

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



**ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO POR INUNDACIÓN EN
LA CIUDAD DE NAMBALLE COMO CONSECUENCIA DEL DESBORDE
DEL RÍO NAMBALLE EN ÉPOCAS DE FUERTES LLUVIAS MEDIANTE
EL USO DE MODELOS MATEMÁTICOS**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

AUTOR

MAX ANDERSON AGUIRRE SEGURA

ASESOR

WILMER MOISÉS ZELADA ZAMORA

<https://orcid.org/0000-0002-6064-7506>

Chiclayo, 2021

**ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO POR
INUNDACIÓN EN LA CIUDAD DE NAMBALLE COMO
CONSECUENCIA DEL DESBORDE DEL RÍO NAMBALLE EN
ÉPOCAS DE FUERTES LLUVIAS MEDIANTE EL USO DE
MODELOS MATEMÁTICOS**

PRESENTADA POR:

MAX ANDERSON AGUIRRE SEGURA

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR:

Juan Ignacio Luna Mera

PRESIDENTE

Luis Quiroz Quiñones

SECRETARIO

Wilmer Moisés Zelada Zamora

VOCAL

RESUMEN

La tesis comprende el análisis de vulnerabilidad por inundación de la ciudad de Namballe como consecuencia del desbordamiento del río Namballe en épocas de ocurrencia de fuertes lluvias.

El desarrollo del proyecto iniciara con el reconocimiento vía satelital del tramo del río que influye en la ciudad de Namballe que aproximadamente es de 1.31 km lineales. Para el área a trabajar se recurrirá a datos aproximados que se brindan en la nube de la página web de la nasa donde nos proporciona los archivos DEM.

Luego se recogerán datos de la cuenca correspondiente a la zona (cartas nacionales), y se hará su respectiva delimitación del río Canchis y su subcuenca que corresponde a la del río Namballe e identificara sus características.

Posteriormente se recaudará datos de precipitación obtenidos por parte del SENAMHI de estaciones meteorológicas que estén dentro o cercanas a la cuenca de estudio, con estos datos se obtendrán distribuciones de probabilidad según los métodos seleccionados propiamente en el “Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje”, además se realizarán la construcción de curvas IDF y hietogramas para distintos tiempos de retorno.

La modelización hidrológica se hará en el programa matemático HEC-HMS el cual nos dará un caudal de diseño para los periodos de retorno de 2, 5, 10, 50,100, 200 y 500 años.

Para el análisis hidráulico del río Namballe se realizará con ayuda de los programas ARCGIS e IBER, los cuales nos arrojaran áreas de inundación para periodos de retorno de 2, 5, 10, 50,100, 200 y 500 años.

Luego de la modelización y obteniendo las áreas de inundación se realizará un análisis del riesgo y vulnerabilidad por inundación, y se identificara que zonas tienen bajo, medio, alto y muy alto riesgo a través de la elaboración de mapas.

Palabras clave: Inundación, Precipitación, Hidrológica, Hidráulica.

ABSTRACT

The thesis includes the analysis of vulnerability due to flooding of the city of Namballe as a consequence of the overflowing of the Namballe river in times of heavy rains.

The development of the project will begin with the recognition via satellite of the section of the river that influences the city of Namballe, which is approximately 1.31 linear km. For the area to work, approximate data will be used that are provided in the cloud of the NASA website where it provides us with the DEM files.

Then data will be collected from the basin corresponding to the area (national charts), and the respective delimitation of the Canchis river and its sub-basin corresponding to that of the Namballe river will be made and its characteristics will be identified.

Subsequently, precipitation data will be collected provided or obtained by SENAMHI from meteorological stations that are within or close to the study basin, with these data probability distributions will be obtained according to the methods properly selected in the "Manual of Hydrology, Hydraulics and Drainage "In addition, the construction of IDF curves and hietograms for different return times will be carried out.

The hydrological modeling will be done in the HEC-HMS mathematical program which will give us a design flow for the return periods of 2, 5, 10, 50,100, 200 and 500 years.

For the hydraulic analysis of the Namballe river, it will be carried out with the help of the ARCGIS and IBER programs, which will provide us with flood areas for return periods of 2, 5, 10, 50,100, 200 and 500 years.

After modeling and obtaining the flood areas, an analysis of the risk and vulnerability due to flooding will be carried out, and it will be identified which areas have low, medium, high and very high risk through the elaboration of maps.

Keywords: Flood, Precipitation, Hydrological, Hydraulic.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	2
2.1 Antecedentes del problema	2
2.2 Bases Teórico Científicas	4
2.2.1 INUNDACIONES	4
2.2.2 PELIGRO	5
2.2.3 VULNERABILIDAD	6
2.2.4 RIESGO	7
2.2.5. HIDROLOGÍA	7
2.2.6. HIDRÁULICA	16
2.2.7. PROGRAMAS	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1. Tipo y nivel de investigación	19
3.1.1. Tipo de investigación	19
3.1.2. Nivel de investigación	19
3.2. Diseño de la investigación	19
3.3. Población y muestra	19
3.3.1. Población	19
3.3.2. Muestra	19
3.4. Criterios de selección	20
3.5. Operacionalización de variables e hipótesis	20
3.5.1. Formulación de la hipótesis	20
3.5.2. Operacionalización de variables	20
3.5.3. Objetivo General	20
3.5.4. Objetivos Específicos	20
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	21
3.6.1 Para la determinación las características de la cuenca	21
3.7. Procedimientos	34
3.8. Plan de procesamiento y análisis de datos	35
3.9. Matriz de consistencia	47
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
4.1. Características geomorfológicas de la cuenca	48
4.2. Resultados de precipitación	49
4.3. Resultados de la modelación hidrológica	60
4.4. Resultados de la modelación hidráulica	63
4.5. Resultados de encuestas para nivel de peligrosidad y vulnerabilidad	72
4.6. Limitaciones del estudio	75
V. CONCLUSIONES	76
VI. RECOMENDACIONES	78

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80
Bibliografía.....	80
VIII. ANEXOS.....	82
8.1. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	82
8.2. PRESUPUESTO	84
8.3. PANEL FOTOGRÁFICO.....	86
8.4. OBSERVACIONES DE PROYECTO DE TESIS.....	96
8.5. MAPAS.....	100

I. INTRODUCCIÓN

Las lluvias en la zona de sierra son muy recurrentes, por ende, las ciudades están en riesgo a que se inunden y sobre todo aquellas que están cercanas a un río, como es el caso de la ciudad de Namballe.

El riesgo y vulnerabilidad que se podría estimar en esta área sería de un valor alto, puesto que la ciudad se encuentra a pocos metros del río y por ende la inundación afectaría a una gran parte del área urbana de esta ciudad.

El objetivo de esta tesis es analizar el riesgo y vulnerabilidad de inundación en esta ciudad de Namballe por ende se realizará un análisis hidrológico e hidráulico mediante los softwares ARCGIS, HEC-HMS E IBER con el fin de obtener las áreas de inundación, y, partiendo de estas áreas se realizará lo que es el análisis de riesgo de inundación en las zonas afectadas.

Como dato tenemos que una de las inundaciones más fuertes que sufrió esta ciudad fue en 1998 justamente cuando se dio el fenómeno “el niño”.

Pues el fenómeno “El niño” se ha presentado en la costa peruana desde mucho tiempo atrás, pero también ha incidido en las zonas de sierra en su aumento de precipitación. Pues este a generado que los ríos aumenten su caudal y afecten a algunas poblaciones que están ubicados con una pendiente baja. Este fenómeno se da por el cambio climático, pues esto genera la concurrencia de lluvias abundantes en un periodo determinado.

Visto desde un punto de vista futurista, una ciudad siempre tiende al desarrollo urbanístico y por tanto las ciudades y centros poblados se extenderán, pues existen personas que sin conocimiento ubican o asientan sus casas en lugares donde el riesgo por inundación es alto, pues en esta tesis se realizaran mapas donde se ubicaran que zonas tiene un bajo, medio y alto riesgo de inundación lo cual ayudaría a las personas de esta ciudad a saber dónde construir y donde no construir.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del problema

Antecedentes locales

El estudio hidrológico e hidráulico para la construcción de la autopista San Ignacio-puente integración, detalla las precipitaciones medias mensual desde el año 1999 hasta el año 2008 los cuales nos servirán de datos básicos para el desarrollo de esta tesis. [1]

En el informe N.º 018-2018-ANA-AAA.M-ALA.CHCH/OESI/WCD se informa mediante la administración local de agua Chinchipe Chamaya, que en el distrito de Namballe en la ciudad de Namballe, caserío La Balsa, caserío Tres de Mayo y caserío Mariscal castilla que limitan con ríos y quebradas, un peligro alto de inundación que puede ocasionar grandes pérdidas de áreas de cultivo, infraestructura pública (colegios, puesto oficial, oficina de migraciones, oficinas de agencias agrarias). [2]

En los meses de febrero y marzo, se registraron precipitaciones pluviales que van de moderada intensidad a fuerte intensidad, las cuales generaron desbordes e inundaciones, afectando la integridad de las personas, viviendas, servicios básicos, vías de comunicación terrestre. [3]

Se debe dar más priorización a los análisis de eventos climáticos más severos, como el niño de 1925 ya algunas características de los eventos del niño de 1982-1983 y 1997-1998. [3]

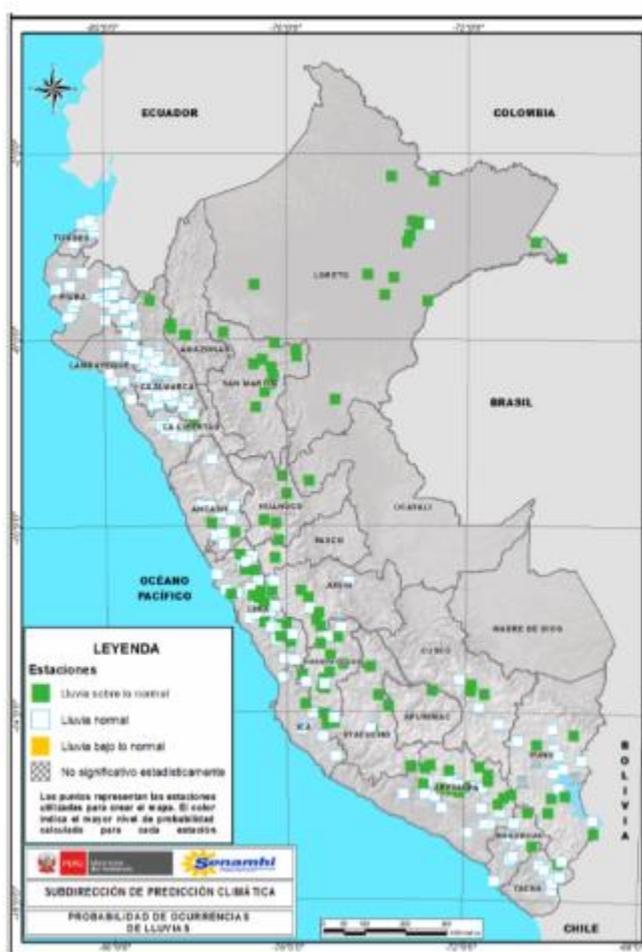
El Decreto Supremo N° 027-2019 que declara el “Estado de Emergencia en varios distritos de algunas provincias de los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque, Cajamarca y La Libertad, por peligro inminente ante inundaciones y movimientos en masa durante el periodo de lluvias 2018-2019”. La norma fue publicada el pasado 16 de febrero y para el caso de Cajamarca se comprenden a los distritos de Cajabamba, Cachachi (Cajabamba), Baños del Inca, Cospán, Magdalena, Asunción, Cajamarca (Cajamarca), Pedro Gálvez (San Marcos), Yonán, Contumazá, San Benito (Contumazá), Pucará, Pomahuaca, Sallique, San Felipe, Colasay, San José del Alto (Jaén), San José de Lourdes, Namballe (San Ignacio), Querocotillo, Cujillo, Santo Tomás, Callayuc (Cutervo), Querocoto, Llama, Cochabamba, Miracosta, Tocmoche (Chota), Cortegana, Sucre, Celendín (Celendín), Chugur (Hualgayoc), San Bernardino y San Luis (San Pablo), es decir, 34 distritos de 11 provincias. La declaratoria de emergencia coincide con un aviso meteorológico del SENAMHI en el que se informó que a partir de la quincena de febrero las lluvias se incrementarán y llegarían hasta el nivel 3 de peligro (fenómenos meteorológicos peligrosos) en 12 de las 13 provincias cajamarquinas. [4]

Antecedentes Nacionales

El SENAMHI informo y alerto por intensidad elevada de precipitaciones en las zonas como Tumbes, Piura, Lambayeque, Cajamarca y La Libertad en los periodos de noviembre del 2017 hasta enero del 2018(Ver mapa N° 1). Además, indico una cierta probabilidad de darse lluvias con alta intensidad en las zonas de selva y ceja de selva como Loreto, San Martín, norte de Cajamarca, Amazonas, hacia el este de Huánuco, zona norte de Puno y en la sierra central del Perú. [5]

Mapa 1: PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE LLUVIAS NOVIEMBRE 2017 –
ENERO 2018

Fuente: (SENAMHI)



La tesis del análisis de inundación provocada por el río mala mediante los softwares HEC-HMS y HEC-RAS, la cual fue hecha por un universitario de la PUCP nos detalla el proceso de inundación de este mismo río para distintos tiempos de retorno y nos presenta algunas propuestas de mitigación de este fenómeno. [6]

Antecedentes Internacionales

Se hizo un proyecto en España el cual es titulado “Análisis y evaluación de riesgos de inundación: estimación del impacto de medidas estructurales y no estructurales” realizada por la universidad politécnica de valencia en el cual detalla distintas metodologías para el para el análisis y evaluación de riesgos de inundación, además incluye una estimación de impacto de las medidas estructurales y no estructurales en la gestión de dichos riesgos. [7]

En el artículo “Modelación hidráulica y análisis del riesgo de inundación según las líneas guía de la Directiva Marco del Agua. El caso de la Marina Alta y la Marina Baja (Alicante)” se realiza una modelización hidráulica para evaluar el riesgo de inundación en los distritos de marea alta y marea baja. [8]

Antecedentes Internacionales(ingles)

Las inundaciones de grandes ríos son las que atraen la mayor atención, pero a menudo no se toman la poca influencia aguas arriba. Los daños por inundaciones en las áreas aguas arriba se estiman en un total de \$1.7 mil millones que casi es el 40% del total de todos los daños totales. [9]

El cambio climático afectado gran parte en el estado de Nueva York, por tanto, el gobernador de Nueva York, Andrew Cuomo, declaró recientemente un estado de emergencia en respuesta a las inundaciones alrededor del lago Ontario, mientras pedía mejores decisiones de planificación. [10]

2.2 Bases Teórico Científicas

2.2.1 INUNDACIONES

A. Definición

De acuerdo con el glosario internacional de hidrología [11], se define inundación cuando el agua superficial supera la elevación normal del cauce.

La generación de inundaciones es debido al aumento de precipitaciones en las zonas altas de la cuenca, o algunas fallas en estructuras hidráulicas, causando como consecuencia perdidas en una población aledaña al lugar del evento. [12]

B. ¿Por qué ocurren las inundaciones?

Las inundaciones existen desde que el hombre construyo asentamientos humanos en las zonas cercanas a los ríos, lagos, quebradas y mares. La modificación del terreno en las cuencas, debidas a distintos proyectos de infraestructura hechas por el hombre han modificado las líneas de corriente de agua y así han generado el aumento o disminución del caudal en algunas zonas. [12]

Otro punto es el aumento de la población que, por ende, construyen viviendas cercanas a un cauce de agua. En muchos casos las poblaciones han perdido el contacto con su entorno y desconocen los sitios por donde el agua escurre en forma natural. [12]

2.2.2 PELIGRO

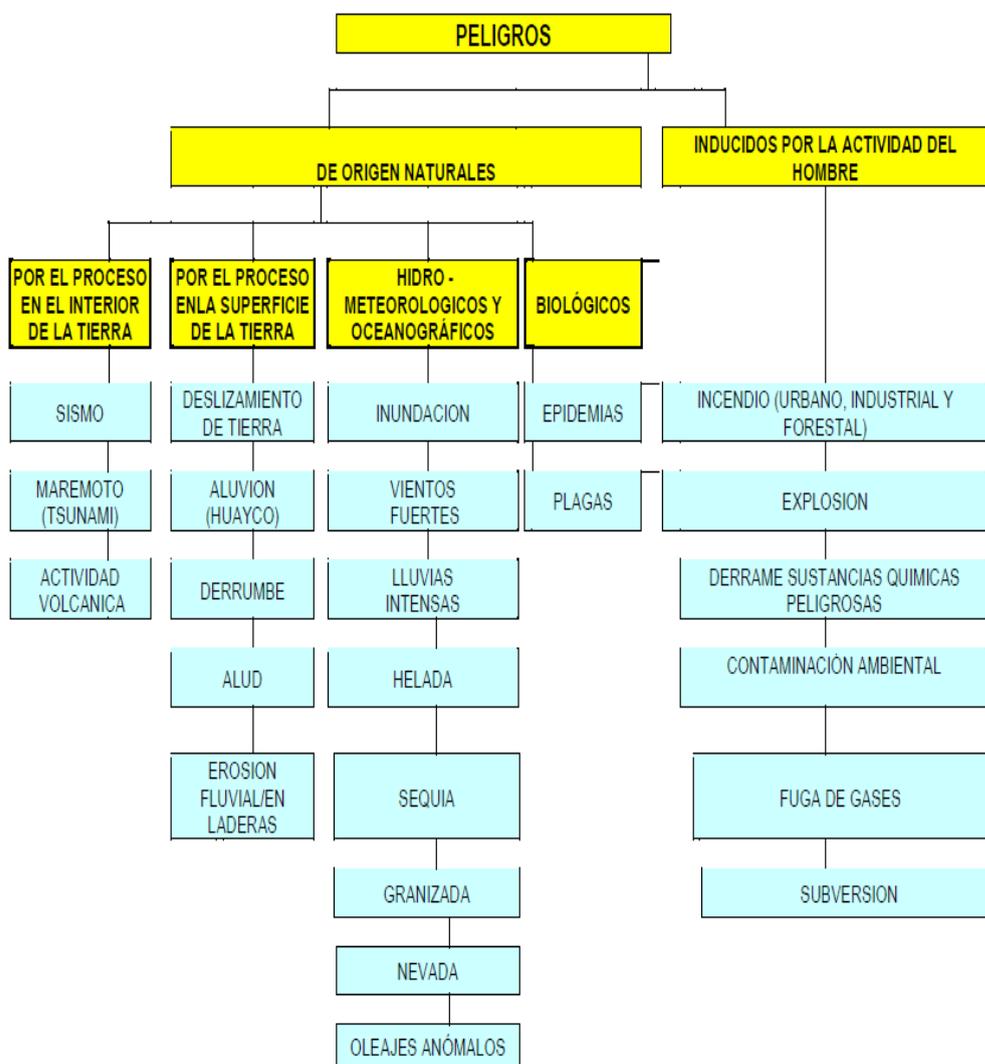
A. CONCEPTO

Es la probabilidad de que suceda algún evento natural o algún evento inducido por el hombre y este mismo tenga un impacto dañino, a una cierta magnitud en una área, zona o localidad conocida, afectando a áreas poblada, medio ambiente y dañando infraestructuras. [13]

B. CLASIFICACIÓN

Se detallarán la clasificación de los peligros en el siguiente grafico

Gráfico 1: Clasificación de los principales peligros
Fuente: INDECI



2.2.3 VULNERABILIDAD

A. Concepto

Grado de debilidad y exposición de uno o más elementos en caso se diera un fenómeno natural o antrópico [13].

La vulnerabilidad en centros poblados aledaños a un río se mide según como los elementos expuestos ante esta amenaza tiene la capacidad de recuperación, pues comprende las características del lugar como las vulnerabilidad física, social, económica, ambiental entre otros. [14]

Además comprende el resultado de análisis que se le ha hecho a los factores de exposición fragilidad y resiliencia, pues la exposición representa a la ubicación de los seres humanos en áreas que están expuestas a peligros, que generalmente se da por problemas de planificación de territorial, la fragilidad representa a los términos económicos y educacionales que permite que la población no tenga conocimiento sobre las condiciones físicas de los terrenos donde se instalan o el proceso de sus construcciones. Mientras tanto la resiliencia que viene a ser la respuesta de la población o el ser humano frente a los daños producidos por cierto fenómeno natural y su capacidad de recuperación. [15]

B. TIPOS

B.1. Vulnerabilidad ambiental y ecológica

Este tipo de vulnerabilidad es medido en función de la calidad ambiental y ecológica en la zona a estudiar, cabe precisar que influye la variación climática [13]

B.2. Vulnerabilidad Física

La vulnerabilidad física se mide por la exposición de casas, viviendas y centros de recreamiento frente a la ocurrencia de un fenómeno natural, pues se ve que tan cercanas están al lugar de inicio del evento, la capacidad de afrontar según el tipo de construcción y según el material de construcción con el cual se edificó las viviendas. [13]

B.2. Vulnerabilidad Económica

Es la vulnerabilidad que ve los ingresos de las personas que están expuestas ante este fenómeno natural y como estas pueden hacer frente ante la ocurrencia de este desastre. [13]

B.3. Vulnerabilidad Social

La vulnerabilidad social mide como está organizada la población en riesgo, pues mide la capacidad de respuesta de los pobladores ante esta situación. [16]

2.2.4. RIESGO

Según [17] menciona que en el estudio de las inundaciones existen 2 interpretaciones de riesgo en la que especifica que la primera se refiere a como una inundación ocurrió en base a su ocurrencia y magnitud que deriva en peligro, mientras que la segunda lo entiende como la probabilidad de ocurrencia de este fenómeno.

Para poder medir el riesgo, se tiene que analizar previamente el peligro y la vulnerabilidad de una cierta zona. Una vez teniendo el valor de vulnerabilidad y peligro se dirige a un cuadro de comparación, donde básicamente interrelaciona la vulnerabilidad con el peligro. [18]

2.2.5. HIDROLOGÍA

A. Definición

Es una ciencia natural que se encarga del estudio del agua, como ocurre, como circula y como es su distribución en la superficie terrestre, cuales son propiedades tanto físicas como químicas y su relación con el medio ambiente. [19]

La hidrología es de mucha importancia para el hombre, pues gracias a esta materia se puede estudiar el proceso del agua en la naturaleza. Además, es usado para el diseño de distintas infraestructuras como son:

- Diseño y operación de obras y/o estructuras hidráulicas (azudes, diques, presas, embalses, desagües, etc.)
- Diseño de obras viales (alcantarillas, puentes, etc.)
- Abastecimiento de agua potable, tratamiento y evacuación de aguas residuales
- Irrigación y drenaje de suelos
- Generación hidroeléctrica
- Estudios de disponibilidad hídrica y de sequías (escurrimientos níveales, pluviales, etc.)
- Manejo integral de crecientes (aluvionales, urbanas, fluviales, etc.)
- Navegación
- Erosión y control de sedimentos
- Estudios de impacto ambiental (control y disminución de la contaminación hídrica, salinidad, metales pesados, uso consuntivo, minería, etc.)
- Uso recreacional del agua
- Protección de la vida terrestre y acuática
- Sistemas de alerta temprana de inundaciones y catástrofes [20]

B. Ciclo Hidrológico

El ciclo hidrológico es el proceso por el cual pasa el agua en distintos estados en la

naturaleza. Estos son el estado sólido, líquido y gaseoso, que puede estar como agua superficial, subterránea, etc. [21]

Puede suponerse que la evaporación de agua en los océanos es el inicio del ciclo hidrológico, pues el agua es evaporada y este es dirigido hacia los continentes mediante condiciones meteorológicas adecuadas, luego este es condensado y se forma lo que llamamos nubes, y de estas se dan las precipitaciones. [19]

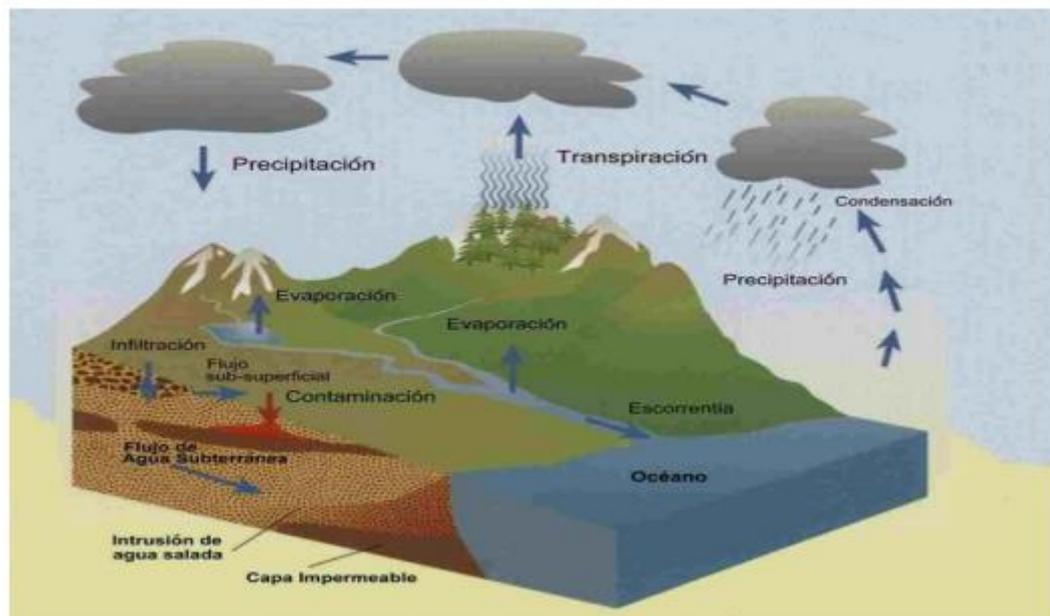


Figura 1: Ciclo Hidrológico
Fuente: Universidad Mayor de San Simón

C. Cuenca Hidrográfica

En un concepto hidrológico y geográfico la cuenca viene a ser como el área superficial por donde el agua de precipitaciones escurre, drena y transita por un conjunto de redes, las cuales convergen en una red principal. [22]

Una cuenca hidrográfica viene a ser la superficie por donde el agua de precipitación es llevada a redes, estas redes por gravedad convergen en una red principal. [21]

D. Precipitación

Es la caída del agua cuando está por condensación se transforma en nubes y cae hacia la superficie terrestre. [23]

D.1. Tipos de precipitación

Precipitación orográfica

La precipitación orográfica ocurre cuando la condensación del agua evaporada sigue las faldas de los cerros y se elevan hacia grandes alturas, donde se condensarán y posteriormente

conllevara a la precipitación. [21]

Precipitación ciclónica

Se da cuando diferentes masas de agua con características que no son similares y se juntan, provocando que el movimiento de una conlleve a la otra a una ascensión frontal [24]

D.2. Medición de precipitación

Pluviómetro

Es una herramienta que nos permite sacar datos de las lluvias de una zona determinada. Este instrumento es un recipiente cilíndrico que aproximadamente mide 20 cm de diámetro, con una altura de 60 cm, su tapa es un embudo recetor que se comunica con una probeta graduada de sección circular que es 10 veces menor que el diámetro de la tapa. [19]



Figura 2: pluviómetro
Fuente: El huerto Urbano

Pluviógrafo

Estos medidores que son con registro, pues registran medidas de precipitación automáticamente y de manera continua, cada dato en intervalos pequeños de tiempo. Este tipo de instrumento de medición está conformado por un tubo que oscila a una determinada velocidad en el que se coloca un papel graduado. [19]



Figura 3: Pluviógrafo y sus componentes
Fuente: Ramon Baylina

E. Periodo de retorno

Es uno de los parámetros más significativos para ser tomado en cuanto en la realización de un proyecto hidráulico. El periodo de retorno es el intervalo de recurrencia (T), al lapso promedio entre la ocurrencia de un evento igual o mayor dado. [25]

El periodo de retorno es el tiempo en que un valor de precipitación o caudal puede ser igualado o excedido. [26]

F. Estudio de tormenta

Lluvias que ocurren obedeciendo a una misma perturbación meteorológica. Estas lluvias duran desde pocos minutos hasta varias horas e inclusive varios días, abarcando extensiones variables, desde pequeñas hasta grandes extensiones. [21]

G. Datos Hidrometeorológicos

Los datos hidrometeorológicos son aquellos datos de precipitaciones o caudales que se han registrado a lo largo del tiempo. [27]

a. Calidad, homogeneidad y consistencia de los datos

Debe existir calidad y homogeneidad en los datos de precipitación. Muchas veces estos datos son representativos por lo que generalmente se debe a errores en la medición, estos errores se generan por el sensor, transmisión de datos, anotación en la estación de recepción. [27]

b. Series de Tiempo

Las series de tiempo se caracteriza por tener intervalos de tiempo de forma discreta en el cual se miden precipitaciones o caudales en un tiempo determinado. La duración de estas series de tiempo puede ser completas o parciales. [27]

H. Análisis de datos hidrológicos

a. Modelos de distribución

Con la finalidad de estimar precipitaciones, caudales e intensidades para distintos tiempos de retorno se aplican los modelos probabilísticos de distribución los cuales se ajustan a la a nuestros datos iniciales y de estas se elige a la que mejor se ajusta. [28]

Según el manual de hidrología, hidráulica y drenajes desarrollado por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones MTC (2008) recomienda utilizar las siguientes funciones:

Distribución Normal

Esta distribución está dada por la siguiente formula:

$$f(x) = \frac{1}{s\sqrt{2\pi}} e^{-0.5\left(\frac{x-u}{s}\right)^2} \dots (1)$$

Donde:

$f(x)$ = función normal de la variable x

x = variable independiente

μ = parámetro de localización, igual a la media aritmética de x

S = parámetro de escala, igual a la desviación estándar de x

Distribución Log Normal 2 parámetros

En esta distribución la función está dada por la ecuación (2)

$$f(x \leq xi) = \frac{1}{s\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{xi} e^{\left(\frac{-(x-X)^2}{2s^2}\right)} dx \dots (2)$$

Donde:

X y S son los parámetros de la distribución

Si la variable de x es reemplazada por una función $y=f(x)$ tal que $y=\log(x)$, la función se normaliza y se transforma en una ley de probabilidades log normal.

