

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“ESTIMACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIÓN DEL RÍO  
MARAÑÓN EN LA FAJA MARGINAL DE LA ZONA URBANA DE  
LA LOCALIDAD CUMBA, UTCUBAMBA – AMAZONAS”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADA POR:**

**SANTACRUZ CAMPOS JHONATAN ARTHUR**

**ASESOR:**

**Dr. Ing. LUIS VÁSQUEZ RAMÍREZ**

**Cajamarca, Perú**

**2023**



## **CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD**

La que suscribe, Directora de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca certifica:

La originalidad de la tesis denominada **ESTIMACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIÓN DEL RÍO MARAÑÓN EN LA FAJA MARGINAL DE LA ZONA URBANA DE LA LOCALIDAD CUMBA, UTCUBAMBA – AMAZONAS**, realizada por el Bachiller en Ingeniería Civil **Jhonatan Arthur Santacruz Campos**, de acuerdo al resultado del análisis reportado por su asesor **Dr. Luis Vásquez Ramírez** con el software antiplagio Turnitin que identifica **20% (veinte por ciento)** de similitud, asignándole el código **oid:3117:292232581**.

Se expide el presente certificado para los fines pertinentes.

Cajamarca, 04 de diciembre del 2023

Documento firmado digitalmente

\_\_\_\_\_  
Dra. Yvonne Katherine Fernández León  
Directora Unidad de Investigación Facultad de Ingeniería



Firmado digitalmente por:  
FERNANDEZ LEON Yvonne  
Katherine FAU 20148258801 soft  
Motivo: Soy el autor del  
documento  
Fecha: 04/12/2023 19:35:03-0500

Cc.  
Archivo  
c14823js.

**Copyright © 2023 By**  
**Jhonatan Arthur Santacruz Campos**  
**Todos los derechos reservados**

## **Agradecimiento**

El principal agradecimiento es a dios por guiarme y darme la fortaleza para seguir adelante.

A mi familia por siempre estar ahí, apoyándome en toda esta etapa y toda la que me falta recorrer.

A mis tíos y tías que estuvieron ahí cuando más lo necesite.

A la Universidad Nacional de Cajamarca por formarme como profesional.

A mi asesor, Dr. Ing. Luis Vásquez Ramírez, por su orientación en la elaboración de esta investigación.

Y a las personas que de una u otra forma me ayudaron en la realización de esta investigación.



## **Dedicatoria**

A mi madre que con tanto esfuerzo y dedicación me ha ayudado formándome con buenos hábitos, valores y buenos sentimientos.

A mi abuelito que desde el cielo me guía y me protege para seguir adelante con mis proyectos.

A mi Lucianita que siempre estuvo mi lado en toda la etapa universitaria y ahora me ilumina desde el cielo.

## Índice general de contenidos

Agradecimiento .....	iii
Dedicatoria .....	iv
Índice general de contenidos .....	v
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras .....	viii
Índice de fotografías.....	ix
Resumen .....	x
Abstract .....	xi
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Planteamiento del problema .....	1
1.1.1. Selección del problema .....	1
1.1.2. Formulación interrogativa del problema .....	1
1.1.3. Justificación de la investigación.....	2
1.1.4. Limitaciones y restricciones de la investigación.....	2
1.2. Objetivos de la investigación.....	2
1.2.1. Objetivo general .....	2
1.2.2. Objetivos específicos.....	2
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	3
2.1. Antecedentes teóricos .....	3
2.1.1. Internacionales .....	3
2.1.2. Nacionales .....	4
2.1.3. Locales .....	5
2.2. Bases teóricas.....	5
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS .....	12
3.1. Ubicación geográfica.....	12
3.2. Variables.....	12
3.3. Metodología.....	12
3.3.1. Tipo de estudio .....	12
3.3.2. Diseño.....	12
3.4. Población y muestra.....	12
3.4.1. Población.....	12
3.4.2. Muestra.....	12
3.4.3. Unidad de análisis .....	12

3.5. Método de investigación.....	12
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	13
3.7. Procedimiento de recolección de datos .....	13
3.8. Métodos de análisis de datos .....	13
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	14
4.1. Análisis e interpretación de datos .....	14
4.2. Discusión.....	26
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	28
5.1. Conclusiones .....	28
5.2. Recomendaciones .....	28
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	29
ANEXOS.....	32

## Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de peligro.....	6
Tabla 2. Criterios para determinar el ancho mínimo de faja marginal en cauces naturales.....	10
Tabla 3. Caudales máximos para los períodos de retorno especificados .....	14
Tabla 4. Valores para el cálculo del coeficiente de rugosidad mediante la ecuación .....	15
Tabla 5. Coeficiente Manning en el cauce del río Marañón .....	15
Tabla 6. Coeficiente de Manning para el margen izquierdo del río Marañón .....	16
Tabla 7. Coeficiente de Manning para el margen derecho del río Marañón .....	16
Tabla 8. Modelamiento HEC-RAS Sección 160.....	19
Tabla 9. Modelamiento HEC-RAS Sección 240.....	20
Tabla 10. Modelamiento HEC-RAS Sección 500.....	22
Tabla 11. Modelamiento HEC-RAS Sección 660.....	23
Tabla 12. Nivel de Intensidad .....	24
Tabla 13. Frecuencia de ocurrencia.....	24
Tabla 14. Nivel de peligro de inundación del río Marañón .....	25
Tabla 15. Nivel de vulnerabilidad física .....	25
Tabla 16. Nivel de vulnerabilidad .....	25
Tabla 17. Nivel de riesgo por inundación .....	26
Tabla 18. Resultados de los caudales máximos .....	54
Tabla 19. Resultados del Análís estadístico .....	54
Tabla 20. Resultados del nivel de los factores .....	54
Tabla 21. Caudales máximos para los períodos de retorno especificados .....	55

## Índice de figuras

Figura 1. Factores condicionantes del peligro por inundación.....	6
Figura 2. Factores condicionantes del peligro por inundación.....	8
Figura 3. Factores desencadenantes del peligro por inundación.....	8
Figura 4. Factores de la vulnerabilidad .....	9
Figura 5. Riesgo .....	10
Figura 6. Valores de coeficiente de rugosidad de Manning ingresados en HEC-RAS.....	16
Figura 7. Tramo de estudio del río Marañón.....	17
Figura 8. Geometría del tramo en estudio del río Marañón .....	17
Figura 9. Datos de los caudales en los diferentes periodos de retorno.....	18
Figura 10. Sección 160 del río Marañón .....	18
Figura 11. Sección 240 del río Marañón .....	20
Figura 12. Modelamiento HEC-RAS Sección 500 .....	21
Figura 13. Modelamiento HEC-RAS Sección 660 .....	23
Figura 14. Mapa de área total de inundación ante máximas avenidas .....	26
Figura 15. Primer paso: Configuración del programa HEC-RAS.....	57
Figura 16. Segundo paso: Creación de un nuevo proyecto .....	57
Figura 17. Tercer paso: Importación de las secciones transversales del río. ....	58
Figura 18. Cuarto paso: Representación de las secciones del río en el programa HEC-RAS. ....	59
Figura 19. Quinto paso: Determinación de los coeficientes de Manning .....	60
Figura 20. Sexto paso: Determinación de los caudales para los tiempos de retorno .....	61
Figura 21. Séptimo paso: Creación del plan para ejecutar los cálculos .....	61
Figura 22. Octavo paso: Determinación del flujo del cauce de agua del río.....	62
Figura 23. Noveno paso: Resultado del flujo del cauce de la sección de la progresiva 0+680m .....	63

## Índice de fotografías

Fotografía 1. Visita técnica para la identificación del lugar de estudio .....	67
Fotografía 2. Identificación de las viviendas cercanas a la orilla del río .....	67
Fotografía 3. Identificación de las posibles viviendas afectadas ante un periodo de inundación .....	68
Fotografía 4. Regla para medir el nivel de agua del río en la zona de estudio.....	68
Fotografía 5. Faja marginal de la zona urbana de la localidad de cumba .....	69
Fotografía 6. Identificación de la orilla del río marañón.....	69
Fotografía 7. Levantamiento topográfico en la faja marginal de la zona.....	71
Fotografía 8. Levantamiento topográfico en las calles cerca al río.....	71
Fotografía 9. Levantamiento topográfico en una de las viviendas.....	72
Fotografía 10. Levantamiento topográfico en el río Marañón .....	72
Fotografía 11. Levantamiento topográfico en uno esquina del parque .....	73

## **Resumen**

La presente investigación tuvo como objetivo estimar el nivel de riesgo por inundación, generado por el río marañón en la faja marginal de la zona urbana de la localidad de Cumba, Utcubamba – Amazonas, se abordó la problemática debido a que dicha localidad se encuentra ubicado muy cerca de la ribera del río marañón y es muy susceptible ante crecidas de caudal lo cual ya han ocurrido desbordes afectando a las viviendas y cultivos, de acuerdo con el método de investigación fue básica , cuantitativa y no experimental. Como resultados se obtuvo que el nivel de riesgo ante máximas avenidas es muy elevado con un valor de 0.80, el área con riesgo por inundaciones en todo el margen del río es de 14790.191m<sup>2</sup>, para un período de retorno de 200 años; los puntos más críticos de inundación se encuentran en las secciones de 0+500 hasta la progresiva 0+620. Se concluye que la franja marginal de la zona urbana de la localidad de Cumba es muy propensa ante periodos de fuertes lluvias ya que tiende a subir el caudal del agua y causar daños a las viviendas que se están ubicados en la orilla del río y todo esto provoca desastres.

**Palabras clave:** Riesgo, inundación, río, faja marginal

### **Abstract**

The objective of this research was to estimate the level of risk due to flooding, generated by the Marañón River in the marginal strip of the urban area of the town of Cumba, Utcubamba - Amazonas, the problem was addressed because said town is located very near the banks of the Marañón River and is very susceptible to floods, which have already caused overflows affecting homes and crops, according to the research method, it was basic, quantitative and non-experimental. As results, it was obtained that the risk level for maximum floods is very high with a value of 0.80, the area at risk of flooding along the entire river bank is 14790.191m<sup>2</sup>, for a return period of 200 years; The most critical flooding points are in the sections from 0+500 to the progressive 0+620. It is concluded that the marginal strip of the urban area of the town of Cumba is very prone to periods of heavy rain since it tends to increase the flow of water and cause damage to the homes that are located on the bank of the river and all this causes disasters.

**Keywords:** Risk, flood, river, marginal strip



## **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Planteamiento del problema**

#### **1.1.1. Selección del problema**

China es un país que se ve afectado por las inundaciones en el mundo, y el análisis estadístico muestra que las áreas dañadas por inundaciones alcanzaron  $9,35 \times 10^4 \text{km}^2$  anualmente desde 1951 hasta 2000, a escala de la cuenca fluvial, los desastres por inundaciones se están intensificando, específicamente, los desastres de inundaciones severas han causado más de 1500 brechas y al menos 26 grandes eventos de desvío (Hu et al., 2022). En Colombia se considera que las pérdidas al año bordea el 2% del PIB, 418 pérdidas humanas y aproximadamente 3 millones de damnificados (Barona et al., 2022). Ecuador experimenta riesgo de inundación anual debido a los factores hidroclimáticos, la variación que existe y el cambio climático, la vulnerabilidad de la población debido a la ocupación de manera incorrecta del suelo y a una deficiente planificación de las zonas urbanas entre los desafíos de la gestión del riesgo (Murillo et al., 2020).

En 2017, Perú fue uno de los países más golpeados por el clima severo El Niño afectando a unas 115 mil viviendas y 118 mil damnificadas además de 110 muertos, 350 heridos graves y destruyeron más de 2.500 kilómetros de carreteras asfaltadas (Lopez, 2021). En Cajamarca el riesgo de desastres frente a los fenómenos naturales, específicamente inundaciones frente a fuertes precipitaciones pluviales, se ha incrementado de manera considerable, debido al incremento de las precipitaciones hasta la ocupación de manera desordenada e informal del espacio urbano (Malaver, 2023). En el año 2017, en Lambayeque las fuertes precipitaciones pluviales por el fenómeno del niño costero afectaron alrededor de 17000 viviendas, determinando que estas viviendas no se encuentran en las mejores condiciones ante este fenómeno, estas inundaciones pueden ocasionar desequilibrios económicos y sociales por afección de construcción como viviendas, hospitales, infraestructura vial e incluso pérdida de vidas (Cepeda, 2021).

La ocurrencia de precipitaciones pluviales debido a cambios en el clima, hacen que, en el distrito de Cumba, el cauce del río Marañón aumente el volumen de manera considerable, estos excesos de volumen ocasionan desbordes de este río en áreas agrícolas, zonas urbanas y erosión en la carretera que une Corral quemado con Cumba, esto genera como consecuencia desastres ambientales como erosión de taludes y desbordes del río.

#### **1.1.2. Formulación interrogativa del problema**

¿Cuál es el nivel de riesgo por inundación del río Marañón en la faja marginal de la zona urbana de la localidad de Cumba, Utcubamba – Amazonas?

### **1.1.3. Justificación de la investigación**

Debido al crecimiento del distrito de Cumba, pero de manera no planificada y desordenada, ha generado a la construcción de viviendas en zonas muy cercanas a la faja marginal sin tener en cuenta los riesgos a los que se exponen, con esta investigación se pretende que en base a los resultados conozca las áreas donde se puede inundar ante máximas precipitaciones pluviales, la población y entidades correspondientes tomen acciones necesarias para solucionar la problemática existente.

También tiene su justificación porque estimando el nivel de riesgo se está contribuyendo con datos sobre el nivel de riesgo mediante datos numéricos y mapa de riesgo, para que con base a ello se puedan tomar las acciones o decisiones con planes de prevención ante inundaciones por parte de las autoridades para prevenir desastres y evitar daños materiales y hasta la pérdida de vidas humanas,

### **1.1.4. Limitaciones y restricciones de la investigación**

La población en el momento de recolectar datos, fueron muy territoriales y temerosa por creer que se les quitaran su terreno por encontrarse en zona de riesgo declarado por las autoridades locales y provinciales.

El tramo en estudio se encuentra en la faja marginal del distrito de Cumba, provincia de Utcubamba, región de Amazonas, se ubica en las coordenadas (Zona UTM 17S) por el norte 9343158, por el este 758613 con una cota de 442msnm.

## **1.2. Objetivos de la investigación**

### **1.2.1. Objetivo general**

Estimar el nivel de riesgo por inundación, generado por el río marañón en la faja marginal de la zona urbana de la localidad de Cumba, Utcubamba – Amazonas.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- a) Identificar la faja marginal de la zona urbana de la localidad de Cumba.
- b) Determinar los caudales de escorrentía en el río Marañón que ocasionan inundación en la zona de estudio.
- c) Estimar el nivel de peligrosidad generado por el río marañón en la faja marginal de la zona urbana de la localidad de Cumba.
- d) Estimar el nivel de vulnerabilidad en la faja marginal de la zona urbana de la localidad de Cumba.
- e) Identificar las áreas de inundación que se generaría ante máximas avenidas en la zona urbana de la localidad de Cumba.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes teóricos**

#### **2.1.1. Internacionales**

Criado y Santos (2019) en estudio realizado en Salamanca, España, plantearon como objetivo determinar el riesgo de inundación mediante estudio de peligro y vulnerabilidad. Como resultados obtuvieron que la vulnerabilidad cambia en función de las propiedades de cada tipo de vivienda, siendo las estructuras más vulnerables las que están destinados a albergar aperos agrícolas, el resto de viviendas presentaron vulnerabilidad baja-media, a causa de que sus estructuras son más rígidas, las áreas de mayor riesgo, abarcan un área de 46,01ha. Concluyeron que dentro del área de estudio existen gran cantidad de viviendas y una gran infraestructura que podría estar expuesta a las inundaciones porque están localizadas en la llanura aluvial muy cerca al río, recomendaron utilizar esta metodología utilizado en la presente investigación para fines preventivos.

Mendoza y Mozo (2022) en su tesis desarrollada en Bogotá, plantearon como objetivo la caracterización de los parámetros morfológicos, geográficos e hidrológicos de la cuenca del río Gaira. Como resultados obtuvieron que mediante la digitalización se logró identificar que el área urbana dentro de la cuenca del río Gaira es de 532.051m<sup>2</sup> y el porcentaje del río dentro de la zona urbana corresponde al 9.33% para una longitud de 3,14 km de 33,1 km de la longitud total del río. Concluyeron que por medio de la digitalización de las zonas urbanas se observa la falta de estructuras de mitigación de fenómenos de avenidas torrenciales como lo son los disipadores, barreras de sedimentos, espigones, gaviones, etc., recomendaron a las entidades gubernamentales realizar un plan de ordenamiento territorial que obligue a respetar los límites de la ronda hídrica y del área de protección ambiental.

Montalvo y Jácome (2022) en su investigación desarrollada en Ecuador, plantearon como objetivo determinar zonas vulnerables ante inundaciones al norte de la ciudad de Riobamba debido al desbordamiento de la quebrada de Cunduana, según su metodología fue mixta con alcance exploratorio. Como resultados obtuvieron que la Cuenca presenta un área de 15.67 km<sup>2</sup> y un perímetro de 23.41 km, su longitud es 9.17 km, con un ancho estimado de 1.71 km, presentando un coeficiente de compacidad de 1.67, y un factor de forma de 0.17, indicando que la cuenca es muy alargada e irregular. Concluyeron que esta quebrada se define como un río maduro de una cuenca montañosa, recomendaron a las autoridades locales una actualización de los modelos de elevación digital de la ciudad, mediante la aplicación de tecnologías remotas como drones, sin dejar de lado la información in-situ.

### 2.1.2. Nacionales

Mostacero (2020) en su tesis desarrollada en Cajamarca, tuvo como finalidad establecer el nivel de peligro por inundación en la zona de Chilete, de acuerdo con el método de estudio fue una investigación descriptiva y no experimental. Obtuvieron como resultados del cálculo del de escorrentía superficial un coeficiente de retención de la sub cuenca tipo “C” ponderado = 0.52 y una pendiente del cauce principal de 0.0862, con respecto al área de peligro se determinó un nivel elevado de vulnerabilidad con un valor de 56%. Llegó a la conclusión que el área de riesgo alcanza valor promedio de 0.04% del área urbana que estaría en riesgo bajo, con una altura máx. de 9.91°, y una mín. de 6,06°, recomendó evitar construir viviendas cerca al cauce del canal para así evitar inundaciones a futuro.

Leyva (2021) en su tesis desarrollada en Huaraz, planteó como finalidad evaluar el peligro ante inundaciones para la población en la margen derecha del río Santa, en el sector Challhua, de acuerdo con el método de estudio fue descriptiva y no experimental. Como resultados obtuvo que la significancia del factor condicionante a un 60% y la del factor desencadenante a un 40%, para el cálculo de la susceptibilidad se multiplicó cada peso por el descriptor de cada factor. Concluyó que para el factor desencadenante se empleó el factor extremadamente lluvioso mayor de 25.5 mm, para el que le corresponde un factor con un valor de 0.503, el cual se multiplicó por su peso; recomendó realizar la instalación de estructuras de protección como defensas ribereñas, en la intersección de los ríos Santa y Seco, debido a que es uno de los puntos más críticos ante grandes inundaciones.

Gonzales (2022) en su tesis realizada en El Porvenir, tuvo como finalidad realizar la evaluación del nivel de peligro ante inundaciones en la quebrada San Idelfonso, de acuerdo con el método de investigación fue aplicada y no experimental. Como resultados obtuvo que el nivel de peligro calculado es de 0.052, en las actividades en campo desarrollado se obtuvo que el 97% de la población no demostró conocer acerca de la definición de gestión riesgo, lo cual conllevó a que la vulnerabilidad y como consecuencia el nivel de que el peligro sea alto. Concluyó que el nivel de peligro, es elevado, con un valor de 0.052, con respecto al nivel de peligrosidad por inundación arrojó un valor de 0.234 calificando, así como peligro alto, el nivel de vulnerabilidad arrojó un valor de 0.222, encontrándose en una clasificación de vulnerabilidad alto, recomendó fortalecer, capacitar y sensibilizar a la población vulnerable.

### **2.1.3. Locales**

Cruz y Salazar (2021) en su tesis desarrollada en Chachapoyas, tuvo como objetivo establecer el nivel de peligro por inundación en las edificaciones situadas en el cauce de la quebrada Zeta frente a máximas avenidas, según su metodología fue de tipo descriptiva. Como resultados obtuvieron un coeficiente de escorrentía de 0,543 y el caudal máx. de retorno de 200 años de 64,39 m<sup>3</sup>/s, con un tirante máx. de h=5,15m indicador de intensidad de peligro. Concluyeron que el nivel de peligro de inundación de las casas es muy alto, ya que las características encontradas indica que la cuenca tiene un terreno accidentado, recomendaron a las autoridades tomar medidas de prevención ante una posible inundación.

INGEMMET (2022) en su informe técnico estableció como objetivo realizar la estimación de peligros geológicos en el centro poblado Jamalca. Como resultados muestran que los peligros geológicos detectados en el área evaluada corresponden a inundaciones estacionales (I1) provocadas por el cauce recto de la quebrada La Laja, así como movimientos de material de deslizamientos a 650m al noreste (D1) y 600m al noroeste (D2) de centro poblado Jamalca; producto del deslizamiento (D2) se generó un embalse en la quebrada La Laja, estos embalses fueron activados por fuertes lluvias y sismos recientes en el área evaluada; debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas, el centro poblado Jamalca se considera como un área de mayor riesgo a la ocurrencia de inundaciones y deslizamientos, ya que podrían reactivarse por lluvias intensas y sismos.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Evaluación de Riesgos:**

Es parte del proceso técnico de estudio de riesgos, que permite realizar el cálculo y mitigar los riesgos, previa determinación de peligro y análisis de vulnerabilidad, establece también recomendaciones sobre medidas preventivas y/o reductoras de riesgos de desastres y valoración de riesgos (CENEPRED, 2014).

#### **Peligro**

Posibilidad de que algún fenómeno natural, ocurra en una zona determinada, con cierta intensidad y en un tiempo y frecuencia determinados.

