



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**ANÁLISIS DE RIESGOS POR INUNDACIÓN Y LA DETERMINACIÓN
DE TIPOS DE ESTRUCTURA RIBEREÑA PARA CRECIDAS
DEL RÍO COASA, ZONA SUR - ESTE, DEL DISTRITO
DE COASA - CARABAYA - PUNO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. FISHER SOTOMAYOR ARAUJO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

JULIACA – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE: INGENIERÍA CIVIL

**ANÁLISIS DE RIESGOS POR INUNDACIÓN Y LA DETERMINACIÓN
DE TIPOS DE ESTRUCTURA RIBEREÑA PARA CRECIDAS
DEL RÍO COASA, ZONA SUR-ESTE, DEL DISTRITO
DE COASA - CARABAYA - PUNO**

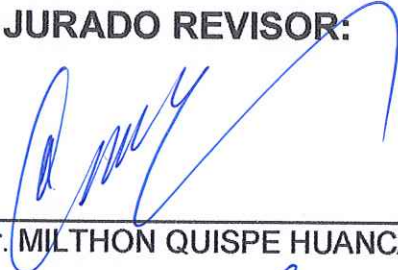
TESIS PRESENTADA POR:

Bach. FISHER SOTOMAYOR ARAUJO

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE DEL JURADO :



Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

PRIMER MIEMBRO :



Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

SEGUNDO MIEMBRO :



Ing. WILFREDO DAVID SUPO PACORI

ASESOR DE TESIS :



Mgtr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 080-2024-D-FICP-UANCV**

Juliaca, 08 de abril de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 018-2024-D-EPIC-FICP-UANCV-J** del Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y Resolución Decanal N°043-2024 de fecha 21 de marzo de 2024 sobre la aprobación del Informe Final del trabajo de Investigación (tesis) titulado: **ANÁLISIS DE RIESGOS POR INUNDACIÓN Y LA DETERMINACIÓN DE TIPOS DE ESTRUCTURA RIBEREÑA PARA CRECIDAS DEL RÍO COASA, ZONA SUR - ESTE, DEL DISTRITO DE COASA - CARABAYA - PUNO**; y el trámite solicitado por el Bachiller en **Ingeniería Civil** y;

CONSIDERANDO:

Que, el Bachiller: **FISHER SOTOMAYOR ARAUJO**; ha solicitado fecha y hora para efectuar la sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **ANÁLISIS DE RIESGOS POR INUNDACIÓN Y LA DETERMINACIÓN DE TIPOS DE ESTRUCTURA RIBEREÑA PARA CRECIDAS DEL RÍO COASA, ZONA SUR - ESTE, DEL DISTRITO DE COASA - CARABAYA - PUNO**, para rendir el examen de sustentación del trabajo de Investigación (tesis) y optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, y;

Que, los Jurados designados por el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la FICP, están integrados por los siguientes Docentes;

* Presidente	:	Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
* 1er Miembro	:	Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA
* 2do Miembro	:	Ing. WILFREDO DAVID SUPO PACORI
* Asesor	:	Mgtr. ARNALDO YANA TORRES

De conformidad al Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - **APROBAR** Lugar, Día y Hora para que el (la) bachiller: **FISHER SOTOMAYOR ARAUJO**; rendirá el Examen de Sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado **ANÁLISIS DE RIESGOS POR INUNDACIÓN Y LA DETERMINACIÓN DE TIPOS DE ESTRUCTURA RIBEREÑA PARA CRECIDAS DEL RÍO COASA, ZONA SUR - ESTE, DEL DISTRITO DE COASA - CARABAYA - PUNO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil** de acuerdo al siguiente detalle:

* FECHA	:	miércoles 10 de abril de 2024
* HORA	:	10:30
* LUGAR	:	Aula 406 - FICP

ARTICULO SEGUNDO. - La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil**, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURASDr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURASD. EFRAIN PAKILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95531C.c. Arch. 2024
Interesado
Escuela Profesional



RESOLUCIÓN DECANAL N° 043-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 21 de marzo de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 023-2024-D-UI-FICP-UANCV**, del Director Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Ingeniería Civil, **INFORME N° 011-2024-UI-CI-EPIC-FICP-UANCV** del Presidente del Sub Comité de Evaluación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, **RESOLUCIÓN DECANAL N° 718-2023-D-FICP-UANCV** que aprueba el Proyecto de Investigación el **02 de agosto de 2023** y el acta de revisión y calificación del Trabajo de Investigación (tesis) de fecha **12 de marzo de 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el tema titulado: **ANÁLISIS DE RIESGOS POR INUNDACIÓN Y LA DETERMINACIÓN DE TIPOS DE ESTRUCTURA RIBEREÑA PARA CRECIDAS DEL RÍO COASA, ZONA SUR - ESTE, DEL DISTRITO DE COASA - CARABAYA - PUNO.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **FISHER SOTOMAYOR ARAUJO**, ha presentado su Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **ANÁLISIS DE RIESGOS POR INUNDACIÓN Y LA DETERMINACIÓN DE TIPOS DE ESTRUCTURA RIBEREÑA PARA CRECIDAS DEL RÍO COASA, ZONA SUR - ESTE, DEL DISTRITO DE COASA - CARABAYA - PUNO.**

Que, habiendo procedido de acuerdo al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajo de Investigación, con fines de la obtención de Grados Académicos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, nominó a la sub comisión de evaluación de trabajo de investigación, a los siguientes Docentes:

- * **Presidente** : **Dr. MILTHON QUISPE HUANCA**
- * **1er Miembro** : **Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA**
- * **2do Miembro** : **Ing. WILFREDO DAVID SUPO PACORI**

Que, el Sub Comité de evaluación ha aprobado en su integridad el Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **ANÁLISIS DE RIESGOS POR INUNDACIÓN Y LA DETERMINACIÓN DE TIPOS DE ESTRUCTURA RIBEREÑA PARA CRECIDAS DEL RÍO COASA, ZONA SUR - ESTE, DEL DISTRITO DE COASA - CARABAYA - PUNO.**

Que, la Oficina de Investigación ha aprobado con el Dictamen N° 060-2024, la originalidad del trabajo de investigación (tesis) titulado: **ANÁLISIS DE RIESGOS POR INUNDACIÓN Y LA DETERMINACIÓN DE TIPOS DE ESTRUCTURA RIBEREÑA PARA CRECIDAS DEL RÍO COASA, ZONA SUR - ESTE, DEL DISTRITO DE COASA - CARABAYA - PUNO.**

Estando, conforme a la **RESOLUCIÓN DECANAL N°064-2019-CF-FICP-UANCV** de fecha 02 de octubre de 2019 donde aprueba el reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales a la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, que consta de XI capítulos y 71 artículos, y;

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR, el informe final de **TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Tesis)**, del Bachiller: **FISHER SOTOMAYOR ARAUJO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **ANÁLISIS DE RIESGOS POR INUNDACIÓN Y LA DETERMINACIÓN DE TIPOS DE ESTRUCTURA RIBEREÑA PARA CRECIDAS DEL RÍO COASA, ZONA SUR - ESTE, DEL DISTRITO DE COASA - CARABAYA - PUNO.**

La misma que deberá proceder a la impresión de su borrador de Trabajo de Investigación en limpio, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras - Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER, como asesor del Trabajo de Investigación (tesis) al docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, al **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES.**

ARTICULO TERCERO.- La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese,

cc.
archivo 2024
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CS. PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. EFRAIN PARIÑO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP: 95531



UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 718-2023-D-FICP-UANCV

Juliaca, 02 de agosto 2023

VISTOS:

El, **INFORME N° 357-2023-D-UI-FICP.UANCV** del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **INFORME DE OPINIÓN TÉCNICA N° 0103-2023-UI-CI-EPIC-FICP-UANCV** del responsable del Comité de Investigación, la **opinión técnica N° 045-2023-UANCV-FICP-UI-CI** del presidente del sub comité de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** y el **ACTA DE REGISTRO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN** según reglamento interno de aseguramiento de la calidad de trabajos de investigación de fecha **13 de julio de 2023**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el tema titulado: **ANÁLISIS DE RIESGOS POR INUNDACIÓN Y LA DETERMINACIÓN DE TIPOS DE ESTRUCTURA RIBEREÑA PARA CRECIDAS DEL RÍO COASA, ZONA SUR - ESTE, DEL DISTRITO DE COASA - CARABAYA - PUNO.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **FISHER SOTOMAYOR ARAUJO**, ha presentado su Proyecto de Investigación Titulado: **ANÁLISIS DE RIESGOS POR INUNDACIÓN Y LA DETERMINACIÓN DE TIPOS DE ESTRUCTURA RIBEREÑA PARA CRECIDAS DEL RÍO COASA, ZONA SUR - ESTE, DEL DISTRITO DE COASA - CARABAYA - PUNO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras; el responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil**, Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, nominó a la sub comisión de evaluación de Proyecto de Investigación, a los siguientes Docentes:

- * **Presidente** : **Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA**
- * **1er Miembro** : **Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA**
- * **2do Miembro** : **Ing. WILFREDO DAVID SUPO PACORI**

Que, la sub comisión de evaluación ha concluido aprobar sin observación el Proyecto de Investigación titulado: **ANÁLISIS DE RIESGOS POR INUNDACIÓN Y LA DETERMINACIÓN DE TIPOS DE ESTRUCTURA RIBEREÑA PARA CRECIDAS DEL RÍO COASA, ZONA SUR - ESTE, DEL DISTRITO DE COASA - CARABAYA - PUNO**, y;

Que, es requisito indispensable contar con un Docente Ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de magister y experiencia en la línea a investigar, que será el asesor de Proyecto de Investigación, y;

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el (la) Bachiller: **FISHER SOTOMAYOR ARAUJO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el Tema Titulado: **ANÁLISIS DE RIESGOS POR INUNDACIÓN Y LA DETERMINACIÓN DE TIPOS DE ESTRUCTURA RIBEREÑA PARA CRECIDAS DEL RÍO COASA, ZONA SUR - ESTE, DEL DISTRITO DE COASA - CARABAYA - PUNO.**

La misma que deberá proceder con la ejecución del Proyecto de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la) docente ordinario, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES.**

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. FERAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 25521

cc.
archivo 2023
interesado (a)



ANÁLISIS DE RIESGOS POR INUNDACIÓN Y LA DETERMINACIÓN DE TIPOS DE ESTRUCTURA RIBEREÑA PARA CRECIDAS DEL RÍO COASA, ZONA SUR - ESTE, DEL DISTRITO DE COASA - CARABAYA - PUNO

ORIGINALITY REPORT

18%

SIMILARITY INDEX

16%

INTERNET SOURCES

4%

PUBLICATIONS

8%

STUDENT PAPERS

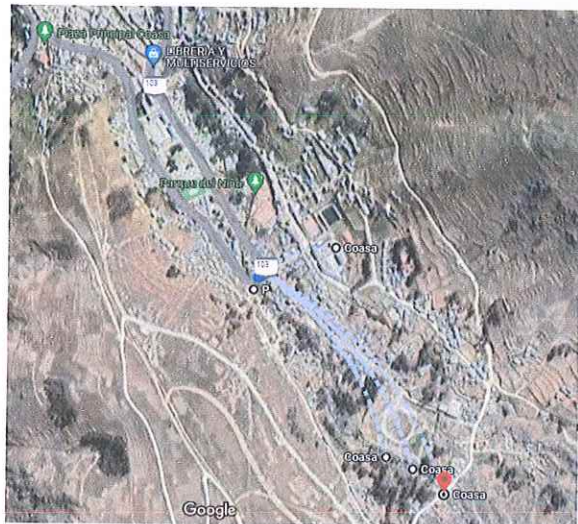
PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Student Paper	2%
2	tesis.ucsm.edu.pe Internet Source	1%
3	hdl.handle.net Internet Source	1%
4	repositorio.ucv.edu.pe Internet Source	1%
5	repositorio.ucss.edu.pe Internet Source	1%
6	es.scribd.com Internet Source	1%
7	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Student Paper	<1%
8	repositorio.unsa.edu.pe Internet Source	<1%



Metadatos complementarios

TÍTULO DE LA TESIS	
ANÁLISIS DE RIESGOS POR INUNDACIÓN Y LA DETERMINACIÓN DE TIPOS DE ESTRUCTURA RIBEREÑA PARA CRECIDAS DEL RÍO COASA, ZONA SUR - ESTE, DEL DISTRITO DE COASA – CARABAYA - PUNO	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	FISHER SOTOMAYOR ARAUJO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	47211799
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0005-0917-2831
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02306659
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	WILFREDO DAVID SUPO PACORI
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02428673

Datos de investigación	
Línea de investigación	TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓN - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: Carabaya Distrito: Coasa Lugar: Rio Coasa – ciudad de Coasa.</p> <p>Coordenadas: Latitud: -13° 59' 40.47"S Longitud: -70° 0' 41.79"W</p> <p>https://maps.app.goo.gl/Fa3gZsMhyNL2vMFMA</p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	enero 2023 – diciembre 2023
URL de disciplinas OCDE https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.04	<p>Ingeniería Civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00</p> <p>Ingeniería de la construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03</p>



UNIVERSIDAD NACIONAL VICE-RECTOR CACERES VELASQUEZ
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS FISICAS
Dr. Elrain Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo FISHER SOTOMAYOR ARAUJO, identificado con DNI Nro. 47211799 en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional**
- Programa de Segunda Especialidad,**
- Programa de Maestría o Doctorado**

INGENIERIA CIVIL

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación, Trabajo Académico denominada:

“ ANALISIS DE RIESGOS POR INUNDACIÓN Y LA DETERMINACIÓN DE TIPOS DE ESTRUCTURA RIBERENA PARA CRECIDAS DEL RÍO COASA, ZONA SUR-ESTE, DEL DISTRITO DE COASA - CARABAYA - PUNO ”

Asesorado por: MGR. ARNALDO YANA TORRES

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 29 de ABRIL del 2024


MGR. Arnaldo Yana Torres


FIRMA (obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

Dedicado con mucho cariño y aprecio a todos los que me apoyaron desde el principio hasta el día de hoy.

Sotomayor Araujo, Fisher



AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento a Dios por darme la vida, a mis padres por su inquebrantable apoyo a lo largo de mi vida y por inculcarme la moral y los valores de la vida.

A mi familia, que me ha apoyado en todos mis esfuerzos, gracias.

A mis jurados, gracias por su participación en este empeño.

Gracias a mi director de tesis por toda la ayuda prestada para sacar adelante este proyecto.

A mis amigos, con los que he experimentado la vida a lo largo de los años.

Sotomayor Araujo, Fisher



ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
ÍNDICE DE CONTENIDO	III
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
RESUMEN	X
ABSTRACT	XI
INTRODUCCIÓN	XII
CAPÍTULO I	1
1. EL PROBLEMA DE ESTUDIO	1
1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.	1
1.2. INTERROGANTES A INVESTIGAR.	3
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	3
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.	3
1.3. LOS OBJETIVOS A REALIZAR.	4
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	4
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	4
1.4. JUSTIFICACIÓN.	5
1.4.1. JUSTIFICACIÓN SOCIAL.	5
1.4.2. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA.	5
1.4.3. JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL	5
1.5. PLANTEAMIENTO DE LAS HIPÓTESIS.	6
1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL.	6
1.5.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	6
1.6. VARIABLES E INDICADORES	7
1.6.1. VARIABLES ASOCIADAS	7
1.6.2. VARIABLES DE SUPERVISIÓN.	7
1.7. LA OPERACIÓN DE LAS VARIABLES	8
CAPÍTULO II	9
2. MARCO CONCEPTUAL	9
2.1. ESTUDIOS PREVIOS.	9



2.1.1.	ESTUDIOS LOCALES.....	9
2.1.2.	ESTUDIOS NACIONALES.	10
2.1.3.	ESTUDIOS INTERNACIONALES.....	11
2.2.	MARCO TEÓRICO.....	13
2.2.1.	MODELAMIENTO HIDRÁULICO.	13
2.2.2.	CUENCA HIDROGRÁFICA.	16
2.2.3.	MODELACIÓN MATEMÁTICA HIDRÁULICA DIMENSIONAL.	23
2.2.4.	ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD A INUNDACIONES.	27
2.2.5.	DEFENSA RIBEREÑA.	31
2.3.	MARCO CONCEPTUAL.	39
2.4.	MARCO NORMATIVO.	41
2.4.1.	MANUAL PARA LA EVALUACIÓN DE RIEGOS POR INUNDACIONES FLUVIALES.....	41
2.4.2.	MANUAL DE CARRETERAS HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE MTC 2014.....	41
2.4.3.	GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN DE MAPAS DE INUNDACIÓN.....	41
2.4.4.	LEY DE RECURSOS HÍDRICOS (LEY N° 29338).....	41
CAPÍTULO III.....		42
3.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	42
3.1.	MÉTODO.	42
3.1.1.	MÉTODO GENERAL.	42
3.1.2.	MÉTODOS ESPECÍFICOS.....	42
3.2.	TIPO DE ESTUDIO.....	43
3.3.	ENFOQUE DE ESTUDIO.	43
3.4.	NIVEL DE ESTUDIO.	43
3.5.	DISEÑO DE ESTUDIO.	43
3.6.	POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO:.....	43
3.6.1.	POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	43
3.6.2.	MUESTRA DE ESTUDIO.....	44
3.7.	ÁMBITO DE ESTUDIO.....	44
3.7.1.	UBICACIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO.....	44
3.7.2.	DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA.	45
3.7.3.	CLIMA QUE PRESENTA.	45
3.7.4.	RED HÍDRICA.....	45
3.7.5.	DESCRIPCIÓN GEOMORFOLÓGICA.....	45



3.7.6. DESCRIPCIÓN GEOMORFOLÓGICA.....	45
3.8. TÉCNICAS Y FUENTES DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	46
3.8.1. CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS, GEOTÉCNICAS E HÍDRICAS.....	46
3.8.2. MODELAMIENTO HIDRÁULICO.	55
3.8.3. MODELAMIENTO HIDROLÓGICO.....	77
3.8.4. SIMULACIÓN COMPUTACIONAL HEC – HMS Y HEC – RAS.	90
3.8.5. PLANTEAMIENTO DE LA ESTRUCTURA DE DEFENSA RIBEREÑA.....	97
3.9. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO.....	106
3.9.1. VALIDEZ DEL INSTRUMENTO.	106
3.9.2. CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO:.....	106
3.10. DISEÑO DE LA CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	106
CAPÍTULO IV.....	107
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	107
4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.	107
4.1.1. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DEL SUELO.....	107
4.1.2. CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS.	108
4.1.3. CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS.	110
4.1.4. ZONAS DE VULNERABILIDAD A INUNDACIONES.	111
4.1.5. PLANTEAMIENTO DE LA ESTRUCTURA DE DEFENSA RIBEREÑA.....	112
4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	113
CONCLUSIONES	115
RECOMENDACIONES	117
BIBLIOGRAFÍA	118
ANEXOS	121



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Rio Coasa del distrito de Coasa..... 1

Figura 2: Cuenca Hidrográfica..... 16

Figura 3: Cuenca Hidrográfica..... 18

Figura 4: Histograma. 22

Figura 5: Elementos expuestos susceptibles para el análisis de la dimensión social.
..... 28

Figura 6: Elementos expuestos susceptibles para el análisis de la dimensión económica. 29

Figura 7: Elementos expuestos susceptibles para el análisis de la dimensión ambiental..... 29

Figura 8: Muro de gaviones..... 36

Figura 9: Muros de gravedad. 36

Figura 10: Diques artificial..... 37

Figura 11: Muros de mampostería de piedra..... 38

Figura 12: Ubicación del distrito de la zona en estudio. 44

Figura 13: Levantamiento batimétrico de la zona..... 46

Figura 14: Fotografías vectoriales de la cuenca del río Coasa..... 47

Figura 15: Muestreo de suelos (alterado)..... 48

Figura 16: Gráfica de plasticidad..... 52

Figura 17: Peso específico del suelo..... 53

Figura 18: Función de densidad de probabilidad..... 58

Figura 19: Función de distribución de dos parámetros vs distribución teórica. 59

Figura 20: Función de densidad de probabilidad de la distribución log normal. ... 62

Figura 21: Función de distribución log normal vs distribución teórica. 63

Figura 22: Curvas de Intensidad Duración Frecuencia..... 70

Figura 23: Hietograma de IDF. 72

Figura 24: Curva IDF Intensidad normalizada para periodo de retorno de 50 años.
..... 72

Figura 25: Hietograma de diseño con abstracciones..... 76

Figura 26: Delimitación de la cuenca en estudio. 77

Figura 27: Creación de la superficie DEM. 78

Figura 28: Creación de superficie flow direction..... 78



Figura 29: Creación del archivo flow accumulation.	79
Figura 30: Delimitación del área de la cuenca en estudio.	80
Figura 31: Delimitación del perímetro de la cuenca en estudio.	80
Figura 32: Longitud del cauce principal de la cuenca en estudio.	81
Figura 33: Curva hipsométrica.	84
Figura 34: Curva hipsométrica de la cuenca en estudio.	85
Figura 35: Polígono de frecuencias de la cuenca en estudio.	86
Figura 36: Método Software HEC – HMS.	90
Figura 37: Modelamiento HEC – HMS, para un periodo de retorno de 50 años. .	91
Figura 38: Hidrograma de crecidas para un periodo de retorno de 50 años.	91
Figura 39: Caudal pico máximo para un periodo de retorno de 50 años.	92
Figura 40: Inundación comprendida entre el tramo 4+250 hasta 4+750 Km.	92
Figura 41: Sección transversal de la cuenta actual.	93
Figura 42: Sección transversal de la cuenca para un periodo de retorno de 50 años.	93
Figura 43: Vista en 3D del tramo de mayor riesgo del cauce del río en estudio...	95
Figura 44: Vista del cauce del rio y secciones importadas a HEC – RAS.	96
Figura 45: Configuración del muro para el análisis de cargas.	102
Figura 46: Configuración final de la estructura de defensa ribereña.	104
Figura 47: Granulometría del suelo de la cuenca del rio en estudio.	107
Figura 48: Precipitaciones máximas por año.	108
Figura 49: Distribución normal de dos parámetros.	109
Figura 50: Distribución lognormal de dos parámetros.	109
Figura 51: Configuración hidrológica de la cuenca.	110
Figura 52: Zona de vulnerabilidad a inundaciones.	111
Figura 53: Propuesta de defensa ribereña para el caso de estudio.	112



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de las variables.	8
Tabla 2: Formas de cuencas en base al coeficiente de compacidad (Kc).....	19
Tabla 3: Rangos aproximados del factor de forma (Kf).	20
Tabla 4: Estratificación de la vulnerabilidad.	30
Tabla 5: Análisis granulométrico del suelo del tramo en estudio.....	51
Tabla 6: Valores típicos de capacidad portante.....	52
Tabla 7: Registro de precipitaciones máximas en el año (SENAMHI).	55
Tabla 8: Distribución normal de dos parámetros (Gauss).	56
Tabla 9: Función de densidad de probabilidad de dos parámetros.	57
Tabla 10: Función de densidad de probabilidad de la distribución normal de dos parámetros.	58
Tabla 11: Distribución teórica.	59
Tabla 12: Función de densidad de probabilidad de la distribución log normal de dos parámetros.	60
Tabla 13: Función de densidad de probabilidad de la distribución log normal de dos parámetros.	61
Tabla 14: Función de densidad de probabilidad de la distribución log normal.	62
Tabla 15: Función de densidad de probabilidad de la distribución teórica.	63
Tabla 16: Factores de frecuencia de IAS.	66
Tabla 17: Sub división del territorio peruano en zonas y subzonas pluviométricas.	68
Tabla 18: Valores de los parámetros a, n y k.	68
Tabla 19: Tornaleta de diseño.....	69
Tabla 20: Normalización de las curvas IDF.	71
Tabla 21: Normalización de las curvas IDF para el caso de estudio.	72
Tabla 22: Condición de humedad antecedente según SCS.	74
Tabla 23: Hietograma de diseño con abstracciones.....	75
Tabla 24: Parámetros de Índice de relieves.	76
Tabla 25: Características físicas de la cuenca en estudio.....	81
Tabla 26: Coeficiente de compacidad Kc según la forma de la cuenca.	82
Tabla 27: Coeficiente de forma Kf según el Fator de la cuenca.	83
Tabla 28: Porcentaje de área para cada altura.	85



Tabla 29: Parámetros de Altitudes representativas.....	88
Tabla 30: Parámetros de Índice de relieves.	88
Tabla 31: Clasificación de corrientes de agua.....	88
Tabla 32: Clasificación de la cuenca hidrográfica.	89
Tabla 33: Clasificación de la cuenca según su área.	89
Tabla 34: Coeficiente de pérdidas de energía de Manning (n).....	94
Tabla 35: Valores de Borde libre en función del diseño de descarga.....	98
Tabla 36: Valores de C1 y C2.	100
Tabla 37: Configuración del muro para el análisis de cargas.	102
Tabla 38: Momentos de estabilizantes.	103
Tabla 39: Costo referencial de la estructura de defensa ribereña.	105
Tabla 40: Características geotécnicas del suelo.	108
Tabla 41: Parámetros hidrológicos de diseño.	110
Tabla 42: Parámetros hidrológicos de diseño.	111
Tabla 43: Costo referencial de la defensa ribereña para el caso de estudio.	112



RESUMEN

La tesis se centra en los impactos devastadores de las crecidas del Río Coasa en el distrito de Coasa, provocando daños materiales y lamentables pérdidas humanas debido a eventos climáticos extremos anuales. Su objetivo es identificar áreas de alto riesgo de inundación y proponer estructuras defensivas efectivas. Empleando un enfoque mixto descriptivo no experimental, se llevaron a cabo estudios topográficos y de mecánica de suelos en el campo. Se recopilieron datos de precipitaciones de SENAMHI y se obtuvieron los cursos de la cuenca mediante cartas nacionales proporcionadas por IGN. Utilizando herramientas como ArcGIS, Excel (basado en fórmulas del Manual de Hidrología del MTC), HEC-HMS para modelado hidrológico y HEC-RAS para simular zonas vulnerables, se propuso una estructura de defensa para estas áreas. Los resultados destacaron datos cruciales: el cauce del río tiene una pendiente del 6.17%, el suelo se clasifica como SC con una capacidad portante de 1.50 kg/cm², y se identifican áreas vulnerables entre progresivas específicas. Se concluyó que estas áreas vulnerables abarcan 0.52 km y presentan un alto riesgo durante periodos de crecidas de 50 años. La propuesta de defensa más eficaz es la construcción de un dique de enrocado, con un costo estimado de S/. 1'065,776.59. Este estudio exhaustivo ofrece una solución específica para mitigar los impactos recurrentes de las inundaciones en la zona estudiada, proporcionando medidas concretas para contrarrestar este desafío.

Palabras clave: Riesgos por inundación, río Coasa, cuenca, y estructura riverneña.



ABSTRACT

The thesis focuses on the devastating impacts of the Coasa River's floods in the Coasa District, causing yearly material damages and regrettable human losses due to extreme weather events. Its aim is to identify high-risk flood areas and propose effective defensive structures. Employing a mixed descriptive non-experimental approach, field topographical and soil mechanics studies were conducted. Precipitation data was gathered from SENAMHI, and the basin's courses were obtained from national charts provided by IGN. Using tools like ArGIS, Excel (based on formulas from the MTC Hydrology Manual), HEC-HMS for hydrological modeling, and HEC-RAS for simulating vulnerable zones, a defense structure was proposed for these areas. The results highlighted crucial findings: the riverbed has a 6.17% slope, the soil is categorized as SC with a bearing capacity of 1.50 kg/cm², and vulnerable areas were identified among specific progressions. It was concluded that these vulnerable zones cover 0.52 km and pose a high risk during 50-year flood periods. The most effective defense proposal is the construction of a riprap dike, estimated to cost approximately S/. 1'065,776.59. This comprehensive study offers a specific solution to mitigate the recurring impacts of flooding in the studied area, providing concrete measures to counteract this challenge

Keywords: Flood risks, Coasa River, basin, riverine structure



INTRODUCCIÓN

“Los desbordamientos son consideradas como desastres el cual produce impactos negativos o pérdidas de materiales y muchas veces vidas, las mismas que cobran mayor importancia en cauces que cruzan poblados; este fenómeno se produce por el reboce del cauce cercanas de las laderas, la cual es producida por las pendientes inadecuadas del cauce para el movimiento de sedimentos producidas en una determinada área de drenaje de sub – cuenca”, (Uribe, 2017).

Las inundaciones fluviales representan uno de los riesgos naturales más significativos y recurrentes en diversas regiones del mundo, teniendo un impacto considerable en las comunidades circundantes y en la infraestructura local. El río Coasa, ubicado en la zona sur-este del distrito de Coasa, Carabaya, Puno, ha sido identificado como un área propensa a inundaciones, generando preocupación en términos de la seguridad de la población y la preservación de los recursos locales.

La zona sur-este del distrito de Coasa ha experimentado en el pasado eventos de inundación significativos que han afectado tanto a la localidad como a al movimiento económico. La frecuencia e intensidad de estos eventos requieren una evaluación integral de los factores que contribuyen a la inundación, así como la implementación de medidas efectivas de prevención y mitigación.

En este contexto, el estudio se centra en identificar los vitales elementos de riesgo asociados con las inundaciones en el río Coasa, tales como las características hidrogeomorfológicas de la cuenca, la variabilidad climática, y la ocupación del suelo en las áreas ribereñas. Además, se abordará la determinación de los tipos de estructuras ribereñas más adecuadas para reducir los impactos negativos de las crecidas, considerando tanto aspectos técnicos como ambientales.



“La modelación hidráulica e hidrológica es empleada para realizar análisis de fenómenos complejos, para un estudio investigativo y de carácter tecnológico. Las precipitaciones pluviales como parte del proceso del ciclo hidrológico, de la cual se deriva los escurrimientos provocados en una determinada superficie de drenaje, esta modelación, además, de lo ya descrito posibilita realizar ensayos en ambientes controlados y con características diferentes tales como son los saltos hidráulicos y la elección no prismática, etc”. (Salas & Chocat).

“La determinación de las áreas de riesgo por inundaciones por las crecidas de las aguas es de gran importancia la cual se relaciona con la prevención de desastres naturales. Además, es de suma importancia para la planificación urbana con el objetivo de que el daño provocado por dichos fenómenos sean las menores posibles” (Uribe, 2017).

Esta tesis estudia las crecidas del río Coasa, la cual cruza en su mayoría el distrito de Coasa perteneciente a la provincia de Carabaya, identificando zonas de riesgo, estos resultados están valorados en datos estadístico del SENAMHI con datos de precipitaciones máximas en determinados periodos de retorno, con modelados matemáticos de Hec - HMS y procesamiento en Hec – RAS y Hec – GeoRAS, logrando zonificar las áreas más vulnerables.

El presente trabajo de investigación se ha estructurado en cuatro capítulos los cuales son los siguientes: I (Análisis del problema), II (Marco teórico inicial), III (Metodología de la investigación), IV (Análisis y discusión de resultados), Finalmente, se presentan las conclusiones y sugerencias del estudio desarrollado, además en la parte final se encuentran anexados los certificados de valides y confiabilidad de los instrumentos utilizados.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE ESTUDIO

1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.

El río Coasa, en el distrito de Coasa, provincia de Carabaya, presenta un importante riesgo de inundación. En la cuenca, la precipitación total anual oscila entre 25,00 y 30,00 milímetros. La cuenca alta y los alrededores del lago Titicaca presentan los mayores valores. Por otra parte, de noviembre a marzo se registran las precipitaciones más intensas, que alcanzan el límite del cauce del río.

Figura 1
Río Coasa del distrito de Coasa



Nota. (Google earth)



Los fenómenos naturales de inundaciones han sido de los más destructivos en el nuestro país que cobran cada año pérdidas humanas y de materiales, en Puno se presentan fuertes precipitaciones provocando inundaciones en los distritos y centros poblados, damnificando a miles de personas. Según el informe del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de nuestro país conocido como SENAMHI presentó un caudal máximo de 186 m³/s en la región de estudio equivalente a una creciente con periodo de retorno de 100 años.

Las inundaciones es uno de los problemas más importantes en el país, siendo en su mayoría pérdidas de infraestructura, en tal sentido, es de vital importancia el análisis de estos fenómenos con las nuevas tecnologías y herramientas que aporten al adecuado ordenamiento sectorial y gestión integral del riesgo con la identificación de las zonas necesarias para el desenvolvimiento de los corrientes de agua y así evitar el uso de estas áreas en actividades humanas, que puedan generar algún riesgo a la comunidad.

En 2019, el distrito de Coasa fue declarado estado de emergencia debido al desastre ocurrido en 2019, para evitar riesgos asociados a los procesos causantes de desastres en la cuenca, a pesar de las verificaciones técnicas y recomendaciones reportadas por el INDECI. Los fenómenos naturales en la cuenca del río Coasa provocan inundaciones de áreas alrededor del cauce del río y la posterior destrucción de viviendas.

Considerando todas estas definiciones, surge el interés del presente proyecto de tesis que tiene de propósito Identificar las zonas de riesgo por inundaciones de las crecidas del río Coasa, zona sur-este, del distrito de Coasa - Carabaya – Puno, con la finalidad de plantear los tipos de estructura de defensa ribereña.



1.2. INTERROGANTES A INVESTIGAR.

1.2.1. Problema general.

¿Cuáles son las zonas con riesgos por inundación, y qué tipos de estructura ribereña será necesario plantear, en las crecidas del río Coasa, zona sureste, del distrito de Coasa - Carabaya - Puno?

1.2.2. Problemas específicos.

1. ¿Cuáles son las características topográficas y geotécnicas en las crecidas del río Coasa de la zona sur este del distrito de Coasa perteneciente a la provincia de Carabaya del Departamento de Puno?
2. ¿Cuál es el comportamiento hidráulico e hidrológico en las crecidas del río Coasa de la zona sur este del distrito de Coasa perteneciente a la provincia Carabaya - Puno mediante la aplicación del modelo matemático Hec – Ras para un periodo de retorno de 50 años?
3. ¿Cuáles son las zonas de mayor vulnerabilidad a inundaciones determinado mediante el análisis hidrológico en las crecidas del río Coasa de la zona sureste del distrito de Coasa perteneciente a la provincia de Carabaya del Departamento de Puno?
4. ¿Cuál sería la estructura de defensa ribereña de mejor desempeño para las crecidas del río Coasa de la zona sur este del distrito de Coasa perteneciente a la provincia de Carabaya del Departamento de Puno?



1.3. LOS OBJETIVOS A REALIZAR.

1.3.1. Objetivo general.

Identificar las zonas de mayor riesgo a inundaciones por las crecidas del río Coasa de la zona sur este del distrito de Coasa provincia de Carabaya del Departamento de Puno y proponer el tipo de estructura de defensa ribereña que presentaría un mejor desempeño.

1.3.2. Objetivos específicos.

1. Determinar las características topográficas y geotécnicas de las avenidas del río Coasa en la región sureste del distrito de Coasa, perteneciente a la provincia de Carabaya del departamento de Puno.
2. Analizar el comportamiento hidráulico e hidrológico en las crecidas del río Coasa de la zona sur este del distrito de Coasa, de la provincia Carabaya - Puno mediante la aplicación del modelo matemático Hec – Ras, para un periodo de retorno de 50 años.
3. Identificar las zonas de mayor vulnerabilidad a inundaciones mediante el análisis hidrológico en las crecidas del río Coasa de la zona sur-este del distrito de Coasa, de la provincia de Carabaya del Departamento de Puno.
4. Plantear las estructuras de defensa ribereña de mejor desempeño para las crecidas del río Coasa de la zona sur este del distrito de Coasa, de la provincia de Carabaya del Departamento de Puno.



1.4. JUSTIFICACIÓN.

1.4.1. Justificación social.

Las pérdidas económicas por inundaciones y la mala salud por la sequía de las zonas inundadas impiden las actividades en las zonas afectadas. INDECI apoya a las comunidades afectadas proporcionándoles alimentos básicos, tiendas de campaña y mantas. El trabajo ayudará a los residentes a identificar áreas con riesgo de inundación y evitará que construyan casas o cultiven en esas áreas.

1.4.2. Justificación económica.

Las inundaciones obstaculizan el crecimiento socioeconómico debido a la pérdida de agricultura y ganadería, que es un punto de partida para la región de Coasa. Además, mediante el desarrollo de este trabajo se logró identificar el punto crítico de inundación del río Coasa por la destrucción de la infraestructura. Elaborar un mapa de riesgo de inundaciones a partir de la zona del mismo nombre. De esta manera, se predicen y previenen inundaciones y se zonifican las zonas propensas a inundaciones.

1.4.3. Justificación ambiental.

La transformación en la dinámica del ecosistema, junto con la disminución vegetal y la proliferación de insectos, que desencadena enfermedades vinculadas a parásitos por la presencia de aguas estancadas provocadas por la alteración del curso natural del río, entre otros factores, constituye el foco de estudio de esta tesis. Que busca desarrollar estrategias destinadas a mitigar la probabilidad de inundaciones e impactos ambientales adversos.



1.5. PLANTEAMIENTO DE LAS HIPÓTESIS.

1.5.1. Hipótesis general.

Las zonas de mayor riesgo a inundaciones por las crecidas del río Coasa de la zona sur este del distrito de Coasa provincia de Carabaya del Departamento de Puno, presentan un alto riesgo, en épocas de avenida, en un periodo de 50 años, siendo los gaviones el tipo de estructura de defensa ribereña de mejor desempeño.

