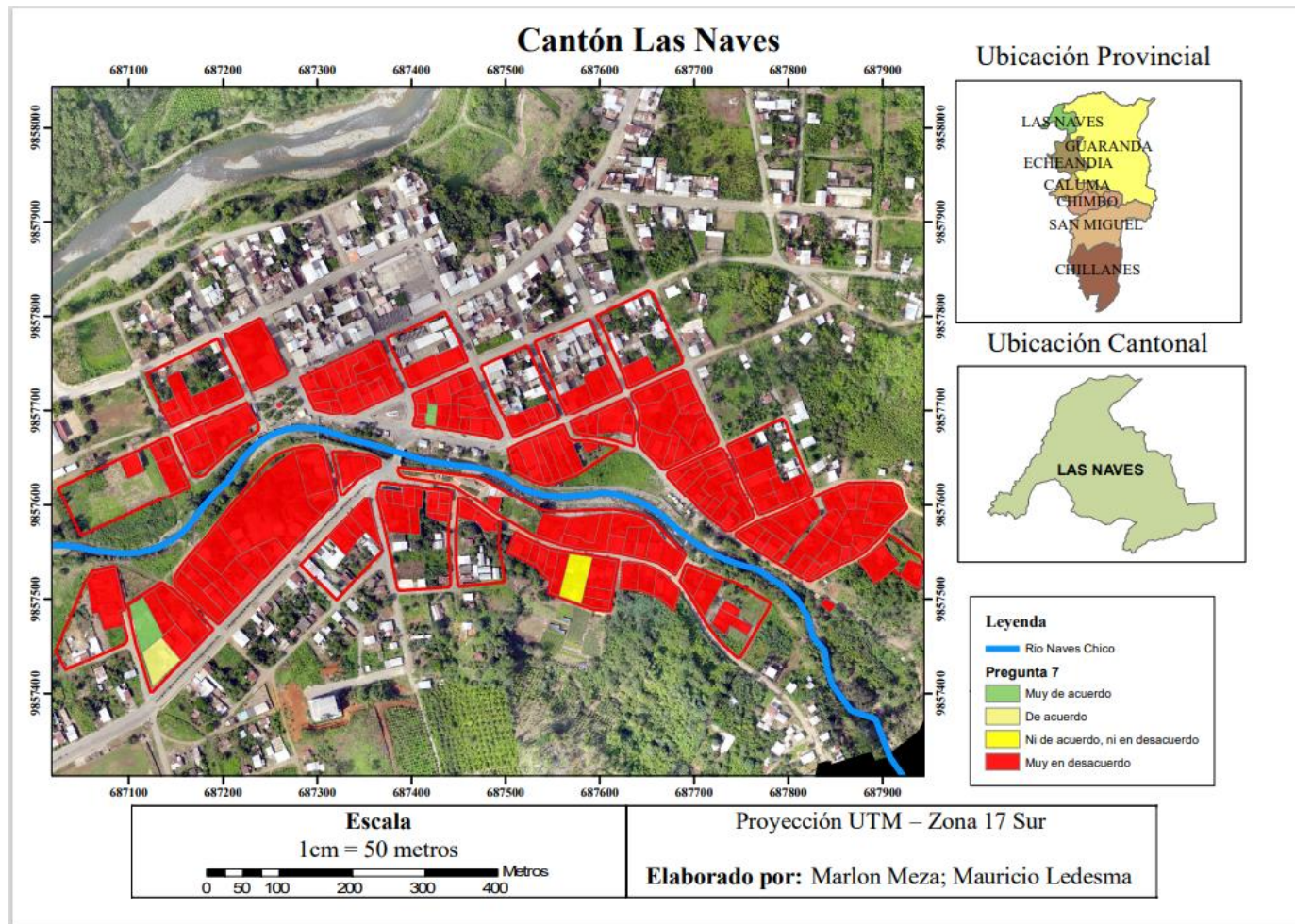


Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Análisis

En la tabla 7 se observan los porcentajes obtenidos sobre el conocimiento que posee la población sobre proyectos enfocados en la reducción de riesgo por inundación. La opción muy en desacuerdo obtuvo el 97%, la opción en desacuerdo el 1%, la opción ni de acuerdo ni en desacuerdo el 1%, la opción muy de acuerdo el 1%. La mayoría de personas desconocen los proyectos ejecutados por el GAD Cantonal, esto debido a que el PDyOT no ha sido socializado con la comunidad, lo cual es indispensable que exista una participación ciudadana en la toma de decisiones de las autoridades, para conocer la realidad del problema e implementar acciones correctas que beneficien a sectores más vulnerables ante el riesgo de inundaciones.

Mapa 7. Está de acuerdo que, en el PDyOT del cantón, presenta los suficientes proyectos enfocados en la reducción de riesgos por inundación.



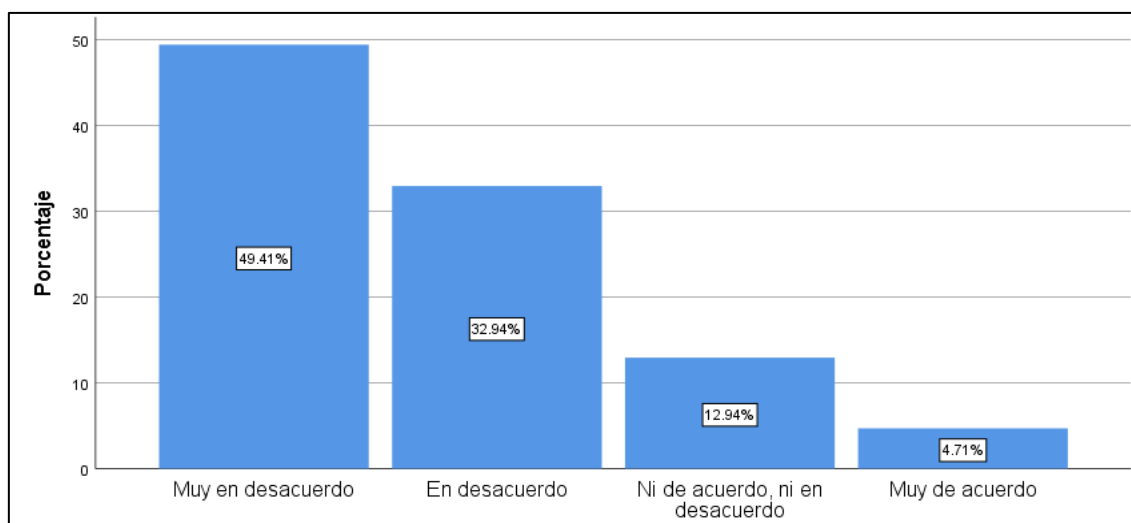
Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Tabla 9. *Usted concuerda en que, los organismos de respuesta poseen información que permita tomar decisiones asertivas fundamentadas en estudios técnicos.*

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy en desacuerdo	86	49.4	49.4	49.4
En desacuerdo	58	32.9	32.9	82.4
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	23	12.9	12.9	95.3
Muy de acuerdo	8	4.7	4.7	100.0
Total	175	100.0	100.0	

Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Gráfico 8. *Ilustración de la Pregunta 8.*