## Clasificación de los peligros

**Tabla 1**

*Clasificación de peligro*

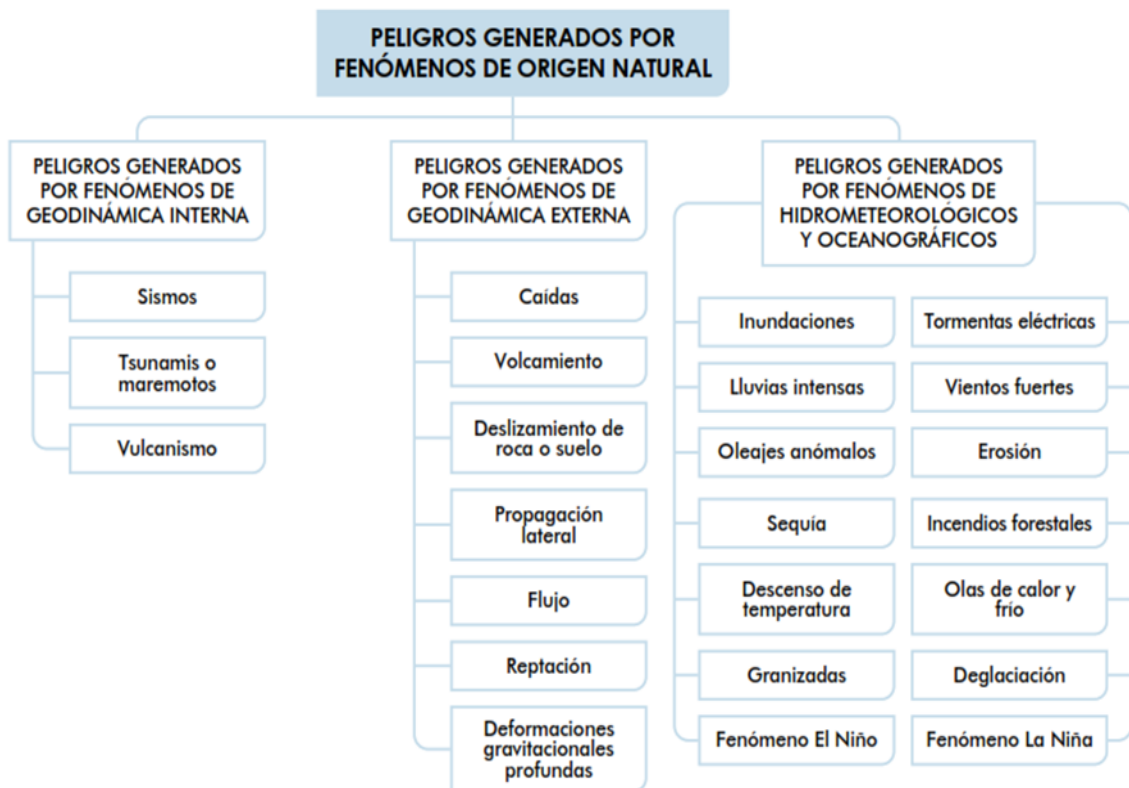
<b>Clasificación de Peligros</b>	<b>Peligros generados por Fenómenos de Origen Natural</b>	<p>Peligros generados por fenómenos de geodinámica interna</p> <hr/> <p>Peligros generados por fenómenos de geodinámica externa</p> <hr/> <p>Peligros Generados por Fenómenos Hidrometeorológicos y Oceanográficos</p>
	<b>Peligros Inducidos por Acción Humana</b>	<p>Peligros Físicos</p> <hr/> <p>Peligros Químicos</p>

*Nota:* Obtenido de CENEPRED, 2014

Los peligros generados por fenómenos naturales se subdividen según el siguiente mapa conceptual:

**Figura 1**

*Factores condicionantes del peligro por inundación*



*Nota:* Obtenido de CENEPRED, 2014

Las inundaciones se producen cuando las lluvias intensas o continuas superan la capacidad de campo del suelo, el volumen máximo de transporte del río es superado y el cauce principal se desborda e inunda los terrenos circundantes (CENEPRED, 2014)

### **2.2.2. Tipos de Inundación**

#### **Por su duración:**

Inundaciones dinámicas o rápidas:

Se producen en ríos cuyas cuencas presentan fuertes pendientes, por efecto de las lluvias intensas. Las crecidas de los ríos son imprevistos y de corta duración. Son las que producen los mayores daños en la población e infraestructura, debido a que el tiempo de reacción es casi nulo (CENEPRED, 2014).

Inundaciones estáticas o lentas: Generalmente se producen cuando las lluvias son constantes y generalizadas, produciendo un aumento paulatino del caudal del río hasta superar su capacidad máxima de transporte, por lo que el río se desborda, ocasionando inundación en áreas planas cercanas al mismo, denominándolas a estas áreas, llanuras de Inundación (CENEPRED, 2014).

#### **Según su origen**

Inundaciones pluviales: Se generan luego de la acumulación de agua de lluvia en una zona específica, sin coincidir necesariamente con el desbordamiento de un cauce fluvial, se genera tras un régimen de lluvias fuertes y frecuentes, por la concentración de un volumen elevado de lluvia en un lapso determinado o por la ocurrencia de una precipitación moderada y persistente durante un largo lapso sobre el suelo que presenta baja permeabilidad.

Inundaciones fluviales: Causadas por el desbordamiento de los ríos y los arroyos. Es atribuida al aumento súbito del volumen de agua más allá de lo que un lecho o cauce es capaz de transportar sin desbordarse, durante lo que se denomina crecida (consecuencia del exceso de lluvias).

### **2.2.3. Determinación de peligros**

Proceso de la evaluación de peligros en la que se identifican los peligros, evaluando la susceptibilidad y definiendo los lugares donde pueda suceder, se establece el nivel de peligrosidad y se elabora el mapa de peligrosidad teniendo en cuenta los parámetros de evaluación, que ayudan a caracterizar los fenómenos naturales.

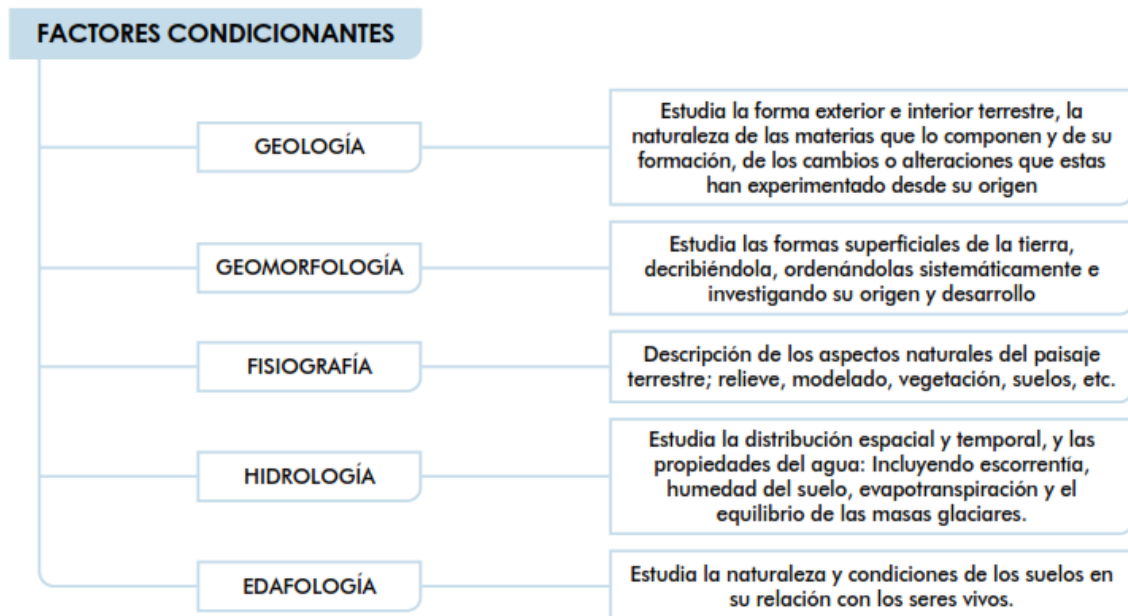
Susceptibilidad: Está referida a la mayor o menor predisposición a que un evento suceda sobre una determinada zona de estudio, se determina en función de los factores condicionantes y desencadenantes del fenómeno.

Factores condicionantes:

Parámetros propios del ámbito geográfico de estudio, el cual constituye de manera favorable o no al desarrollo del fenómeno natural.

**Figura 2**

*Factores condicionantes del peligro por inundación*



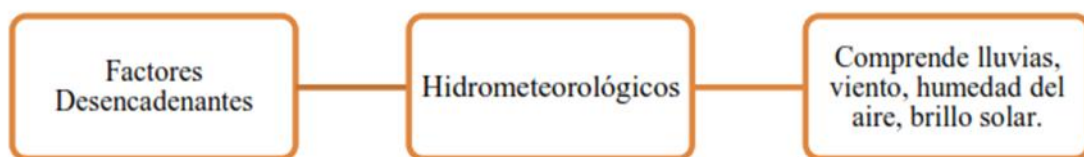
*Nota:* Obtenido de CENEPRED, 2014

Factores desencadenantes

Parámetros que generan sucesos relacionados que pueden generar peligros en un ámbito geográfico determinado.

**Figura 3**

*Factores desencadenantes del peligro por inundación*



*Nota:* Obtenido de CENEPRED, 2014

Elemento Expuesto: Referido a los elementos en las dimensiones social, económico y ambiental (vidas humanas, infraestructura, bienes, ecosistemas, etc.) que se encuentran en una zona determinada de influencia del fenómeno natural o inducido por la actividad del hombre, susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por efecto de un peligro o amenaza (Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, 2011).



#### 2.2.4. Análisis de la vulnerabilidad

Procedimiento mediante el cual se evalúa las condiciones existentes de los factores de la vulnerabilidad: exposición, fragilidad y resiliencia, de la población y de sus medios de vida.

**Figura 4**

*Factores de la vulnerabilidad*

<b>Exposicion</b>	<b>Fragilidad</b>	<b>Resiliencia</b>
• Es el grado de Exposicion al peligro.	• Es el nivel de resiliencia y proteccion frente al impacto de un peligro	• Es el nivel de asimilacion o recuperacion frente al impacto de un peligro.

*Nota:* Obtenido de CENEPRED, 2014

Factores de vulnerabilidad

**Exposición:** Relacionada con las decisiones y prácticas que ubican a los seres humanos y sus medios de vida en la zona de impacto de un peligro, es ocasionada por una relación no adecuada con el medio ambiente, tiene como origen a los procedimientos no planificados de crecimiento demográfico, a un proceso migratorio desordenado, al proceso de urbanización sin un correcto manejo del territorio y/o a políticas de desarrollo económico no sostenibles, siendo a mayor exposición, mayor vulnerabilidad. (CENEPRED, 2014)

**Fragilidad:** Referida a las condiciones de desventaja o debilidad relativa del ser humano y sus medios de vida frente a un peligro, se centra en las condiciones físicas de una sociedad y es de origen interno, siendo a mayor fragilidad, mayor vulnerabilidad. (CENEPRED, 2014)

**Resiliencia:** Capacidad de los seres humanos, familias y comunidades, entidades públicas y privadas, las actividades económicas y las estructuras físicas, para hacer frente, absorber, adaptarse, cambiar, subsistir y recuperarse, del impacto de un peligro o amenaza, así como de incrementar su capacidad de aprendizaje y recuperación de los desastres pasados para protegerse mejor en el futuro.

**Riesgo de desastres:** Probabilidad de que la población y sus medios de vida sufran daños y pérdidas a causa de su condición de vulnerabilidad y el impacto de un peligro, es el resultado de relacionar el peligro con la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el propósito de establecer los posibles consecuencias sociales, económicas y ambientales relacionada con uno o varios fenómenos peligrosos; cambios en uno o más de estos parámetros modifican el riesgo en sí mismo, es decir, el total de pérdidas esperadas y las consecuencias en un área específica. (CENEPRED, 2014).

**Figura 5**

*Riesgo*



*Nota:* Obtenido de CENEPRED 2014

### 2.2.5. Faja marginal

Área inmediata superior al cauce de la fuente de agua natural o artificial, en su máxima creciente, sin contabilizar los niveles de las crecientes debido a fenómenos extraordinarios, es parte de dominio público hidráulico, son bienes de dominio público (Autoridad Nacional del Agua ANA).

**Tabla 2**

*Criterios para determinar el ancho mínimo de faja marginal en cauces naturales*

<b>Tipo de fuente</b>	<b>Ancho mínimo (m)</b>
Quebradas y tramos de ríos de alta pendiente (mayores a 2%) encañonados de material rocoso	3
Tramos de ríos con pendiente media (1 – 2%)	4
Tramos de ríos con baja pendiente (menores a 1%) y presencia de defensas vivas	6
Tramos de ríos con baja pendiente (menores a 1%) y riberas desprotegidas	10
Tramos de ríos con estructuras de defensa ribereña (gaviones, diques, enrocados, muros, etc.)	4 <sup>(1)</sup>
Lagos y lagunas	25
<sup>(1)</sup> Medidos a partir del pie de talud extremo	10

*Nota:* Obtenido de Autoridad Nacional del Agua (ANA)

### 2.2.6. Máxima avenida

Máximo caudal que se puede presentar a la salida de una cuenca y siempre será efecto de precipitaciones máximas, mayor altura de agua que meteorológicamente puede suceder durante un determinado tiempo, elevación del nivel de un curso de agua significativamente mayor que el flujo medio de éste (ANA). La faja marginal para la presente investigación se presenta delimitada en el anexo 6.

### **2.2.7. Modelamiento HEC-RAS**

Fue desarrollado por el cuerpo de ingenieros del ejército de los E.U.A. del Centro de Ingeniería Hidrológica (Hydrologic Engineering Center, HEC), para determinar el caudal que fluye, resultado de las lluvias registradas en la cuenca, por ello se empleó el software HEC-HMS, con el objetivo de obtener hidrogramas de avenidas que transitan por el cauce del río (Zúñiga, 2020). El procedimiento realizado para determinar las áreas de inundación con el software Hec Ras se presenta en el anexo 9.

Es un programa de modelización hidráulica unidimensional compuesto por cuatro tipos de análisis en ríos:

- Modelización de flujo en régimen permanente

- Modelización de flujo en régimen no permanente

- Modelización del transporte de sedimentos

- Análisis de calidad de aguas

Permite simular flujos en cauces naturales o canales artificiales para determinar el nivel del agua por lo que su objetivo principal es realizar estudios de inundabilidad y determinar las zonas inundables (Zúñiga, 2020).

## **CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1. Ubicación geográfica**

Distrito: Cumba

Provincia: Utcubamba

Región: Amazonas

### **3.2. Variables**

Variable de estudio: Riesgo por inundación

### **3.3. Metodología**

#### **3.3.1. Tipo de estudio**

Aplicado, en base a la realidad problemática observada en el lugar que se realizó la investigación y con los estudios de ingeniería realizados como la topografía e hidrología se ha podido establecer con la ayuda del software Hec Ras el riesgo por inundación de algunas áreas en el lugar de estudio.

Enfoque cuantitativo, porque todos los datos y resultados que se han obtenido sobre el nivel de riesgo ante inundaciones son valores numéricos y porcentuales los mismos que también se representan en los mapas de riesgo.

#### **3.3.2. Diseño**

No experimental, porque no se ha realizado la manipulación de las variables de estudio, estas fueron estudiadas en las condiciones reales observadas, y de esta manera se pudo conocer el nivel de riesgo por inundación y hasta dónde puede perjudicar a las edificaciones construidas en zonas cercanas a las riberas del río Marañón ante posibles eventos extraordinarios.

### **3.4. Población y muestra**

#### **3.4.1. Población**

Constituida por la faja marginal del río Marañón.

#### **3.4.2. Muestra**

La faja marginal de la zona urbana del distrito de Cumba.

#### **3.4.3. Unidad de análisis**

La faja marginal

### **3.5. Método de investigación**

Deductivo – Inductivo, el deductivo se aplicó en la presente investigación, luego de haber realizado una revisión minuciosa de las referencias bibliográficas como artículos de revistas científicas para enfocar la situación problemática relacionado con el tema de estudio, tesis de pregrado y posgrado para la revisión de antecedentes relacionados con el tema de estudio, normas técnicas y también algunos artículos para la estructuración del marco teórico;

Es en base a toda esa información revisada que se ha deducido que es posible estimar el nivel de riesgo ante inundaciones del río Marañón en la faja marginal de la zona urbana de la localidad Cumba. Mientras que, el método inductivo se aplicó luego de realizar todas las actividades de campo y gabinete donde se indujo que el nivel de riesgo ante inundaciones en este sector es alto y las viviendas que se encuentran más próximas al río se encuentran expuestas a riesgo.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.6.1. Técnicas**

La observación, con la que se ha podido establecer la realidad problemática y observado los datos de forma coherente para su procesamiento respectivo.

#### **3.6.2. Instrumentos**

Guías de observación en las que se ha podido registrar de manera ordenada y resumida toda la información necesaria que contribuyó para la realización de todos los objetivos establecidos en esta investigación.

### **3.7. Procedimiento de recolección de datos**

Etapa 1: Identificación y descripción de la faja marginal del área urbana de la zona de estudio. En esta etapa se realizó el recorrido de toda la zona elegida para la investigación, se desarrolló el estudio topográfico de la zona delimitada.

Etapa 2: Identificación de caudales de escorrentía en el río Marañón. En esta etapa se solicitó información sobre los caudales máximos ante el SENAMHI, con esta información se determinaron los caudales más altos para los diferentes períodos de retorno que sirvió para el modelamiento hidráulico.

Etapa 3: Determinación del nivel de peligrosidad generado por el río marañón en la faja marginal del área definida para este estudio. Esta etapa comprende los cálculos realizados utilizando la metodología del CENEPRED.

Etapa 4: Estimación del nivel de vulnerabilidad en la faja marginal del área definida para este estudio. Esta etapa también comprende los cálculos realizados utilizando la metodología del CENEPRED.

### **3.8. Métodos de análisis de datos**

Se utilizó la estadística descriptiva utilizando el software Excel en el que se elaboraron tablas y gráficos que permiten presentar de manera específica y resumida todos los resultados conseguidos de todos los objetivos establecidos para su respectiva interpretación. No se aplicó ninguna prueba estadística porque no se ha realizado ningún tipo de tratamiento o manipulación de las variables de estudio.

## CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 4.1. Análisis e interpretación de datos

#### 4.1.1. Determinación de la faja marginal

El ancho de la faja marginal a la altura del distrito de Cumba, ha sido determinada mediante el levantamiento topográfico, la misma que tiene un ancho promedio de 150m, existiendo a lo largo de la zona de estudio algunas variaciones de esta medida, presenta vegetación, rocas y el límite de propiedad algunos con cercos vivos y otros con cerco de alambre, entre otras características que presenta esta faja marginal.

#### 4.1.2. Caudales para diferentes períodos de retorno

**Tabla 3**

*Caudales máximos para los períodos de retorno especificados*

<b>Tr</b>	<b>Q(m3/s)</b>
10	1327.338
30	1591.857
50	1712.611
100	1875.488
200	2037.770

*Nota.* La tabla presenta los caudales para los tiempos de retornos

#### 4.1.3. Modelamiento hidráulico del río Marañón

El modelamiento del cauce del río fue realizado por el software HEC-RAS, con este se determinó áreas de inundación para caudales máximas de distintos periodos de retorno, los datos ingresados son las propiedades geométricas del alineamiento horizontal y vertical del cauce y los coeficientes de rugosidad de los distintos materiales existentes en el área de estudio.

##### **Coeficiente de rugosidad de Manning en el cauce**

Con la comprensión de los diferentes factores importantes que intervienen sobre el coeficiente de rugosidad, se estimó el valor de “n” con la ecuación siguiente:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) * m_5$$

Donde:

$n_0$  = Valor para un canal recto y liso en los materiales naturales

$n_1$  = Valor que se utiliza para corregir el efecto de la rugosidad superficial

$n_2$  = Las variaciones en forma y tamaño de la sección transversal

$n_3$  = Las obstrucciones

$n_4$  = La vegetación y las condiciones de flujo

$m_5$  = Factor de corrección

**Tabla 4***Valores para el cálculo del coeficiente de rugosidad mediante la ecuación*

condiciones del canal		Valores	
Material involucrado	Tierra		0.020
	Corte en roca	n0	0.025
	Grava fina		0.024
	Grava gruesa		0.028
Grado de irregularidad	Suave		0.000
	Menor	n1	0.005
	Moderado		0.010
	Severo		0.020
Variaciones de la sección transversal	Gradual		0.000
	Ocasionalmente altamente	n2	0.005
	Frecuentemente alternante		0.010 - 0.015
Efecto relativo de las obstrucciones	Insignificante		0.000
	Menor	n3	0.010 - 0.015
	Apreciable		0.020 - 0.030
	Severo		0.040 - 0.060
Vegetación	Baja		0.005 - 0.010
	Media	n4	0.010 - 0.025
	Alta		0.025 - 0.050
	Muy alta		0.050 - 0.100
Grado de los efectos por meandros	Menor		1.000
	Apreciable	m5	1.150
	Severo		1.300

*Nota.* Datos tomados de Hidráulica de canales abiertos (Chow, 2004)**Tabla 5***Coficiente Manning en el cauce del río Marañón*

Condiciones del canal			Valores
Material involucrado	Grava fina	n0	0.024
Grado de irregularidad	Moderado	n1	0.010
Variaciones de la sección transversal	Gradual	n2	0.000
Efecto relativo de las obstrucciones	Menor	n3	0.015
Vegetación	Baja	n4	0.005
Grado de los efectos por meandros	Apreciable	m5	1.150
<b>valor de n</b>			0.062

*Nota.* La tabla presenta el coeficiente de Manning calculado de acuerdo a parámetros.

**Tabla 6**

*Coefficiente de Manning para el margen izquierdo del río Marañón*

Condiciones del canal			Valores	
Material involucrado	Roca en corte	n0		0.025
Grado de irregularidad	Moderado	n1		0.010
Variaciones de la sección transversal	Gradual	n2		0.000
Efecto relativo de las obstrucciones	Menor	n3		0.015
Vegetación	Baja	n4		0.005
Grado de los efectos por meandros	Apreciable	m5		1.150
<b>valor de n</b>				0.063

Nota. La tabla muestra el coeficiente de Manning calculado de acuerdo a parámetros.

**Tabla 7**

*Coefficiente de Manning para el margen derecho del río Marañón*

Condiciones del canal			Valores	
Material involucrado	Tierra	n0		0.02
Grado de irregularidad	Moderado	n1		0.010
Variaciones de la sección transversal	Gradual	n2		0.000
Efecto relativo de las obstrucciones	Menor	n3		0.015
Vegetación	Baja	n4		0.005
Grado de los efectos por meandros	Apreciable	m5		1.150
<b>valor de n</b>				0.058

Nota. La tabla muestra el coeficiente de Manning calculado de acuerdo a parámetros.