1.5.2. Hipótesis específicas

1. Las características topográficas y geotécnicas en el río Coasa de la zona sur este del distrito de Coasa provincia muestran zonas con depresiones inferiores al cauce del río, además, presenta un suelo con una capacidad portante aceptable para la construcción de un muro de contención
2. El comportamiento hidráulico en las crecidas del río Coasa de la zona sur este del distrito de Coasa provincia de Carabaya – Puno mediante la aplicación de modelo matemático Hec – Ras, un periodo de retorno de 50 años, es muy variado en el tiempo.
3. Las zonas de mayor vulnerabilidad a inundaciones mediante el análisis hidrológico en las crecidas del río Coasa de la zona sur este del distrito de Coasa provincia de Carabaya, son las construcciones cerca de las mismas están propenso empezando desde la abscisa 4+440.
4. Las estructuras de defensa ribereña de mejor desempeño para las crecidas del río Coasa de la zona sur este, del distrito de Coasa, provincia de Carabaya sería los gaviones para un caudal de 219.60 m³/s y con un periodo de retorno de 50 años.



1.6. VARIABLES E INDICADORES

1.6.1. Variables asociadas.

- Caudal máximo.
 - a. Por el método de estudio: cuantitativo.
 - b. Por su naturaleza: activa.
 - c. Por la función que cumple: independiente.

Indicadores:

- Modelado matemático Hec – Ras.

1.6.2. Variables de supervisión.

- Vulnerabilidad a inundación.
 - a. Por su naturaleza: pasiva.
 - b. Por el método de estudio: cuantitativo.
 - c. Por la función que cumple: dependiente.

Indicadores:

- Modelado matemático Hec – Ras.



1.7. LA OPERACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 1

Operacionalización de las variables

Tipos de variable		Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Escala de medición
variable de caracterización	Características topográficas y geotécnicas	Datos topográficos	Coordenadas	Análisis topográfico	Nominal
			Área de la cuenca		
			Pendientes		
			Elevación del terreno		
	Comportamiento hidráulico e hidrológico	Caudal	Clasificación del suelo	Ensayo de laboratorio	Nominal
			Permeabilidad		
			Aforamiento de Río		
			Velocidad del caudal		
variables de interés	Riesgos por inundaciones	Áreas inundables	Estaciones hidrométricas	Datos SENAMHI	Nominal
			Precipitación máxima		
			Periodo de retorno		
			Escorrentía		
variables de interés	Riesgos por inundaciones	Áreas inundables	Registros históricos	Software ArcGIS y Q-GIS	Nominal
			Área de la cuenca		
			Topografía del río		
			Pendiente del río		
			Caudal máximo		
			Análisis de inundaciones	Software HEC-HMS y HEC-RAS	



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL

2.1. ESTUDIOS PREVIOS.

2.1.1. Estudios locales.

- ✓ Benique, El estudio titulado «Modelización hidrológica de la cuenca baja del río Cuyocuyo, para determinar el potencial hídrico y las zonas de riesgo, con la aplicación de Hec - Ras» estudió la posibilidad de inundaciones analizando los efectos de la mayor precipitación registrada en un período de 24 horas. Utilizando el software Hec - Ras, los datos se examinaron estadísticamente para tiempos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años. Los valores de altura hidráulica fueron 1,98, 2,49, 2,94, 3,47, 3,63 y 3,76 metros, mientras que los de potencial hídrico fueron 4,40 - 2,97, 13,4 - 3,16, 20,7 - 3,54, 30,6 - 3,91, 38,0 - 4,11 y 45,20 - 44,4 metros por segundo. La conclusión es la siguiente: durante un periodo de retorno de 100 años, las zonas con un riesgo de inundación alto (0,50-0,50 m) abarcan 2597,00 m², las zonas con un riesgo moderado (0,25-0,50 m) abarcan 2710,00 m², y las zonas con un riesgo de inundación bajo (0,25-2 m) abarcan 5225 m².



2.1.2. Estudios nacionales.

- ✓ Meza (2019) Barreras ribereñas del río Tarma en el sector Santo Domingo-Palca-Tarma: diseño hidráulico y estructural, el estudio que se realizó se tituló «Río Tarma en el sector Santo Domingo-Palca-Tarma». El objetivo principal de esta tesis fue construir un modelo hidrológico e hidráulico del río Tarma con el fin de identificar los lugares de riesgo de inundación en la zona de Santo Domingo Palca y diseñar defensas fluviales eficaces. El estudio involucró la recopilación e interpretación de datos cartográficos del río Tarma, así como el análisis del comportamiento del cauce durante episodios de mínima y máxima crecida. El caudal de diseño se calculó utilizando el programa HEC-HMS, teniendo en cuenta diferentes probabilidades de ocurrencia y periodos de retorno. Utilizando el programa HEC-RAS y la modelización hidráulica, resultó más fácil identificar los lugares vulnerables a las inundaciones. Basándose en estos cálculos, se propusieron dos diseños de defensa ribereña: uno utilizando gaviones y otro con un muro de gravedad.
- ✓ Sánchez (2017) llevó a cabo una investigación titulada "Modelación hidrológica e hidráulica de la cuenca media y baja del río Magdalena" con el objetivo de examinar el comportamiento del río Magdalena mediante la creación de modelos hidrológicos e hidráulicos. Se lograron resultados satisfactorios en la simulación de la relación entre la lluvia y la escorrentía, así como en la representación del flujo hidráulico en la cuenca. Los indicadores del modelo hidrológico se ajustaron considerando la combinación de cobertura y tipo de suelo. En última instancia, este trabajo proporcionó una valiosa contribución al



entendimiento de la influencia de los parámetros del modelo hidrológico, permitiendo la reproducción precisa del proceso de lluvia-escorrentía en la cuenca donde se localiza el río.

- ✓ Huancas (2019) llevó a cabo una investigación titulada "Modelamiento Hidráulico con el software Hec-Ras para la prevención de Inundaciones en el Río Reque", cuyo propósito fue realizar un modelado hidráulico. Para ello, se llevaron a cabo estudios topográficos, hidrológicos y de mecánica de suelos. Los resultados de la investigación revelaron secciones del río con curvas pronunciadas, presentando una pendiente de 0.001m y conformado principalmente por suelo tipo SP (arena pobremente graduada) con un contenido de humedad promedio del 26.72%. En respuesta a estos hallazgos, se propusieron estructuras de protección, como defensas ribereñas, con el objetivo de prevenir inundaciones en el área del Río Reque.

2.1.3. Estudios internacionales.

- ✓ Figueroa (2019) «Aplicación de Hec-RAS para la modelación hidráulica y determinación de zonas inundables en las riberas del río Jipijapa». El riesgo de inundación en la zona de investigación se evalúa mediante una metodología de análisis hidrológico basada en modelos hidráulicos. La metodología tuvo en cuenta las aguaceros máximos con estados de regreso de 10, 25, 50 y 100 años, y se basó en datos estadísticos, usos del suelo y características topográficas. Se emplearon los software Hec-HMS y ArcGIS, junto con Hec-GeoRAS, para determinar los niveles máximos de agua y las zonas propensas a inundaciones. Los resultados indicaron que el tramo del río Jipijapa se encuentra susceptible a



inundaciones, atribuibles a la proximidad de viviendas a lo largo de las riberas y a las características geométricas del cauce que generan obstrucciones en el flujo, propiciando desbordamientos con consecuentes daños y pérdidas humanas, además de materiales.

- ✓ Morris (2006), The Guápiles River was modeled hydraulically and hydrologically to determine which parts of the municipalities of Guápiles and La Rita are most vulnerable to floods. El objetivo de este proyecto de investigación fue la de identificar las regiones más vulnerables a las inundaciones analizando su posición en relación con el cauce del río Guápiles. Para calcular los caudales en varios tiempos de retorno, los métodos utilizados implicaron la creación de mapas de uso del suelo y modelos hidrológicos. Los resultados obtenidos revelaron que la simulación hidráulica permitió identificar los tramos del río propensos a desbordamientos hacia las llanuras, así como la distribución de las velocidades del agua. Estas simulaciones se llevaron a cabo en dos contextos: el existente y uno planeado. En el primer contexto, se consideró la clasificación del suelo debido al crecimiento de la población, mientras que en el segundo escenario se observó un aumento en las secciones propensas a inundaciones. Se sugirió que, para mejorar la futura planificación urbana, se establezca un plan que regule y mantenga las zonas en función de sus usos potenciales. También se mencionó que los cambios en el suelo de la cuenca estudiada se debían principalmente a la expansión urbana, que con el tiempo provocó una disminución de las zonas de infiltración y un aumento de la escorrentía.



2.2. MARCO TEÓRICO.

2.2.1. Modelamiento hidráulico.

2.2.1.1. Hidráulica.

Este campo de estudio de la ciencia se dedica a analizar el comportamiento de los fluidos, especialmente el agua, en relación con sus características específicas. En términos sencillos, se enfoca en estudiar las propiedades mecánicas del agua en función de las fuerzas sometidas. Este campo de estudio está estrechamente vinculado a la mecánica de fluidos, siendo esta última la que sustenta su fundamentación teórica en gran medida.

2.2.1.2. Hidráulica fluvial.

La energía hidráulica se genera a partir de la energía potencial y cinética asociada a las mareas, corrientes y cascadas de agua. A menudo se clasifica como una forma de energía renovable, aunque su impacto ambiental se incrementa significativamente cuando implica la construcción de grandes presas o la alteración del flujo natural de un río. Por ejemplo, Un río se considera un elemento natural, en contraposición a un elemento de ingeniería como una carretera o un canal, que recoge agua de las cuencas hidrográficas adyacentes y la desplaza a lo largo de su curso, llevándola en cualquier régimen a su desembocadura (Rocha, 1998).

Comprender una etapa de los fenómenos fluviales requiere conocimientos tanto de meteorología como de hidrología. Una comprensión más profunda de la dinámica fluvial requiere un examen de la geología, la geomorfología y la geomorfología. Para tratar adecuadamente esta cuestión, la idea del movimiento de sedimentos también resulta crucial.



2.2.1.3. Dinámica fluvial.

Se refiere al continuo cambio de posición y forma de un río causado por fuerzas que actúan en sus orillas y lecho. Estos movimientos pueden ser provocadas por la naturaleza o por el hombre, y pueden producirse de forma rápida o gradual. El entorno exterior de un río puede tener efectos imprevisibles que se extienden aguas arriba y/o aguas abajo. Por ejemplo, las influencias externas pueden provocar corrimientos de tierras, que pueden formar un embalse natural sin sistema de alivio, y cuya ruptura podría tener resultados desastrosos.

Su forma y dinámica pueden verse alteradas significativamente por la construcción de una presa, lo que da lugar a la creación de procesos fluviales como la sedimentación (gradación) aguas arriba y la erosión (degradación) aguas abajo. Los ríos son sistemas dinámicos que varían a lo largo de largos periodos de tiempo y espacio, a veces cambiando significativamente en ambas direcciones (Rocha, 2007).

2.2.1.4. Las avenidas.

Es la subida acusada de la elevación de una masa del agua que es notablemente superior a su caudal medio. Este desbordamiento se produce cuando el caudal aumenta considerablemente y supera la capacidad del cauce para retenerlo. El repentino aumento de la elevación del agua y del caudal de los arroyos es un acontecimiento sorprendente. Numerosos factores, como las características del transporte de sedimentos, la hidráulica y la hidrología, influyen en estos sucesos. Se distingue diferentes tipos de inundaciones:



- a. Periódicas:** Suelen ser los que no dañan nada e incluso pueden ser ventajosos para las explotaciones agrícolas, las presas y los edificios de confinamiento al aumentar la fertilidad del valle. También son previsibles y pueden minimizarse con las precauciones adecuadas.
- b. Excepcionales:** Aparecen durante los periodos de lluvias intensas. Como son imprevisibles, es necesario un sistema de vigilancia supervisado en tiempo real. Las personas y algunas infraestructuras suelen verse perjudicadas por este tipo de inundaciones.
- c. Combinación de ambos:** Es extremadamente impredecible y surge de la combinación de ambas.

2.2.1.5. Modelación.

Es un sistema que reproduce un fenómeno mediante la obtención de determinados datos, que luego se procesan utilizando una expresión matemática para su aplicación en la planificación y ejecución de proyectos de ingeniería (Vergara, 1993).

Estos modelos ayudan a identificar lagunas en nuestro conocimiento descriptivo de los procesos, simplifican el tratamiento de datos, mejoran la comprensión de los procesos y sus vínculos y validan hipótesis junto con la investigación de campo.

2.2.1.6. Modelación hidráulica.

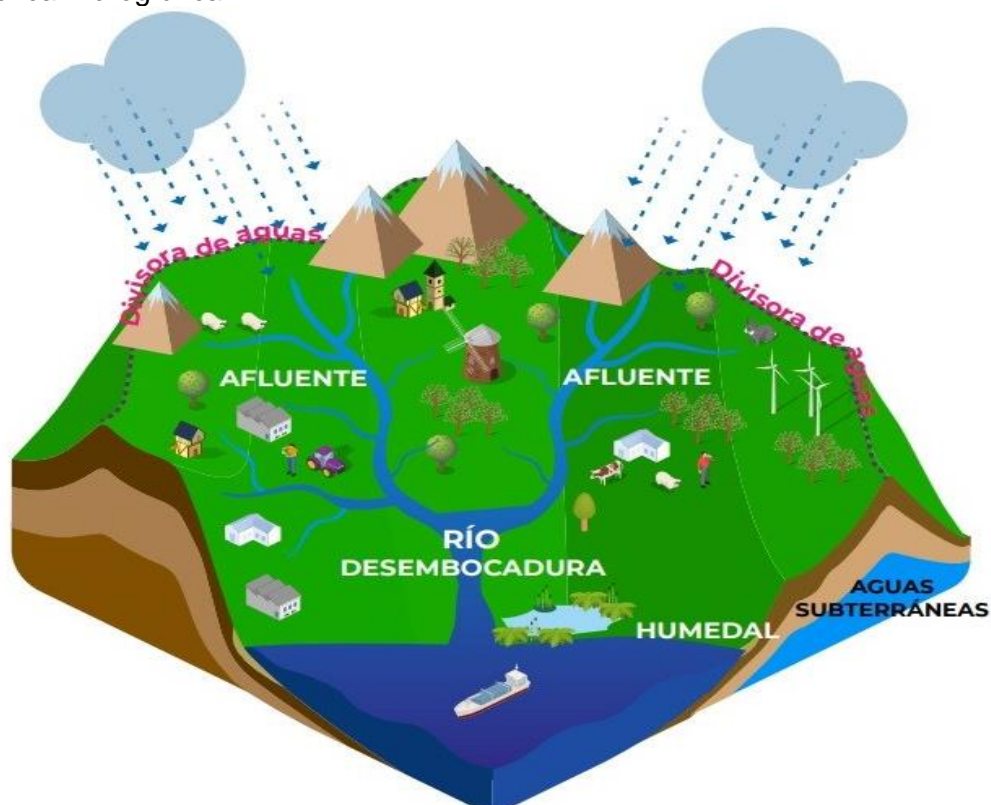
El modelo hidráulico, importante para la caracterización hidrológica de una cuenca, consiste en una serie de procesos que suceden en la cuenca a lo largo de un tiempo de lluvias, que se ve caracterizado por la Escorrentía Humedad del suelo, Agua subterránea, Flujo sub superficial y precipitación.

2.2.2. Cuenca hidrográfica.

2.2.2.1. Definición.

Es la región terrestre donde el agua de precipitación se concentra para seguir una única vía fluvial, según la definición de Villón (2015). Según el método de Aparicio (2013), se define como una sección de la superficie donde se espera que la precipitación drene a un punto de salida compartido cuando existen circunstancias impermeables.

Figura 2
Cuenca Hidrográfica



Nota. Escenarios hídricos 2030 Chile

2.2.2.2. Hidrología.

Disciplina de estudio que estudia la existencia, distribución y flujo del agua, así como sus características mecánicas, químicas y físicas en la atmósfera, los mares y la tierra. A la hidrogeología, por su parte, se le atribuye la investigación de las aguas subterráneas.



2.2.2.3. Hidrografía.

Por otro lado, el estudio de todas las masas de agua se denomina hidrografía y, en una perspectiva más específica, para la medición, recolección y representación de datos relacionados con el lecho marino, líneas costeras, mareas y corrientes. Esto permite la elaboración de cartas hidrográficas que reflejen de manera precisa dicha información.

2.2.2.4. Partes de una cuenca hidrográfica.

El límite de una cuenca, según la explicación de Villón (2015), se compone de tres partes distintas, y la forma en que se utilizan y consumen los recursos hídricos difiere en función de la configuración del paisaje o del número de personas que viven en él. Estas partes son las siguientes:

2.2.2.4.1. La cuenca alta.

Se reseña a la cabecera de la cuenca, caracterizada por una menor presión demográfica. En esta área, se captan y reciben las aguas provenientes de nevados y glaciares; con cobertura vegetal.

2.2.2.4.2. La cuenca media.

En esta zona hay más actividades productivas, lo que la distingue como zona de transición entre las cuencas alta y baja.

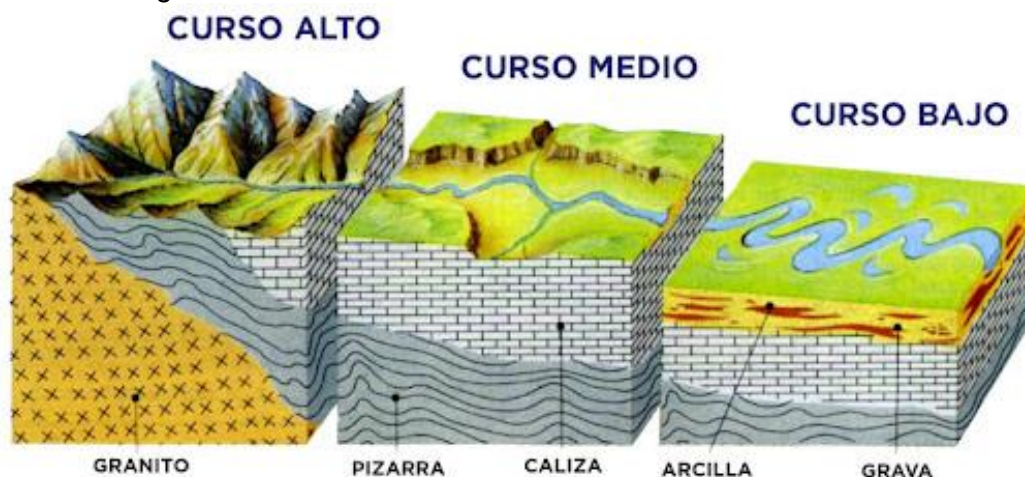
2.2.2.4.3. La cuenca media.

Esta es la cuenca ubicada en áreas de menor altitud, comúnmente cercana a la costa. Se caracteriza por experimentar de manera constante fenómenos como sequías e inundaciones.

En la siguiente imagen se muestra las partes de la cuenca y su composición estratigráfica del suelo:

Figura 3

Cuenca Hidrográfica



Nota: Escenarios hídricos 2030 Chile

2.2.2.5. Caracterización de la cuenca hidrográfica.

Puelles (2015) afirma que algunos de los parámetros o medidas que definen y limitan el comportamiento del flujo originado por las precipitaciones en la región son las características físicas de la cuenca. Del mismo modo, su geometría y forma son las que la definen:

- **Área (A):** Este parámetro es fundamental en la cuenca hidrográfica, ya que determina la cantidad de volumen en las máximas avenidas. Su delimitación se realiza a lo largo de la limitación de aguas.
- **Perímetro (P):** Representa el recinto de la cuenca, obtenido después de su delimitación. Dada la irregularidad de la forma, no es posible calcularlo mediante fórmulas geométricas convencionales.
- **Long. del río principal (L):** Se describe la extensión del arroyo que conecta los arroyos secundarios, a veces denominados subcuencas, que fluyen desde la desembocadura de la cuenca.



- **Coefficiente de compacidad (Kc):** Este coeficiente se calcula mediante la relación del perímetro sobre el área de la cuenca. La cuenca en cuestión se asemeja a una pila circular, en la que los canales fluyen hacia un punto central y están dispuestos radialmente. La fórmula para su cálculo es:

$$Kc = \frac{P}{\sqrt[2]{\pi A}} = 0.28 * \frac{P}{A}$$

Donde:

- Kc: Coeficiente de compacidad.
- P: Es el Perímetro (Km).
- A: Es Área total (Km²).

En la siguiente tabla se muestra los diferentes escenarios de la cuenca en función al Coeficiente de compacidad (Kc):

Tabla 2
Formas de cuencas en base al Coeficiente de Compacidad (Kc)

Valor de Kc	Forma de la cuenca
Entre 1.00 < Kc ≤ 1.25	Para Oval redonda
Entre 1.25 < Kc ≤ 1.50	Para Oval oblonga
Entre 1.50 < Kc ≤ 1.75	Para Oblonga alargada

Nota: (Meza Verastegui, 2019, pág. 14).

- **Factor de Forma (Kf):** Este parámetro cuantifica el alargamiento o la representación gráfica de la cuenca. Está representado por la relación área/longitud, donde longitud es la distancia medida desde la desembocadura o salida de la cuenca hasta su punto más alejado aguas arriba. La fórmula utilizada para calcularlo es:

$$K_f = \frac{A_m}{L} = \frac{\left(\frac{A}{L}\right)}{L} = \frac{A}{L^2}$$

Donde:

- Kf: Es el factor de forma.
Am: Es el Ancho medio.
L: Es la longitud axial de la cuenca.
A: Es Área total de la cuenca.

Puelles (2015) afirma que «la probabilidad de borrascas en la cuenca es mayor si Kf es mayor si $K_f > 1$ ». En la siguiente tabla se muestran los distintos escenarios de cuenca en función del coeficiente de forma (Kf):

Tabla 3

Rangos aproximados del factor de forma (Kf)

Factor de forma (valores aproximados)	Forma de la cuenca
Menor a 0.22	Muy alargada
Entre 0.22 a 0.30	Alargada
Entre 0.30 a 0.37	Ligeramente alargada
Entre 0.37 a 0.45	Ni alargada ni ensanchada
Entre 0.45 a 0.60	Ligeramente ensanchada
Entre 0.60 a 0.80	Ensanchada
Entre 0.80 a 1.20	Muy ensanchada
Mayor de 1.20	Rodeando el desagüe

Nota: (Meza Verastegui, 2019, pág. 15)

- **Pendiente principal (S):** En palabras de Puelles, (2015), “la pendiente es la propiedad que actúa en la velocidad o tiempo que prórroga los escurrimientos fluviales; es la diferencia de cotas del río en referencia a una determinada longitud expresada en porcentaje”; que resulta de la siguiente ecuación:



$$S = \frac{\Delta H}{L}$$

Donde:

- S: Pendiente principal (%).
- ΔH : Diferencia de cotas de los puntos (m).
- L: Longitud de la cuenca (m).

- **Número de orden la cuenca (n):** "El tamaño de la red de drenaje en el escurrimiento superficial directo se mide utilizando la jerarquía de cuencas hidrográficas (Meza, 2019).

2.2.2.6. Precipitación.

Las distintas formas de precipitación que emergen de las nubes y descienden a la superficie terrestre son la lluvia, el granizo, la aguanieve y la nieve. El agua está vinculada a las precipitaciones.

El SENAMHI, clasifica a las precipitaciones por su intensidad, dentro de ellas tenemos las siguientes:

- **De intensidad Leve:** Cuando las Precipitaciones son menores, Inferiores de 1.50 milímetros por día.
- **De intensidad liviana:** Cuando las Precipitaciones se encuentran de 1.60 a 3.00 milímetros por día.
- **De intensidad moderada:** Cuando las Precipitaciones se encuentran de 3.10 a 9.00 milímetros por día.
- **De intensidad fuerte:** Cuando las Precipitaciones se encuentran de 9.10 a 36.00 milímetros por día.
- **De intensidad moderada:** Cuando las Precipitaciones se encuentran de 36.10 a 100.00 milímetros por día.

2.2.2.6.1. Estación de concentración.

Transcurre detrás del término de la lluvia hasta que acaba la escorrentía superficial; el cual se determina mediante la siguiente expresión:

$$T_c = \left(\frac{0.871 * L^3}{H} \right) * 0.385$$

Donde:

T_c : Tiempo de concentración (horas).

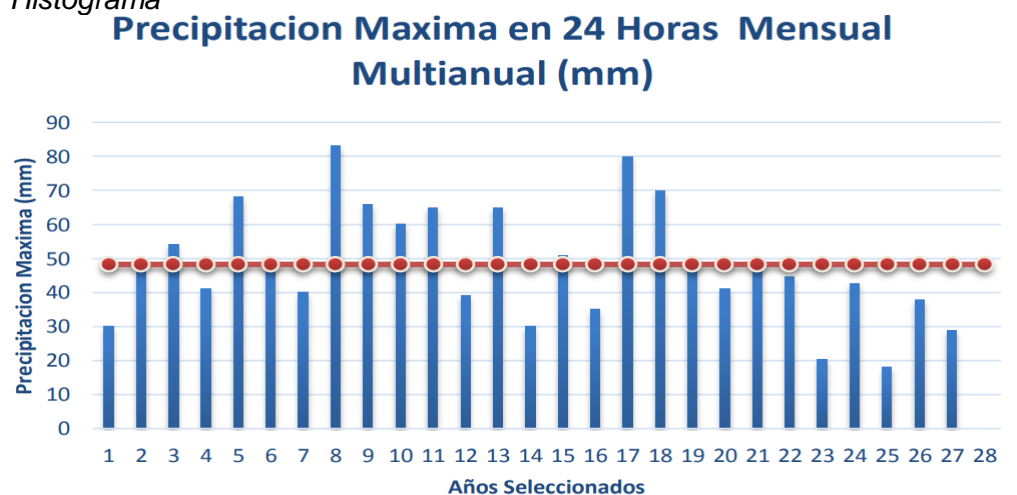
L : Longitud de la cuenca (km).

H : desnivel de la cuenca (m).

2.2.2.6.2. Hietograma.

Meza (2019) lo define como el perfil gráfico de barras que muestra cómo la altura, la precipitación o la intensidad de la lluvia varían con el tiempo. En el caso de que el intervalo de representación sea estrecho, se logra una representación detallada de la tormenta, pero a medida que aumenta el valor del intervalo, la información detallada disminuye. A partir de los datos, es posible generar diagramas de barras:

Figura 4
Hietograma



Nota. (Ortiz Higuera, 2015)

2.2.3. Modelación matemática hidráulica dimensional.

2.2.3.1. Definición.

Este término se encuentra familiarizado con las previsiones del tiempo, que se sustentan en modelos matemáticos, al igual que los pronósticos económicos, los cuales se fundamentan en modelos matemáticos económicos, según lo expuesto por Meza (2019, pág. 18).

2.2.3.2. Modelación hidráulica.

Según la perspectiva de Figueroa (2019), exhiben una inestabilidad numérica que necesita información precisa sobre el movimiento de sólidos a través del canal investigado. La aplicación de ecuaciones de transporte de sólidos suele dar lugar a incertidumbres en estas, lo que subraya la importancia de llevar a cabo un modelado preciso de un río.

2.2.3.2.1. Hec – HMS.

Este programa informático se desarrolló centrándose en la simulación hidrológica con el objetivo de estimar los hidrogramas dentro de una cuenca. Se desarrolló para analizar datos de precipitaciones, incluso en condiciones extremas. A partir de los registros de precipitación, realiza modelados para calcular el exceso de precipitación.

2.2.3.2.2. Hec – Ras.

Modelo de análisis hidráulico desarrollado por el Hydrologic Engineering Center (HEC); lleva a cabo cálculos relacionados con flujos superficiales, tanto en condiciones de flujo constante como variable, y aborda el transporte de sedimentos en dichos flujos Figueroa (2019, pág. 27).



2.2.3.2.3. Hec – GeoRas

Es una colección de comandos, funciones y recursos que hacen posible el procesamiento de datos geoespaciales en ArcGIS. Está diseñado para trabajar con los resultados y datos obtenidos a partir del Hec – Ras, como señala Figueroa (2019, pág. 27). Los datos exportados de las simulaciones del Hec – Ras, incluyendo el perfil del agua y la velocidad, pueden ser analizados en el Sistema de Información Geográfica (GIS) mediante el Hec-GeoRAS.

2.2.3.3. Hec – Ras.

Programa desarrollado para realizar múltiples tareas, entre las que destacan el análisis permanente, el cálculo de perfiles de flujo en regímenes uniformes y de alteración progresiva, la simulación de regímenes no permanentes, el cálculo de transporte de sedimentos en lechos móviles y el cálculo de contaminación (Múnera, 2013, p. 7).

2.2.3.3.1. Capacidades.

- Determina mediante análisis la capacidad crítica de cada sección.
- Examina perfiles variados.
- Determinar las prop. hidráulicas de cada sección mediante análisis.
- Efectúa las ecuaciones de pérdidas friccionales (entre secciones analizadas).
- Evalúa las pérdidas relacionadas con los puentes.
- Resuelve perfiles de corrientes tributarias • Realiza interpolación entre secciones. (Figueroa, 2019, pág. 27).
- Resuelve el coeficiente de Manning.



2.2.3.4. ArcGIS.

2.2.3.4.1. Generalidades.

Como señala Puelles Maza (2015), ArcGIS es una herramienta que facilita la investigación del terreno. ArcGIS ofrece una serie de opciones para que los hidrólogos realicen suficientes análisis y evaluaciones de los recursos hídricos. También destaca por ser fácilmente accesible para gestionar y procesar información sobre la hidrología y las cualidades del agua de la cuenca (p. 82).

“El programa incluye cálculos de transporte de sedimentos en lechos móviles, simulación de regímenes no estacionarios, análisis estacionarios, cálculos de perfiles de flujo en regímenes uniformes y gradualmente cambiantes” (Múnera, 2013, p. 7).

2.2.3.4.2. Aplicaciones.

Según la afirmación de Puelles (2015, pág. 82), ArcGIS es un software con una amplia variedad de herramientas. Contexto particular de su aplicación en hidrología, ofrece diversas opciones para llevar a cabo una investigación adecuada y evaluar los recursos hídricos. Además, destaca por la accesibilidad en el manejo y procesamiento de datos relacionados con la hidrología y las características del agua en la cuenca. La información proporcionada por ArcGIS resulta fundamental en los siguientes casos: [continuar con la descripción de los casos:

- Localizar eficazmente los recursos hídricos.
- Conocer los recursos hidrológicos.
- Organizar y regular los caudales de las aguas superficiales.



El ArcGIS está compuesta por tres aplicaciones las cuales son las siguientes:

- **ArcInf:** Con este programa se crean, editan y analizan datos geospaciales. Con el uso de datos de Geographic Information Systems (SIG), se pueden llevar a cabo sofisticadas operaciones de modelado y análisis. Dispone de herramientas especializadas para el tratamiento de datos y el análisis de superficies. También ofrece capacidades para bases de datos multiusuario, gestión de conjuntos de datos y mantenimiento de geodatos personales.
- **ArcEditor:** Este software está diseñado con la justificación de la creación y actualización de esquemas y bases de datos, coberturas y geodatabases. Además, permite la implementación de topologías, según lo señalado por Figueroa (2019, pág. 26).
- **ArcView:** Este programa se centra en las funciones avanzadas de visualización, análisis y consulta de datos. Permite crear y modificar datos alfanuméricos y geográficos. Además, esta aplicación comprende:
 - a. ArcCatalog: Se pueden añadir enlaces de información geográfica a este programa, lo que permite personalizar y acceder a esos datos.
 - b. ArcMap: Permite el uso de capas o datos espaciales para la elaboración de mapas, analiza las relaciones espaciales y selecciona los colores y la iconografía adecuada para los mapas.
 - c. ArcToolbox: Permite sobre todo añadir datos de referencia o modificar la proyección de los datos.



2.2.4. Análisis de la vulnerabilidad a inundaciones.

2.2.4.1. Vulnerabilidad.

La vulnerabilidad se define como “la susceptibilidad de la población, estructura física o actividades socioeconómicas a sufrir daños por la acción de una amenaza o peligro”; Ley N° 29664 del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y su Reglamento. (CENEPRED, 2014, pág. 24).

2.2.4.2. Factores de la vulnerabilidad.

2.2.4.2.1. Exposición.

Decisiones y acciones que, como resultado de un crecimiento descontrolado de la población, una migración desordenada, una urbanización sin una gestión adecuada del suelo y/o unas políticas de desarrollo económico insostenibles, ponen a la población en el camino de un peligro creado por una relación inadecuada con el medio ambiente.

2.2.4.2.2. Fragilidad.

Se hace referencia a las condiciones de debilidad relativa de la población frente a un peligro. En términos generales, se centra en sus condiciones físicas y tiene un origen interno, como, por ejemplo, el incumplimiento de las normativas de construcción y/o materiales, entre otros aspectos.

2.2.4.2.3. Resiliencia.

Es el grado en que las personas han asimilado y adaptado su modo de vida ante una amenaza. Está estrechamente relacionada con la estructura social y la distribución de la población. Se ha observado que la vulnerabilidad disminuye a medida que aumenta la resistencia.

2.2.4.3. Elementos susceptibles a inundación.

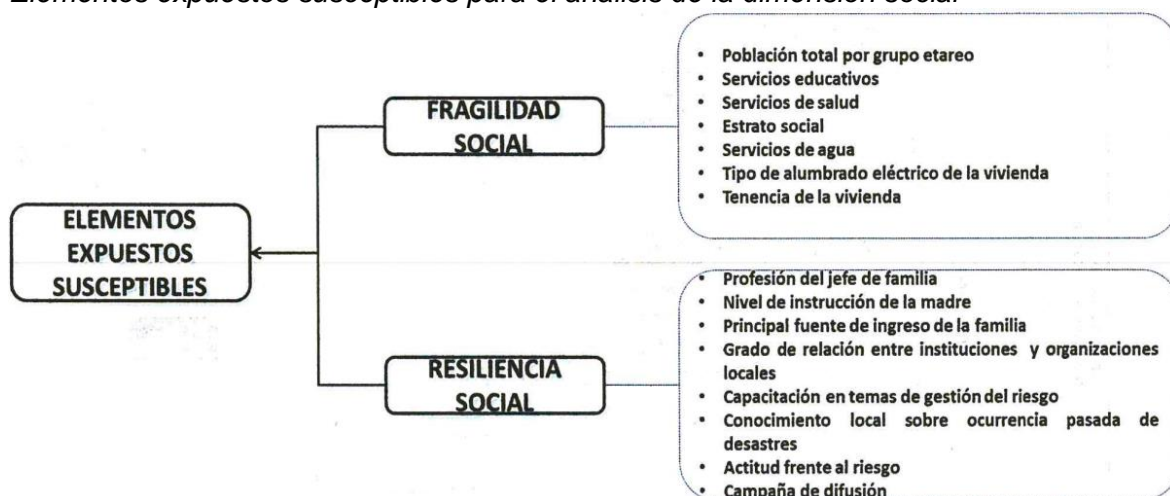
“Para realizar el análisis de vulnerabilidad, se llevaron a cabo las siguientes acciones, el primer paso consiste en identificar los elementos que son susceptibles a los peligros asociados al fenómeno, en este caso, las inundaciones. Se procede a definir los parámetros de evaluación y sus descriptores, así como asignar ponderaciones a cada uno de ellos. Este proceso es llevado a cabo por un equipo multidisciplinario, el cual se encarga de establecer criterios y factores relevantes” CENEPRED (2014).

2.2.4.3.1. Dimensión social.

- a. **Fragilidad social:** En la siguiente imagen se muestran ejemplos de tablas; el número de tablas puede variar en función de la temática o las necesidades recomendadas por el equipo técnico para el examen de la fragilidad social de las zonas inundables.
- b. **Resiliencia social:** De forma similar a la fragilidad social, se muestran tablas que pueden cambiar o crecer en función de las exigencias del equipo tecnológico y del tema.

Figura 5

Elementos expuestos susceptibles para el análisis de la dimensión social



Nota. (CENEPRED, 2014, pág. 26).

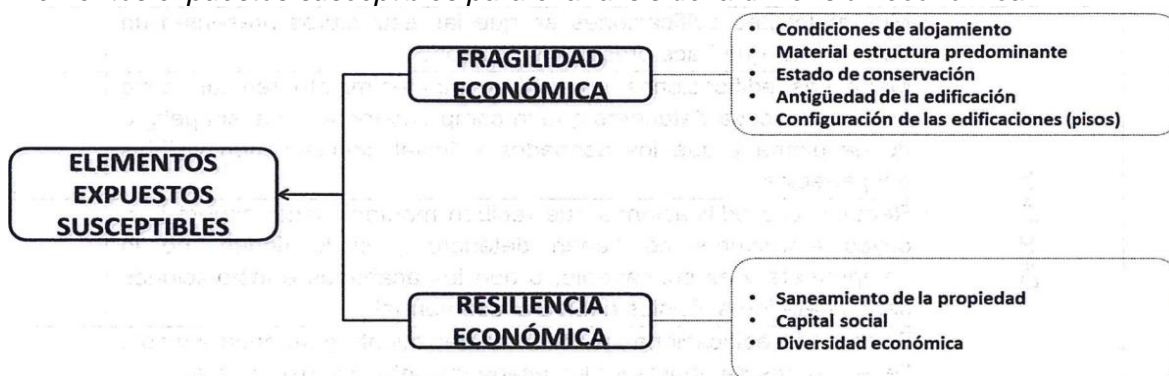
2.2.4.3.2. Dimensión económica.