Entonces de la muestra transformada:

La media está dada por:

$$\bar{Y} = \sum_{i=1}^n \log x_i / n \dots (3)$$

Desviación estándar:

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^2}{n - 1}} \dots (4)$$

Coefficiente de oblicuidad:

$$C_s = \frac{a}{S^3 y} \dots (5)$$

Donde a se halla con la siguiente expresión:

$$a = \frac{n}{(n - 1)(n - 2)} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^3 \dots (5)$$

Distribución Log Normal 3 parámetros

Esta está dada por la ecuación 6

$$f(x) = \frac{1}{(x - x_0)\sqrt{(2\pi)S_y}} e^{-\frac{1}{2}(\ln(x-x_0)-u_y/S_y)^2} \dots (6)$$

Siempre y cuando se cumpla que $x > x_0$

Entonces:

x_0 : parámetro de posición

$(S_y)^2$: varianza

U_y : media

Distribución Gamma 2 Parámetros

Esta distribución está dada por la ecuación 7

$$f(x) = \frac{x^{\gamma-1} e^{-\frac{x}{\beta}}}{\beta^{\gamma} \Gamma(\gamma)} \dots (7)$$

Donde se tiene que cumplir que:

$$0 \leq x < \infty$$

$$0 < \gamma < \infty$$

$$0 < \beta < \infty$$

Donde los parámetros son:

γ : Parámetro de forma

β : Parámetro de escala

Distribución Gamma 3 Parámetros

Esta distribución está dada por la ecuación 8

$$f(x) = \frac{(x - x_0)^{\gamma-1} e^{-\frac{(x-x_0)}{\beta}}}{\beta^\gamma \Gamma(\gamma)} \dots (8)$$

Donde se tiene que cumplir que:

$$x_0 \leq x < \infty$$

$$-\infty < x_0 < \infty$$

$$0 < \gamma < \infty$$

$$0 < \beta < \infty$$

Donde γ es el parámetro de forma, mientras que β es el parámetro de escala y x_0 es el origen de la variable x o parámetro de posición.

Distribución Log Pearson Tipo III

Esta distribución obedece a la ecuación 9

$$f(x) = \frac{(\ln x - x_0)^{\gamma-1} e^{-\frac{(\ln x - x_0)}{\beta}}}{x \beta^\gamma \Gamma(\gamma)} \dots (9)$$

Donde se tiene que cumplir que:

$$x_0 \leq x < \infty$$

$$-\infty < x_0 < \infty$$

$$0 < \beta < \infty$$

$$0 < \gamma < \infty$$

Donde x_0 es el parámetro de posición, γ el parámetro de forma y β el parámetro de escala

Distribución Gumbel

Su función está dada por la ecuación 10

$$F(x) = e^{-e^{-a(x-\beta)}} \dots (10)$$

Donde aplicando el método de momentos, se obtiene:

$$\alpha = \frac{1.2825}{\sigma}$$

$$\beta = \mu - 0.45\sigma$$

Donde α es el parámetro de concentración y β el parámetro de localización.

Sin embargo Ven Te Chow menciona que la distribución se puede expresar de la siguiente manera:

$$x = \bar{x} + k\sigma_x \dots (11)$$

En donde x es el valor de probabilidad dada, \bar{x} es la media y k es el factor de frecuencia.

Distribución Log Gumbel

La variable aleatoria reducida log Gumbel, se define como:

$$y = \frac{\ln x - \mu}{\alpha} \dots (12)$$

Con lo cual, la función acumulada reducida log Gumbel es:

$$G(y) = e^{-e^{-y}} \dots (13)$$

b. Pruebas de bondad de ajuste

Estas pruebas de bondad de ajuste se les realiza a todas las distribuciones, pues de estas se elige la que más se adecua, pues son hipótesis que sirven para evaluar si los datos es una muestra independiente de la distribución elegida. [28]

Prueba Kolmogorov – Smirnov

La prueba de Kolmogorov- Smirnov consiste en comparar los máximos valores absolutos de la diferencia entre la función de probabilidad observada con la función de probabilidad estimada. Esto esta dado por la ecuación 14 [28]

$$D = \text{máx } |Fo(xm) - F(xm)| \dots (14)$$

I. Determinación de la tormenta de diseño

Es el patrón de precipitación con el cual se hace el diseño hidrológico de una cuenca. Su mejor manera de presentarse gráficamente es mediante un hietograma donde se presenta como una precipitación se manifiesta durante una tormenta. [28]

a. Curvas intensidad-duración-frecuencia

Es un elemento donde se relaciona básicamente la intensidad de la lluvia, que esta dada en mm/h, la duración que puede ser usada en horas o minutos, y la frecuencia que establece el periodo de retorno en la que se puede dar. [28]

Estas curvas se hallan indirectamente mediante la siguiente formula:

$$I = \frac{KT^m}{t^m} \dots (15)$$

Donde I es la intensidad máxima en mm/hr; K m y n son factores característicos de la zona de estudio; T periodo de retorno en años, t duración de la precipitación en minutos. [28]

J. Hietograma de diseño

Se obtienen a partir de las curvas IDF, donde una de las metodologías es la de bloques alternos, que consiste en detallar la profundidad de precipitación en n intervalos de tiempos sucesivos de duración Δt sobre una duración total de $T_d = n \cdot \Delta t$.

K. Estimación de caudales

En lugares donde no existe la medición de datos de caudales, se trabaja con los datos de precipitación, pues haciendo un análisis estadístico de estos, se puede estimar el caudal. Estos caudales se analizan para periodos de retorno, que los mas comunes son 5, 10, 20, 50, 100 y 500 años. [28]

a. Hidrograma unitario

Es el método propuesto por Sherman en 1932, pues se denomina así ya que el volumen de escorrentía bajo el hidrograma se ajusta a 1cm o 1 pulg. [28]

Hidrogramas sintéticos

Son aquellos hidrogramas que son simulados, de los cuales se obtienen características fisiográficas y parámetros de una cuenca a estudiar. [28]

Método hidrograma unitario sintético de Snyder

Snyder relaciona el retardo de la cuenca “ t_p ” con la duración de la lluvia “ t_r ” de la siguiente manera:

$$t_p = 5.5 t_r \dots (16)$$

Donde el retardo de la cuenca puede ser calculado con la ecuación 17:

$$t_p(\text{hr}) = 0.75 C_t (L * L_c)^{0.3} \dots (17)$$

Donde L es la longitud del curso principal en km y L_c es longitud del curso principal hacia el centro de gravedad en km.

Y el caudal pico por unidad de área de drenaje en $\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2$ del H.U esta dado por la siguiente formula:

$$q_p = \frac{2.75 C_p}{t_p} \dots (18)$$

Luego se obtiene la duración efectiva en horas, su tiempo de retardo en horas y el caudal pico por unidad de área de drenaje.

2.2.6. HIDRÁULICA

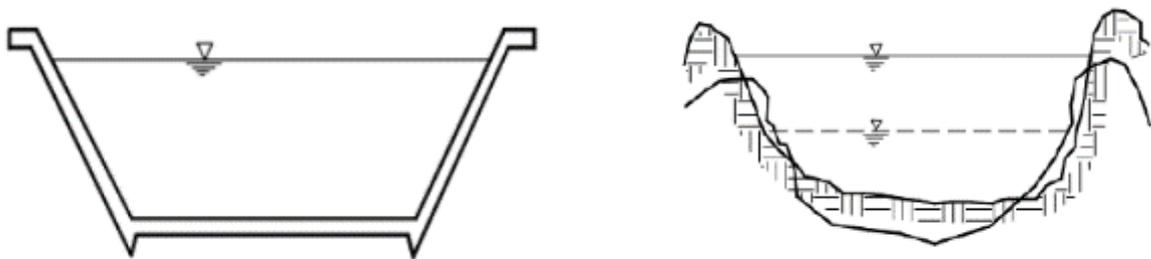
A. Movimiento Uniforme

Es el más frecuente en los cálculos de tuberías como canales. Para que se de este movimiento uniforme necesariamente la pendiente no debe ser demasiado grande. [29]

B. Movilidad Fluvial

El comportamiento de un río es diferente al de un canal. El caudal varía continuamente, por lo cual no existe un movimiento permanente. Sin embargo, en un río el movimiento uniforme no se da, esto porque la sección del río no es la misma para todo el recorrido de este. Pues generalmente para los ríos se considera un movimiento cuasi-uniforme y cuasi permanente para fines prácticos. [30]

La figura 5 se observa cómo es la sección de un río y un canal. [30]



*Figura 4: Lecho rígido y Lecho móvil
Fuente: Introducción a la Hidráulica Fluvial (por Rocha)*

C. Transporte de sólidos

Cuando el caudal se incrementa conlleva a arrastrar piedras, arenillas, y otros materiales en un río. La erosión va a determinar cómo va a influir el transporte de sólidos a lo largo del río. Gracias al transporte de sólidos el río tiene varias secciones en su recorrido. [30]

D. Conductos Abiertos

La característica principal de estos conductos es que su superficie es libre, pues está en contacto con la atmósfera. La permanencia de escurrimiento en un río es muy escasa, pues se da aguas debajo de un embalse. El caudal fluvial es irregular en el tiempo. [30]

Por ende, en conductos abiertos se usan las ecuaciones de Chezy o Manning. [30]

E. Propiedades geométricas de la sección transversal

Canal hidráulico

Es el contorno por el cual el agua es transportada, pues esta tiene la superficie libre y está en contacto con la atmosfera. [29]

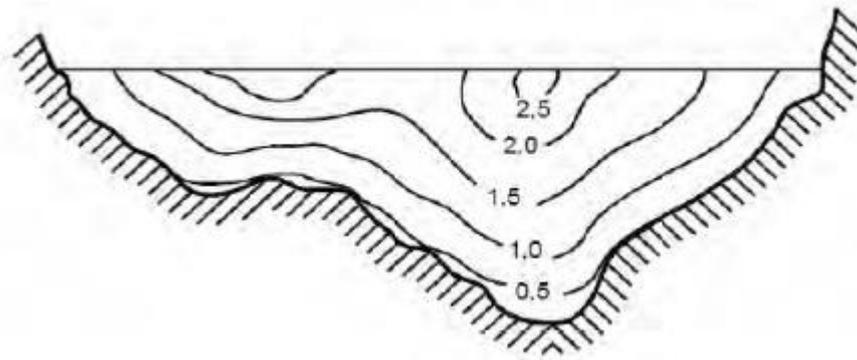


Figura 5: Canal natural de río
Fuente: Hidráulica de tuberías y canales (por Rocha)

Radio hidráulico

Viene a ser la relación entre el área transversal y el perímetro mojado de un conducto hidráulico [29]

$$R = \frac{A}{P} \dots (17)$$

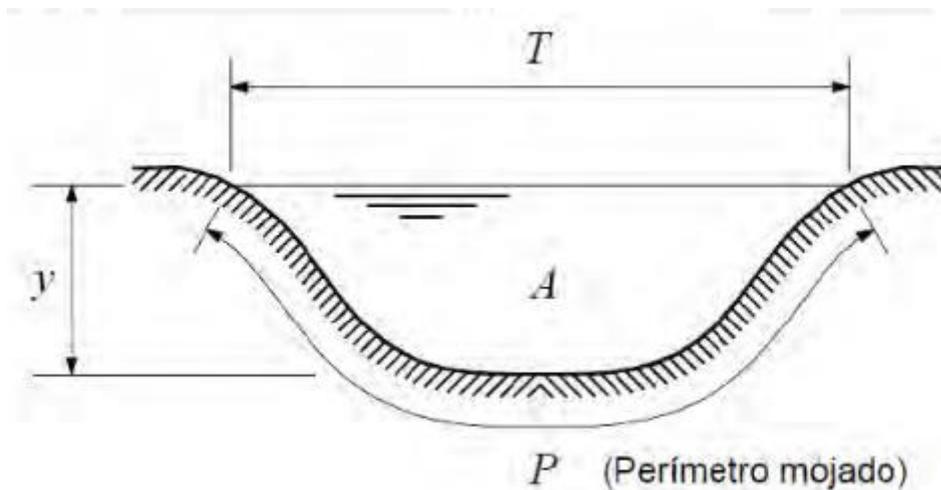


Figura 6: Parámetros de la sección transversal de un canal
Fuente: Hidráulica de tuberías y canales (por Rocha)

Tirante hidráulico

Esta dada por la relación que existe en un canal entre el área de la sección A y el ancho superficial T. [29]

$$d = \frac{A}{T} \dots (18)$$

Tirante (y)

Es la distancia vertical del punto más bajo del fondo del canal hasta la superficie libre.
[29]

2.2.7. PROGRAMAS

A. ARC GIS

Es un programa donde a través de la recolección, organización, administración y análisis de datos geográficos se genera distintos mapas según la conveniencia del que la usa. Pues es muy usada en todo el mundo ya que nos brinda conocimientos de cómo está la geografía de distintas partes del mundo. [31]

B. HEC-HMS

HEC-HMS es un programa desarrollado por el cuerpo de ingenieros del ejército de los Estados Unidos. Este programa simula procesos hidrológicos de las cuencas simplemente analizando las precipitaciones de estaciones meteorológicas. [32]

HEC-HMS es un modelo lluvia-escorrentía que se básicamente estructura la cuenca principal con las subcuencas pertenecientes a esta. [33]

C. IBER

El IBER es un programa matemático bidimensional en el cual se simula como es el progreso del agua a lo largo del río. Es más utilizado para la simulación de inundaciones, pues predice algunos eventos de gran magnitud. Fue desarrollado por el GEAMA (Grupo de ingeniería del agua y medio ambiente). [34]

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación que se realizó en esta tesis es descriptivo ya que establece una descripción lo más completa posible del proceso de inundación en la ciudad de Namballe y se determina el riesgo que tiene esta ciudad ante este fenómeno.

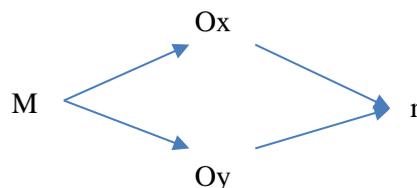
3.1.2. Nivel de investigación

En esta tesis se utilizó el nivel de investigación descriptivo, pues se describe datos y características que influyen en la ocurrencia de la inundación en Namballe.

3.2. Diseño de la investigación

El trabajo de investigación presentado posee un diseño de investigación transversal descriptivo, porque se obtuvo los datos en momentos dados u ocurridos para poder describir cómo actúa la variable dependiente con respecto a la variable independiente.

Para el mejor entendimiento se realizó el siguiente esquema



Donde:

M: Muestra de la investigación

Ox: Peligro de inundación

Oy: Vulnerabilidad de Inundación

r: Riesgo de Inundación

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

Distrito de Namballe.

3.3.2. Muestra

Área urbana de la ciudad de Namballe.

3.4. Criterios de selección

- Los datos de precipitación se obtuvieron de la página web del SENAMHI
- Para la data del relieve del terreno se recogió de la pagina web de la nasa
- Para la determinación de tirantes de inundación se hará en función al tiempo de retorno.
- Para la determinación de la vulnerabilidad y riesgo se utilizará el manual básico para la estimación del riesgo proporcionado por el INDECI.

3.5. Operacionalización de variables e hipótesis

3.5.1. Formulación de la hipótesis

El riesgo y vulnerabilidad de inundación en la ciudad de Namballe es alto

3.5.2. Operacionalización de variables

Tabla 1: OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

Fuente: Elaboración propia

Variable	Indicador	Medición
<u>Variable independiente</u> Peligro	Caudal	Metros cúbicos/segundos (m ³ /s)
	Tirante de inundación	Metros(m)
<u>Variable dependiente</u> Vulnerabilidad	Vulnerabilidad	Tipos de vulnerabilidad

3.5.3. Objetivo General

Analizar la vulnerabilidad y riesgo de inundación de la ciudad de Namballe como consecuencia del aumento del caudal en el rio Namballe.

3.5.4. Objetivos Específicos

- Obtener el perfil del terreno mediante los archivos DEM brindados en la página nasa (<https://search.earthdata.nasa.gov/search>)
- Delimitar la cuenca del rio Namballe mediante el uso del programa ARC-GIS
- Realizar un análisis hidrológico con ayuda del programa HEC-HMS
- Obtener caudales para tiempos de retorno de 2, 5, 10, 50, 100, 200 y 500 años en el rio Namballe.
- Realizar un análisis hidráulico con ayuda del programa IBER
- Generar mapas de inundación.

- Dar como propuesta la ubicación de infraestructuras necesarias para la mitigación de inundación.
- Generar mapas de vulnerabilidad y riesgo
- Realizar un diseño preliminar para el tipo de estructura propuesta como mitigación.
- Modelar incluyendo en el software la infraestructura de mitigación planteada

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1 Para la determinación las características de la cuenca

❖ Ubicación geográfica:

El desarrollo de esta investigación se desarrolló en el área urbana del distrito de Namballe, a 1 hora aproximadamente desde la ciudad de San Ignacio, el cual presenta sus límites: por el norte con el país vecino de Ecuador; por el sur con la provincia de Tabaconas; por el este con la provincia de San Ignacio y por el oeste con la región de Piura.

Departamento: Cajamarca

Provincia: San Ignacio

Distrito: Namballe

Zona: Área urbana de Namballe

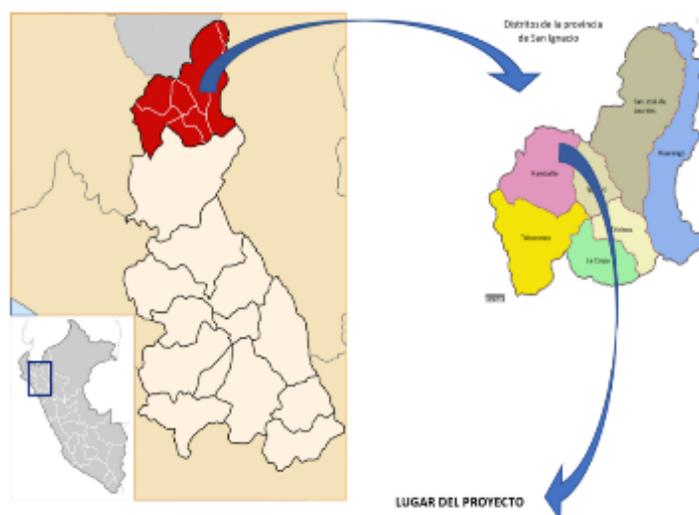


Figura 7: Localización Geográfica del departamento de Cajamarca, Provincia de San Ignacio y el distrito de Namballe

Fuente: Elaboración propia



Figura 8: Zona de estudio

Fuente: Google Earth

❖ **Ubicación y delimitación de la cuenca**

Para este punto se basó en datos proporcionados en la página web <https://search.earthdata.nasa.gov/search> de la NASA el cual nos proporciona archivos DEM mediante cuadrantes, pues se seleccionó los cuadrantes correspondientes a la cuenca de Namballe.

3.6.2 Para la modelización hidráulica

La recolección de datos para el desarrollo de esta tesis se obtuvo gracias a datos aproximados que nos tanto el SENAMHI para el caso de la data de precipitación.

3.6.3 Para la estimación del riesgo y vulnerabilidad

Para la determinación del peligro vulnerabilidad y riesgo se utilizó las tablas proporcionadas por el INDECI donde se te guía como elaborar mapas de peligro, vulnerabilidad y riesgo de inundación.

a. Para la determinación del nivel de peligrosidad:

El peligro se determina mediante la intensidad y probabilidad del peligro, pues para

esto el INDECI nos da unas tablas en las que se puede determinar tanto la intensidad de inundación, como la probabilidad de que ocurra una inundación.

Para la determinación de la intensidad de inundación se muestra las siguientes tablas.

*Tabla 2: Para la determinación de intensidad de inundación
Fuente: Manual de estimación del riesgo ante inundaciones fluviales (INDECI)*

Niveles de intensidad	Profundidad del flujo (H) (m) (inundaciones estáticas)	Profundidad x velocidad. del flujo (m ² /s) (inundaciones dinámicas)
Muy alta	$H > 1.5 \text{ m}$	$H*V > 1.5 \text{ m}$
Alta	$0.5 \text{ m} < H < 1.5 \text{ m}$	$0.5 \text{ m} < H*V < 1.5 \text{ m}$
Media	$0.25 \text{ m} < H < 0.5 \text{ m}$	$0.25 \text{ m} < H*V < 0.5 \text{ m}$
Baja	$< 0.25 \text{ m}$	$H*V < 0.25 \text{ m}$

*Tabla 3: Rangos de nivel de intensidad
Fuente: Manual de estimación del riesgo ante inundaciones fluviales (INDECI)*

Nivel de Intensidad	Rangos
Muy Alta	$0,75 < NI \leq 1$
Alta	$0,50 < NI \leq 0,75$
Media	$0,25 < NI \leq 0,50$
Baja	$0 < NI \leq 0,25$

NI = Nivel de Intensidad

- Para la determinación de la probabilidad de inundación se muestra las siguientes tablas.

*Tabla 4: Para la determinación de probabilidad de inundación
Fuente: Manual de estimación del riesgo ante inundaciones fluviales (INDECI)*

Niveles de intensidad	Período de retorno en años (Tr)
Muy alta	$1 < T < 5$ años
Alta	$5 < T < 15$ años
Media	$15 < T < 50$ años
Baja	$50 < T < 200$ años ó más

*Tabla 5: Rangos de probabilidad de inundación.
Fuente: Manual de estimación del riesgo ante inundaciones fluviales (INDECI)*

Frecuencia	Rangos
Muy Alta	$0,75 < F \leq 1$
Alta	$0,50 < F \leq 0,75$
Media	$0,25 < F \leq 0,50$
Baja	$0 < F \leq 0,25$

F = Frecuencia

Una vez hallado la intensidad y probabilidad de inundación se ingresa a un cuadro de doble entrada y se determina el nivel de peligro de inundación que se muestra a continuación.

Tabla 6: Para la determinación del nivel de peligrosidad
Fuente: Manual de estimación del riesgo ante inundaciones fluviales (INDECI)

Intensidad	Muy Alta	Peligro Medio 0,25	Peligro Alto 0,5	Peligro Muy Alto 0,75	Peligro Muy Alto 1
	Alta	Peligro Bajo 0,19	Peligro Medio 0,38	Peligro Alto 0,56	Peligro Muy Alto 0,75
	Media	Peligro Bajo 0,13	Peligro Medio 0,25	Peligro Medio 0,38	Peligro Alto 0,5
	Baja	Peligro Bajo 0,06	Peligro Bajo 0,13	Peligro Bajo 0,19	Peligro Medio 0,25
		Baja	Medio	Alta	Muy Alto
		Frecuencia (años)			

Tabla 7: Rangos de nivel de peligrosidad.
Fuente: Manual de estimación del riesgo ante inundaciones fluviales (INDECI)

Nivel de Peligrosidad	Rangos
Peligro Muy Alto	$0,75 < NP \leq 1$
Peligro Alto	$0,50 < NP \leq 0,75$
Peligro Medio	$0,25 < NP \leq 0,50$
Peligro Bajo	$0 < NP \leq 0,25$

b. Para la determinación del nivel de vulnerabilidad.

Para la estimación del nivel de vulnerabilidad por peligro de inundaciones se ha basado según el manual que presenta el INDECI en el cual muestra distintos tipos de vulnerabilidad y de los cuales se han tomado.

- Vulnerabilidad física
- Vulnerabilidad ambiental y ecológica
- Vulnerabilidad económica
- Vulnerabilidad social
- Vulnerabilidad cultural e ideológica
- Vulnerabilidad científica y tecnológica

+ Para el caso de la vulnerabilidad física se realizó con las siguientes tablas:

*Tabla 8: Vulnerabilidad física según la cercanía al río
Fuente: Manual de estimación del riesgo ante inundaciones fluviales (INDECI)*

INDICADORES	RANGO	GRADO DE VULNERABILIDAD
Muy cercana 0.2 – 0 Km.	$0,75 < V \leq 1$	Muy Alta
Cercana 0.2 – 1 Km.	$0,50 < V \leq 0,75$	Alta
Medianamente cerca 1 – 5 Km.	$0,25 < V \leq 0,50$	Media
Muy alejada > 5 Km.	$0 < V \leq 0,25$	Baja

*Tabla 9: Vulnerabilidad física según el material de construcción.
Fuente: Manual de estimación del riesgo ante inundaciones fluviales (INDECI)*

INDICADORES	RANGO	GRADO DE VULNERABILIDAD
Estructuras de adobe, caña y otros de menor resistencia, en estado precario	$0,75 < V \leq 1$	Muy Alta
Estructuras de adobe, piedra o madera, sin refuerzos estructurales	$0,50 < V \leq 0,75$	Alta
Estructura de concreto, acero o madera, sin adecuada técnica constructiva	$0,25 < V \leq 0,50$	Media
Estructura sismorresistente con adecuada técnica constructiva (de concreto o acero)	$0 < V \leq 0,25$	Baja

Tabla 10: Vulnerabilidad física según el uso de la normativa
 Fuente: Manual de estimación del riesgo ante inundaciones fluviales (INDECI)

INDICADORES	RANGO	GRADO DE VULNERABILIDAD
Desconocimiento e incumplimiento de la normativa vigente	$0,75 < V \leq 1$	Muy Alta
Con normativa vigente sin cumplimiento	$0,50 < V \leq 0,75$	Alta
Con normativa vigente medianamente cumplidas	$0,25 < V \leq 0,50$	Media
Con normativa vigente estrictamente cumplidas	$0 < V \leq 0,25$	Baja

Una vez teniendo el nivel de vulnerabilidad para cada cuadro se procede a calcular la vulnerabilidad física mediante la siguiente formula:

$$VF = \frac{Lv + Cv + Cn}{3} \dots (19)$$

En donde:

Lv: Localización de viviendas

Cv: Construcción utilizada en viviendas

Cn: Cumplimiento de la normativa

VF: Vulnerabilidad Física

Luego de obtener la vulnerabilidad física se procede a halla el nivel de vulnerabilidad física mediante la siguiente tabla:

Tabla 11: Obtención de la vulnerabilidad física
 Fuente: Manual de estimación del riesgo ante inundaciones fluviales (INDECI)

RANGO DE LA VULNERABILIDAD FISICA	GRADO
$0,75 < V \leq 1$	Muy Alto
$0,50 < V \leq 0,75$	Alto
$0,25 < V \leq 0,50$	Media
$0 < V \leq 0,25$	Baja

+ Para el caso de vulnerabilidad ambiental-ecológica se realizó con la siguiente tabla:

Tabla 12: Para la determinación de vulnerabilidad ambiental-ecológica
Fuente: Manual Básico para la estimación del riesgo (INDECI)

VARIABLE	NIVEL DE VULNERABILIDAD			
	VB	VM	VA	VMA
	< 25 %	26 a 50 %	51 a 75 %	76 a 100 %
Condiciones Atmosféricas	Niveles de temperatura al promedio normales	Niveles de temperatura ligeramente superior al promedio normal	Niveles de temperatura superiores al promedio normal	Niveles de temperatura superiores estables al promedio normal
Composición y calidad del aire y el agua	Sin ningún grado de contaminación	Con un nivel moderado de contaminación	Alto grado de contaminación	Nivel de contaminación no apto

Donde:

VB: Vulnerabilidad baja

VM: Vulnerabilidad media

VA: Vulnerabilidad alta

VMA: Vulnerabilidad muy alta

Luego de asignar un valor para cada fila de la Tabla 12 se procede a determinar el grado de vulnerabilidad ambiental y ecológica mediante la siguiente ecuación:

$$VAE = \frac{CA + CAA}{2} \dots (20)$$

Donde:

VAE: Vulnerabilidad ambiental-ecológica

CA: condiciones atmosféricas

CAA: calidad del aire y agua.

Luego con el resultado se va a la siguiente tabla:

Tabla 13: Rangos de vulnerabilidad ambiental-ecológica
Fuente: Manual de estimación del riesgo ante inundaciones fluviales (INDECI)

RANGO DE VULNERABILIDAD AMBIENTAL - ECOLÓGICA	GRADO
$0,75 < V \leq 1$	Muy Alta
$0,50 < V \leq 0,75$	Alta
$0,25 < V \leq 0,50$	Media
$0 < V \leq 0,25$	Baja

+ Para el caso de vulnerabilidad Económica se realizó con la siguiente tabla:

*Tabla 14 Para la determinación de vulnerabilidad económica
Fuente: Manual Básico para la estimación del riesgo (INDECI)*

VARIABLE	NIVEL DE VULNERABILIDAD			
	VB < 25 %	VM 26 a 50 %	VA 51 a 75 %	VMA 76 a 100 %
Actividad Económica	Alta productividad y Recursos bien distribuidos. Productos para el comercio exterior o fuera de la localidad	Medianamente productiva y distribución regular de los recursos. Productos para el comercio interior, a nivel local.	Escasamente productiva y distribución deficiente de los recursos. Productos para el autoconsumo.	Sin productividad y nula distribución de recursos.
Acceso al mercado laboral	Oferta laboral > Demanda	Oferta laboral = Demanda	Oferta laboral < Demanda	No hay Oferta Laboral.
Nivel de ingresos	Alto nivel de ingresos	Suficientes nivel de ingresos	Nivel de ingresos que cubre necesidades básicas	Ingresos inferiores para cubrir necesidades básicas.