**Figura 6**

*Valores de coeficiente de rugosidad de Manning ingresados en HEC-RAS*

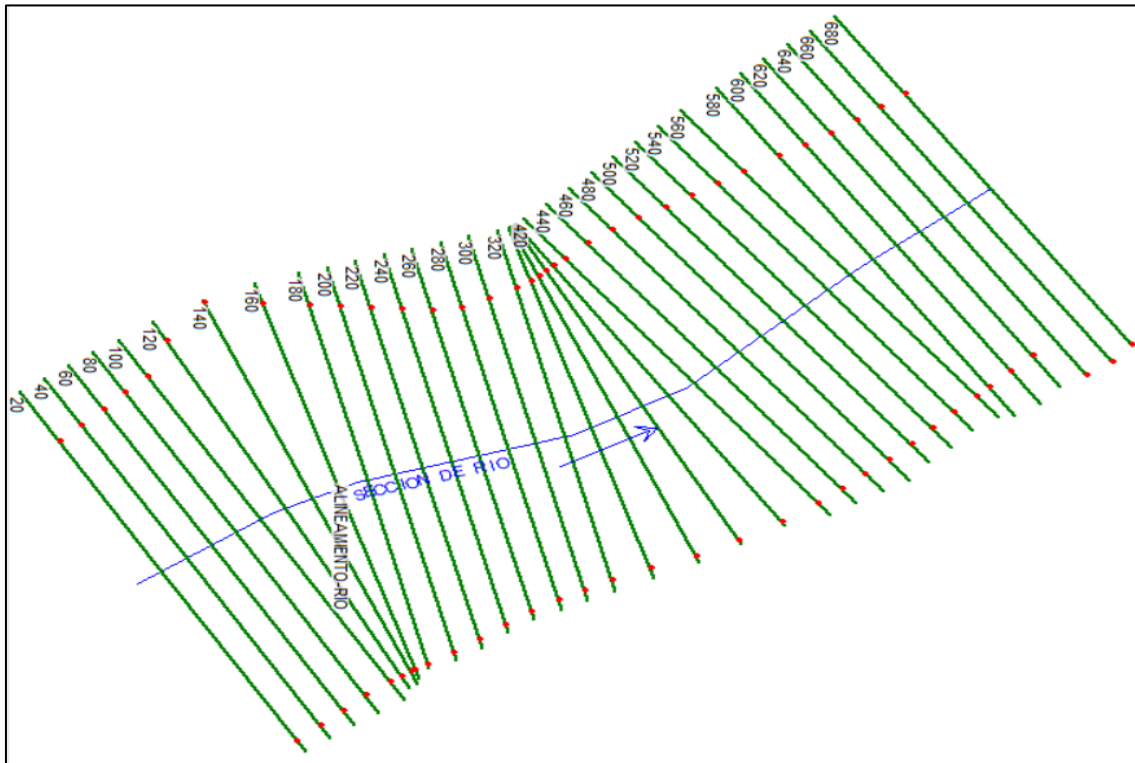
Reach	River Station	Frctn (n/K)	n #1	n #2	n #3
1 ALINEAMIENTO-RIC	680	n	0.063	0.062	0.058
2 ALINEAMIENTO-RIC	660	n	0.063	0.062	0.058
3 ALINEAMIENTO-RIC	640	n	0.063	0.062	0.058
4 ALINEAMIENTO-RIC	620	n	0.063	0.062	0.058
5 ALINEAMIENTO-RIC	600	n	0.063	0.062	0.058
6 ALINEAMIENTO-RIC	580	n	0.063	0.062	0.058
7 ALINEAMIENTO-RIC	560	n	0.063	0.062	0.058
8 ALINEAMIENTO-RIC	540	n	0.063	0.062	0.058
9 ALINEAMIENTO-RIC	520	n	0.063	0.062	0.058
10 ALINEAMIENTO-RIC	500	n	0.063	0.062	0.058
11 ALINEAMIENTO-RIC	480	n	0.063	0.062	0.058
12 ALINEAMIENTO-RIC	460	n	0.063	0.062	0.058
13 ALINEAMIENTO-RIC	440	n	0.063	0.062	0.058
14 ALINEAMIENTO-RIC	420	n	0.063	0.062	0.058
15 ALINEAMIENTO-RIC	400	n	0.063	0.062	0.058
16 ALINEAMIENTO-RIC	380	n	0.063	0.062	0.058
17 ALINEAMIENTO-RIC	360	n	0.063	0.062	0.058
18 ALINEAMIENTO-RIC	340	n	0.063	0.062	0.058
19 ALINEAMIENTO-RIC	320	n	0.063	0.062	0.058
20 ALINEAMIENTO-RIC	300	n	0.063	0.062	0.058
21 ALINEAMIENTO-RIC	280	n	0.063	0.062	0.058
22 ALINEAMIENTO-RIC	260	n	0.063	0.062	0.058
23 ALINEAMIENTO-RIC	240	n	0.063	0.062	0.058
24 ALINEAMIENTO-RIC	220	n	0.063	0.062	0.058

Nota. La figura representa los valores de Manning calculados anteriormente que son ingresados al programa HEC-RAS.



**Figura 7**

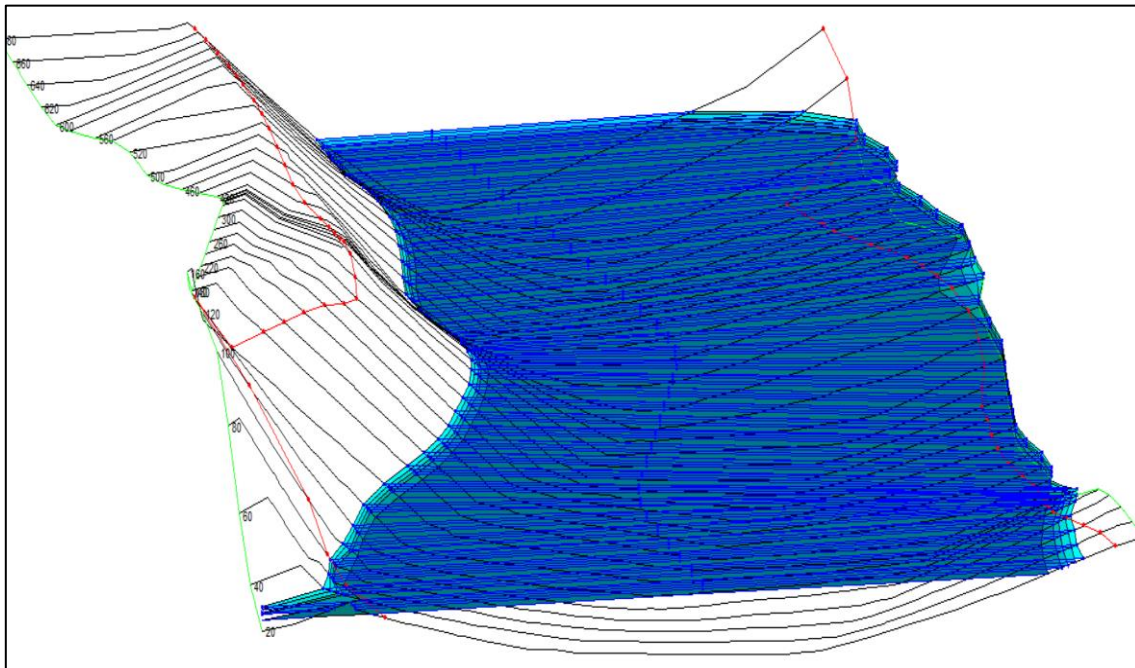
*Tramo de estudio del río Marañón*



*Nota.* La figura representa las secciones del tramo del río Marañón cada 20m.

**Figura 8**

*Geometría del tramo en estudio del río Marañón*

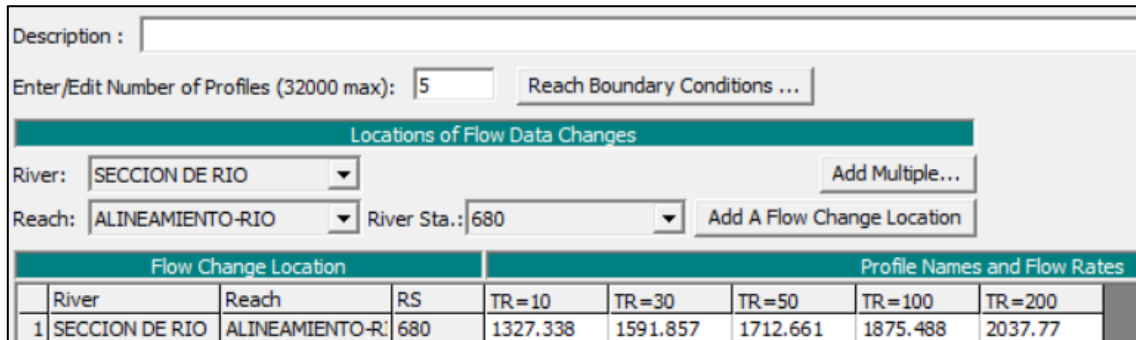


*Nota.* La figura representa el flujo del cauce de agua vista en planta y las inundaciones que se genera en los respectivos tramos.

Con base en los datos obtenidos de los cálculos hidrológicos se determinaron los niveles de agua en los que ocurren las inundaciones en la zona del río Marañón, así como los caudales para los períodos de retorno de 10, 30, 50, 100 y 200 años.

**Figura 9**

*Datos de los caudales en los diferentes periodos de retorno*

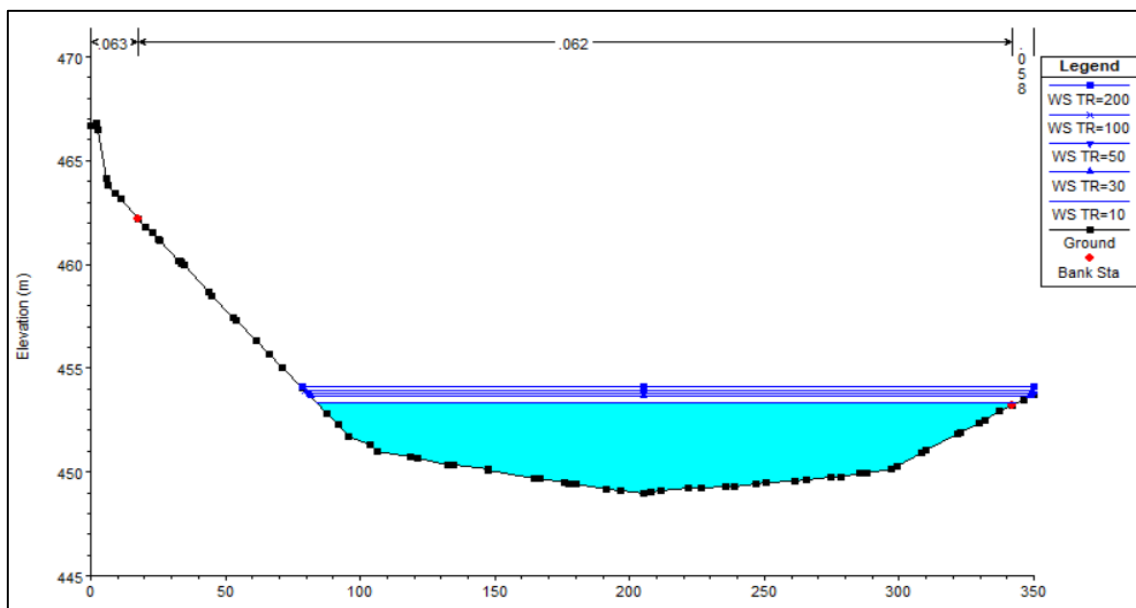


*Nota.* La figura representa los caudales ingresados al programa para los tiempos de retorno.

**Nivel de agua en secciones más críticas para los TR= 10, 30, 50, 100 y 200 años.**

**Figura 10**

*Sección 160 del río Marañón*



*Nota.* La figura representa el cauce de agua para los períodos de retorno.

La figura muestra la inundación al margen de la franja derecha del río Marañón afectando a dicha localidad de Cumba en especial a las viviendas que se encuentran en dicha margen, no hay inundaciones ante precipitaciones máximas para un tiempo de retorno de 10 años, sin embargo, para los períodos de 50, 100 y 200 años si se presenta inundaciones.

**Tabla 8**

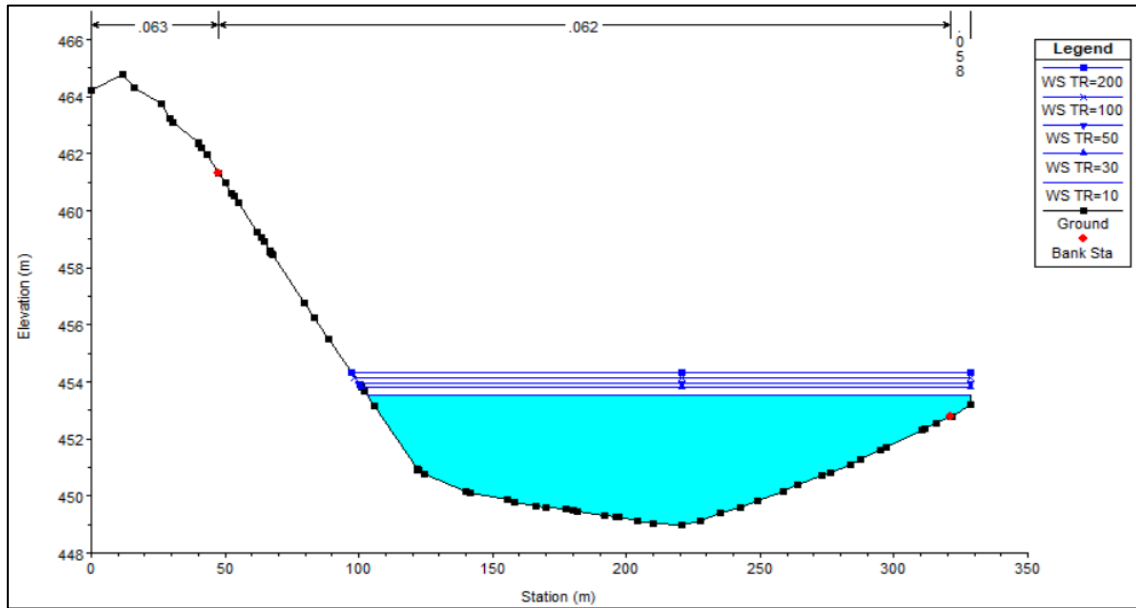
*Modelamiento HEC-RAS Sección 160*

<b>Q. Rio Maraón Rs: 160 Profile: Tr=10</b>					
E.G. Elev (m)	453.45	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.15	Wt. n-Val.		0.062	0.058
W.S. Elev (m)	453.31	Reach Len. (m)	40.26	20	3.27
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)		786.8	0.08
E.G. Slope (m/m)	0.002473	Area (m2)		786.8	0.08
Q Total (m3/s)	1327.34	Flow (m3/s)		1327.33	0.01
Top Width (m)	259.29	Top Width (m)		257.7	1.59
Vel Total (m/s)	1.69	Avg. Vel. (m/s)		1.69	0.12
Max Chl Dpth (m)	4.31	Hydr. Depth (m)		3.05	0.05
Conv. Total (m3/s)	26689.7	Conv. (m3/s)		26689.5	0.2
Length Wtd. (m)	20	Wetted Per. (m)		257.97	1.59
Min Ch El (m)	449	Shear (N/m2)		73.98	1.21
Alpha	1	Stream Power (N/m s)		124.8	0.14
Frctn Loss (m)	0.05	Cum Volume (1000 m3)	0.1	110.68	0
C & E Loss (m)	0	Cum SA (1000 m2)	0.36	38.62	0.01
<b>Q. Rio Maraón Rs: 160 Profile: Tr=50</b>					
E.G. Elev (m)	453.94	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.18	Wt. n-Val.		0.062	0.058
W.S. Elev (m)	453.76	Reach Len. (m)	40.26	20	3.27
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)		904.99	2.43
E.G. Slope (m/m)	0.002625	Area (m2)		904.99	2.43
Q Total (m3/s)	1712.66	Flow (m3/s)		1711.7	0.96
Top Width (m)	269.07	Top Width (m)		261.02	8.05
Vel Total (m/s)	1.89	Avg. Vel. (m/s)		1.89	0.4
Max Chl Dpth (m)	4.76	Hydr. Depth (m)		3.47	0.3
Conv. Total (m3/s)	33430.3	Conv. (m3/s)		33411.5	18.8
Length Wtd. (m)	19.99	Wetted Per. (m)		261.32	8.11
Min Ch El (m)	449	Shear (N/m2)		89.13	7.72
Alpha	1	Stream Power (N/m s)		168.59	3.06
Frctn Loss (m)	0.05	Cum Volume (1000 m3)	0.36	128.19	0.03
C & E Loss (m)	0	Cum SA (1000 m2)	0.79	39.59	0.17
<b>Q. Rio Maraón Rs: 160 Profile: Tr=100</b>					
E.G. Elev (m)	454.13	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.2	Wt. n-Val.		0.062	0.058
W.S. Elev (m)	453.94	Reach Len. (m)	40.26	20	3.27
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)		950.58	3.84
E.G. Slope (m/m)	0.002686	Area (m2)		950.58	3.84
Q Total (m3/s)	1875.49	Flow (m3/s)		1873.44	2.05
Top Width (m)	270.34	Top Width (m)		262.29	8.05
Vel Total (m/s)	1.97	Avg. Vel. (m/s)		1.97	0.53
Max Chl Dpth (m)	4.94	Hydr. Depth (m)		3.62	0.48
Conv. Total (m3/s)	36185.2	Conv. (m3/s)		36145.6	39.6
Length Wtd. (m)	19.98	Wetted Per. (m)		262.6	8.29
Min Ch El (m)	449	Shear (N/m2)		95.36	12.19
Alpha	1	Stream Power (N/m s)		187.94	6.52
Frctn Loss (m)	0.05	Cum Volume (1000 m3)	0.51	135	0.07
C & E Loss (m)	0	Cum SA (1000 m2)	0.91	39.89	0.25
<b>Q. Rio Maraón Rs: 160 Profile: Tr=200</b>					
E.G. Elev (m)	454.32	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.21	Wt. n-Val.		0.062	0.058
W.S. Elev (m)	454.1	Reach Len. (m)	40.26	20	3.27
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)		994.16	5.17
E.G. Slope (m/m)	0.002745	Area (m2)		994.16	5.17
Q Total (m3/s)	2037.77	Flow (m3/s)		2034.41	3.36
Top Width (m)	271.55	Top Width (m)		263.51	8.05
Vel Total (m/s)	2.04	Avg. Vel. (m/s)		2.05	0.65
Max Chl Dpth (m)	5.1	Hydr. Depth (m)		3.77	0.64
Conv. Total (m3/s)	38893.1	Conv. (m3/s)		38828.9	64.2
Length Wtd. (m)	19.97	Wetted Per. (m)		263.83	8.45
Min Ch El (m)	449	Shear (N/m2)		101.44	16.46
Alpha	1.01	Stream Power (N/m s)		207.58	10.72
Frctn Loss (m)	0.05	Cum Volume (1000 m3)	0.66	141.55	0.12
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	1.02	40.13	0.34

*Nota.* La tabla muestra los resultados de la progresiva 0+160m.

**Figura 11**

*Sección 240 del río Marañón*



*Nota.* La figura representa el cauce de agua para los tiempos de retorno.

La figura muestra la presencia de la inundación al margen de la franja derecha del río Marañón afectando a dicha localidad de Cumba en especial a las viviendas que se encuentran en dicha margen, presenta un periodo de inundación desde un TR de 10, 50, 100 y 200 años.

**Tabla 9**

*Modelamiento HEC-RAS Sección 240*

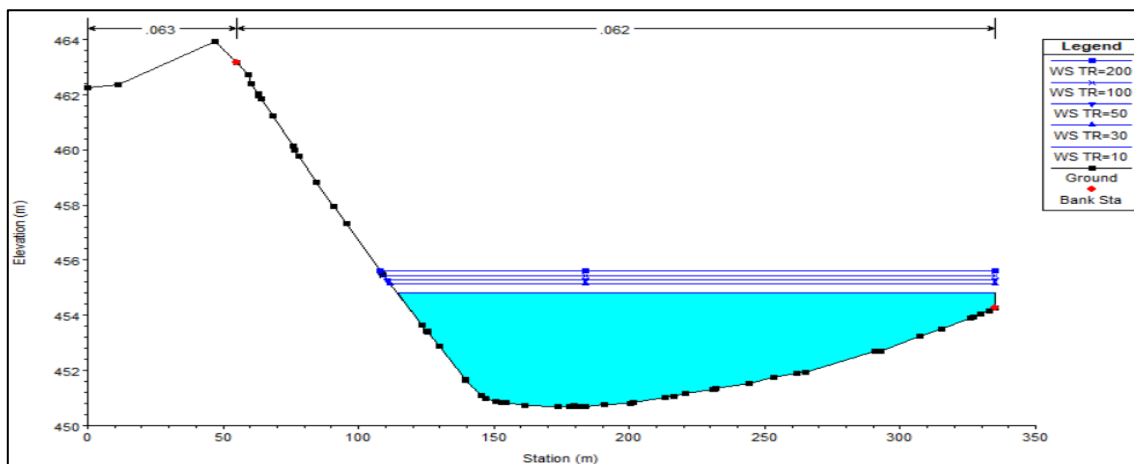
Q. Río Marañón RS: 240 Profile: Tr=10					
		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	453.7	Wt. n-Val.		0.062	0.058
Vel Head (m)	0.19	Reach Len. (m)	20.93	20	21.23
W.S. Elev (m)	453.51	Flow Area (m <sup>2</sup> )		683.91	3.86
Crit W.S. (m)		Area (m <sup>2</sup> )		683.91	3.86
E.G. Slope (m/m)	0.003147	Flow (m <sup>3</sup> /s)		1324.95	2.39
Q Total (m <sup>3</sup> /s)	1327.34	Top Width (m)		218.01	7.22
Top Width (m)	225.24	Avg. Vel. (m/s)		1.94	0.62
Vel Total (m/s)	1.93	Hydr. Depth (m)		3.14	0.53
Max Chl Dpth (m)	4.51	Conv. (m <sup>3</sup> /s)		23618.1	42.5
Conv. Total (m <sup>3</sup> /s)	23660.6	Wetted Per. (m)		218.29	7.55
Length Wtd. (m)	20	Shear (N/m <sup>2</sup> )		96.69	15.77
Min Ch El (m)	449	Stream Power (N/m s)		187.32	9.75
Alpha	1.01	Cum Volume (1000 m <sup>3</sup> )	0.1	168.53	0.13
Frctn Loss (m)	0.06	Cum SA (1000 m <sup>2</sup> )	0.36	57.65	0.46
C & E Loss (m)	0				
Q. Río Marañón RS: 240 Profile: TR=50					
		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	454.21	Wt. n-Val.		0.062	0.058
Vel Head (m)	0.24	Reach Len. (m)	20.93	20	21.23
W.S. Elev (m)	453.97	Flow Area (m <sup>2</sup> )		785.11	7.19
Crit W.S. (m)		Area (m <sup>2</sup> )		785.11	7.19
E.G. Slope (m/m)	0.003362	Flow (m <sup>3</sup> /s)		1705.98	6.68
Q Total (m <sup>3</sup> /s)	1712.66	Top Width (m)		221.36	7.22
Top Width (m)	228.59	Avg. Vel. (m/s)		2.17	0.93
Vel Total (m/s)	2.16	Hydr. Depth (m)		3.55	0.99
Max Chl Dpth (m)	4.97	Conv. (m <sup>3</sup> /s)		29422.8	115.3
Conv. Total (m <sup>3</sup> /s)	29538.1	Wetted Per. (m)		221.67	8.01
Length Wtd. (m)	20				

Min Ch El (m)	449	Shear (N/m <sup>2</sup> )		116.77	29.57
Alpha	1.01	Stream Power (N/m s)		253.72	27.5
Frctn Loss (m)	0.07	Cum Volume (1000 m <sup>3</sup> )	0.36	194.81	0.38
C & E Loss (m)	0	Cum SA (1000 m <sup>2</sup> )	0.79	58.88	0.65
<b>Q. Río Marañón Rs: 240 Profile: Tr=100</b>					
E.G. Elev (m)	454.41	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.26	Wt. n-Val.		0.062	0.058
W.S. Elev (m)	454.15	Reach Len. (m)	20.93	20	21.23
Crit W.S. (m)		Flow Area (m <sup>2</sup> )		824.26	8.46
E.G. Slope (m/m)	0.003449	Area (m <sup>2</sup> )		824.26	8.46
Q Total (m <sup>3</sup> /s)	1875.49	Flow (m <sup>3</sup> /s)		1866.73	8.76
Top Width (m)	229.88	Top Width (m)		222.66	7.22
Vel Total (m/s)	2.25	Avg. Vel. (m/s)		2.26	1.03
Max Chl Dpth (m)	5.15	Hydr. Depth (m)		3.7	1.17
Conv. Total (m <sup>3</sup> /s)	31932.8	Conv. (m <sup>3</sup> /s)		31783.7	149.1
Length Wtd (m)	20.01	Wetted Per. (m)		222.98	8.19
Min Ch El (m)	449	Shear (N/m <sup>2</sup> )		125.04	34.95
Alpha	1.01	Stream Power (N/m s)		283.19	36.17
Frctn Loss (m)	0.07	Cum Volume (1000 m <sup>3</sup> )	0.51	205.01	0.5
C & E Loss (m)	0	Cum SA (1000 m <sup>2</sup> )	0.91	59.28	0.73
<b>Q. Río Marañón Rs: 240 Profile: Tr=200</b>					
E.G. Elev (m)	454.6	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.28	Wt. n-Val.		0.062	0.058
W.S. Elev (m)	454.32	Reach Len. (m)	20.93	20	21.23
Crit W.S. (m)		Flow Area (m <sup>2</sup> )		861.73	9.67
E.G. Slope (m/m)	0.003533	Area (m <sup>2</sup> )		861.73	9.67
Q Total (m <sup>3</sup> /s)	2037.77	Flow (m <sup>3</sup> /s)		2026.84	10.93
Top Width (m)	231.12	Top Width (m)		223.89	7.22
Vel Total (m/s)	2.34	Avg. Vel. (m/s)		2.35	1.13
Max Chl Dpth (m)	5.32	Hydr. Depth (m)		3.85	1.34
Conv. Total (m <sup>3</sup> /s)	34284.8	Conv. (m <sup>3</sup> /s)		34100.9	183.9
Length Wtd (m)	20.01	Wetted Per. (m)		224.23	8.36
Min Ch El (m)	449	Shear (N/m <sup>2</sup> )		133.14	40.1
Alpha	1.01	Stream Power (N/m s)		313.15	45.31
Frctn Loss (m)	0.07	Cum Volume (1000 m <sup>3</sup> )	0.66	214.79	0.63
C & E Loss (m)	0	Cum SA (1000 m <sup>2</sup> )	1.02	59.62	0.83

Nota. La tabla muestra los resultados de la progresiva 0+240m.