Parámetros de elementos expuestos susceptibles para el análisis de la dimensión económico son los siguientes:

- a. Fragilidad económica.
- b. Resiliencia económica.

Figura 6

Elementos expuestos susceptibles para el análisis de la dimensión económica



Nota. (CENEPRED, 2014, pág. 31)

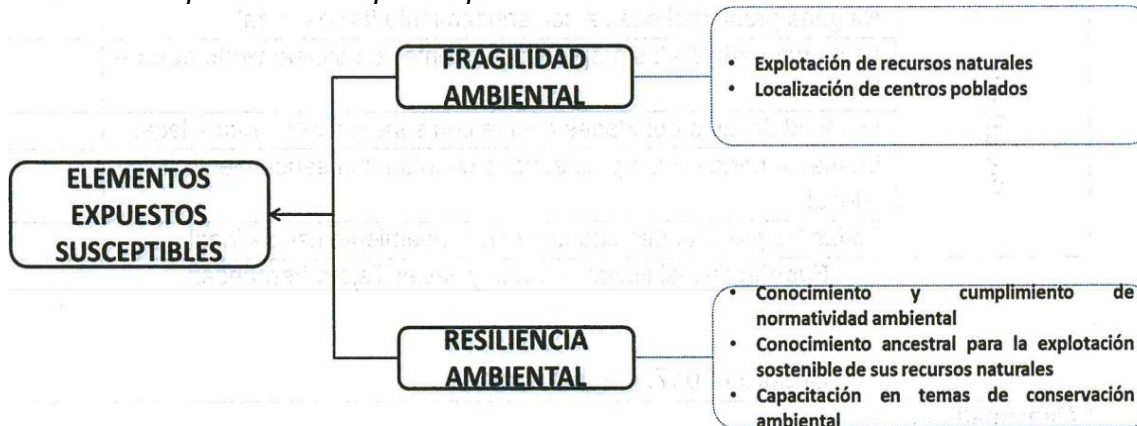
2.2.4.3.3. Dimensión ambiental.

Parámetros de elementos expuestos susceptibles para el análisis de la dimensión ambiental son los siguientes:

- a. Fragilidad ambiental.
- b. Resiliencia ambiental.

Figura 7

Elementos expuestos susceptibles para el análisis de la dimensión ambiental.



Nota. (CENEPRED, 2014, pág. 34).

2.2.4.4. Estratificación de los niveles de vulnerabilidad.

Los niveles de vulnerabilidad se clasifican en la siguiente tabla:

Tabla 4
Estratificación de la vulnerabilidad

Niveles de vulnerabilidad	Estratificación	Valoración
Muy alto	<p>Población menor a 1 y mayor a 65 años. con discapacidad física o mental: para usar brazos y manos, piernas y pies. Estado civil o conyugal: viudo(a). Tenencia de la vivienda: propia por invasión. No tiene partida de nacimiento. No está afiliada a ningún seguro. No sabe leer o escribir. Vivienda particular: choza, improvisada o no destinada a vivienda. Servicio higiénico: no tiene, en río, acequia o canal. Material predominante en paredes: estera, piedra con barro, sillar con cal o cemento u otro material. Abastecimiento de agua: río, acequia, vecino u otro. Trabajador (a) del hogar. Buscando trabajo. Rama económica: agricultor, pesca, explotación de minas.</p>	$1.554 \leq R < 2.754$
Alto	<p>Población de 1 a 14 años. Discapacidad física o mental. Estado civil o conyugal: separado o divorciado. Tenencia de la vivienda: alquilada. No tiene partida de nacimiento. No está afiliada a ningún seguro. No sabe leer o escribir. Vivienda particular. vivienda en quinta. Servicio higiénico: pozo ciego o negro, letrina. Material predominante en paredes: quincha (caña con barro). Abastecimiento de agua: camión cisterna, pozo. Trabajador(a) familiar no remunerado. Buscando trabajo por primera vez. Rama económica: construcción, hogares privados.</p>	$0.900 \leq R < 1.554$
Medio	<p>Población de 45 a 64 años. Discapacidad física o mental: para oír. Estado civil o conyugal: conviviente. Tenencia de la vivienda: cedida por el centro de trabajo u otra forma. No tiene partida de nacimiento. No está afiliada a ningún seguro. No sabe leer o escribir. Sin ningún nivel educativo. Vivienda particular: vivienda en vecindario. Servicio higiénico: pozo séptico. Material predominante en paredes: madera (pona, tomillo, etc.) Abastecimiento de agua: pilón de uso público. Empleado u obrero. Estudiando y no trabaja. Rama económica: suministro de agua, luz o gas e industrias manufactureras.</p>	$0.510 \leq R < 0.900$
Bajo	<p>Población de 15 a 44 años. Discapacidad física o mental: para hablar u alguna otra discapacidad. Estado civil o conyugal: casado(a) o soltero(a). Tenencia de vivienda: propia pagando a plazos o totalmente pagada. No tiene partida de nacimiento. No está afiliada a ningún seguro. No sabe leer o escribir. Sin ningún nivel educativo. Vivienda particular: Departamento en edificio o casa independiente. Servicio higiénico: conexiona red pública dentro o fuera de la vivienda. Material predominante en paredes: ladrillo o bloque de cemento o adobe o tapia. Abastecimiento de agua: conexión a la red pública fuera o dentro de la vivienda. Trabajador independiente, empleador o patrón. Al cuidado del hogar u otra actividad económica no especificada.</p>	$0.282 \leq R < 0.510$

Nota. (CENEPRED, 2014, págs. 36 - 37)



2.2.5. Defensa ribereña.

2.2.5.1. Definición.

Edificaciones diseñadas para resistir grandes avenidas u otros eventos que puedan elevar el nivel del río y repercutir en las zonas próximas a la ribera (Hernández, 2021, p. 20). Este concepto incluye tanto medidas no estructurales, que se centran en la concienciación y zonificación de las zonas de riesgo, como estructurales, que implican cambios en la morfología del cauce, como la desecación, el mantenimiento o la ejecución de obras en la ribera (Hernández, 2021, p. 20).

2.2.5.2. Clasificación.

Se han elegido dos categorías de obras: flexibles y rígidas Meza Verastegui (2019).

2.2.5.2.1. Obras de tipo flexible.

Cuando los suelos presentan deformaciones notables:

- a. **Muros de gaviones:** Son estructuras construidas utilizando un lienzo de alambra de acero galvanizado. Estas estructuras se colocan inicialmente en el sitio de la obra en estado desarmado y luego se llenan con piedras de una capacidad y peso específicos. Este tipo de muro ofrece ventajas en términos de simplicidad constructiva y economía, siendo técnicamente válido como muro de contención en diversos entornos, climas y estaciones. Su eficiencia radica en que no requieren mano de obra calificada ni equipos especializados, y a menudo, las piedras para el relleno pueden obtenerse localmente.



Capaces de soportar grandes deformaciones sin perder resistencia.

Las piedras pueden moverse entre las aberturas y el suelo gracias a la malla hexagonal de las aberturas que está triplemente retorcida, evitando caídas bruscas, características destacadas se encuentran:

- Flexibilidad.
- Permeabilidad.
- Versatilidad.
- Economía.
- Estética.

- **Usos de los muros gaviones:** donde son:
 - Los muros de contención: son un elemento esencial de sostenimiento y protección, sobre todo en los entornos de cauces fluviales, donde tienen por objeto preservar un diferencial del nivel del suelo entre dos orillas.
 - Conservación de suelos: La rápida erosión fluvial puede tener efectos perjudiciales en los suelos, resultando en la pérdida de extensas áreas. Este proceso provoca el deterioro de las infraestructuras de las regiones inferiores de la cuenca debido a la separación del material sólido en las partes superiores de la cuenca.
 - Control fluvial: Ayudan a acelerar el proceso de establecimiento del equilibrio y evitan los corrimientos de tierras, el transporte de materiales y la erosión a lo largo de las riberas de los ríos. Además, evitan las inundaciones de poblaciones y valles.
 - Soporte y protección de puentes: En los estribos de los puentes se pueden emplear gaviones individuales o combinados, como los de caja, los de bolsa y los de colchón. Ofrecen una gran resistencia a la carga.

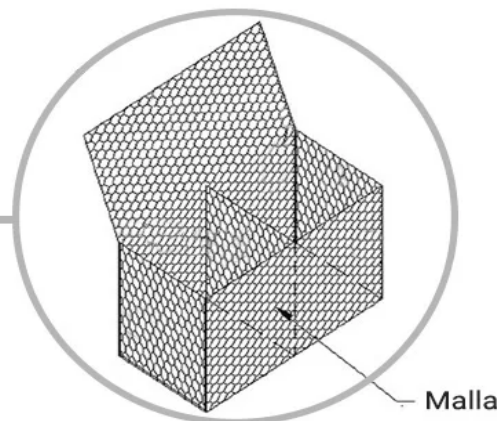
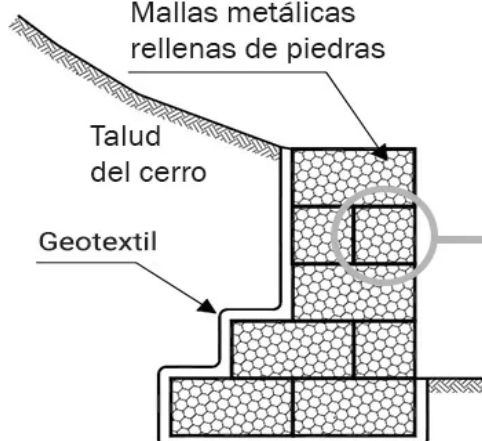
Figura 8

Muro de gaviones

Mallas metálicas
reellenas de piedras

Talud
del cerro

Geotextil



Malla

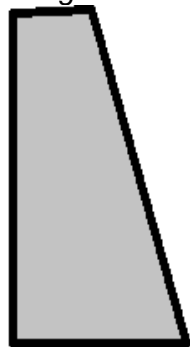
Nota. (<https://www.ecomur.mx/que-es-un-gavion/>).

2.2.5.2.2. Construcciones de tipo rígido.

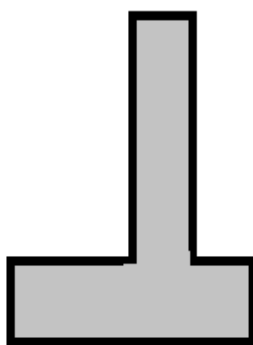
- Muro pantalla de concreto armado:** Son estructuras de contención, empleadas usualmente en construcciones de ingeniería civil.
- Pantallas prefabricadas de concreto:** Constituidas con elementos de concreto prefabricadas, con forma generalmente rectangulares.
- Muro de gravedad:** En esta estructura la resistencia se consigue por el propio peso del muro. En principio no existe ningún acuerdo diferenciado. La principal ventaja es que las paredes no están reforzadas y pueden resultar interesantes a media altura.

Figura 9

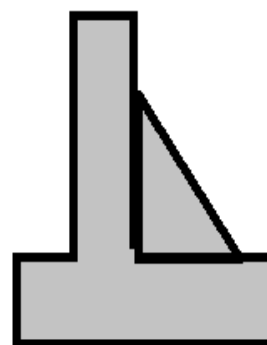
Muros de gravedad.



Muro de contención
de gravedad



Muro de contención en
voladizo o cantiléver



Muro de contención con
contrafuertes

Nota. (<https://geotecniaymecanicasuelosabc.com/muros-contencion/>).

- d. Muros pantalla:** Este tipo de edificios se construyen in situ. Las medidas oscilan entre 0,4 y 1,5 metros de grosor y 4 y 5 metros de longitud. La longitud viene determinada por las dimensiones del muro. Hay juntas que impiden el paso del agua entre los muros, y cada muro funciona independientemente de los demás.
- e. Pantallas de pilotes:** Estas estructuras de confinamiento plegables se utilizan con frecuencia en:
- Los dispositivos de hinca de pilotes de roca se emplean en suelos.
 - Cuando se trabaja con suelos que presentan peligros, o cuando la anchura de la zanja es extremadamente estrecha.
- f. Dique:** Un dique se define como un terraplén, ya sea natural o artificial, generalmente compuesto de tierra y ubicado de manera paralela al curso de un río. La finalidad de estas presas es evitar que se inunden las tierras de cultivo próximas a los ríos. Aunque su función principal es la protección contra inundaciones, también pueden ser empleados para canalizar el flujo del río y proporcionarle una velocidad más rápida.

Figura 10

Diques artificial

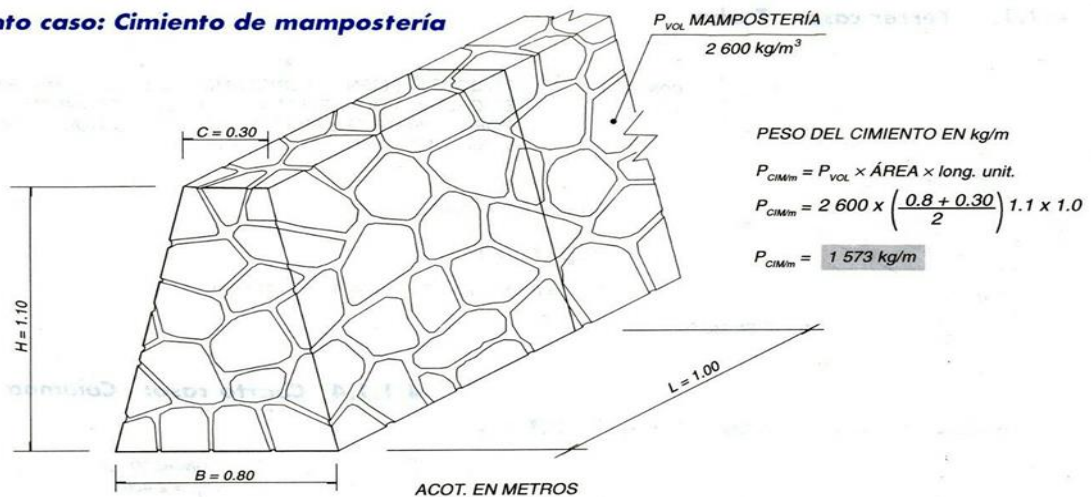


Nota. (https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/)

g. Muros de mampostería: Estos muros están conformados por combinaciones de mampuestos, que pueden ser piedras o tabiques, dispuestos de manera superpuesta. La construcción de estos muros implica la disposición manual de sus elementos individuales, asegurando juntas entre ellos para permitir la expansión libre de cada pieza y prevenir posibles grietas. Otra técnica utilizada es reforzar adecuadamente las juntas con varillas de acero.

Figura 11
Muros de mampostería de piedra

Quinto caso: Cimiento de mampostería



Nota. (https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/).

2.2.5.3. Diseño de los muros de contención.

El objetivo principal de esta estructura es la contención, es decir, resistir las fuerzas generadas por el flujo del río, prevenir la socavación del cauce y proporcionar protección más allá de la masa en movimiento analizada. En situaciones como deslizamientos de tierra, el muro cumple la función de ejercer una fuerza para contener la masa inestable, transmitiendo dicha fuerza hacia una cimentación. Entonces garantiza estabilidad y resistencia necesarias para enfrentar las fuerzas asociadas con el entorno fluvial.



2.3. MARCO CONCEPTUAL.

- **Amenaza:** Probabilidad de ocurrencia de un evento potencialmente desastroso en un lugar o zona durante un período de tiempo determinado.
- **Cuenca:** Hidrográfica es una región de la superficie terrestre en la que el sistema fluvial suele dirigir las precipitaciones hacia un único punto de salida.
- **Desbordamiento:** Desastre natural causado por la acumulación de lluvias y agua en un lugar concreto.
- **Encauzamiento:** Acción de dar a una corriente de agua una dirección específica mediante la realización de obras correspondientes.
- **Encharcamiento:** Estado de la tierra en el que el nivel freático está cerca o en la superficie, disminuyendo el rendimiento de los cultivos.
- **Escurrimiento:** Agua de precipitación que circula sobre o bajo la superficie terrestre y llega a una corriente para ser drenada fuera de la cuenca.
- **Infiltración:** Paso de agua a través de materiales porosos, como el suelo, debido a gradientes hidráulicos moderados.
- **Intensidad:** Tasa de precipitación en un intervalo de tiempo expresada generalmente en milímetros por hora.
- **Máxima Avenida:** Incremento del nivel de un curso de agua mayor que el flujo medio, debido a la intensidad, duración y repetición de las lluvias.
- **Peligro:** Porto y Gardey, (2009) el riesgo es el acontecimiento probable de que algo negativo ocurra pronto. Esta definición se centra en las percepciones innatas de las personas sobre cosas desconocidas que podrían poner en peligro su estabilidad.



- **Percolación:** Flujo de líquido a través de un medio poroso, como el agua en el suelo, debido a gradientes hidráulicos moderados.
- **Periodo de Retorno:** Intervalo medio de tiempo entre sucesos que tienen, como mínimo, una magnitud determinada.
- **Precipitaciones:** "Está formada por toda el agua que, de una forma u otra, ha quedado en la superficie de la tierra por la condensación del vapor de agua del aire que hay sobre ella. La lluvia, el rocío, la nieve o el granizo son ejemplos de precipitaciones. Vásquez (2016),
- **Riesgo:** "Peligro es la posibilidad o casi posibilidad de daño resultante de un suceso natural o de una fuente humana inadvertida, que podría provocar víctimas mortales, lesiones graves, daños materiales o la paralización de la actividad económica". Como afirma Koolhaas (2016)
- **Socavación:** Excavación profunda causada por el flujo de un río, provocando retroceso en las riberas o cauces.
- **Vulnerabilidad:** "Es la inclinación interior a ser impactado por un peligro. Alude a un escenario más o menos hipotético. No es un valor fijo, sino que depende de la naturaleza y el alcance de los peligros actuales, el ámbito de la investigación y la amplitud y el enfoque metodológico del análisis. Para Vásquez, (2002):
- **Máxima Avenida:** Cuando el nivel de un curso de agua sube más que el caudal típico de la lámina de agua, se produce la mayor inundación que puede ocurrir. En consecuencia, el aumento de caudal que se debe principalmente a la cantidad, duración y frecuencia de las precipitaciones no es soportado por el cauce. Felipe del ángel y García (2008)



2.4. MARCO NORMATIVO.

2.4.1. Manual para la evaluación de riegos por inundaciones fluviales.

El propósito de este manual es discutir los riesgos de desastres relacionados con las inundaciones fluviales y trabajar conjuntamente en la gestión de políticas, planes, programas y proyectos relacionados con la gestión de riesgos. Se basa en los lineamientos establecidos por la Ley 29664, que trata sobre la reducción del riesgo de catástrofes en relación con las inundaciones.

2.4.2. Manual de carreteras hidrología, hidráulica y drenaje MTC 2014.

El MTC, como entidad rectora en el ámbito de transporte en Perú, emite este manual para establecer estándares técnicos y procedimientos específicos en el diseño de infraestructuras viales, con un enfoque particular en aspectos hidrológicos, hidráulicos y de drenaje.

2.4.3. Guía metodológica para la elaboración de mapas de inundación.

En este manual se ofrece una colección de instrucciones y protocolos para llevar a cabo investigaciones y análisis con el fin de identificar y cartografiar las regiones vulnerables a las inundaciones. La planificación urbana, la gestión de riesgos y la toma de decisiones bien informadas en lugares propensos a las inundaciones dependen de la cartografía de inundaciones.

2.4.4. Ley de Recursos Hídricos (Ley N° 29338).

El propósito fundamental es establecer un marco legal que permita la adecuada administración y utilización sostenible de los recursos hídricos en el territorio peruano. Esto implica considerar aspectos como la conservación, protección, y planificación en relación con el agua en sus diferentes formas.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. MÉTODO.

Para analizar el riesgo de inundación del río investigado y determinar la estructura de protección contra inundaciones, es necesario conocer las condiciones hidráulicas, geotécnicas y topográficas del área investigada.

3.1.1. Método general.

"El método utilizado fue sintético. Las ideas pueden estructurarse porque son adecuadas para analizar y sintetizar la información recopilada" (Maya, 2014, pp. 13-14).

3.1.2. Métodos específicos.

Con los datos obtenidos de la SENHAMI, se realizaron los cálculos topográficos y de cuenta del caudal del río. Con esta información, se realizó la modelación hidrológica e hidráulica utilizando los programas Civil 3D, ArGIS y Hec Ras; esto permitió identificar las áreas más vulnerables a inundaciones por crecidas del río Coasa y proponer el tipo de estructura de defensa ribereña que presentaría el mejor desempeño.



3.2. TIPO DE ESTUDIO.

El tipo de estudio se adapta a la aplicación. Según Borja (2012), "le interesa más la aplicación inmediata a los problemas que desarrollar el conocimiento de los valores humanos universales". (Página 10).

3.3. ENFOQUE DE ESTUDIO.

El método cuantitativo se basa en el empleo de mediciones numéricas, cálculos y, con frecuencia, análisis estadísticos para detectar con precisión patrones de comportamiento en la población (Borja, 2012, p. 11).

3.4. NIVEL DE ESTUDIO.

Es descriptivo y transversal porque pretende comparar las características específicas de diferentes sujetos en determinados momentos del tiempo con un mismo periodo.

3.5. DISEÑO DE ESTUDIO.

Diseño de estudio sin experimentación: «Este diseño de investigación sin experimentación no prueba ni verifica una relación causal directa entre dos variables o dos factores» (Borja, 2012, p. 13).

3.6. POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO:

3.6.1. Población de estudio.

La población se llama Finida y está formada por la cuenca del río Coasa, en la provincia de Carabaya. El río desemboca en el Amazonas a unos 252 kilómetros.

3.6.2. Muestra de estudio.

Una parte de las crecidas del río Coasa componen la muestra, en una longitud de 5 450 metros aproximadamente, que se encuentra dentro del dist. de Coasa prov. de Carabaya del Dep. de Puno.

3.7. ÁMBITO DE ESTUDIO.

3.7.1. Ubicación del área en estudio.

El lugar de la investigación está situado en la región altiplánica de Puno, en la cordillera sur andina, al noreste de la provincia de Carabaya, en el distrito de Coasa y dentro de la cuenca hidrográfica del río Coasa. La cuenca del río Coasa comprende los distritos de Crucero, Usicayos y Coasa, todos ellos pertenecientes a la provincia de Carabaya.

Figura 12

Ubicación del distrito de la zona en estudio



Nota. (<http://www.rupestreweb.info/coasa.html>).

3.7.2. Descripción geográfica.

La zona está ubicada a una altitud de 3800 msnm con una topografía accidentada por grandes cerros que forman parte de las cordilleras presentes en la zona. La información proporcionada acerca de los ríos en estudio se basa en datos de Wikipedia del año 2021.

3.7.3. Clima que presenta.

El rango de temperaturas varía según la estación, de -5°C a 17°C . Las precipitaciones aumentan considerablemente de diciembre a abril debido a la llegada de masas de aire cálido y húmedo provocadas por el fenómeno del Niño.

3.7.4. Red hídrica.

El lugar de Coasa debe su nombre al río Coasa, que también es su principal fuente de agua. Asciende 3.800 metros sobre el nivel del mar en el norte del distrito. Pequeños arroyos lo alimentan tanto por la izquierda como por la derecha mientras corre hacia el sureste.

3.7.5. Descripción geomorfológica.

El río pasa por una meseta con una pendiente longitudinal baja de 0,05 a 0,14% y serpentea irregularmente, fluyendo a través de llanuras aluviales intermitentes de ancho variable.

3.7.6. Descripción geomorfológica.

- h. Pastos: Que corresponden al 20% del terreno.
- i. Cultivo: Que se distribuye en un 45% de la cuenca.
- j. Otros usos: Casas, bosques, etc. Que representa el 35 %.

3.8. TÉCNICAS Y FUENTES DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

El desarrollo del proyecto se realizó aplicando la técnica de observación (levantamiento topográfico y descarga de imagen satelital), análisis documental (SENAMHI) y ensayos (Estudio de suelos), siguiendo una secuencia lógica de desarrollo; como se describe a continuación.

3.8.1. Características topográficas, geotécnicas e hídricas.

3.8.1.1. Levantamiento batimétrico.

El levantamiento batimétrico del tramo de estudio es esencial para obtener detalles precisos sobre la geometría del río y la llanura inundable, siendo fundamental para la modelación hidráulica. Los puntos del levantamiento topográfico fue organizada y depurada para asegurar una geometría coherente y acorde con las características reales del río. Se utilizaron programas como Autocad Civil 3D para generar las curvas de nivel y planos. La longitud total del tramo analizado es de 5.6 km.

Figura 13
Levantamiento batimétrico de la zona

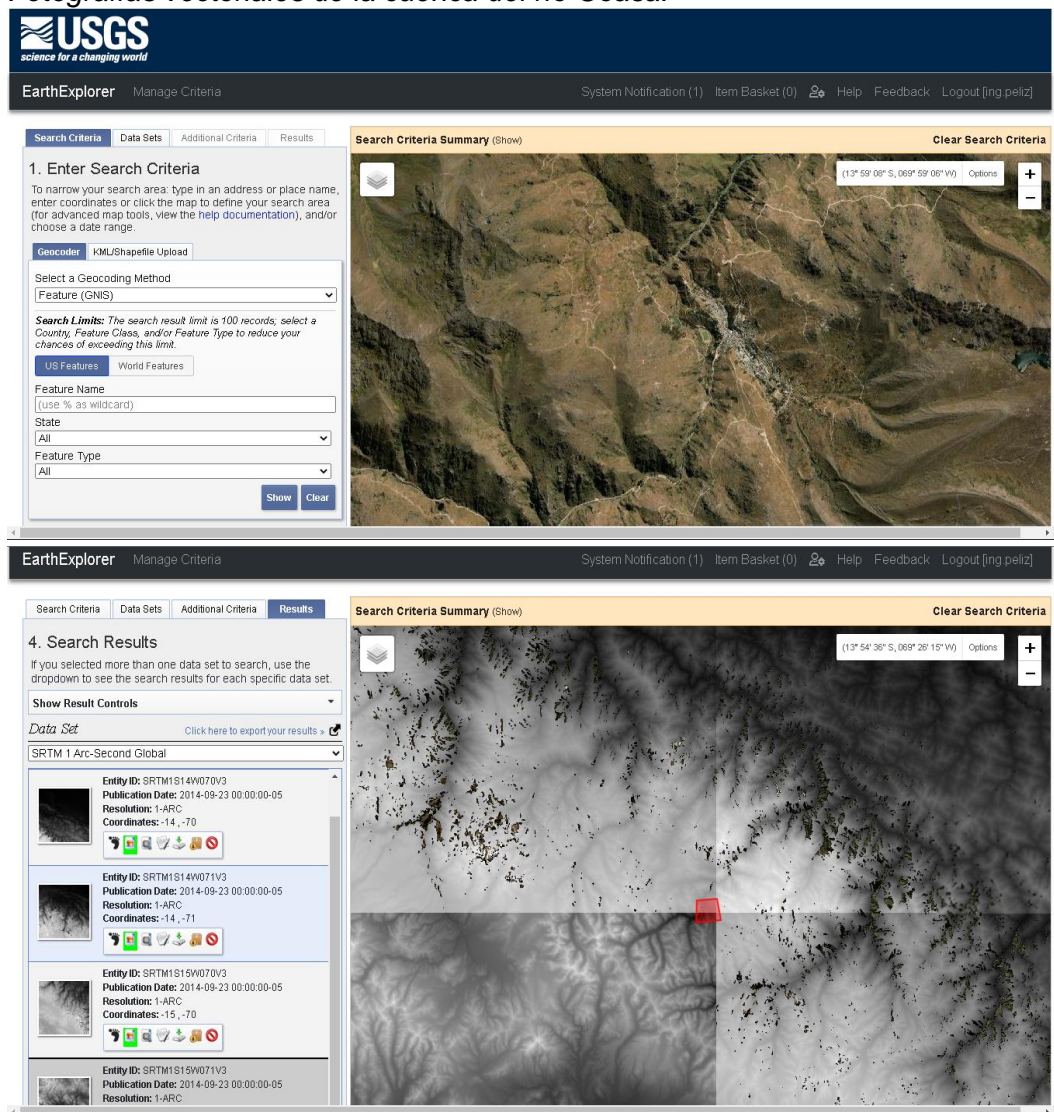


Nota. El grafico se muestra el levantamiento de secciones del Río Coasa

3.8.1.2. Descarga de imagen satelital.

Para calcular el caudal a lo largo del río, se necesitaron imágenes de satélite de la región de estudio para las simulaciones hidrológicas e hidráulicas. Ya que esta variable es necesaria para ejecutar las numerosas simulaciones que se sugieren para cada programa informático (QGIS y HEC RAS). El sitio web "EarthExplorer (usgs.gov)" proporcionó imágenes satelitales para este fin, de las cuales se obtuvieron las siguientes imágenes vectoriales de la región:

Figura 14
Fotografías vectoriales de la cuenca del río Coasa.



Nota. (Sitio web: <https://earthexplorer.usgs.gov/>)

3.8.1.3. Características geotécnicas.

Encontrar las características fundamentales del suelo es el objetivo del estudio de la mecánica del suelo. Este proceso implicó inspeccionar el área perforando pozos e identificando presas cerca del área de estudio. El objetivo era obtener correlaciones adecuadas entre los distintos materiales que componen el terreno y sirven de suelo de cimentación. Para las pruebas pertinentes, una fosa con una superficie de 0,16 m² y una profundidad de 1,00 m podría albergar 50,00 kg de muestras modificadas.

Figura 15
Muestreo de suelos (alterado)



Nota. En la imagen se pauta el tipo de suelo de la zona

3.8.1.3.1. Porcentaje de humedad.

Utilizando muestras de unos 500 g, el material pasó por el tamiz número 4 para determinar el porcentaje de agua en el suelo de la zona de investigación. Este proceso se describe en la norma MTC E 108. De las pruebas de laboratorio se obtuvo la siguiente información:



- Suelo húmedo + tarro: 321. 47 gr.
- Suelo seco + tarro: 313. 47 gr.
- Tarro: 38. 02 gr.
- Muestra húmeda (A): 283. 45 gr.
- Suelo seco (B): 299. 85 gr.

$$\text{Contenido de humedad (\%)} = \frac{A - B}{B} \times 100$$

$$\text{Contenido de humedad (\%)} = \frac{283.45 - 275.45}{275.45} \times 100 = 2.90\%$$

3.8.1.3.2. Límite líquido.

Se aplicó la metodología de la norma MTC E 110. Se obtuvo una muestra de aproximadamente 500 gramos y se pasó por un tamiz del nº 40. A continuación se muestra el resultado del límite de líquido derivado de la aplicación de la fórmula de correspondencia a los datos obtenidos:

$$\text{Límite líquido (\%)} = \frac{A}{B} \times 100$$

- Tarro N°:	H	I
- Muestra húmeda más tarro:	36.92 gr.	31.38 gr
- Muestra seca más tarro:	33.39 gr.	28.24 gr.
- Tarro:	20.95 gr.	17.33 gr.
- Agua(A):	3.53 gr.	3.14 gr.
- Muestra seca (B):	12.44 gr.	10.91 gr.
- Numero de golpes (N):	25	25
- Porcentaje de humedad:	29.20 %	29.00 %
- Límite líquido (LL)		29.10 %

3.8.1.3.3. Límite plástico.

Se siguió el procedimiento establecido en la norma MTC E 111. Se tomó una muestra de aproximadamente 500 gramos de material que pasó a través del tamiz N° 40. Al aplicar la fórmula correspondiente a los datos recopilados, se obtiene el resultado para el límite plástico:

$$\text{Límite plástico (\%)} = \frac{A}{B} \times 100$$

- Tarro N°:	I	G
- Peso de la muestra húmeda + tarro:	13.57 gr.	15.63 gr
- Peso de la muestra seca + tarro:	12.43 gr.	14.40 gr.
- Peso del tarro:	8.22 gr.	8.50 gr.
- Peso del agua(A):	1.14 gr.	1.23 gr.
- Peso de la muestra seca (B):	4.21 gr.	5.90 gr.
- Porcentaje de humedad:	27.08 %	20.85 %
- Límite Plástico (LP)		23.98 %

El índice plástico (IP) se calculó aplicando la ecuación siguiente:

$$IP (\%) = LL - LP$$

$$IP (\%) = 29.10 - 23.98 = \mathbf{05.13}$$

3.8.1.3.4. Análisis granulométrico.

El examen granulométrico se realizó de acuerdo al MTC E 107 del Manual de Ensayos de Materiales del MTC, norma peruana. Por tratarse de una muestra fina, se utilizó una muestra de aproximadamente 830 gramos, de la cual se derivó la siguiente información que se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 5*Análisis granulométrico del suelo del tramo en estudio*

Tamiz ASTM N°	Abertura (cm)	Peso ret. (gr)	% ret. (%)	% acum. (%)	% que pasa (%)
1/4"	0.635	0.00	0.00	0.00	100.00
4	0.476	13.20	1.59	1.59	98.41
10	0.238	17.30	2.08	3.67	96.33
20	0.119	70.80	8.52	12.20	87.80
40	0.059	420.20	50.60	62.79	37.21
60	0.030	56.50	6.80	69.60	30.40
100	0.015	60.20	7.25	76.85	23.15
200	0.015	80.10	9.64	86.49	13.51
Fondo		112.20	13.51	100.00	0.00
Total		830.50	100.00		
Perdida		0.20			

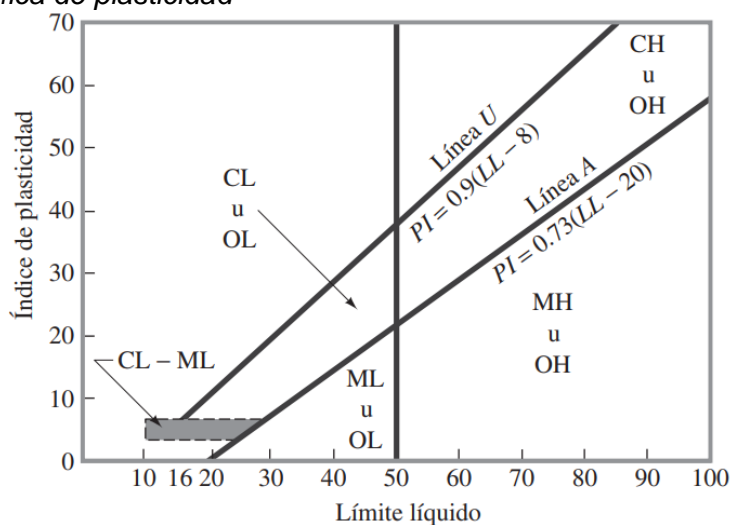
3.8.1.3.5. Clasificación de suelos bajo el sistema SUCS.

Para calcular la clase de suelo se tuvo en cuenta la siguiente información al utilizar el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos:

- Porcentaje de límite líquido : 43.85
- Porcentaje de límite plástico : 27.31
- Índice plástico. : 16.54
- Cantidad pasante de la malla N° 4 : 98.41%
- Cantidad pasante de la malla N° 200 : 13.51%

Menos del 50% de la muestra pasa por la malla N° 200. Se trata por tanto de un suelo de grano grueso, con más del 50% del suelo pasando por la malla N° 4. Además, el 12% de la muestra pasa por el N° 200, lo que indica un SM o SC. Como el LL es de 43,85 y el PI es superior a 7, y como está por encima de la línea «A» en el gráfico siguiente, el símbolo del grupo es ML. Céspedes

Figura 16
Gráfica de plasticidad



Nota. Braja M. Das, (2014), p. 84.

Para obtener el nombre del grupo, se empleó la tabla SUCS basado en los estados de consistencia y granulometría; resultando un suelo de tipo SC (arena arcillosa con grava).

3.8.1.3.6. Capacidad portante.

Tabla 6
Valores típicos de capacidad portante.

Clasificación de suelos SUCS	Capacidad portante q_s (kg/cm ²)
Rocas	100 – 5
Gravas arenosas (GW o GP)	5 – 3
Arenas bien graduadas (SW)	3.75 – 2.25
Arenas pobremente graduadas (SP)	3 – 1.75
Gravas compactas (GM)	2.50 – 1.50
Arenas limosas (SM)	2.00
Gravas o arenas arcillosas (GC o SC)	2.00
Suelos inorgánicos y arenas finas (ML o CL)	1.00
Arcillas orgánicas plástica (CH o MH)	0.50

Nota. (diseño estructural de concreto, Teodoro E. Harmsen).

Como podemos ver, la capacidad portante del suelo para un tipo de suelo SC es de 2,00 kg/cm² según la tabla de valores típicos; no obstante, utilizaremos 1,50 kg/cm² para esta tesis.

3.8.1.3.7. Densidad natural.

Se utilizó una muestra de suelo de unos 5 kg para calcular la gravedad específica del suelo utilizando el MTC E 205. La masa de un volumen de suelo en aire dividida por la masa de un volumen equivalente de agua pura desgasificada en aire, medida a temperatura constante, se conoce como gravedad específica.