Donde:

VB: Vulnerabilidad baja

VM: Vulnerabilidad media

VA: Vulnerabilidad alta

VMA: Vulnerabilidad muy alta

Luego de asignar un valor para cada fila de la Tabla 14 se procede a determinar el grado de vulnerabilidad Económica mediante la siguiente ecuación y la siguiente tabla:

$$VE = \frac{Ae + Al + Ni}{3} \dots (21)$$

Donde:

VE: Vulnerabilidad económica

Ae: Actividad económica

Al: Acceso laboral

Ni: Nivel de ingresos

Tabla 15: Rangos de vulnerabilidad económica
 Fuente: Manual de estimación del riesgo ante inundaciones fluviales (INDECI)

RANGO DE VULNERABILIDAD ECONÓMICA	GRADO
$0,75 < V \leq 1$	Muy Alta
$0,50 < V \leq 0,75$	Alta
$0,25 < V \leq 0,50$	Media
$0 < V \leq 0,25$	Baja

+ Para el caso de vulnerabilidad Social se realizó con la siguiente tabla:

Tabla 16: Para la determinación de la vulnerabilidad social.
 Fuente: Manual Básico para la estimación del riesgo (INDECI)

VARIABLE	NIVEL DE VULNERABILIDAD			
	VB	VM	VA	VMA
	< 25 %	26 a 50 %	51 a 75 %	76 a 100 %
Nivel de Organización	Población totalmente organizada.	Población organizada	Población escasamente organizada	Población no organizada.
Participación de la población en los trabajos comunales	Participación total	Participación de la mayoría.	Mínima Participación	Nula participación

Donde:

VB: Vulnerabilidad baja

VM: Vulnerabilidad media

VA: Vulnerabilidad alta

VMA: Vulnerabilidad muy alta

Luego de asignar un valor para cada fila de la Tabla 16 se procede a determinar el grado de vulnerabilidad Social mediante la siguiente ecuación y tabla:

$$VS = \frac{No + Pp}{2} \dots (22)$$

Donde:

VS: Vulnerabilidad social

No: Nivel de organización

Pp: Participación de la población

Tabla 17: Rango de vulnerabilidad social
Fuente: Manual de estimación del riesgo ante inundaciones fluviales (INDECI)

VULNERABILIDAD SOCIAL	GRADO
$0,75 < V \leq 1$	Muy Alto
$0,50 < V \leq 0,75$	Alto
$0,25 < V \leq 0,50$	Media
$0 < V \leq 0,25$	Baja

+ Para el caso de vulnerabilidad cultural e ideológica se realizó con la siguiente tabla:

Tabla 18: Para la determinación de la vulnerabilidad cultural e ideológica.
Fuente: Manual Básico para la estimación del riesgo (INDECI)

VARIABLE	NIVEL DE VULNERABILIDAD			
	VB	VM	VA	VMA
	< 25 %	26 a 50 %	51 a 75 %	76 a 100 %
Conocimiento sobre la ocurrencia de desastres	Conocimiento total de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres	La mayoría de la población tiene conocimientos sobre las causas y consecuencias de los desastres	Escaso conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres	Desconocimiento total de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres
Percepción de la población sobre los desastres	La totalidad de la población tiene una percepción real sobre la ocurrencia de desastres	La mayoría de la población tiene una percepción real de la ocurrencia de los desastres.	La minoría de la población tiene una percepción realista y más místico y religioso.	Percepción totalmente irreal – místico – religioso

Donde:

VB: Vulnerabilidad baja

VM: Vulnerabilidad media

VA: Vulnerabilidad alta

VMA: Vulnerabilidad muy alta

Luego de asignar un valor para cada fila de la Tabla 18 se procede a determinar el grado de vulnerabilidad cultural e ideológica mediante la siguiente ecuación y tabla:

$$VCI = \frac{Cd + Pd}{2} \dots (23)$$

Donde:

VCI: Vulnerabilidad cultural e ideológica

Cd: Conocimiento de desastres

Pd: Percepción de desastres

Tabla 19: Rangos de vulnerabilidad cultural e ideológica.
Fuente: Manual de estimación del riesgo ante inundaciones fluviales (INDECI)

VULNERABILIDAD CULTURAL - IDEOLÓGICA	GRADO
$0,75 < V \leq 1$	Muy Alto
$0,50 < V \leq 0,75$	Alto
$0,25 < V \leq 0,50$	Media
$0 < V \leq 0,25$	Baja

+ Para el caso de vulnerabilidad científica tecnológica se realizó con la siguiente tabla:

Tabla 20: Para la determinación de la vulnerabilidad científica tecnológica
Fuente: Manual Básico para la estimación del riesgo (INDECI)

VARIABLE	NIVEL DE VULNERABILIDAD			
	VB	VM	VA	VMA
	< 25 %	26 a 50 %	51 a 75 %	76 a 100 %
Existencia de trabajos de investigación sobre Desastres naturales en la localidad	La totalidad de los peligros naturales fueron estudiados	La mayoría de los peligros naturales fueron estudiados	Existen pocos estudios de los peligros naturales	No existen estudios de ningún tipo de los peligros.
Existencia de Instrumentos para medición (sensores) de fenómenos completos.	Población totalmente instrumentada	Población parcialmente instrumentada	Población con escasos instrumentos	Población sin instrumentos

Donde:

VB: Vulnerabilidad baja

VM: Vulnerabilidad media

VA: Vulnerabilidad alta

VMA: Vulnerabilidad muy alta

Luego de asignar un valor para cada fila de la Tabla 20 se procede a determinar el grado de vulnerabilidad científica tecnológica mediante la siguiente ecuación y tabla:

$$VCT = \frac{Eti + Eim}{2} \dots (24)$$

Donde:

VCT: Vulnerabilidad científica tecnológica.

Eti: Existencia de trabajos de investigación

Eim: Existencia de instrumentos de medición

Tabla 21: Rango de vulnerabilidad científica-tecnológica.
Fuente: Manual de estimación del riesgo ante inundaciones fluviales (INDECI)

VULNERABILIDAD CIENTÍFICA – TECNOLÓGICA	GRADO
$0,75 < V \leq 1$	Muy Alto
$0,50 < V \leq 0,75$	Alto
$0,25 < V \leq 0,50$	Media
$0 < V \leq 0,25$	Baja

Una vez determinada todos los tipos de vulnerabilidades se procede a hallar la vulnerabilidad total mediante la ecuación 25

$$VT = \frac{VF + VAE + VE + VS + VCI + VCT}{6} \dots (25)$$

Y se le determina el nivel de vulnerabilidad según la tabla 22.

Tabla 22: Determinación del grado de vulnerabilidad total
Fuente: Manual de estimación del riesgo ante inundaciones fluviales (INDECI)

VULNERABILIDAD TOTAL	GRADO
$0,75 < V \leq 1$	Muy Alto
$0,50 < V \leq 0,75$	Alto
$0,25 < V \leq 0,50$	Media
$0 < V \leq 0,25$	Baja

c. Para la determinación del nivel de riesgo

Una vez hallado el nivel de peligrosidad y el nivel de vulnerabilidad se procede a hallar el nivel de riesgo, para ello se utilizó las tablas proporcionadas por el INDECI.

Tabla 23: Determinación del nivel de riesgo
Fuente: Manual de estimación del riesgo ante inundaciones fluviales (INDECI)

Peligro Muy Alto 1	Riesgo Medio 0,25	Riesgo Alto 0,5	Riesgo Muy Alto 0,75	Riesgo Muy Alto 1
Peligro Alto 0,75	Riesgo Bajo 0,19	Riesgo Medio 0,38	Riesgo Alto 0,56	Riesgo Muy Alto 0,75
Peligro Medio 0,5	Riesgo Bajo 0,13	Riesgo Medio 0,25	Riesgo Medio 0,38	Riesgo Alto 0,5
Peligro Bajo 0,25	Riesgo Bajo 0,06	Riesgo Bajo 0,13	Riesgo Bajo 0,19	Riesgo Medio 0,25
	Vulnerabilidad Baja 0,25	Vulnerabilidad Media 0,5	Vulnerabilidad Alta 0,75	Vulnerabilidad Muy Alta 1

Tabla 24: Rangos de nivel de riesgo
Fuente: Manual de estimación del riesgo ante inundaciones fluviales (INDECI)

Nivel de Riesgo		Rangos
Riesgo Muy Alto		$0,75 < R \leq 1$
Riesgo Alto		$0,50 < R \leq 0,75$
Riesgo Medio		$0,25 < R \leq 0,50$
Riesgo Bajo		$0 < R \leq 0,25$

3.7. Procedimientos

La metodología que se aplicara en esta tesis se realizara mediante etapas.

Etapas 1: Recolección de datos

- Localizar el área en donde se produce el problema mediante la vista satelital, usando el programa Google Earth.
- Obtención de datos de precipitación del área de estudio en fuentes del SENAMHI.

Etapas 2. Desarrollo de estudios previos

- Recoger datos aproximados de topografía en el tramo a estudiar mediante la plataforma que ofrece el sitio web de la nasa a través de sus archivos DEM.

- Se hará una delimitación de la cuenca del río mediante el programa ARC GIS.
- Se determinará su área de influencia, su longitud de su cauce principal y su pendiente del río principal
- Se elaborará la curva hipsométrica de la cuenca

Etapa 3. Modelamiento en software

- Se elabora un cuadro de precipitación máxima en 24 h con distintas distribuciones de probabilidad establecido por el “MANUAL DE CARRETERAS: HIDROLOGIA, HIDRAULICA Y DRENAJE”
- Posteriormente se elaborará las curvas IDF y los Hietogramas de diseño
- Ingreso de datos recolectados al software HEC-HMS para simulación hidrológica.
- Modelamiento hidrológico de la cuenca del río Namballe y cálculo de caudales de diseño.
- Elaboración de hidrograma para los periodos de retorno mencionados en los objetivos.
- Ingreso de datos recolectados al software IBER para simulación hidráulica.
- Modelamiento hidráulico de la cuenca del río Namballe.
- Determinación de áreas inundadas para distintos periodos de retorno
- Determinación de alturas de inundación máximos para aquellas zonas inundadas

Etapa 4. Elaboración de mapas y determinación de la vulnerabilidad y riesgo de inundación

- Elaboración de mapas de inundación generados por el software.
- Determinación del peligro, vulnerabilidad y riesgo de inundación según el tirante de inundación y los distintos tipos de vulnerabilidad.
- Generación de mapas de riesgo y vulnerabilidad de inundación para los distintos tiempos de retorno.
- Propuestas de estructuras en prevención de daños ocurridos ante este evento.
- Prediseño de la estructura propuesta en prevención ante este fenómeno.
- Informe de discusión de resultados

3.8. Plan de procesamiento y análisis de datos

3.8.1 Procesamiento de datos

Con los datos pluviométricos observados se determinó que los meses de la ocurrencia de máximas avenidas son en enero y abril.

Para el análisis de peligro de inundación se realizó mediante los datos hidrológicos, modelos de distribución, programas como el HIDROESTA y el HEC-HMS para la simulación

hidrológica.

En tanto los datos hidrológicos fueron recogidos de la página del SENAMHI; la cual nos brinda información desde el año 1999 hasta el año 2018. Los cuales fueron procesados y analizados utilizando modelos de distribución que recomienda el manual de hidrología, hidráulica y drenaje del MTC, las cuales son las siguientes:

- Normal
- Log Normal 2 parámetros
- Log Normal 3 parámetros
- Gamma 2 parámetros
- Gamma 3 parámetros
- Log Pearson Tipo III
- Gumbel
- Log Gumbel

De los cuales se realizó la prueba de bondad de ajuste y así determinando que la distribución que más se ajusta es la Log Normal 2 parámetros. Con esta distribución se obtuvo las curvas IDF para los distintos tiempos de retorno.

Para la determinación del caudal de diseño se utilizó el programa HEC-HMS donde se usó el método del hidrograma unitario de Snyder

Una vez determinado el caudal de diseño para los distintos tiempos de retorno se realizó el modelado en el programa IBER en el cual mediante datos espaciales se realizó un mallado en la zona de influencia, posteriormente se le asignó los valores de entrada y salida de caudal los cuales determinaron la inundación para distintos periodos de retorno.

Para la obtención del peligro, vulnerabilidad y riesgo se realizó mediante la identificación y caracterización de los elementos expuestos ante un suceso de inundación, mediante la observación y la aplicación de unas encuestas, las cuales se determinó el nivel de peligrosidad y vulnerabilidad mediante las tablas 7 y 22. Finalmente para la determinación del riesgo se determinó mediante la tabla 24 de doble entrada que nos proporciona el INDECI.

3.8.2 Análisis de Datos

El indicador intensidad se realizó mediante las curvas IDF el cual nos muestran la intensidad para distintos periodos de retorno, para hallar estas curvas IDF se procedió a usar la fórmula proporcionada en el manual de hidrología, hidráulica y drenaje del MTC, la cual es:

$$I = \frac{K * T^m}{t^n}$$

Donde:

I= intensidad máxima (mm/h)

K, m, n= factores característicos de la zona de estudio

T=Periodo de retorno en años

t= duración de la precipitación

Luego de obtener los mapas de inundación y su respectiva altura para distintas zonas de la ciudad, se procedió a hacer el análisis de peligro de inundación mediante las tablas 2,3,4,5,6 y 7.

Con lo que respecta a la vulnerabilidad, los datos de cada encuesta fueron procesadas y contabilizadas según el tipo de vulnerabilidad descritas en el punto 3.6.3.

Finalmente, con el promedio de todas las vulnerabilidades se obtuvo una vulnerabilidad total, y en combinación con el nivel de peligrosidad se determinó el riesgo de inundación.

3.8.2.1. Obtención del caudal

Para la determinación del caudal se hizo en el programa HEC-HMS lo cual se indicaran los pasos para ver cómo se obtuvo.

Paso 1:

Abrimos el programa HEC-HMS y Cargamos la información de la cuenca como se muestra en la figura 10.

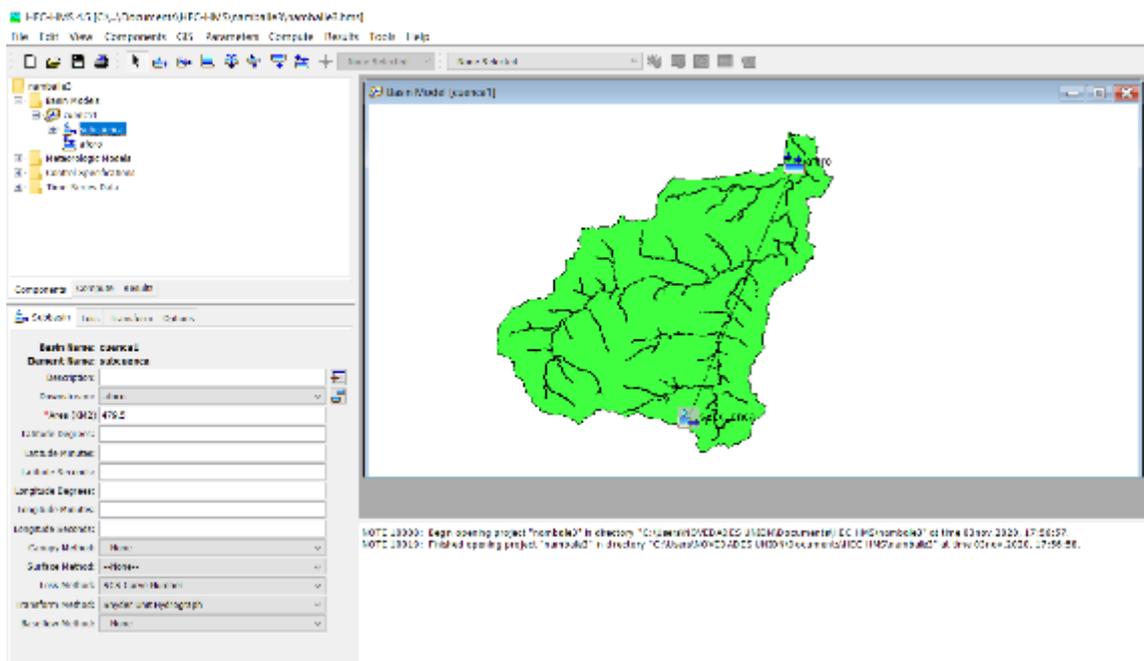
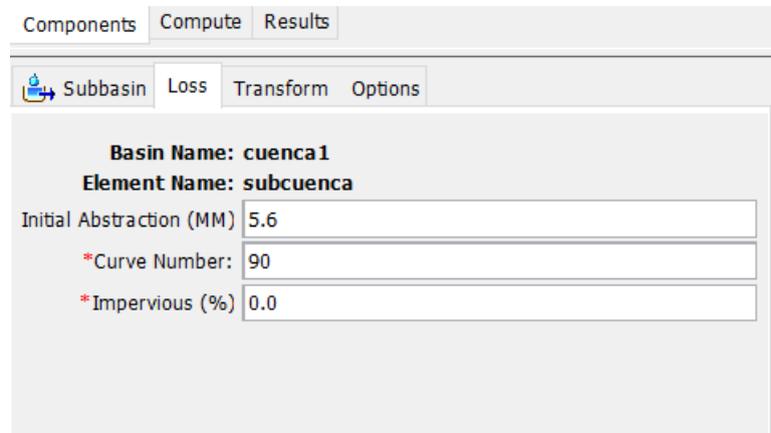


Figura 9: Modelo de la cuenca Namballe
Fuente: Elaboración Propia

Como se observa se eligió el método de transformación HIDROGRAMA UNITARIO DE SNYDER y el método de numero de curva SCS para el cálculo de perdidas.



En la pestaña Loss se colocó los valores de pérdida iniciales (Ia) el cual fue calculado según la ecuación [21]:

$$Ia = \frac{5080}{CN} - 50.8 (mm)$$

El número de curva se dio según la información revisada de los antecedentes y comparando la con la generación de NC en el ARCGIS como se muestra en la Figura

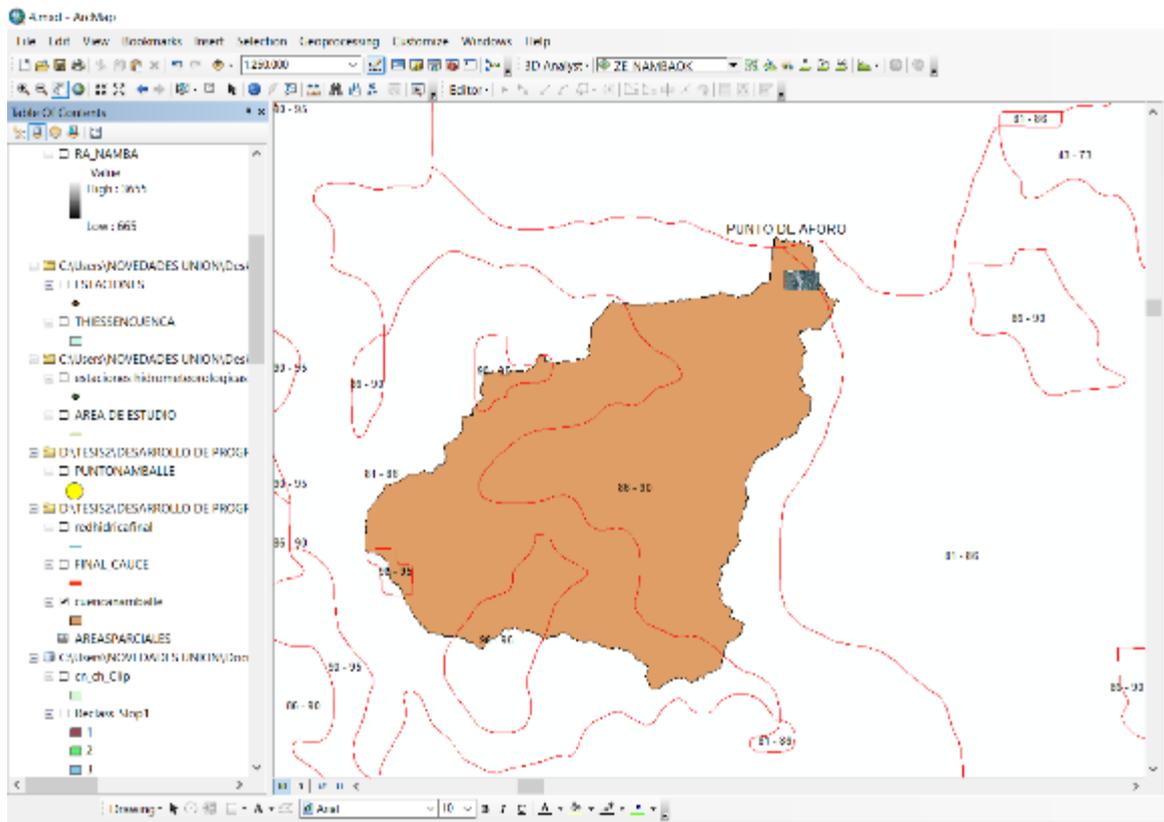


Figura 10: Numero de curva en la cuenca de Namballe
Fuente: Elaboración Propia

Continuando en la siguiente pestaña Transform, calculamos el tiempo de rezago el cual

según el SCS propone que es el 0.6 del Tc lo cual nos da como resultado un tiempo de rezago de 5.52 hr

El coeficiente “cp” se tomó el valor de 0.8 ya que presenta una orografía de pendientes elevadas.

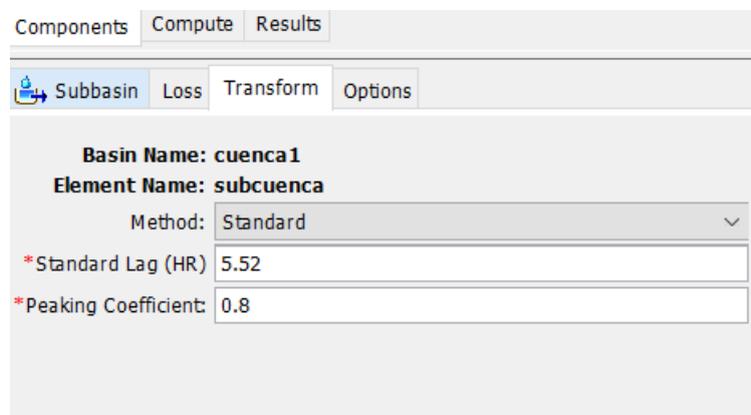


Figura 11: Datos en la pestaña “Transform” en el modelo HEC-HMS
Fuente: Elaboración Propia

Paso 2:

Creamos la carpeta Meteorologic models y en Met 1 colocamos de la siguiente manera.

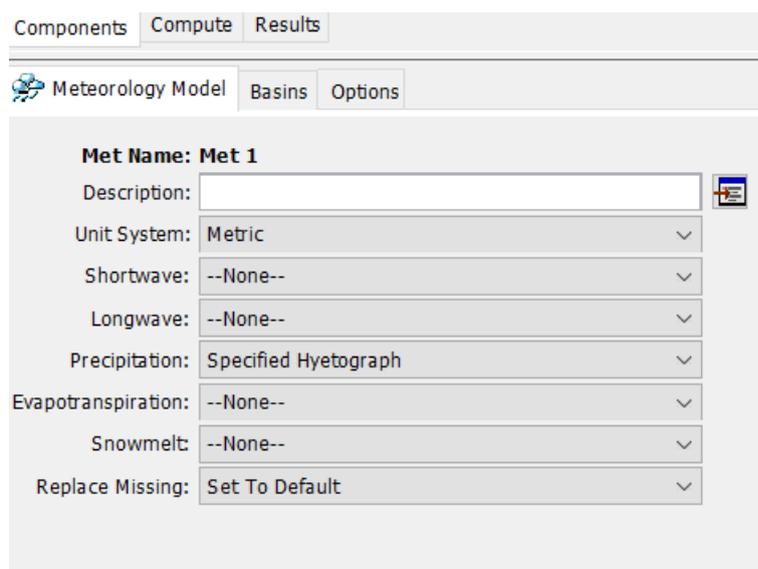


Figura 12: Modelo meteorológico en el HEC-HMS
Fuente: Elaboración Propia

Luego en la pestaña basins seleccionamos yes para que vincule la información de nuestra cuenca.

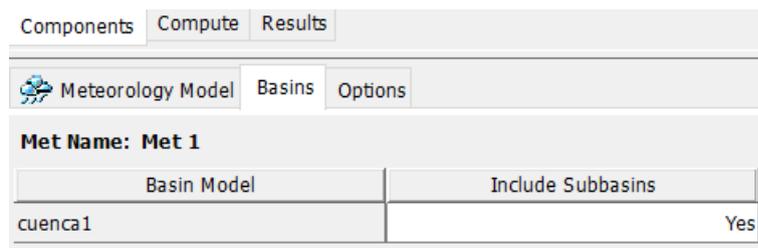


Figura 13: Enlace con la cuenca
Fuente: Elaboración Propia

En la subcarpeta Specified Hyetograph, como hemos elegido la precipitación mediante un pluviógrafo lo enlazamos con este mismo creado en la carpeta Time-Series-Data

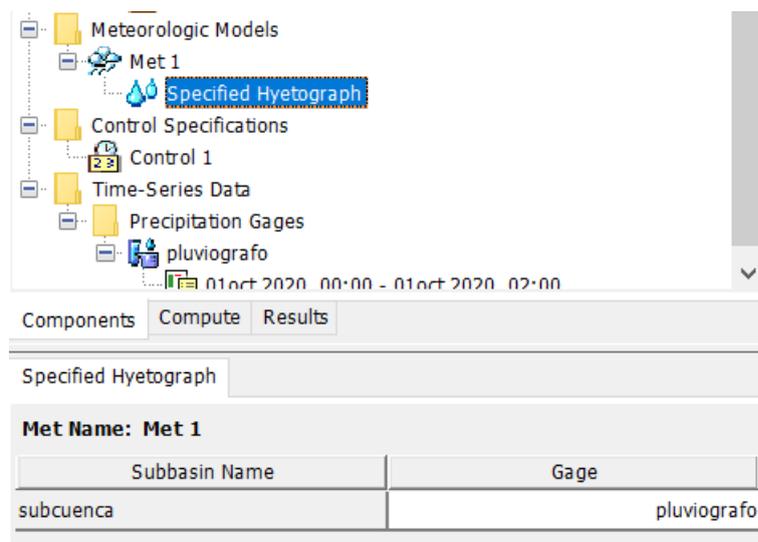


Figura 14: Enlace con el pluviógrafo
Fuente: Elaboración Propia

Paso 3:

Creamos la carpeta Time-Series-Data y desplegamos en Precipitation Gages pickeamos donde dice pluviógrafo, ahí se nos mostrará el intervalo de minutos en las cuales estará la precipitación

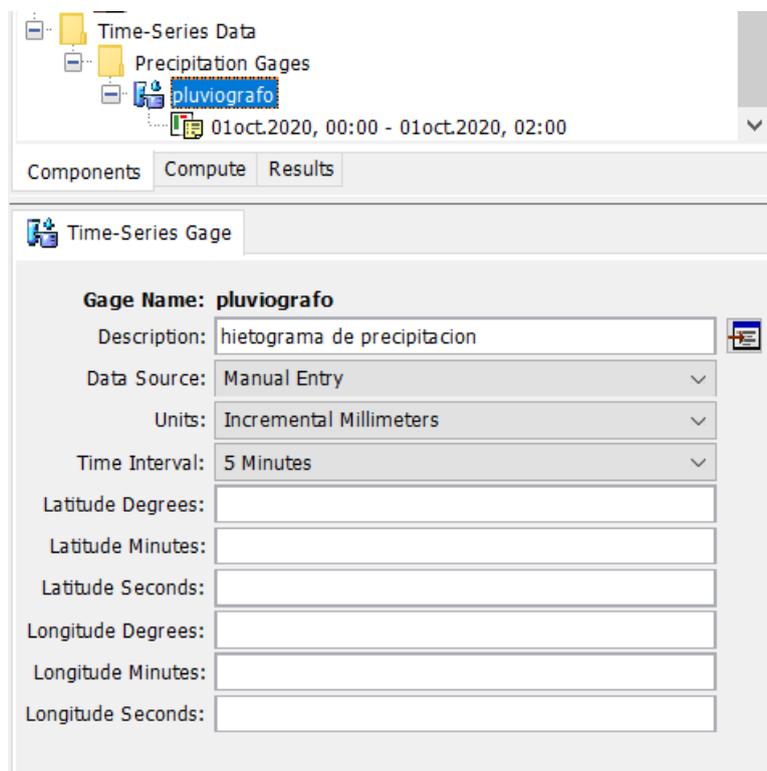


Figura 15: Datos iniciales necesarios para el pluviógrafo
Fuente: Elaboración Propia

Luego asignamos los datos de duración de la tormenta y colocamos los valores del pluviógrafo para el intervalo ya seleccionado anteriormente

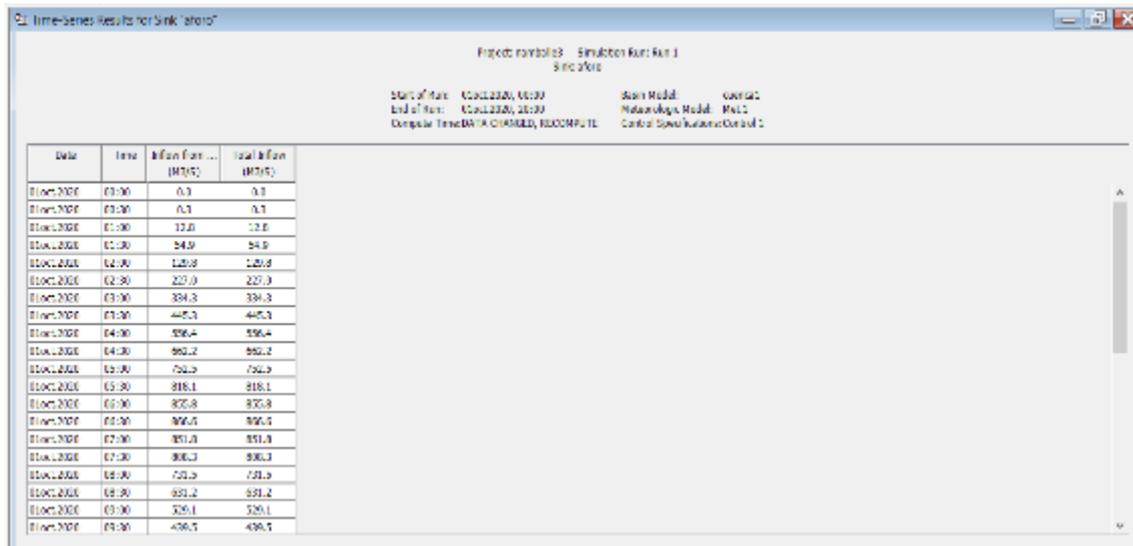


Figura 19: caudal en intervalos de 30 min para un T=500 años
Fuente: Elaboración Propia

3.8.2.2 Determinación del nivel de peligrosidad

La determinación del nivel de peligrosidad se hizo gracias a la ayuda del programa IBER el cual nos muestra alturas de inundación para distintos tiempos de retorno. Para la explicación de como se halló el nivel de peligrosidad se tomara como referencia el periodo de retorno de 500 años el cual nos dio una altura de inundación promedio de 1.17 con el cual nos vamos a la tabla 2 y hallamos el nivel de intensidad Alta; luego para la frecuencia de inundación nos basamos en el análisis de nuestros datos estadísticos, la cual nos dio que la que más se ajusta es la distribución log normal 2 parámetros y hallamos en que T_r la precipitación máxima puede ser igualada o superada.