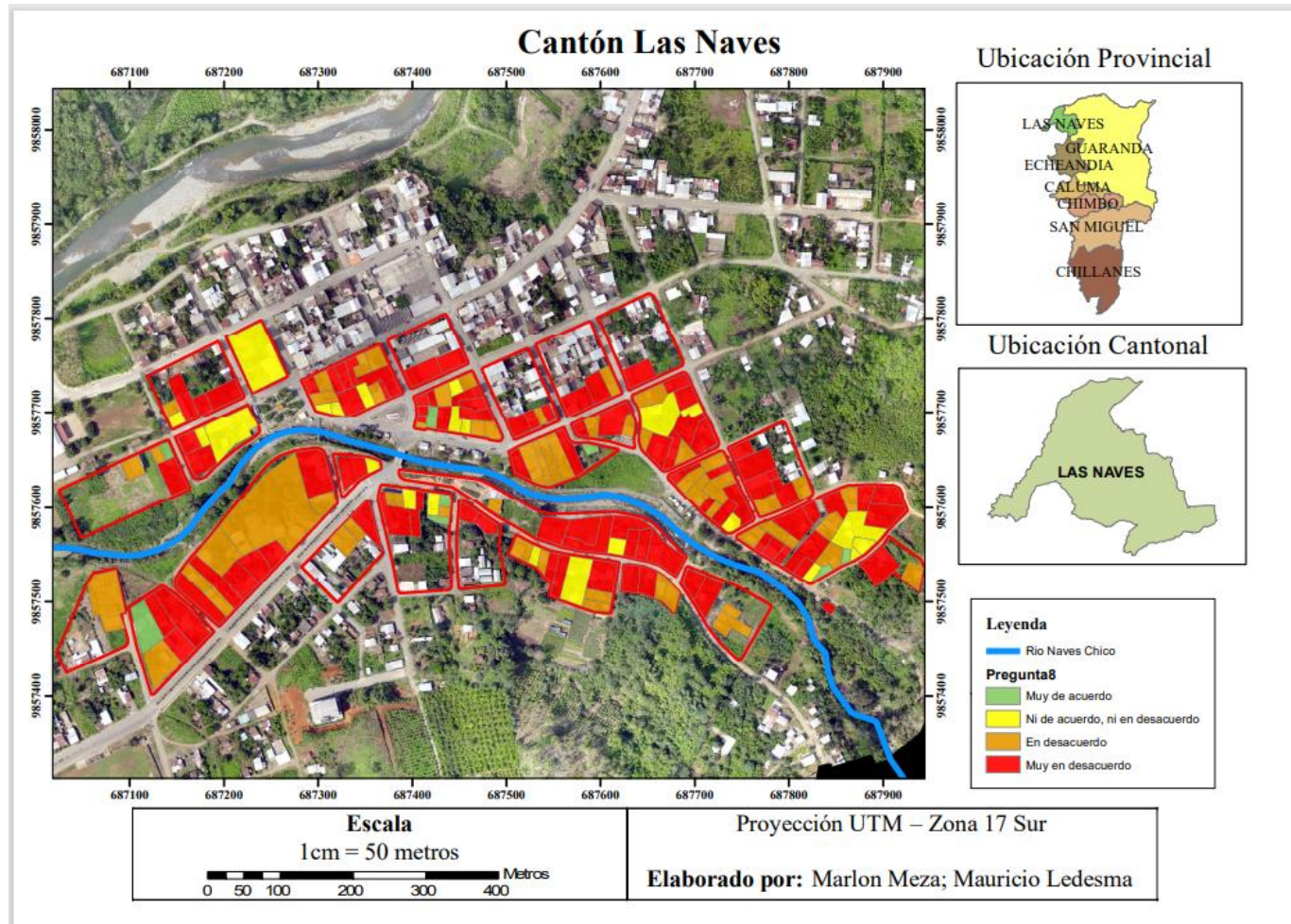


Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Análisis

En la tabla 9 se muestran los porcentajes obtenidos sobre la información que posee el GAD para tomar decisiones asertivas en estudios técnicos. La opción muy en desacuerdo representa el 49%, la opción en desacuerdo el 33%, la opción ni de acuerdo ni en desacuerdo el 13% y a opción muy de acuerdo el 5%. La mayoría de los encuestados consideran que el GAD cantonal, no posee información pertinente para tomar decisiones asertivas, ya que hasta la actualidad no se han efectuado estudios técnicos de ingeniería, para mitigar el riesgo de inundación, además, la falta de presupuesto por parte de la institución, ha limitado la implementación de obras de mitigación para mejorar la calidad de vida de los habitantes más vulnerables.

Mapa 8. Usted concuerda en que, los organismos de respuesta poseen información que permita tomar decisiones asertivas fundamentadas en estudios técnicos.



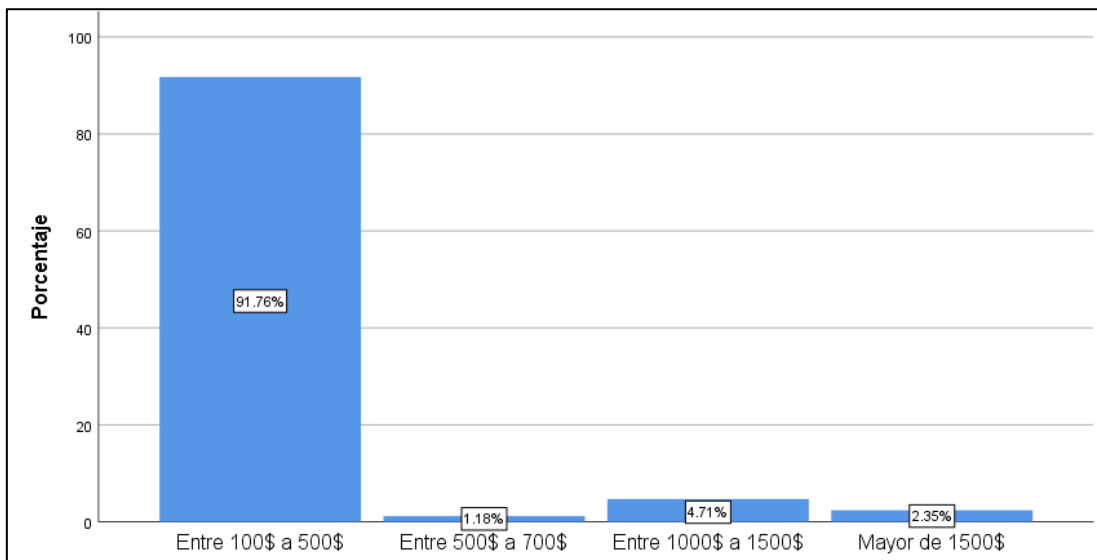
Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Tabla 10. En que rango ubica usted las pérdidas económicas que ha sufrido a causa de una inundación.

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Entre 100\$ a 500\$	161	91.8	91.8	91.8
Entre 500\$ a 700\$	2	1.2	1.2	92.9
Entre 1000\$ a 1500\$	8	4.7	4.7	97.6
Mayor de 1500\$	4	2.4	2.4	100.0
Total	175	100.0	100.0	

Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Gráfico 9. Ilustración de la Pregunta 9.