Figura 17
Peso específico del suelo



Nota. Imagen de los instrumentos utilizados

De la prueba desarrollada se tiene los siguientes datos:

- Muestra seca al horno (A): 498. 20 gr.
- Muestra saturada seca (B): 501. 30 gr.
- Picnómetro con agua (Wc): 1239. 50 gr.
- Picnómetro + muestra + agua (W): 1535. 40 gr

$$\text{Peso esp. aparente} = \frac{B}{Wc + B - W}$$

$$\text{Peso esp. aparente} = \frac{501.30}{1239.50 + 501.30 - 1535.40}$$

$$\text{Peso esp. aparente} = 1.84 \text{ gr/cm}^3$$

3.8.1.4. Información hidráulica.

La información hidrológica es una de los más relevantes para un buen modelo de creciente en el cual se quiere identificar zonas de mayor riesgo de inundación, por la influencia de la precipitación de un caudal de un río; por los resultados que se obtiene el insumo principal para la modelación hidráulica y los hidrogramas.

El programa HEC - HMS requiere parámetros como el área de la cuenca, el tiempo de retardo o tiempo de concentración, el caudal medio, la evapotranspiración, los parámetros de escorrentía e infiltración y la precipitación durante las crecidas.

3.8.1.4.1. Senamhi.

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, o SENAMHI por sus ciclos, es el encargado de reportar las intensidades máximas que ocurren en nuestra nación en milímetros por hora. Con esta información podemos determinar las curvas de intensidad, duración y frecuencia, así como las curvas de escorrentía para el área de influencia de la cuenca en estudio.

3.8.1.4.2. Información meteorológica.

La metodología probabilística que Gumbel modificó utilizando los datos disponibles de las dos estaciones meteorológicas que afectan al caudal considerado sirve de base para este esfuerzo de investigación; La información meteorológica empleada se tomó de diferentes estaciones establecidas por el SENAMHI como son las estaciones: Crucero y Upina.

3.8.2. Modelamiento hidráulico.

3.8.2.1. Análisis de datos hidrológicos.

El Manual de Hidrología del MTC (2008) establece que el análisis de frecuencia utiliza modelos probabilísticos para estimar el volumen, la intensidad o la descarga máxima de las precipitaciones durante varios periodos de retorno (p. 25).

Tabla 7

Registro de precipitaciones máximas en el año (SENAMHI)

Año	P máx. (mm)	Año	P máx. (mm)	Año	P máx. (mm)	Año	P máx. (mm)
1970	24.886	1983	35.580	1996	47.057	2009	47.400
1971	30.363	1984	29.320	1997	39.493	2010	30.300
1972	34.276	1985	24.494	1998	39.493	2011	39.300
1973	51.231	1986	45.231	1999	22.538	2012	45.000
1974	34.276	1987	40.797	2000	42.101	2013	33.800
1975	34.537	1988	29.972	2001	25.147	2014	20.200
1976	59.317	1989	35.971	2002	61.664	2015	55.400
1977	46.014	1990	30.363	2003	27.755	2016	29.100
1978	28.146	1991	60.360	2004	35.580	2017	28.500
1979	33.493	1992	31.015	2005	35.900	2018	37.000
1980	63.360	1993	64.273	2006	63.300	2019	33.600
1981	43.666	1994	44.318	2007	36.500	2020	36.600
1982	29.320	1995	46.796	2008	32.800	2021	61.800

Nota. Estación de crucero – cuenca de río coasa

Según describe Máximo Villon, (2008); “el registro de las precipitaciones máximas solo representa una información en bruto; pero estos de ser organizados y analizados de una forma adecuada nos proporciona una herramienta con la que podemos decidir cómo desarrollar las estructuras hidráulicas.”.

3.8.2.2. Distribución normal de dos parámetros (Gauss).

La distribución normal es una distribución simétrica en forma de campana; a veces se la denomina campana de Gauss. A pesar de que en ocasiones no se ajusta exactamente a los registros hidrológicos, es ampliamente aplicable a datos modificados que se ajustan a la distribución.

- **Ordenamiento de datos de mayor a menor.**

Tabla 8

Distribución normal de dos parámetros (Gauss)

Nº	P máx. (mm)	Nº	P máx. (mm)	Nº	P máx. (mm)	Nº	P máx. (mm)
1	20.200	14	30.363	27	35.971	40	46.014
2	22.538	15	30.363	28	36.500	41	46.796
3	24.494	16	31.015	29	36.600	42	47.057
4	24.886	17	32.800	30	37.000	43	47.400
5	25.147	18	33.493	31	39.300	44	51.231
6	27.755	19	33.600	32	39.493	45	55.400
7	28.146	20	33.800	33	39.493	46	59.317
8	28.500	21	34.276	34	40.797	47	60.360
9	29.100	22	34.276	35	42.101	48	61.664
10	29.320	23	34.537	36	43.666	49	61.800
11	29.320	24	35.580	37	44.318	50	63.300
12	29.972	25	35.580	38	45.000	51	63.360
13	30.300	26	35.900	39	45.231	52	64.273

Nota. Orden de precipitaciones de mayor a menor

- **Promedio.**

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{2038.706}{52}$$

Donde "X" resulta:

$$\bar{X} = 39.206$$

- **Desviación estándar muestral.**

La desviación estándar muestral es dada por:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

Donde "σ" resulta:

$$\sigma = 11.723$$

- **Función de densidad de probabilidad.**

La siguiente expresión proporciona la función de densidad de probabilidad. Combinando los datos de la Tabla 8 con la media muestral y la desviación típica, podemos obtener los valores que se ve:

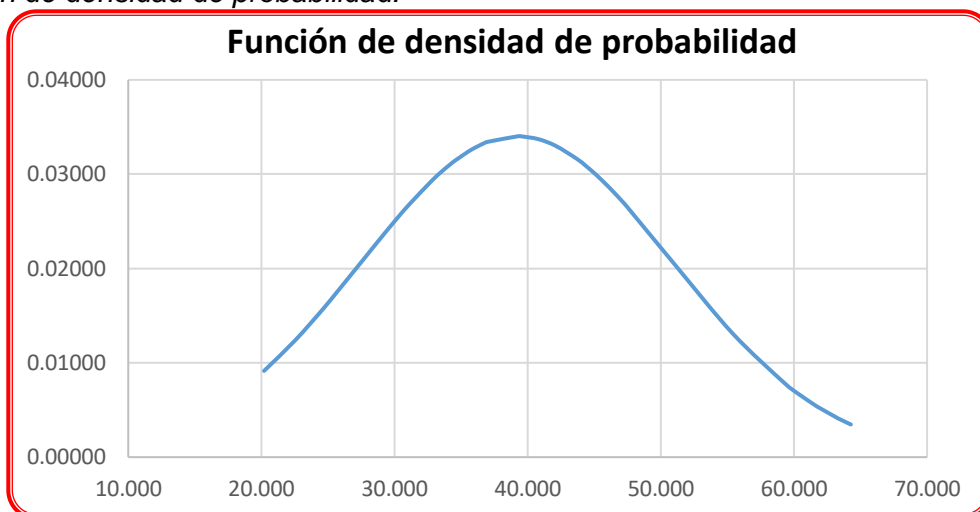
$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{1}{2} \frac{(x-\mu)^2}{\sigma^2}\right\} \quad -\infty < x < \infty$$

Tabla 9

Función de densidad de probabilidad de dos parámetros

P máx. (mm)	Distri. Normal	P máx. (mm)	Distri. Normal	P máx. (mm)	Distri. Normal	P máx. (mm)	Distri. Normal
20.200	0.00914	30.363	0.02560	35.971	0.03276	46.014	0.02875
22.538	0.01239	30.363	0.02560	36.500	0.03314	46.796	0.02760
24.494	0.01548	31.015	0.02666	36.600	0.03320	47.057	0.02719
24.886	0.01614	32.800	0.02931	37.000	0.03343	47.400	0.02665
25.147	0.01658	33.493	0.03022	39.300	0.03403	51.231	0.02011
27.755	0.02112	33.600	0.03035	39.493	0.03402	55.400	0.01311
28.146	0.02181	33.800	0.03060	39.493	0.03402	59.317	0.00781
28.500	0.02243	34.276	0.03115	40.797	0.03372	60.360	0.00668
29.100	0.02347	34.276	0.03115	42.101	0.03301	61.664	0.00543
29.320	0.02385	34.537	0.03144	43.666	0.03165	61.800	0.00531
29.320	0.02385	35.580	0.03244	44.318	0.03094	63.300	0.00412
29.972	0.02495	35.580	0.03244	45.000	0.03012	63.360	0.00407
30.300	0.02550	35.900	0.03270	45.231	0.02982	64.273	0.00346

Figura 18
Función de densidad de probabilidad.



Nota. Curva de densidad de probabilidad con mas frecuencia

- **Función de distribución de probabilidad.**

Es la integral de la función de densidad, que se obtiene mediante:

$$F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\alpha}^x e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-u}{\sigma}\right)^2} dx$$

Tabla 10

Función de densidad de probabilidad de la distribución normal de dos parámetros

P máx. (mm)	Distri. Normal	P máx. (mm)	Distri. Normal	P máx. (mm)	Distri. Normal	P máx. (mm)	Distri. Normal
20.200	0.05248	30.363	0.22534	35.971	0.39131	46.014	0.71929
22.538	0.07754	30.363	0.22534	36.500	0.40873	46.796	0.74134
24.494	0.10476	31.015	0.24238	36.600	0.41205	47.057	0.74849
24.886	0.11094	32.800	0.29238	37.000	0.42537	47.400	0.75772
25.147	0.11521	33.493	0.31303	39.300	0.50320	51.231	0.84749
27.755	0.16434	33.600	0.31626	39.493	0.50976	55.400	0.91642
28.146	0.17274	33.800	0.32235	39.493	0.50976	59.317	0.95687
28.500	0.18056	34.276	0.33705	40.797	0.55398	60.360	0.96442
29.100	0.19433	34.276	0.33705	42.101	0.59754	61.664	0.97230
29.320	0.19954	34.537	0.34521	43.666	0.64820	61.800	0.97303
29.320	0.19954	35.580	0.37856	44.318	0.66862	63.300	0.98007
29.972	0.21545	35.580	0.37856	45.000	0.68943	63.360	0.98032
30.300	0.22372	35.900	0.38897	45.231	0.69637	64.273	0.98375

- **Distribución teórica.**

Para nuestro caso, usaremos la ecuación de Weibull expresada con:

$$P(x) = \frac{m}{n + 1}$$

Tabla 11

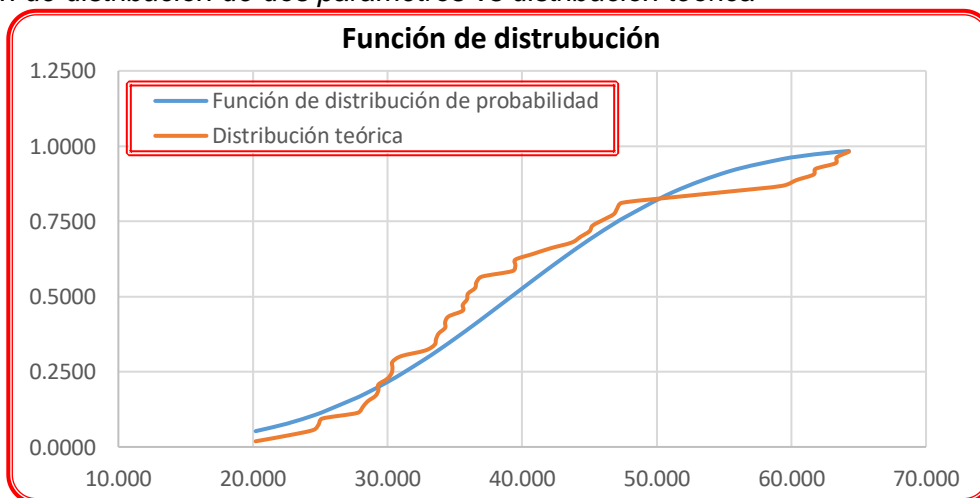
Distribución teórica

Distri. Normal	Distri. Teórica	Distri. Normal	Distri. Teórica	Distri. Normal	Distri. Teórica	Distri. Normal	Distri. Teórica
0.0525	0.0189	0.2253	0.2642	0.3913	0.5094	0.7193	0.7547
0.0775	0.0377	0.2253	0.2830	0.4087	0.5283	0.7413	0.7736
0.1048	0.0566	0.2424	0.3019	0.4120	0.5472	0.7485	0.7925
0.1109	0.0755	0.2924	0.3208	0.4254	0.5660	0.7577	0.8113
0.1152	0.0943	0.3130	0.3396	0.5032	0.5849	0.8475	0.8302
0.1643	0.1132	0.3163	0.3585	0.5098	0.6038	0.9164	0.8491
0.1727	0.1321	0.3224	0.3774	0.5098	0.6226	0.9569	0.8679
0.1806	0.1509	0.3370	0.3962	0.5540	0.6415	0.9644	0.8868
0.1943	0.1698	0.3370	0.4151	0.5975	0.6604	0.9723	0.9057
0.1995	0.1887	0.3452	0.4340	0.6482	0.6792	0.9730	0.9245
0.1995	0.2075	0.3786	0.4528	0.6686	0.6981	0.9801	0.9434
0.2154	0.2264	0.3786	0.4717	0.6894	0.7170	0.9803	0.9623
0.2237	0.2453	0.3890	0.4906	0.6964	0.7358	0.9838	0.9811

Nota. Resultados de la ecuación Weibull P(x)

Figura 19

Función de distribución de dos parámetros vs distribución teórica



3.8.2.3. Distribución lognormal de dos parámetros.

Se dice que una variable aleatoria X se distribuye normalmente si los logaritmos de su Y también se distribuyen normalmente. El cálculo de sucesos extremos, como caudales máximos y mínimos y precipitaciones, se realiza con frecuencia utilizando esta distribución. Su logaritmo reduce más los datos grandes que los pequeños, por lo que tiene la ventaja de que $X > 0$ y la transformación de Los tienden a reducir la simetría positiva. La siguiente tabla muestra valores obtenidos a partir de la siguiente ecuación

- **Log normal.**

$$Y = \ln X$$

- **Ordenamiento de datos de mayor a menor.**

Tabla 12

Función de densidad de probabilidad de la distribución log normal de dos parámetros.

P máx. (x)	ln (x)	P máx. (x)	ln (x)	P máx. (x)	ln (x)	P máx. (x)	ln (x)
20.200	3.0057	30.363	3.4132	35.971	3.5827	46.014	3.8289
22.538	3.1152	30.363	3.4132	36.500	3.5973	46.796	3.8458
24.494	3.1984	31.015	3.4345	36.600	3.6000	47.057	3.8514
24.886	3.2143	32.800	3.4904	37.000	3.6109	47.400	3.8586
25.147	3.2247	33.493	3.5114	39.300	3.6712	51.231	3.9363
27.755	3.3234	33.600	3.5145	39.493	3.6761	55.400	4.0146
28.146	3.3374	33.800	3.5205	39.493	3.6761	59.317	4.0829
28.500	3.3499	34.276	3.5344	40.797	3.7086	60.360	4.1003
29.100	3.3707	34.276	3.5344	42.101	3.7401	61.664	4.1217
29.320	3.3783	34.537	3.5420	43.666	3.7766	61.800	4.1239
29.320	3.3783	35.580	3.5718	44.318	3.7914	63.300	4.1479
29.972	3.4003	35.580	3.5718	45.000	3.8067	63.360	4.1488
30.300	3.4111	35.900	3.5807	45.231	3.8118	64.273	4.1631

- Desviación estándar muestral.

La desviación estándar muestral es dada por:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

Donde "σ" resulta:

$$\sigma = 11.723$$

- Función de densidad de probabilidad.

La siguiente expresión proporciona la función de densidad de probabilidad. Combinando los datos de la Tabla 8 con la media muestral y la desviación típica, podemos obtener los valores que se:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{1}{2} \frac{(x-\mu)^2}{\sigma^2}\right\} \quad -\infty < x < \infty$$

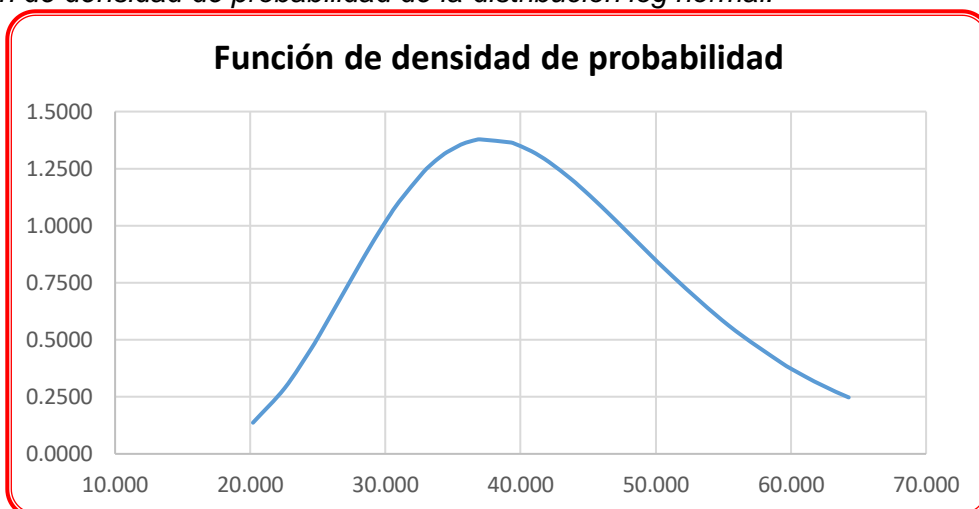
Tabla 13

Función de densidad de probabilidad de la distribución log normal de dos parámetros

ln (x)	Distri. Normal	ln (x)	Distri. Normal	ln (x)	Distri. Normal	ln (x)	Distri. Normal
3.0057	0.1367	3.4132	1.0495	3.5827	1.3641	3.8289	1.0819
3.1152	0.2874	3.4132	1.0495	3.5973	1.3730	3.8458	1.0370
3.1984	0.4593	3.4345	1.1052	3.6000	1.3743	3.8514	1.0218
3.2143	0.4975	3.4904	1.2341	3.6109	1.3782	3.8586	1.0018
3.2247	0.5234	3.5114	1.2738	3.6712	1.3644	3.9363	0.7790
3.3234	0.7945	3.5145	1.2793	3.6761	1.3607	4.0146	0.5622
3.3374	0.8350	3.5205	1.2893	3.6761	1.3607	4.0829	0.3983
3.3499	0.8711	3.5344	1.3110	3.7086	1.3267	4.1003	0.3615
3.3707	0.9311	3.5344	1.3110	3.7401	1.2790	4.1217	0.3194
3.3783	0.9526	3.5420	1.3217	3.7766	1.2078	4.1239	0.3152
3.3783	0.9526	3.5718	1.3552	3.7914	1.1746	4.1479	0.2724
3.4003	1.0142	3.5718	1.3552	3.8067	1.1383	4.1488	0.2708
3.4111	1.0438	3.5807	1.3626	3.8118	1.1257	4.1631	0.2474

Figura 20

Función de densidad de probabilidad de la distribución log normal.



Nota. Curva de probabilidad log normal con mayor frecuencia

- **Función de distribución de probabilidad.**

Es la integral de la función de densidad, que se obtiene mediante:

$$F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\alpha}^x e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-u}{\sigma}\right)^2} dx$$

Tabla 14

Función de densidad de probabilidad de la distribución log normal.

P máx. (mm)	Distri. Normal	P máx. (mm)	Distri. Normal	P máx. (mm)	Distri. Normal	P máx. (mm)	Distri. Normal
20.200	0.01576	30.363	0.22955	35.971	0.43885	46.014	0.75742
22.538	0.03824	30.363	0.22955	36.500	0.45881	46.796	0.77528
24.494	0.06897	31.015	0.25245	36.600	0.46257	47.057	0.78100
24.886	0.07655	32.800	0.31802	37.000	0.47753	47.400	0.78835
25.147	0.08187	33.493	0.34426	39.300	0.56053	51.231	0.85760
27.755	0.14660	33.600	0.34832	39.493	0.56720	55.400	0.90993
28.146	0.15801	33.800	0.35594	39.493	0.56720	59.317	0.94257
28.500	0.16866	34.276	0.37412	40.797	0.61090	60.360	0.94919
29.100	0.18744	34.276	0.37412	42.101	0.65193	61.664	0.95646
29.320	0.19453	34.537	0.38410	43.666	0.69736	61.800	0.95715
29.320	0.19453	35.580	0.42397	44.318	0.71502	63.300	0.96419
29.972	0.21617	35.580	0.42397	45.000	0.73268	63.360	0.96445
30.300	0.22736	35.900	0.43613	45.231	0.73848	64.273	0.96815

- **Distribución teórica.**

Para nuestro caso, usaremos la ecuación de Weibull expresada con:

$$P(x) = \frac{m}{n + 1}$$

Tabla 15

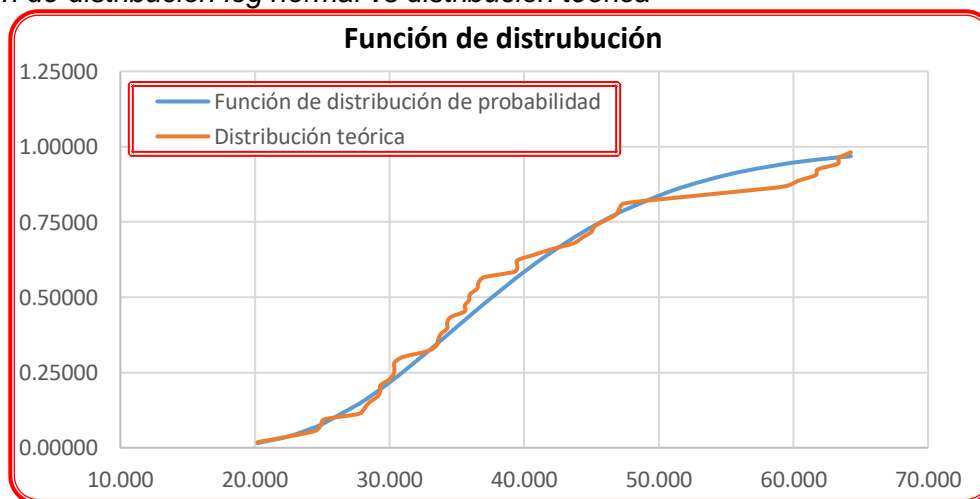
Función de densidad de probabilidad de la distribución teórica

Distri. Normal	Distri. Teórica	Distri. Normal	Distri. Teórica	Distri. Normal	Distri. Teórica	Distri. Normal	Distri. Teórica
0.01576	0.01887	0.22955	0.26415	0.43885	0.50943	0.75742	0.75472
0.03824	0.03774	0.22955	0.28302	0.45881	0.52830	0.77528	0.77358
0.06897	0.05660	0.25245	0.30189	0.46257	0.54717	0.78100	0.79245
0.07655	0.07547	0.31802	0.32075	0.47753	0.56604	0.78835	0.81132
0.08187	0.09434	0.34426	0.33962	0.56053	0.58491	0.85760	0.83019
0.14660	0.11321	0.34832	0.35849	0.56720	0.60377	0.90993	0.84906
0.15801	0.13208	0.35594	0.37736	0.56720	0.62264	0.94257	0.86792
0.16866	0.15094	0.37412	0.39623	0.61090	0.64151	0.94919	0.88679
0.18744	0.16981	0.37412	0.41509	0.65193	0.66038	0.95646	0.90566
0.19453	0.18868	0.38410	0.43396	0.69736	0.67925	0.95715	0.92453
0.19453	0.20755	0.42397	0.45283	0.71502	0.69811	0.96419	0.94340
0.21617	0.22642	0.42397	0.47170	0.73268	0.71698	0.96445	0.96226
0.22736	0.24528	0.43613	0.49057	0.73848	0.73585	0.96815	0.98113

Nota. Resultados de distribución Weibull log normal

Figura 21

Función de distribución log normal vs distribución teórica



Nota. Curva de relacion log normal



3.8.2.4. Prueba de ajuste.

Para evaluar en qué medida una colección de datos se ajusta a una distribución esperada, se utiliza el análisis de bondad de ajuste. Para encontrar la distribución que más se ajusta a una distribución esperada, se empleó la prueba de Kolmogorov Smirnov.

Utilizando dos enfoques diferentes -uno a partir de la función de distribución de probabilidad y otro a partir de la distribución teórica- este método determina si los datos seriados siguen una distribución normal. Aplicando la siguiente expresión se obtiene lo siguiente:

$$\Delta = \max(P_o(x) - P(x))$$

Donde:

Δ : Máxima diferencia de las funciones de la Probabilidad.

$P_o(x)$: Distribución de Probabilidades de la muestra.

$P(x)$: Probabilidades teórica.

- Aplicación.

- Nivel de significación
- Nivel de significación $\Delta\alpha$; se obtiene de la siguiente tabla en función de α y N, donde N es el número de datos de la muestra.

- Condición.

- Si $\Delta < \Delta\alpha$, el ajuste es bueno, al nivel de significación elegido.
- Si $\Delta \geq \Delta\alpha$, el ajuste no es bueno, al nivel de significación elegido, siendo necesario probar con otra distribución; es decir, los datos se ajustan a la distribución escogida con el grado de significación de α .

Según Kolmogorov Smirnov para datos superiores a 35 ($N > 35$) se emplea la siguiente expresión para determinar el nivel de significación:

$$\alpha = \frac{1.36}{\sqrt{N}} = \frac{1.36}{\sqrt{52}} = 0.1886$$

Entonces tenemos:

Significancia	0.05		
Datos	52		
Significación	0.1886		
Distribución normal	0.1407	0.1886	Ok!
Distribución log normal	0.0885	0.1886	Ok!

Por lo tanto, asumimos la distribución **Log normal** de dos parámetros por ofrecer un mejor ajuste de datos con un valor de 0.0885.

3.8.2.5. Análisis de frecuencia.

Tormentas fuertes, picos elevados, etc. afectan al sistema hidrológico. La magnitud de los eventos extremos es inversamente proporcional a su frecuencia de ocurrencia. Se sugiere el enfoque del elemento de frecuencia para determinar estos eventos máximos, que son necesarios en los diseños hidráulicos.

- Procedimiento.

- El factor de frecuencia usa, es la distribución que mejor se ajuste.
- Determinar la probabilidad de Ocurrencia.
- Se estableció periodos de retorno de 2, 5 10, 25, 50, 100 y 200 años.
- Desarrolle una fórmula para el factor de frecuencia y determine el valor esperado para cada tiempo de retorno.

- Factores de frecuencia de IAS.

Mediante las ecuaciones, estos factores se extrajeron utilizando el enfoque de la distribución logarítmica normal de dos parámetros.:

$$X_T = e^{\mu_y + K_T \cdot \sigma_y}$$

Donde:

X_T : Precipitación Proyectada (mm/año).

μ_y : Promedio de $\ln(x)$ (tabla 13).

σ_y : Desviación estándar muestral de $\ln(x)$ (tabla 13).

$$K_T = -\left(w - \frac{A}{B}\right)$$

$$A = 2.515517 + 0.802853w + 0.010328w^2$$

$$B = 1 + 1.432788w + 0.189269w^2 + 0.001308w^3$$

$$w = \left[\ln\left(\frac{1}{1-p^2}\right) \right]^{1/2}$$

Cuando: $0 < p \leq 0.5$ entonces: $p = \left(\frac{1}{\text{Tiempo de Retorno } (T_R)}\right)$

Tabla 16

Factores de frecuencia de IAS

T_R (años)	p	W	A	B	K_T	X_T (mm/año)
2	0.500	0.5364	2.949106	1.823141	1.081236	51.4032
5	0.200	0.2020	2.678151	1.297224	1.862480	64.4245
10	0.100	0.1003	2.596108	1.145542	2.166018	70.3316
25	0.040	0.0400	2.547661	1.057638	2.368806	74.5769
50	0.020	0.0200	2.531580	1.028734	2.440866	76.1464
100	0.010	0.0100	2.523547	1.014347	2.477853	76.9647
200	0.005	0.0050	2.519532	1.007169	2.496598	77.3828
500	0.002	0.0020	2.517123	1.002866	2.507928	77.6366

De los valores obtenidos se tomó la precipitación proyectada para 50 años de retorno 76.1464mm/año; puesto así lo establece el Manual de Hidrología del MTC para Puentes y Defensas Ribereñas.

3.8.2.6. Tornado de diseño.

Estas tormentas son patrones de lluvia definidos que se utilizan en el diseño de sistemas hidrológicos. Por lo general, crean un inicio de sesión y, en consecuencia, lo revisan. Esto se calcula utilizando los procedimientos de esorrentía y esorrentía de aguas pluviales. Esto está determinado por el hidrograma de diseño para el valor de la profundidad de lluvia y la distribución temporal en un punto determinado.

Para determinar el tiempo de duración de una tormenta, es necesario contar con información pluvio gráfica, pero al no tener esta información, se estimó el valor de las precipitaciones para 6 horas por lo que se aplicó la siguiente ecuación:

Para $3 > t \geq 24$ horas

$$i(t, T) = a (1 + k \text{Log}T) * t^{n-1}$$

Dónde:

- i : Intensidad (mm/h)
- k : Parámetro de frecuencia (adimensional).
- a : Parámetro de intensidad (mm)
- n : Parámetro duración (adimensional).
- b : Parámetro (en horas).
- T : Tiempo de retorno (en años).
- t : Duración (en horas)

El caso en estudio pertenece a la región del altiplano que corresponde a la zona 123₆, para los cual se determinan sus parámetros de acuerdo a las siguientes tablas:

Tabla 17

Sub división del territorio peruano en zonas y subzonas pluviométricas

ZONA	K'_g	Sub zona	ϵ_g	
123	0.553	123 ₁	85.0	v
		123 ₂	75.0	
		123 ₃	100-0.022 Y	
		123 ₄	70-0.019 Y	
		123 ₅	24.0	
		123 ₆	30.5	
		123 ₇	-2+0.006 Y	
		123 ₈	26.6	
		123 ₉	23.3	
		123 ₁₀	6+0.005 Y	
		123 ₁₁	1+0.005 Y	
		123 ₁₂	75.0	
		123 ₁₃	70.0	

Nota. (Manual de hidrología, hídrica y drenaje del MTC)

Tabla 18

Valores de los parámetros a, n y k

Sub zona	Estación	Nº Total de	Valor	Valor
		Estaciones	de n	de a
123 ₁	321	2	0.357	32.2
	385			
123 ₃	384	3	0.405	37.82-0.0083 Y
	787			
	805			
123 ₁₃	244	2	0.432	
	193			
123 ₅	850	2	0.353	9.2
	903			
123 ₆	840	4	0.380	11.0
	913			
	918			
	958			

Nota. (Manual de hidrología, hídrica y drenaje del MTC)

De las tablas tenemos la siguiente información:

- a : 11
- k : 0.553
- n : 0.380
- Duración de tormenta : 6:00 horas (360 minutos)

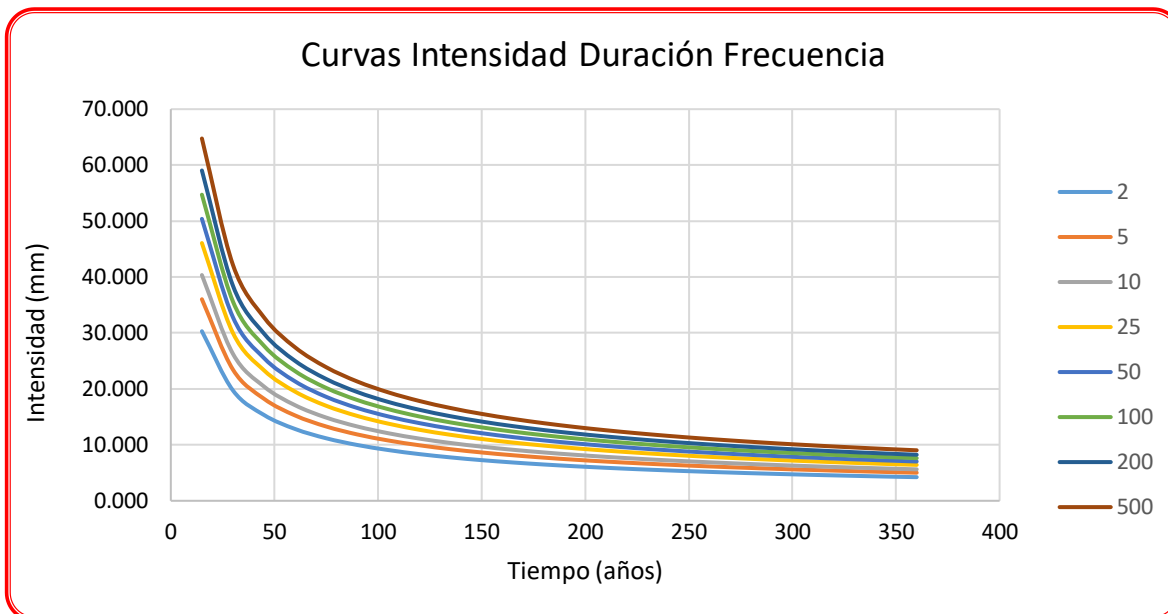
Los valores de intensidad pluviométrica obtenidos a partir de la ecuación mencionada se muestran en la tabla siguiente. Estos valores se proyectaron para varios tiempos de retorno, con los que se dibujan las curvas IDF (Intensidad Duración y Frecuencia).

Tabla 19
Tornamenta de diseño

t/T (min)	Intensidad de lluvia (mm/h)							
	Periodos de retorno (años)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
15	30.307	36.025	40.350	46.067	50.393	54.718	59.043	64.761
30	19.720	23.440	26.254	29.975	32.789	35.603	38.418	42.138
45	15.337	18.230	20.419	23.312	25.501	27.689	29.878	32.771
60	12.831	15.252	17.083	19.504	21.335	23.166	24.997	27.418
75	11.173	13.281	14.876	16.984	18.578	20.173	21.767	23.875
90	9.979	11.862	13.286	15.168	16.593	18.017	19.441	21.323
105	9.069	10.780	12.075	13.786	15.080	16.374	17.669	19.380
120	8.349	9.924	11.115	12.690	13.882	15.073	16.265	17.840
135	7.761	9.225	10.333	11.797	12.904	14.012	15.120	16.584
150	7.270	8.642	9.679	11.051	12.088	13.126	14.163	15.535
165	6.853	8.146	9.124	10.417	11.395	12.373	13.351	14.644
180	6.493	7.718	8.645	9.870	10.796	11.723	12.650	13.875
195	6.179	7.344	8.226	9.392	10.274	11.155	12.037	13.203
210	5.901	7.015	7.857	8.970	9.812	10.654	11.497	12.610
225	5.654	6.721	7.528	8.594	9.401	10.208	11.015	12.082
240	5.432	6.457	7.232	8.257	9.033	9.808	10.583	11.608
255	5.232	6.219	6.966	7.953	8.699	9.446	10.193	11.180
270	5.050	6.002	6.723	7.676	8.396	9.117	9.838	10.790
285	4.883	5.805	6.502	7.423	8.120	8.817	9.514	10.435
300	4.730	5.623	6.298	7.190	7.866	8.541	9.216	10.108
315	4.590	5.455	6.110	6.976	7.631	8.286	8.941	9.807
330	4.459	5.300	5.937	6.778	7.414	8.051	8.687	9.528
345	4.338	5.156	5.775	6.594	7.213	7.832	8.451	9.269
360	4.225	5.022	5.625	6.422	7.025	7.628	8.231	9.028

La siguiente figura grafica las curvas de Intensidad Duración y Frecuencia con los valores de la tabla anterior:

Figura 22
Curvas de Intensidad Duración Frecuencia



Nota. Periodos de retorno en intensidad y tiempo

3.8.2.7. Normalización de las curvas IDF.

Las curvas IDF determinadas por la metodología IILA - SENAMHI - UNI son normalizadas a los valores de precipitación encontrados en el momento del retorno. Este reajuste es necesario porque se calculan los valores de precipitación esperados en el momento del retorno, pero estos valores no se toman en cuenta en las curvas IDF. Para ello se utiliza el método de alternancia de bloques (hietograma).