Tabla 25: Resultados de la determinación de la intensidad de inundación
Fuente: Elaboración Propia

INTENSIDAD DE INUNDACIÓN			
Descripcion del area de estudio	Rango	Rango estimado	Nivel
Profundidad de inundación	H>1.5	1.66	Muy Alta
Nivel de intensidad		1.66>1.5	Muy Alta
Nivel de intensidad:	Muy Alta		

Tabla 26: Resultados de la determinación de la frecuencia de inundación
Fuente: Elaboración Propia

FRECUENCIA DE INUNDACION			
Descripcion del evento	Rango	Rango estimado	Nivel
T_r	15<T<50 Años	24.69 Años	Media
Frecuencia de ocurrencia		25 Años	Media
Nivel de frecuencia:	Media		

Una vez hallado la intensidad y la frecuencia nos dirigimos hacia la tabla 6 y obtenemos el nivel de peligrosidad.

Tabla 27: Resultado de la determinación del peligro de inundación
Fuente: Elaboración Propia

Determinación del peligro de inundación.			
Descripción del evento	Rango	Rango estimado	Nivel
Nivel de intensidad	$H > 1.5$	1.56	Muy Alta
Frecuencia de ocurrencia	$0.25 < F < 0.5$	0.50	Media
Nivel de peligro de inundación	Peligro Alto		

3.8.2.4 Determinación del nivel de vulnerabilidad

Se determino el valor de cada tipo de vulnerabilidad mediante las tablas 8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21 los cuales detallan el valor para cada tipo de vulnerabilidad.

Para el caso de vulnerabilidad física se hizo una encuesta presentada en el capítulo de resultados. Para el resto de tipos de vulnerabilidad se determinó mediante la observación en campo.

Vulnerabilidad física

- Con lo que respecta a la proximidad de las viviendas, se muestra la tabla 41 en la cual vemos que el 86% de las viviendas están muy cercanas al río mientras que el 14% están cercanas.



Figura 20: Porcentaje de la localización de viviendas con respecto al río
Fuente: Elaboración Propia

- Con lo que respecta al material de construcción en las viviendas se muestra en la

siguiente figura

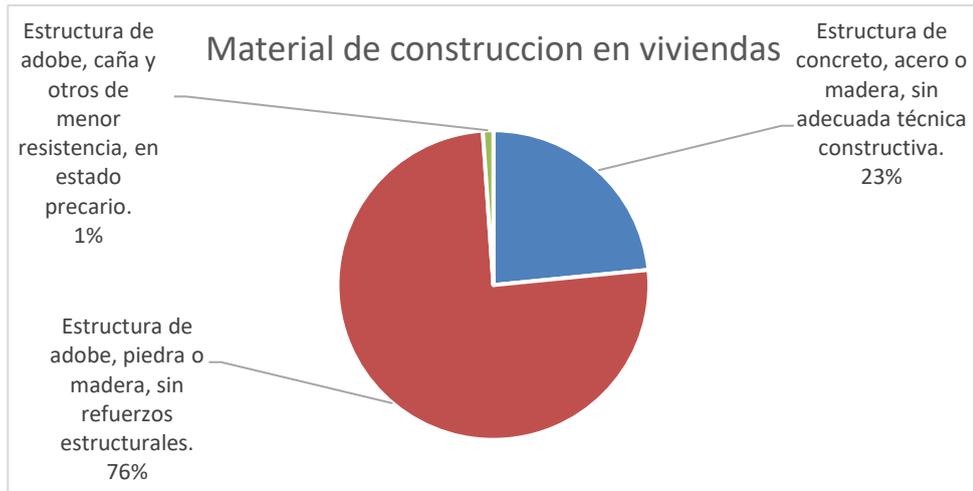


Figura 21: Porcentajes según el material de construcción utilizados en las viviendas
Fuente: Elaboración Propia

- Y con lo que respecta al cumplimiento de la normativa se observó que la mayoría no construye, ni tiene conocimiento de normativas de construcción.



Figura 22: Porcentaje del cumplimiento de normativas en las construcciones
Fuente: Elaboración Propia

Entonces con los datos de la encuesta se elaboró la siguiente tabla(ver el punto 4.5)

Tabla 28: Determinación del nivel de vulnerabilidad
Fuente: Elaboración Propia

Vulnerabilidad física	Localización de viviendas	86	84	52
	Material de construcción utilizada en viviendas	76		
	procedimientos constructivos	90		
Vulnerabilidad Ambiental y Ecológica	Condiciones Atmosféricas	36	37	
	Composición y calidad del aire y el agua	38		
Vulnerabilidad Económica	Producción que tienen los pobladores	30	55	
	Cantidad de ofertas laborales que presenta la población	65		
	Cantidad de ingreso mensual	70		
Vulnerabilidad Social	Nivel de organización de los pobladores	33	48	
	Participación de la población en los trabajos comunales	62		
Vulnerabilidad Cultural E Ideológica	Conocimiento sobre la ocurrencia de desastres	36	36	
	Percepción de la población sobre los desastres	35		
Vulnerabilidad Científica y Tecnológica	Existen pocos estudios	60	50	
	Población Parcialmente instrumentada	39		

Esta tabla se hizo en base a los resultados de la encuesta y la comparación de las tablas de nivel de vulnerabilidad para cada tipo de vulnerabilidad, proporcionada por el INDECI. Y para la determinación de vulnerabilidad total se hizo en base al resultado de la tabla 28 y comparada con la tabla 22 en el cual afirmamos nuestra formulación del problema donde indicamos que el nivel de vulnerabilidad de la ciudad de Namballe es alta.

3.8.2.2 Determinación del nivel de riesgo

Con los resultados de nivel de peligrosidad y el nivel de vulnerabilidad nos dirigimos a la tabla 23 y determinamos el nivel de riesgo en la ciudad de Namballe como se muestra en la figura 23 el cual nos muestra que nuestro nivel de riesgo es acorde con nuestra hipótesis de nivel de riesgo de inundación alto.

Peligro Muy Alto 1	Riesgo Medio 0,25	Riesgo Alto 0,5	Riesgo Muy Alto 0,75	Riesgo Muy Alto 1
Peligro Alto 0,75	Riesgo Bajo 0,19	Riesgo Medio 0,38	Riesgo Alto 0,56	Riesgo Muy Alto 0,75
Peligro Medio 0,5	Riesgo Bajo 0,13	Riesgo Medio 0,25	Riesgo Medio 0,38	Riesgo Alto 0,5
Peligro Bajo 0,25	Riesgo Bajo 0,06	Riesgo Bajo 0,13	Riesgo Bajo 0,19	Riesgo Medio 0,25
	Vulnerabilidad Baja 0,25	Vulnerabilidad Media 0,5	Vulnerabilidad Alta 0,75	Vulnerabilidad Muy Alta 1

Figura 23: Determinación del nivel de riesgo
Fuente: Elaboración Propia

3.9. Matriz de consistencia

Tabla 29: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN		
			Variables	Indicadores	Metodología
El riesgo y vulnerabilidad de inundación en la ciudad de Namballe	<p>Objetivo General Evaluar la vulnerabilidad y riesgo de inundación de la ciudad de Namballe como consecuencia del aumento del caudal en el río Namballe.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Obtener el perfil del terreno mediante los archivos DEM brindados en la página nasa (https://search.earthdata.nasa.gov/search) - Delimitar de la cuenca del río Namballe mediante el uso del programa ARC-GIS - Realizar un análisis hidrológico con ayuda del programa HEC-HMS - Obtener caudales para tiempos de retorno de 10, 50,100 y 200 años en el río Namballe. - Realizar un análisis hidráulico con ayuda del programa IBER - Generar mapas de inundación. - Comparar los resultados obtenidos en el software con los resultados de una hoja de cálculo. - Generar mapas de vulnerabilidad y riesgo - Dar como propuesta la ubicación de infraestructuras necesarias para la mitigación de inundación. - Realizar un diseño preliminar para el tipo de estructura propuesta como mitigación. 	El riesgo y vulnerabilidad de inundación en la ciudad de Namballe es alto	<p><u>Variable independiente</u> Peligro de inundación</p> <p><u>Variable dependiente</u> Vulnerabilidad por inundación</p>	<p>Caudal (m³/s)</p> <p>Tirante de inundación (mm)</p> <p>Vulnerabilidad de inundación</p>	<p>El proyecto es de tipo descriptivo.</p> <p>La población que se estudiará será el área urbana de Namballe afectada por inundación. Primeramente, se realizará un modelamiento en softwares como ARCGIS, HEC-HMS E IBER para la simulación de la inundación para los periodos de retorno de 2,5,10, 50,100,200 y 500 años.</p> <p>Una vez identificadas las zonas de inundación se estimarán los niveles de vulnerabilidad y riesgo de inundación.</p>

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Características geomorfológicas de la cuenca

La delimitación de la cuenca de Namballe se hizo con ayuda del programa ARCGIS el cual se usó también para la obtención de las características geomorfológicas de la cuenca.

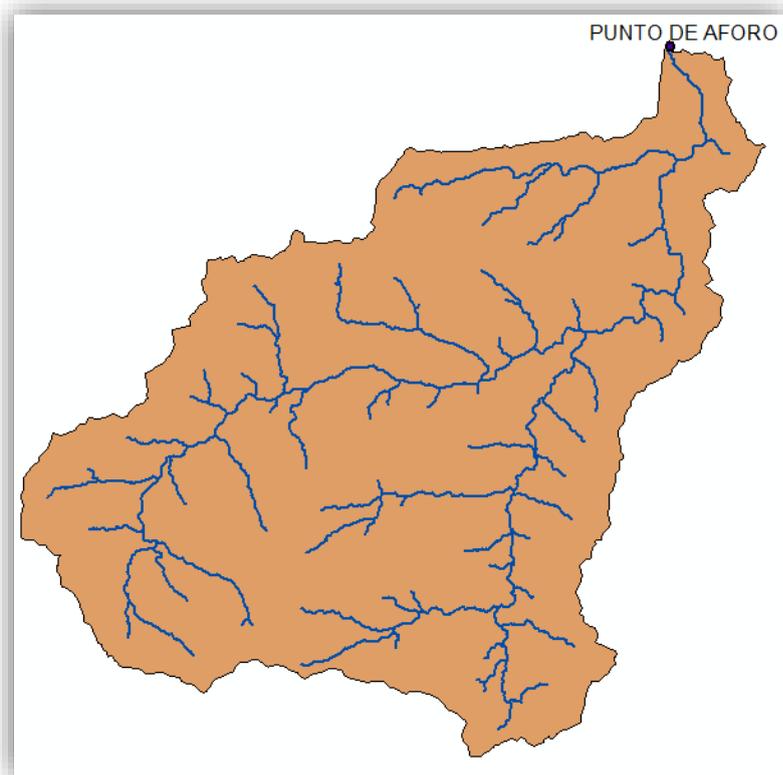


Figura 24: Cuenca hidrográfica Namballe
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 30: Características de la cuenca
Fuente: Elaboración Propia

Cuenca	Namballe
Área	479.50 km ²
Perímetro	114.47 km
Long. cauce principal	51.263 km
Long. total, de los cauces	243.443 km
Elevación media	2170.00 km
Pendiente media del cauce principal	2.22%
Pendiente media de la cuenca	6.28%
Índice de forma	0.21
Índice de Gravelius	1.47
densidad de drenaje	0.51
orden de cuenca	4

Se procedió a hallar la curva de frecuencia de altitudes y la curva hipsométrica y así se determinó que la altitud media de la cuenca que es de 2170 msnm como se observa en la Figura 21

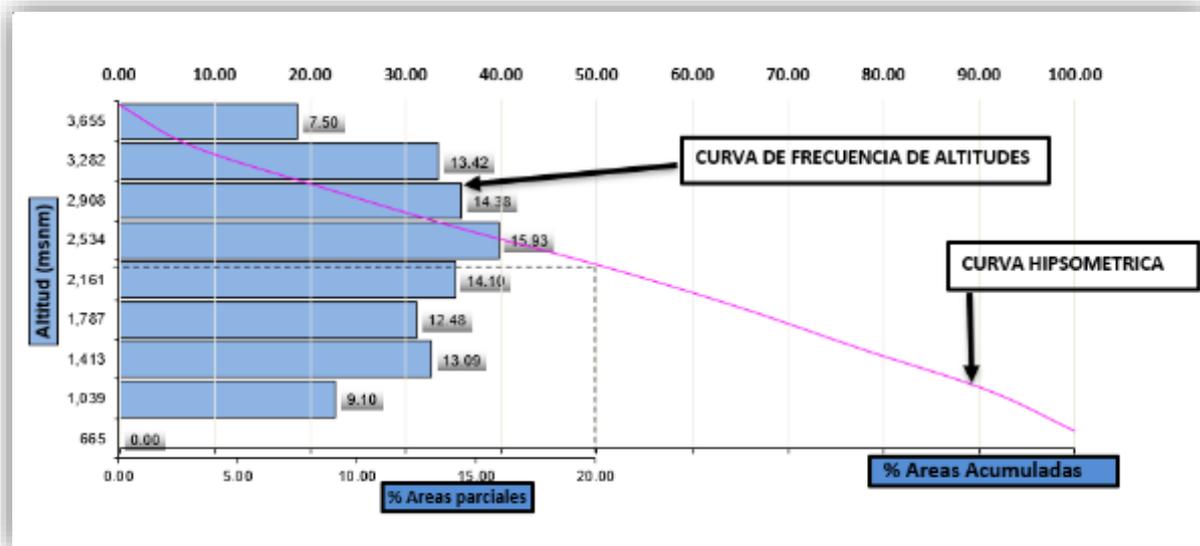


Figura 25: Curva hipsométrica y curva de frecuencia de altitudes
Fuente: Elaboración Propia

4.2. Resultados de precipitación

Los datos de precipitación se obtuvieron del SENAMHI, pues se trabajó con los datos de la estación Namballe debido a que las que están cercanas no están dentro de la cuenca y están a una diferencia muy elevada de cota.

Tabla 31: Máxima precipitación diaria mensual
Fuente: SENAMHI

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1999	S/D	32.5	77	9	50.7	11	32	8.2	8.4	32.4	32.3	47
2000	24.2	47.2	32.5	30.8	40	17	18	17	14.5	0.8	9.6	27.4
2001	27.5	27.8	36.3	21.1	13.2	17.2	10	10	8.6	23	11.2	44
2002	9.2	31.2	15.5	23	24	7.2	15.5	4.2	14.5	40.4	36	53
2003	38.3	29	40	26.1	8.5	6	16.2	11	10.1	24.2	45	70.9
2004	30	65	19.5	18.2	25.3	15	16.2	7.5	30.7	37.2	58.5	60.7
2005	20.9	70.3	30.4	37.9	2	22.1	25.8	8.2	30.1	18.5	14.1	54
2006	25.7	44.7	41.4	20.4	58.8	34	25	4.2	0	57.9	36.8	37.8
2007	37.4	20.6	22	38	20.2	30.7	38.4	32	40	100.5	63.2	40.2
2008	32.4	56.4	63.2	56.2	70.2	78.7	84.9	42.2	64.2	70.9	68.2	0
2009	100.7	86.8	72.8	107	82.1	32.2	60.4	30	14.1	78.2	74.8	76.2
2010	52	76.4	17.2	40	42.6	18.2	15.2	6.2	0	0	14	40.2
2011	34	40.8	33.6	63.4	22.4	40.7	46.2	10.2	28.6	11.2	35	32.4
2012	23	30.2	19	12.4	17	12	12.8	18.2	14.7	18	24.8	23.8
2013	9.4	18.5	15	10	20.5	12.7	14.2	22	17.3	30.2	6.5	20.3
2014	18.3	15.2	35.5	14.5	26	13.2	15.2	12.2	10	17.4	31	25
2015	30	16.4	36.5	22	32	17.5	20	7	17	15	18	12
2016	16	19	24	28	9	20	15	7	16	S/D	S/D	36.9
2017	S/D	33	42	30	S/D	27.5	8.5	11	9	16.5	22	14
2018	15	25	31	37	21	10	8.5	9.5	11	37	45	22.5

Se realizó el análisis de los datos de precipitación en una hoja de cálculo de Excel en los cuales se extrajeron de la Tabla 26 las precipitaciones máximas en 24 hr por cada año y luego se procedió a graficar el histograma como se muestra en la figura 22

*Tabla 32: Precipitación máxima en 24 hr
Fuente: Elaboración Propia*

PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HRS		
Nº	AÑO	PP
1	1999	77
2	2000	47.2
3	2001	44
4	2002	53
5	2003	70.9
6	2004	65
7	2005	70.3
8	2006	58.8
9	2007	100.5
10	2008	84.9
11	2009	107.3
12	2010	76.4
13	2011	63.4
14	2012	30.2
15	2013	30.2
16	2014	35.5
17	2015	36.5
18	2016	36.9
19	2017	42
20	2018	45

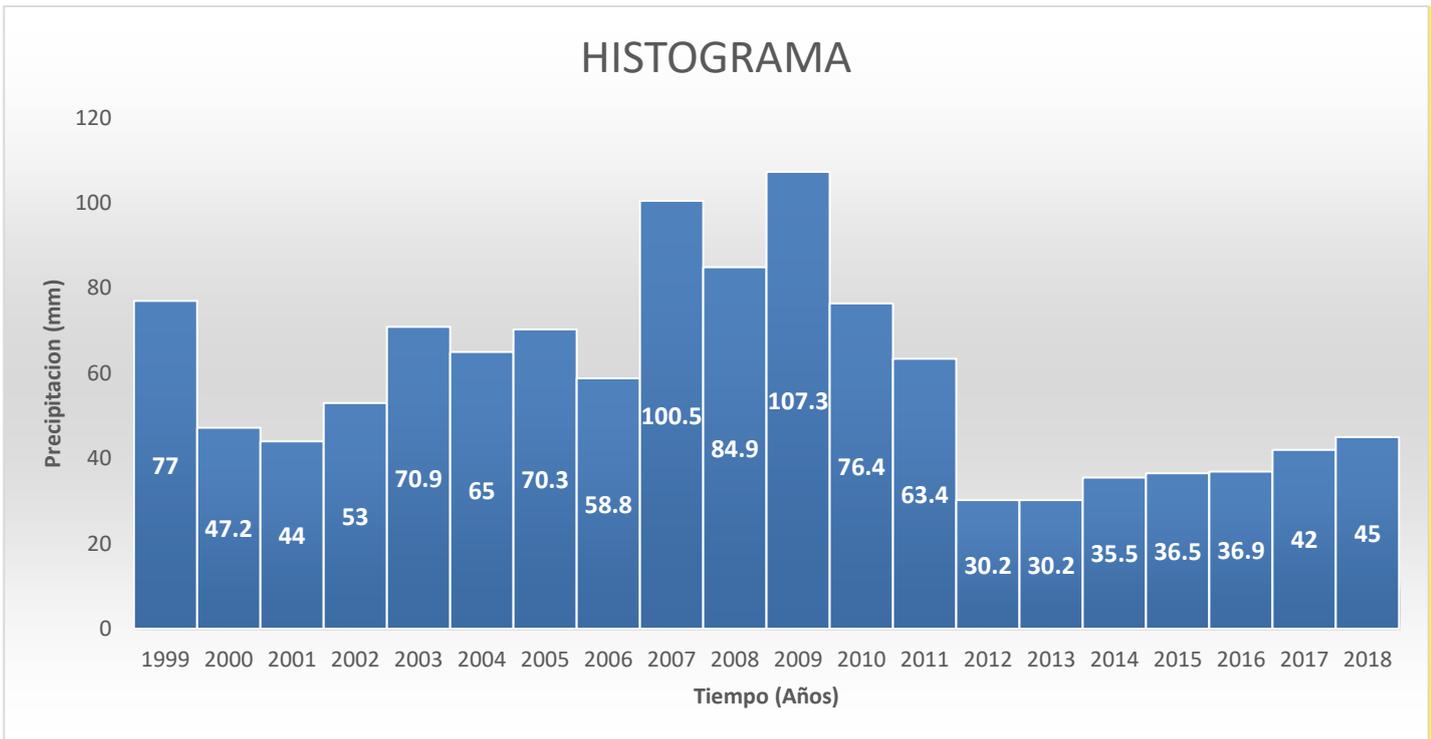


Figura 26: Histograma de precipitación a lo largo de los años 1999-2018
Fuente: Elaboración Propia

Luego se procedió a ver qué modelo de distribución se ajusta mas a los datos de precipitación ya obtenidos del SENAMHI.

Para ello se tomó en cuenta las distribuciones del “Manual de hidrología, hidráulica y drenaje” y se apoyó del programa Hidroesta para unos cálculos y la comprobación del excel.

Tabla 33: Distribución normal
Fuente: Elaboración Propia

Distribución Normal							
m	PP mm	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	$P(X)=m/(n+1)$	$Z=X-Xm/S$	F(Z)	DELTA
1	30.2	58.8	22.6729	0.048	-1.259	0.104	0.056
2	30.2			0.095	-1.259	0.104	0.009
3	35.5			0.143	-1.025	0.153	0.010
4	36.5			0.190	-0.981	0.163	0.027
5	36.9			0.238	-0.964	0.168	0.070
6	42.0			0.286	-0.739	0.230	0.056
7	44.0			0.333	-0.651	0.258	0.076
8	45.0			0.381	-0.606	0.272	0.109
9	47.2			0.429	-0.509	0.305	0.123
10	53.0			0.476	-0.254	0.400	0.076
11	58.8			0.524	0.002	0.501	0.023
12	63.4			0.571	0.205	0.581	0.010
13	65.0			0.619	0.276	0.609	0.010
14	70.3			0.667	0.509	0.695	0.028
15	70.9			0.714	0.536	0.704	0.010
16	76.4			0.762	0.778	0.782	0.020
17	77.0			0.810	0.805	0.790	0.020
18	84.9			0.857	1.153	0.876	0.018
19	100.5			0.905	1.841	0.967	0.062
20	107.3			0.952	2.141	0.984	0.031

Tabla 34: Distribución log normal 2 parámetros
Fuente: Elaboración Propia

Distribución Log Normal 2 Parámetros								
m	PP mm	Y=LnX	MEDIA(LnX)	DESVIACION ESTANDAR(LnX)	P(X)=m/(n+1)	Z=X-Xm/S	F(Z)	DELTA
1	30.2	3.4	4.0	0.3854	0.048	-1.259	0.061	0.014
2	30.2	3.4			0.095	-1.259	0.061	0.034
3	35.5	3.6			0.143	-1.025	0.130	0.013
4	36.5	3.6			0.190	-0.981	0.146	0.044
5	36.9	3.6			0.238	-0.964	0.153	0.085
6	42.0	3.7			0.286	-0.739	0.245	0.040
7	44.0	3.8			0.333	-0.651	0.285	0.048
8	45.0	3.8			0.381	-0.606	0.305	0.076
9	47.2	3.9			0.429	-0.509	0.350	0.079
10	53.0	4.0			0.476	-0.254	0.466	0.010
11	58.8	4.1			0.524	0.002	0.573	0.049
12	63.4	4.1			0.571	0.205	0.648	0.076
13	65.0	4.2			0.619	0.276	0.672	0.053
14	70.3	4.3			0.667	0.509	0.741	0.075
15	70.9	4.3			0.714	0.536	0.748	0.034
16	76.4	4.3			0.762	0.778	0.806	0.044
17	77.0	4.3			0.810	0.805	0.812	0.002
18	84.9	4.4			0.857	1.153	0.872	0.015
19	100.5	4.6			0.905	1.841	0.942	0.038
20	107.3	4.7			0.952	2.141	0.959	0.007

Tabla 35: Distribución log normal 3 parámetros
Fuente: Elaboración Propia

Distribución Log Normal 3 Parámetros										
m	PP mm (X)	P(X)=m/(n+1)	Mediana	Xo	X-Xo	Ln(X-Xo)	Media(Ln(X-Xo))	DESVIACION ESTANDAR(Ln(X-Xo))	F(Z)	DELTA
1	30.2	0.048	55.9	4.500	25.700	3.246	3.9103	0.41090	0.0531	0.005
2	30.2	0.095			25.700	3.246			0.0531	0.042
3	35.5	0.143			31.000	3.434			0.1232	0.020
4	36.5	0.190			32.000	3.466			0.1396	0.051
5	36.9	0.238			32.400	3.478			0.1464	0.092
6	42.0	0.286			37.500	3.624			0.2432	0.043
7	44.0	0.333			39.500	3.676			0.2845	0.049
8	45.0	0.381			40.500	3.701			0.3055	0.075
9	47.2	0.429			42.700	3.754			0.3520	0.077
10	53.0	0.476			48.500	3.882			0.4721	0.004
11	58.8	0.524			54.300	3.995			0.5812	0.057
12	63.4	0.571			58.900	4.076			0.6564	0.085
13	65.0	0.619			60.500	4.103			0.6801	0.061
14	70.3	0.667			65.800	4.187			0.7493	0.083
15	70.9	0.714			66.400	4.196			0.7563	0.042
16	76.4	0.762			71.900	4.275			0.8128	0.051
17	77.0	0.810			72.500	4.284			0.8182	0.009
18	84.9	0.857			80.400	4.387			0.8770	0.020
19	100.5	0.905			96.000	4.564			0.9443	0.040
20	107.3	0.952			102.800	4.633			0.9606	0.008

Tabla 36: Distribución gamma 2 parámetros
Fuente: Elaboración Propia

Distribución GAMMA 2 Parámetros										
m	PP mm	Y=LnX	P(X)=m/(n+1)	MEDIA(X)	MEDIA(LnX)	Y=Ln(MEDIA(X))- MEDIA(LN _x)	Y	β	F(Z)	DELTA
1	30.2	3.4	0.048	58.8	4.0	0.0701	7.2910	8.058	0.06836	0.021
2	30.2	3.4	0.095						0.06836	0.027
3	35.5	3.6	0.143						0.12996	0.013
4	36.5	3.6	0.190						0.14396	0.047
5	36.9	3.6	0.238						0.14976	0.088
6	42.0	3.7	0.286						0.23231	0.053
7	44.0	3.8	0.333						0.26823	0.065
8	45.0	3.8	0.381						0.28674	0.094
9	47.2	3.9	0.429						0.32841	0.100
10	53.0	4.0	0.476						0.44095	0.035
11	58.8	4.1	0.524						0.55018	0.026
12	63.4	4.1	0.571						0.62982	0.058
13	65.0	4.2	0.619						0.65558	0.037
14	70.3	4.3	0.667						0.73287	0.066
15	70.9	4.3	0.714						0.74081	0.027
16	76.4	4.3	0.762						0.80588	0.044
17	77.0	4.3	0.810						0.81215	0.003
18	84.9	4.4	0.857						0.88079	0.024
19	100.5	4.6	0.905						0.95634	0.052
20	107.3	4.7	0.952						0.97285	0.020

Tabla 37: Distribución gamma 3 parámetros
Fuente: Elaboración Propia

Distribución GAMMA 3 Parámetros										
m	PP mm	P(X)=m/(n+1)	MEDIA(X)	DESVIACION ESTANDAR(LnX)	M3	Y	β	Xo	F(Z)	DELTA
1	30.2	0.048	58.8	22.6729	0.6	9.7656	7.255	-12.10	0.01317	0.034
2	30.2	0.095							0.01317	0.082
3	35.5	0.143							0.03401	0.109
4	36.5	0.190							0.03964	0.151
5	36.9	0.238							0.04206	0.196
6	42.0	0.286							0.08192	0.204
7	44.0	0.333							0.10227	0.231
8	45.0	0.381							0.11346	0.267
9	47.2	0.429							0.14034	0.288
10	53.0	0.476							0.22481	0.251
11	58.8	0.524							0.32396	0.200
12	63.4	0.571							0.40783	0.164
13	65.0	0.619							0.43724	0.182
14	70.3	0.667							0.53289	0.134
15	70.9	0.714							0.54339	0.171
16	76.4	0.762							0.63487	0.127
17	77.0	0.810							0.64424	0.165
18	84.9	0.857							0.75429	0.103
19	100.5	0.905							0.89680	0.008
20	107.3	0.952							0.93270	0.020

Tabla 38: Distribución Gumbel
Fuente: Elaboración Propia

Distribución Gumbel									
m	PP mm	P(X)=m/(n+1)	MEDIA(X)	DESVIACION ESTANDAR(X)	α	μ	y	F(Z)	DELTA
1	30.2	0.048	58.8	22.6729	17.7	48.5472	-1.03785189	0.0594	0.012
2	30.2	0.095					-1.03785189	0.0594	0.036
3	35.5	0.143					-0.73804466	0.1235	0.019
4	36.5	0.190					-0.68147726	0.1385	0.052
5	36.9	0.238					-0.6588503	0.1448	0.093
6	42.0	0.286					-0.37035655	0.2350	0.051
7	44.0	0.333					-0.25722175	0.2744	0.059
8	45.0	0.381					-0.20065435	0.2946	0.086
9	47.2	0.429					-0.07620606	0.3399	0.089
10	53.0	0.476					0.25188486	0.4596	0.017
11	58.8	0.524					0.57997579	0.5713	0.047
12	63.4	0.571					0.84018584	0.6494	0.078
13	65.0	0.619					0.93069368	0.6742	0.055
14	70.3	0.667					1.23050091	0.7467	0.080
15	70.9	0.714					1.26444135	0.7540	0.040
16	76.4	0.762					1.57556206	0.8131	0.051
17	77.0	0.810					1.6095025	0.8187	0.009
18	84.9	0.857					2.05638497	0.8799	0.023
19	100.5	0.905					2.93883644	0.9484	0.044
20	107.3	0.952					3.32349477	0.9646	0.012

Tabla 39: Distribución log Gumbel
Fuente: Elaboración Propia

Distribución LogGumbel										
m	PP mm	Y=LnX	MEDIA(LnX)	DESVIACION ESTANDAR(LnX)	P(X)=m/(n+1)	α	μ	y	F(Z)	DELTA
1	30.2	3.4	4.0	0.3854	0.048	0.30049203	3.82972338	-1.40396888	0.0171	0.031
2	30.2	3.4			0.095			-1.40396888	0.0171	0.078
3	35.5	3.6			0.143			-0.86588215	0.0928	0.050
4	36.5	3.6			0.190			-0.77343523	0.1145	0.076
5	36.9	3.6			0.238			-0.73716375	0.1237	0.114
6	42.0	3.7			0.286			-0.30634345	0.2571	0.029
7	44.0	3.8			0.333			-0.15153064	0.3124	0.021
8	45.0	3.8			0.381			-0.07674378	0.3397	0.041
9	47.2	3.9			0.429			0.08210038	0.3980	0.031
10	53.0	4.0			0.476			0.46779453	0.5345	0.058
11	58.8	4.1			0.524			0.81339419	0.6419	0.118
12	63.4	4.1			0.571			1.06405643	0.7082	0.137
13	65.0	4.2			0.619			1.14699842	0.7279	0.109
14	70.3	4.3			0.667			1.40785236	0.7830	0.116
15	70.9	4.3			0.714			1.43613475	0.7883	0.074
16	76.4	4.3			0.762			1.68476785	0.8307	0.069
17	77.0	4.3			0.810			1.7108009	0.8347	0.025
18	84.9	4.4			0.857			2.03583006	0.8776	0.020
19	100.5	4.6			0.905			2.59718815	0.9282	0.023
20	107.3	4.7			0.952			2.81506722	0.9419	0.011

Como se observa en las tablas 28,29,30,31,32,33 y 34 se ha calculado un delta en la ultima columna para así poder facilitar el proceso de bondad de ajuste y observar cuál de los modelos se ajusta más a los datos. Pues de entre todas las distribuciones se escogió el mayor por tabla y se los inserto en la tabla 35, en esta tabla se observó que la que mejor se ajusta a los datos iniciales es la distribución log normal 2 parámetros.