**Figura 12**

*Modelamiento HEC-RAS Sección 500*



Nota. La figura representa el cauce de agua para los tiempos de retorno.

Se puede apreciar que se presenta inundación al margen derecho del río, en comparación con las figuras anteriores se puede presenciar que en esta progresiva aumenta la inundación afectando en mayor cantidad a las viviendas.

**Tabla 10**

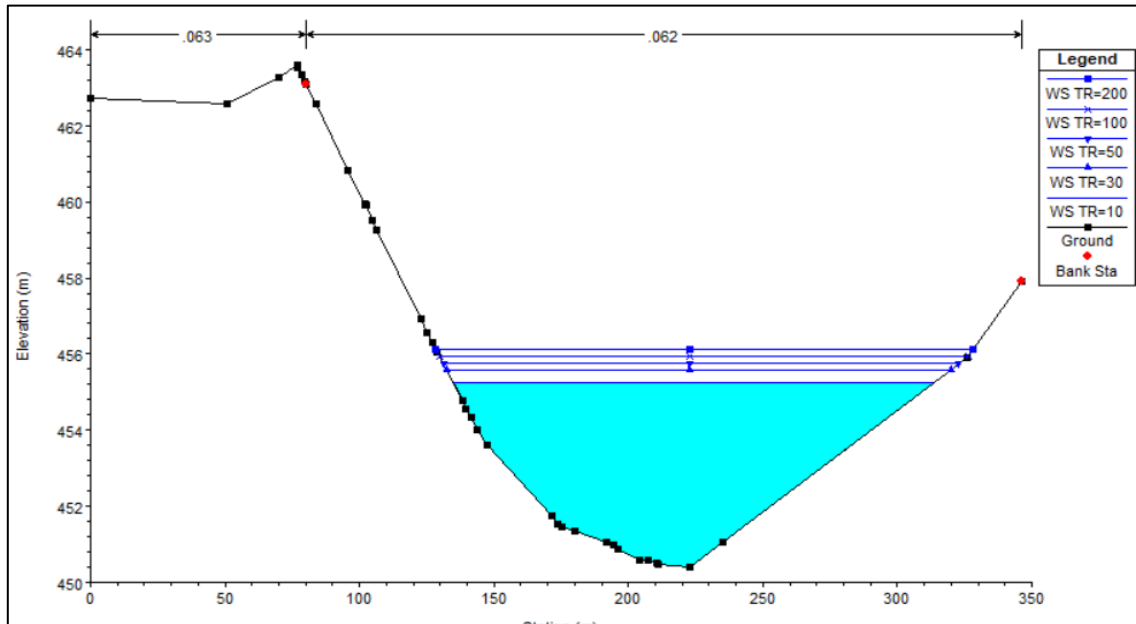
*Modelamiento HEC-RAS Sección 500*

<b>Q. Río Marañón Rs: 500 Profile: Tr=10</b>					
E.G. Elev (m)	455.06	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.23	Wt. n-Val.		0.062	0.058
W.S. Elev (m)	454.83	Reach Len. (m)	20.42	20	20
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)		615.3	18.79
E.G. Slope (m/m)	0.003919	Area (m2)		615.3	18.79
Q Total (m3/s)	1327.34	Flow (m3/s)		1308.1	19.24
Top Width (m)	220.91	Top Width (m)		201.14	19.77
Vel Total (m/s)	2.09	Avg. Vel. (m/s)		2.13	1.02
Max Chl Dpth (m)	4.15	Hydr. Depth (m)		3.06	0.95
Conv. Total (m3/s)	21201.7	Conv. (m3/s)		20894.5	307.2
Length Wtd. (m)	20	Wetted Per. (m)		201.41	20.35
Min Ch El (m)	450.68	Shear (N/m2)		117.42	35.5
Alpha	1.02	Stream Power (N/m s)		249.63	36.34
Frctn Loss (m)	0.09	Cum Volume (1000 m3)	0.1	327.71	1.22
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	0.36	110.96	2.81
<b>Q. Río Marañón Rs: 500 Profile: Tr=50</b>					
E.G. Elev (m)	455.56	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.28	Wt. n-Val.		0.062	0.058
W.S. Elev (m)	455.28	Reach Len. (m)	20.42	20	20
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)		706.54	27.68
E.G. Slope (m/m)	0.004153	Area (m2)		706.54	27.68
Q Total (m3/s)	1712.66	Flow (m3/s)		1675.45	37.22
Top Width (m)	224.53	Top Width (m)		204.76	19.77
Vel Total (m/s)	2.33	Avg. Vel. (m/s)		2.37	1.34
Max Chl Dpth (m)	4.6	Hydr. Depth (m)		3.45	1.4
Conv. Total (m3/s)	26574.5	Conv. (m3/s)		25997	577.4
Length Wtd. (m)	20	Wetted Per. (m)		205.06	20.8
Min Ch El (m)	450.68	Shear (N/m2)		140.34	54.21
Alpha	1.02	Stream Power (N/m s)		332.8	72.89
Frctn Loss (m)	0.1	Cum Volume (1000 m3)	0.36	379.52	2.79
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	0.79	113.34	3.87
<b>Q. Río Marañón Rs: 500 Profile: Tr=100</b>					
E.G. Elev (m)	455.76	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.31	Wt. n-Val.		0.062	0.058
W.S. Elev (m)	455.45	Reach Len. (m)	20.42	20	20
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)		742.23	31.11
E.G. Slope (m/m)	0.004243	Area (m2)		742.23	31.11
Q Total (m3/s)	1875.49	Flow (m3/s)		1830.03	45.46
Top Width (m)	225.93	Top Width (m)		206.16	19.77
Vel Total (m/s)	2.43	Avg. Vel. (m/s)		2.47	1.46
Max Chl Dpth (m)	4.77	Hydr. Depth (m)		3.6	1.57
Conv. Total (m3/s)	28791.9	Conv. (m3/s)		28094	697.9
Length Wtd. (m)	20	Wetted Per. (m)		206.46	20.97
Min Ch El (m)	450.68	Shear (N/m2)		149.59	61.74
Alpha	1.02	Stream Power (N/m s)		368.82	90.21
Frctn Loss (m)	0.1	Cum Volume (1000 m3)	0.51	399.67	3.5
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	0.91	114.13	4.04
<b>Q. Río Marañón Rs: 500 Profile: Tr=200</b>					
E.G. Elev (m)	455.94	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.33	Wt. n-Val.		0.062	0.058
W.S. Elev (m)	455.62	Reach Len. (m)	20.42	20	20
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)		776.75	34.42
E.G. Slope (m/m)	0.004318	Area (m2)		776.75	34.42
Q Total (m3/s)	2037.77	Flow (m3/s)		1983.81	53.96
Top Width (m)	227.09	Top Width (m)		207.32	19.77
Vel Total (m/s)	2.51	Avg. Vel. (m/s)		2.55	1.57
Max Chl Dpth (m)	4.94	Hydr. Depth (m)		3.75	1.74
Conv. Total (m3/s)	31011.7	Conv. (m3/s)		30190.5	821.2
Length Wtd. (m)	20	Wetted Per. (m)		207.64	21.14
Min Ch El (m)	450.68	Shear (N/m2)		158.39	68.94
Alpha	1.02	Stream Power (N/m s)		404.53	108.11
Frctn Loss (m)	0.1	Cum Volume (1000 m3)	0.66	419.02	4.21
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	1.02	114.81	4.14

*Nota.* La tabla muestra los resultados de la progresiva 0+500m

**Figura 13**

*Modelamiento HEC-RAS Sección 660*



*Nota.* La figura representa el cauce de agua para los tiempos de retorno.

La sección del se ve protegida por el margen derecho e izquierdo para diferentes periodos de retorno no causando ninguna inundación en dicha progresiva.

**Tabla 11**

*Modelamiento HEC-RAS Sección 660*

Q. Río Marañón Rs: 660 Profile: Tr=10					
E.G. Elev (m)	455.58	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.34	Wt. n-Val.		0.062	
W.S. Elev (m)	455.24	Reach Len. (m)	20.03	20	0
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)		513.8	
E.G. Slope (m/m)	0.006285	Area (m2)		513.8	
Q Total (m3/s)	1327.34	Flow (m3/s)		1327.34	
Top Width (m)	178.59	Top Width (m)		178.59	
Vel Total (m/s)	2.58	Avg. Vel. (m/s)		2.58	
Max Chl Dpth (m)	4.83	Hydr. Depth (m)		2.88	
Conv. Total (m3/s)	16742.3	Conv. (m3/s)		16742.3	
Length Wtd. (m)	20	Wetted Per. (m)		178.92	
Mín Ch El (m)	450.42	Shear (N/m2)		177	
Alpha	1	Stream Power (N/m s)		457.25	
Frctn Loss (m)	0.08	Cum Volume (1000 m3)	0.1	435.09	30.08
C & E Loss (m)	0.05	Cum SA (1000 m2)	0.36	140.77	16.22
Q. Río Marañón Rs: 660 Profile: Tr=50					
E.G. Elev (m)	456.15	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.41	Wt. n-Val.		0.062	
W.S. Elev (m)	455.75	Reach Len. (m)	20.03	20	0
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)		606.63	
E.G. Slope (m/m)	0.006616	Area (m2)		606.63	
Q Total (m3/s)	1712.66	Flow (m3/s)		1712.66	
Top Width (m)	191.78	Top Width (m)		191.78	
Vel Total (m/s)	2.82	Avg. Vel. (m/s)		2.82	
Max Chl Dpth (m)	5.33	Hydr. Depth (m)		3.16	
Conv. Total (m3/s)	21055.9	Conv. (m3/s)		21055.9	
Length Wtd. (m)	20	Wetted Per. (m)		192.16	
Mín Ch El (m)	450.42	Shear (N/m2)		204.82	
Alpha	1	Stream Power (N/m s)		578.24	
Frctn Loss (m)	0.08	Cum Volume (1000 m3)	0.36	501.44	38.22
C & E Loss (m)	0.05	Cum SA (1000 m2)	0.79	143.93	17.28
Q. Río Marañón Rs: 660 Profile: Tr=100					

E.G. Elev (m)	456.37	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.43	Wt. n-Val.		0.062	
W.S. Elev (m)	455.94	Reach Len. (m)	20.03	20	0
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)		644.4	
E.G. Slope (m/m)	0.0067	Area (m2)		644.4	
Q Total (m3/s)	1875.49	Flow (m3/s)		1875.49	
Top Width (m)	196.47	Top Width (m)		196.47	
Vel Total (m/s)	2.91	Avg. Vel. (m/s)		2.91	
Max Chl Dpth (m)	5.52	Hydr. Depth (m)		3.28	
Conv. Total (m3/s)	22913.1	Conv. (m3/s)		22913.1	
Length Wtd. (m)	20	Wetted Per. (m)		196.87	
Min Ch El (m)	450.42	Shear (N/m2)		215.05	
Alpha	1	Stream Power (N/m s)		625.9	
Frctn Loss (m)	0.09	Cum Volume (1000 m3)	0.51	527.3	41.48
C & E Loss (m)	0.06	Cum SA (1000 m2)	0.91	145.01	17.46
<b>Q. Río Marañón Rs: 660 Profile: Tr=200</b>					
E.G. Elev (m)	456.58	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.46	Wt. n-Val.		0.062	
W.S. Elev (m)	456.13	Reach Len. (m)	20.03	20	0
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)		681.19	
E.G. Slope (m/m)	0.00672	Area (m2)		681.19	
Q Total (m3/s)	2037.77	Flow (m3/s)		2037.77	
Top Width (m)	199.74	Top Width (m)		199.74	
Vel Total (m/s)	2.99	Avg. Vel. (m/s)		2.99	
Max Chl Dpth (m)	5.71	Hydr. Depth (m)		3.41	
Conv. Total (m3/s)	24858.2	Conv. (m3/s)		24858.2	
Length Wtd. (m)	20	Wetted Per. (m)		200.16	
Min Ch El (m)	450.42	Shear (N/m2)		224.27	
Alpha	1	Stream Power (N/m s)		670.9	
Frctn Loss (m)	0.09	Cum Volume (1000 m3)	0.66	552.17	44.61
C & E Loss (m)	0.06	Cum SA (1000 m2)	1.02	145.96	17.56

*Nota.* La tabla muestra los resultados de la progresiva 0+660m

#### 4.1.4. determinación del nivel de riesgo por inundación del río Marañón

**Tabla 12**

*Nivel de Intensidad*

Descripción del cauce	Rango	Rango estimado	Nivel
Profundidad del cauce	H>1.5m	6.800m	Muy alto
Tipo de inundación fluvial	Estática		
<b>Nivel de Intensidad</b>	<b>6.80m &gt; 1.50m</b>		<b>Muy alto</b>

*Nota.* La tabla muestra que el nivel de intensidad ante inundaciones es muy alto.

**Tabla 13**

*Frecuencia de ocurrencia*

Descripción del cauce	Rango	Rango estimado	Nivel
Tiempo de retorno	<b>5 &lt; T ≤ 15</b>	8.63 años	Alto
<b>Frecuencia de ocurrencia</b>	<b>9 años</b>		<b>Alto</b>

*Nota.* La tabla muestra que el nivel de frecuencia por inundación es alto.

Determinando el nivel de intensidad y la frecuencia que puede ocurrir se procede realizar el cálculo el nivel de peligrosidad.



**Tabla 14***Nivel de peligro de inundación del río Marañón*

Descripción del evento	Rango	Rango Estimado	Nivel
Nivel de intensidad	$0.75 < Ni \leq 1$	1.00	Muy alto
Frecuencia de ocurrencia	$0.50 < F \leq 0.75$	0.75	Alto
<b>Nivel de peligro de inundación</b>	<b>0.75 - 1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>Muy alto</b>

*Nota.* La tabla muestra que el nivel de peligro por inundación es muy alto.

#### 4.1.5. determinación del nivel de vulnerabilidad

**Tabla 15***Nivel de vulnerabilidad física*

VULNERABILIDAD FÍSICA	Localización de viviendas	0.9	0.8
	Material de construcción utilizada en viviendas	0.65	
	Características geológicas, calidad y tipo de suelo	0.65	
	Cumplimiento de la normativa técnica vigente de los procedimientos constructivos	0.95	

*Nota.* La tabla muestra un valor promedio de vulnerabilidad.

**Tabla 16***Nivel de vulnerabilidad*

Descripción del cauce	Rango	Rango estimado	Nivel
Vulnerabilidad física	$0.75 < V \leq 1.00$	0.8	Muy Alto

*Nota.* La tabla muestra que el nivel de vulnerabilidad por inundación es Muy alto.

#### a) Calculamos en nivel de riesgo por inundación

Una vez calculado el nivel de peligro y el nivel de vulnerabilidad, ya por la ecuación especificada se determina el riesgo de la siguiente manera:

$$R = P * V \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

R= Nivel de riesgo

P= Nivel de peligro

V= Nivel de vulnerabilidad

$$R = 0.80$$

**Tabla 17**

*Nivel de riesgo por inundación*

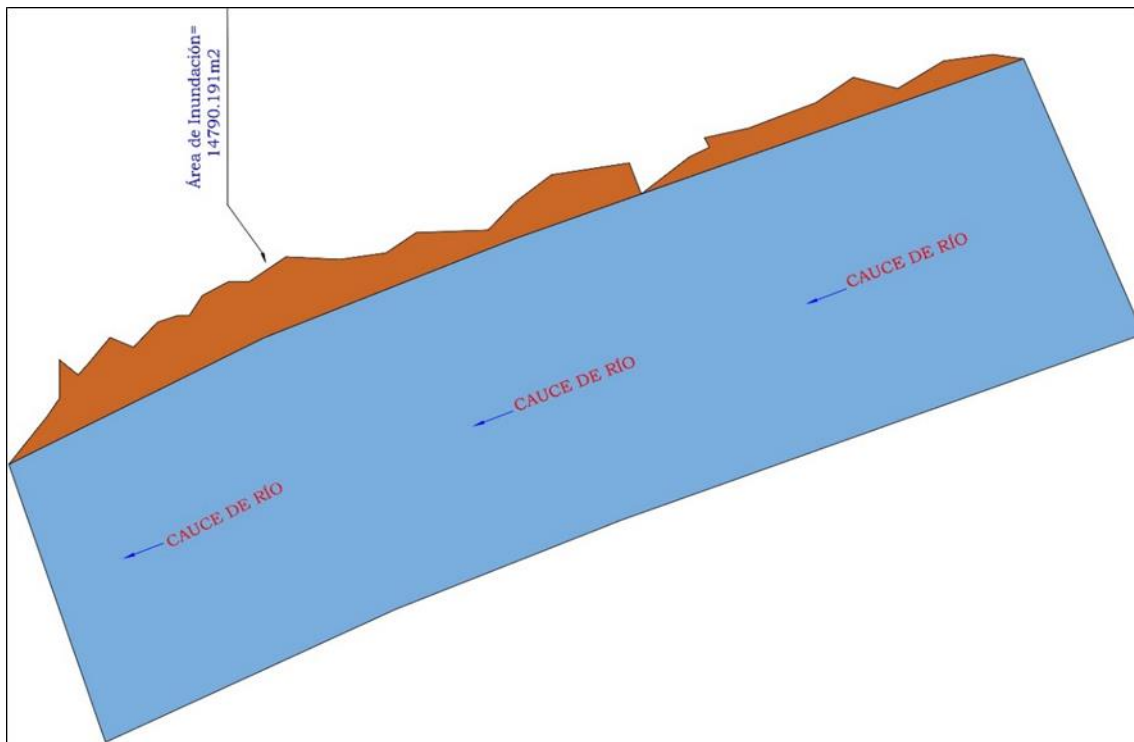
Nivel de riesgo	Rango calculado	Nivel
$0.75 < T \leq 1$	0.80	Muy alto

*Nota.* La tabla muestra que el nivel de riesgo por inundación del río Marañón es muy alto.

#### 4.1.6. Determinación del área de inundación ante máximas avenidas

**Figura 14**

*Mapa de área total de inundación ante máximas avenidas*



*Nota:* En la figura 14, se presenta el mapa de área total de inundación ante máximas avenidas, la cual es de 14790.191 m<sup>2</sup>.

#### 4.2. Discusión

Los resultados del estudio hidrológico con los caudales máximos se pueden comparar con las de otras investigaciones, como la que realizaron Cruz y Salazar (2021) que obtuvieron un coeficiente de escorrentía de 0.543 y el caudal más alto de 64,39 m<sup>3</sup>/s para un tiempo de retorno de 200 años, tirante máximo de  $h = 5.15\text{m}$ , también se compara con la investigación de Mostacero (2020) que determinó del cálculo del coeficiente de escorrentía superficial un coeficiente de retención de la sub cuenca tipo “C” ponderado = 0.52 y pendiente del cauce de 0,0862.

Los resultados del nivel de riesgo se pueden comparar con las de otras investigaciones, como la que realizó Gonzales (2022) obtuvo el resultado que el nivel de riesgo de 0.052 determinado a través del procedimiento de análisis establecido por el CENEPRED, durante el trabajo de campo el 97% de la población estudiada no contó con conocimiento acerca de la gestión riesgo, lo que conlleva a que la vulnerabilidad y como consecuencia también el nivel de riesgo sea alto; por su parte Mostacero (2020) determinó que en cuanto a la zona de riesgo pudo establecer un nivel de vulnerabilidad alto de 56%; y por último se compara con Cruz y Salazar (2021) que obtuvo que el nivel de riesgo ante inundaciones de las edificaciones es muy alto, porque las características geomorfológicas identificadas indicaron que la cuenca presenta un relieve accidentado.

## **CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. Conclusiones**

La franja marginal de la zona urbana de la localidad de Cumba es muy propensa a inundaciones ante fuertes lluvias ya que tiende a subir el caudal del agua y causar daños a las casas ubicadas en la orilla del río y todo esto provoca desastres.

Los caudales máximos, para los períodos de retorno de 10, 30, 50, 100 y 200 años, son de 1327.338 m<sup>3</sup>/s, 1591.857 m<sup>3</sup>/s, 1712.611 m<sup>3</sup>/s, 1875.488 m<sup>3</sup>/s y 2037.770 m<sup>3</sup>/s respectivamente.

El nivel de peligrosidad generado por el río Marañón en la faja marginal de la localidad de Cumba es muy alto, produciéndose mediante el modelamiento hidráulico, áreas de inundación para todo los tiempos de retorno excepto a los 10 años.

Existe un nivel de vulnerabilidad muy alto con un valor de 0.80, ante máximas avenidas en un período de retorno de 200 años.

El área total inundable ante máximas avenidas en la zona delimitada del río Marañón a la altura de la zona urbana de la localidad de Cumba es de 14790.191m<sup>2</sup>.

### **5.2. Recomendaciones**

A la municipalidad distrital de Cumba se recomienda hacer cumplir que no se realice ningún tipo de construcción dentro de la faja marginal a lo largo de toda la zona urbana de la localidad de Cumba.

Realizar el estudio hidrológico también con las precipitaciones máximas registradas de 24 horas registrados en la estación Cumba y las dos más cercanas, porque por lo general este tipo de información es más completa y permitirá comparar con los resultados de los caudales obtenidos.

Determinar también los otros tipos de vulnerabilidad establecidos por el CENEPRED como la vulnerabilidad social y económica que permitirá no sólo conocer el riesgo existente sino la percepción y el nivel de prevención de la población ante este tipo de fenómenos.

Ante el nivel de riesgo alto frente a inundaciones por máximas avenidas, se recomienda a la población no construir las zonas que se encuentren cercanas a la faja marginal.