Las curvas IDF deben convertirse a hietogramas, que son más prácticos de entender y gestionar. Luego necesitas normalizar estos glifos y deberías tener un hietograma normalizado. La siguiente tabla muestra los datos para determinar estos valores. El período de retorno se basa en más de 50 años de datos de las tablas anteriores.:



Tabla 20

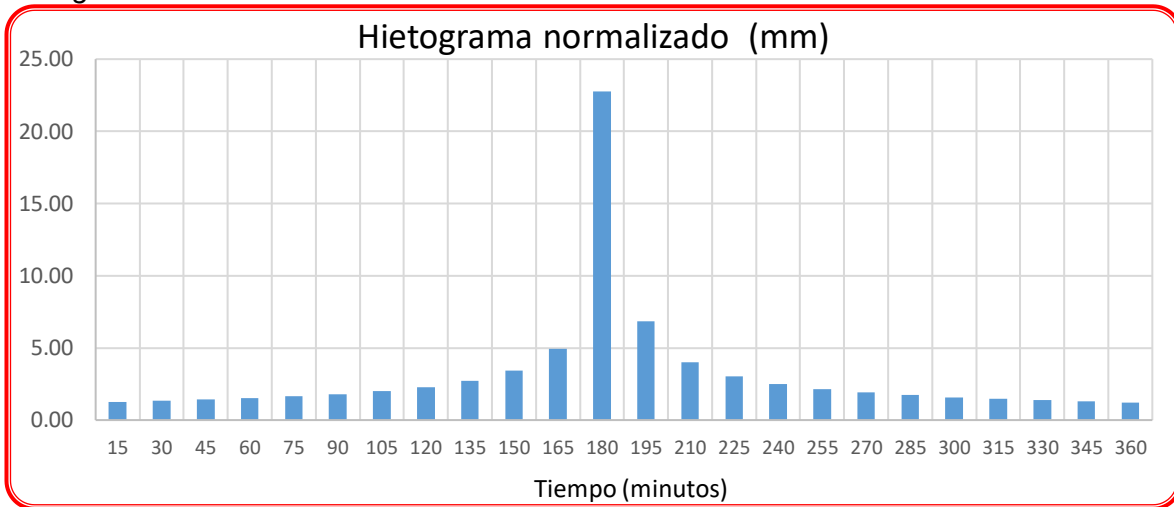
Normalización de las curvas IDF

Tiempo (minutos)	Intensidad (mm/hora)	Precipitación (mm)	Incremento (mm)	Factor K	Hietograma (mm)	Hietograma normalizado
15	50.3926	12.5981	12.5981	23	0.6947	0.9032
30	32.7890	16.3945	3.7963	21	0.7359	0.9568
45	25.5007	19.1255	2.7310	19	0.7843	1.0197
60	21.3348	21.3348	2.2093	17	0.8420	1.0947
75	18.5783	23.2228	1.8880	15	0.9123	1.1861
90	16.5925	24.8888	1.6660	13	1.0003	1.3005
105	15.0802	26.3903	1.5015	11	1.1146	1.4491
120	13.8820	27.7639	1.3736	9	1.2709	1.6523
135	12.9043	29.0348	1.2709	7	1.5015	1.9521
150	12.0883	30.2208	1.1861	5	1.8880	2.4547
165	11.3947	31.3354	1.1146	3	2.7310	3.5507
180	10.7963	32.3888	1.0534	1	12.5981	16.3795
195	10.2736	33.3891	1.0003	2	3.7963	4.9358
210	9.8122	34.3428	0.9536	4	2.2093	2.8725
225	9.4013	35.2550	0.9123	6	1.6660	2.1660
240	9.0326	36.1303	0.8753	8	1.3736	1.7860
255	8.6994	36.9724	0.8420	10	1.1861	1.5420
270	8.3965	37.7842	0.8118	12	1.0534	1.3696
285	8.1197	38.5685	0.7843	14	0.9536	1.2399
300	7.8655	39.3276	0.7591	16	0.8753	1.1380
315	7.6312	40.0636	0.7359	18	0.8118	1.0555
330	7.4142	40.7781	0.7145	20	0.7591	0.9870
345	7.2127	41.4728	0.6947	22	0.7145	0.9290
360	7.0248	42.1489	0.6762	24	0.6762	0.8791
Sumatoria =			42.1489		42.1489	76.1464
Precipitación de diseño =			76.1464			

Nota. Normalización de acuerdo a los tiempos de retorno

Con estos valores se grafican el Hietograma normalizado como se muestra en la siguiente figura; con dichos datos se regresa nuevamente a la curva IDF (Intensidad normalizada) los cuales se obtuvieron con los valores de la tabla 21:

Figura 23
Hietograma de IDF.



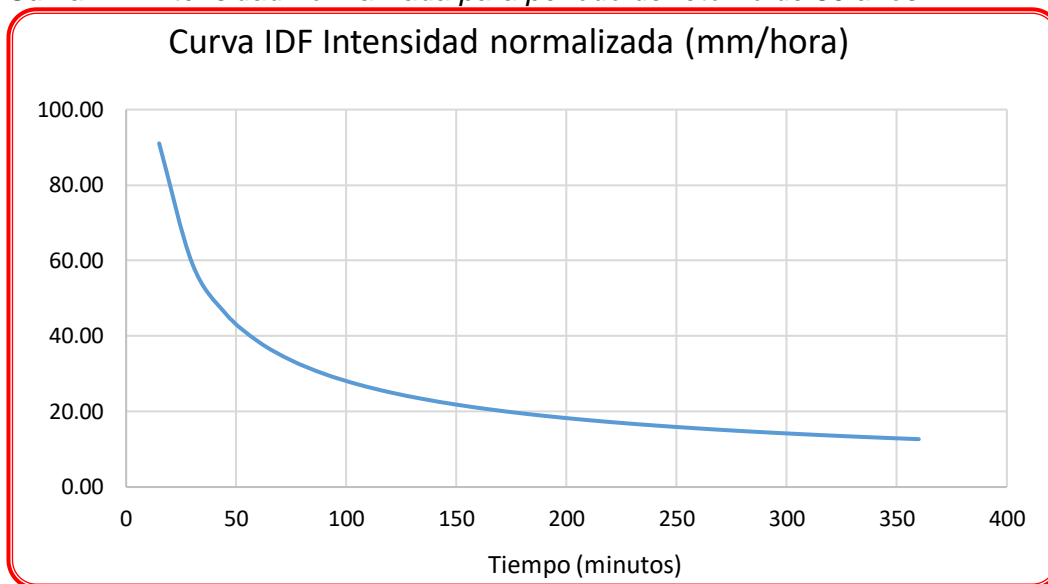
Nota. Barra de frecuencia en tiempo de duración

Tabla 21

Normalización de las curvas IDF para el caso de estudio.

Tiempo (min)	Hietograma (mm)	Hietograma normalizado	Factor K	incremento de precipitación (mm)	Precipitación (mm)	intensidad normalizada (mm/hora)
15	0.6947	1.2550	1	22.7598	22.7598	91.0393
30	0.7359	1.3296	2	6.8585	29.6183	59.2366
45	0.7843	1.4170	3	4.9338	34.5521	46.0695
60	0.8420	1.5212	4	3.9914	38.5435	38.5435
75	0.9123	1.6481	5	3.4108	41.9544	33.5635
90	1.0003	1.8071	6	3.0097	44.9641	29.9761
105	1.1146	2.0136	7	2.7125	47.6767	27.2438
120	1.2709	2.2960	8	2.4816	50.1583	25.0792
135	1.5015	2.7125	9	2.2960	52.4543	23.3130
150	1.8880	3.4108	10	2.1427	54.5970	21.8388
165	2.7310	4.9338	11	2.0136	56.6106	20.5857
180	12.5981	22.7598	12	1.9031	58.5137	19.5046
195	3.7963	6.8585	13	1.8071	60.3208	18.5603
210	2.2093	3.9914	14	1.7228	62.0437	17.7268
225	1.6660	3.0097	15	1.6481	63.6918	16.9845
240	1.3736	2.4816	16	1.5813	65.2731	16.3183
255	1.1861	2.1427	17	1.5212	66.7943	15.7163
270	1.0534	1.9031	18	1.4667	68.2610	15.1691
285	0.9536	1.7228	19	1.4170	69.6779	14.6690
300	0.8753	1.5813	20	1.3714	71.0494	14.2099
315	0.8118	1.4667	21	1.3296	72.3789	13.7865
330	0.7591	1.3714	22	1.2909	73.6698	13.3945
345	0.7145	1.2909	23	1.2550	74.9248	13.0304
360	0.6762	1.2216	24	1.2216	76.1464	12.6911

Nota. Normalización IDF, precipitación e intensidad

Figura 24*Curva IDF Intensidad normalizada para periodo de retorno de 50 años*

Nota. Curva de precipitación e intensidad en tiempo de duración.

3.8.2.8. Hietograma de diseño con abstracciones.

Abstracción significa penetración. Si se utiliza un método razonable, este valor se expresa como C. Cuando se utiliza un hietograma, es necesario determinar la cantidad de lluvia excesiva o escorrentía eficiente. Aquí empleamos el enfoque numérico de las curvas.

- Método del número de curva.

El Servicio de Conservación del Suelo creó esta técnica (SCS). La secuencia de curvas de 1 a 100 es de donde toma su nombre este enfoque. En este caso, 100 significa que la precipitación se ha detenido, y 1 significa que se ha detenido por completo. Por consiguiente, se trata del coeficiente de flujo; la descripción del terreno contiene el valor de este coeficiente. Para calcular el número de curvas hay que tener en cuenta el tipo de suelo, la aplicación del suelo y el historial de humedad. tomados de la tabla siguiente:

Tabla 22*Condición de humedad antecedente según SCS.*

Condición de humedad antecedente (CHA)	Precipitación acumulada 5 días antes del incidente (cm)	
	Estación seca	Estación de crecimiento
I (seca)	Menor de 1.3	Menor de 3.5
II (media)	1.3 a 2.5	3.5 a 5.0
III (húmeda)	Más de 2.5	Más de 5.0

Nota: (Preparado y proporcionado por el tesista).

Existe una precipitación mínima, luego del cual se produce la precipitación en exceso; el cual se representa con el número uno "0" los cuales no se consideran; el cual de determina aplicando la siguiente ecuación:

$$P_{min} = \frac{5080}{N} - 50.8 = \frac{5080}{90} - 50.8 = 5.644$$

Donde:

- P_{min} : Precipitación mínima (mm)
- N : Número de curvas (90 para nuestro caso)

Además, se deben determinar las precipitaciones en exceso, el cual es la precipitación mayor de la mínima; el cual se representa con el número uno "1"; el cual de determina aplicando la siguiente ecuación:

$$P_e = \frac{[N(P + 50.8) - 5080]^2}{N[N(P - 203.2) + 20320]}$$

Donde:

- P_e : Precipitación en exceso (mm)
- P : Precipitación (mm)
- N : Número de curvas

La siguiente tabla muestra los valores operando estas ecuaciones para determinar el hietograma de diseño con abstracciones:

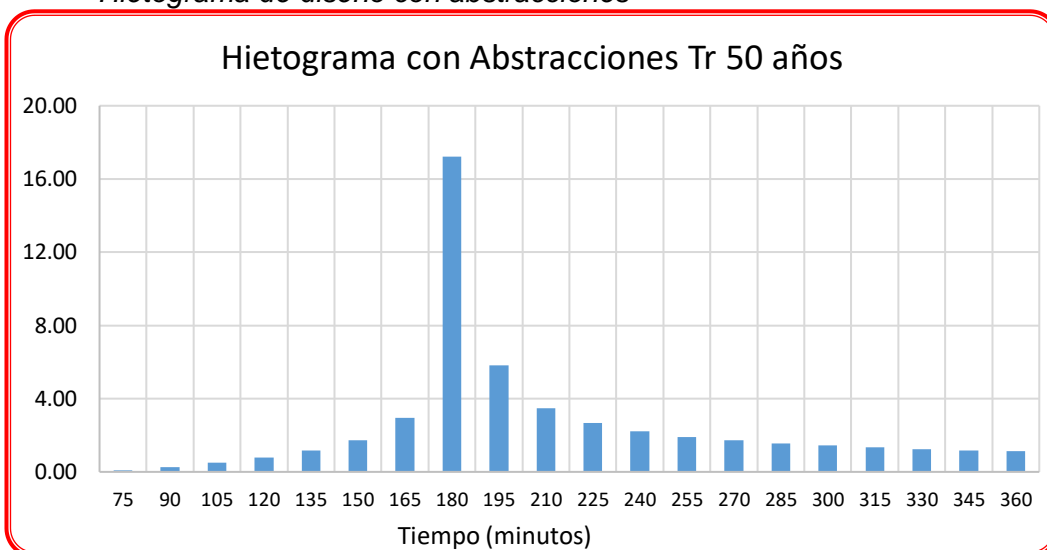
Tabla 23*Hietograma de diseño con abstracciones.*

T_R (años)	p	p acum.	$> P$ mín. 5.644	P_e	P_e a usar	Hietograma abstracción
15	1.2550	1.2550	0	0.8084	0.0000	0.0000
30	1.3296	2.5845	0	0.3721	0.0000	0.0000
45	1.4170	4.0015	0	0.1016	0.0000	0.0000
60	1.5212	5.5227	0	0.0005	0.0000	0.0000
75	1.6481	7.1708	1	0.0783	0.0783	0.0783
90	1.8071	8.9779	1	0.3521	0.3521	0.2738
105	2.0136	10.9915	1	0.8517	0.8517	0.4996
120	2.2960	13.2875	1	1.6288	1.6288	0.7771
135	2.7125	16.0001	1	2.7798	2.7798	1.1510
150	3.4108	19.4109	1	4.5135	4.5135	1.7337
165	4.9338	24.3447	1	7.4527	7.4527	2.9392
180	22.7598	47.1046	1	24.6682	24.6682	17.2155
195	6.8585	53.9630	1	30.5025	30.5025	5.8343
210	3.9914	57.9544	1	33.9782	33.9782	3.4756
225	3.0097	60.9642	1	36.6316	36.6316	2.6534
240	2.4816	63.4458	1	38.8382	38.8382	2.2066
255	2.1427	65.5886	1	40.7559	40.7559	1.9177
270	1.9031	67.4916	1	42.4681	42.4681	1.7122
285	1.7228	69.2145	1	44.0249	44.0249	1.5569
300	1.5813	70.7958	1	45.4593	45.4593	1.4344
315	1.4667	72.2625	1	46.7941	46.7941	1.3347
330	1.3714	73.6339	1	48.0458	48.0458	1.2517
345	1.2909	74.9248	1	49.2271	49.2271	1.1813
360	1.2216	76.1464	1	50.3476	50.3476	1.1205

Nota. Resultados, operando estas ecuaciones P_e

Por último, se empleará un valor de 50,3446 mm de exceso de precipitación para un periodo de retorno de 50 años en la construcción del sistema de defensa ribereña; el gráfico del Hietograma de precipitación neta se muestra en la imagen adjunta:

Figura 25
Hietograma de diseño con abstracciones



Nota. Barras de intensidad – tiempos en retorno de 50 años

3.8.2.9. Clasificación hidrológica del uso del suelo.

- **Grupo A:** tienen altas tasas de infiltración.
- **Grupo B:** tienen tasas de infiltración moderados.
- **Grupo B:** tienen bajas tasas de infiltración.
- **Grupo C:** con tasas de infiltración relativamente bajas y un gran potencial de escorrentía.

Tabla 24
Parámetros de Índice de relieves.

Cobertura vegetal	Simbología	N.C.
Área con escasa vegetación	Esv	86
Bosque rectilíneo alto andino	Br-al	75
Glaciar	Gla	100
Lagunas, lagos y cochas	L/Co	100
Pajonal andino	Pj	68
Matorral arbusto	Ma	52
Cardonal	Car	57
Área urbana	U	68
Agricultura costera y andina	Agri	62

3.8.3. Modelamiento hidrológico.

Las características morfométricas y geomorfológicas son cruciales, ya que nos permiten comprender cómo se comporta la cuenta durante las crecidas más altas.

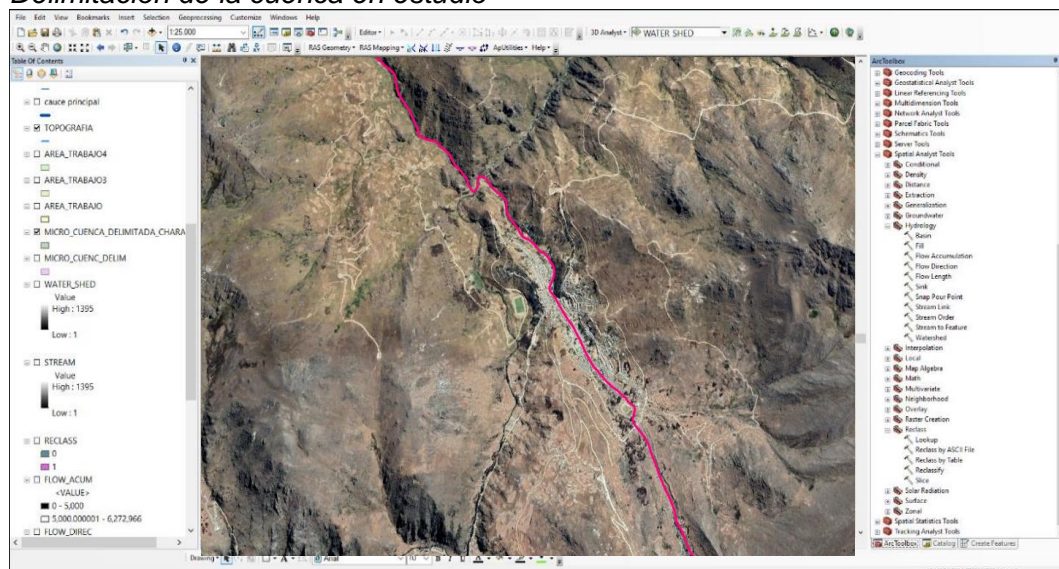
3.8.3.1. Datos cartográficos.

La información cartográfica fue obtenida de ortofotos georreferenciadas en la zona se obtuvo de imágenes satelitales del sitio web "[EarthExplorer \(usgs.gov\)](http://EarthExplorer.usgs.gov)" descritas en el ítem 3.8.1.2., además, de cartas nacionales (Ayapata, Código 28-V, Zona 19L Sur).

3.8.3.2. Delimitación de la cuenta en estudio.

Para delimitar la microcuenca se utilizó el software ArcGis; en la siguiente imagen se muestra una captura de pantalla del proceso de delimitación.

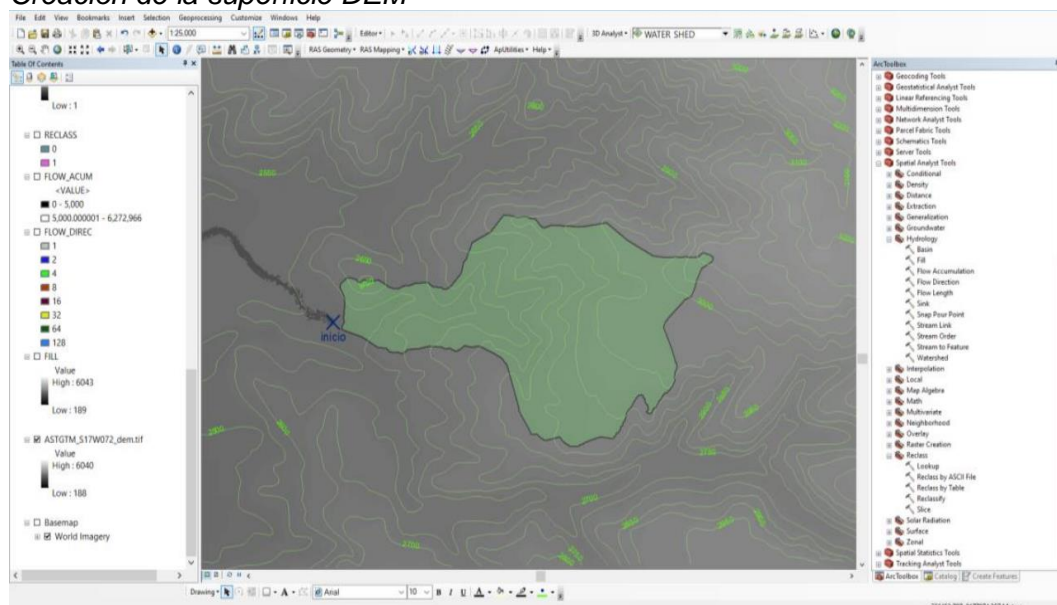
Figura 26
Delimitación de la cuenca en estudio



Nota. Captura de pantalla de Software ArcGis.

La superficie que se utilizará para delimitar la microcuenca se crea utilizando un MDE (Modelo Digital de Elevación).

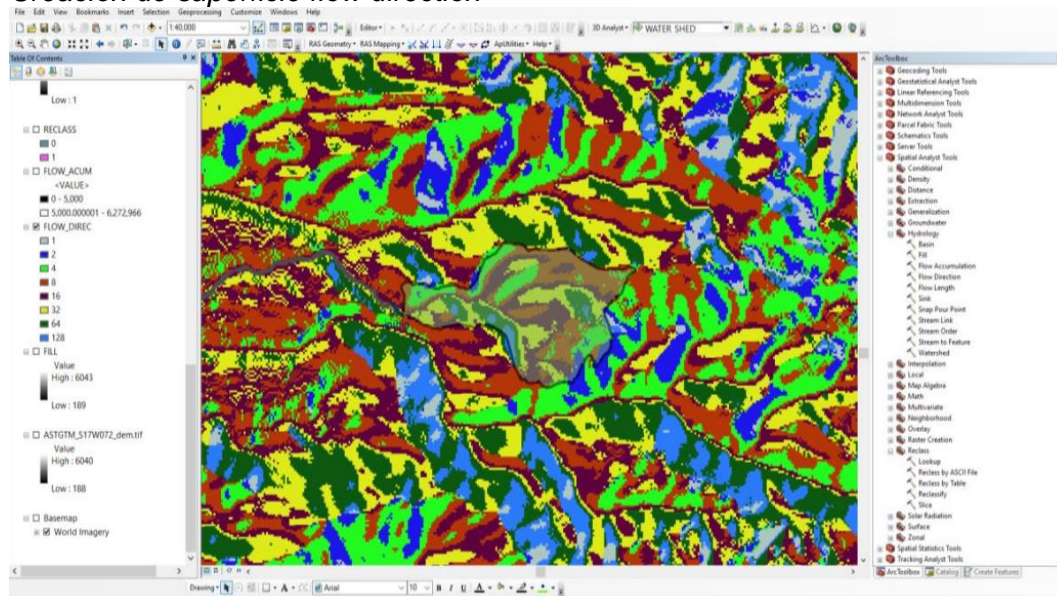
Figura 27
Creación de la superficie DEM



Nota. Captura de pantalla de Software ArcGis

El archivo DEM presenta a menudo lagunas que podrían perjudicar la delimitación, por lo que la superficie DEM se transformó utilizando la herramienta FILL.

Figura 28
Creación de superficie flow direction

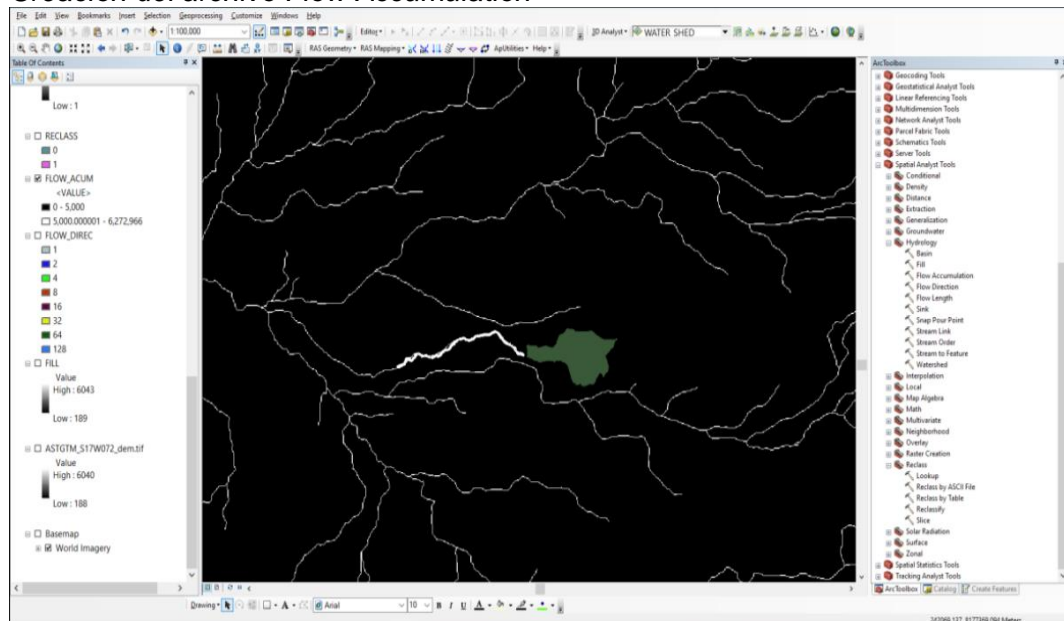


Nota. Captura de pantalla de Software ArcGis

A continuación, utilizando la topografía como guía, creamos un formato de Dirección del flujo que mostrará las direcciones del flujo de escorrentía.

Finalmente, creamos un archivo de acumulación de flujo que proporciona seguimiento de la dirección del flujo. Utilice la herramienta "Cuenca" para definir una microcuenca que contenga todas las áreas que contribuyen a los puntos de control, como se pauta en la retrato anterior.

Figura 29
Creación del archivo Flow Accumulation



Nota. Captura de pantalla de Software ArcGis

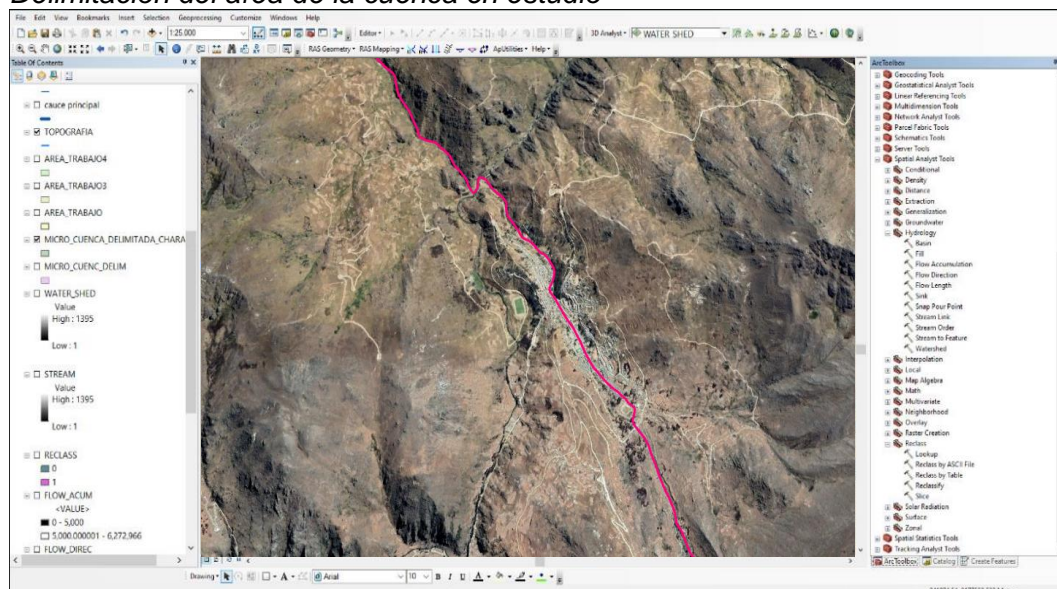
3.8.3.3. Caracterización física de la cuenca en estudio.

El ciclo hidrológico se puede esquematizar como una cuenca que responde a la precipitación como estímulo con escorrentía en la salida de la cuenca. Entre el estímulo y la respuesta se producen una serie de fenómenos que influyen en la forma en que ambos se relacionan y se rigen por las características geomorfológicas. Las características que influyen en el volumen de escorrentía incluyen el tipo de suelo y el tamaño de la cuenca; las características que afectan al tiempo de respuesta incluyen el orden de la corriente, la pendiente de la cuenca y los canales (Aparicio, 1992, p. 19). Estas divisiones se basan en las formas en que influyen estos fenómenos.

- Área.

Representación horizontal de una región llana dentro de una divisoria topográfica.

Figura 30
Delimitación del área de la cuenca en estudio

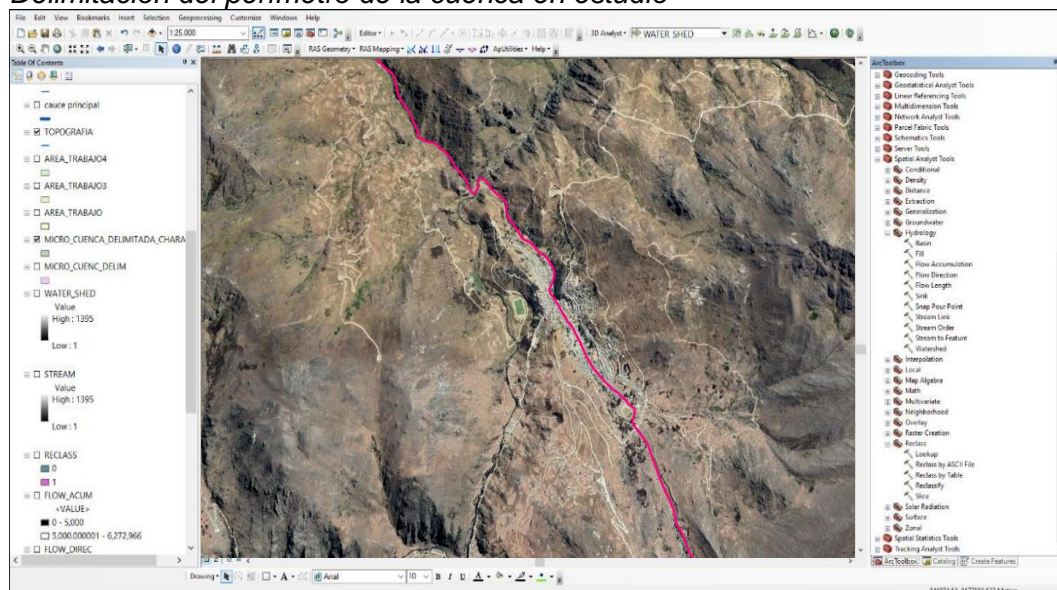


Nota. Captura de pantalla de Software ArcGis

- Perímetro.

Medición de las líneas divisorias.

Figura 31
Delimitación del perímetro de la cuenca en estudio



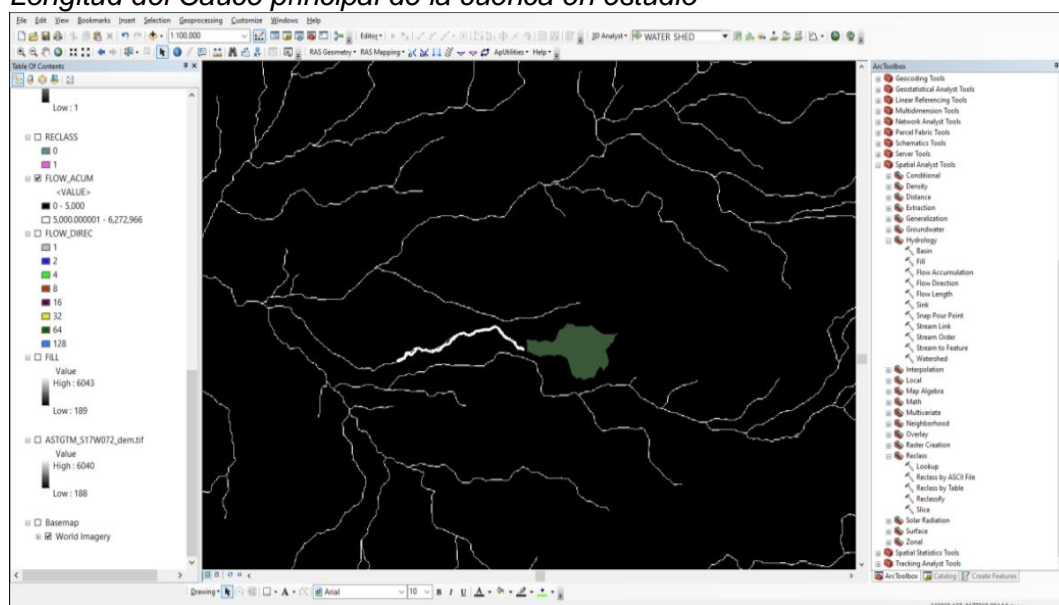
Nota. Captura de pantalla de Software ArcGis

3.8.3.4. Parámetros influyentes a la longitud.

- **Longitud el cauce principal del río.**

Se denomina longitud del camino más largo de la cuenca y se mide desde la caída más lejana hasta el lugar de medición en la microcuenca considerada.

Figura 32
Longitud del Cauce principal de la cuenca en estudio



Nota. Captura de pantalla de Software ArcGis

Las coordenadas de la tabla siguiente se refieren al cauce del río y al centro de la ciudad, y proporcionan una visión general de las características físicas de la cuenca del río Coasa.

Tabla 25
Características físicas de la cuenca en estudio

Parámetro	Variable	Unidad	Valor
Área	A	Km ²	4.15
Perímetro	P	Km	12.35
Longitud	Lc	Km	5.45
Coordenada UTM Este	Zona 19L S	m	390080.00
Coordenada UTM Norte	Zona 19L S	m	8453540.00

3.8.3.5. Caracterización geomorfológica de la cuenca en estudio.

Los rasgos que definen las características geomorfológicas incluyen el relieve, la funcionalidad y la forma de la cuenca.

- **Características de forma.**

Esto está relacionado con el tiempo de concentración, que es el tiempo hasta que el agua llega al borde más externo del pozo (Monsalve, 1995, p.37).

- **Coefficiente de compacidad.**

Este coeficiente es la relación entre el perímetro y la longitud de la circunferencia de un círculo de igual área de la cuenca, según Monsalve (1995) (p. 37).

$$K_c = \frac{1}{2 * \sqrt{\pi}} * \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Donde:

- Kc: Coeficiente de compacidad.
- P: Perímetro de cuenca.
- A: Área de cuenca.

$$K_c = \frac{1}{2 * \sqrt{\pi}} * \frac{12.35km}{\sqrt{4.15km^2}} = 1.710$$

Tabla 26

Coeficiente de compacidad Kc según la forma de la cuenca

Tendencia de las crecidas	Forma de cuenca	Kc
Alta	Casi redonda a oval redonda	1.00 – 1.25
Media	De oval redonda a oval oblonga	1.25 – 1.50
Baja	De oval oblonga a regular	1.50 – 1.75

- **Factor de forma.**

Es la relación entre la longitud axial de la cuenca, medida desde la cabecera más lejana hasta el curso de agua más largo en la desembocadura, y su anchura media. (Monsalve, 1995, p.38).

$$K_f = \frac{A_p}{L_m} = \frac{A}{L_m^2}$$

$$K_f = \frac{4.15}{4.20^2} = 0.24$$

Donde:

- Kf: Factor de forma.
- Ap: Ancho promedio de cuenca.
- Lm: Longitud máxima de cuenca.
- A: Área de cuenca.

Si Kf tiende a "0", una cuenca tiende a ser más larga; si Kf tiende a "1", una cuenca tiende a ser circular.

Tabla 27

Coefficiente de forma Kf según el Factor de la cuenca

Factor de la cuenca	Kc
Muy poco achatada	0.01 – 0.18
Ligeramente achatada	0.18 – 0.36
Moderadamente achatada	0.36 – 0.54

Nota. Factor de forma Kc (Monsalve, 1995, p.38).

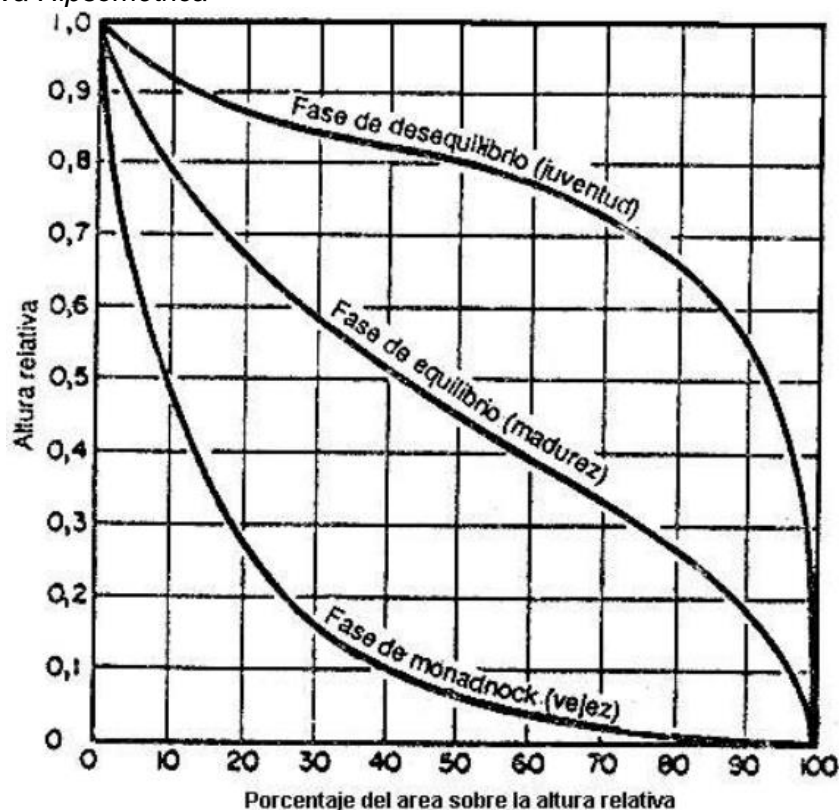
La forma de una cuenca indica que es esférica si Kf tiende a "1" y alargada si Kf tiende a "0".

- **Características de relieve.**

Uno de los factores más cruciales son las características del relieve, ya que la respuesta hidrológica está influida en gran medida por la elevación que define la cuenca y se refleja en la pendiente, que establece la velocidad del flujo y el tiempo de concentración. En este contexto es donde se utiliza con más frecuencia:

a. Curva Hipsométrica: Es la representación visual del relieve de una cuenca. Representa el estudio de cómo varía la elevación del terreno en relación con el nivel del mar.

Figura 33
Curva Hipsométrica



Nota. Curva Hipsométrica, (Monsalve, 1995, p.38).