Tabla 40: Prueba de bondad de ajuste
Fuente: Elaboración Propia

Δ TABULAR	ΔTEÓRICO DE LAS DISTRIBUCIONES						
	DISTRIBUCION NORMAL	DISTRIBUCION LOGNORMAL 2 PARÁMETROS	DISTRIBUCION LOGNORMAL 3 PARÁMETROS	DISTRIBUCION GAMMA 2 PARÁMETROS	DISTRIBUCION LOGPEARSON TIPO III	DISTRIBUCION GUMBEL	DISTRIBUCION LOGGUMBEL
0.3041	0.1233	0.0854	0.0917	0.1002	0.9524	0.0933	0.1368
MIN Δ	0.085358011						

Continuando se procedió a realizar las curvas IDF, pues de igual manera se realizo con ayuda de una hoja de cálculo en Excel.

Tabla 41: Tabla de curvas IDF
Fuente: Elaboración Propia

TABLA DE I-D-F							
DURACION (tmin.)	FRECUENCIA (T años)						
	2 Años	5 Años	10 Años	50 Años	100 Años	200 Años	500 Años
5	61.2	74.0	85.4	119.3	137.7	159.0	192.3
10	42.1	51.0	58.8	82.1	94.8	109.5	132.4
15	33.9	41.0	47.3	66.0	76.3	88.0	106.5
20	29.0	35.1	40.5	56.6	65.3	75.4	91.2
25	25.7	31.1	35.9	50.2	57.9	66.9	80.9
30	23.3	28.2	32.6	45.5	52.5	60.6	73.3
35	21.5	26.0	30.0	41.9	48.3	55.8	67.5
40	20.0	24.2	27.9	39.0	45.0	51.9	62.8
45	18.8	22.7	26.2	36.6	42.2	48.8	59.0
50	17.7	21.4	24.8	34.6	39.9	46.1	55.7
55	16.8	20.4	23.5	32.8	37.9	43.8	52.9
60	16.1	19.4	22.4	31.3	36.2	41.8	50.5
65	15.4	18.6	21.5	30.0	34.6	40.0	48.4
70	14.8	17.9	20.7	28.8	33.3	38.4	46.5
75	14.3	17.2	19.9	27.8	32.1	37.0	44.8
80	13.8	16.6	19.2	26.8	31.0	35.8	43.3
85	13.3	16.1	18.6	26.0	30.0	34.6	41.9
90	12.9	15.6	18.0	25.2	29.1	33.6	40.6
95	12.6	15.2	17.5	24.5	28.2	32.6	39.4
100	12.2	14.8	17.0	23.8	27.5	31.7	38.4
105	11.9	14.4	16.6	23.2	26.8	30.9	37.4
110	11.6	14.0	16.2	22.6	26.1	30.1	36.5
115	11.3	13.7	15.8	22.1	25.5	29.4	35.6
120	11.1	13.4	15.5	21.6	24.9	28.8	34.8

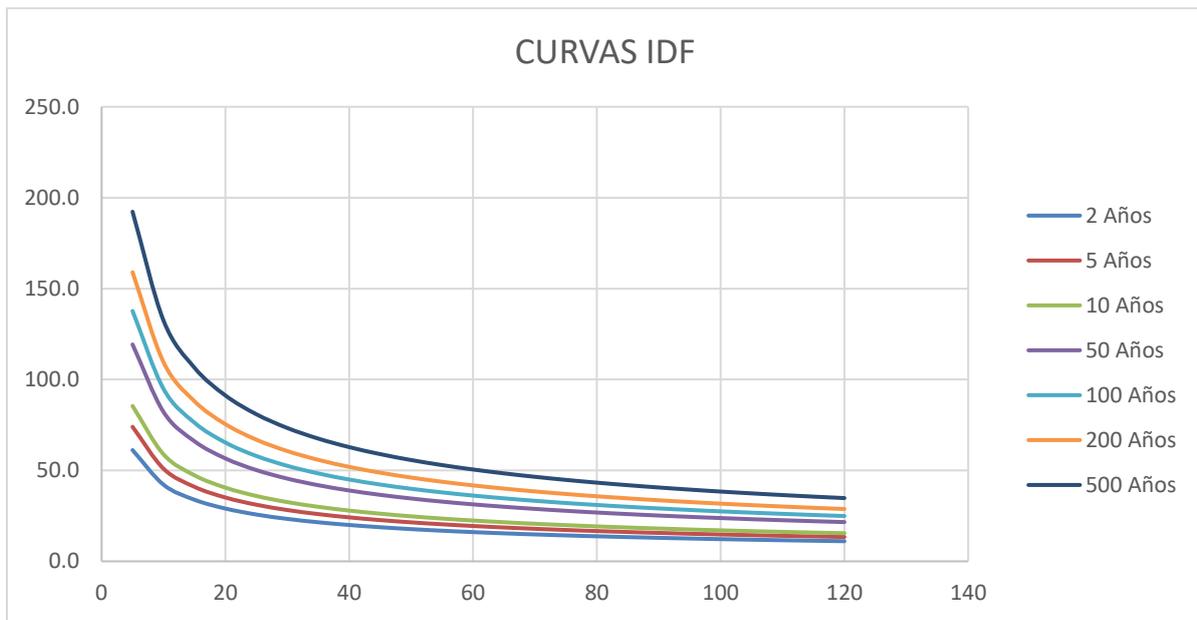


Figura 27: CURVAS IDF
Fuente: Elaboración Propia

Seguidamente se procedió a realizar los hietogramas para cada periodo de retorno apoyado de una hoja de cálculo en Excel.

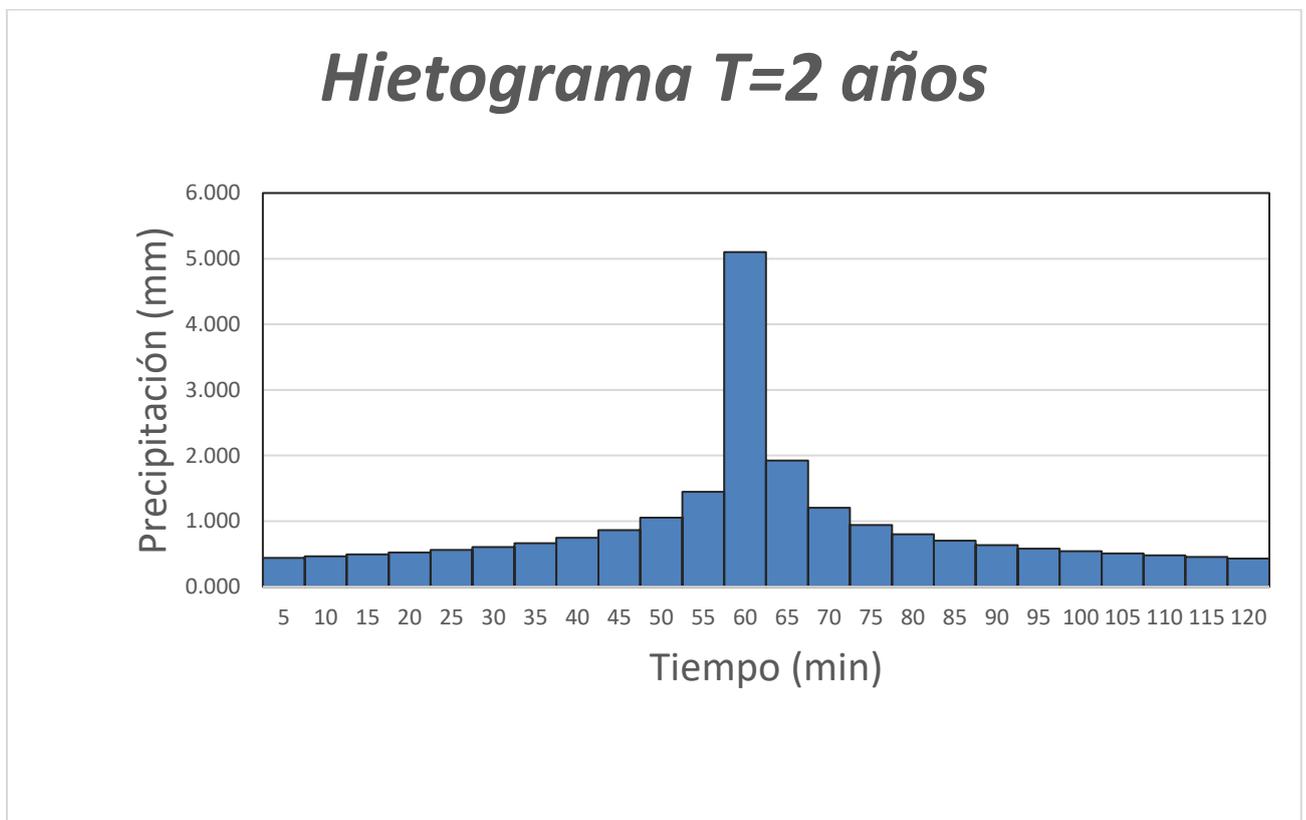


Figura 28: Hietograma para T=2 años
Fuente: Elaboración Propia

Hietograma T=5 años

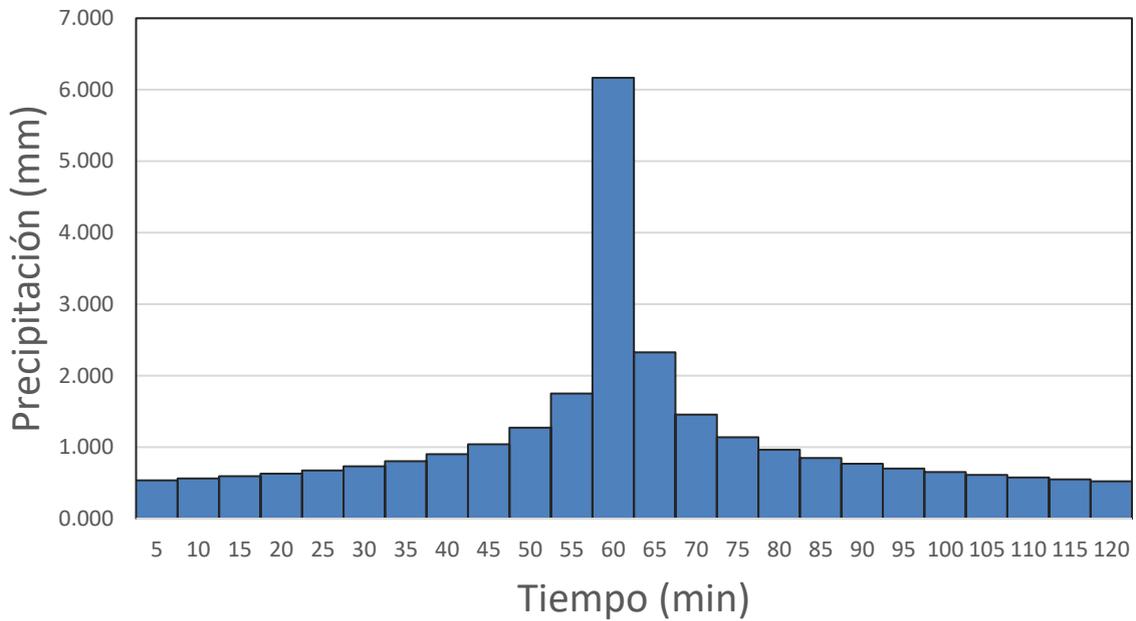


Figura 29: Hietograma para T=5 años
Fuente: Elaboración Propia

Hietograma T=10 años

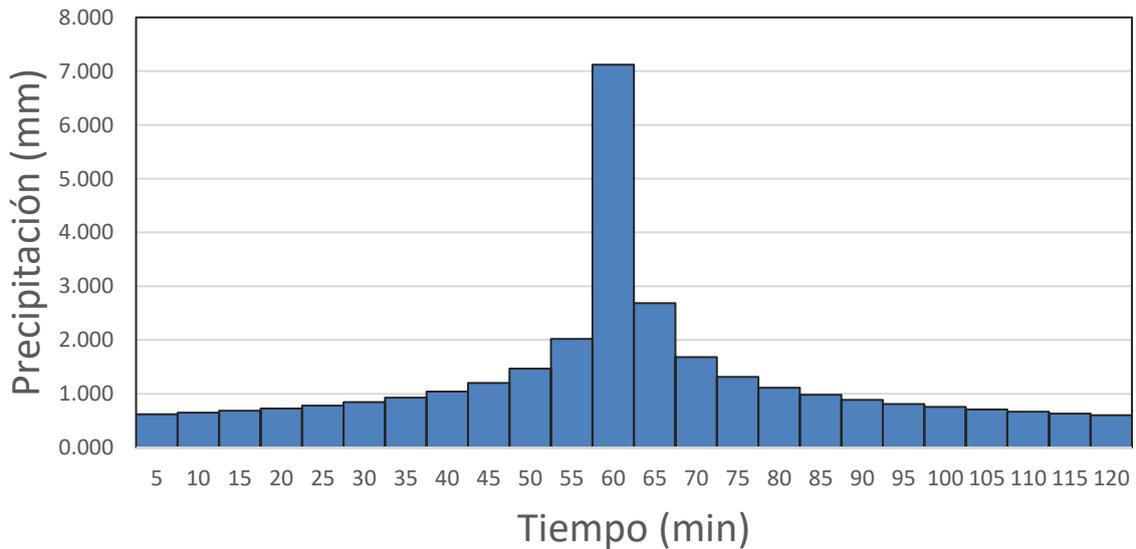


Figura 30: Hietograma para T=10 años
Fuente: Elaboración Propia

Hietograma T=50 años

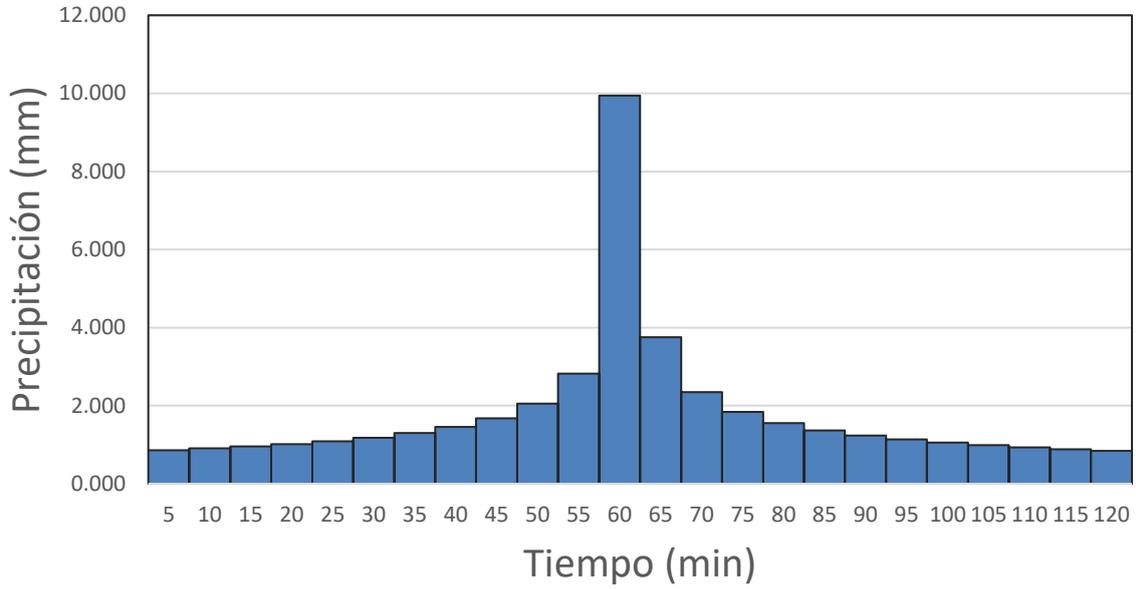


Figura 31: Hietograma para T=50 años
Fuente: Elaboración Propia

Hietograma T=100 años

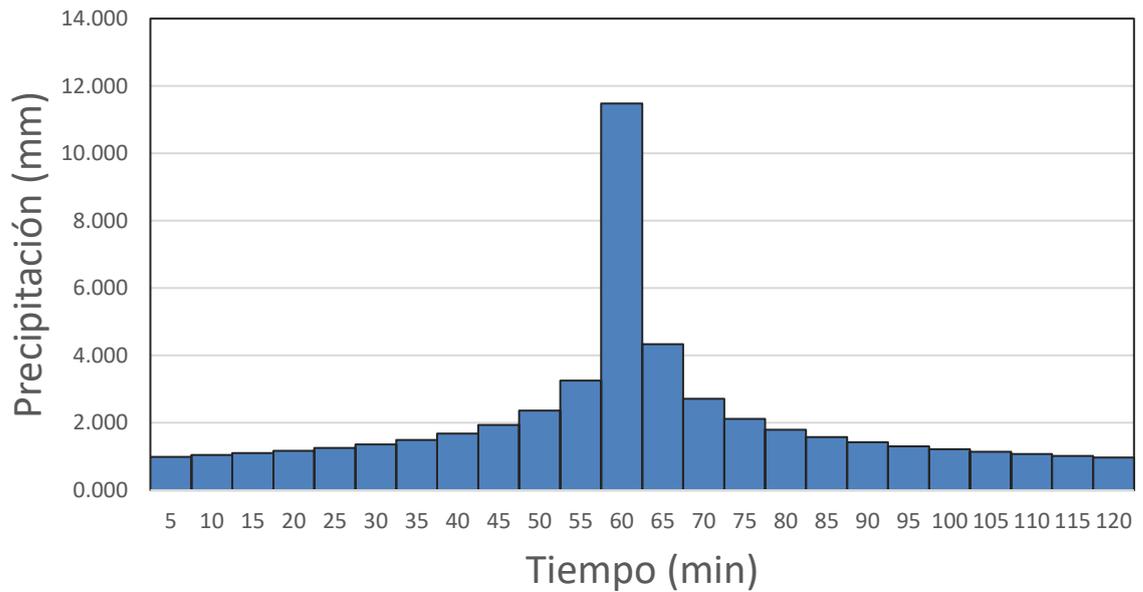


Figura 32: Hietograma para T=100 años
Fuente: Elaboración Propia

Hietograma T=200 años

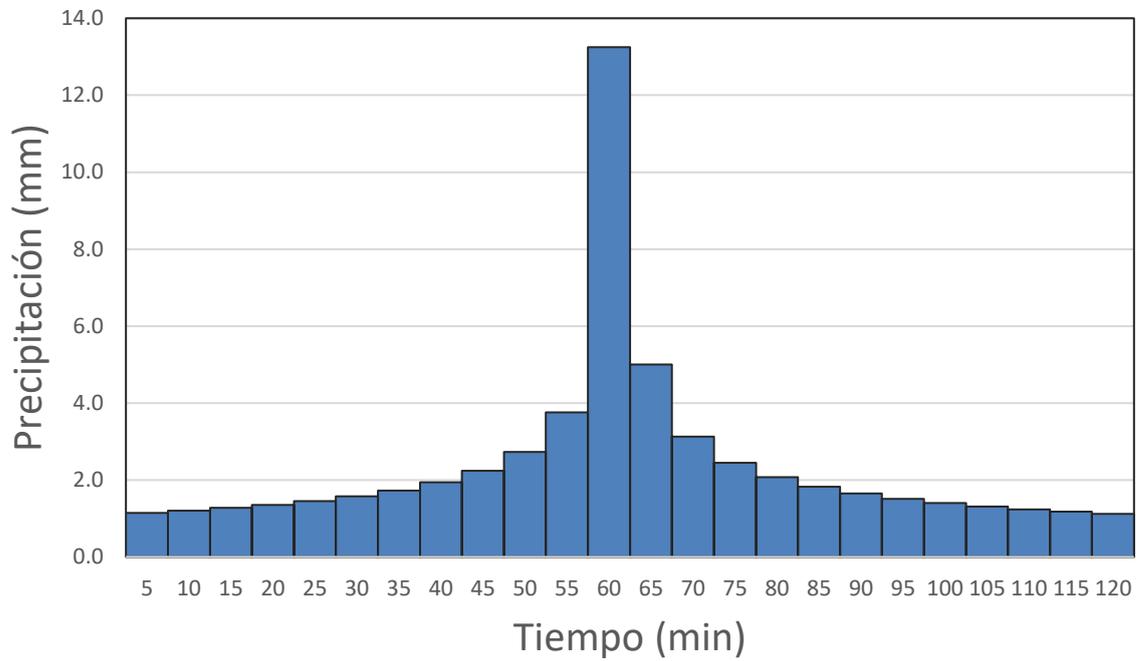


Figura 33: Hietograma para T=200 años
Fuente: Elaboración Propia

Hietograma T=500 años

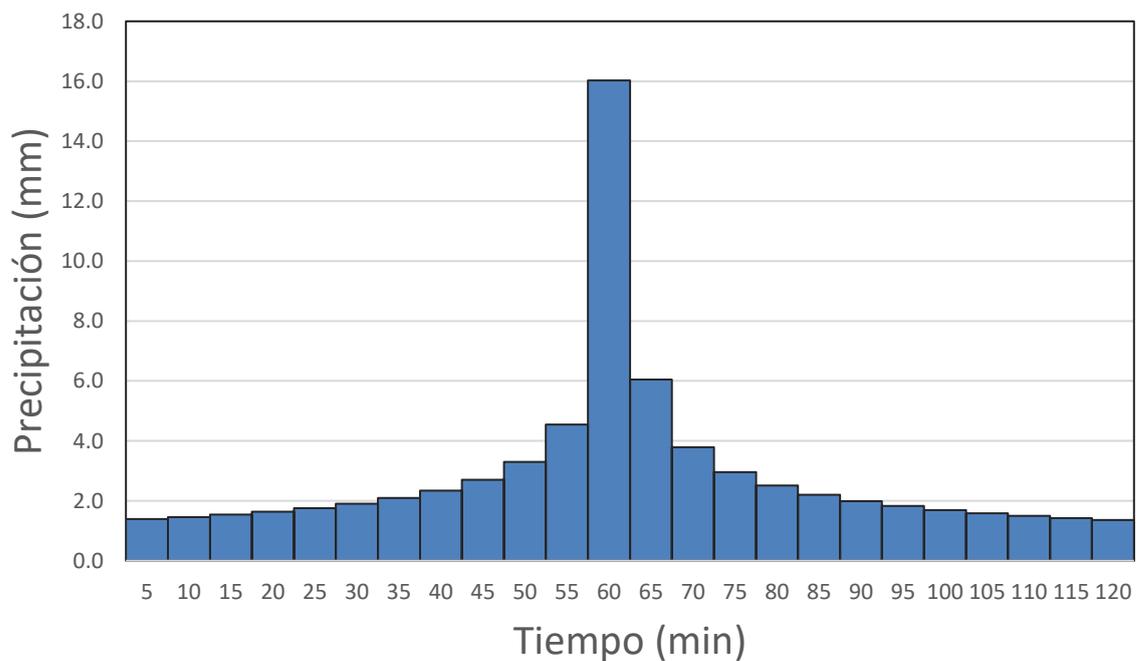


Figura 34: Hietograma para T=500 años
Fuente: Elaboración Propia

4.3. Resultados de la modelación hidrológica

Para la modelación hidrológica se usó el programa HEC-HMS pues se calculó con el método de Snyder debido a que el área de la cuenca supera los 30 km².

Para esto se hizo uso de los hietogramas ubicados en las figuras 24,25,26,27,28,29 y 30 y se obtuvo un hidrograma para cada tiempo de retorno.