Realizar los estudios complementarios para la prevención de riesgos en la localidad de Cumba, porque ante precipitaciones máximas extraordinarias que pueden ocurrir para un período de retorno mayor de 200 años, puede generar la inundación de toda la zona urbana cercana al río Marañón y generar múltiples daños a todos los niveles.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Autoridad Nacional del Agua. (s.f.). *La regulación de las fajas marginales*. Obtenido de [https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/fajas\\_marginales\\_0.pdf](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/fajas_marginales_0.pdf)
- Barona-Burbano, D., Trujillo-Muñoz, F., & Martín-Díaz, M. (2022). *Estrategias para la reducción de amenazas de inundaciones en las zonas urbanas más vulnerables del municipio de Soacha, Cundinamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Piloto de Colombia]. Archivo digital. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/12551>
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED). (2014). *Manual para la Evaluación de Riesgos por Fenómenos Naturales V.2*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/cenepred/informes-publicaciones/1867442-manual-para-la-evaluacion-de-riesgos-por-fenomenos-naturales-v-2>
- Cepeda-Rivera, G. (2021). *Evaluación del riesgo por inundaciones en viviendas de adobe del Asentamiento Humano San Juan de Dios en José Leonardo Ortiz, 2020*. [Tesis de pregrado, Universidad de Chiclayo]. Archivo digital. <http://repositorio.udch.edu.pe/handle/UDCH/1601>
- Chow, V. T. (2004). *Hidráulica de canales abiertos*. Obtenido de [https://www.academia.edu/43519012/Ven\\_Te\\_Chow\\_HIDRAULICA\\_DE\\_CANALES\\_ABIERTOS](https://www.academia.edu/43519012/Ven_Te_Chow_HIDRAULICA_DE_CANALES_ABIERTOS)
- Criado, M., Martínez Graña, A., & Santos Francés, F. (2019). Flood risk determination through hazard, exposure and vulnerability analysis in the city of Salamanca (Spain). *Cuaternario y Geomorfología*, 33(1-2). doi:<http://dx.doi.org/10.17735/cyg.v33i1-2.70148>
- Cruz-Hidalgo, G., & Salazar-Olascoaga, J. (2021). *Evaluación del nivel de riesgo de las viviendas construidas en el cauce de la quebrada Zeta ante una máxima avenida, Chachapoyas-Amazonas 2018* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza]. Archivo digital. <https://hdl.handle.net/20.500.14077/2338>
- Gonzales-Alfaro, J. (2022). *Evaluación de riesgo por inundación de la Quebrada San Idelfonso, en el distrito de El Porvenir* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Archivo digital. <https://hdl.handle.net/11537/30731>

- Hu, L., Zhang, Q., Wang, G., Singh, V. P., Wu, W., Fan, K., & Shen, Z. (2022). Flood disaster risk and socioeconomy in the Yellow River Basin, China. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 44. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2022.101272>
- INGEMMET. (2022). *Evaluación de peligros geológicos en el centro poblado Jamalca, distrito Jamalca, provincia Utcubamba, departamento Amazonas*. Informe Técnico. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12544/3787>
- Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI). (2006). *Manual básico para la estimación del riesgo*. Lima. Obtenido de [http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc319/doc319\\_contenido.pdf](http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc319/doc319_contenido.pdf)
- Leyva-Guerrero, E. (2021). *Determinación del peligro por inundación para la población existente en la margen derecha del río Santa empleando software aplicativo, Challhua, Huaraz, 2020* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Archivo digital. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/62191>
- Lopez-Ordinola, L. (2021). *Evaluación del riesgo por inundaciones en las viviendas del asentamiento humano Sagrado Corazón de Jesús, distrito de Castilla - Piura*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Archivo digital. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/87190>
- Malaver-Vargas, W. (2023). *Índice de vulnerabilidad total y nivel de riesgo a inundación del río San Lucas, Sector Bella Unión, Cajamarca, 2018* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Archivo digital. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/5817>
- Mendoza-Tirado, J., & Mozo-Hernández, A. (2022). *Caracterización morfológica y de zonas urbanas susceptibles a riesgos de inundación por crecidas del Río Gaira en la comuna siete de la ciudad de Santa Marta* [Trabajo de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. Archivo digital. <https://hdl.handle.net/10983/30408>
- Montalvo-Montenegro, C., & Jácome-Pérez, M. (2022). *Determinación de zonas urbanas vulnerables a inundaciones de la quebrada de Cunduana mediante el uso de modelos hidrológicos e hidráulicos* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo]. Archivo digital. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/9069>
- Mostacero-Plasencia, A. (2020). *Nivel de riesgo por inundación del área urbana del distrito de Chilete - provincia de Contumazá - región Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Archivo digital. <https://hdl.handle.net/11537/25374>
- Murillo, A., Pin Guerrero, R., Vega, G., & Hechavarría Hernández, J. (2020). Proposal for an Early Warning System Against Flood Risks in the Urban Area of Milagro Canton,

Ecuador. *International Conference on Human Interaction and Emerging Technologies*, 1253, 618–623. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/68922>

Zúñiga-Ramos, J. A. (2020). *Evaluación de riesgo por inundación fluvial de la ciudad de Huancavelica, Perú* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Archivo digital. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3908>

## **ANEXOS**

### **Anexo 1. DATA TOPOGRÁFICA**



<b>PUNTO</b>	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>	<b>ELEVACIÓN (m.s.n.m.)</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
1	9343579.312	758438.001	469.187	PC
2	9343635.028	758412.025	468.943	PC
3	9343542.283	758452.764	469.175	PC
4	9343496.409	758472.079	469.239	PC
5	9343455.381	758491.285	469.155	PC
6	9343390.673	758520.555	469.606	PC
7	9343219.041	758649.734	469.966	TN
8	9343220.741	758648.740	470.084	TN
9	9343222.127	758647.955	470.106	TN
10	9343212.704	758636.898	469.430	TN
11	9343214.014	758635.927	469.578	TN
12	9343215.197	758634.405	469.829	TN
13	9343202.509	758617.762	469.119	TN
14	9343203.607	758617.128	468.932	TN
15	9343204.919	758616.136	468.808	TN
16	9343231.006	758564.374	468.938	TN
17	9343343.053	758511.728	467.947	TN
18	9343377.454	758494.780	467.347	TN
19	9343461.200	758504.284	469.079	TN
20	9343501.761	758489.567	468.698	TN
21	9343576.794	758439.152	469.211	TN
22	9343627.348	758414.579	469.064	TN
23	9343627.885	758418.069	468.940	TN
24	9343628.207	758419.680	468.967	TN
25	9343612.484	758385.292	466.356	TN
26	9343616.962	758393.429	468.348	TN
27	9343615.256	758391.313	468.328	TN
28	9343616.056	758386.935	467.189	TN
29	9343621.153	758394.372	468.575	TN
30	9343620.224	758395.893	468.680	TN
31	9343619.759	758397.710	468.786	TN
32	9343600.464	758385.738	465.827	TN
33	9343606.710	758392.937	467.334	TN
34	9343611.245	758403.429	468.430	TN
35	9343611.889	758407.671	468.670	TN
36	9343644.109	758430.927	468.808	TN
37	9343641.247	758432.749	468.788	TN
38	9343638.471	758433.703	468.765	TN
39	9343633.961	758416.788	469.123	TN
40	9343631.792	758419.130	468.968	TN
41	9343628.930	758422.540	468.958	TN
42	9343632.500	758408.599	469.013	TN
43	9343630.620	758409.028	469.084	TN
44	9343629.195	758409.988	469.084	TN
45	9343629.064	758404.163	468.840	TN
46	9343627.838	758404.755	468.883	TN

---

47	9343626.857	758405.115	468.911	TN
48	9343624.522	758399.289	468.505	TN
49	9343623.973	758400.008	468.568	TN
50	9343623.252	758400.551	468.600	TN
51	9343648.509	758400.989	468.305	TN
52	9343649.261	758403.666	468.458	TN
53	9343649.427	758406.665	468.599	TN
54	9343642.284	758355.414	467.806	TN
55	9343645.082	758358.553	468.141	TN
56	9343663.323	758377.583	467.933	TN
57	9343649.501	758345.487	467.418	TN
58	9343658.510	758357.157	468.208	TN
59	9343661.922	758360.092	468.145	TN
60	9343673.264	758371.043	468.057	TN
61	9343677.691	758387.013	467.672	TN
62	9343679.107	758389.529	467.743	TN
63	9343679.899	758390.763	467.953	TN
64	9343678.940	758388.662	467.704	TN
65	9343692.194	758379.772	467.989	TN
66	9343693.343	758381.694	467.755	TN
67	9343694.703	758384.206	467.915	TN
68	9343709.629	758401.152	468.138	TN
69	9343706.899	758401.493	467.804	TN
70	9343703.623	758402.107	467.701	TN
71	9343704.169	758382.656	467.929	TN
72	9343701.166	758384.431	467.674	TN
73	9343697.071	758385.932	468.141	TN
74	9343698.369	758380.971	467.694	TN
75	9343702.806	758378.309	467.821	TN
76	9343696.195	758376.622	467.904	TN
77	9343694.566	758377.586	467.834	TN
78	9343692.571	758378.683	468.066	TN
79	9343688.648	758364.620	468.212	TN
80	9343687.651	758365.352	468.215	TN
81	9343686.055	758366.283	468.206	TN
82	9343683.142	758358.290	468.091	TN
83	9343682.381	758358.924	468.101	TN
84	9343681.790	758360.149	468.120	TN
85	9343673.909	758349.963	467.940	TN
86	9343673.229	758351.218	467.968	TN
87	9343672.889	758353.206	468.016	TN
88	9343662.819	758325.469	467.358	TN
89	9343665.549	758328.814	467.586	TN
90	9343658.929	758330.247	467.356	TN
91	9343663.092	758333.045	467.523	TN
92	9343663.979	758341.781	467.677	TN
93	9343657.632	758335.570	467.394	TN
94	9343193.595	758599.242	469.058	TN

---

---

95	9343195.031	758598.355	469.334	TN
96	9343198.285	758596.454	469.199	TN
97	9343190.009	758592.635	469.300	TN
98	9343197.469	758586.997	469.265	TN
99	9343205.102	758594.110	469.409	TN
100	9343205.102	758585.522	469.160	TN
101	9343186.973	758585.522	469.120	TN
102	9343195.908	758580.838	469.268	TN
103	9343204.495	758577.802	469.379	TN
104	9343213.342	758575.894	469.273	TN
105	9343216.378	758585.436	468.833	TN
106	9343222.190	758590.380	468.408	TN
107	9343235.461	758584.568	468.438	TN
108	9343234.334	758577.542	468.543	TN
109	9343232.849	758571.608	468.788	TN
110	9343243.675	758598.088	468.084	TN
111	9343266.716	758587.505	468.409	TN
112	9343261.975	758577.804	468.147	TN
113	9343259.550	758572.181	468.617	TN
114	9343257.563	758564.688	468.605	TN
115	9343255.565	758559.611	468.640	TN
116	9343252.835	758554.356	468.665	TN
117	9343284.998	758574.909	468.266	TN
118	9343283.316	758566.642	468.021	TN
119	9343281.074	758559.917	468.248	TN
120	9343273.228	758550.169	468.547	TN
121	9343269.905	758544.719	468.440	TN
122	9343296.234	758558.553	468.303	TN
123	9343292.596	758548.961	468.263	TN
124	9343288.927	758538.016	469.009	TN
125	9343286.743	758534.331	468.885	TN
126	9343284.013	758530.440	468.441	TN
127	9343283.398	758528.325	467.940	TN
128	9343314.385	758573.658	469.730	TN
129	9343306.415	758556.755	468.684	TN
130	9343300.122	758542.152	468.375	TN
131	9343298.770	758542.955	468.489	TN
132	9343297.714	758543.377	468.538	TN
133	9343297.925	758536.828	468.656	TN
134	9343296.531	758538.180	468.678	TN
135	9343294.925	758539.533	468.719	TN
136	9343292.186	758534.482	468.933	TN
137	9343296.144	758530.455	468.948	TN
138	9343294.984	758532.844	468.879	TN
139	9343287.408	758524.040	467.914	TN
140	9343292.391	758528.954	468.830	TN
141	9343295.871	758517.897	468.044	TN
142	9343299.830	758523.903	468.841	TN

---

---

143	9343303.993	758529.909	468.801	TN
144	9343306.352	758512.025	468.499	TN
145	9343312.836	758520.147	468.604	TN
146	9343314.672	758532.311	468.663	TN
147	9343320.565	758550.687	468.892	TN
148	9343353.589	758548.827	469.177	TN
149	9343351.978	758541.148	469.455	TN
150	9343338.291	758528.913	469.102	TN
151	9343323.077	758526.495	468.495	TN
152	9343324.237	758515.507	468.746	TN
153	9343321.439	758512.163	468.443	TN
154	9343317.822	758505.406	468.734	TN
155	9343333.315	758501.926	468.280	TN
156	9343363.581	758488.331	468.100	TN
157	9343349.585	758497.056	468.383	TN
158	9343351.018	758500.400	468.619	TN
159	9343360.865	758496.795	467.500	TN
160	9343366.611	758497.063	467.434	TN
161	9343366.718	758507.803	467.996	TN
162	9343376.438	758508.662	468.476	TN
163	9343374.194	758518.068	469.669	TN
164	9343372.131	758485.362	467.948	TN
165	9343383.733	758500.718	467.832	TN
166	9343408.231	758466.963	467.274	TN
167	9343413.262	758477.459	468.166	TN
168	9343419.119	758483.357	467.681	TN
169	9343422.448	758485.344	468.135	TN
170	9343432.490	758504.783	469.431	TN
171	9343431.953	758502.152	469.331	TN
172	9343431.362	758499.198	469.496	TN
173	9343418.678	758512.000	469.599	TN
174	9343418.034	758508.939	469.349	TN
175	9343417.261	758506.122	469.469	TN
176	9343399.072	758473.658	467.534	TN
177	9343405.761	758478.913	468.246	TN
178	9343407.126	758487.990	467.995	TN
179	9343430.986	758457.796	466.101	TN
180	9343432.287	758465.082	467.143	TN
181	9343436.884	758472.629	468.093	TN
182	9343449.756	758496.983	469.381	TN
183	9343449.273	758495.533	469.367	TN
184	9343447.662	758492.526	469.250	TN
185	9343445.291	758451.767	466.130	TN
186	9343459.308	758491.498	469.028	TN
187	9343458.336	758488.330	468.938	TN
188	9343458.681	758490.106	469.014	TN
189	9343462.552	758503.904	469.236	TN
190	9343459.552	758505.129	469.061	TN

---

---

191	9343452.200	758480.623	468.453	TN
192	9343451.017	758481.426	468.503	TN
193	9343449.285	758482.609	468.581	TN
194	9343444.506	758462.500	467.164	TN
195	9343471.401	758473.942	468.294	TN
196	9343473.894	758478.563	468.433	TN
197	9343470.759	758481.992	468.491	TN
198	9343471.239	758483.323	468.531	TN
199	9343472.001	758484.353	468.566	TN
200	9343466.552	758466.340	467.877	TN
201	9343464.923	758460.755	467.214	TN
202	9343463.207	758452.881	467.671	TN
203	9343462.509	758448.593	467.539	TN
204	9343461.545	758445.102	467.011	TN
205	9343489.263	758477.681	468.708	TN
206	9343488.731	758476.284	468.683	TN
207	9343488.133	758474.788	468.651	TN
208	9343473.026	758442.435	467.171	TN
209	9343482.162	758466.355	468.655	TN
210	9343484.987	758461.134	468.546	TN
211	9343481.777	758444.467	467.375	TN
212	9343471.940	758453.763	467.526	TN
213	9343496.716	758466.201	468.467	TN
214	9343495.195	758467.300	468.505	TN
215	9343494.519	758467.934	468.529	TN
216	9343490.517	758439.156	466.553	TN
217	9343491.430	758444.096	466.882	TN
218	9343505.735	758488.009	469.286	TN
219	9343503.640	758489.030	468.557	TN
220	9343499.667	758472.920	468.898	TN
221	9343495.908	758475.497	469.057	TN
222	9343497.035	758474.101	469.021	TN
223	9343506.575	758435.927	466.943	TN
224	9343511.084	758446.923	467.107	TN
225	9343515.731	758461.467	468.600	TN
226	9343515.827	758462.963	468.705	TN
227	9343516.326	758464.326	468.792	TN
228	9343522.583	758427.851	466.101	TN
229	9343525.582	758442.237	467.066	TN
230	9343531.625	758455.494	468.693	TN
231	9343531.924	758456.857	468.770	TN
232	9343532.290	758458.519	468.840	TN
233	9343531.217	758425.784	466.508	TN
234	9343530.944	758438.205	466.879	TN
235	9343549.698	758463.002	469.333	TN
236	9343546.637	758464.023	468.899	TN
237	9343544.167	758464.936	468.942	TN
238	9343546.798	758454.572	469.287	TN

---

---

239	9343544.758	758456.129	469.027	TN
240	9343542.287	758457.203	469.014	TN
241	9343555.387	758449.789	469.214	TN
242	9343555.022	758448.193	469.178	TN
243	9343554.623	758446.863	469.137	TN
244	9343542.580	758417.501	466.390	TN
245	9343544.728	758423.032	467.257	TN
246	9343557.236	758430.879	467.770	TN
247	9343553.305	758418.501	467.180	TN
248	9343552.122	758413.135	466.589	TN
249	9343577.546	758440.548	469.208	TN
250	9343575.988	758437.756	469.277	TN
251	9343575.471	758428.347	468.654	TN
252	9343574.425	758428.923	468.654	TN
253	9343573.300	758430.649	468.714	TN
254	9343570.767	758415.199	466.365	TN
255	9343567.133	758417.945	466.132	TN
256	9343561.929	758406.279	465.424	TN
257	9343575.442	758413.104	466.886	TN
258	9343575.427	758400.737	466.692	TN
259	9343597.086	758460.248	468.888	TN
260	9343593.889	758461.571	468.887	TN
261	9343589.920	758462.233	468.871	TN
262	9343590.088	758439.549	468.995	TN
263	9343585.584	758442.484	469.080	TN
264	9343581.284	758444.736	469.121	TN
265	9343590.216	758392.046	466.801	TN
266	9343595.086	758400.296	466.422	TN
267	9343597.826	758414.459	468.610	TN
268	9343606.158	758424.109	469.132	TN
269	9343607.199	758428.013	468.940	TN
270	9343608.978	758433.088	469.056	TN

---

**Anexo 2. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE ESTACIÓN TOTAL**



**DHAYI**  
AMPLIANDO HORIZONTES EN TOPOGRAFIA Y GEODESIA

VENTA - ALQUILER - REPARACIÓN - MANTENIMIENTO  
DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS, GEODÉSICOS Y  
DE EXPLORACIÓN

**SOUTH**  
Target your success

## CERTIFICADO DE CALIBRACION

Mant. General    Reparación    Calibración    Garantía    Nuevo

N° **5220**

CLIENTE :                    **RANDA S.R.L.**  
EQUIPO :                    **Estacion Total**  
MARCA :                    **TRIMBLE**  
MODELO :                    **S3 DR**  
N° SERIE :                    **91010162**  
CODIGO INTERNO :        -----

FECHA DE CALIBRACION :        **28 de abril de 2021**  
FECHA DE VENCIMIENTO :        **28 de octubre de 2021**

DHAYI S.A.C.                    Certifica que el equipo topografico arriba descrito cumple con las especificaciones tecnicas de fabrica y los standares internacionales establecidos (DIN 18723)

**EQUIPO DE CALIBRACION UTILIZADO**

EQUIPO/MODELO	MARCA	MODELO	SERIE
SET COLIMADORES NCS-1	SOUTH	NCS-1	282107

**PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION**

Por medio del cierre angular en directa y en transito con el enfoque al infinito a través de un set de Colimadores.

**RESULTADOS :**

ANGULOS	VALOR DEL PATRON	VALOR LEIDO EN EL INSTRUMENTO	ERROR	INCERTIDUMBRE
VERTICAL	90°00'00"	90°00'00"	0"	± 2"
HORIZONTAL	00°00'00"	180°00'00"	0"	± 2"

CERTIFICADO POR :	FIRMA :	FECHA DE EMISION :
Yitzhak Castillo A. Técnico		28-abr-21



Calle Eleazar Blanco 350 Pueblo Libre - Lima - Perú Telf. Fax: 460-4674 Cel.:99890-1805 / RPC: 954183188 - ventas@dhayi.com

[www.dhayi.com](http://www.dhayi.com)







**DHAYI**  
AMPLIANDO HORIZONTES EN TOPOGRAFIA Y GEODESIA

VENTA - ALQUILER - REPARACIÓN - MANTENIMIENTO  
DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS, GEODÉSICOS Y  
DE EXPLORACIÓN

**SOUTH**  
Target your success

## CERTIFICADO DE CALIBRACION

Mant. General    Reparación    Calibración    Garantía    Nuevo

Nº **5220**

CLIENTE :                    **RANDA S.R.L.**  
EQUIPO :                    **Estacion Total**  
MARCA :                    **TRIMBLE**  
MODELO :                   **S3 DR**  
Nº SERIE :                   **91010162**  
CODIGO INTERNO :        -----

FECHA DE CALIBRACION :    **28 de abril de 2021**  
FECHA DE VENCIMIENTO :    **28 de octubre de 2021**

**DHAYI S.A.C.**                    Certifica que el equipo topografico arriba descrito cumple con las especificaciones tecnicas de fabrica y los standares internacionales establecidos (DIN 18723)

### EQUIPO DE CALIBRACION UTILIZADO

EQUIPO/MODELO	MARCA	MODELO	SERIE
SET COLIMADORES NCS-1	SOUTH	NCS-1	282107

### PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION

Por medio del cierre angular en directa y en transito con el enfoque al infinito a través de un set de Colimadores.