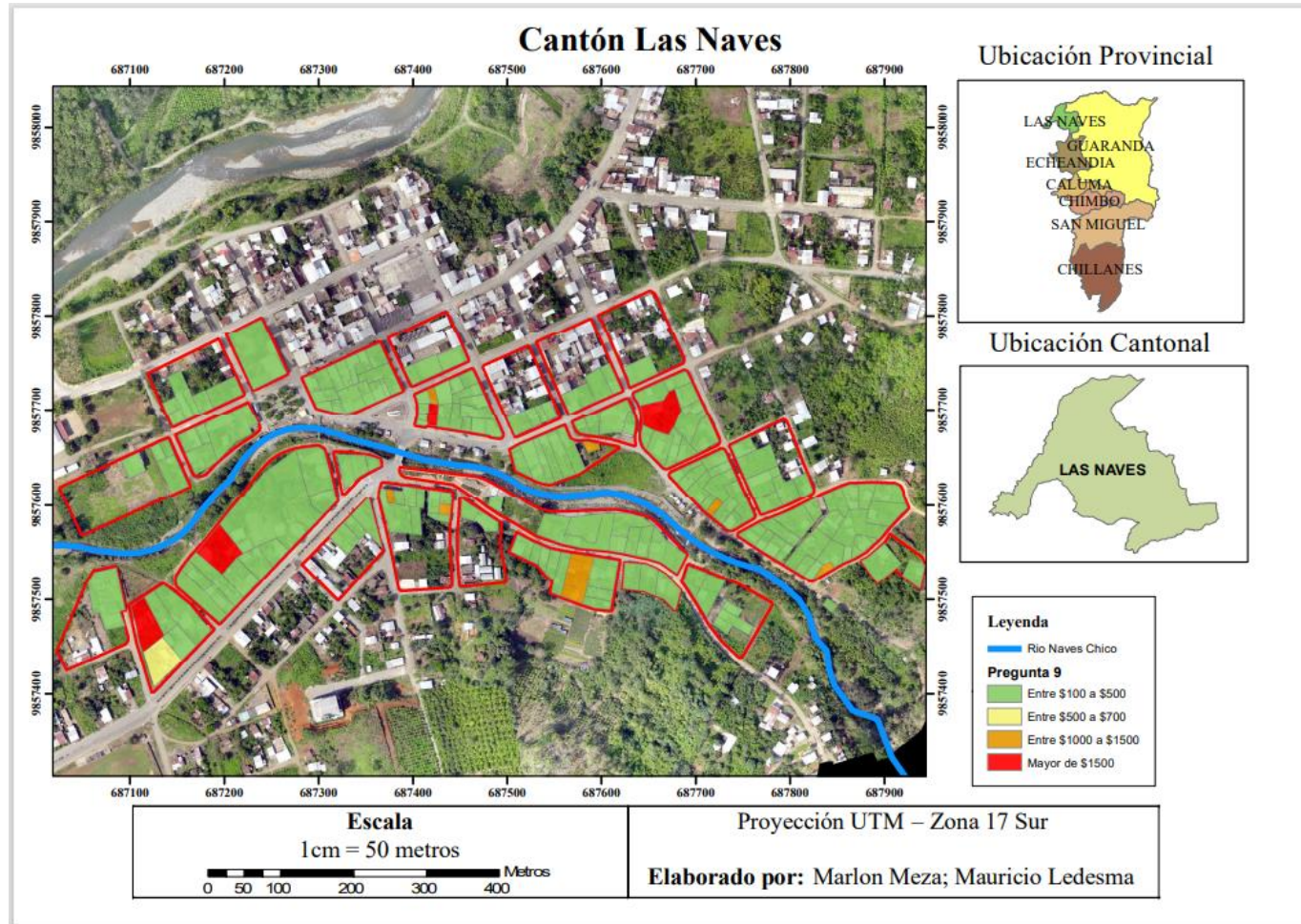


Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Análisis

En la tabla 10 se muestran los porcentajes obtenidos sobre las pérdidas económicas que ha provocado las inundaciones. El 92% consideran que han perdido entre 100\$ a 500\$, el 5% han perdido entre 1000\$ y 1500\$, el 2% han perdido más de 1500\$ y el 1% entre 500\$ a 700\$. Las pérdidas económicas que ha provocado las inundaciones son representativas, ya que cada año deben efectuar reparaciones en sus edificaciones debido a las afectaciones que sufren por el aumento del caudal.

Mapa 9. En que rango ubica usted las pérdidas económicas que ha sufrido a causa de una inundación.



Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Tabla 11. Resultados de las entrevistas ejecutadas a las viviendas ubicadas en las riberas del río Naves Chico.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8		P9
Respuesta	Viviendas entrevistadas								Respuesta	Viviendas entrevistadas
Muy de acuerdo	78	76	4	2	2	159	2	8	Entre 100\$ a 500\$	161
De acuerdo	66	72	2	0	0	2	0	0	Entre 500\$ a 700\$	2
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	10	12	8	10	17	6	2	23	Entre 700\$ a 1000\$	0
En desacuerdo	2	2	2	2	4	2	2	58	Entre 1000\$ a 1500\$	8
Muy en desacuerdo	19	12	156	161	152	6	169	86	Mayor a 1500\$	4
Sub total	175	175	175	175	175	175	175	175		175

P1: Está de acuerdo en que cada año en la época invernal el río representa una amenaza para su vivienda.

P2: Usted está de acuerdo en que, al menos una vez en cada época invernal el río se desborda de su cauce y ocasiona daños a infraestructuras.

P3: Estaría de acuerdo en calificar como eficientes las acciones ejecutadas por las autoridades para mitigar las inundaciones.

P4: Usted considera efectivas a las acciones de respuesta que ejecutan las autoridades para atender las inundaciones.

P5: Usted está de acuerdo en considerar que el sistema de drenaje de las aguas lluvias está diseñado para evacuar eficientemente altos índices de caudales.

P6: Está de acuerdo en que, los organismos de respuesta realicen capacitaciones permanentes ante el riesgo de inundaciones en el sector.

P7: Está de acuerdo que, en el PDyOT del cantón, presenta los suficientes proyectos enfocados en la reducción de riesgos por inundación.

P8: Usted concuerda en que, los organismos de respuesta poseen información que permita tomar decisiones asertivas fundamentadas en estudios técnicos.

P9: En que rango ubica usted las pérdidas económicas que ha sufrido a causa de una inundación.

Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Diagnóstico a la población con respecto a su experiencia con las inundaciones en la época invernal

De acuerdo a las encuestas realizadas a la población se concluyó que, las épocas invernales provocan el aumento del caudal del río, lo cual ha provocado una amenaza inminente para las familias que se encuentran situados a orillas de los ríos Naves Chico y Suquibí, además, la mayoría de los habitantes manifiestan que en épocas invernales las viviendas se ven afectadas debido al aumento del cauce, lo cual consideran muy necesario la construcción de muros de contención para evitar más daños en las edificaciones, así mismo, consideran que no se han efectuado obras de ingeniería para disminuir las inundaciones en el cantón, lo cual ha afectado su calidad de vida y el riesgo de sufrir los estragos provocados por el aumento del caudal del río.

También, consideran que es fundamental las capacitaciones en los sectores vulnerables hacia inundaciones, sin embargo, manifiestan que no existen capacitaciones continuas y socialización con la comunidad sobre los planes de emergencia ante inundaciones, lo cual ha limitado su capacidad de respuesta para enfrentar dicho evento.

Diagnóstico del impacto económico ocasionado por las inundaciones

De acuerdo con los datos arrojados el 92% de la población entrevistada señalan que han sufrido pérdidas económicas a causa de las inundaciones que van desde los \$100 hasta los \$500, por lo tanto, aunque la perdidas sean relativamente bajas, el 85% de la población de estudio afirmo que, al menos una vez al año se desborda el río de su cauce en la época invernal, así que esta recurrencia de eventos, más las pérdidas que sufren a causa de este fenómeno, se evidencia que las inundaciones si tienen un impacto económico en la economía familiar de las viviendas que viven cerca de la ribera del río Naves Chico.

Diagnóstico de los sistemas de protección ante inundaciones

Según la perspectiva de la ciudadanía, el 89% considera que el cantón no dispone de un buen sistema de protección como lo es, de un sistema de drenaje adecuado para evacuar el agua lluvia. Dichos resultados se asemejan a los obtenidos por Sánchez (2019) en donde evidenció que el 80% de las personas consideraron que los sistemas de drenaje no estaban aptos para su respectiva evacuación, sumado a esto la falta de concientización de las personas, para un manejo adecuado de los desechos sólidos.

Además, consideran que las autoridades de turno, no establecen acciones para disminuir el riesgo ante inundaciones, además, manifiestan que no se ha socializado con la comunidad para fortalecer su capacidad de respuesta. Por otra parte, la mayoría de las personas consideran que en el cantón no existe un sistema de drenaje adecuado para evacuar el agua lluvia, y esto se puede evidenciar en épocas invernales con la acumulación del agua en las avenidas principales del cantón, sumado a esto la falta de concientización de la población al obstruir las alcantarillas con la acumulación de desechos sólidos.

De acuerdo a los resultados obtenidos se pudo evidenciar que el 94% de la población consideran que no se han efectuado obras de ingeniería para disminuir las inundaciones en el cantón. Dichos resultados se asemejan a los obtenidos por García (2018) en la cual evidenció que el 86% de las personas manifestaron que carecen de obras de mitigación para disminuir el riesgo de inundación (Cartaya Ríos & Mantuano Eduarte, 2016).

Así mismo, el 93% creen que las autoridades de turno no establecen acciones para disminuir el riesgo presente y no ha existido una socialización con la comunidad para fortalecer su capacidad de respuesta. Estos resultados tienen similitud con los obtenidos por Haro (2019) en la cual el 85% de la población afirmó que las autoridades competentes no han socializado con la comunidad, lo cual ha ocasionado una deficiencia en las acciones de respuesta para enfrentar el evento (Cartaya & Mantuano, 2016).