Las cotas proporcionadas a cada área derivados con el ArcGis son generadas en una tabla; las cuales son procesadas en el Excel, la siguiente tabla muestra dichos datos:

Tabla 28

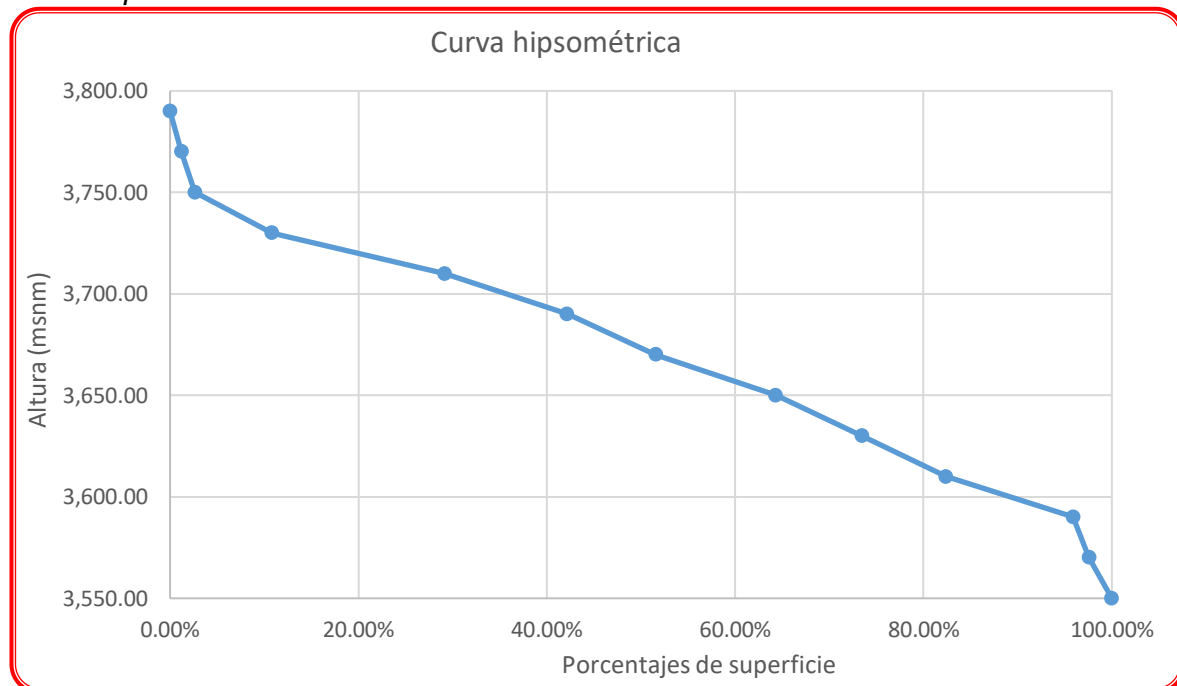
Porcentaje de área para cada altura

Elevación (msnm)	Área entre cota (km ²)	Área entre cota (km ²)	Áreas Acum. (km ²)	% Área entre cotas	% Áreas Acum.	% Área sobre cota
3550.00	4.15	0.00	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
3570.00	4.05	0.01	0.10	2.41%	2.41%	97.59%
3590.00	3.98	0.07	0.17	1.69%	4.10%	95.90%
3610.00	3.42	0.56	0.73	13.49%	17.59%	82.41%
3630.00	3.05	0.37	1.10	8.92%	26.51%	73.49%
3650.00	2.67	0.38	1.48	9.16%	35.66%	64.34%
3670.00	2.14	0.53	2.01	12.77%	48.43%	51.57%
3690.00	1.75	0.39	2.40	9.40%	57.83%	42.17%
3710.00	1.21	0.54	2.94	13.01%	70.84%	29.16%
3730.00	0.45	0.76	3.70	18.31%	89.16%	10.84%
3750.00	0.11	0.34	4.04	8.19%	97.35%	2.65%
3770.00	0.05	0.06	4.10	1.45%	98.80%	1.20%
3790.00	0.00	0.05	4.15	1.20%	100.00%	0.00%

Nota. Cotas de elevación de acuerdo al estudio topográfico de la cuenca

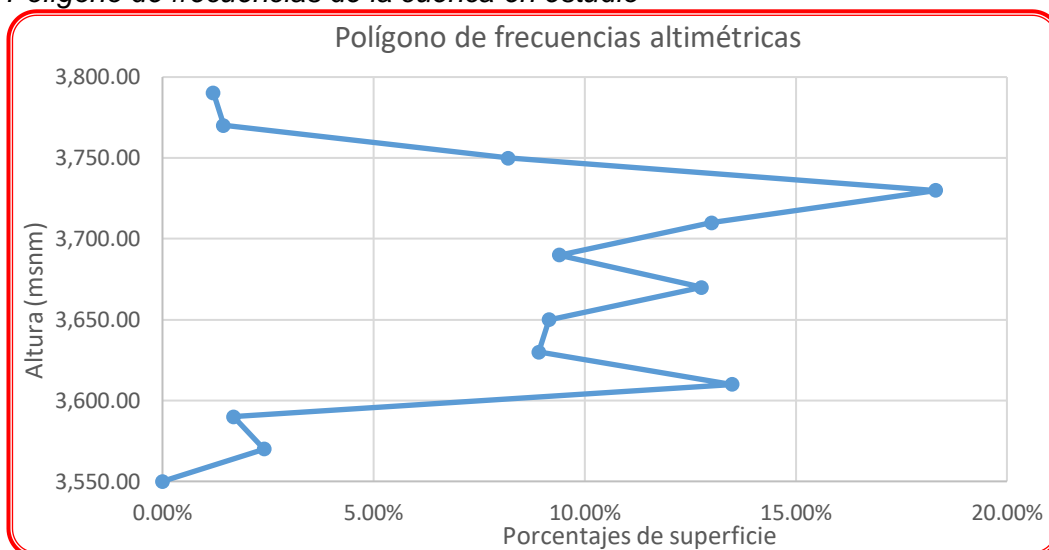
Figura 34

Curva Hipsométrica de la cuenca en estudio



Nota. Cotas de la zona en estudio

Figura 35
Polígono de frecuencias de la cuenca en estudio



Nota. Cotas de acuado al estudio topográfico

b. Altitudes representativas: Se refiere a las elevaciones representativas de la cuenca, que se determinan mediante las curvas de nivel, el polígono de frecuencias y la curva hipsométrica:

- **Media:** Se obtiene a partir de la media ponderada de la superficie (msnm) frente a la altitud.
- **Media de frecuencia:** Se determina a partir de las curvas hipsométricas y es aquella en la cual el 50 % del área está encima de ella y el otro 50 % está por debajo de ella.
- **Más frecuente:** Es la que tiene el mayor porcentaje del área de la cuenca y se identifica a partir del polígono de frecuencias altimétricas.
- **Centro de gravedad:** La altura del centro de gravedad de la cuenca se determina mediante curvas de nivel.
- **Máxima:** Punto más alto de la cuenca.
- **Mínima:** Punto que suele ser la desembocadura de la cuenca y está situado en la parte más baja de la misma.

c. Pendiente media: Se calcula dividiendo toda la diferencia entre las cotas máxima y mínima de la microcuenca por la longitud del cauce principal.

$$S_p = \frac{H}{L_c}$$

$$H = C_{m\acute{a}x} - C_{m\acute{i}n}$$

Donde:

- S_p : Pendiente media.
- H : Desnivel.
- L_c : Longitud del cauce principal.
- $C_{m\acute{a}x}$: Altura máxima.
- $C_{m\acute{i}n}$: Altura mínima.

Reemplazando tenemos:

$$S_p = \frac{3790.00 - 3550.00}{3890.00} = 0.06169 = 6.17\%$$

d. Índice de pendiente: Una métrica para estimar la declividad de un curso de agua entre dos lugares es el índice de pendiente de la cuenca.

$$I_p = \left(\frac{C_{m\acute{a}x} - C_{m\acute{i}n}}{1000 * L_c} \right)^{0.5}$$

Donde:

- I_p : Índice de pendiente.

Reemplazando tenemos:

$$I_p = \left(\frac{3790.00 - 3550.00}{1000 * 3890.00} \right)^{0.5} = 0.0078 = 0.78\%$$

Tabla 29*Parámetros de Altitudes representativas.*

Altitudes Representativas	(msnm)
Media	3670.00
Más frecuente	3730.00
Del centro de gravedad	3680.00
Máxima	3790.00
Mínima	3550.00

*Nota. Caracterización de datos topográficos***Tabla 30***Parámetros de Índice de relieves.*

Parámetros de relieve	Nomenclatura	Valor
Forma de cuenca	Kc	1.71
Factor de forma	Kf	0.24
Pendiente media	Sp	6.17%
Índice de pendiente	Ip	0.78%

Nota. Caracterización de la cuenca

- **Parámetros de la red de drenaje.**

- a. **Estructura de red de drenaje:** El grado de ramificación de una cuenca se refleja en su drenaje, y la configuración de los canales de su red de drenaje debe cumplir una serie de requisitos (Strahler):

Tabla 31*Clasificación de corrientes de agua.*

Corrientes	Características
Primer orden	Pequeños cauces que no tienen tributarios
Segundo orden	Dos corrientes de primer orden se unen
Tercer orden	Dos corrientes de segundo orden se unen

Nota. Caracterización hidromorfológica de la cuenca

- b. Orden del cauce principal:** Basándose en el orden del canal principal, se determina a partir de la cuenca.

Tabla 32*Clasificación de la cuenca hidrográfica.*

Cuenca hidrográfica	Orden de corriente
Micro cuenca	Primer, segundo y tercer orden
Sub cuenca	Cuarto y quinto orden
Cuenca	Mayores e iguales al sexto orden

Régimen de cauce principal:

- **Perennes:** Un arroyo que tiene un flujo estable, asegura un suministro continuo de agua subterránea y no cae por debajo del fondo del canal.
 - **Efímeros:** De las estaciones lluviosas y tienen como principal componente la escorrentía superficial.
 - **Intermitentes:** Corrientes que se activan durante algunas estaciones del año.
- c. Tamaño de cuenca:** Debido a que los criterios de clasificación varían según el tamaño, existe mucha controversia sobre cómo llamar al pasto según el tamaño.

Tabla 33*Codificación de la cuenca según su área.*

Cuenca	Área (km ²)
Para Micro cuenca	< 50.00
Para Sub cuenca	50.00 – 500.00
Para Cuenca	500.00 – 800.00

Nota. Clasif. de según (manual hidrología, hidráulica y drenaje MTC 2014)

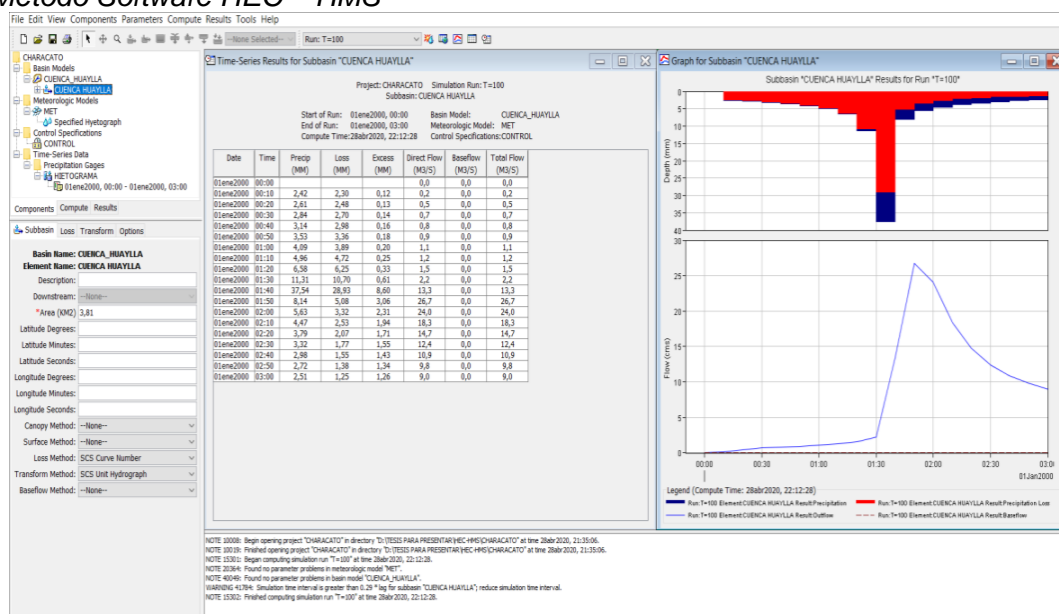
3.8.4. Simulación computacional HEC – HMS y HEC – RAS.

3.8.4.1. Modelación computacional.

El Centro de Ingeniería Hidrológica de los Estados Unidos de América desarrolló el HEC-RAS (Sistema de Análisis Fluvial) y el HEC-HMS (Sistema de Modelización Hidrológica). HEC-RAS consigue zonas vulnerables y permite el tratamiento en flujo permanente o no. Además, el complemento de ArcMap permite calcular los niveles de agua alcanzados en la zona afectada y visualizar las inundaciones con mayor eficacia.

Mientras tanto, HEC-HMS se ha utilizado para construir modelos hidrológicos, modelos meteorológicos y especificaciones de seguimiento del comportamiento hidrológico. El software solicita parámetros como el área de cadera (A), el tiempo de concentración (T_c), el número de curvas (NC) y la permeabilidad. NC es un parámetro empírico que se determina añadiendo los datos históricos de humedad del suelo.

Figura 36
Método Software HEC – HMS



Nota. Captura de pantalla del Software HEC – HMS

Figura 37
Modelamiento HEC – HMS, para un periodo de Retorno de 50 años

Time-Series Results for Subbasin "CUENCA HUAYLLA"

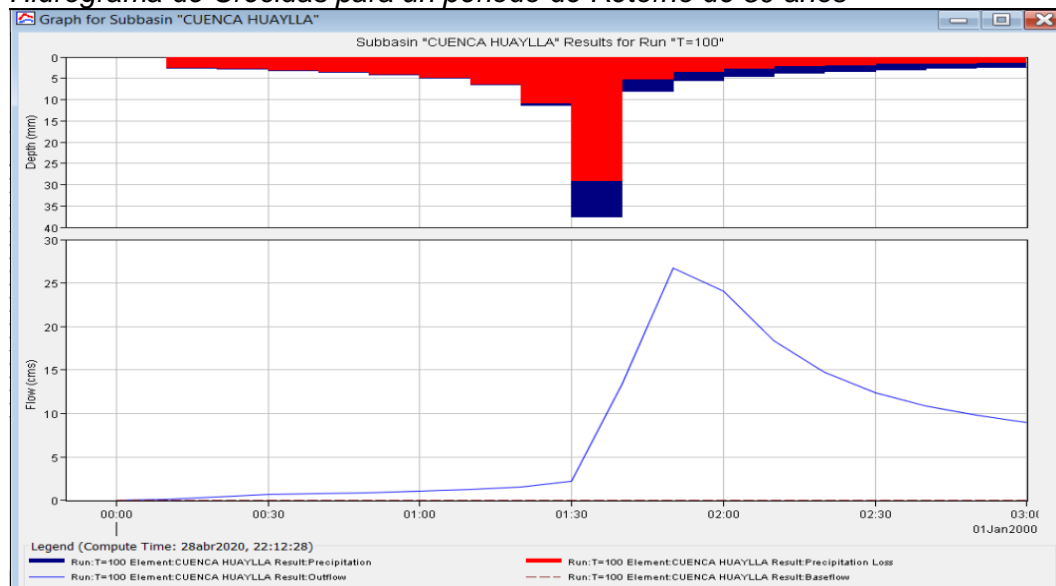
Project: CHARACATO Simulation Run: T=100
Subbasin: CUENCA HUAYLLA

Start of Run: 01ene2000, 00:00 Basin Model: CUENCA_HUAYLLA
End of Run: 01ene2000, 03:00 Meteorologic Model: MET
Compute Time: 28abr2020, 22:12:28 Control Specifications: CONTROL

Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
01ene2000	00:00				0,0	0,0	0,0
01ene2000	00:10	2,42	2,30	0,12	0,2	0,0	0,2
01ene2000	00:20	2,61	2,48	0,13	0,5	0,0	0,5
01ene2000	00:30	2,84	2,70	0,14	0,7	0,0	0,7
01ene2000	00:40	3,14	2,98	0,16	0,8	0,0	0,8
01ene2000	00:50	3,53	3,36	0,18	0,9	0,0	0,9
01ene2000	01:00	4,09	3,89	0,20	1,1	0,0	1,1
01ene2000	01:10	4,96	4,72	0,25	1,2	0,0	1,2
01ene2000	01:20	6,58	6,25	0,33	1,5	0,0	1,5
01ene2000	01:30	11,31	10,70	0,61	2,2	0,0	2,2
01ene2000	01:40	37,54	28,93	8,60	13,3	0,0	13,3
01ene2000	01:50	8,14	5,08	3,06	26,7	0,0	26,7
01ene2000	02:00	5,63	3,32	2,31	24,0	0,0	24,0
01ene2000	02:10	4,47	2,53	1,94	18,3	0,0	18,3
01ene2000	02:20	3,79	2,07	1,71	14,7	0,0	14,7
01ene2000	02:30	3,32	1,77	1,55	12,4	0,0	12,4
01ene2000	02:40	2,98	1,55	1,43	10,9	0,0	10,9
01ene2000	02:50	2,72	1,38	1,34	9,8	0,0	9,8
01ene2000	03:00	2,51	1,25	1,26	9,0	0,0	9,0

Nota. Captura de pantalla del Software HEC – HMS

Figura 38
Hidrograma de Crecidas para un periodo de Retorno de 50 años



Nota. Captura de pantalla HEC – HMS

En la imagen se puede ver tanto el gráfico de caudal como el gráfico de drenaje hidráulico, con un caudal máximo de 26,7 m³/s. 50 años es el periodo de recuperación (en el momento de este proyecto).

Figura 39*Caudal pico máximo para un periodo de retorno de 50 años*

Global Summary Results for Run "T=100"

Project: CHARACATO Simulation Run: T=100

Start of Run: 01ene2000, 00:00 Basin Model: CUENCA_HUAYLLA
End of Run: 01ene2000, 03:00 Meteorologic Model: MET
Compute Time: 28abr2020, 22:12:28 Control Specifications: CONTROL

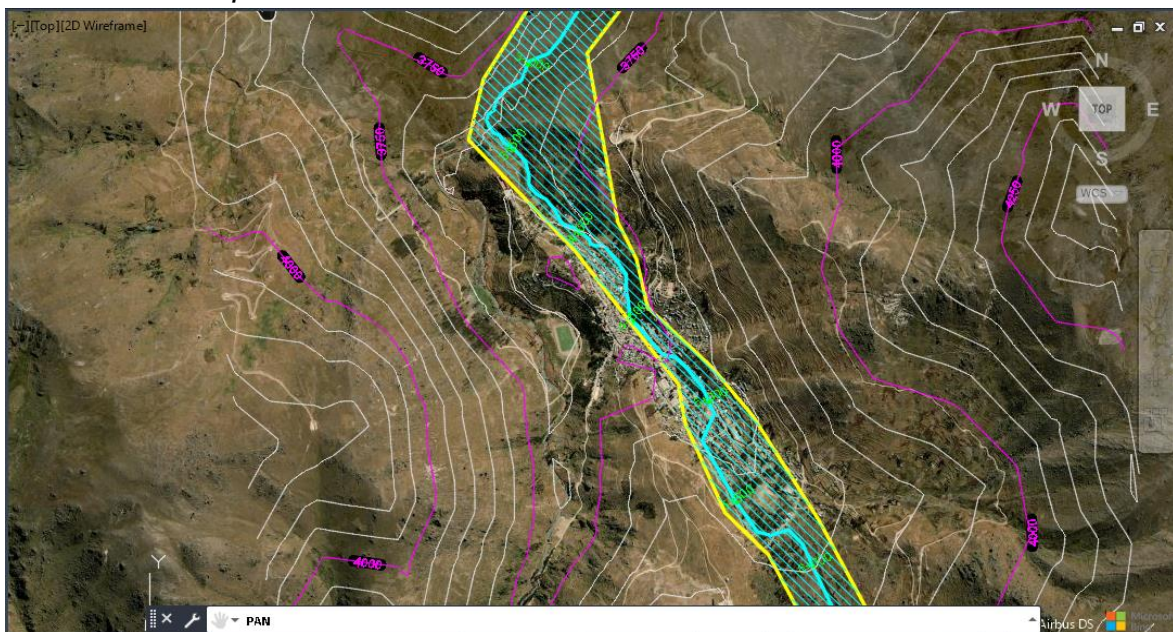
Show Elements: Initial Selection Volume Units: MM 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
CUENCA HUAYLLA	3,81	26,7	01ene2000, 01:50	22,65

Nota: Captura de pantalla del Software HEC – HMS.

3.8.4.2. Simulación hidráulica.

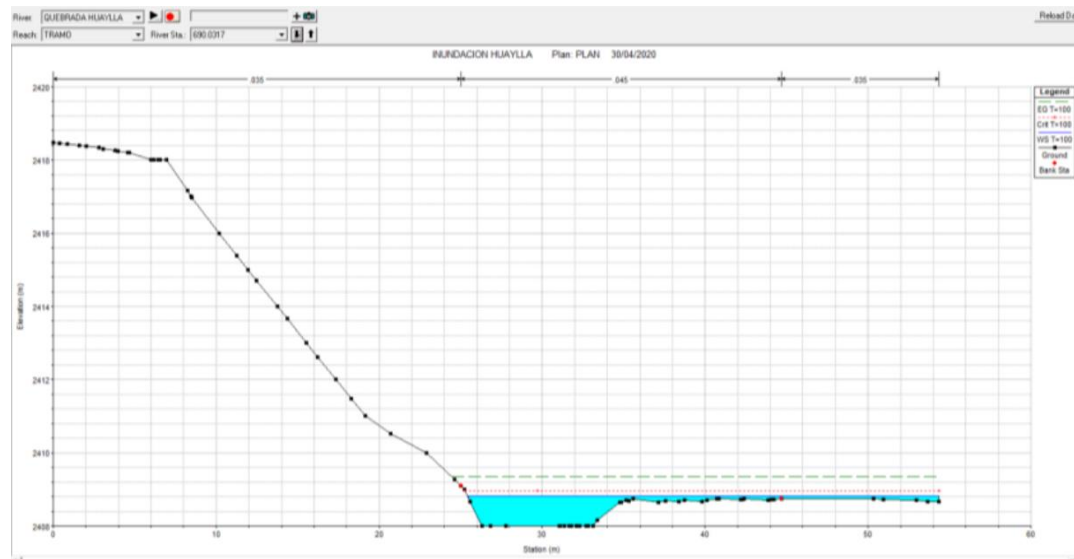
Para la modelización se utilizaron los programas HEC - RAS y Hec Geo RAS, y se realizó un estudio de arriba abajo. En el plano de vulnerabilidad, el avance del canal se muestra en la misma dirección que el flujo. En la figura siguiente se representa el comportamiento en un período de retorno de 50 años.

Figura 40*Inundación comprendida entre el tramo 4+250 hasta 4+750 Km**Nota. Captura de pantalla de Software Civil 3D*

3.8.4.3. Simulación de inundación.

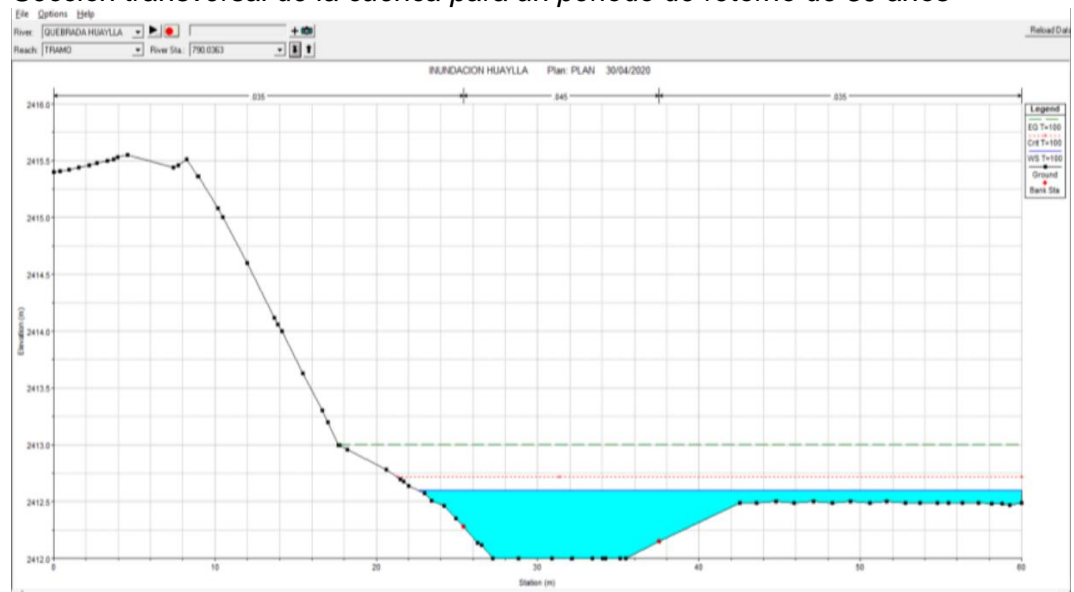
La simulación de las inundaciones obtenidas con la modelación hidrológica del HEC – HMS, Para lo cual fue preciso tener datos geométricos de las secciones transversales; la siguiente imagen representa las zonas más vulnerables del tramo en estudio.

Figura 41
Sección transversal de la cuenta actual



Nota: Captura de pantalla del Software HEC – HMS Progresiva 4+300.

Figura 42
Sección transversal de la cuenca para un periodo de retorno de 50 años



Nota: Captura de pantalla HEC – HMS – Progresiva 4+600.

3.8.4.4. Condiciones de flujo.

Para el análisis se empleó un flujo permanente, los resultados de la simulación hidrológica permiten mantener un caudal máximo constante durante todo el año, del tramo en estudio.

- **Coefficiente de Manning.**

Utilizando la tabla siguiente, podemos hallar los valores de n para un canal de tierra sinuoso desprovisto de vegetación, lo que nos da el coeficiente de Manning de 0,025.

Tabla 34

Coefficiente de pérdidas de energía de Manning (n).

Descripción de los conductos	Valor de n de Manning
Construcciones con piedra bruta	0.020
Construcciones con piedras rectangulares	0.017
Construcciones con ladrillo, sin revestido	0.015
Construcciones con ladrillo, revestidas	0.012
Conducto de concreto, terminación ordinaria	0.014
Conducto de concreto, con revestimiento liso	0.012
Conducto con revestimiento muy liso	0.010
Conducto de tierra en buenas condiciones	0.025
Conducto de tierra con plastas acuáticas	0.035
Conducto irregulares y muy mal conservados	0.040
Conductos de madera cepillada	0.011
Barro (vitrificado)	0.013
Tubería de acero soldado	0.011
Tubería de concreto	0.013
Tubería de hierro fundido	0.012
Tubería de asbesto cemento	0.011

Nota. Clasif. de según (manual hidrología, hidráulica y drenaje MTC 2014)

- **Caudal del río.**

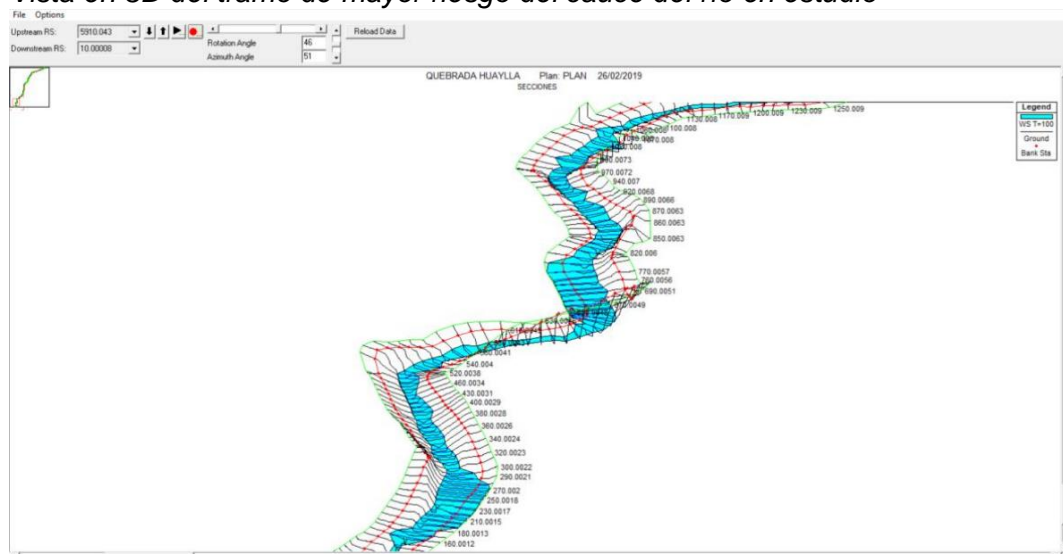
De acuerdo con las recomendaciones técnicas del MTC para muros de contención, el modelo se creó con caudales máximos para un período de retorno de 50 años. Se modeló la sección de la cuenca, y el escenario proyectado para las inundaciones en la cuenca de estudio produjo un caudal de 26,7 m³/s utilizando el programa HEC - HMS.

- **Análisis de la vulnerabilidad.**

En la figura adjunta se muestran las partes más vulnerables del segmento estudiado, así como la sección del cauce donde se genera la simulación de flujo en 3D.

Figura 43

Vista en 3D del tramo de mayor riesgo del cauce del río en estudio



Nota. Captura de pantalla HEC – HMS

3.8.4.5. Simulación con HEC-RAS.

Las simulaciones se realizaron en régimen mixto con flujo continuo, teniendo en cuenta las características de la cuenca, así como los parámetros hidráulicos estimados. Se utilizaron ArcGis, un sistema de información SIG, y el programa HEC-Geo RAS con el software HEC-RAS.

Para la simulación se siguió el siguiente procesamiento:

- **Pre proceso:**

- Identificación del coeficiente de Manning en campo.
- Cálculo morfológico de la cuenca con ArcGis.
- Cálculo del caudal para un tiempo de retorno de 50 años HEC-HMS

- **Proceso con HEC – RAS:**

- Importar geometría a HEC – RAS.
- Modelación del modelamiento hidráulico.
- Cálculo del régimen variable.
- Simulación con HEC – RAS.
- Extraer resultados de HEC-RAS a Arc.

- **Post proceso:**

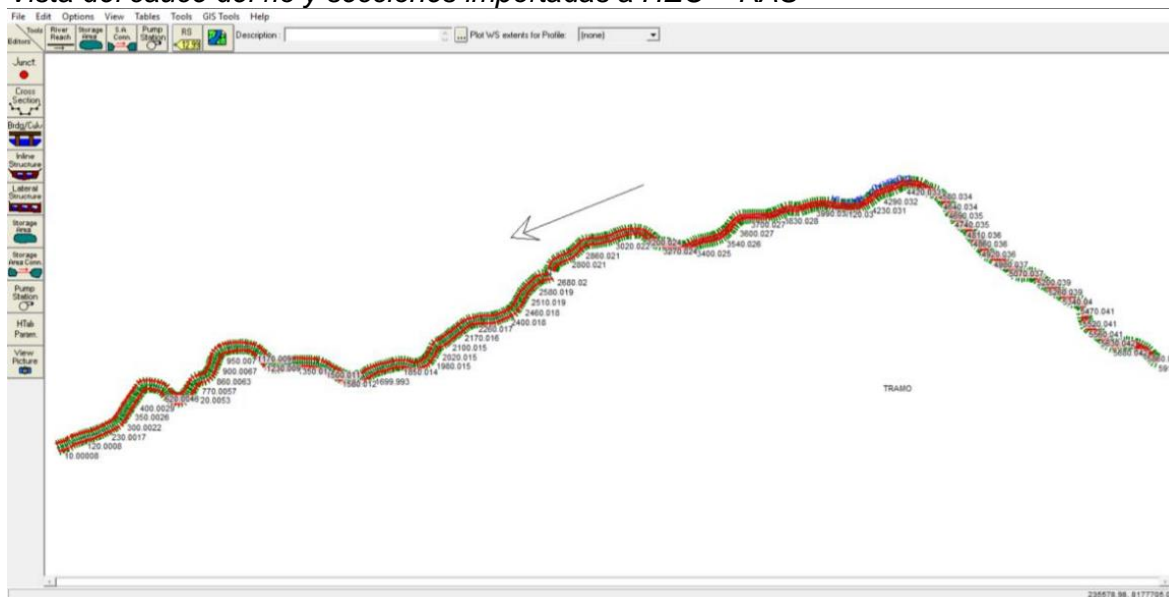
- Procesamiento con HEC-GeoRAS las zonas de inundación.

- **Parámetros empleados:**

- Simulación del tramo en base a las variables de pendientes.

Figura 44

Vista del cauce del río y secciones importadas a HEC – RAS



Nota. Captura de pantalla del Software HEC – RAS.



3.8.5. Planteamiento de la estructura de defensa ribereña.

Parámetros de diseño:

- Tiempo de retorno (T): 50 años
- Caudal de diseño (Q_{máx}): 240 m³/s
- Probabilidad de excedencia (P%): 2%
- Factor de orilla (Fs): 0.20
- Factor de fondo (Fb): 1.20
- Coeficiente de cauce irregular (Ks): 30
- Pendiente hidráulica (S): 0.80%

Cálculo de sección estable (B):

$$B = 4.44 * Q_{máx}^{0.5} = 4.44 * 240^{0.5} = 68.78 \approx 69.00m$$

Espejo de río (T):

$$T = B + 2 * Z * Y = 69 + 2 * 1.5 * 2.3 = 67.00m$$

Área Hidráulica (A):

$$A = \frac{B + T}{2} * Y = \frac{69 + 67}{2} * 2.3 = 78.20m$$

Perímetro mojado (P):

$$P = B + 2 * \sqrt{Z^2 + Y^2} = 69 + 2 * \sqrt{1.5^2 + 2.3^2} = 74.50m$$

Radio hidráulico (R):

$$R = \frac{A}{P} = \frac{78.20}{74.50} = 1.05$$

Velocidad media (V_m):

$$V_m = K_s * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} = V_m = 30 * 1.05^{\frac{2}{3}} * 0.008^{\frac{1}{2}} = 2.77m/seg$$

3.8.5.1. Propuesta del muro.

El borde normal lo determina teniendo en cuenta el perfil normal, el mismo que permite la transmisión y el drenaje de la carga. Para lo cual se utiliza la siguiente expresión:

$$H_M = Y + B_L$$

Donde:

- H_M : Altura del muro.
- Y : Tirante del cauce.
- B_L : Borde libre.

La velocidad del agua (V), la gravedad y un coeficiente $\hat{O} = 1,10$ para caudales de hasta 500 m³/s determinan la B_L . En tabla siguiente, se ha seleccionado un B_L para el análisis actual basado en el diseño:

Tabla 35

Valores de Borde libre en función del diseño de descarga

Descarga de diseño (m ³ /seg)	Borde libre (m)
Menos de 500.00	0.60 – 0.80
De 500.00 a 2000.00	1.00

Nota. Rodríguez (2002).

- De donde tomamos que B_L es igual a 0.60 m.

Reemplazando tenemos:

$$H_M = 2.30 + 0.60 = 2.90 \text{ m}$$

- Cálculo del régimen del caudal.

$$F = \frac{V}{\left(g * \frac{A}{T}\right)^{0.5}} = \frac{2.77}{\left(9.81 * \frac{78.20}{67.00}\right)^{0.5}} = 0.82 \text{ (Regimen subcrítico)}$$

- Ancho de corona de dique (A_c).

Se selecciona para una anchura de corona de 3,00 m a 4,00 m, en función del caudal máximo de diseño:

$$A_c = 4.00 \text{ m}$$

- Profundidad de socavación (H_s).

$$H_s = T_s - Y$$

Para calcular la profundidad de socavación se utilizó el siguiente método, sugerido por L.L. List Van Lebediev:

$$T_s = \left(\frac{\alpha * t^{5/3}}{0.60 * w^{1.18} * \beta} \right)^{\frac{1}{X+1}} = \left(\frac{0.87 * 2.3^{5/3}}{0.60 * 2^{1.18} * 0.97} \right)^{0.72} = 2.01$$

$$\alpha = \frac{Q_{\text{máx}}}{t^{5/3} * B} = \frac{240}{2.30^{5/3} * 69} = 0.87$$

Entonces:

$$H_s = T_s - Y = 2.01 - 1.30 = 0.70 \text{ m}$$

- Altura de dique (H_m).

Depende del francobordo (B_L) y del tirante (Y). Por seguridad se elige una altura de dique de 2,90 metros:

$$H_m = Y + B_L = 2.90 + 0.60 = 3.50$$

- Profundidad de Uña ($P_{\text{uña}}$).

$$P_{\text{uña}} = H_s * F_s = 0.70 * 1.5 = 1.35 \text{ m}$$

Por recomendaciones de seguridad se tomarán los siguientes valores:

- Puña = 2.00 m (Para tramos rectos)
- Puña = 2.50 m (Para tramos curvos)

- Ancho de Uña (Auña).