### RESULTADOS :

ANGULOS	VALOR DEL PATRON	VALOR LEIDO EN EL INSTRUMENTO	ERROR	INCERTIDUMBRE
VERTICAL	90°00'00"	90°00'00"	0"	$\pm$ 2"
HORIZONTAL	00°00'00"	180°00'00"	0"	$\pm$ 2"

CERTIFICADO POR :	FIRMA :	FECHA DE EMISION :
Yitzhak Castillo A. Técnico		28-abr-21

**GARMIN**  
GPS NAVEGADORES



**Leica**  
Geosystems



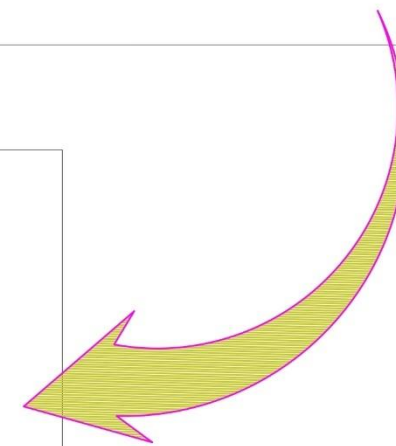
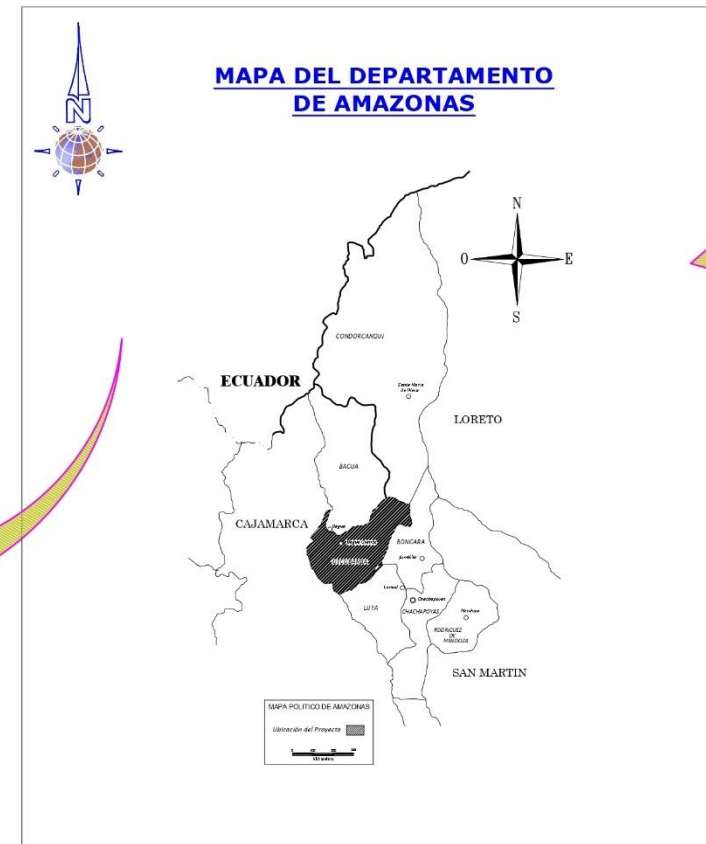
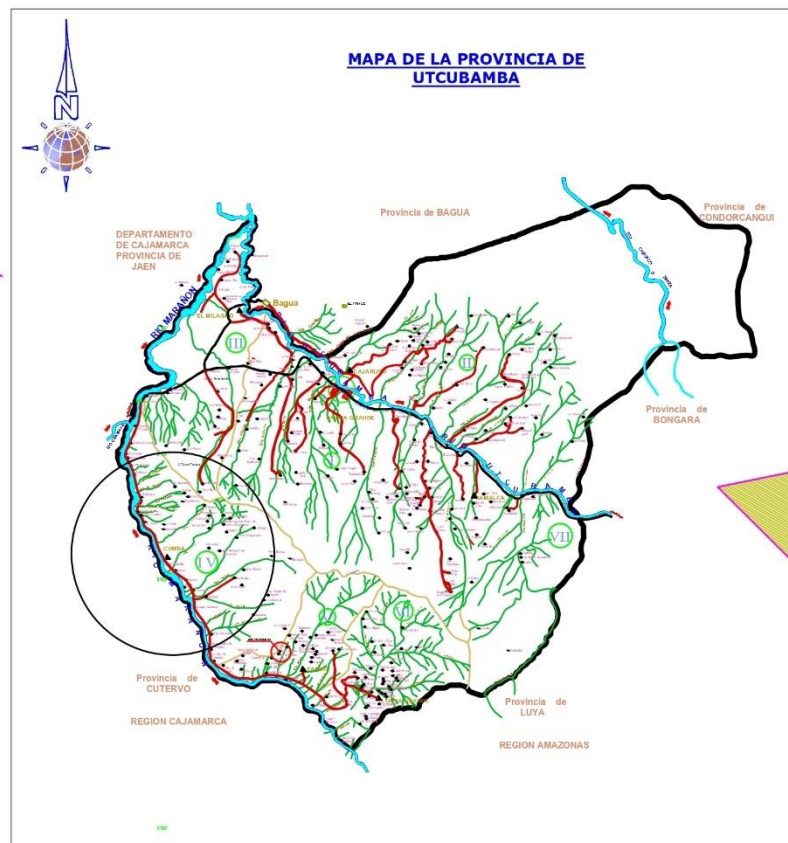
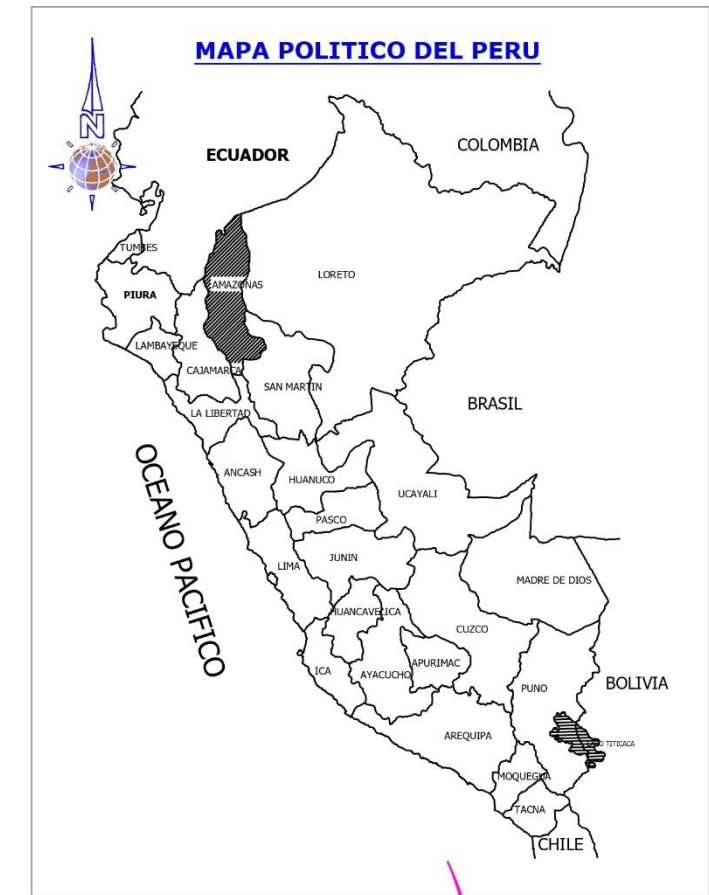
Calle Eleazar Blanco 350 Pueblo Libre - Lima - Perú Telf. Fax: 460-4674 Cel.:99890-1805 / RPC: 954183188 - ventas@dhayi.com

[www.dhayi.com](http://www.dhayi.com)



**Anexo 3. PLANO DE UBICACIÓN DEL DISTRITO DE CUMBA**

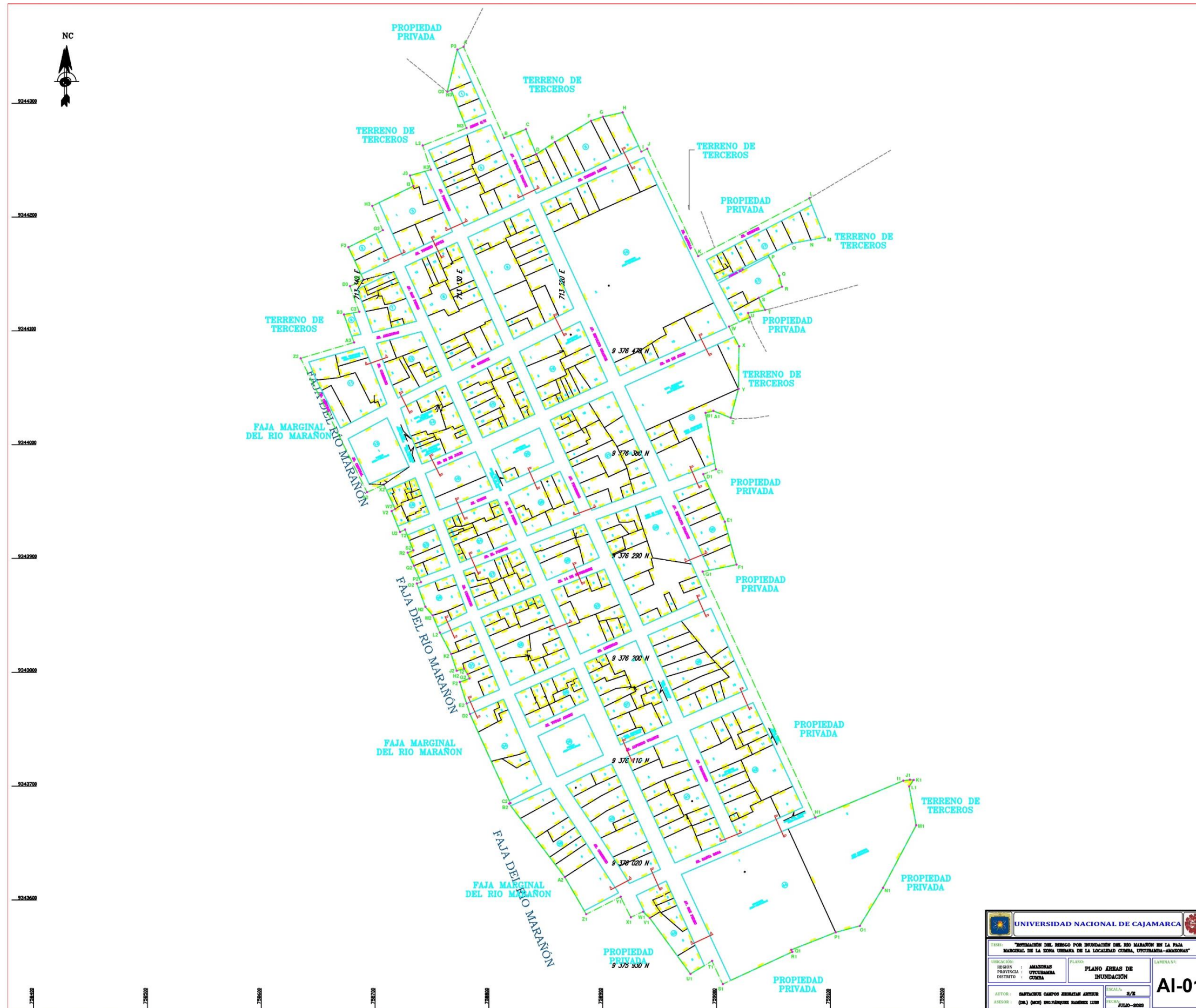




 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> 		
<b>TESIS:</b> "ESTIMACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIÓN DEL RIO MARañÓN EN LA FAJA MARGINAL DE LA ZONA URBANA DE LA LOCALIDAD CUMBA, UTCUBAMBA-AMAZONAS"		
<b>UBICACIÓN:</b> REGIÓN : AMAZONAS PROVINCIA : UTCUBAMBA DISTRITO : CUMBA	<b>PLANO:</b> PLANO DE UBICACIÓN DISTRITO CUMBA	<b>LAMINA N°:</b> <h1>U-01</h1>
<b>AUTOR:</b> SANTACRUZ CAMPOS JHONATAN ARTHUR <b>ASESOR:</b> (DR.) (MCS) ING. VÁSQUEZ RAMÍREZ LUIS	<b>ESCALA:</b> S/E <b>FECHA:</b> JULIO-2023	



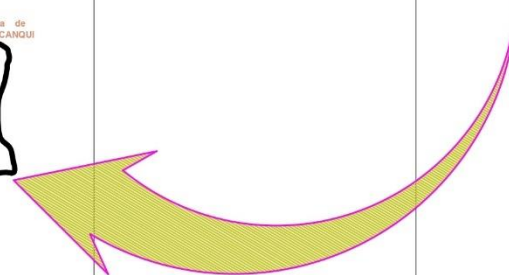
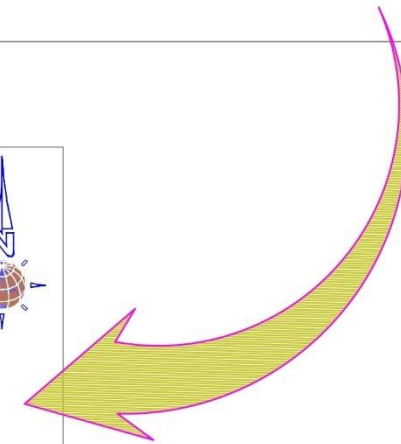
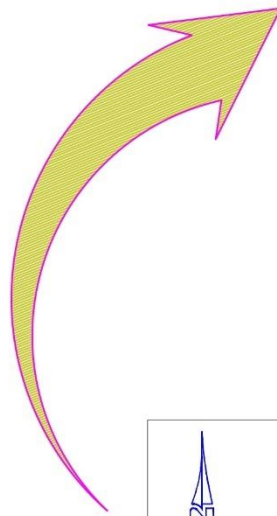
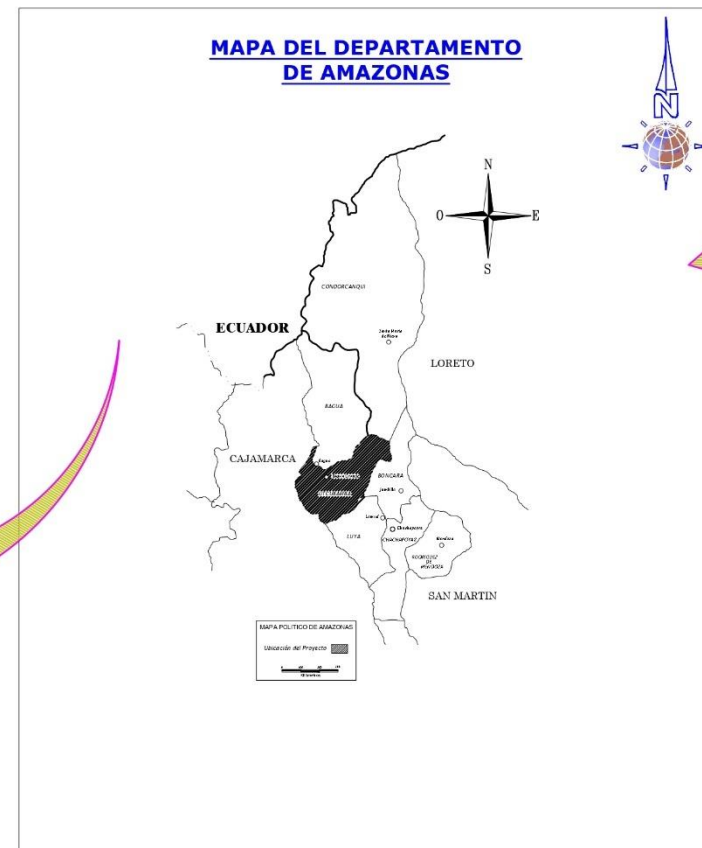
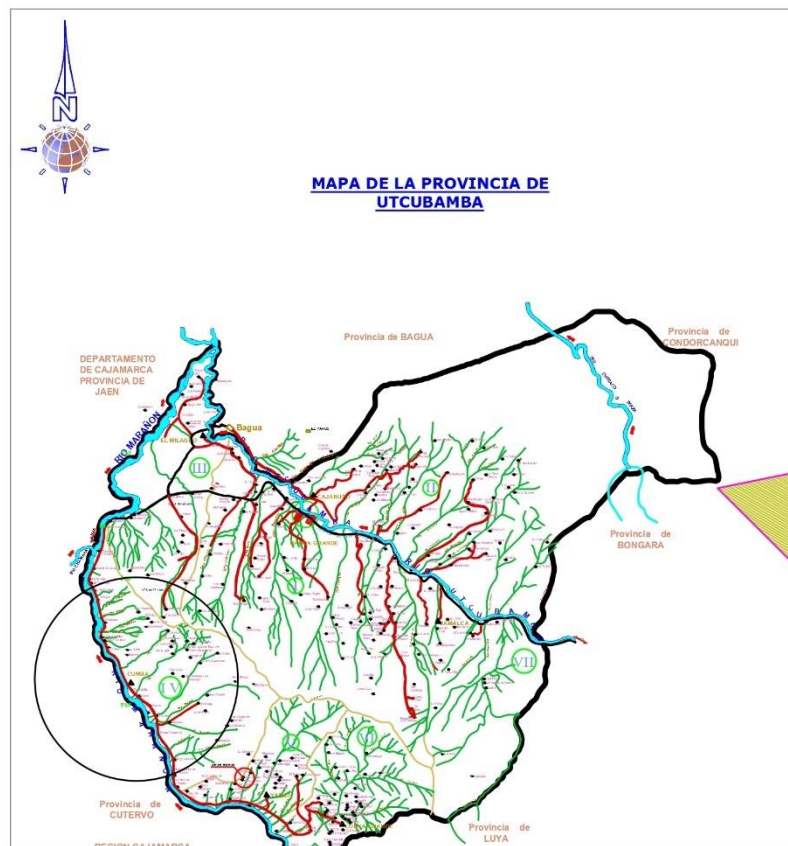
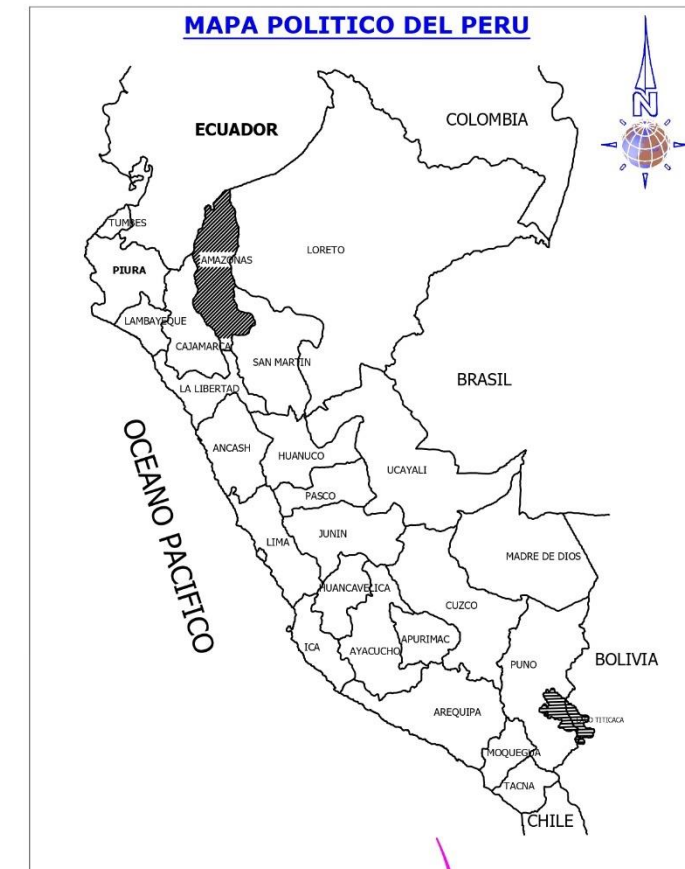
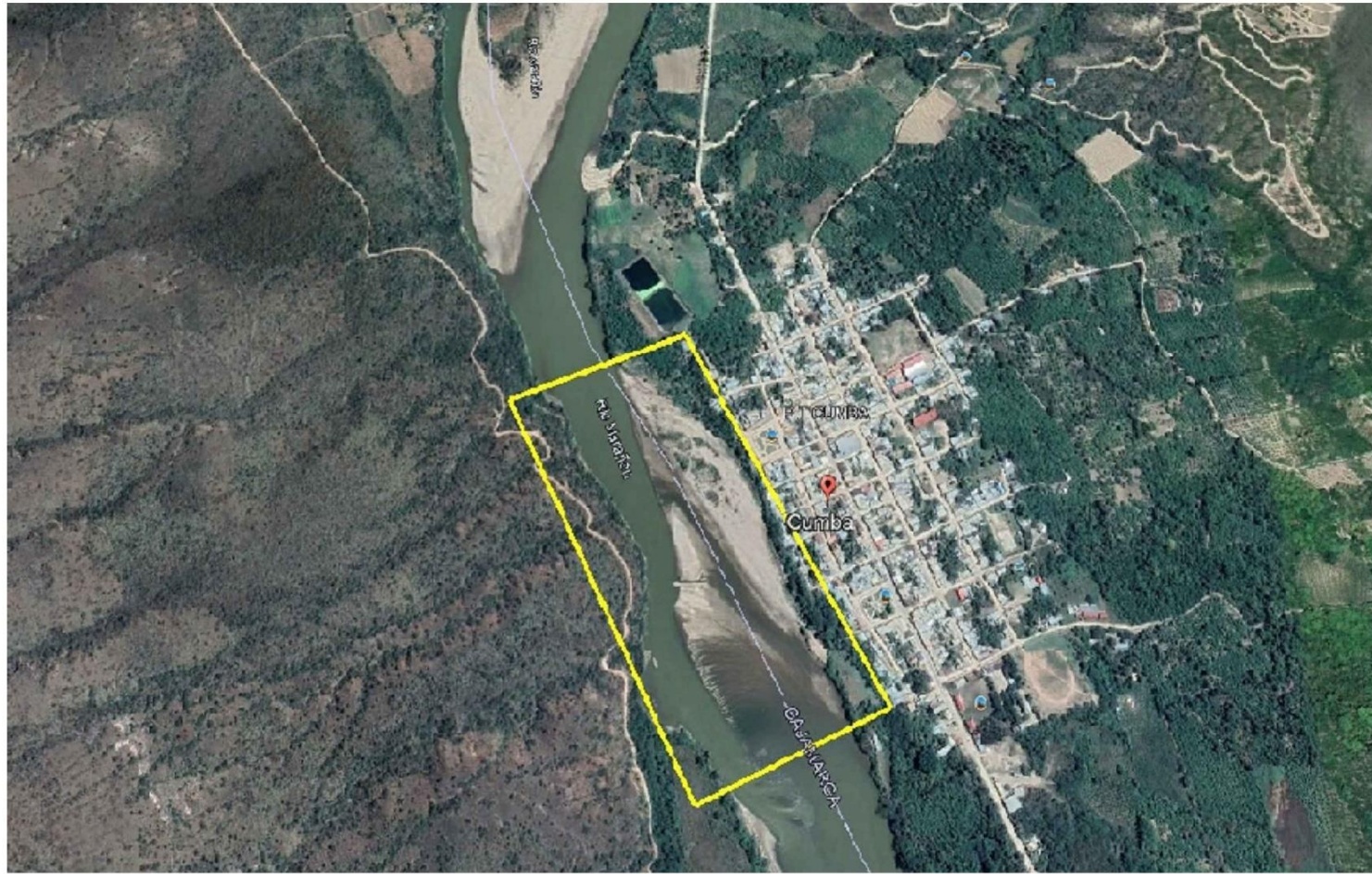
**Anexo 4. PLANO CATASTRAL DEL DISTRITO DE CUMBA**



<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b>			
TÍTULO: "ESTIMACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIÓN DEL RÍO MARAÑÓN EN LA FAJA MARGINAL DE LA ZONA URBANA DE LA LOCALIDAD COMBA, UTCUBAMBA-AMAZONAS"			
REGIÓN: AMAZONAS	PLANO: PLANO ÁREAS DE INUNDACIÓN	LÁMINA N.º:	<b>AI-01</b>
PROVINCIA: UTCUBAMBA	COMBA	ESCALA: 1/500	
AUTOR: DANIELA CAMPO AROCHA	FECHA: JULIO-2020		
ASESOR: DR. OSCAR BOLIVAR BARRERA LIZ			