La mayoría de personas desconocen los proyectos ejecutados por el GAD Cantonal, esto debido a que el PDyOT no ha sido socializado con la comunidad, lo cual es indispensable que exista una participación ciudadana en la toma de decisiones de las autoridades, para conocer la realidad del problema e implementar acciones correctas que beneficien a sectores más vulnerables ante el riesgo de inundaciones.

Según su criterio consideran que los sistemas de protección, como los organismos de respuestas, no poseen información pertinente para tomar decisiones asertivas, ya que hasta la actualidad no se han efectuado estudios técnicos de ingeniería, para mitigar el riesgo de inundación, además, la falta de presupuesto por parte de la institución, ha limitado la implementación de obras de mitigación para mejorar la calidad de vida de los habitantes más vulnerables. Las pérdidas económicas que ha provocado las inundaciones son representativas, ya que cada año deben efectuar reparaciones en sus edificaciones debido a las afectaciones que sufren por el aumento del caudal.

4.3 Resultados según objetivo 3: Proponer medidas de adaptación y estrategias de mitigación, que reduzcan los niveles de vulnerabilidad en las zonas susceptibles ante inundaciones en la cabecera cantonal del cantón Las Naves.

Con la finalidad de reducir la susceptibilidad a inundaciones, vamos a proponer diferentes medidas de adaptación y así formular estrategias de mitigación, que serán de ayuda para reducir la amenaza de inundaciones, también busca fortalecer las capacidades sociales e institucionales, para una mejor respuesta ante estos eventos adversos y busca crear una cultura colectiva ciudadana encaminada en el respeto a la naturaleza, como al espacio que se forma alrededor de las riberas y concientizar a la población en el cuidado y mantenimiento de los sistemas de drenaje, para que no existan taponamientos en la época invernal.

Medidas estructurales

Las medidas estructurales consisten en cualquier construcción para reducir o evitar posibles impactos de inundaciones, lo que incluye medidas ingenieriles y construcción de estructuras resistentes a las amenazas y de protección. (Escuder Matheu, 2010)

Medidas no estructurales

Cualquier medida que no suponga una construcción física y que utiliza el conocimiento, las prácticas o los acuerdos existentes para reducir el riesgo y sus impactos, especialmente a través de políticas y leyes, una mayor concientización pública, la capacitación y la educación. (UNISDR, 2009)

Medidas ambientales

Son un conjunto de acciones para prevención, control, restauración y compensación de los impactos ambientales que ayuden a mitigar el riesgo por inundaciones y como igual una política para el uso responsable de los recursos naturales y evitar la deforestación.

Estrategias de mitigación			
Medidas	Obras de mitigación	Estrategias a implementar	Actores involucrados
Estructurales	Muros de contención	Se debe implementar más muros de contención, que complementen los muros de gaviones que ya existen, basándose en las zonas más vulnerables, acorde la simulación del modelo de inundación, ya que los muros presentan una elevada resistencia, por lo tanto, pueden soportar la presión y aumento del caudal de los ríos. Además, su construcción es factible y evitará el desbordamiento de los ríos Naves Chico y Suquibí.	GAD Cantonal de las Naves SNGRE Comunidad
	Dragado del afluente	Es muy importante que se realice un dragado del río, para evitar que el curso normal del flujo de la cuenca se vea obstaculizada, este trabajo se lo debe hacer en las zonas que presenten mayor acumulación de sedimentación, ya que en estas partes se forman los “cuellos de botellas” que se caracterizan por limitar la capacidad del río para fluir naturalmente, lo cual provocan un aumento del nivel de cauce excediendo sus riberas en la época invernal. Por ende, con	GAD Cantonal de las Naves SNGRE Comunidad

		esta obra de mitigación se podrá preservar su flujo natural y disminuir el desbordamiento del río.	
No estructurales	Gestión y control del crecimiento desordenado en el cantón	Es indispensable que por medio de la ordenanza municipal del Cantón las Naves, delimite crecimiento físico-espacial del área urbana, se prohíba la construcción de nuevas edificaciones en zonas de riesgos a inundaciones, también es importante sociabilizar con las personas más vulnerables para llegar a un acuerdo y que sean reubicados, para ellos será necesario efectuar un inventario de las viviendas existentes en zonas de riesgos, determinando su tipología constructiva, estado de la vivienda, número de personas y fuentes de ingresos, al momento de su reubicación se debe considerar que los sitios cumplan con los requisitos urbanísticos óptimos y los servicios básicos necesarios.	GAD Cantonal de las Naves SNGRE Comunidad
	Sistemas de Alertas Comunitarias ante Riesgos de Desastres.	Es necesario implementar sistemas comunitarios de alerta temprana, en lugares estratégicos en base al modelo de inundación hecho en IRIC, esta acción es muy factible y viable, debido a que tienden a ser simples y de bajo costo, caracterizados por el uso de equipos de baja tecnología, el cual son operados por miembros de	GAD Cantonal de Las Naves SNGRE Comunidad

la comunidad, estos se encargan de observar y monitorear los fenómenos meteorológicos, así como emitir las alertas. Los STA ante inundaciones se basan en la participación activa de los voluntarios de las comunidades que viven en la zona donde el sistema de alerta temprana opera. Los voluntarios no son sólo activos en los esfuerzos de respuesta, sino que también participan en la prevención y mitigación, es mejor que las autoridades locales y la población participen en la implementación del sistema de alerta temprana ante inundaciones, puesto que se observa un mayor sentido de pertenencia y una mejor comprensión.

Fortalecer la capacidad de respuesta de la comunidad

Es importante que se realice capacitaciones continuas en la comunidad, puesto que debe existir una participación ciudadana para la toma de decisiones de los organismos competentes, por lo tanto, a través del GAD municipal y la SNGRE se debe realizar planes comunitarios de gestión de riesgos, simulacros continuos y talleres de reducción de riesgos ante inundaciones, de esta manera la comunidad se podrá preparar de forma eficiente para que puedan

GAD Cantonal de las Naves
SNGRE
Comunidad

		enfrentar y adaptarse a los efectos negativos de un desastre, utilizando los medios locales que dispongan	
Ambientales	Limpieza y mantenimiento en los sistemas de drenaje	Es indispensable que la ciudadanía en conjunto con el GAD Cantonal realice la limpieza de basuras, sedimentos y escombros que se encuentran acumulados en las alcantarillas. Es de vital importancia mantener limpios los sistemas de alcantarillado, debido a que su acumulación puede obstaculizar la evacuación de las aguas lluvias, por lo tanto, Es importante que las operaciones se coordinen de forma adecuada, para que los sólidos fétidos estén expuestos en el área de extracción el menor tiempo posible, y posteriormente enviarlos a rellenos sanitarios para evitar malos olores	GAD Cantonal de las Naves SNGRE Comunidad
	Gestión integrada para mitigar la deforestación de las cuencas hidrográficas	Es importante incorporar la importancia del cuidado de las cuencas hidrográficas, puesto que juegan un papel importante en los ríos, esto debido a que estas se encargan de suministrar el agua dulce, regulando el flujo y la calidad de la misma, sin embargo, al existir deforestación, se pierde la cubierta del bosque y el agua fluye rápidamente hacia los arroyos, especialmente en épocas invernales, lo cual ocasiona un aumento del caudal en las partes bajas	GAD Cantonal de las Naves SNGRE Comunidad

provocando inundaciones. Por ende, se debe crear un cuerpo de protección de bosques, capacitar a las brigadas en técnicas de reforestación y conservación de suelos, capacitar al cuerpo de protección en temas relacionados con leyes ambientales, acciones de conservación y manejo de bosques, de esta manera se podrá evitar las inundaciones en la parte baja de los ríos, puesto que ayudará a regular el flujo normal de los mismos

Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Fuente: Estrategias de mitigación ante inundaciones

CAPÍTULO V:

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Comprobación de Hipótesis.

En nuestra hipótesis de trabajo, hemos señalado lo siguiente:

¿La identificación de las zonas susceptibles a inundaciones en la época invernal, permitirá saber el nivel de vulnerabilidad de las viviendas, dentro la cabecera cantonal del Cantón Las Naves?