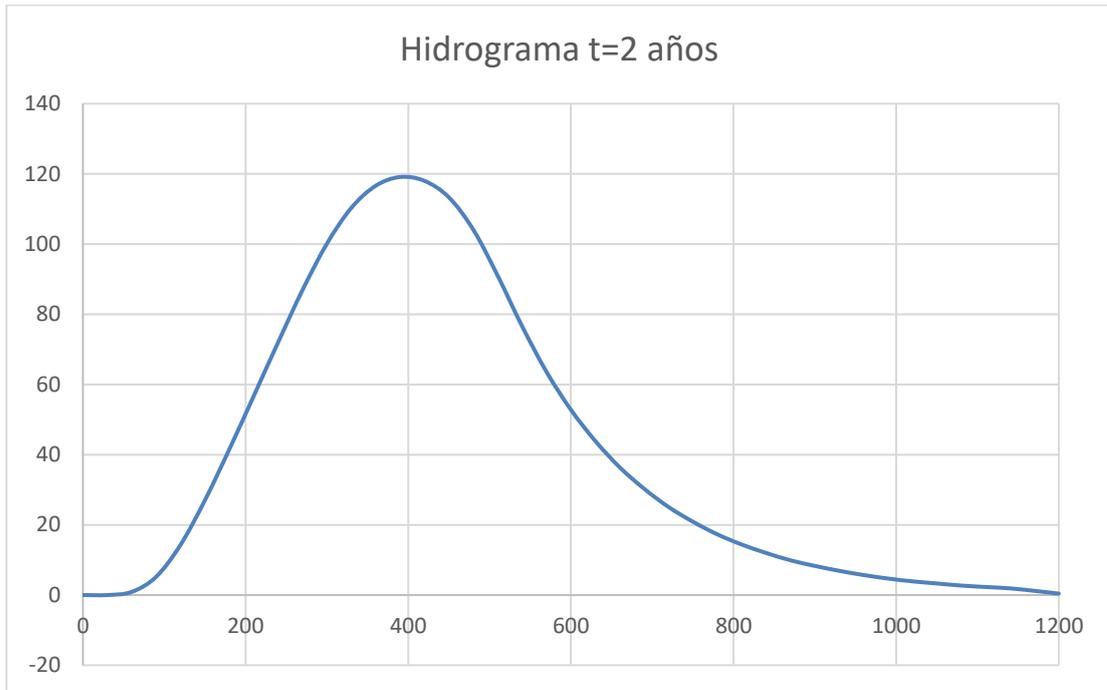


Figura 35: Hidrograma para un $t=2$ años
Fuente: Elaboración Propia

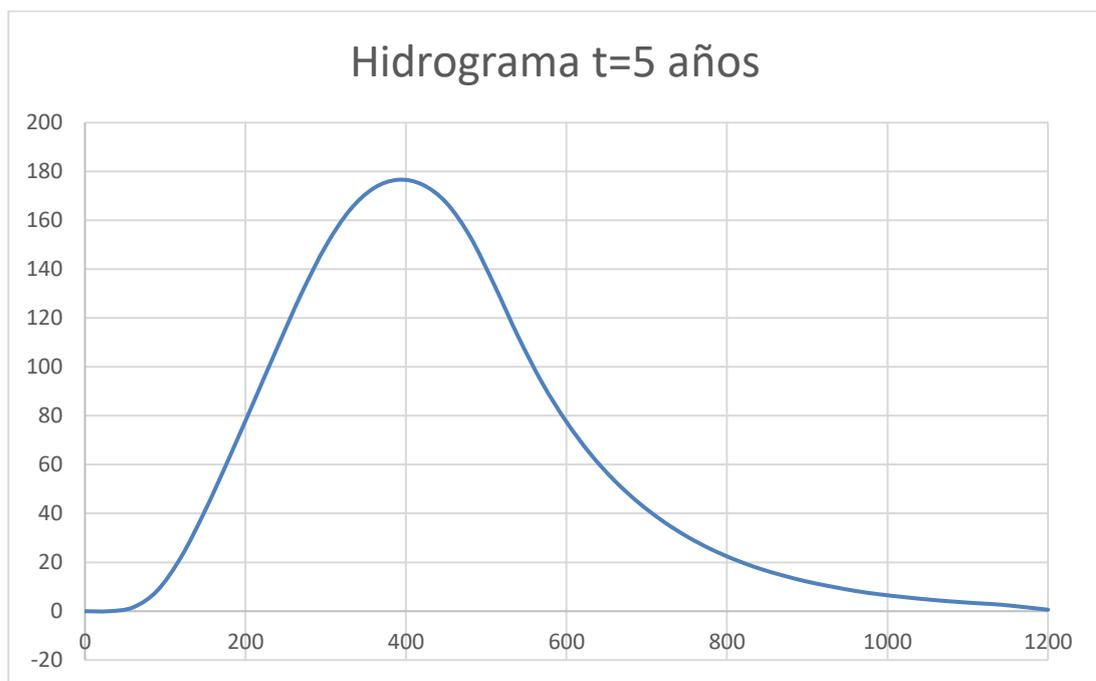


Figura 36: Hidrograma para un $t=5$ años
Fuente: Elaboración Propia

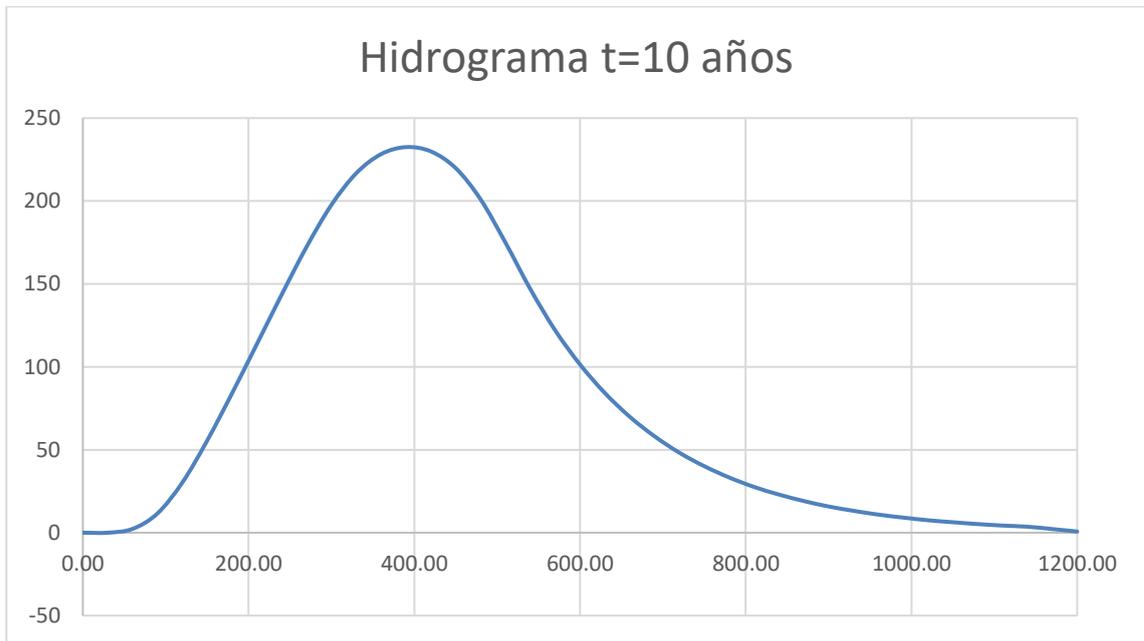


Figura 37: Hidrograma para un t=10 años
Fuente: Elaboración Propia

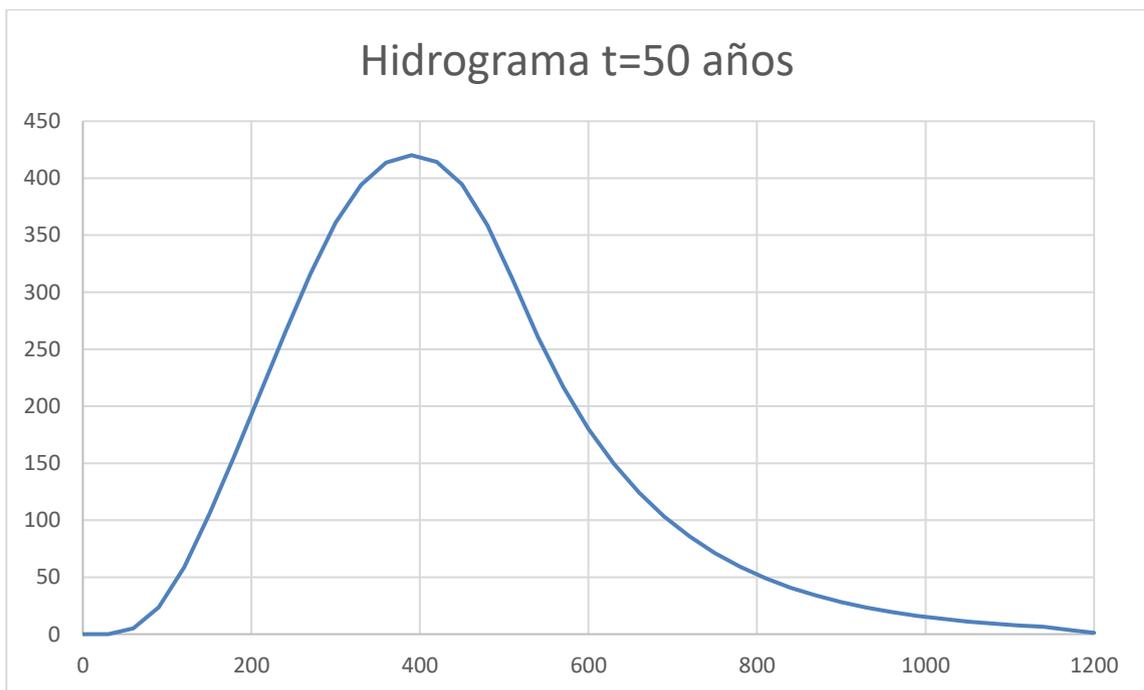
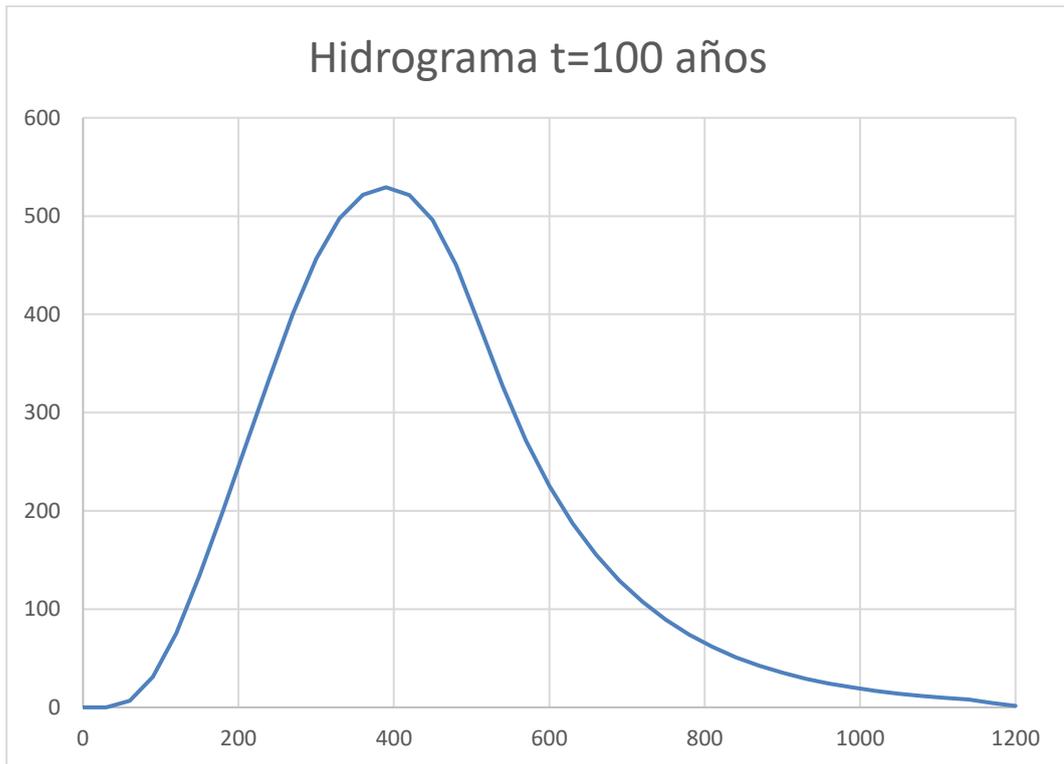
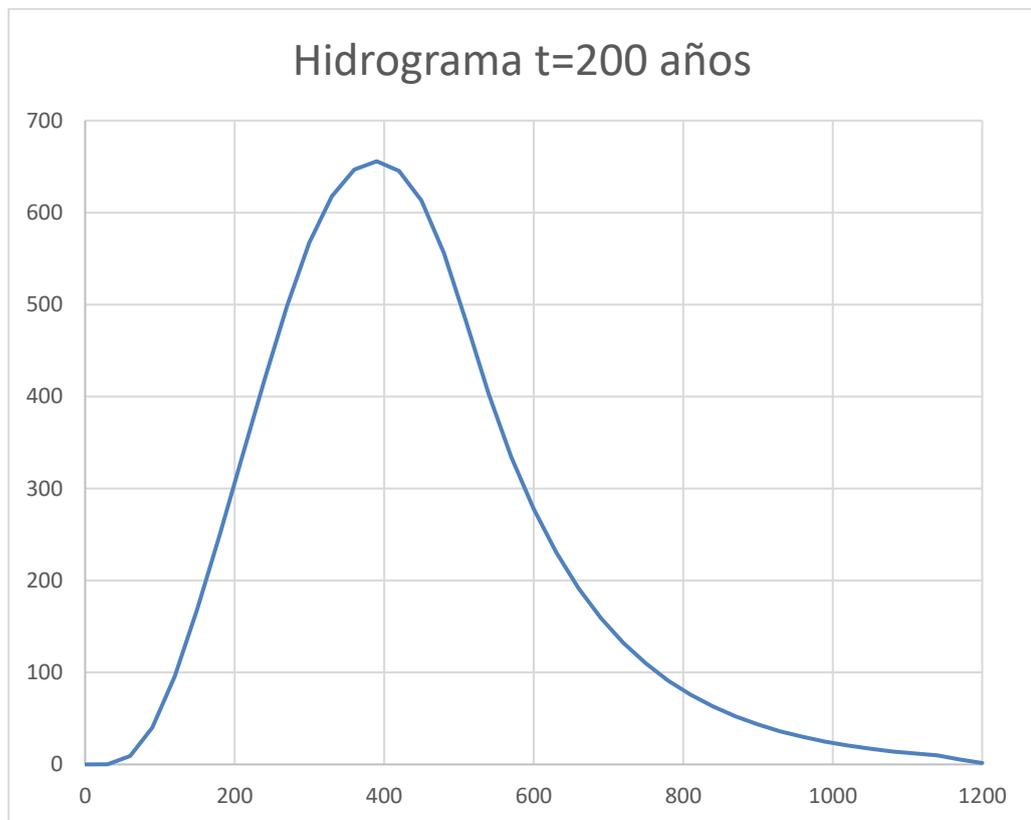


Figura 38: Hidrograma para un t=50 años
Fuente: Elaboración Propia



*Figura 39: Hidrograma para un t=100 años
Fuente: Elaboración Propia*



*Figura 40: Hidrograma para un t=200 años
Fuente: Elaboración Propia*

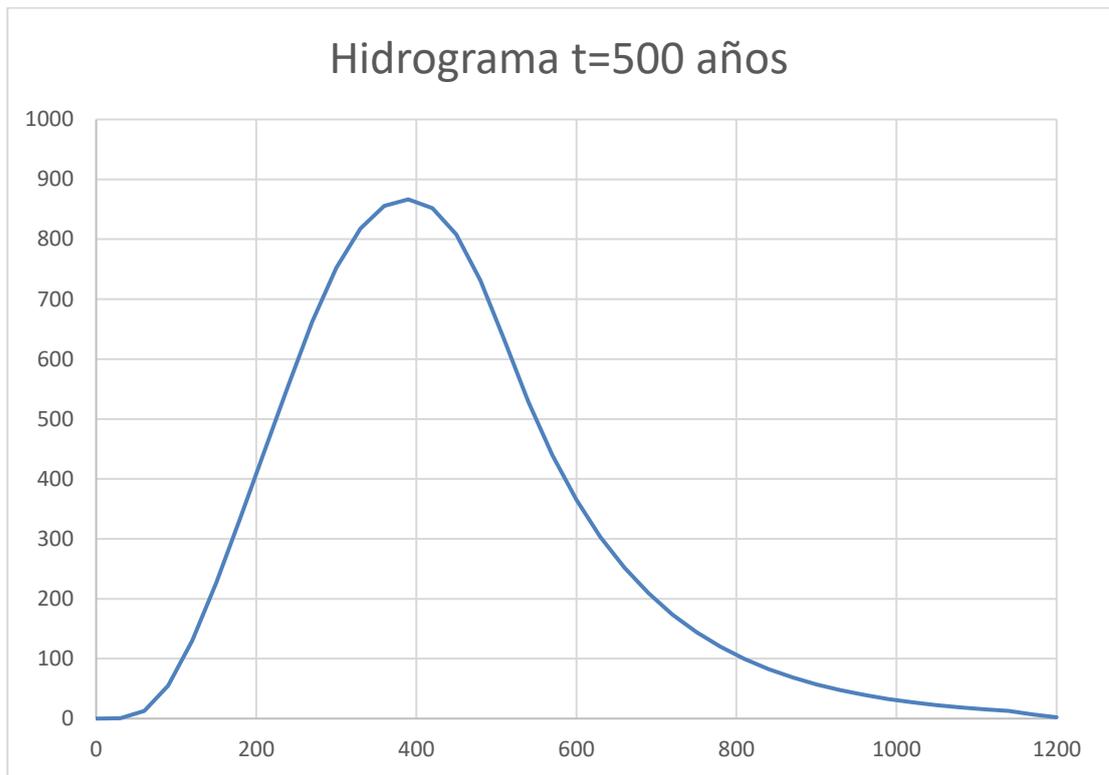


Figura 41: Hidrograma para un t=500 años
Fuente: Elaboración Propia

4.4. Resultados de la modelación hidráulica

Para la modelación hidráulica se utilizó el Google Earth para sacar la imagen del área urbana de Namballe y así poder georreferenciarla y ubicarlo con nuestro cuadro de mallas.

Las mallas se generaron en el programa IBER y se le asignó una altitud mediante un archivo Tif generado en ArcGIS.

Para la introducción de caudales al programa IBER se utilizó los hidrogramas ya mostrados anteriormente y se asignó la rugosidad mediante polígonos creados antes del mallado, tanto para río, residencial y bosque.

A continuación, se muestran los resultados de inundación para distintos periodos de retorno.

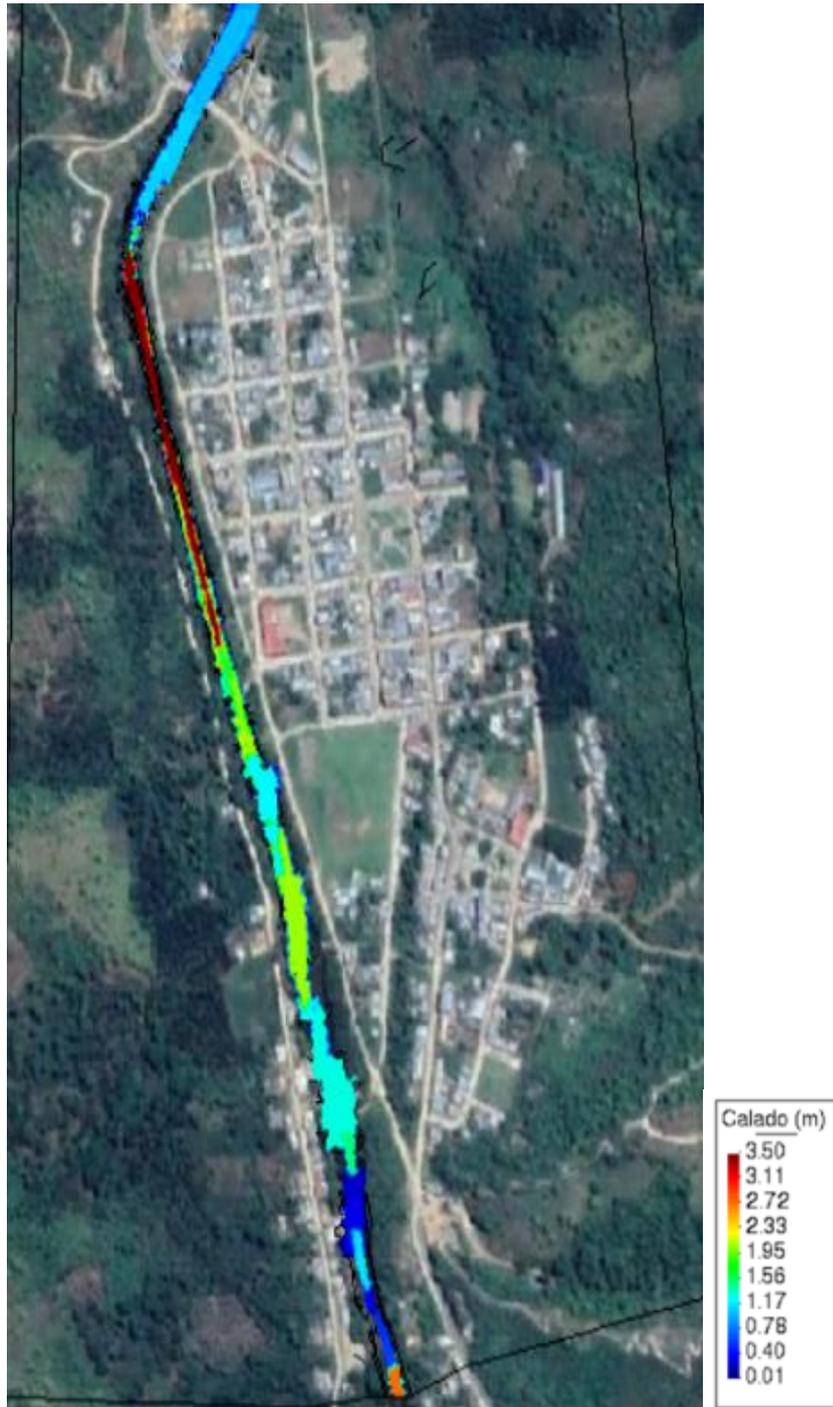


Figura 42: Inundación en Namballe para un periodo de retorno $t=2$ años
Fuente: Elaboración Propia

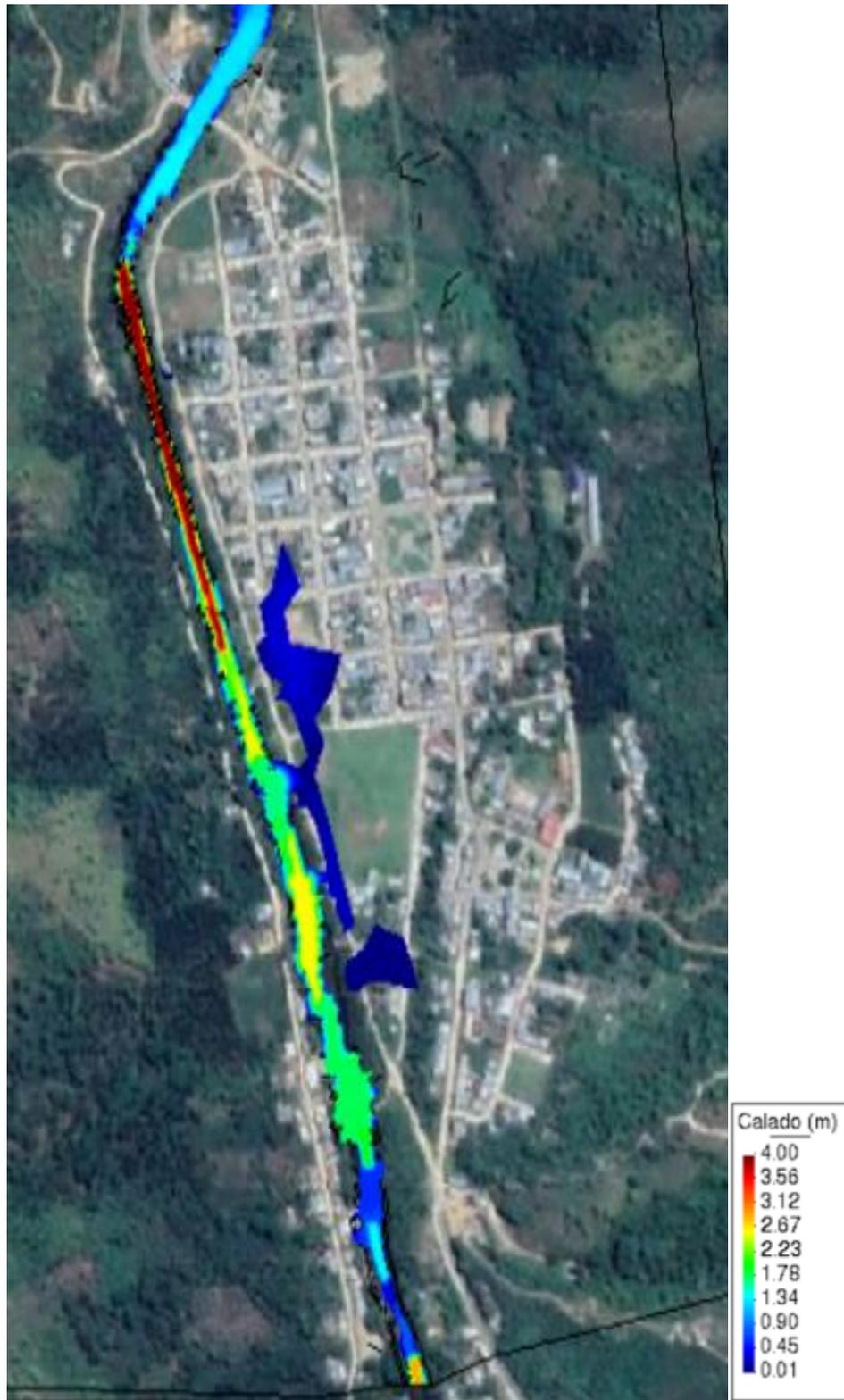


Figura 43: Inundación en Namballe para un periodo de retorno $t=5$ años
Fuente: Elaboración Propia

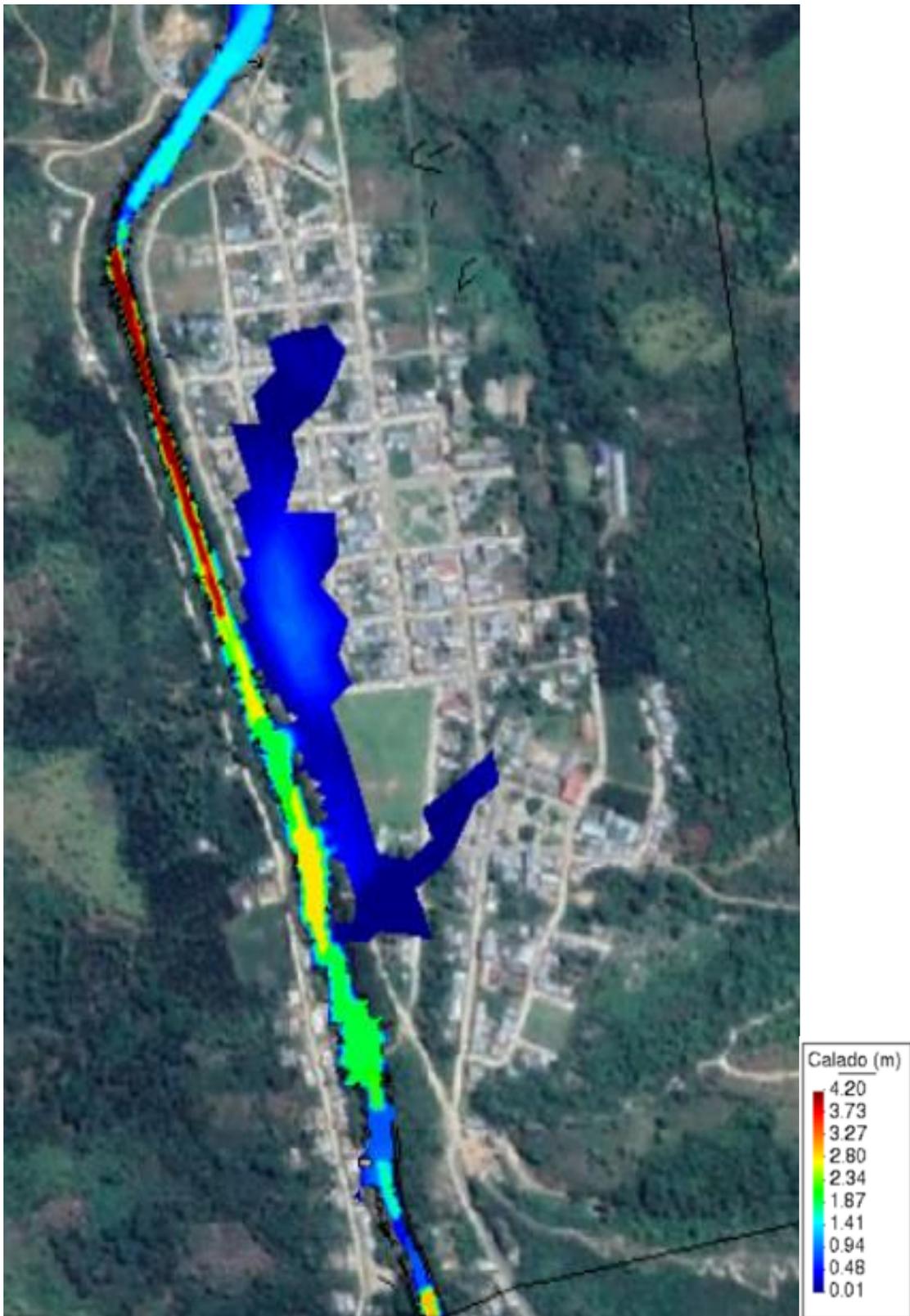


Figura 44: Inundación en Namballe para un periodo de retorno $t=10$ años
Fuente: Elaboración Propia

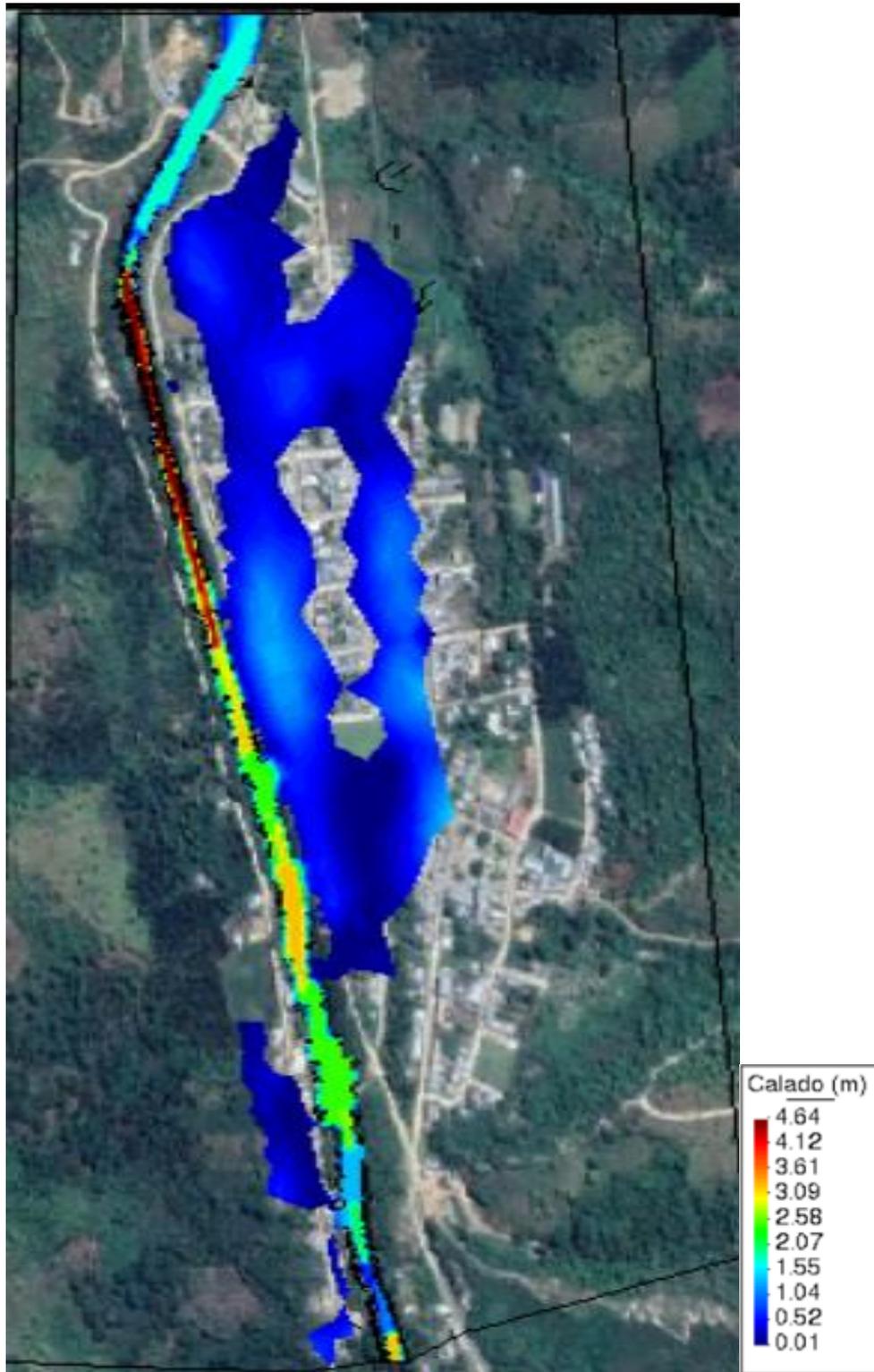


Figura 45: Inundación en Namballe para un periodo de retorno $t=50$ años
Fuente: Elaboración Propia