**Anexo 5. PLANO DE UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO**

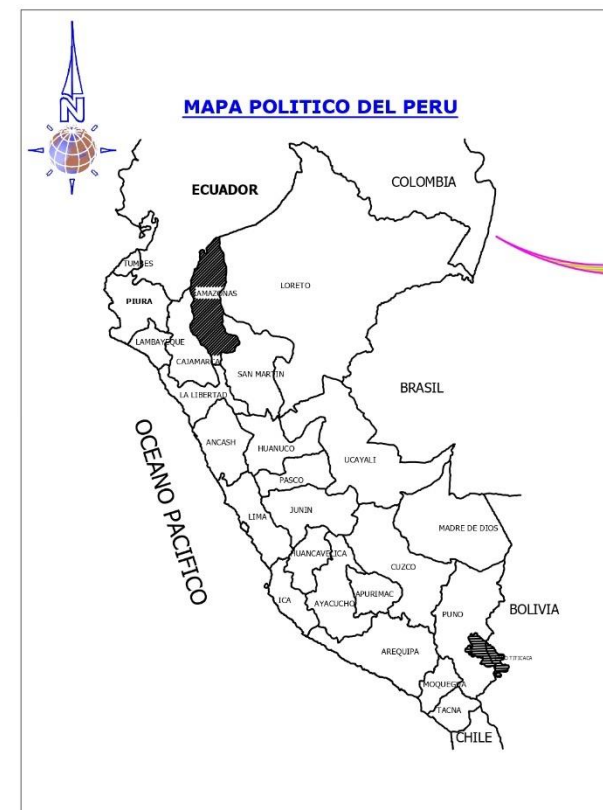
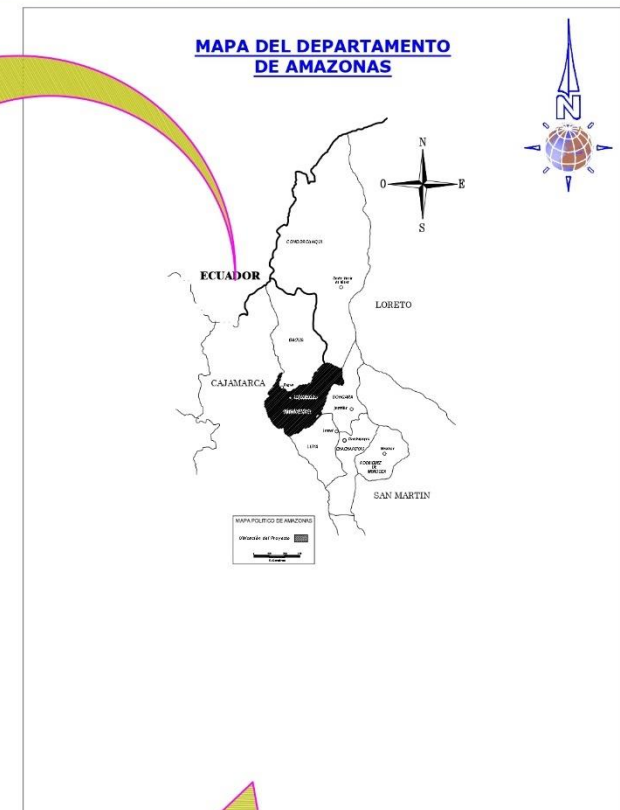
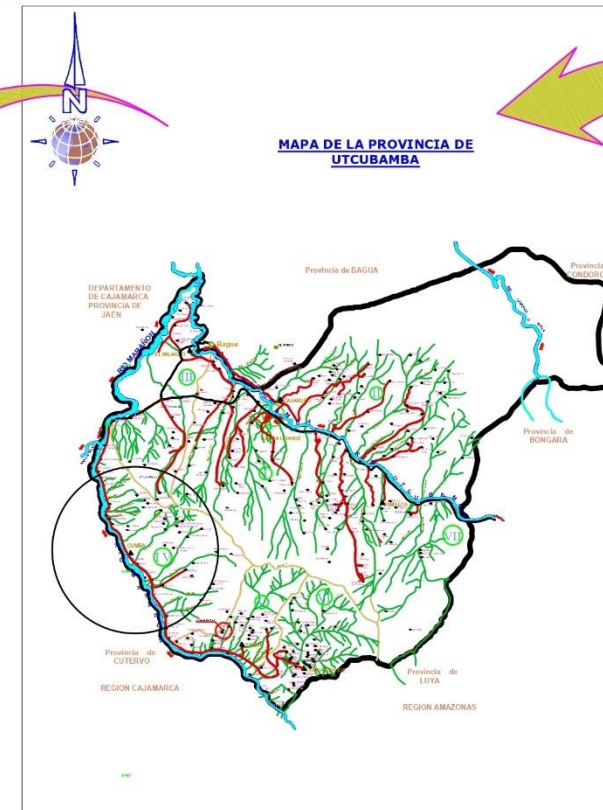
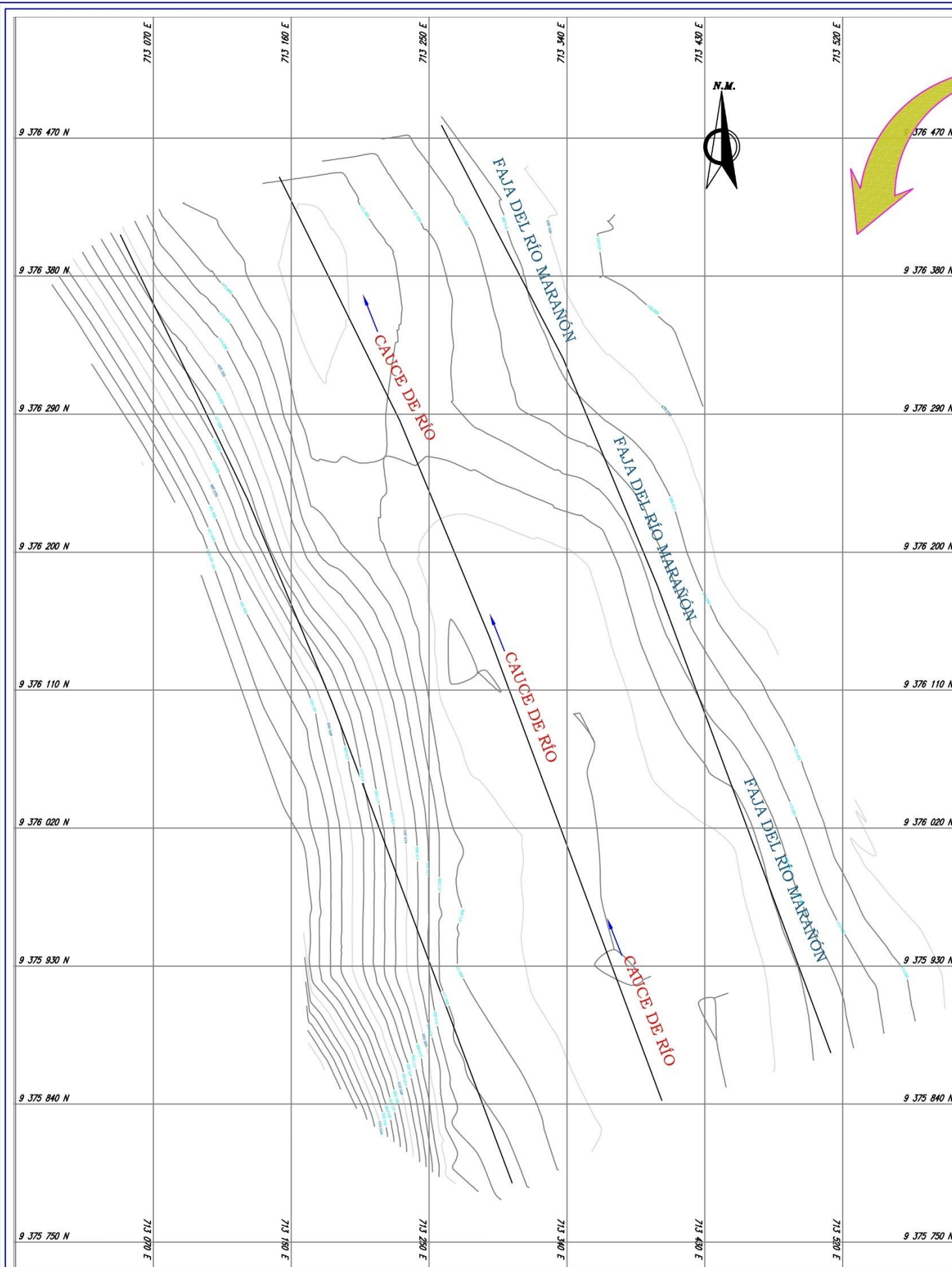




 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> 		
<b>TESIS: "ESTIMACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIÓN DEL RÍO MARAÑÓN EN LA FAJA MARGINAL DE LA ZONA URBANA DE LA LOCALIDAD CUMBA, UTCUBAMBA-AMAZONAS"</b>		
<b>UBICACIÓN:</b> REGIÓN : AMAZONAS PROVINCIA : UTCUBAMBA DISTRITO : CUMBA	<b>PLANO:</b> PLANO DE UBICACIÓN DE ZONA DE ESTUDIO	<b>LAMINA N°:</b> <h1 style="font-size: 2em; margin: 0;">PU-03</h1>
<b>AUTOR:</b> SANTACRUZ CAMPOS JHONATAN ARTHUR <b>ASESOR:</b> (DR.) (MCS) ING. YÁSQUEZ RAMÍREZ LUIS	<b>ESCALA:</b> S/E <b>FECHA:</b> JULIO-2023	

**Anexo 6. PLANO TOPOGRÁFICO DE LA ZONA DE ESTUDIO**





**LEYENDA**

TROCHA CARROZABLE	
CURVAS MAESTRAS	
CURVAS SECUNDARIAS	
RIO, QUEBRADA	
SEÑAL GEODÉSICA, COTA	
C.P. CON UBICACIÓN APROXIMADA	
VIVIENDAS EXISTENTES	
POSTES DE LUZ	
GAVIONES	



<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b>		
TESIS: "ESTIMACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIÓN DEL RÍO MARIÑÓN EN LA FAJA MARGINAL DE LA ZONA URBANA DE LA LOCALIDAD CUMBA, UTCUBAMBA-AMAZONAS"		
UBICACIÓN: REGIÓN : AMAZONAS PROVINCIA : UTCUBAMBA DISTRITO : CUMBA	PLANO: <b>PLANO DE UBICACIÓN TOPOGRÁFICO</b>	LAMINA N°: <b>PT-01</b>
AUTOR : SANTACRUZ CAMPOS JHONATAN ARTHUR ASESOR : (DR.) (MCS) ING.VÁSQUEZ RAMÍREZ LUIS	ESCALA: 1/1500 FECHA: JULIO-2023	

**Anexo 7. DATA DE CAUDALES MÁXIMOS SENAMHI**



## SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ



### DIRECCION DE REDES DE OBSERVACION Y DATOS

ESTACION : CUMBA /220903/ DZ-02 LONG. : 78° 35' "W" DPTO. : AMAZONAS  
 PARAMETRO: CAUDAL MAXIMO MENSUAL (m3/s) LAT. : 05° 56' "S" PROV. : UTCUBAMBA  
 ALT. : 1537 msnm DIST. : CUMBA

AÑO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
1974 - 1975	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	5149.000	2569.000	1559.000	S/D	412.000	309.000
1975 - 1976	392.000	485.000	656.000	509.000	1418.000	2364.000	3072.000	1514.000	633.000	425.000	234.000	231.000
1976 - 1977	229.000	234.000	312.000	330.000	913.000	3581.000	2701.000	2157.000	680.000	348.000	263.000	207.000
1977 - 1978	240.000	337.000	1058.000	610.000	633.000	1016.000	1154.000	869.000	633.000	376.000	185.000	S/D
1978 - 1979	240.000	323.000	662.000	S/D	571.000	1101.000	3280.000	1628.000	560.000	305.000	185.000	192.000
1979 - 1980	364.000	229.000	499.000	326.000	S/D	587.000	818.000	1686.000	273.000	212.000	138.000	134.000
1980 - 1981	S/D	566.000	1154.000	1809.000	770.000	4058.000	3835.000	883.000	434.000	S/D	246.000	240.000
1981 - 1982	163.000	593.000	1238.000	1345.000	1439.000	3814.000	S/D	2334.000	598.000	341.000	S/D	160.000
1982 - 1983	267.000	2129.000	1525.000	3458.000	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D

S/D= SIN DATOS  
 INFORMACION PREPARADA PARA JHONATAN ARTHUR SANTACRUZ CAMPOS  
 LIMA, 01 DE AGOSTO DE 2023  
 N° PRES/SOLIC: 202307000074 / 202307000030 N° IMPRESIÓN: 5200  
 N° EXP: 5978

**SENAMHI**  
**SERVICIO NACIONAL METEOROLOGIA E HIDROL.**  
 JR. CAHUIDE 785 FRENTE DEL SEGURO  
 JESUS MARIA - LIMA - LIMA

<b>BOLETA DE VENTA ELECTRONICA</b> <b>RUC: 20131366028</b> <b>EB01-740</b>
--

Fecha de Vencimiento :  
 Fecha de Emisión : **24/07/2023**  
 Señor(es) : **JHONATAN ARTHUR SANTACRUZ CAMPOS**  
 DNI : **70971894**  
 Tipo de Moneda : **SOLES**  
 Observación :

Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER
1.00	UNIDAD	INFORMACION METEOROLOGICA, PPTO. 202307000074	468.00	0.00	552.24	0.00
Otros Cargos :						S/0.00
Otros Tributos :						S/0.00
ICBPER :						S/ 0.00
Importe Total :						S/552.24

**SON: QUINIENTOS CINCUENTA Y DOS Y 24/100 SOLES**

(\*) Sin impuestos.

(\*\*) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.

Op. Gravada :	S/ 468.00
Op. Exonerada :	S/ 0.00
Op. Inafecta :	S/ 0.00
ISC :	S/ 0.00
IGV :	S/ 84.24
ICBPER :	S/ 0.00
Otros Cargos :	S/ 0.00
Otros Tributos :	S/ 0.00
Monto de Redondeo :	S/ 0.00
Importe Total :	S/ 552.24

*Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: [www.sunat.gob.pe](http://www.sunat.gob.pe), en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.*

## **Anexo 8. ESTUDIO HIDROLÓGICO**

**Tabla 18***Resultados de los caudales máximos*

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2011	825.00	3,499.000	5,149.000	2,569.000	1,559.000	621.0000	412.0000	309.0000	392.0000	485.0000	656.000	509.000
2012	1,418.00	2,364.000	3,072.000	1,514.000	633.000	425.0000	234.0000	231.0000	229.0000	234.0000	312.000	330.000
2013	913.000	3,581.000	2,701.000	2,157.000	680.000	348.0000	263.0000	207.0000	240.0000	337.0000	1,058.000	610.000
2014	633.000	1,016.000	1,154.000	869.000	633.000	376.0000	185.0000	160.0000	240.0000	323.0000	662.000	582.000
2015	571.000	1,101.000	3,280.000	1,628.000	560.000	305.0000	185.0000	192.0000	364.0000	229.0000	499.000	326.000
2016	670.500	587.000	818.000	1,686.000	273.000	212.0000	138.0000	134.0000	120.0000	566.0000	1,154.000	1,809.000
2017	770.000	4,058.000	3,835.000	883.000	434.000	348.0000	246.0000	240.0000	163.0000	593.0000	1,238.000	1,345.000
2018	1,439.000	3,814.000	1,439.000	2,334.000	598.000	341.0000	324.5325	160.0000	267.0000	2,129.0000	1,525.000	3,458.000
2019	1,357.476	1,213.520	2,421.739	1,089.979	654.331	537.2500	403.0650	193.3690	203.0670	433.4070	576.471	1,097.118
2020	1,327.816	1,275.953	629.965	672.832	636.023	301.4540	252.9410	158.2400	175.1960	215.6920	278.657	1,241.521
2021	1,298.157	1,338.386	1,423.695	1,198.598	910.214	368.4340	221.2700	152.9740	214.8350	328.7230	1,183.442	1,956.112
2022	1,108.675	1,902.173	2,033.201	1,494.463	1,494.46	393.2680	251.9980	155.6070	195.0155	272.2075	123.810	267.190

*Nota.* La tabla muestra los resultados de los caudales máximos registrados durante cada mes del año.

**Tabla 19***Resultados del Análisis estadístico*

Análisis estadístico		
Media	$x$	937.0280
Desviación estándar	$S$	299.189708
Parámetros	$\mu$	802.378533
	$d$	0.00428675

*Nota.* La tabla muestra datos de entrada sobre el análisis estadístico.

**Tabla 20***Resultados del nivel de los factores*

Periodo de retorno	$F(x)=1-1/T$
5	0.800
10	0.900
20	0.950
25	0.960
30	0.967
50	0.980
100	0.990
200	0.995
500	0.998

*Nota.* La tabla muestra los factores para los diferentes periodos de retorno.

**Tabla 21**

*Caudales máximos para los períodos de retorno especificados*

<b>Tr</b>	<b>Q(m<sup>3</sup>/s)</b>
10	1327.338
30	1591.857
50	1712.611
100	1875.488
200	2037.770

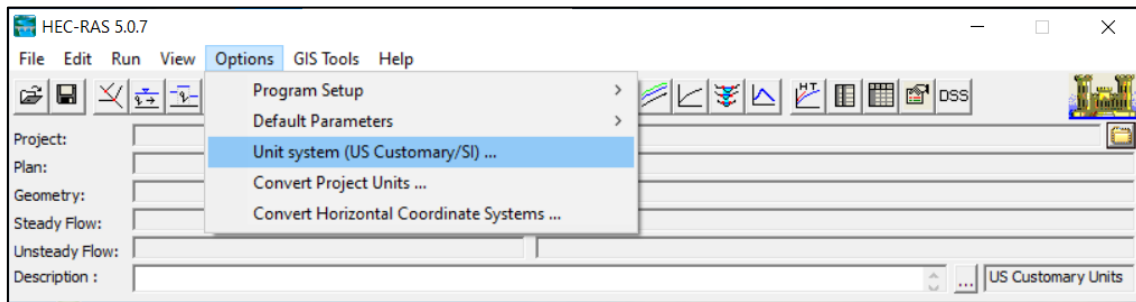
*Nota.* La tabla muestra los caudales para los tiempos de retornos.

**Anexo 9. PROCEDIMIENTO DEL MODELAMIENTO HIDRÁULICO CON EL  
SOFTWARE HEC RAS**



**Figura 15**

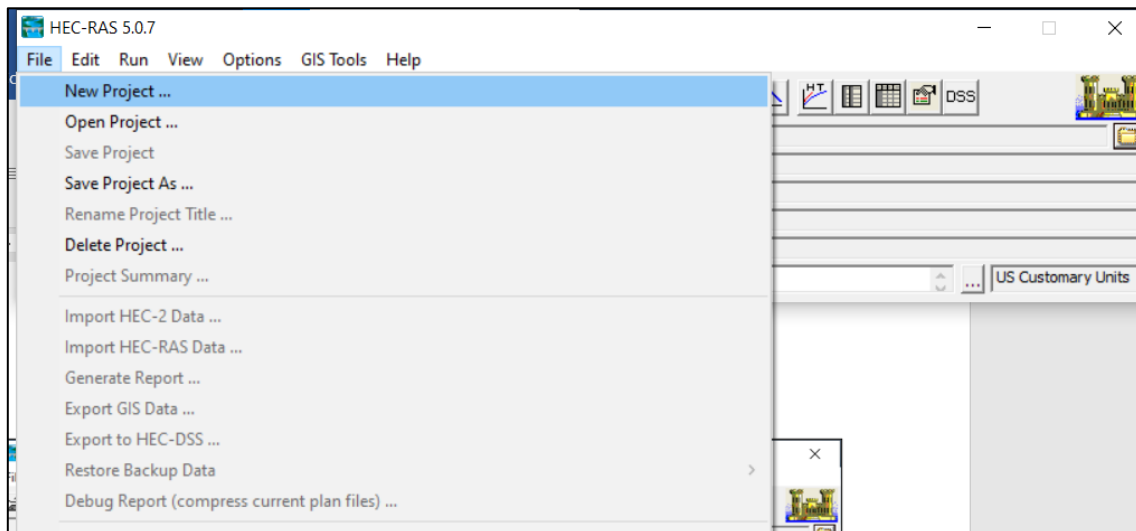
*Primer paso: Configuración del programa HEC-RAS*



*Nota.* Antes de realizar nuestro modelamiento es muy importante que configuremos las unidades a trabajar, para ello se pondrá en unidades de Sistema Internacional.

**Figura 16**

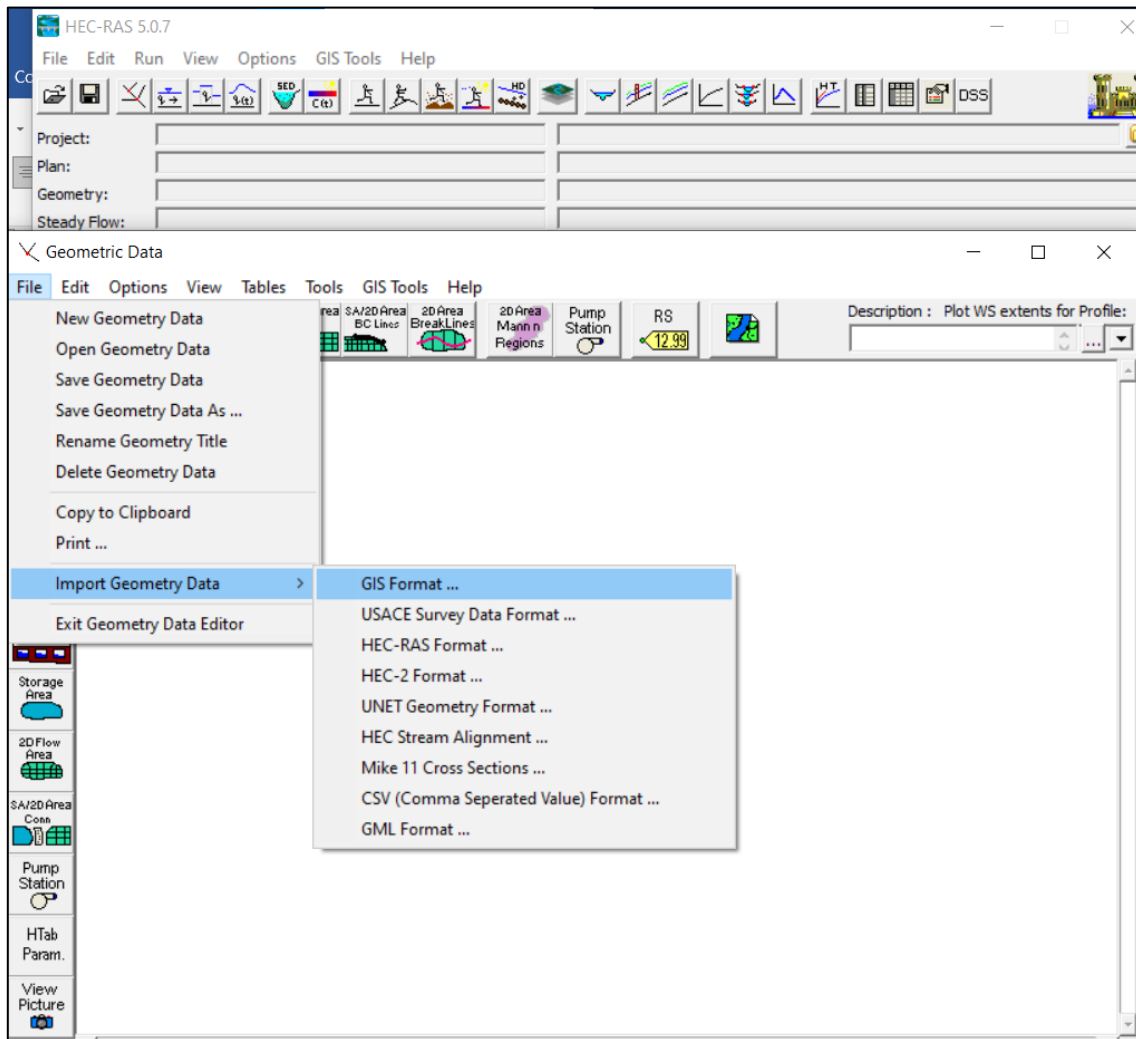
*Segundo paso: Creación de un nuevo proyecto*



*Nota.* Seguidamente abrimos un nuevo proyecto, el cual nos direcciona a tener que buscar nuestro plano y nos dirigimos a nuestra carpeta donde hemos guardado las secciones el cual acido trabajo en el civil 3d y exportado a HEC-RAS.