Se calcula en función de la profundidad del clavo (clavo) multiplicada por la pendiente del clavo ($z = 1,5$):

- Auña (tramo recto) = $1.5 \times 2.00 \text{ m} = 3.00 \text{ m}$
- Auña (tramo curvo) = $1.5 \times 2.50 \text{ m} = 3.75 \text{ m}$

- Cálculo del diámetro medio de Roca (D_m).

Las propiedades físicas de la roca determinan la estabilidad del edificio.

Se examina la relación entre el diámetro y el peso. En nuestro caso se utilizó el método de Maynard para determinarla:

$$D_m = C_1 * F * Y$$

Donde:

$$F = \frac{C_1 * V_m}{(g * Y)^{0.5}}$$

Los valores de C_1 y C_2 se obtienen de la siguiente tabla:

Tabla 36

Valores de C_1 y C_2 .

Valores de C_1		Valores de C_1	
Propiedad	Valor	Propiedad	Valor
Fondo plano	0.28	Tramo curvo	1.50
Talud 1:3	0.28	Tramo recto	1.25
Talud 1:2	0.32		

Nota: Rodríguez (2002).

Entonces:

$$F = \frac{C_1 * V_m}{(g * Y)^{0.5}} = \frac{1.5 * 2.77}{(9.81 * 30)^{0.5}} = 0.87$$

$$D_m = C_1 * F * Y = 0.32 * 0.87 * 2.30 = 0.65 \text{ m}$$

- Estabilidad de enrocado.

La estabilidad de la escollera depende de que el esfuerzo local no sea superior al esfuerzo cortante en el borde del talud o del fondo:

Esfuerzo cortante local (t_0):

$$t_0 = 13.40 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo cortante en el fondo (t):

$$t = 32.00 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo del talud (t'):

$$t' = 22.20 \text{ kg/cm}^2$$

Comprobado la condición de estabilidad del enrocado:

$$t_0 < t' < t$$

$$13.40 < 22.20 < 32.00 \quad \text{ok!}$$

Cálculo de la probabilidad del movimiento de roca, mediante el factor de estabilidad (F_{roca}):

$$F_{roca}(Dm) = 0.56 * \left(\frac{V^2}{2 * g} \right) * \left(\frac{1}{Dm} \right) * \left(\frac{1}{\Delta} \right)$$

$$F_{roca}(Dm) = 0.56 * \left(\frac{2.77^2}{2 * 9.81} \right) * \left(\frac{1}{0.65} \right) * \left(\frac{1}{1.60} \right) = 0.38$$

Peso de la roca:

$$W_{Dm} = 0.65 * 2600 * 0.65^3 = 0.464 \text{ tn}$$

- Estabilidad de terraplén.

En función del peso (W), del ángulo de rozamiento (25°), del peso específico del agua (P_w) y de la tensión (Y), se obtiene la fuerza que impide el movimiento de la joroba. La siguiente ecuación:

$$R = W * \text{Tang}(\emptyset) ; P = P_w * \frac{H^2}{2}$$

Determinación de la fuerza cortante:

$$W = A * P_w = 55.00 \text{ tn}$$

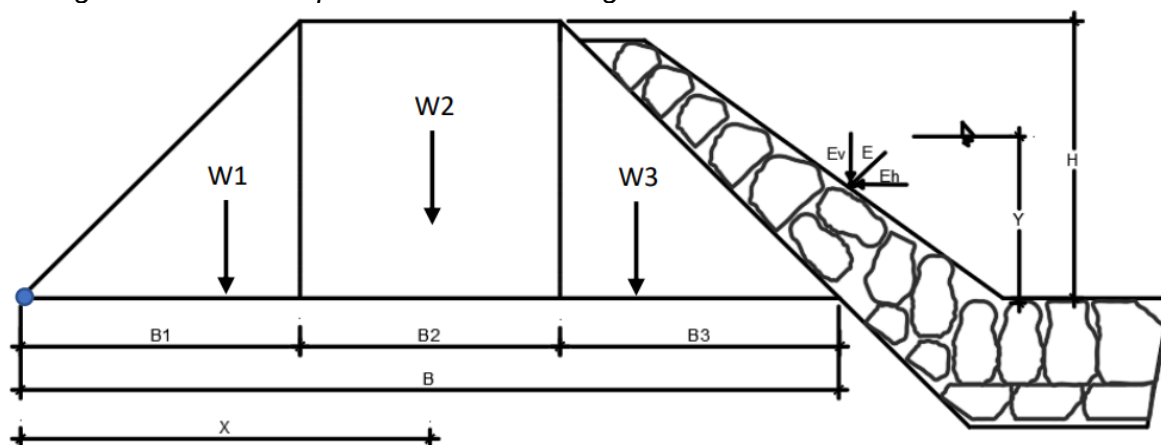
$$R = 30.00 \text{ tn/m}$$

- Determinación del empuje del flujo.

$$P = \text{Pesp del agua} * H = 1000 * \frac{2.30^2}{2} = 2645.00 \text{ kg/m}^2$$

- Cálculo de los empujes.

Figura 45
Configuración del muro para el análisis de cargas



Nota: Captura de pantalla del Software AutoCAD.

Tabla 37
Configuración del muro para el análisis de cargas.

Datos		Datos	
B	13.60 m	B3	4.80 m
B1	4.80 m	H	3.20 m
B2	4.00 m	Y	1.30 m

- Empuje del agua (E_a).

$$E_a = 0.5 * P_{esp} a * Y^2 = 0.50 * 1 * 2.30^2 = 2.64 \text{ tn}$$

- Empuje de roca (E_r).

$$E_r = 0.5 * P_{esp} r * H^2 = 0.50 * 2.6 * 3.20^2 = 13.31 \text{tn}$$

- Lugar donde se tiene los empujes:

$$h = \frac{Y}{3} = \frac{2.30}{3} = 0.77 \text{m}$$

$$h = \frac{2}{3} B1 = \frac{2}{3} * 4.80 = 3.20 \text{m}$$

- Momentos de volteo (M_v):

$$M_v = E_a * h * E_r * h = 2.64 * 0.77 * 13.31 * 0.77 = 20.83 \text{ tn} - \text{m}$$

- Momentos de estabilizantes (M_v):

Tabla 38*Momentos de estabilizantes.*

P	Área (m ²)	Pesos (tn)	Brazo de giro (m)	Momento (tn - m)
W1	7.68	16.90	3.20	54.07
W2	12.80	28.16	8.80	247.81
W3	7.68	16.90	10.40	175.72
Total W	28.16	61.95	Momento	477.59

Nota: Rodríguez (2002)

- Chequeo por volteo (FSV):

$$FSV = \frac{Mr}{M_v} = \frac{434.18}{42.96} = 10.11$$

$$FSV = 10.11 > 2 \dots \text{Ok!}$$

- Chequeo por deslizamiento (FSD):

$$f = 0.90 * \text{tang}(\emptyset) = 0.90 * \text{tang}(25) = 0.50$$

$$FSD = W * \frac{f}{E_a} = 61.95 * \frac{0.50}{2.64} = 11.73$$

$$FSD = 11.73 > 2 \dots \text{Ok!}$$

- Chequeo por asentamiento (e):

$$X = \frac{Mr - Ea}{W} = \left(\frac{477.59 - 2.64}{61.95} \right) = 7.67$$

$$e = \frac{B}{2} - X = \frac{13.60}{2} - 7.67 = 0.16$$

$$e = 0.16 < 4.53 \dots Ok!$$

- Chequeo por presiones del terreno (qadm):

$$q_{\max} = \frac{W}{B} + 6W * \frac{e}{B^2} = \frac{61.95}{13.60} + 6 * 61.95 * \frac{0.16}{13.60^2} = 4.88 \text{ tn} - \text{m}^2$$

$$q_{\max} = 0.488 \text{ kg/cm}^2 < 0.65 \text{ kg/cm}^2 \dots Ok!$$

$$q_{\min} = \frac{W}{B} - 6W * \frac{e}{B^2} = \frac{61.95}{13.60} - 6 * 61.95 * \frac{0.16}{13.60^2} = 4.24 \text{ tn} - \text{m}^2$$

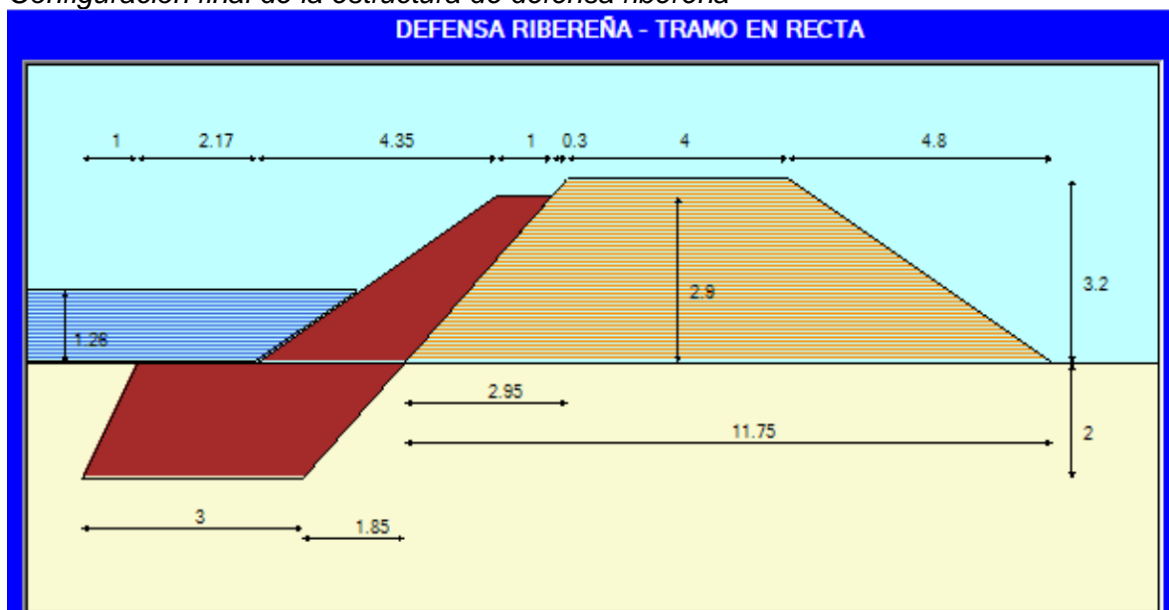
$$q_{\min} = 0.424 \text{ kg/cm}^2 < 0.65 \text{ kg/cm}^2 \dots Ok!$$

- Configuración final del muro de contención:

La siguiente imagen presenta la configuración geométrica final:

Figura 46

Configuración final de la estructura de defensa ribereña



Nota. Captura de pantalla del Software AutoCAD

3.8.5.2. Costo del muro.

Finalmente, determinamos el costo referencial de la defensa ribereña; el metrado asimismo, la hoja de presupuesto, Para analizar el precio unitario y la lista de insumos se utilizó el programa informático S10 (Anexos).

Tabla 39

Costo referencial de la estructura de defensa ribereña.

Ítem	Descripción	Und	Metrado	APU	Parcial
01	diseño hidráulico y estructural				42,268.88
01.01	Obras provisionales				8,398.80
01.01.01	Cartel de identificación de la obra	glb	1.00	15,00.00	1,500.00
01.01.02	Caseta para guardianía y deposito	m2	40.00	128.82	5,152.80
01.01.03	Cerco provisional c/malla arpillera.	m	120.00	14.55	1,746.00
01.02	Trabajos preliminares				21,870.08
01.02.01	Movilización de maquinaria	glb	1.00	10,000.00	10,000.00
01.02.02	Habilitación de caminos de acceso	km	1.00	9,805.13	9,805.13
01.02.03	Trazo y replanteo inicial	Km	0.52	1,956.81	1,017.54
01.02.04	Control topográfico	km	0.52	2,014.24	1,047.40
01.03	Seguridad y salud en obra				12,000.00
01.03.01	Implementación plan de seguridad	glb	1.00	2,000.00	2,000.00
01.03.02	Equipos de protección individual	glb	1.00	5,000.00	5,000.00
01.03.03	Equipos de protección colectiva	glb	1.00	3,000.00	3,000.00
01.03.04	Señalización temporal de seguridad	glb	1.00	2,000.00	2,000.00
02	Estructuras				730,033.00
02.01	Movimiento de tierras				263,926.00
02.01.01	Limpieza y descolmatación del cauce	m3	10,600.00	4.42	46,852.00
02.01.02	Conformación de dique/maquinaria	m3	3,000.00	52.19	156,570.00
02.01.03	Construcción de corona de rodadura	m3	500.00	58.16	29,080.00
02.01.04	Excavación de uña de cimentación	m3	500.00	8.38	4,190.00
02.01.05	Perfilado y refine en talud de dique	m2	10,200.00	2.67	27,234.00
02.02	Protección con enrocado				441,321.00
02.02.01	Acomodado de roca en uña	m3	500.00	143.17	71,585.00
02.02.02	Acomodado de roca en talud	m3	500.00	147.26	73,630.00
02.02.03	Geotextil no tejido de 400 gr/m2	m2	10,200.00	29.03	296,106.00
02.03	Otros				24,786.00
02.03.01	Limpieza del terreno con equipo	m2	10,200.00	2.43	24,786.00
	Costo directo				772,301.88
	Gastos generales		10.00%		77,230.19
	Utilidad		10.00%		77,230.19
	Sub total				926,762.25
	IGV		18.00%		139,014.34
	Costo referencial total S/.				1'065,776.59



3.9. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO.

3.9.1. Validez del instrumento.

El Manual de Ensayos del MTC del Perú especifica los instrumentos a utilizar para determinar las características físicas del suelo; para determinar el tipo de suelo se utilizó la clasificación del sistema SUCS; para determinar la capacidad portante se utilizaron las correlaciones establecidas por el tipo de suelo; y para la topografía se realizó un levantamiento (eje del río) utilizando el software Civil 3D para generar el perfil y curvas de nivel; Los cauces de la cuenca fueron recuperados de las cartas nacionales que el IGN ofreció gratuitamente, mientras que el registro de precipitaciones fue tomado del SENAMHI. El HEC - HMS elaboró el modelo hidrológico y la simulación de las zonas más vulnerables con el software HEC - RAS. La delimitación se realizó con ArGIS, y el caudal de período de retorno se generó con Excel utilizando fórmulas determinadas en el Manual de Hidrología del MTC.

3.9.2. Confiabilidad del instrumento:

Como se indica en el párrafo anterior, cada herramienta de recogida de datos demuestra su fiabilidad.

3.10. DISEÑO DE LA CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

El presente estudio no requiere el uso de métodos estadísticos para contrastar las hipótesis, ya que, como señaló Hernández (2014), esto se logró a través de la discusión de resultados. Esto se debe a que el método de recolección de datos es normativo, se apega a una metodología preestablecida y los instrumentos están validados a nivel de investigación descriptiva.

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

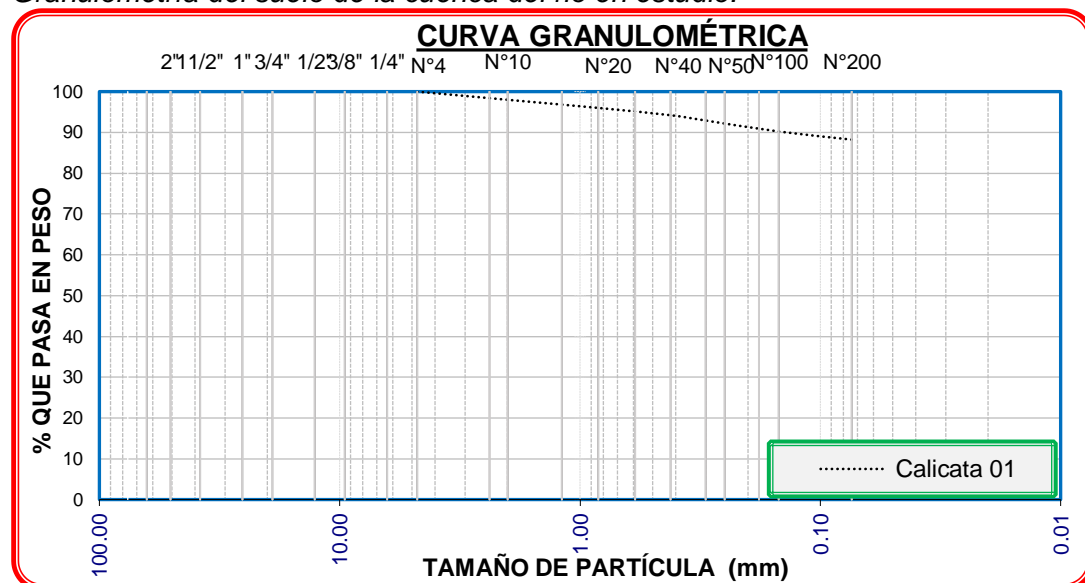
4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

En este capítulo se presentan los resultados de las pruebas de laboratorio, la clasificación del suelo y su capacidad de carga, las precipitaciones y los caudales de retorno, el modelo hidráulico e hidrológico y el plan de defensa ribereña para el análisis de riesgos.

4.1.1. Características geotécnicas del suelo.

Figura 47

Granulometría del suelo de la cuenca del río en estudio.



Nota. Datos obtenidos de laboratorio de suelos

Las propiedades geotécnicas del suelo se indican en la tabla siguiente.

Tabla 40

Características geotécnicas del suelo.

Ensayo	Norma	Datos obtenidos de laboratorio
Granulometría	MTC E 107	Figura 47
Porcentaje de humedad	MTC E 108	2.90%
Límite líquido	MTC E 110	29.10%
Límite plástico	MTC E 111	23.98%
Índice plástico	MTC E 111	5.13%
Clasificación de suelos	SUCS	SC
Densidad natural	MTC E 113	1.84 kg/cm ³
Capacidad portante	Correlación	1.50 kg/cm ²

Nota. Datos obtenidos de laboratorio de suelos

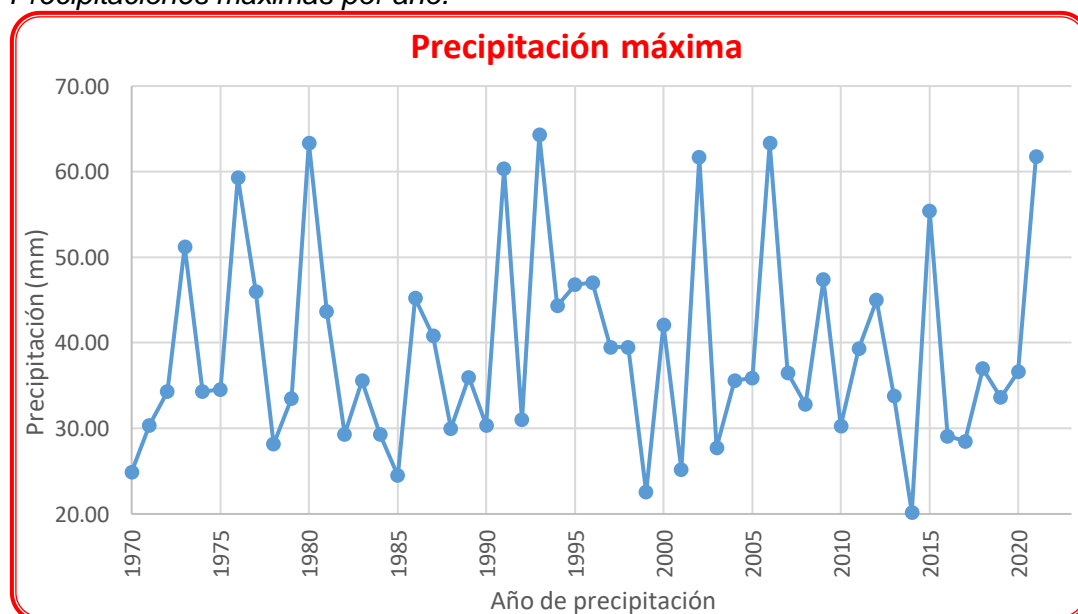
Podemos observar que las características geotécnicas del suelo son adecuados para la construcción de una estructura de protección a desbordamientos.

4.1.2. Características hidráulicas.

A partir de los registros del SENAMHI, las precipitaciones máximas de cada año se muestran en la siguiente figura.

Figura 48

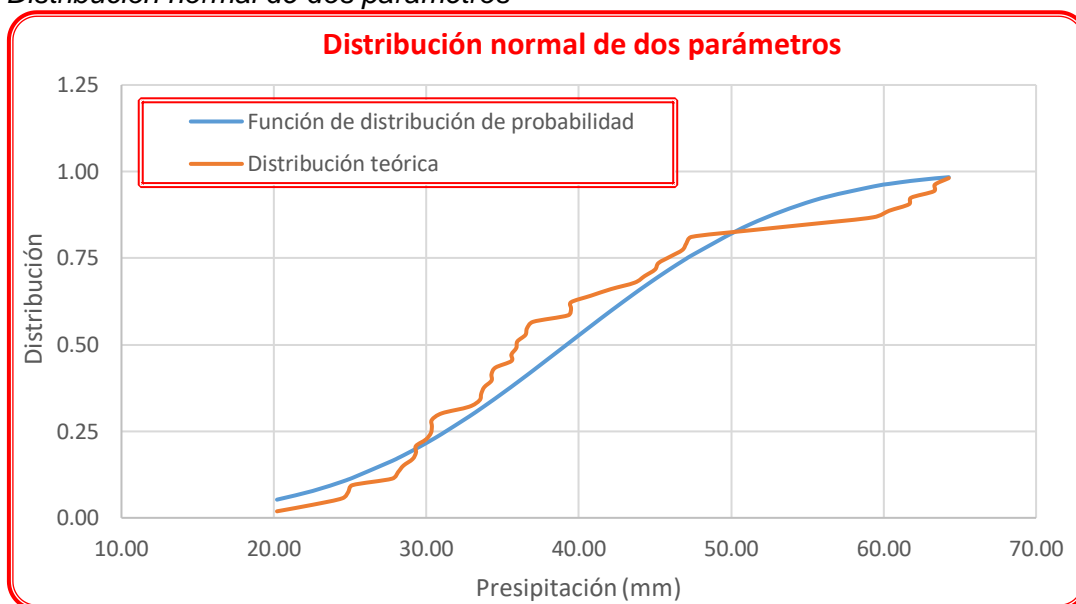
Precipitaciones máximas por año.



Nota. Datos Hidrometeorológicos de la estación de cruceo

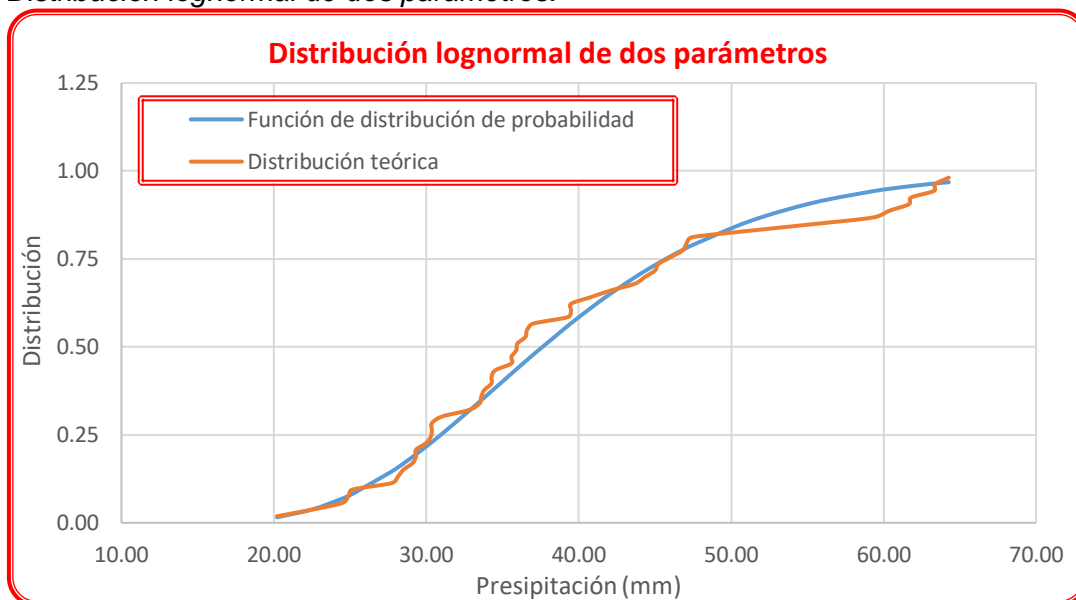
Las figuras muestran la distribución de probabilidad vs la distribución teórica.

Figura 49
Distribución normal de dos parámetros



Nota. Curva de relación de probabilidad – teórica

Figura 50
Distribución lognormal de dos parámetros.



Nota: Curva log de relación de probabilidad – teórica

Como vemos, la distribución lognormal se ajusta mejor a la distribución teórica, por lo que se ha utilizado esta distribución para el estudio de la cuenca.

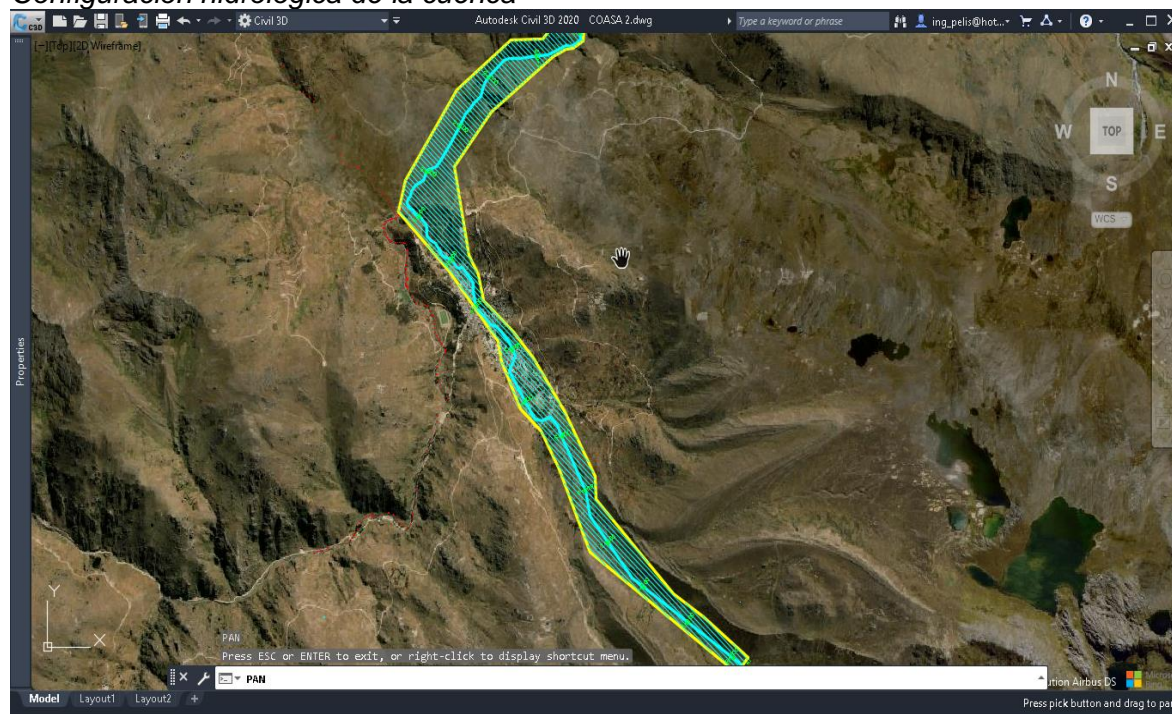
La tabla siguiente muestra los resultados del examen de los parámetros hidráulicos de la cuenca del río Coasa.

Tabla 41*Parámetros hidrológicos de diseño.*

Parámetros Hidráulicos	Característica de la cuenca
Nivel de significancia	0.05
Número de datos	52
Nivel de significación	0.1886
Distribución normal	0.1407
Distribución log normal	0.0885
Frecuencia para 50 años de retorno	76.1464
Tormenta de diseño	50.3446 mm
Índice de relieve (área urbana)	68

4.1.3. Características hidrológicas.

El cuadro 42 y los datos del punto anterior se utilizaron para determinar las características hidrológicas de la cuenca investigada.

Figura 51*Configuración hidrológica de la cuenca*

Nota: (Captura de pantalla del Software Civil 3D).

La tabla muestra los parámetros para el diseño de la estructura de defensa.

Tabla 42

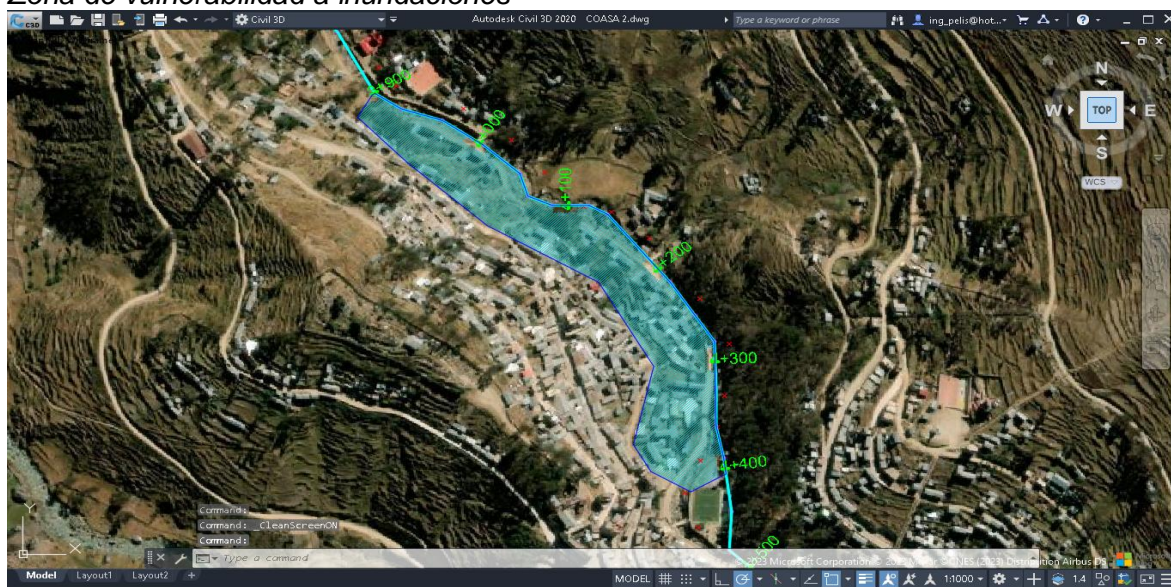
Parámetros hidrológicos de diseño.

Parámetros Hidrológicos	Unidad	Característica de la cuenca
Área	Km ²	4.15
Perímetro	Km	12.35
Longitud	Km	5.45
Pendiente media	%	6.17
Caudal de diseño	m ³ /s	240
Forma de la cuenca		De oval redonda a oval oblonga
Curva Hipsométrica		Fase de equilibrio (maduro)

4.1.4. Zonas de vulnerabilidad a inundaciones.

Figura 52

Zona de vulnerabilidad a inundaciones



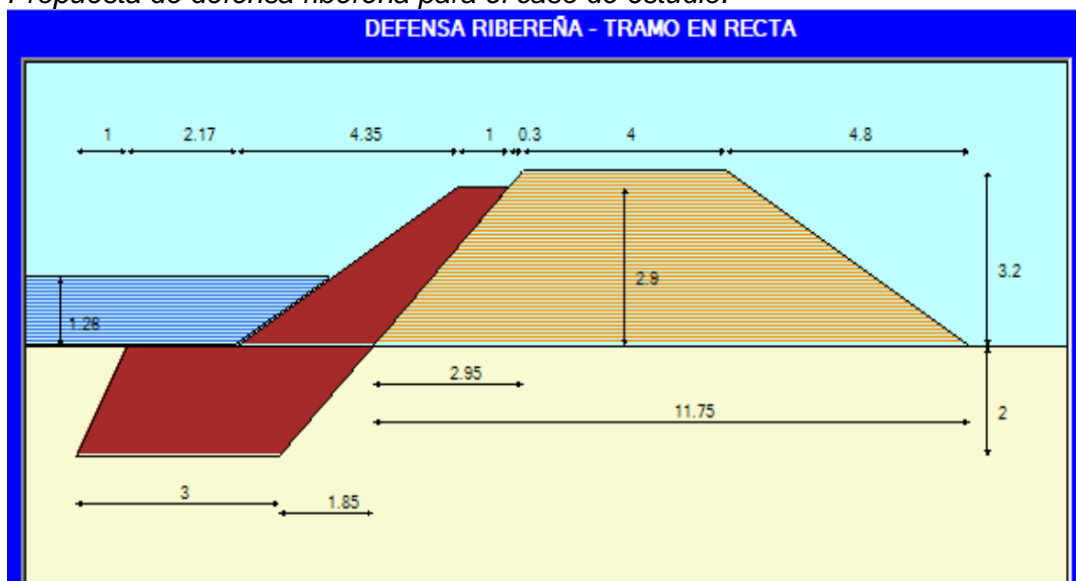
Nota. (Captura de pantalla del Software Civil 3D).

Las zonas de riesgo de inundación tienen una longitud total visible de 0,5 km y comienzan en la progresiva de 4+250 a 4+750 en la orilla izquierda, aguas abajo del cauce. Por consideraciones de seguridad, se ha tenido en cuenta un 2% adicional de probabilidad de inundación, lo que ha dado como resultado una longitud de 0,52 km.

4.1.5. Planteamiento de la estructura de defensa ribereña.

Figura 53

Propuesta de defensa ribereña para el caso de estudio.



Nota. (Captura de pantalla del Software AutoCAD).

Tabla 43

Costo referencial de la defensa ribereña para el caso de estudio.

Ítem	Descripción	Costo S/.
1	diseño hidráulico y estructural	42,268.88
1.01	Obras provisionales	8,398.80
1.02	Trabajos preliminares	21,870.08
1.03	Seguridad y salud en obra	12,000.00
2	Estructuras	730,033.00
2.01	Movimiento de tierras	263,926.00
2.02	Protección con enrocado	441,321.00
2.03	Otros	24,786.00
	Costo directo	772,301.88
	Gastos generales 10%	77,230.19
	Utilidad 10%	77,230.19
	Sub total	926,762.25
	IGV 18%	139,014.34
	Costo total referencial total S/.	1'065,776.59

La estructura de defensa ribereña de mejor desempeño sería la construcción de un dique de enrocado con un costo referencial de S/. 1'065,776.59 incluyendo IGV presupuestado al mes de diciembre del 2022.



4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Esta tesis se organizó de la siguiente manera: se inició con la identificación de un punto crítico de inundación provocado por las crecidas máximas de la cuenca del río Coasa, después se identificaron las poblaciones y zonas de riesgo y se concluyó con un estudio de la topografía, morfología, hidráulica e hidrología de la zona. Estas estadísticas se utilizaron para proponer la ubicación y el trazado estructural de una defensa de orilla adecuada que cumpliera los requisitos necesarios para soportar un caudal máximo de 240 m³/s previsto para un periodo de retorno de 50 años.

En cuanto a la estimación de las zonas sensibles, se encontró que la cuenca estudiada es madura y en equilibrio, por lo que existen registros de precipitación máxima desde 1970 (SENAMHI). Cada crecida máxima provoca desbordes, socavación y erosión en la margen derecha del río, lo que tiene un impacto inmediato en la población de Coasa en términos de vivienda, transporte, economía y seguridad. Se descubrió la zona más vulnerable de la cuenca mediante la modelización con sofisticados programas informáticos, lo que ayudó a señalar el lugar más esencial donde crear una defensa ribereña para contrarrestar estos impactos. Por último, se propuso un plan de protección ribereña en las zonas designadas. Según la interpretación de López y Melgarejo (2020), identificar la vulnerabilidad a las inundaciones es crucial para proporcionar medidas preventivas que promuevan la seguridad y el desarrollo sostenible; los resultados del presente estudio se alinean con estas conclusiones.

En cuanto a la investigación fundacional, se realizó un levantamiento topográfico que proporcionó un perfil longitudinal y secciones transversales



que representaron la superficie del río. Estos resultados se contrastan con el estudio de Velarde y Velarde (2021), que sugiere gaviones dispuestos de forma escalonada, con el fin de evitar el desbordamiento del arroyo. Para este estudio, se excavó un pozo de prueba, y la muestra fue procesada en el laboratorio. El suelo fue clasificado como SC utilizando el Sistema SUCS, y se identificó un nivel freático a -2,00 m; además, una capacidad portante de 1. 50 kg/cm² a partir de correlaciones propuestas por Teodoro (2014), en contraste con estos hallazgos, el estudio de Velarde y Velarde (2021) realizó investigaciones topográficas, edafológicas, hidrológicas e hidráulicas fluviales y sugiere gaviones escalonados para evitar el desbordamiento del arroyo. Finalmente, Se utilizó ArcGIS 10.6 para trazar el límite de la cuenca. Para un periodo de retorno de 50 años, se descubrió un caudal medio de diseño de 120 m³/s; no obstante, se estimó un caudal de 240 m³/s.

Nuestro diseño para la defensa ribereña es un dique de escollera de 0,52 km de longitud. Este diseño difiere del estudio de Chong y Silva (2018), que sugerían diseños de obras de protección para garantizar la transitabilidad sin poner en peligro las zonas agrícolas ni las canteras. En cambio, nuestro diseño para un dique de escollera salvaguardará las casas circundantes, la población y sus propiedades agrícolas en ambos márgenes. Además, a diferencia de Lozano y Lozada (2019), La recopilación y el análisis de los datos permitieron establecer el diseño estructural e hidráulico de un dique de tierra de 3,547 km, así como el caudal máximo de diseño. Estos resultados son coherentes con el diseño actual de la estructura defensiva ribereña.