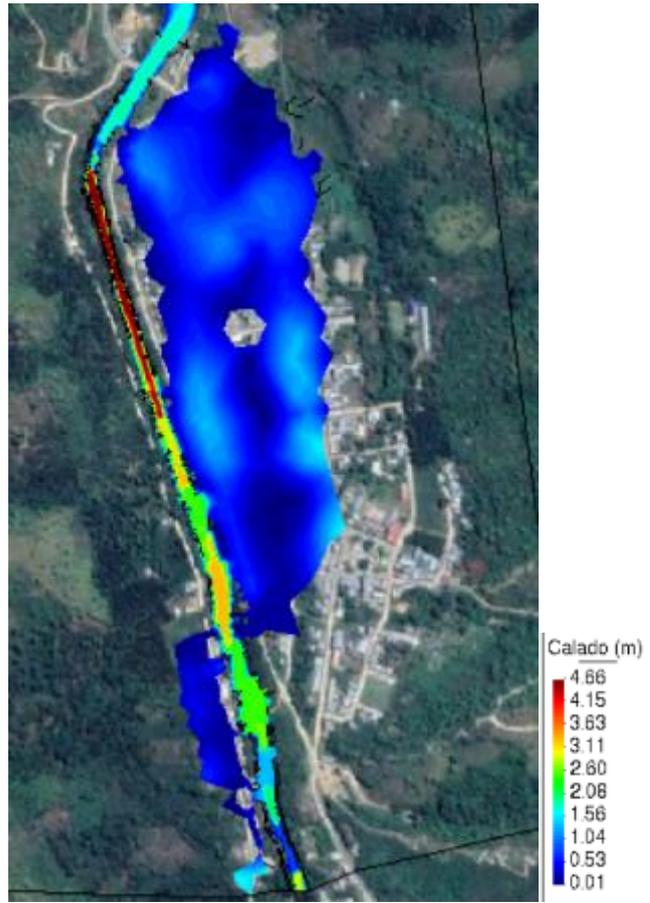


Figura 46: Inundación en Namballe para un periodo de retorno $t=100$ años
Fuente: Elaboración Propia

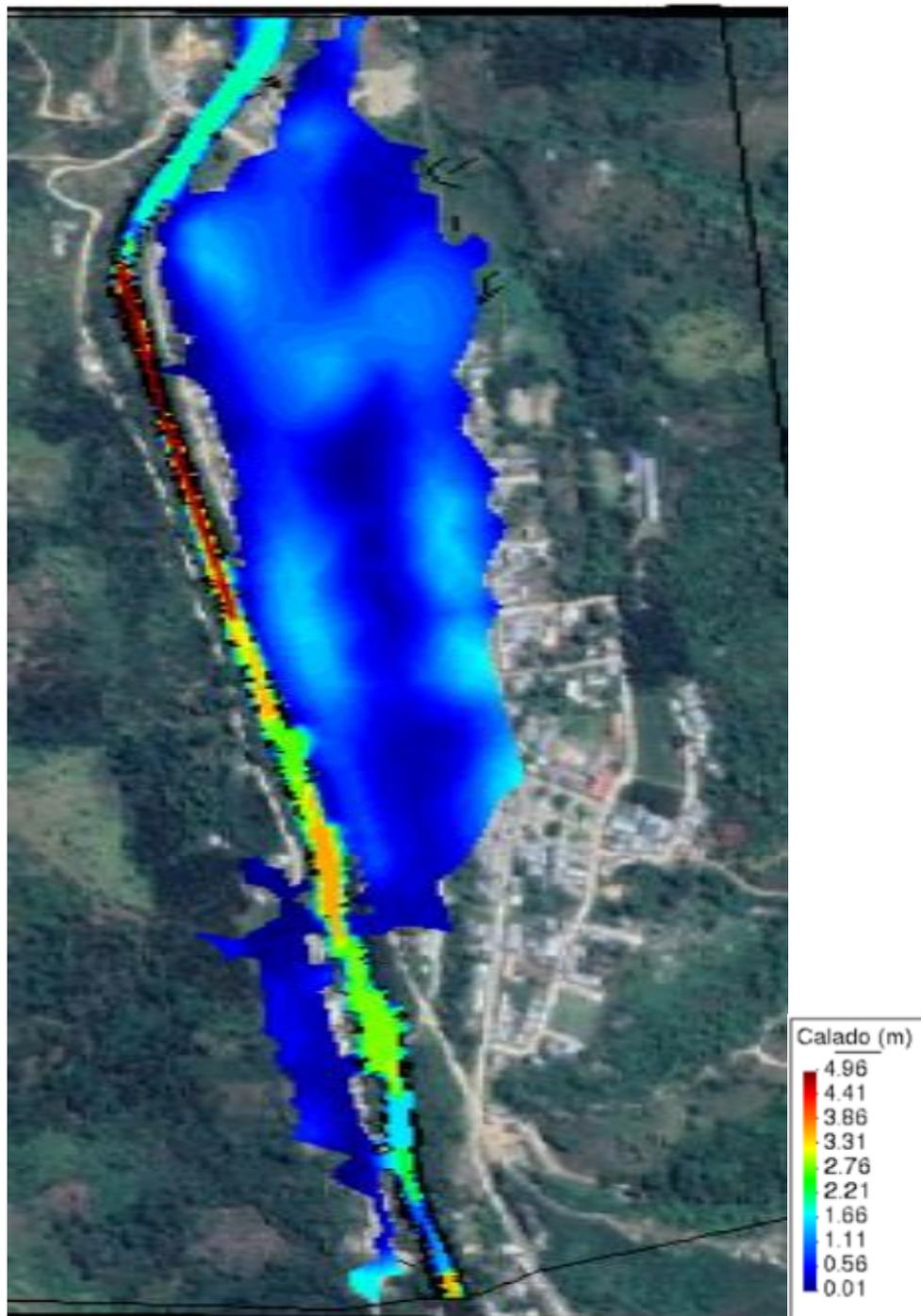


Figura 47: Inundación en Namballe para un periodo de retorno $t=200$ años
Fuente: Elaboración Propia

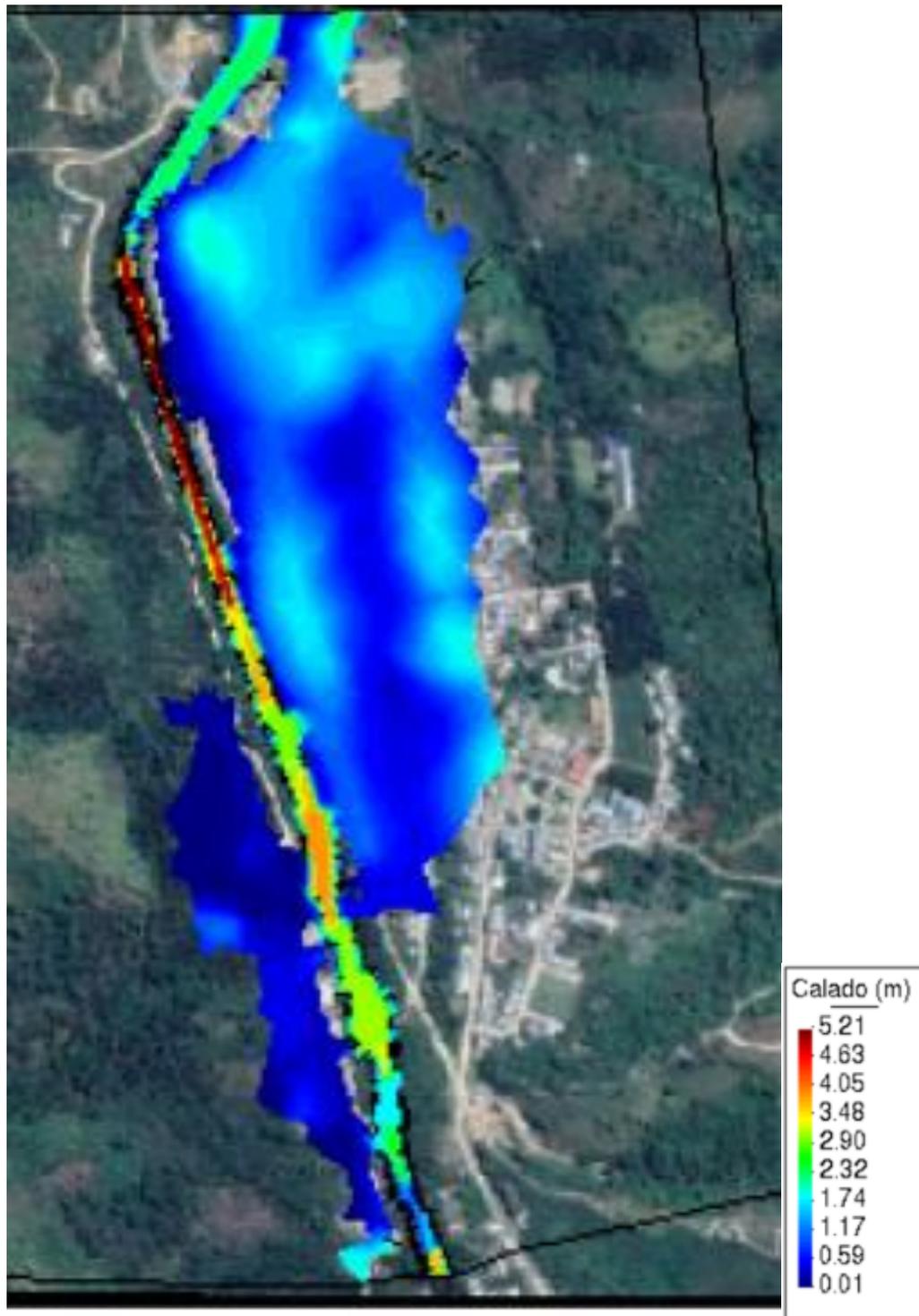


Figura 48: Inundación en Namballe para un periodo de retorno $t=500$ años
Fuente: Elaboración Propia

Pues se observa que a más tiempo de retorno la inundación es más severa, por ende, se hizo la comparación de la inundación para un periodo de retorno $t=500$ años con el antecedente “Evaluación de peligros geológicos en las localidades de San Lorenzo y Namballe” elaborado en el año 2019 y se observa que tiene una similitud bastante considerable como se muestra en la figura 49.

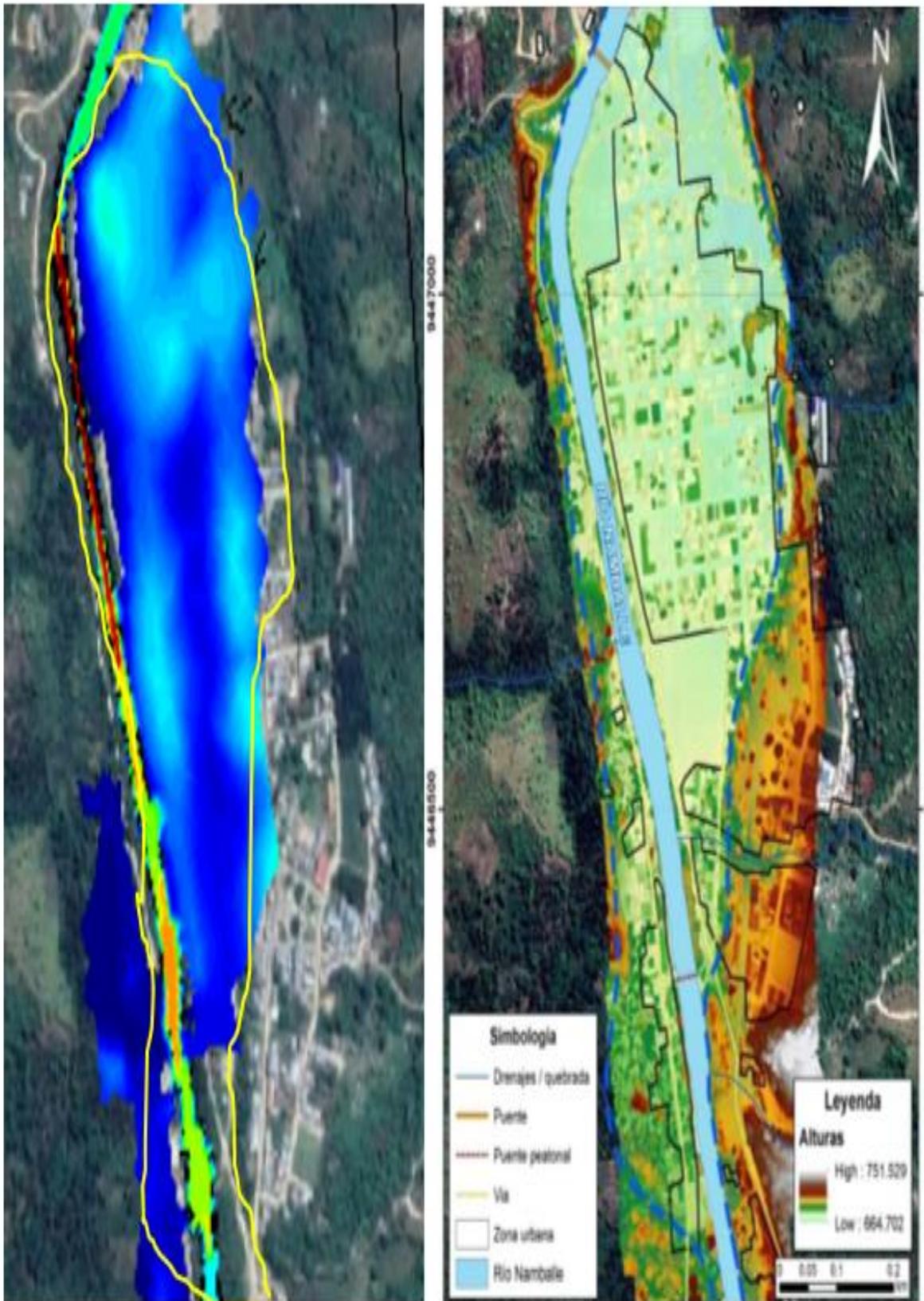


Figura 49: Comparación de inundación de un $t=500$ años con el antecedente
Fuente: Elaboración Propia

4.5. Resultados de encuestas para nivel de peligrosidad y vulnerabilidad

Tabla 42: Ficha evaluativa para la determinación de vulnerabilidad

FICHA EVALUATIVA		
Universidad católica santo toribio de Mogrovejo	Facultad de ingeniería civil ambiental	
Análisis de vulnerabilidad y riesgo por inundación en la ciudad de Namballe como consecuencia del desborde del río Namballe en épocas de fuertes lluvias mediante el uso de modelos matemáticos.		
Lugar: Centro poblado de Namballe	Evaluador: Max Anderson Aguirre Segura	San Ignacio, octubre del 2020
	Asesor: Ing. Wilmer Moisés Zelada Zamora	
Guía de observación: vulnerabilidad física		
1.1 Localización de viviendas		Observación
Muy alejada >5km		
Mediana 1-5km		
Cercana 0.2-1km	53	
Muy cercana 0-0.2km	314	
1.2 Material de construcción utilizada en viviendas		
Estructuras sismorresistentes con adecuada técnica constructiva (de concreto o acero)		
Estructura de concreto, acero o madera, sin adecuada técnica constructiva.	86	
Estructura de adobe, piedra o madera, sin refuerzos estructurales.	277	
Estructura de adobe, caña y otros de menor resistencia, en estado precario.	4	
1.3. Cumplimiento de la normativa técnica vigente en los procedimientos constructivos		
Con normativa vigente estrictamente cumplidas		
Con normativa vigente medianamente cumplidas		
Con normativa vigente sin cumplimiento		
Desconocimiento e incumplimiento con normativa vigente	367	

Vulnerabilidad Ambiental y Ecológica

1. Condiciones Atmosféricas

- a) Niveles de temperatura al promedio normales ()
- b) Niveles de temperatura ligeramente superior al promedio normal(x)
- e) Niveles de temperaturas superiores al promedio normal ()
- d) Niveles de temperatura superiores estables al promedio normal ()

2. Composición y calidad del aire y el agua

- a) Sin ningún grado de contaminación ()
- b) Con un nivel moderado de contaminación (X)
- e) Alto grado de contaminación ()
- d) Nivel de contaminación no apto ()

Vulnerabilidad Económica

1. Nivel de producción que tienen los pobladores

- a) Altamente productiva ()
- b) Mediamente productiva (X)
- e) Escasamente productiva ()
- d) Sin producción ()

2. Cantidad de ofertas laborales que presenta la población

- a) Con oferta laboral > demanda ()
- b) Oferta laboral =demanda ()
- c) Oferta laboral <demanda (X)
- d) Sin oferta laboral ()

3. Cantidad de ingreso mensual

- a) Alto nivel de ingresos ()
- b) Suficiente nivel de ingreso ()
- e) Ingreso que cubre las necesidades básicas (X)
- d) Ingresos menores que el salario básico ()

Vulnerabilidad Social

1. Nivel de organización de los pobladores

- a) Población totalmente organizada. ()
- b) Población organizada (X)
- e) Población escasamente organizada ()
- d) Población no organizada ()

2. Participación de la población en los trabajos comunales

- a) Participación total ()
- b) Participación de la mayoría ()
- e) Minina participación (X)
- d) sin participación ()

Vulnerabilidad Cultural E Ideológica

1. Conocimiento sobre la ocurrencia de desastres

- a) Conocimiento total de la población ()
- b) Conocimiento de la mayoría (X)
- e) Escasos conocimientos ()
- d) Desconocimiento total ()

2. Percepción de la población sobre los desastres

- a) La totalidad ()
- b) La mayoría (X)
- c) La minoría ()
- d) Percepción totalmente irreal -místico -religioso ()

Vulnerabilidad Científica y Tecnológica

1. Existencia de trabajos de investigación sobre desastres naturales

- a) La totalidad de los peligros naturales fueron estudiados ()
- b) La mayoría de peligros fueron estudiadas ()

- e) Existen pocos estudios (X)
- d) No existen estudios ()

- 2. Existencia de Instrumentos para medición ()
 - a) Población totalmente instrumentada ()
 - b) Población Parcialmente instrumentada (X)
 - e) Población con escasos instrumentos ()
 - d) Población sin instrumentos ()

4.6. Limitaciones del estudio

4.6.1. Con respecto a los objetivos

Para llegar a los objetivos se hizo uso de modelos matemáticos los cuales se evaluaron para un periodo de retorno máximo de 500 años ya que debido a estas condiciones los caudales aumentan considerablemente.

Se analizo el área urbana de Namballe ya que esta es la propuesta en estudio.

Para mayor análisis de la cuenca se recomendaría hacer una topografía de la zona de estudio para tener los resultados más exactos de inundación.

4.6.2. Con respecto a la recolección de datos

La recolección de datos se basó en fuentes de la web, como la recolección de datos de precipitación del SENAMHI.

4.6.3 Con respecto a la muestra

La muestra es el área urbana de la ciudad de Namballe, pues se escogió datos del Google Earth para realizar la modelización hidráulica y el análisis de riesgo y vulnerabilidad por inundación.

4.6.4 Con respecto a los estudios previos

Los estudios previos correspondientes y del cual se ha basado y comparado resultados es del estudio hidrológico e hidráulico del proyecto “ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHAMAYA-JAEN-SAN IGNACIO- RIO CANCHIS”

V. CONCLUSIONES

- El área urbana de la ciudad de Namballe está ubicada en la cuenca del río Namballe en el cual existe riesgo por inundación, cuyo nivel ha sido calculado para distintos tiempos de retorno:
 - + Para un tiempo de retorno de 2 años se estimó un nivel de riesgo bajo
 - + Para un tiempo de retorno de 5 años se estimó un nivel de riesgo bajo
 - + Para un tiempo de retorno de 10 años se estimó un nivel de riesgo bajo
 - + Para un tiempo de retorno de 50 años se estimó un nivel de riesgo medio
 - + Para un tiempo de retorno de 100 años se estimó un nivel de riesgo medio
 - + Para un tiempo de retorno de 200 años se estimó un nivel de riesgo alto
 - + Para un tiempo de retorno de 500 años se estimó un nivel de riesgo alto
- Se determinó un nivel de vulnerabilidad alta para el área urbana del distrito de Namballe
- Se obtuvo el perfil del terreno DEM en la página web de la NASA el cual nos sirvió para delimitar la cuenca de Namballe.
- Se delimitó la cuenca del río Namballe con ayuda del programa ARCGIS con el cual obtuvimos sus características geomorfológicas:
 - Área: 479.50 km²
 - Perímetro: 114.47 km
 - Factor de forma: 0.22
 - Densidad de drenaje: 0.51 km/km²
 - Longitud del río Namballe: 51.26 km
- Se realizó el análisis hidrológico de la cuenca de Namballe de la cual se obtuvieron caudales para distintos tiempos de retorno:
 - Tr= 500 años; Q= 866.6 m³/s
 - Tr= 200 años; Q= 655.8 m³/s
 - Tr= 100 años; Q= 529.3 m³/s
 - Tr= 50 años; Q= 420.2 m³/s
 - Tr= 10 años; Q= 232.5 m³/s
 - Tr= 5 años; Q= 176.6 m³/s
 - Tr= 2 años; Q= 119.1 m³/s
- Se realizó un análisis hidráulico del río Namballe en el área urbana de esta ciudad de la cual se obtuvo que, para periodos de retorno de 100 años a más, la inundación es bastante considerable.
- Se da una propuesta de ubicación de gaviones para así controlar y disipar el riesgo de inundación.

- Se obtuvo mapas de inundación para distintos periodos de retorno (ver anexo-mapas) con ayuda de los manuales proporcionados por INDECI.
- Se realizó un diseño preliminar de gaviones con el fin de disminuir el riesgo por inundación.
- Se modeló en el programa IBER con inclusión del gavión en el río, pues se observó que el riesgo desaparece en su totalidad.

VI. RECOMENDACIONES

- Para realizar con mayor exactitud el análisis de riesgo por inundación en la ciudad de Namballe, es necesario tener más datos de precipitación en años.
- Se recomienda trabajar con otro, o más softwares de delimitación de cuencas para así comparar los resultados.
- Se hizo una propuesta de construcción de defensas ribereñas para controlar o disminuir la vulnerabilidad y riesgo. Para tal caso se hizo el diseño preliminar de Gaviones los cuales también fueron modelados en el programa IBER y se observó que para un tiempo de retorno de 100 años el riesgo baja considerablemente. Además, se verificó la velocidad erosiva por lo cual el muro de gaviones cumple con las condiciones adecuadas para soportar las máximas velocidades del río y así evitar la erosión.

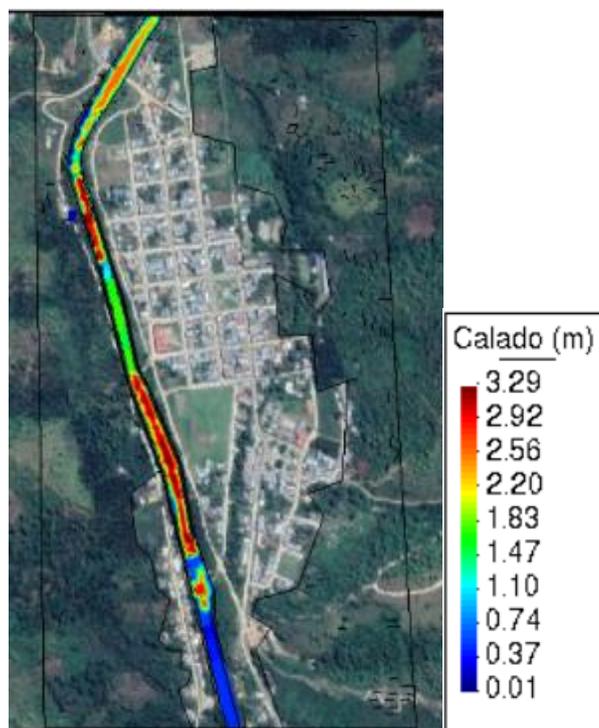
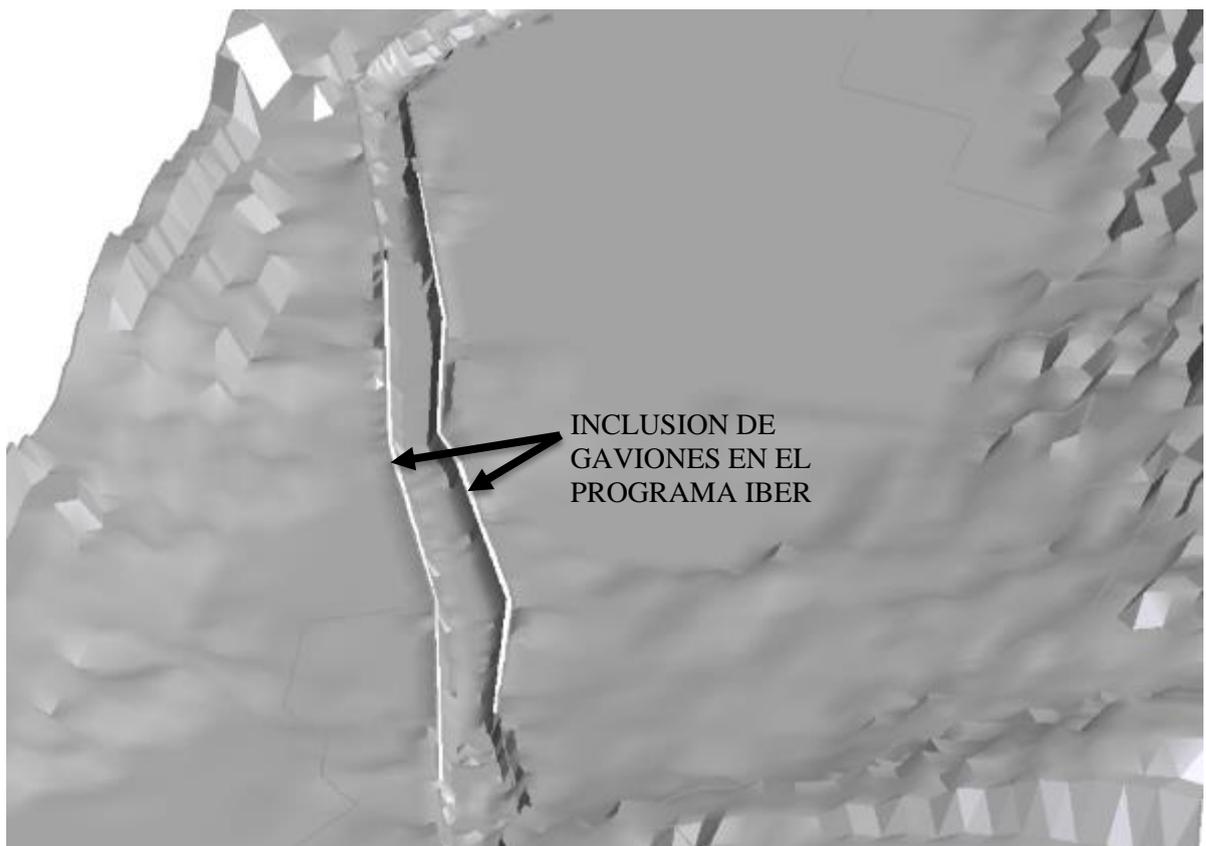


Figura 50: Inundación con gaviones incluidos en el IBER
Fuente: Elaboración Propia



*Figura 51: Ubicación de lo gaviones en el tramo del río
Fuente: Elaboración Propia*

- Para el cálculo hidráulico por inclusión de una defensa ribereña(gavión) se recomienda analizar la formación de curvas de remanso tanto aguas arriba como aguas abajo, para así también poder definir la altura del gavión y como esta influye a lo largo del río.
- Se recomienda reordenar la ubicación de las viviendas de la zona baja y las cercanas al río para así reducir el riesgo y vulnerabilidad por inundación, además la municipalidad no debe permitir la edificación de nuevas viviendas o infraestructuras de reunión social en la parte baja y cercana al río por eso se debe gestionar mapas de riesgo para así informar a sus pobladores sobre en qué lugares se puede construir y en qué lugares no.
- Se recomienda diseñar una red de drenaje fluvial que conduzca las aguas nuevamente al río. Pues en la siguiente imagen se presenta una opción hacia dónde dirigir las aguas de inundación.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bibliografía

- [1] MTC, «Estudio definitivo de la carretera Chamaya-Jaen-San Ignacio-Rio Canchis",» Bustamente Willians Consultores y Constructores S.A.C, San Ignacio, 2010.
- [2] ANA, «INFORME N° 018-2018-ANA-AAA.M-ALA.CHCH/OESI/WCD,» ANA, NAMBALLE, 2018.
- [3] CENEPRED, «INFORME DE EVALUACION POR EL RIESGO DE LLUVIAS INTENSAS EN EL CENTRO POBLADO DE MOCHUMI- DISTRITO DE MOCHUMI- PROVINCIA DE LAMBAYEQUE- DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE,» LAMBAYEQUE, 2017.
- [4] NOTICIAS SER.PE, «Declaran en emergencia 34 distritos de Cajamarca por fuertes lluvias,» *Declaran en emergencia 34 distritos de Cajamarca por fuertes lluvias*, 20 02 2019.
- [5] INDECI, «DIAGNÓSTICO DE LA TEMPORADA DE LLUVIAS 2017 – 2018,» LIMA, 2017.
- [6] J. Z. Chagua Cierito, *Estudio de inundación de la zona correspondiente al distrito de Calango, provincia de Cañete, departamento de Lima, Mediante el uso de los modelos matemáticos HEC-HMS Y HEC-RAS*, LIMA: S.D, 2018.
- [7] I. Escuder, E. Matheu y J. Castillo , *Análisis y evaluación de riesgos de inundación: estimación del impacto de medidas estructurales y no estructurales*, Valencia: S.D, 2010.
- [8] G. Bussi, E. Ortiz, F. Frances, L. Pujol, R. Gabaldon, V. Guna, V. Bellver y J. Anton Sempere, «Modelación hidráulica y análisis del riesgo de inundación según las líneas guía de la Directiva Marco del Agua. El caso de la Marina Alta y la Marina Baja (Alicante),» *UPV*, p. 10, S.D.
- [9] S. A.Chagnon, W. C.Ackermann, G. F.White and I. J.Loreena , "A PLAN FOR RESEARCH ON FLOODS AND THEIR MITIGATION IN THE UNITED STATES," Estados Unidos, 1983.
- [10] SCIENTIFIC AMERICAN, «Climate Change Sends Great Lakes Water Levels Seesawing,» New York, 2019.
- [11] Organización Meteorológica Mundial, GLOSARIO HIDROLÓGICO INTERNACIONAL, Ginebra: Fondo editorial de la Organización Meteorológica Mundial, 2012.
- [12] CENAPRED, INUNDACIONES, Ciudad de México: S.D, 2019.
- [13] INDECI, «MANUAL BASICO PARA LA,» INDECI, Lima, 2006.
- [14] Ministerio de Seguridad de la Nación, «MANUAL PARA LA ELABORACIÓN DE MAPAS DE RIESGO,» Programa Naciones Unidas para el Desarrollo, S.D, 2017.
- [15] R. MARTINEZ CABRERA, *EVALUACIÓN DE RIESGOS POR INUNDACIONES, EN EL BARRIO BAJO DEL DISTRITO DE YURACYACU, PROVINCIA DE RIOJA, REGIÓN SAN MARTIN*, LIMA: UNFV, 2017.
- [16] INDECI, *INUNDACIÓN AFECTA DISTRITO NAMBALLE –CAJAMARCA*, NAMBALLE: COEN, 2016.
- [17] R. LI, «Los mapas de riesgo de inundaciones: representación de la,» *Universitat de Girona*, vol. S.D, n° S.D, pp. 153-171, 2004.
- [18] A. Soldano, «Conceptos sobre Riesgo,» CONAE, CÓRDOBA, 2009.
- [19] A. CAHUANA ANDIA y W. YUGAR MORALES, *MATERIAL DE APOYO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA DE HIDROLOGIA CIV-233*, COCHABAMBA, 2009.
- [20] R. VILLODAS, *HIDROLOGIA, MENDOZA-ARGENTINA: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO*, 2008.
- [21] M. Villón Béjar, *HIDROLOGÍA*, Lima-Perú: Editorial Villón, 2002.