**Figura 17**

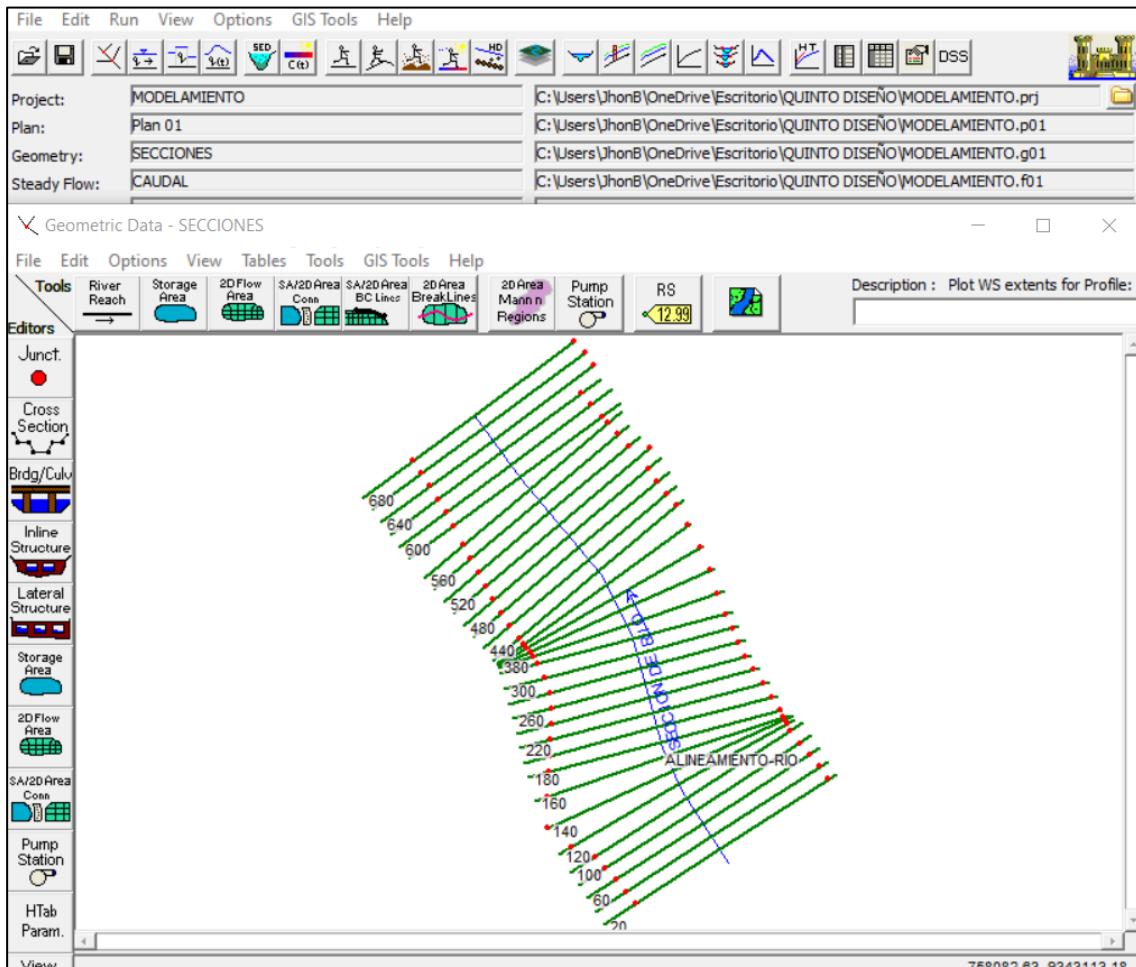
*Tercer paso: Importación de las secciones transversales del río.*



*Nota.* Una vez realizado los pasos anteriores en su normalidad, ahora tenemos que importar nuestras secciones de nuestra carpeta donde acido guardado siguiendo los pasos como se muestra en la figura.

**Figura 18**

*Cuarto paso: Representación de las secciones del río en el programa HEC-RAS.*



*Nota.* Una vez importada nuestras secciones se ve de la siguiente manera, el cual podemos apreciar que esta cada 20m.

**Figura 19**

*Quinto paso: Determinación de los coeficientes de Manning*

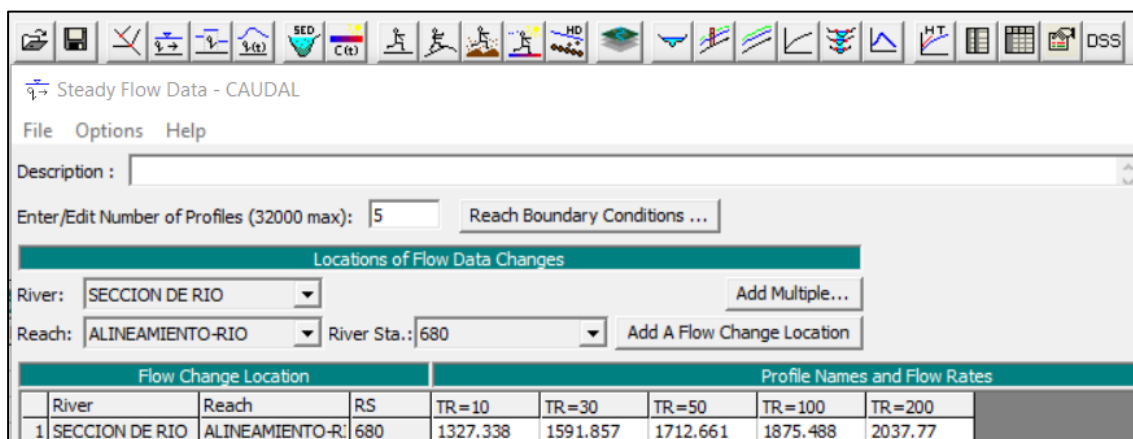
The screenshot shows the 'Edit Manning's n or k Values' dialog box. The 'River' is set to 'SECCION DE RIO' and the 'Reach' is 'ALINEAMIENTO-RIO'. The 'Edit Interpolated XS's' checkbox is checked. A green box indicates 'Channel n Values have a light green background'. The 'Selected Area Edit Options' include 'Add Constant ...', 'Multiply Factor ...', 'Set Values ...', 'Replace ...', and 'Reduce to L Ch R ...'. The table below shows the Manning's n values for 24 river stations.

River Station	Frctn (n/k)	n #1	n #2	n #3
1 680	n	0.063	0.062	0.058
2 660	n	0.063	0.062	0.058
3 640	n	0.063	0.062	0.058
4 620	n	0.063	0.062	0.058
5 600	n	0.063	0.062	0.058
6 580	n	0.063	0.062	0.058
7 560	n	0.063	0.062	0.058
8 540	n	0.063	0.062	0.058
9 520	n	0.063	0.062	0.058
10 500	n	0.063	0.062	0.058
11 480	n	0.063	0.062	0.058
12 460	n	0.063	0.062	0.058
13 440	n	0.063	0.062	0.058
14 420	n	0.063	0.062	0.058
15 400	n	0.063	0.062	0.058
16 380	n	0.063	0.062	0.058
17 360	n	0.063	0.062	0.058
18 340	n	0.063	0.062	0.058
19 320	n	0.063	0.062	0.058
20 300	n	0.063	0.062	0.058
21 280	n	0.063	0.062	0.058
22 260	n	0.063	0.062	0.058
23 240	n	0.063	0.062	0.058
24 220	n	0.063	0.062	0.058

*Nota.* Siguiendo con el modelamiento como paso siguiente tenemos que ingresar los coeficientes de Manning los cuales han sido calculados previamente con tablas.

**Figura 20**

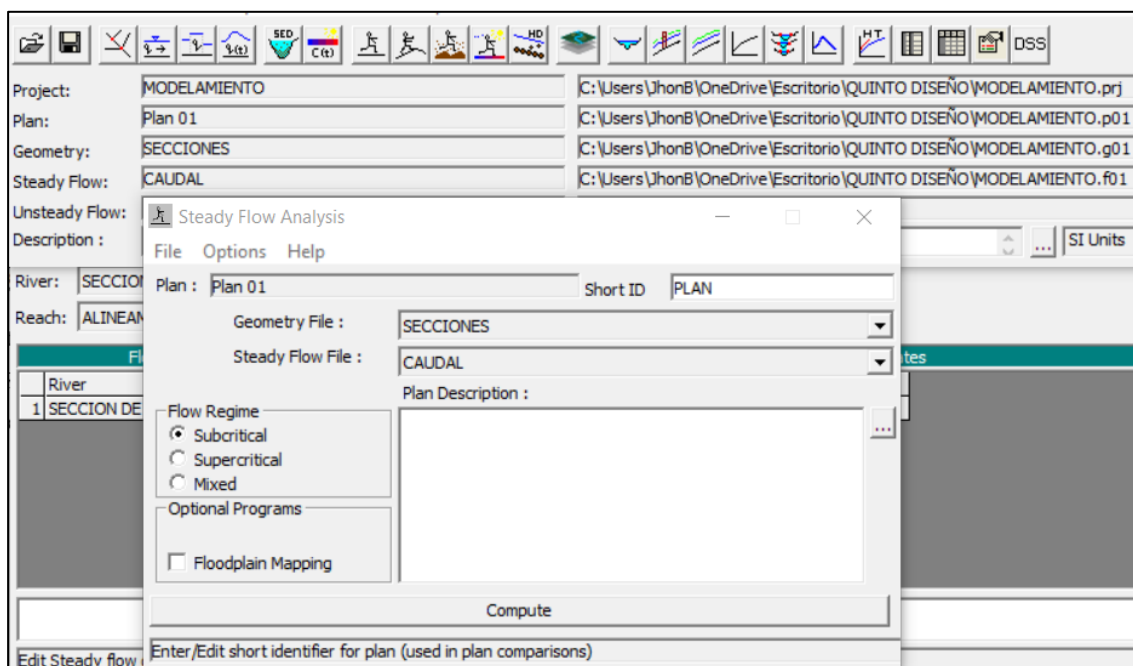
*Sexto paso: Determinación de los caudales para los tiempos de retorno*



*Nota.* Luego tenemos que ingresar los caudales para los diferentes tiempos de retorno en este caso se han considerado cinco tiempos de retornos TR10, TR30, TR50, TR 100 y TR200, los cuales han sido calculados anteriormente mediante fichas de Excel conocido como un estudio hidrológico, es así que se ha obtenido dichos caudales.

**Figura 21**

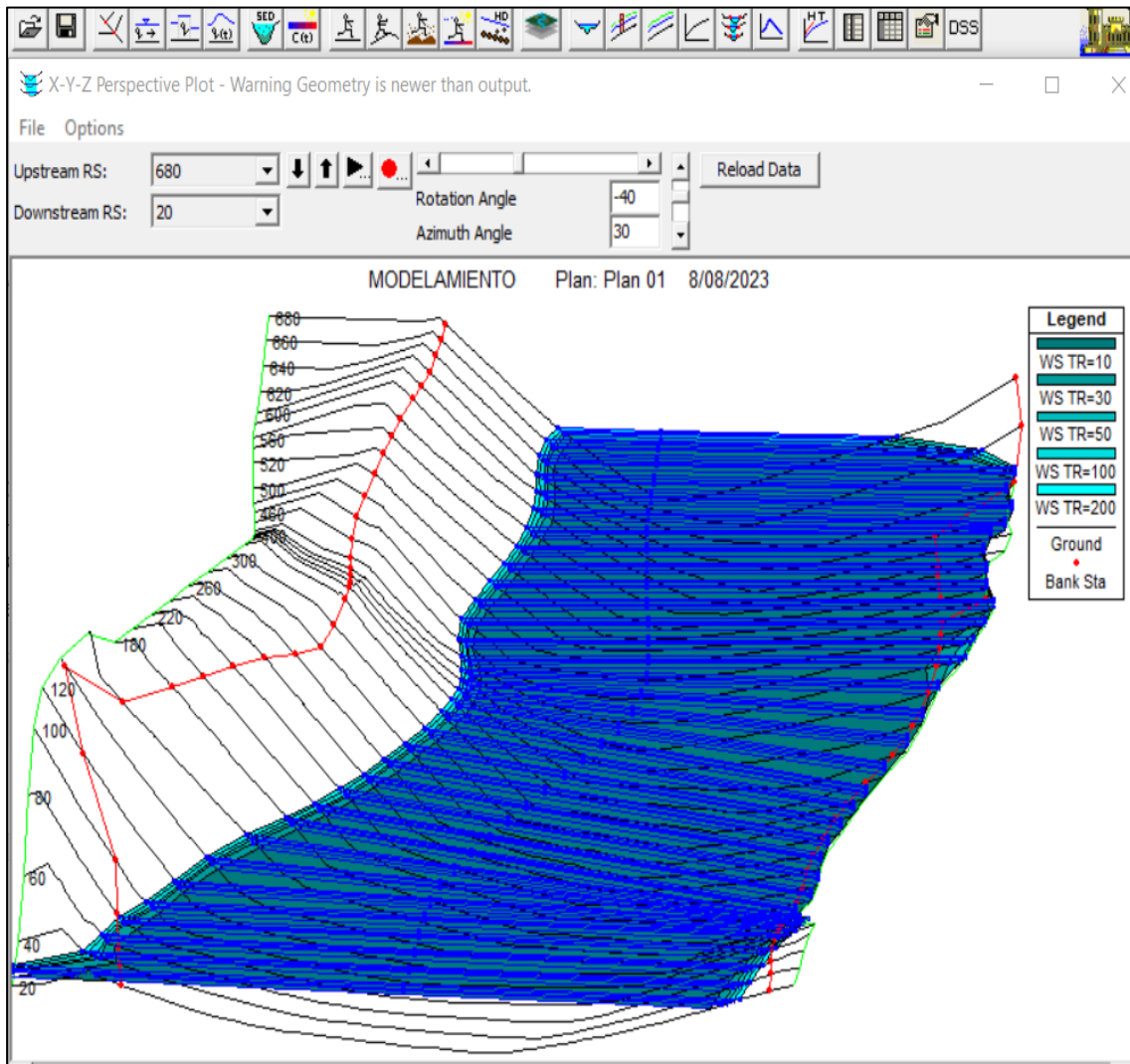
*Séptimo paso: Creación del plan para ejecutar los cálculos*



*Nota.* Como paso final se creará un plan el cual servirá para que el Software pueda correr todos los datos ingresados, si dichos datos han sido ingresados correctamente el programa no tendrá problemas en ejecutar los cálculos, caso contrario se tendrá que revisar.

**Figura 22**

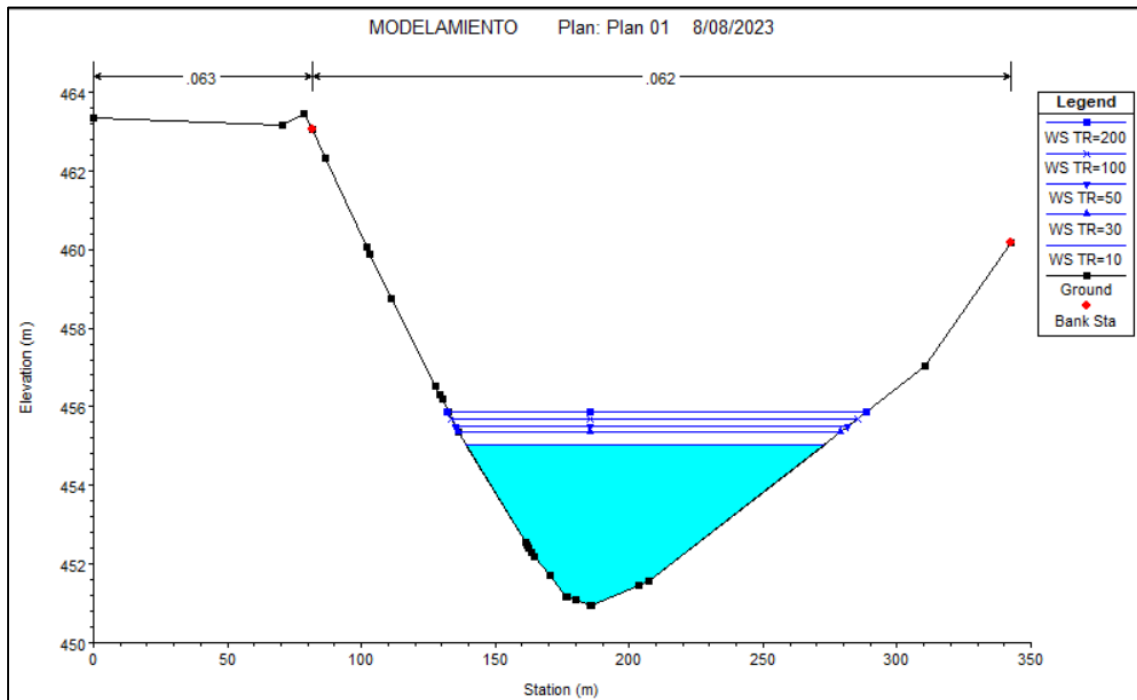
*Octavo paso: Determinación del flujo del cauce de agua del río*



*Nota.* Como resultados arrojados del programa podemos visualizar el flujo de agua vista en planta que recorre a través de las secciones del río para los diferentes tiempos de retornos, el cual se puede apreciar cuales son las áreas a inundar en todo el recorrido que realiza el flujo de cauce de agua.

**Figura 23**

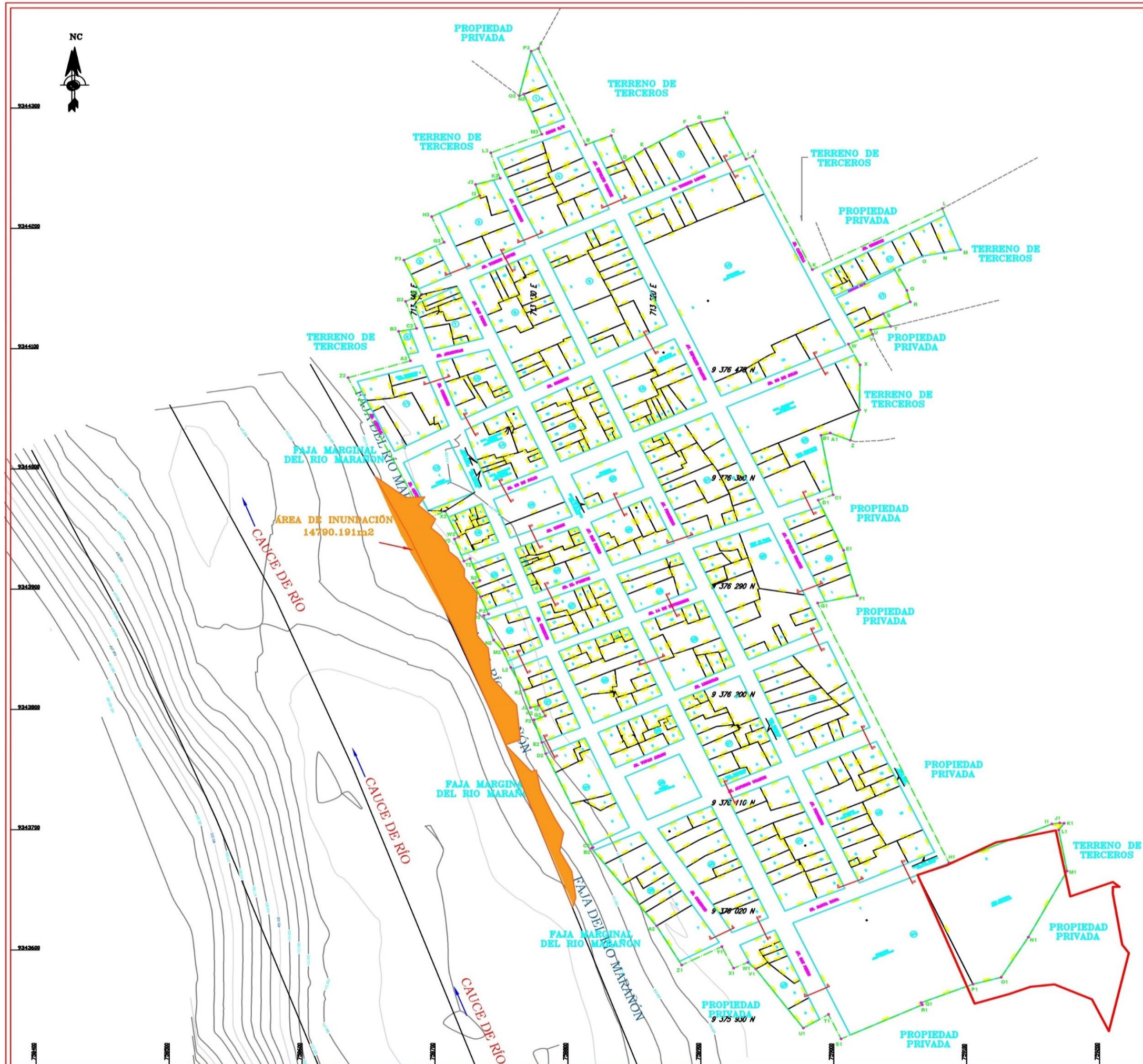
*Noveno paso: Resultado del flujo del cauce de la sección de la progresiva 0+680m*



*Nota.* Esta figura es un resultado que nos muestra el programa en este caso se aprecia el cauce de agua vista en perfil el cual muestra un cauce para los diferentes tiempos de retorno, donde la línea horizontal más alta representa el cauce de flujo que va a tender a llegar en el transcurso de un tiempo de retorno de 200 años.

**Anexo 10. PLANO DE ÁREA DE INUNDACIÓN**





UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	
TÍTULO: "ESTIMACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIÓN DEL RIO MARAÑÓN EN LA FAJA MARGINAL DE LA ZONA URBANA DE LA LOCALIDAD CUMBA, UTCUBAMBA-AMAZONAS"	
UBICACIÓN: REGION : AMAZONAS PROVINCIA : UTCUBAMBA DISTRITO : CUMBA	PLANO: PLANO ÁREAS DE INUNDACIÓN
AUTOR : BAYRACUTE CAMPOS JERONATAN ARTURO ASESOR : (DR.) DAVID BOLIVARQUE RAMIREZ LUIS	ESCALA: 1/1000 FECHA: JULIO-2023
AI-01	

**Anexo 11. PANEL FOTOGRÁFICO DE LA SITUACIÓN DE LAS VIVIENDAS  
CERCANAS A LAS RIBERAS DEL RÍO**



## Fotografía 1

*Visita técnica para la identificación del lugar de estudio*



## Fotografía 2

*Identificación de las viviendas cercanas a la orilla del río*





### Fotografía 3

*Identificación de las posibles viviendas afectadas ante un periodo de inundación*



### Fotografía 4

*Regla para medir el nivel de agua del río en la zona de estudio*





### **Fotografía 5**

*Faja marginal de la zona urbana de la localidad de cumba*



### **Fotografía 6**

*Identificación de la orilla del río marañón*



**Anexo 12. PANEL FOTOGRÁFICO DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

### Fotografía 7

*Levantamiento topográfico en la faja marginal de la zona*



### Fotografía 8

*Levantamiento topográfico en las calles cerca al río*





### Fotografía 9

*Levantamiento topográfico en una de las viviendas*



### Fotografía 10

*Levantamiento topográfico en el río Marañón*





## Fotografía 11

*Levantamiento topográfico en una esquina del parque*



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**TESIS: “ESTIMACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIÓN DEL RÍO MARAÑÓN EN LA**  
**FAJA MARGINAL DE LA ZONA URBANA DE LA LOCALIDAD CUMBA,**  
**UTCUBAMBA – AMAZONAS”**

**JHONATAN ARTHUR SANTACRUZ CAMPOS**  
**ASESORADO**

**LUIS VÁSQUEZ RAMÍREZ**  
**ASESOR**