La identificación de las zonas susceptibles permitió conocer el nivel de vulnerabilidad de acuerdo con la altura del agua alcanzada en las viviendas cerca de la ribera del río Naves Chico, como consecuencia la hipótesis de trabajo es efectiva, ya que podemos observar los resultados a través de las evidencias, cuáles son las zonas susceptibles ante una inundación dentro del cantón en la época invernal. Por lo cual la hipótesis queda comprobada, y el presente trabajo quedara como instrumento para futuras tomas de decisiones, proyectos de prevención y estrategias de mitigación.

5.2 Conclusiones

- El modelo IRIC permitió de manera espacial, apreciar el alcance y las posibles áreas afectadas durante una posible afectación, aunque su área no cubre en su totalidad los predios urbanos, es importante conocer que la topografía, los niveles de caudal, las condiciones litológicas del lecho del río, además las medidas de protección son factores que predeterminan el nivel de daño que pudiese existir en la parte urbana en caso de una inundación, la zona de influencia tiene como un impacto directo sobre 200 viviendas ubicadas en las zonas laterales al río, además son aquellas viviendas cuya percepción del riesgo se asocia a condiciones de riesgo.
- Con las entrevistas realizadas a la ciudadanía realizamos un diagnóstico a la población según su experiencia propia frente a las inundaciones en el cantón las Naves, nos dice que la mayoría el 82% califica como amenaza a las inundaciones para su vivienda en la época invernal, así como también el 92% considera como ineficientes las obras ejecutadas para mitigar los eventos como inundaciones y el 93% considera

inadecuadas las acciones de respuestas tomadas por los organismos de respuestas.

El diagnóstico al impacto económico arrojó resultados que evidencian el impacto económico en las viviendas de 161 familias radicadas cerca de las riberas del río Naves Chico, quienes sufrieron pérdidas económicas entre \$100 y \$500 al menos una vez al año por causa de las inundaciones. Y el diagnóstico en los sistemas de protección, evidencio que el 94% de la población encuestada consideran que no se han efectuado obras de ingeniería para disminuir las inundaciones en el cantón, así mismo, el 93% creen que las autoridades de turno no establecen acciones para disminuir el riesgo presente y no ha existido una socialización con la comunidad para fortalecer su capacidad de respuesta. El 89% considera que el cantón no dispone de un sistema de drenaje adecuado para evacuar el agua lluvia, el 98% desconocen los proyectos ejecutados por el GAD Cantonal esto debido a que el PDyOT no ha sido socializado con la comunidad, por lo tanto, las pérdidas económicas que ha provocado las inundaciones son representativas, ya que cada año deben efectuar reparaciones en sus edificaciones debido a las afectaciones que sufren por el aumento del caudal.

- De acuerdo a la estrategias y medidas para disminuir el impacto de las inundaciones, se establecieron siete obras de mitigación; en las medidas estructurales se propuso la implementación de muros de gaviones de acero galvanizado, realizar un dragado del río en las zonas que presenten mayor acumulación de sedimentación, respecto a las medidas no estructurales se propuso implementar una gestión y control del crecimiento desordenado en el cantón, así mismo, se propuso la implementación de sistemas comunitarios de alerta temprana ante el riesgo de inundación y el fortalecimiento de la capacidad de respuesta de la comunidad a través de talleres y capacitaciones, respecto a las medidas ambientales se propuso la limpieza y mantenimiento en los sistemas de drenaje y una gestión integrada para mitigar la deforestación en la cuencas hidrográficas.

5.3 Recomendaciones

- Sociabilizar los resultados de esta investigación para sensibilizar a la población de la amenaza de inundaciones, también con los organismos de respuestas y así, conjuntamente generar acuerdos que mejoren la toma de decisiones basándose en documentos científicos y técnicos, y, plantear acciones para fortalecer los organismos de respuestas y reducir el nivel de vulnerabilidad en las zonas susceptibles a inundaciones.
- Incluir estudios de inundaciones permitan a las autoridades y a la ciudadanía ser conscientes del riesgo al que se encuentran expuestos, pero, a pesar de la existencia de ordenanzas que regulan la ocupación de suelo, también depende de la cultura ciudadana, el hecho de tomar en consideración las zonas en donde se asientan las nuevas construcciones, en este sentido se deben socializar a nivel cantonal sobre zonas son susceptibles a inundaciones.
- Implementar la matriz con las medidas de adaptación y mitigación, documento el cual que será entregado al GADMCLN, para que de esta forma se pueda considerar formar parte de los futuros PDyOT y así asignar un presupuesto para su consecución y no solo queden en documentos.

BIBLIOGRAFÍA

- IFRC. (2019). *Inundaciones* /. Obtenido de <https://www.ifrc.org/es/inundaciones>
- Sellers, C., & Buján, S. (2017). *EJE 07-09 Morfología interpretativa de alta resolución usando datos LiDAR en la cuenca hidrográfica del río Paute en Ecuador*. Obtenido de <https://revistas.uazuay.edu.ec/index.php/memorias/article/view/87>
- Alvarez Hernandez, G., & Delgado de la Mora, J. (2015). *Diseño de Estudios Epidemiológicos. El Estudio Transversal: Tomando una Fotografía de la Salud y la Enfermedad*. Hermosillo, Sonora - Mexico: Departamento de Medicina y Ciencias de la Salud, Universidad de Sonora.
- Barranco, L. M., & Javier Álvarez. (2020). *Cálculo del tiempo de concentración en hidrología con GRASS*. Obtenido de <https://dugidoc.udg.edu/bitstream/handle/10256/1378/C12.pdf?sequence=1>
- Bateman, A. (2007). *Hidrologia Basica Y Aplicada*. Obtenido de <https://www.upct.es/~minaeees/hidrologia.pdf>
- Bedoya y López. (2017). Modelo para el Control de Inundaciones durante el Fenómeno De "La Niña. *Revista Información tecnológica*, 45.
- Bordino, J. (2021). *Cuencas hidrográficas: qué son, tipos e importancia*. Obtenido de https://www.ecologiaverde.com/cuencas-hidrograficas-que-son-tipos-e-importancia-3334.html#anchor_2
- Borzi, G. (2018). *INFLUENCIA DE LA ACTIVIDAD ANTRÓPICA EN LA GEOHIDROLOGÍA DE LA*. Obtenido de file:///Constitución de la Republica del EcuadorC:/Users/Administrator/Downloads/Archivo_tesis_doctoral_Borzi.pdf-PDFA.pdf
- Buendía, P., & Mercedes. (2007). *El impacto social del cambio climático*. Obtenido de <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/10448>

- Cajigal, E. (2020). Metodología para el análisis de vulnerabilidad ante inundaciones. Un ejercicio emergente ante el cambio climático. *Revista Economía, Sociedad y Territorio*, 12.
- Carlos, L., & Wilk David. (2013). *Mitigación y Adaptación al Cambio Climático*. Obtenido de [https://research.fit.edu/media/site-specific/researchfitedu/coast-climate-adaptation-library/latin-america-and-caribbean/chile-peru-ecuador/Ludena--Wilk.--2012.--Mitigacion-y-Adaptacion-al-CC,-Ecuador-\[esp\].pdf](https://research.fit.edu/media/site-specific/researchfitedu/coast-climate-adaptation-library/latin-america-and-caribbean/chile-peru-ecuador/Ludena--Wilk.--2012.--Mitigacion-y-Adaptacion-al-CC,-Ecuador-[esp].pdf)
- Cepeda, L., & Estuardo, J. (2021). *Caracterización del comportamiento hidráulico del Rio Ambato el tramo comprendido entre el sector de Tilulún y el sector de las Viñas desde el Km 12+00 AL Km 16+00 utilizando un modelo matemático*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/32023>
- Comunidad Andina secretaria general . (2018). Obtenido de <https://www.comunidadandina.org/StaticFiles/202012149299DimensionEconomicaSocial2020.pdf>
- Constitución de la Republica del Ecuador. (2008). *Constitución 2008*.
- CONSULCAP. (2020). PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTÓN LAS NAVES. En CONSULCAP, *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTÓN LAS NAVES* (pág. 3). Las Naves.
- Desastres, S. P. (2008). *Socorros y Operaciones en Desastres*. Obtenido de https://www.paho.org/disasters/dmdocuments/ECU_inundaCRE_21febrero08.doc.pdf
- Dolz, J., & Gómez, M. (31 de Marzo de 1994). *Agua pluviales en zonas urbanas y del estudio Hidráulico de las redes de colectores*. Obtenido de Agua pluviales en zonas urbanas y del estudio Hidráulico de las redes de colectores:
<http://polipapers.upv.es/index.php/IA/article/view/2631/2614>
- Eduardo, S., & Murillo Andrés. (2020). *Propuesta de un sistema de alerta temprana ante riesgos de inundaciones en la zona urbana del cantón*