- [22] FONDO PARA LA COMUNICACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL, «AGUA.ORG.MX,» FONDO PARA LA COMUNICACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL, 2017. [En línea]. Available: <https://agua.org.mx/que-es-una-cuenca/>.
- [23] A. Caguana Andia y W. Yugar Morales, *MATERIAL DE APOYO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA DE HIDROLOGIA CIV-233*, COCHABAMBA, BOLIVIA, 2009.
- [24] Wikipedia, «Wikipedia la enciclopedia libre,» 5 Noviembre 2018. [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Lluvias_ciclonales.
- [25] SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN, *HIDROLOGÍA APLICADA A LAS PEQUEÑAS OBRAS HIDRÁULICAS*, Ciudad de México, 2012.
- [26] J. Gutiérrez Lozano, V. Vargas Tristán, M. Romero Rodríguez, J. M. Plácido de la Cruz, M. d. J. Aguirre Bortoni y H. T. Silva Espinoza, «Periodos de retorno de lluvias torrenciales para el estado,» *scielo*, n° 76, pp. 20-33, 2011.
- [27] S. Fattorelli y P. C. Fernández, *DISEÑO HIDROLÓGICO*, Mendoza: Estudio Fernandez-Dorca, 2011.
- [28] Ministerio de transporte Comunicaciones MTC, «MANUAL DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE,» p. 222, 2008.
- [29] A. Rocha Felices, *HIDRAULICA DE CANALES Y TUBERIAS*, Lima, 2007.
- [30] A. Rocha Felices, *INTRODUCCION A LA HIDRAULICA FLUVIAL*, Lima, 1998.
- [31] ARCGIS RESOURCES, «ARCGIS RESOURCES,» esri, [En línea]. Available: <https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm>.
- [32] HEC-HMS, «Cuerpo de Ingenieros del Ejército de EE. UU.,» [En línea]. Available: <https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/>.
- [33] J. López, M. González, A. Scaini, M. Goñi, J. Valdenebro y F. Gimena, «Caracterización del modelo HEC-HMS en la cuenca de río Arga en Pamplona y su aplicación a cinco avenidas significativas,» *scielo*, pp. 15-30, 2012.
- [34] L. CEA, G. CORESTEIN, E. ESCOLANO, J. PUERTAS, E. VAZQUEZ, J. DOLZ y A. COLL, «Revista Internacional Delaware Métodos Numéricos paracaCálculo y Diseño en Ingeniería,» *ELSEVIER*, vol. 1, n° 30, pp. 1-10, 2014.
- [35] C. Ven Te, D. R. Maidment y L. W. Mays, *Hidrología Aplicada*, Santafé de Bogotá: McGRAW-HILL, 2000.
- [36] Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú- SENAMHI Dirección General de Meteorología- Dirección de Climatología, «www.senamhi.gob.pe,» 2014. [En línea]. Available: [www.minam.gob.pe>uploads>2014/07](http://www.minam.gob.pe/uploads/2014/07).
- [37] Meteorología en red, «METEREOLOGIA EN RED,» [En línea]. Available: <https://www.meteorologiaenred.com/inundaciones.html>.
- [38] CENEPRED, «INFORME DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN PLUVIAL Y FLUVIAL ORIGINADO POR LLUVIAS INTENSAS EN EL AREA URBANA DEL DISTRITO DE JAYANCA,» CENEPRED, JAYANCA, 2017.
- [39] L. DIAZ SUAREZ, «"El Niño" en Eten,» *lamula*, p. 6, 15 09 2015.
- [40] INGEMMET, «Evaluación de Peligros Geológicos en las Localidades de San Lorenzo y Namballe,» INGEMMET, Namballe, 2019.

VIII. ANEXOS

8.1. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

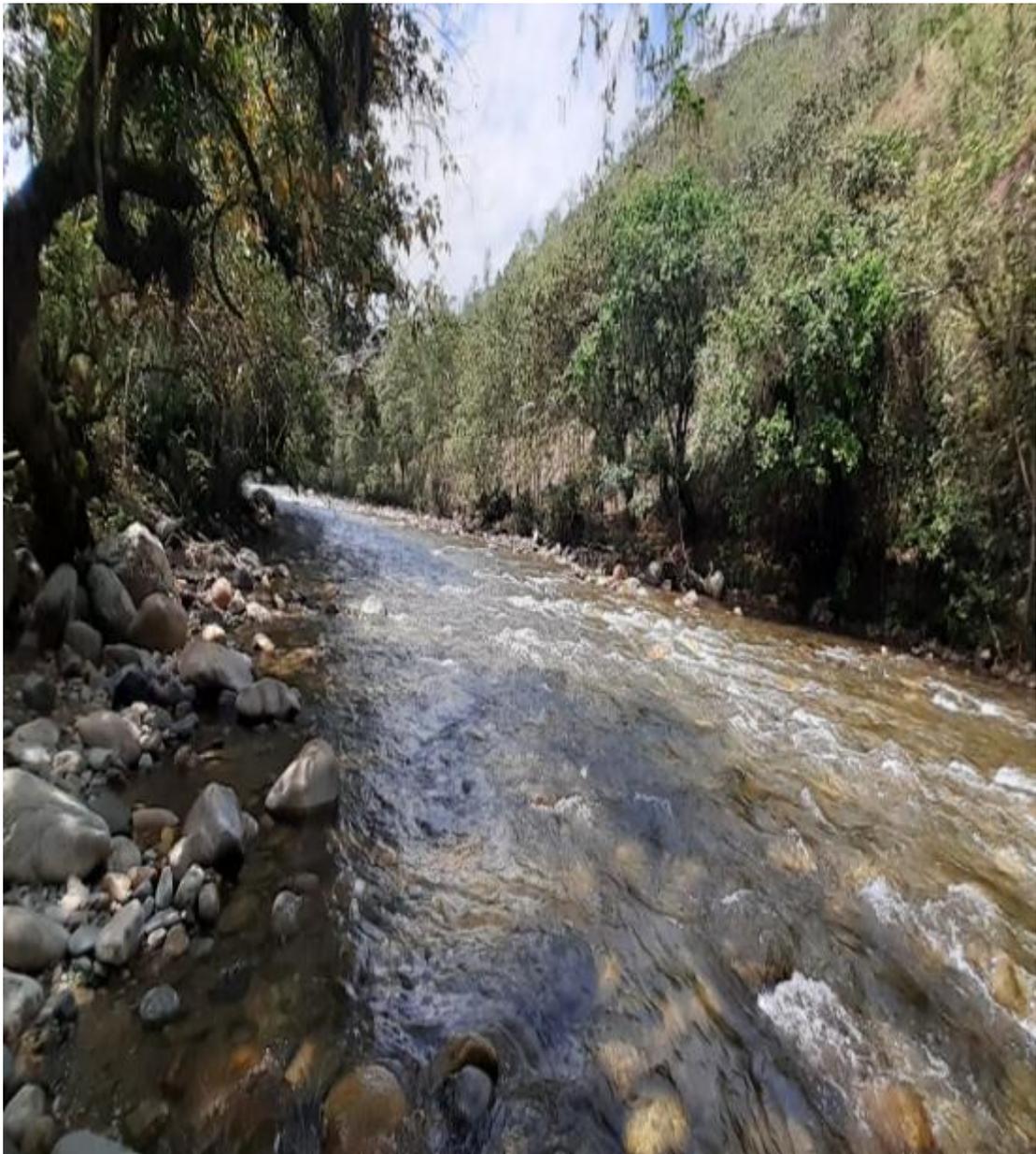
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
ETAPA 1: 30% TESIS 1																											
RECONOCIMIENTO DEL TERRENO DONDE SE PRODUCE EL PROBLEMA VIA SATELITE																											
RECOLECTAR ANTECEDENTES DE ESTUDIOS EN LA ZONA																											
RECOLECCION DE INFORMACION BIBLIOGRAFICA PARA COMPLETAR EL MARCO TEORICO																											
RECOLECCION DE INFORMACION BIBLIOGRAFICA PARA REALIZAR LA METODOLOGIA																											
ETAPA 2 : 70% TESIS 2																											
RECOLECCION DE DATOS DE PRECIPITACION																											
RECOLECCION DE CARTAS NACIONALES																											
RECOLECCION DE ARCHIVOS DEM PARA LA MODELIZACION DEL RIO																											
DELIMITACION DE LA CUENCA																											
ANALISIS Y ESTUDIO DE DATOS DE PRECIPITACION																											
ELABORACION DE HIETOGRAMAS Y CURVAS IDF																											
INGRESO DE DATOS A EL SOFTWARE HEC-HMS																											
RECOLECCION DE CAUDALES DE DISEÑO DEL PROGRAMA HEC-HMS																											
INGRESO DE DATOS AL PROGRAMA IBER																											
MODELIZACION HIDRAULICA DEL RIO NAMBALLE																											
OBTENCION DE VULNERABILIDAD DE LA CIUDAD DE NAMBALLE																											
DETERMINACION DE ZONAS CRITICAS																											
GENERAR MAPA DE VULNERABILIDAD Y RIESGO																											
INFORME DE DISCUSIÓN DE RESULTADOS																											
PROPONER ALTERNATIVAS DE SOLUCION																											

8.2. PRESUPUESTO

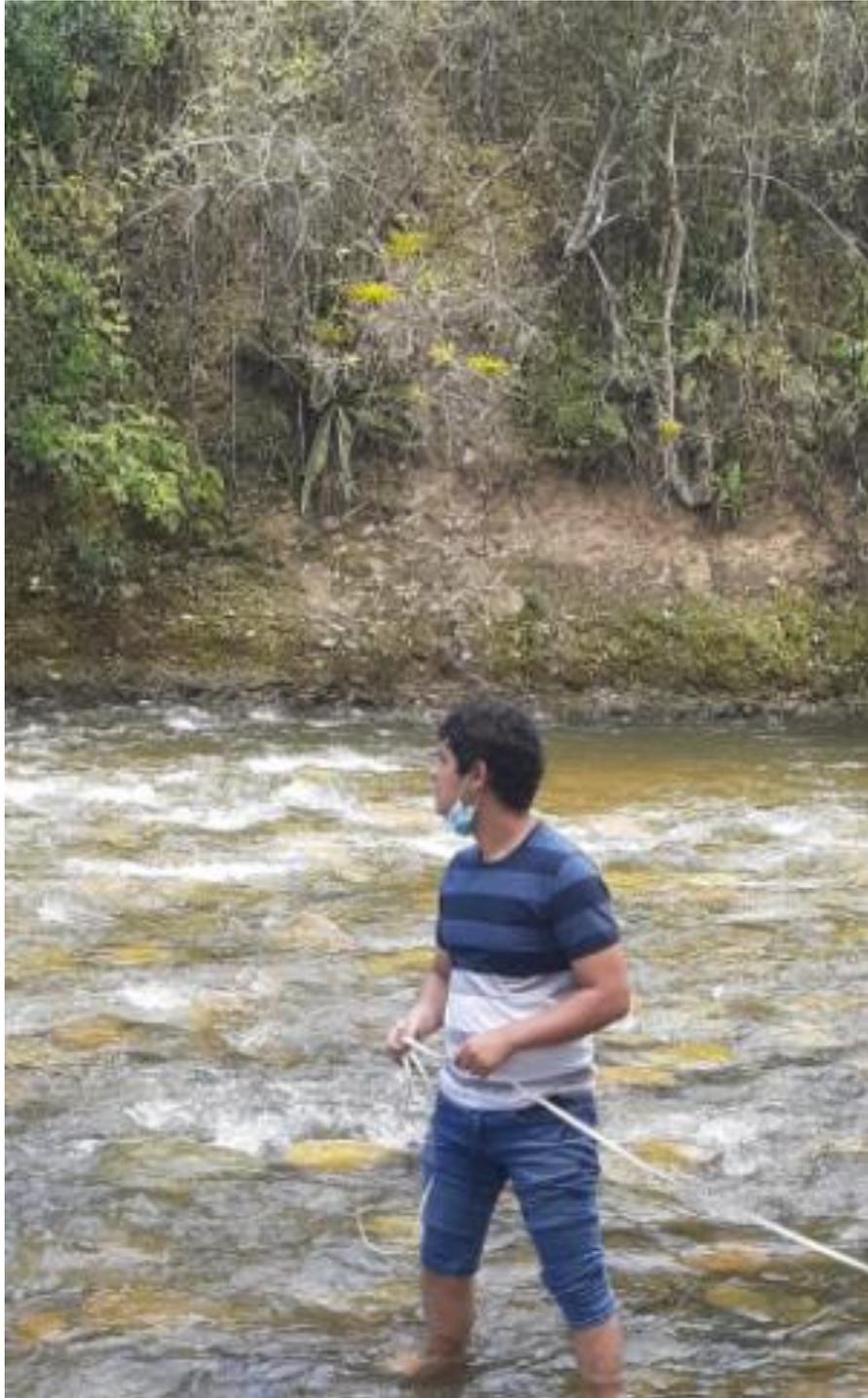
PRESUPUESTO DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

Título de Tesis:	ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO POR INUNDACION EN LA CIUDAD DE NAMBALLE COMO CONSECUENCIA DEL DESBORDE DEL RIO NAMBALLE EN ÉPOCAS DE FUERTES LLUVIAS MEDIANTE EL USO DE MODELOS MATEMÁTICOS						
RESPONSABLE DEL PROYECTO:	AGUIRRE SEGURA, MAX ANDERSON						
FECHA:	21 de mayo del 2020						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	Duracion(dias)	P. U(S/.)	PARCIAL(S/.)	TOTAL
5.3.11.30	Materiales						1,260.00
	Papel bond A4-80g	Millar	3		25	75	
	Utiles de escritorio	glb	1		300	300	
	Libros y manuales y programas relacionados con el tema de tesis	glb	1		500	500	
	Tinta para impresiones menores	glb	4		30	120	
	Disco duro	Und	1		200	200	
	Archivador Oficio para planos	Und	4		10	40	
	CD, DVD	Und	10		2.5	25	
5.3.11.39	Servicios de Terceros						675.00
	Fotocopias	Gld	100		0.1	10	
	Anillados	Gld	15		5	75	
	Ploteos de planos	Und	30		5	150	
	Empastados	Und	4		60	240	
	Impresión de Propuesta, anteproyecto y proyecto final	Hojas	2,000.00		0.1	200	
TOTAL							1,935.00

8.3. PANEL FOTOGRÁFICO



*Figura 52: Punto supuesto de desborde de rio Namballe
Fuente: Elaboración Propia*



*Figura 53: Punto supuesto donde el tirante de inundación llega a una altura de 4.96 m lado derecho
Fuente: Elaboración Propia*



*Figura 54: Punto supuesto donde el tirante de inundación llega a una altura de 4.96m lado izquierdo
Fuente: Elaboración Propia*



*Figura 55: Encuesta a poblador de Namballe.
Fuente: Elaboración Propia*



*Figura 56: Estado de las viviendas en Namballe.
Fuente: Elaboración Propia*



*Figura 57: Encuesta a poblador de la ciudad de Namballe.
Fuente: Elaboración Propia*



*Figura 58: Medición de ancho del río
Fuente: Elaboración Propia*



*Figura 59: Estado de las viviendas en la ciudad de Namballe.
Fuente: Elaboración Propia*



*Figura 60: Estado de las viviendas en la ciudad de Namballe.
Fuente: Elaboración Propia*

8.4. OBSERVACIONES DE PROYECTO DE TESIS

	Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo	
RUBRICA DE EVALUACIÓN PARA PROYECTO DE TESIS - PROJ. DE INVESTIGACION		Formato N° 2
Curso: Proyecto de Tesis		V3. Jun. 2019
Nombre del Estudiante: MAX ANDERSON AGUIRRE SEGURA		
Nombre del proyecto:		

VULNERABILIDAD DE INUNDACIÓN EN LA CIUDAD DE NAMBALLE, SAN IGNACIO, CAJAMARCA, MEDIANTE EL MODELAMIENTO EN SOFTWARE DEL COMPORTAMIENTO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

Instrucciones: Evalúe con puntuaciones del 1 al 5 el desempeño del sustentante en cada uno de los aspectos evaluados.

Puntaje de valoración:

Excelente (5)	Buena (4)	Regular (3)	Deficiente (2)	Muy deficiente (1)	No presentó (0)
---------------	-----------	-------------	----------------	--------------------	-----------------

ASPECTO A EVALUAR	NIVELES DE DESEMPEÑO				
	Criterio	Puntaje	Prom.	Peso	Nota Parcial
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	a) Sustenta adecuadamente la situación problemática existente que amerita realizar el proyecto de investigación. Califica como problema complejo de ingeniería?	4	4.00	30%	1.20
	b) Justifica cualitativa, cuantitativamente y con claridad el proyecto de tesis: porqué es importante realizar la tesis y los beneficios que generaría.	4			
	c) Nivel de viabilidad del proyecto y probabilidad de que el alumno pueda desarrollarlo sin inconvenientes.	4			
II. MARCO TEORICO	d) Describe adecuadamente los antecedentes del proyecto: investigaciones similares a nivel nacional e internacional. Investigaciones en otro idioma (mínimo 2).	4	3.50	15%	0.53
	e) Explica con claridad las bases teóricas y científicas existentes que se utilizarán en el desarrollo de la investigación	3			
III. OBJETIVOS	f) El Objetivo general tiene relación con el título de la investigación	4	3.67	15%	0.55
	g) Los objetivos específicos son medibles y podrán ser alcanzados por el investigador durante el desarrollo de su tesis.	4			
	h) Los objetivos están redactados con claridad (verbo en infinitivo; estrecha relación con el título y la formulación del problema)	3			
IV. MARCO METODOLOGICO	i) La hipótesis formulada tiene coherencia con la pregunta de investigación y viceversa	4	2.75	15%	0.41
	j) Las variables de investigación, están adecuadamente formuladas y operacionalizadas	2			
	k) Se ha determinado con claridad la población y el muestreo de estudio	2			
	l) Explica claramente la estrategia para demostrar la hipótesis	3			
V. EVALUACION DE DESEMPEÑO	m) Demuestra conocimientos sólidos del tema que quiere investigar	3	3.00	25%	0.75
	n) Responde con claridad y seguridad las preguntas formuladas del jurado	3			
	o) Evaluación general (Presentación del informe, diapositivas, lenguaje utilizado, coherencia, desenvolvimiento escénico).	3			
				Total	3.44
				Nota Vigesimal	13.75

Observaciones:

Corregir el título de la tesis que se adecue a los objetos general y específico

Precisar los objetivos específicos como tipos de utilización del tipo de sw en cada etapa

Los alcances de la Tesis deben llegar hasta el prediseño de la propuesta simulada en IBER

Nombre Jurado	Firma
Ing Joaquín H. Rojas Oblitas	Ing. Joaquín H. Rojas

Fecha
03-Jun

Figura 61: Observaciones del ingeniero Joaquín Rojas

	Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo	
RUBRICA DE EVALUACIÓN PARA PROYECTO DE TESIS - PROY. DE INVESTIGACION		Formato N° 2
Curso: Proyecto de Tesis		V3. Jun. 2019
Nombre del Estudiante: MAX ANDERSON AGUIRRE SEGURA		
Nombre del proyecto: VULNERABILIDAD DE INUNDACIÓN EN LA CIUDAD DE NAMALLE, SAN IGNACIO, CAJAMARCA, MEDIANTE EL MODELAMIENTO EN SOFTWARE DEL COMPORTAMIENTO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO		

Objetivos: Evaluar el Plan de Tesis, teniendo en cuenta las líneas de investigación de la Universidad, así como la viabilidad y conocimiento del tema.

Instrucciones: Evalúe con puntuaciones del 1 al 5 el desempeño del sustentante en cada uno de los aspectos evaluados.

Puntaje de valoración:

Excelente (5)	Buena (4)	Regular (3)	Deficiente (2)	Muy deficiente (1)	No presentó (0)
---------------	-----------	-------------	----------------	--------------------	-----------------

ASPECTO A EVALUAR	NIVELES DE DESEMPEÑO				
	Criterio	Puntaje	Prom.	Peso	Nota Parcial
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	a) Sustenta adecuadamente la situación problemática existente que amerita realizar el proyecto de investigación. Califica como problema complejo de ingeniería?	4	3.67	30%	1.10
	b) Justifica cualitativa, cuantitativamente y con claridad el proyecto de tesis: porqué es importante realizar la tesis y los beneficios que generaría.	4			
	c) Nivel de viabilidad del proyecto y probabilidad de que el alumno pueda desarrollarlo sin inconvenientes.	3			
II. MARCO TEORICO	d) Describe adecuadamente los antecedentes del proyecto: investigaciones similares a nivel nacional e internacional. Investigaciones en otro idioma (mínimo 2).	4	3.50	15%	0.53
	e) Explica con claridad las bases teóricas y científicas existentes que se utilizarán en el desarrollo de la investigación	3			
III. OBJETIVOS	f) El Objetivo general tiene relación con el título de la investigación	3	3.33	15%	0.50
	g) Los objetivos específicos son medibles y podrán ser alcanzados por el investigador durante el desarrollo de su tesis.	4			
	h) Los objetivos están redactados con claridad (verbo en infinitivo; estrecha relación con el título y la formulación del problema)	3			
IV. MARCO METODOLOGICO	i) La hipótesis formulada tiene coherencia con la pregunta de investigación y viceversa	4	3.50	15%	0.53
	j) Las variables de investigación, están adecuadamente formuladas y operacionalizadas	3			
	k) Se ha determinado con claridad la población y el muestreo de estudio	4			
	l) Explica claramente la estrategia para demostrar la hipótesis	3			
V. EVALUACION DE DESEMPEÑO	m) Demuestra conocimientos sólidos del tema que quiere investigar	3	3.33	25%	0.83
	n) Responde con claridad y seguridad las preguntas formuladas del jurado	4			
	o) Evaluación general (Presentación del informe, diapositivas, lenguaje utilizado, coherencia, desenvolvimiento escénico).	3			
				Total	3.48
				Nota Vigesimal	13.933

Observaciones:

MEJORAR TITULO, LO CUAL ES INCONGRUENTE

DEBE REVISAR METODOLOGIA DE INVESTIGACIÓN (MEJORE FORMULACIÓN)

DEBE INDICAR QUE TRABAJARÁ CON HOJAS DE CALCULO PARA COMPROBAR LOS RESULTADOS DE LOS MODELOS MATEMATICOS (SOFTWARE)

SENAMHI NO REALIZA ESTUDIOS HIDROLOGICOS (CORREGIR)

Nombre Jurado	Firma
CARLOS TAFUR J	

Fecha

Figura 62: Observaciones del ingeniero Carlos Tafur

	Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo	
RUBRICA DE EVALUACIÓN PARA PROYECTO DE TESIS - PROY. DE INVESTIGACION		Formato N° 2
Curso: Proyecto de Tesis		V3. Jun. 2019
Nombre del Estudiante: AGUIRRE SEGURA, MAX		
Nombre del proyecto: VULNERABILIDAD DE INUNDACIÓN EN LA CIUDAD DE NAMBALLE, SAN IGNACIO, CAJAMARCA, MEDIANTE EL MODELAMIENTO EN SOFTWARE DEL COMPORTAMIENTO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO		

Objetivos: Evaluar el Plan de Tesis, teniendo en cuenta las líneas de investigación de la Universidad, así como la viabilidad y conocimiento del tema.

Instrucciones: Evalúe con puntuaciones del 1 al 5 el desempeño del sustentante en cada uno de los aspectos evaluados.

Puntaje de valoración:

Excelente (5)	Buena (4)	Regular (3)	Deficiente (2)	Muy deficiente (1)	No presentó (0)
---------------	-----------	-------------	----------------	--------------------	-----------------

ASPECTO A EVALUAR	NIVELES DE DESEMPEÑO				
	Criterio	Puntaje	Prom.	Pesaj	Nota Parcial
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	a) Sustenta adecuadamente la situación problemática existente que amerita realizar el proyecto de investigación. Califica como problema complejo de ingeniería?	4	4.00	30%	1.20
	b) Justifica cualitativa, cuantitativamente y con claridad el proyecto de tesis: porqué es importante realizar la tesis y los beneficios que generaría.	4			
	c) Nivel de viabilidad del proyecto y probabilidad de que el alumno pueda desarrollarlo sin inconvenientes.	4			
II. MARCO TEORICO	d) Describe adecuadamente los antecedentes del proyecto: investigaciones similares a nivel nacional e internacional. Investigaciones en otro idioma (mínimo 2).	0	2.00	15%	0.30
	e) Explica con claridad las bases teóricas y científicas existentes que se utilizarán en el desarrollo de la investigación	4			
III. OBJETIVOS	f) El Objetivo general tiene relación con el título de la investigación	4	3.67	15%	0.55
	g) Los objetivos específicos son medibles y podrán ser alcanzados por el investigador durante el desarrollo de su tesis.	4			
	h) Los objetivos están redactados con claridad (verbo en infinitivo; estrecha relación con el título y la formulación del problema)	3			
IV. MARCO METODOLÓGICO	i) La hipótesis formulada tiene coherencia con la pregunta de investigación y viceversa	4	3.75	15%	0.56
	j) Las variables de investigación, están adecuadamente formuladas y operacionalizadas	4			
	k) Se ha determinado con claridad la población y el muestreo de estudio	3			
V. EVALUACION DE DESEMPEÑO	l) Explica claramente la estrategia para demostrar la hipótesis	4	3.33	25%	0.83
	m) Demuestra conocimientos sólidos del tema que quiere investigar	3			
	n) Responde con claridad y seguridad las preguntas formuladas del jurado	3			
	o) Evaluación general (Presentación del informe, diapositivas, lenguaje utilizado, coherencia, desenvolvimiento escénico).	4			
Total					3.45
Nota Vigesimal					13.78

Observaciones:

- No ha considerado antecedentes de investigaciones similares.-Tercer objetivo específico menciona "Delimitación...", debe cambiar redacción a "Delimitar...".-En objetivos específicos se debe proponer plantear una solución al problema a nivel de propuesta con diseños preliminares ya que un estudio hidrológico e hidráulico sería muy limitado para una investigación de este tipo.-Se debe identificar el objeto de estudio de la investigación para determinar la población y muestra, se recomienda revisar investigaciones que se han realizado anteriormente; no se ha determinado la muestra.

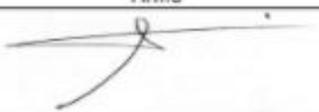
Nombre Jurado	Firma	Fecha
Ing. Segundo Carranza Cieza		3/06/2020

Figura 63: Observaciones del ingeniero Segundo Carranza

8.5. MAPAS