- Milagro, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/51198>
- Emergencia, S. N. (2014). *8 familias evacuadas por efectos de las fuertes precipitaciones en el sector Las Naves – Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias*. Obtenido de <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/8-familias-evacuadas-por-efectos-de-la-fuerte-temporada-invernal-en-las-naves/>
- Eraso, M. (2018). Gestión del riesgo hídrico en comunidades vulnerables. Inundaciones en el arroyo El Cardalito, Mar del Plata, Buenos Aires. *Revista Universitaria de Geografía*, 31.
- Escuder Matheu, I. E. (2010). *Análisis y evaluación de riesgos de inundación: estimación del impacto de medidas estructurales y no estructurales*. España: Universidad Politécnica de Valencia.
- Espinoza Freire, E. E. (2018). *La hipótesis de la investigación*. Machala: MENDIVE.
- EUROsociAL. (2015). *Programa para cohesión social en América Latina*. Obtenido de http://sia.eurosociasocial-ii.eu/files/docs/1447416430-informe_grupos%20vulnerables.pdf
- FAO. (1997). *Guía para el fortalecimiento de capacidades*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/cb8579es/cb8579es.pdf>
- Fernandez, A. (2014). *Modelo Digital de Elevación*. Obtenido de https://volaya.github.io/libro-sig/chapters/Fundamentos_cartograficos.html
- Franco, L. (2017). Respuestas y propuestas ante el riesgo de inundación de las ciudades colombianas. *Revista de Ingeniería*, 12.
- Franco, L. S. (Mayo de 2021). *Plan de Ordenamiento Territorial Departamental y Plan de Desarrollo Valle*. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/35078/2021lorenavelasco.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Función Ejecutiva presidencia del Ecuador. (2012). Función Ejecutiva presidencia del Ecuador 2012.
- Gajardo, E. (2020). *VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LÍNEAS VITALES E INSTALACIONES CRÍTICAS*. Obtenido de <http://www.funvisis.gob.ve/old/archivos/www/terremoto/Papers/Doc033/doc033.htm#:~:text=Se%20definen%20como%201%C3%ADneas%20vitales,%2C%20sistemas%20de%20transporte%2C%20etc.>
- García. (2019). *Tipos de Inundación | EcoExploratorio: Museo de Ciencias de Puerto Rico*. Obtenido de <https://ecoexploratorio.org/amenazas-naturales/inundaciones/tipos-de-inundacion/>
- García, F. (2018). Riesgos de inundaciones en las zonas subtropicas de la Provincia Bolívar. *Revista Ciencias e Investigación* , 23.
- García, G. (2018). Implementación de obras de mitigación para disminuir las inundaciones en las zonas costeras . *Revista Tecnología y Ciencia del Agua*, 22.
- Gaspari , F. J., Rodríguez, A. M., & Senisterra, G. E. (2013). Elementos metodológicos para el manejo de cuencas hidrográficas. En F. J. Gaspari, *Elementos metodológicos para el manejo de cuencas hidrográficas* (pág. 11). Buenos Aires: Editorial de la Universidad de La Plata .
- Genovez, G. (2018). *Análisis de precipitaciones y elaboración de hietogramas de*. Obtenido de <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/8278/1/14001.pdf>
- Geovanny, D., & Genovez Muñoz. (2018). *Análisis de precipitaciones y elaboración de hietogramas de diseño para la ciudad de Cuenca*. Obtenido de <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/8278>
- Haro, A. (2019). Medidas estructurales y no estructurales para disminuir el riesgo de inundación. *Revista Política y Cultura*, 30.
- Hermann , E., & Prunes, E. (27 de Marzo de 2022). *¿Que es el agua subterranea y por que es importante?* Obtenido de *¿Que es el agua subterranea y por que es importante?:* <https://www.worldwildlife.org/descubre-wwf/historias/que-es-el-agua-subterranea-y-por-que-es-tan->

Cacatachi, provincia de San Martín, región San Martín. Obtenido de file:///C:/Users/Administrator/Downloads/ING.%20CIVIL%20-%20Julinho%20Pezo%20Ru%C3%ADz.pdf

Juncosa. (2005). *ESCORRENTÍA.* Obtenido de http://caminos.udc.es/info/asignaturas/grado_itop/415/pdfs/Capitulo5.pdf

Loja Carvajal, G. P. (2019). *Evaluación del nivel de riesgo, amenazas y vulnerabilidades de la Unidad Educativa “Rincón del Saber” del Distrito Metropolitano de Quito en el período julio-diciembre de 2017.* Quito.

López, J. (2017). Estrategias de mitigación y control de inundaciones y aludes torrenciales en el Estado Vargas y en el Valle de Caracas. *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, 31.

Lorenzon, E. (2020). *Sistemas y organizaciones.* Obtenido de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/99629/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Luckner, N., & Planas, J. (2020). *CAUSAS Y SOLUCIONES PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES EN LA CIUDAD DE PORT DE PAIX, DEPARTAMENTO DEL NOROESTE, REPUBLICA DE HAITÍ.* Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/1813/181365138004/html/>

Mena, C., & Lauro, P. (2015). *Evaluación de Modelos Digitales de Elevación usando datos LiDAR e imágenes satelitales.* Obtenido de <https://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/20.500.11962/20778/1/CangoMena%20Lauro%20Patricio..pdf>

Ministerio de Inclusión Económica y Social . (2022). *La Mochila de Emergencia: un elemento indispensable en caso de desastre.* Obtenido de <https://www.inclusion.gob.ec/la-mochila-de-emergencia-un-elemento-indispensable-en-caso-de-desastre/>

Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2020). *Microcuencas* . Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/gestion-integral-del-recurso-hidrico/microcuencas/>

- Montalvo, R., & Francisco Javier. (2014). *Bases de diseño hidráulico para los encauzamientos o canalizaciones de ríos*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2592>
- Moscoso, A., & Carolina Fabiola. (15 de 02 de 2020). *Balance hídrico de la cuenca del río Granobles localizada en la demarcación hídrica del Esmeraldas, mediante la aplicación del Programa Hydrobid*. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec:80/handle/22000/18048>
- Muñoz, B. L., & Harol Verdezoto. (2014). *CONSEJO DE PLANIFICACIÓN DEL CANTÓN LAS NAVES*. Obtenido de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/PDYOT%20FORMATO%20SENPLADES%20FINAL_14-11-2014.pdf
- Núñez. (2018). *Clasificación de las Inundaciones*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/inundacionesenlacostajcpa/4-desarrollo/b>
- Núñez, A. (2019). Impactos generados por las inundaciones en el medio ambiente y su entorno. *Revista Ciencias Ambientales*, 37.
- Núñez, F. A. (2014). *CONSEJO DE PLANIFICACIÓN DEL CANTÓN LAS NAVES*. Obtenido de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0260001140001_PDYOT%202015-2019_05-03-2015_22-57-59.pdf
- ONU/EIRD. (2001). *Para la implementación de la Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres*. Obtenido de <https://www.eird.org/esp/acerca-eird/marco-accion-esp.htm>
- Ordóñez y Jiménez. (2020). Evaluación del nivel de la vulnerabilidad ante el fenómeno de inundación en Montería, Colombia. *Revista Espacios*, 34.
- Orellana, M. J. (2013). *Estudio para determinar la variación del coeficiente de escorrentía y su impacto en la capacidad de la red de alcantarillado en los colectores de las calles Arirumba e Imbabura*. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/4540>
- Orellana, R. E. (Enero de 2021). *PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ*. Obtenido de *MODELAMIENTO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO PARA EL ANÁLISIS DE INUNDACIONES EN LA*

CIUDAD DE PIURA :
https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/18304/ORELLANA_CABELLO_RODRIGO_MODELAMIENTO_HIDROLOGICO_HIDRAULICO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Organización de las Naciones Unidas . (3 de Enero de 2020). *ONU*. Obtenido de América Latina y el Caribe. La segunda región más propensa a los desastres :
<https://news.un.org/es/story/2020/01/1467501#:~:text=Las%20inundaciones%20son%20el%20desastre,de%20personas%20fueron%20afectadas%20directamente.>

Pérez y Escobar. (2018). Modelación Hidráulica 2D de Inundaciones en Regiones con Escasez de Datos. . *Revista Información Tecnológica*, 14.

Pizarro, R. (2001). *La vulnerabilidad social y sus desafíos: una mirada desde América Latina*. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4762/S0102116_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Plan de Creación de Oportunidades. (2020). *Seguridad integral. Gestión de Riesgos de Desastres*. Quito, Ecuador: Constitución Ecuatoriana .

Planas y Mazar. (2020). Causas y soluciones para mitigar las inundaciones en la ciudad de port de paix, departamento del noroeste, republica de Haití. *Revista CIGET*, 8.

Porto, J. P., & Merino, M. (2020). *AMENAZA*. Obtenido de <https://definicion.de/amenaza/>

Protección Civil, Gobierno de Mexico. (18 de Septiembre de 2013). *Tipos de lluvias e inundaciones*. Obtenido de <https://www.gob.mx/epn/articulos/tipos-de-lluvias-e-inundaciones>

Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. (1994). *Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina*. Obtenido de <https://www.desenredando.org/public/revistas/dys/rdys02/dys2-1.0-nov-19-2001-TODO.pdf>

- Rentschler, J y Melda, S. (12 de Noviembre de 2020). *World Bank*. Obtenido de En todo el mundo el grado de exposición al riesgo de inundaciones es significativo: <https://blogs.worldbank.org/es/datos/en-todo-el-mundo-1470-millones-de-personas-enfrentan-riesgos-de-inundaciones>
- Rodriguez López, Y., & Marreno De León, N. (2015). Rodríguez López, Y., & Marrero de León, N. (2015). , 36(2), 109-123. En Y. Rodriguez López, & N. Marreno De León, *Simulación hidrológica en dos subcuencas de la cuenca del río Zaza de Cuba. Ingeniería Hidráulica y Ambiental* (págs. 109-123). Cuba.
- Rojas, F. (2017). Nuevas formas para optimizar la gestión del riesgo desde la. *Espacios*, 1,2.
- Ruiz, R., & Martines, S. (2013). *HIDROLOGÍA APLICADA*. Obtenido de https://ocw.ehu.es/pluginfile.php/47725/mod_resource/content/1/Material_Docente/Tema_5.pdf
- Sanabria, H. (2018). Sistemas de Información geográfica aplicada a riesgos de inundaciones. *Revista Ciencias del Agua*, 23.
- Sanchez, J. (2002). *Hidrología Superficial (III): Relación Precipitación - Escorrentía*. Obtenido de https://hidrologia.usal.es/temas/Hid_Sup_3.pdf
- Sánchez, J. (2015). *HEC-HMS. Manual elemental*. Obtenido de <https://hidrologia.usal.es/Complementos/Hec-hms-4.pdf>
- Sánchez, S. (2019). Sistemas de drenaje para contrarrestar los riesgos de inundación. *Revista Ciencias Ambientales* , 18.
- Sandra, P. (2014). *Análisis del impacto de las inundaciones en el valor de las propiedades inmobiliarias en la ciudad de Lajeado, Brasil: Estudio de caso de viviendas unifamiliares*. Obtenido de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0718-50732014000100006&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Sanit, W., & Weesakul, U. (2020). *Aplicación del software IRIC para la predicción de desastres* . AIIDH.

SEMPLADES. (2014). PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL CANTÓN LAS NAVES . En SEMPLADES, *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL CANTÓN LAS NAVES* (pág. 4). Las Naves.

Shaxson, F., & Barber , R. (2005). *Optimización de la humedad del suelo para la producción vegetal*. Obtenido de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=K-JwJZw1hMwC&oi=fnd&pg=PR8&dq=aguas+escorrent%C3%ADa+significado&ots=giwQcewl_I&sig=rZYscPJFLpu_AVA-Kb0rxjT0qeQ#v=onepage&q=aguas%20escorrent%C3%ADa%20significado&f=false

Sistema Nacional de Gestión de Riesgos . (12 de Julio de 2020). *El Universo*. Obtenido de 2268 inundaciones se dieron en Ecuador durante los últimos cinco años: <https://www.eluniverso.com/noticias/2020/07/12/nota/7903011/inundaciones-ecuador-2020-agua-lluvias-cambio-climatico/>

SNGR. (2019). *Informe emitido sobre los daños y pérdidas ocasionado en la cabecera cantonal del cantón las Naves debido al desbordamiento del río Naves Chico*. Guaranda, Bolívar: Informe Sala Situacional.

SNGRE. (2014). Registro de Eventos Adversos. Las Naves, Bolívar, Ecuador.

Taipe, M. (2013). *“DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE UN LABORATORIO DE HIDROLOGIA PARA LA UNIVERCIDAD CENTRAL DEL ECUADOR*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2200/1/T-UC-0011-62.pdf>

UNISDR. (2009). *Terminología sobre reducción de riesgos de desastres*. Ginebra: (UNISDR).

Univercidad Autonoma De Barcelona . (2014). *Que son los PAP*. Obtenido de <http://www.fpv.org.ve/wp-content/uploads/2017/06/que-son-PAP-mejorar-el-formato.pdf>

Univercidad Politecnica De Valencia . (2010). *Desastres naturales*. Obtenido de <https://www.upv.es/noticias-upv/noticia-5826-desastres-natur-es.html>

Viteri, H., & Estefanía Mercedes. (2020). *Análisis y evaluación de riesgos ambientales en el campus de la Universidad Central del Ecuador*.
Obtenido de file:///C:/Users/Administrator/Downloads/T-UCE-0012-
FIG-198.pdf

Zaragoza, M. (2014). *BRIGADA DE EVACUACION*.

Anexos

Código de programación

```
if( "USO_2" = 'Vegetacion Herbacea' AND "Grupo_Hidrolo1" = 'A', 68, if(
"USO_2" = 'Vegetacion Arbustiva' AND "Grupo_Hidrolo1" = 'A', 45, if( "USO_2"
= 'Vegetacion Arbustiva' AND "Grupo_Hidrolo1" = 'B', 66, if( "USO_2" =
'Vegetacion Arbustiva' AND "Grupo_Hidrolo1" = 'C', 77, if( "USO_2" =
'Vegetacion Arbustiva' AND "Grupo_Hidrolo1" = 'D', 83, if( "USO_2" = 'Pastizal'
AND "Grupo_Hidrolo1" = 'A', 68, if( "USO_2" = 'Pastizal' AND "Grupo_Hidrolo1"
= 'B', 78, if( "USO_2" = 'Pastizal' AND "Grupo_Hidrolo1" = 'C', 86, if( "USO_2"
= 'Pastizal' AND "Grupo_Hidrolo1" = 'D', 89, if( "USO_2" = 'Infraestructura
Antropica', 98, if( "USO_2" = 'Erial' AND "Grupo_Hidrolo1" = 'A', 72, if(
"USO_2" = 'Erial' AND "Grupo_Hidrolo1" = 'B', 82, if( "USO_2" = 'Erial' AND
"Grupo_Hidrolo1" = 'C', 87, if( "USO_2" = 'Erial' AND "Grupo_Hidrolo1" = 'D', 89,
if( "USO_2" = 'Cultivo' AND "Grupo_Hidrolo1" = 'A', 72, if( "USO_2" = 'Cultivo'
AND "Grupo_Hidrolo1" = 'B', 81, if( "USO_2" = 'Cultivo' AND "Grupo_Hidrolo1"
= 'C', 88, if( "USO_2" = 'Cultivo' AND "Grupo_Hidrolo1" = 'D', 91, if( "USO_2"
= 'Cuerpo Agua', 'Null', if( "USO_2" = 'Bosque Nativo' AND "Grupo_Hidrolo1" =
'A', 36, if( "USO_2" = 'Bosque Nativo' AND "Grupo_Hidrolo1" = 'B', 55, if(
"USO_2" = 'Bosque Nativo' AND "Grupo_Hidrolo1" = 'C', 70, if( "USO_2" =
'Bosque Nativo' AND "Grupo_Hidrolo1" = 'D', 77, if( "USO_2" = 'Area Poblada',
98, 'Null'))))))))))))))))))))))))))))
```

Anexo 1. Código de programación para cálculo de la curva número, para realizar el primer objetivo.

Elaborado por: Meza, M. y Ledesma, J. 2022

Levantamiento de información en campo



Ilustración 1. Fotografía de entrevista realizada a un habitante de Las Naves, para generar la información del segundo objetivo. (2022)



Ilustración 2. Fotografía de entrevista realizada en Las Naves, para generar la información del segundo objetivo. (2022)



Ilustración 3. Fotografía de entrevistas realizada a un habitante de Las Naves, para generar la información del segundo objetivo. (2022)



Ilustración 4. Fotografía de entrevistas realizada en Las Naves a un habitante de género femenino, para generar la información del segundo objetivo. (2022)



Ilustración 5. Fotografía de entrevistas realizada a un habitante de Las Naves de sexo femenino, para generar la información del segundo objetivo. (2022)



Ilustración 6. Fotografía de entrevistas realizada a un habitante de Las Naves, para generar la información del segundo objetivo. (2022)



Ilustración 7. Fotografía de entrevistas realizada en Las Naves a una persona de tercera edad, para generar la información del segundo objetivo. (2022)



Ilustración 8. Fotografía de entrevistas realizada en Las Naves, para generar la información del segundo objetivo. (2022)



Ilustración 9. Fotografía del daño causado en la época invernal, a causa de un estero que nace y se produce a causa de las fuertes lluvias en una de las viviendas entrevistadas. (2022)



Ilustración 10. Fotografía del rastro del nivel de agua que entra a esta vivienda ubicada cerca a la ribera del río Naves Chico en una de las viviendas entrevistadas. (2022)

Entrevistas

7

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIEROS EN ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL
RIESGO

TEMA: Identificación de las zonas susceptibles a inundaciones en la cabecera cantonal, del cantón Las Naves.

Nota: Para obtener su previo consentimiento, quiero poner en su conocimiento que las respuestas que se obtengan en la encuesta serán únicamente de uso para el desarrollo de la investigación.

Nombres y Apellidos: Amadeo Vega

Fecha de aplicación: 29-03-2022

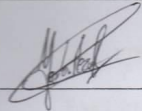
Coordenadas: X: -1.288267 Y: -79.31342

No	Ítem	Escala de LIKERT				
		Muy de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
1	Considera que cada año en la época invernal el río representa una amenaza para su vivienda y personas	X				
2	Al menos una vez en cada época invernal el río se desborda de su cauce y ocasiona daños a la infraestructura	X				

3	Que tan eficientes considera usted las acciones ejecutadas por las autoridades para mitigar las inundaciones					X
4	Cuál es su perspectiva sobre las acciones de respuesta que se ejecutan las autoridades para atender las inundaciones					X
5	Considera que el sistema de drenaje de las aguas lluvias está diseñado para evacuar eficientemente la cantidad de agua					X
6	Considera usted importante que el GAD cantonal realice capacitaciones permanentes en los sectores que recurrentemente se inundan	X				
7	Tiene conocimiento si en el PDyOT del GAD cantonal contemplan proyectos enfocados en la reducción de inundaciones					X
8	Considera usted que el GAD cantonal posee información que permita tomar decisiones asertivas fundamentadas en estudios técnicos	X				
	ESCALA DE LIKERT	Entre 100\$ a 500\$	500\$ - 700\$	700\$ - 1000\$	1000\$ - 1500\$	mayor de 1500\$
9	En que rango ubica usted las pérdidas económicas que deja la inundación a su bolsillo	X				

Firma del entrevistado
0201927026-1

T N A
10-6-14


Firma del entrevistador

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO
CARRERA ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
LICENCIADO EN ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL
RIESGO

Objetivo: Identificación de las zonas susceptibles a inundaciones en la parroquia rural del
cantón Las Naves.

Para ello, se realizó su previa consultación, dando primer en su consentimiento que las
información que se obtenga en la encuesta sean únicamente de uso para el desarrollo de la
investigación.

Nombre y Apellido: Amanda Vega

Fecha de aplicación: 23/03/2022

Coordenadas: X: 10063 Y: 19202

No	Item	Escala de LIKERT				
		Muy de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo, Ni en desacuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
1	Considera que cada año en la época invernal el río representa una amenaza para su vivienda y parcelas	X				
2	Al menos una vez en una época invernal el río se desborda de su cauce y amenaza tanto a la infraestructura	X				

Entrevista 1. Entrevista de identificación de zonas susceptibles a inundaciones a la señora Amanda Vega moradora del Cantón Las Naves para el desarrollo del segundo objetivo. (2022)

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIEROS EN ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL
RIESGO

TEMA: Identificación de las zonas susceptibles a inundaciones en la cabecera cantonal, del cantón Las Naves.

Nota: Para obtener su previo consentimiento, quiero poner en su conocimiento que las respuestas que se obtengan en la encuesta serán únicamente de uso para el desarrollo de la investigación.

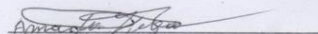
Nombres y Apellidos: Dalores Castro

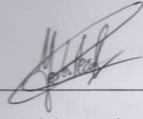
Fecha de aplicación: 29-03-2022

Coordenadas: X: -1.288398 Y: -79312945

No	Ítem	Escala de LIKERT				
		Muy de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
1	Considera que cada año en la época invernal el río representa una amenaza para su vivienda y personas	X				
2	Al menos una vez en cada época invernal el río se desborda de su cauce y ocasiona daños a la infraestructura		X			

3	Que tan eficientes considera usted las acciones ejecutadas por las autoridades para mitigar las inundaciones					X
4	Cuál es su perspectiva sobre las acciones de respuesta que se ejecutan las autoridades para atender las inundaciones					X
5	Considera que el sistema de drenaje de las aguas lluvias está diseñado para evacuar eficientemente la cantidad de agua					X
6	Considera usted importante que el GAD cantonal realice capacitaciones permanentes en los sectores que recurrentemente se inundan	X				
7	Tiene conocimiento si en el PDyOT del GAD cantonal contemplan proyectos enfocados en la reducción de inundaciones					X
8	Considera usted que el GAD cantonal posee información que permita tomar decisiones asertivas fundamentadas en estudios técnicos	X				
	ESCALA DE LIKERT	Entre 100\$ a 500\$	500\$ - 700\$	700\$ - 1000\$	1000\$ - 1500\$	mayor de 1500\$
9	En que rango ubica usted las pérdidas económicas que deja la inundación a su bolsillo				X	


Firma del entrevistado
0206873438



Firma del entrevistador

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO
ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO

INVESTIGACIÓN PREVIO A LA DETERMINACIÓN DEL RIESGO
EN ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO

Objetivo: Identificación de las zonas susceptibles a inundaciones en la parroquia Cantón Las Naves.

Nota: Esta encuesta se realiza con el fin de identificar las zonas susceptibles a inundaciones que se encuentran en la parroquia Cantón Las Naves para el desarrollo de la investigación.

Nombre y Apellido: Amalia Castro

Fecha de aplicación: 23/05/2022

Código de identificación: X-1-2061 V: 19.7.11.1

No.	Item	Escala de LIKERT				
		Muy de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
1	Considera que cada año en la época invernal el río representa una amenaza para su vivienda y personas	X				
2	Al menos una vez en toda época invernal el río se desborda de su cauce y ocasiona daños a la infraestructura	X				

Entrevista 2. Entrevista de identificación de zonas susceptibles a inundaciones a la señora Dolores Castro moradora del Cantón Las Naves. (2022)