CONCLUSIONES

- Primero:** El terreno de la cuenca investigada es algo rocoso, con laderas desgastadas por los cambios de los cursos de agua. La región tiene una pendiente media del 6,17%. Con ArcGIS se definió una superficie de 4,15 km² y un perímetro de 12 km. El lecho de la cuenca está formado por cantos rodados, y en ambos bordes hay barrios con vegetación, urbanos y agrícolas. El nivel freático del suelo arenoso arcilloso (CS) se encuentra a una profundidad de 2,00 metros. Su LL de 29,10%, LP de 23,98%, IP de 5,13%, contenido de partículas finas, y contenido de humedad de 2,90% se correlacionan con una capacidad portante de 1,50 kg/cm².
- Segundo:** Con los datos de precipitación máxima en 24 horas del SENAMHI entre 1970 y 2021, junto con las funciones de distribución de probabilidad, el programa HEC - HMS calculó el caudal máximo de diseño en 26,7 m³/s para un período de retorno de 50 años; sin embargo, se tomaron en consideración 240 m³/s por razones de seguridad y diseño.
- Tercero:** Las zonas de mayor riesgo a inundaciones mediante el análisis hidrológico en las crecidas del río Coasa de la zona sur este del distrito de Coasa, realizado por los softwares HEC-GEORas y HEC – RAS, se observa y analiza el comportamiento del flujo del cauce identificándose que dichas zonas se encuentran entre las progresivas 4 + 250 a la 4 + 750, en el borde izquierdo, aguas abajo del cauce del río.



Cuarto: Sugerimos que la construcción de un dique de escollera en los grados $4 + 250$ a $4 + 750$ con un caudal de $240 \text{ m}^3/\text{s}$ para un periodo de retorno de 50 años sería la estructura de defensa ribereña con mejores prestaciones para las avenidas del río Coasa en la zona sureste del término de Coasa.



RECOMENDACIONES

- Primero:** Con los resultados de este estudio como antecedente, se anima a los futuros estudiantes de tesis a evaluar otras áreas críticas donde la cuenca del estudio puede verse afectada, principalmente para brindar protección ribereña para proteger propiedades, áreas agrícolas y ganado.
- Segundo:** Considerar otras opciones para tener una perspectiva más amplia, en el análisis de riesgos por inundación aplicando, el MIKE 11 o MIKE SHE: Estos programas de la serie MIKE son muy eficaces para modelar flujos en ríos y grandes cuencas, esta herramienta es más detallada para estudios a gran escala.
- Tercero:** En el análisis hidrológico el HEC-HMS es del mismo cuerpo de ingenieros que HEC-RAS, HEC-HMS se centra más en análisis hidrológicos de cuencas, lo que podría ser útil para comparar resultados o realizar análisis complementarios a una investigación.
- Cuarto:** Estudio de ingeniería detallado: Realizar un estudio de ingeniería más detallado para la estructura propuesta, considerando aspectos como la estabilidad estructural, la vida útil de la infraestructura y la mantenibilidad a largo plazo.
- Quinto:** Comparación de alternativas: evaluar y comparar diferentes alternativas de estructuras de defensa ribereña, considerando no solo la eficacia técnica sino también la viabilidad económica y ambiental de cada opción.



BIBLIOGRAFÍA

- López Ortiz, M. I., Melgarejo, J., & Fernández-Aracil, P. (2020). Riesgo de inundación en España: análisis y soluciones para la generación de territorios resilientes.
- Velarde Roque, J. H., & Velarde Roque, N. K. (2021). diseño de una infraestructura de protección ribereña en la quebrada Chaupimayo, distrito de Inambari, provincia de Tambopata, Madre de Dios.
- Lozano, L., & Lozada, K. (2021). Instalación de un sistema de defensa ribereña ante la vulnerabilidad que genera las inundaciones en la margen derecha del río Yuracyacu localidad de Yuracyacu [Tesis, Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto].
- Silva Valdez, E. S., & Chong Gálvez, D. A. diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento en las zonas vulnerables de la quebrada Lupín, Huarmey-Ancash.
- Benique Yucra, K. W. (2018). *Modelación hidrológica de la cuenca baja del río Cuyocuyo; sector Ccolocconi – puente Santa Rosa, para determinar el potencial hídrico y zonas de riesgo, con la aplicación del software Hec - Ras.* Juliaca: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.
- Borja Suárez , M. (2012). *Metodología de la investigación científica para ingenieros.* Chiclayo, Perú.
- Braja, M. D. (2015). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica cuarta edición.* México, D. F.: CENGAGE Learning.



CENEPRED. (2014). *Manual para la evaluación de riesgos originados por inundaciones fluviales*. Lima - Perú: Dirección de Gestión de Procesos Subdivisión de Normas y Lineamientos.

Figueroa Montoya, J. M. (2019). *Aplicación del Hec-RAS para la modelación hidráulica y determinación de zonas de inundación en las riberas del río Jipijapa (UNESUM-BYPASS)*. Jipijapa - Manabí- Ecuador: Universidad Estatal Del Sur De Manabí.

Hernández Urbina, S. M. (2021). *Modelamiento hidráulico del río Virú, desde la progresiva 20+364 hasta la progresiva 11+773, con fines de defensa ribereña, región La Libertad*. Trujillo: Universidad Nacional De Trujillo.

Meza Verastegui, Y. S. (2019). *diseño hidráulico y estructural de defensa ribereña del río Tarma en el sector de Santo Domingo- Palca-Tarma*. Tarma - Perú: Universidad Católica Sedes Sapientiae.

Múnera Mesa, C. P. (2013). *Análisis comparativo de los modelos Hec-Ras, Cche2d, G-stars y Bri-stars, para la modelación Hidráulico-Morfológica en un cauce aluvial*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.

Ortiz Higuera, E. A. (2015). *Caracterización morfométrica, modelación hidrológica y modelación hidráulica para la cuenca del cauce en la Urbanización Ciudad Blanca, del Municipio San Gil, Departamento De Santander, mediante el uso de las herramientas Hec-Geohms y Hec-Georas*. Bogotá: Universidad Católica De Colombia.

Rodríguez S. , E. A., González P., R. A., Medina N., M. P., Pardo C., Y. A., & Santos R., A. C. (Octubre de 2007). Propuesta metodológica para la generación de mapas de inundación y clasificación de zonas de amenaza. Caso de estudio



en la parte baja del Río Las Ceibas (Neiva- Huila). *Avances en Recursos
Hidráulicos*, 65-78.

Vara Horna, A. A. (2012). *7 pasos para una tesis exitosa*. Lima, Perú: Universidad
de San Martín de Porres.



ANEXOS

ANEXO N° 01. MATRIZ DE CONSISTENCIA.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN
¿Cuáles son las zonas con riesgos por inundación, y qué tipos de estructura ribereña será necesario plantear, en las crecidas del río Coasa, zona sur-este, del distrito de Coasa - Carabaya - Puno?	Identificar las zonas de mayor riesgo a inundaciones por las crecidas del río Coasa de la zona sur este del distrito de Coasa provincia de Carabaya Departamento de Puno y proponer el tipo de estructura de defensa ribereña que presentaría un mejor desempeño	Las zonas de mayor riesgo a inundaciones por las crecidas del río Coasa de la zona sur este del distrito de Coasa provincia de Carabaya del Departamento de Puno, presentan un alto riesgo, en épocas de avenida, en un periodo de 50 años, siendo los gaviones el tipo de estructura de defensa ribereña de mejor desempeño.	Variable de caracterización Características topográficas y geotécnicas	Datos topográficos Clasificación del suelo Permeabilidad Caudal Precipitación máxima Periodo de retorno Escorrentía Áreas inundables	Enfoque Cuantitativo Nivel de investigación Descriptivo Diseño de la investigación No experimental Población Cuenca del río Coasa
PROBLEMAS ESPECIFICOS 1. ¿Cuáles son las características topográficas y geotécnicas en las crecidas del río Coasa de la zona sur este del distrito de Coasa perteneciente a la provincia de Carabaya del Departamento de Puno?	OBJETIVOS ESPECIFICOS 1. Determinar las características topográficas y geotécnicas de las avenidas del río Coasa en la región sureste del distrito de Coasa, perteneciente a la provincia de Carabaya del departamento de Puno	HIPÓTESIS ESPECIFICO 1. Las características topográficas y geotécnicas en el río Coasa de la zona sur este del distrito de Coasa provincia muestran zonas con depresiones inferiores al cauce del río, además, presenta un suelo con una capacidad portante aceptable para la construcción de un muro de contención	Comportamiento hidráulico e hidrológico Variables de interés Riesgos por inundaciones	INDICADORES Coordenadas Área de la cuenca Pendientes Elevación del terreno Calicata	Muestra Precipitaciones, tiempos de retorno, datos históricos del río de Coasa Técnica Caracterización y comportamiento del río INSTRUMENTOS Análisis topográfico



	Aforamiento de río	Hoja de calculo
<p>2. ¿Cuál es el comportamiento hidráulico e hidrológico en las crecidas del río Coasa de la zona sur este del distrito de Coasa perteneciente a la provincia Carabaya - Puno mediante la aplicación del modelo matemático Hec - Ras para un periodo de retorno de 50 años?</p>	<p>Velocidad del caudal</p> <p>Estaciones hidrométricas</p> <p>Registros históricos</p> <p>Área de la cuenca</p> <p>Topografía del río</p> <p>Pendiente del río</p> <p>Caudal máximo</p> <p>Análisis de inundaciones</p>	<p>Ensayo de laboratorio</p> <p>Hoja de recolección de datos</p> <p>Datos SENAMHI</p> <p>Software ArcGIS y Q-GIS</p> <p>Hoja de recolección de datos</p> <p>Software HEC-HMS y HEC-RAS</p> <p>Modelos matemáticos (método flotador)</p> <p>Seccionamiento de río</p>
<p>2. Analizar el comportamiento hidráulico e hidrológico en las crecidas del río Coasa de la zona sur este del distrito de Coasa, de la provincia Carabaya - Puno mediante la aplicación del modelo matemático Hec - Ras, para un periodo de retorno de 50 años</p>		
<p>3. ¿Cuáles son las zonas de mayor vulnerabilidad a inundaciones determinado mediante el análisis hidrológico en las crecidas del río Coasa de la zona sureste del distrito de Coasa perteneciente a la provincia de Carabaya Departamento de Puno?</p>		
<p>4. ¿Cuál sería la estructura de defensa ribereña de mejor desempeño para las crecidas del río Coasa de la zona sur este del distrito de Coasa perteneciente a la provincia de Carabaya del Departamento de Puno?</p>		



ANEXO N° 02. LA OPERACIÓN DE LAS VARIABLES

Tipos de variable		Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Escala de medición	
variable de caracterización	Características topográficas y geotécnicas	Datos topográficos	Coordenadas	Análisis topográfico	Nominal	
			Área de la cuenca			
			Pendientes			
			Elevación del terreno			
	Comportamiento hidráulico e hidrológico	Caudal	Clasificación del suelo	Ensayo de laboratorio		
			Permeabilidad			
			Aforamiento de Río			Hoja de recolección de datos
			Velocidad del caudal			
Precipitación máxima	Estaciones hidrométricas					
Periodo de retorno						
Escorrentía	Registros históricos	Datos SENAMHI				
variables de interés	Riesgos por inundaciones	Áreas inundables	Área de la cuenca	Software ArcGIS y Q-GIS	Nominal	
			Topografía del río	Análisis topográfico		
			Pendiente del río	Análisis topográfico		
			Caudal máximo	Hoja de recolección de datos		
			Análisis de inundaciones	Software HEC-HMS y HEC-RAS		



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



TESIS "ANÁLISIS DE RIESGOS POR INUNDACIÓN Y LA DETERMINACIÓN DE TIPOS DE ESTRUCTURA RIBEREÑA PARA CRECIDAS DEL RÍO COASA, ZONA SUR-ESTE, DEL DISTRITO DE COASA - CARABAYA - PUNO"

SOLICITANTE : Bach. FISHER SOTOMAYOR ARAUJO
UBICACIÓN : RIO COASA - DISTRITO COASA - CARABAYA - PUNO
CANTERA : CANTETRA N° 01
FECHA : 29 DE AGOSTO DEL 2022

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	321.47
SUELO SECO + TARRO	gr	313.47
PESO DEL TARRO	gr	38.02
PESO DEL AGUA	gr	8.00
PESO DEL SUELO SECO	gr	275.45
HUMEDAD %	%	2.90

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LIMITE LIQUIDO

TARRO N°		H	I
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	36.92	31.38
SUELO SECO + TARRO	gr	33.39	28.24
PESO DEL TARRO	gr	20.95	17.33
PESO DEL AGUA	gr	3.53	3.14
PESO DEL SUELO SECO	gr	12.44	10.91
HUMEDAD	%	28.38	28.78
N° DE GOLPES		25	25

LIMITE PLASTICO

C-2	M-2
13.57	15.63
12.43	14.40
8.22	8.50
1.14	1.23
4.21	5.90
27.08	20.85

LIMITE LIQUIDO %:	28.58	LIMITE PLASTICO %:	23.96
-------------------	-------	--------------------	-------

INDICE PLASTICO % : 04.62

LL = $W_n * (N/25)^{0.121}$
Donde:
LL = Limite Liquido
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Numero de Golpes

OBSERVACIONES: LA MUESTRA FUE PUESTA Y ETIQUETADA EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.

UANCV - FICP
CAP INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
Mgtr. José Antonio Paredes Vera
CIP 62794

F.N°: 5-44040



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



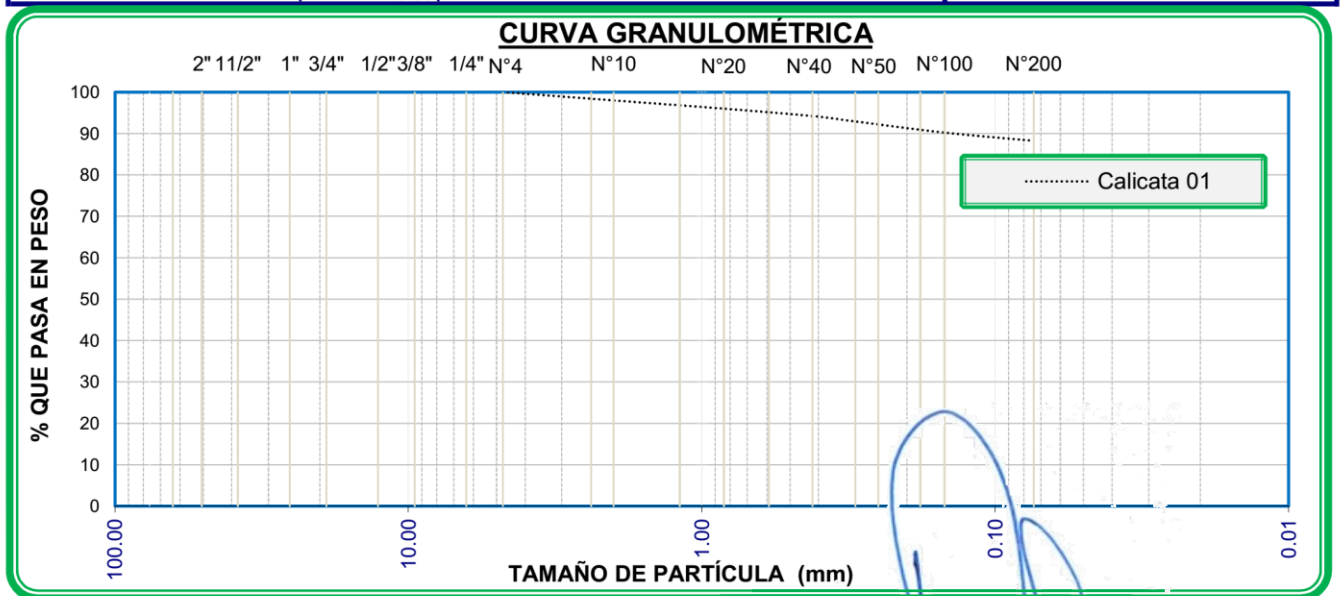
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422) ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

OBRA : "ANÁLISIS DE RIESGOS POR INUNDACIÓN Y LA DETERMINACIÓN DE TIPOS DE ESTRUCTURA RIBEREÑA PARA CRECIDAS DEL RÍO COASA, ZONA SUR-ESTE, DEL DISTRITO DE COASA - CARABAYA - PUNO"

SOLICITANTE : Bach. FISHER SOTOMAYOR ARAUJO
UBICACIÓN : RIO COASA - DISTRITO COASA - CARABAYA - PUNO
CANTERA : CANTETRA N° 01
FECHA : 29 DE AGOSTO DEL 2022

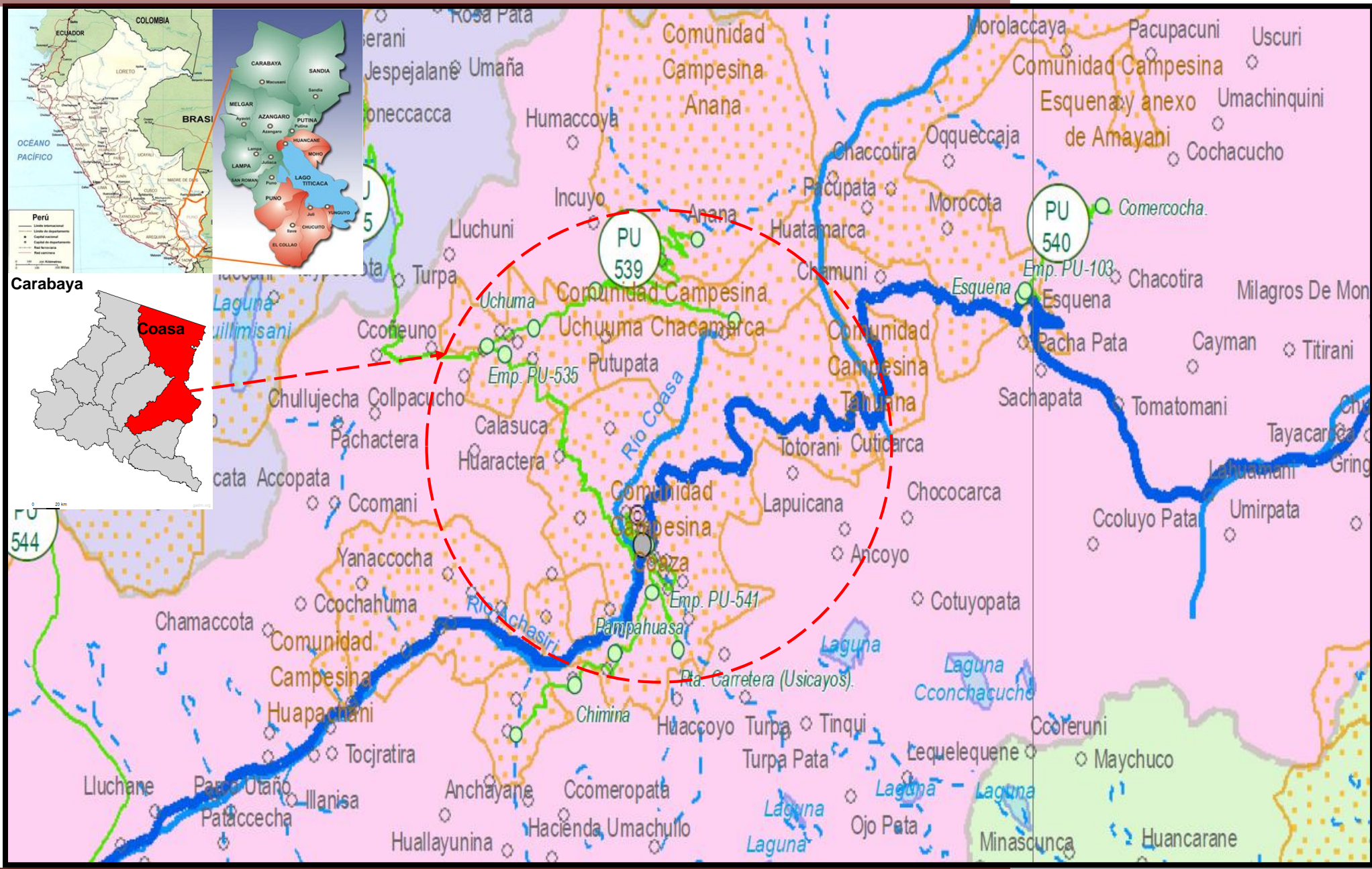
$$D_x = \left[\frac{D_2 - D_1}{\log_{\%2} - \log_{\%1}} * \log_{\%x} - \log_{\%1} + D_1 \right]$$

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MAXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200					INF SUF	P.I.= 830.50
2 1/2"	63.500	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		P.L.= 718.30
2"	50.600	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		P.P.= 112.20
1 1/2"	38.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		% w = 2.90
1"	25.400	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.050		0.00%	0.00%	100.00%		L.L.= 28.58
1/2"	12.700		0.00%	0.00%	100.00%		L.P.= 23.96
3/8"	9.525	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		I.P.= 4.62
1/4"	6.350	0.00	0.00%	0.00%			CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No4	4.760	13.20	1.59%	1.59%	98.41%		D10= 0.000 Cu= 0
No8	2.380	0.00	0.00%	1.59%	98.41%		D30= 0.000 Cc= 0
No10	2.000	17.30	2.08%	3.67%	96.33%		D60= 0.00
No16	1.190	0.00	0.00%	3.67%	96.33%		CLASIFICACIÓN:
No20	0.840	70.80	8.52%	12.20%	87.80%		I.G. =
No30	0.590	0.00	0.00%	12.20%	87.80%		SUSCS : SM - SC
No40	0.420	420.20	50.60%	62.79%	37.21%		AASHTO :
No 50	0.300	0.00	0.00%	62.79%	37.21%		OBSERVACIONES:
No60	0.250	56.50	6.80%	69.60%	30.40%		
No80	0.180	0.00	0.00%	69.60%	30.40%		
No100	0.149	60.20	7.25%	76.85%	23.15%		
No200	0.074	80.10	9.64%	86.49%	13.51%		
BASE		112.20	13.51%	100.00%	0.00%		
TOTAL		830.50	100.00%				
% PERDIDA		0.00					



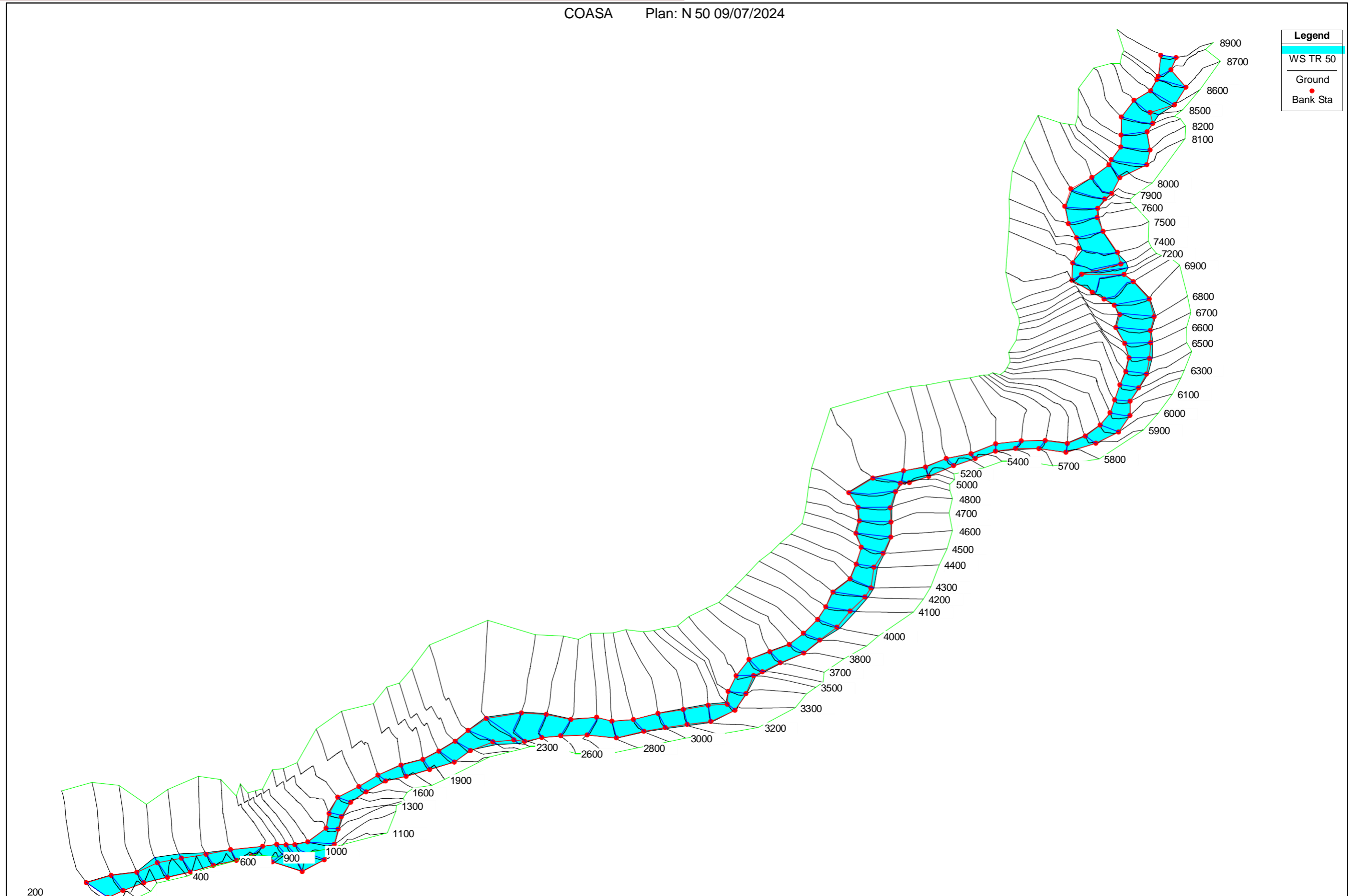
UANCV - FICP
CAP INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. José Antonio Paredes Vera N°: 5-44040
CIP: 82794

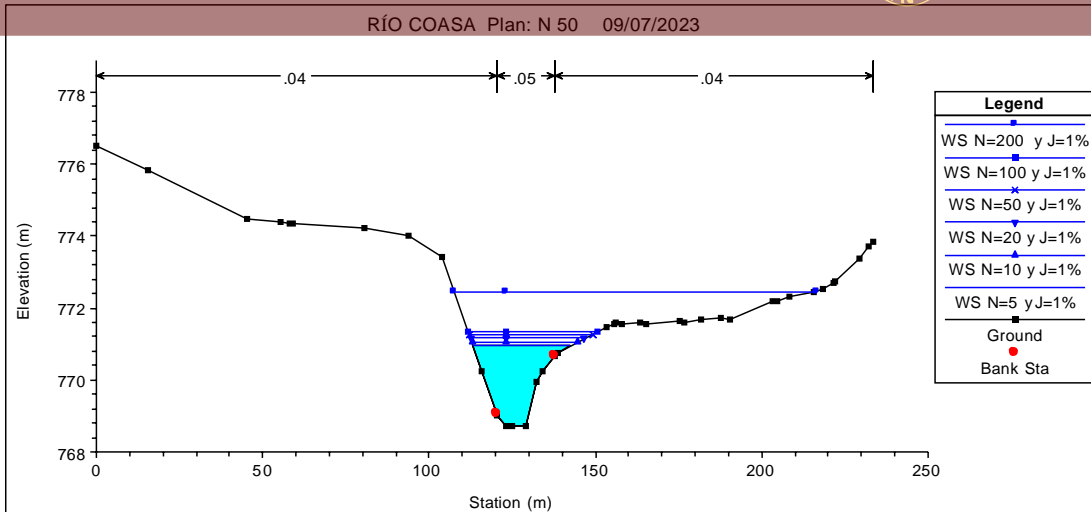




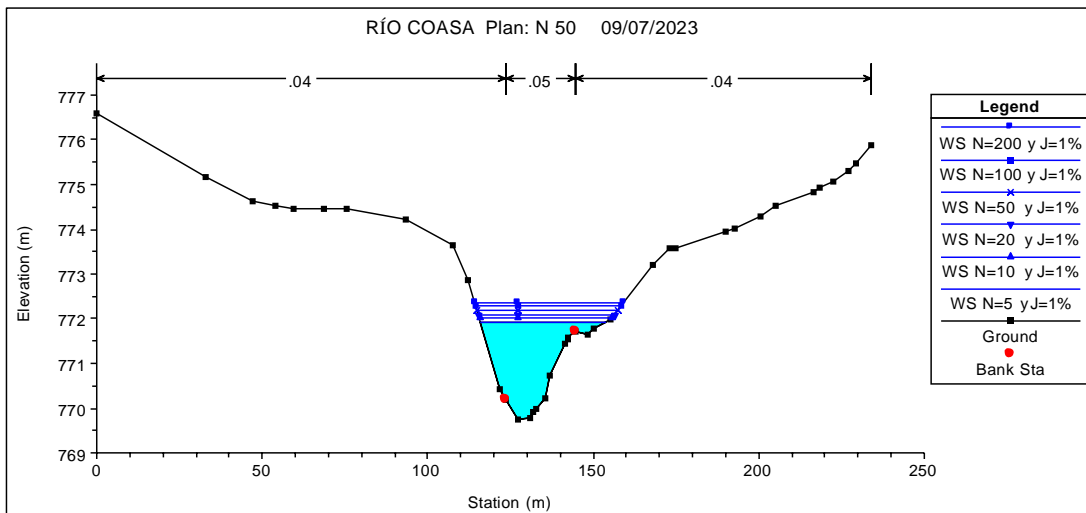
COASA Plan: N 50 09/07/2024



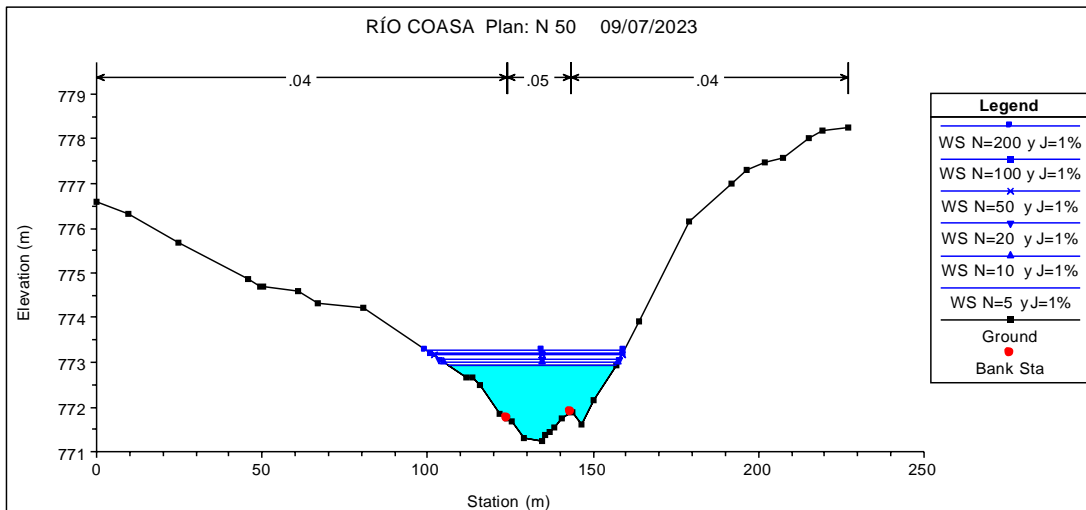
Vista 3D de las secciones transversales del rio Coasa, para la simulación de N=50 años en la zona sur-este



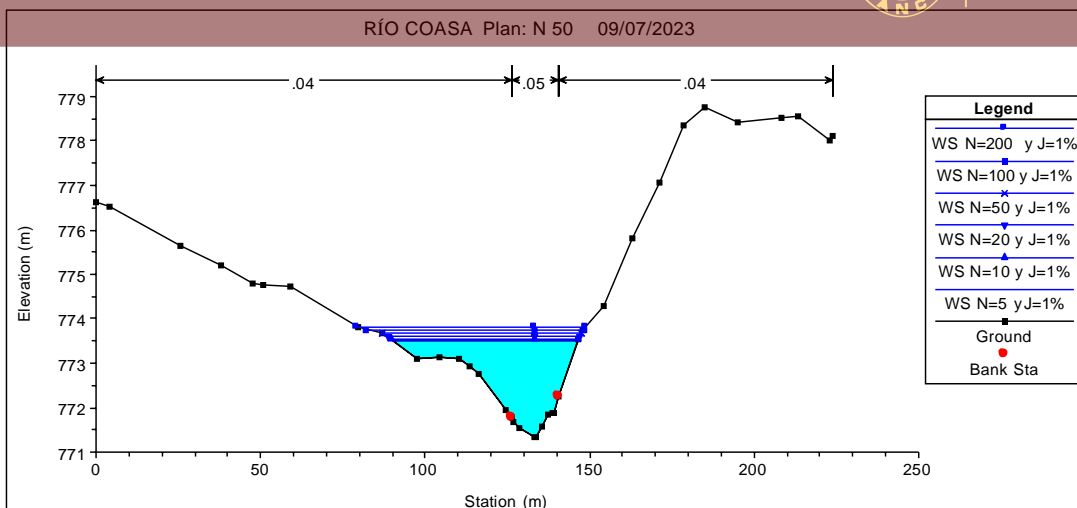
Sección transversal del río Coasa en la zona Sur-Este progresiva 0+250



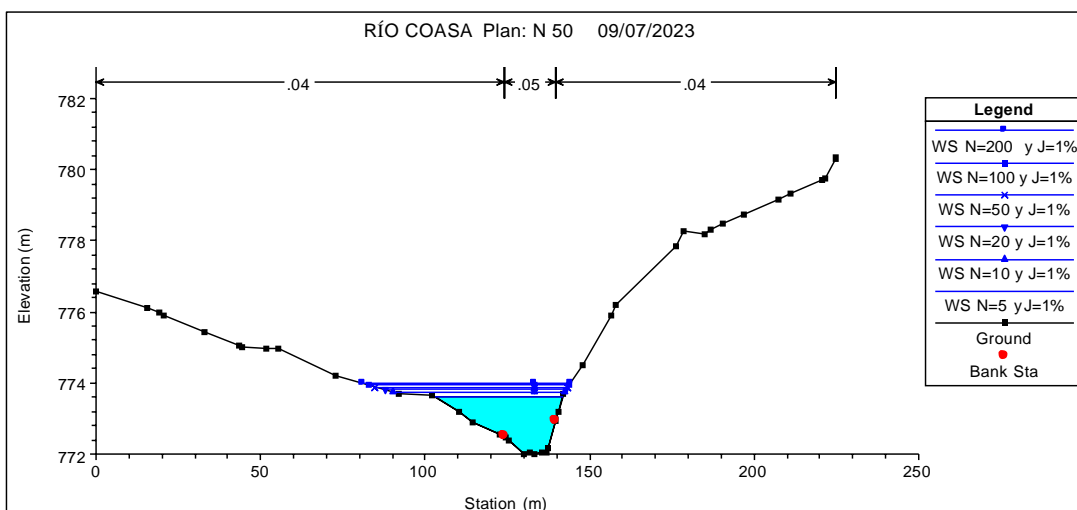
Sección transversal del río Coasa en la zona Sur-Este progresiva 0+500



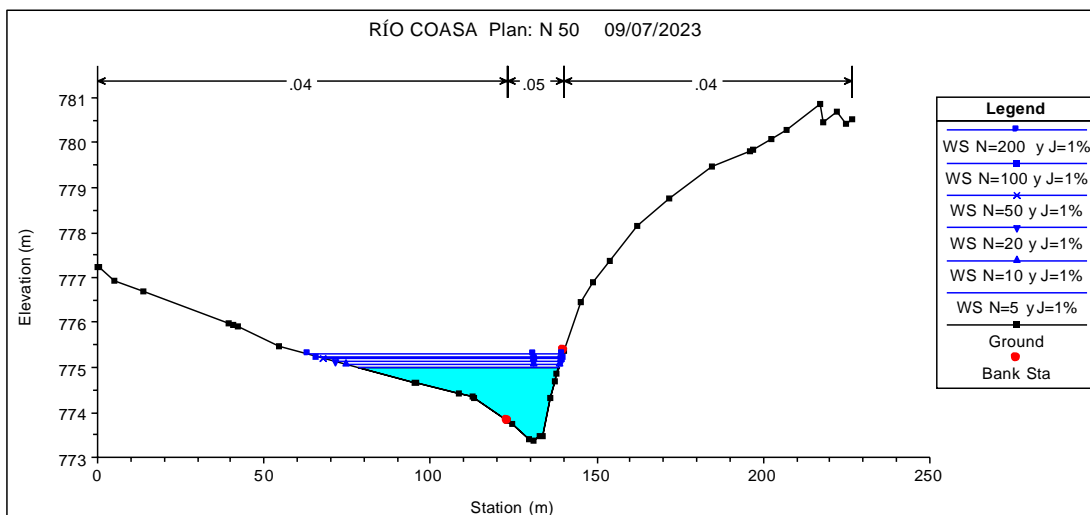
Sección transversal del río Coasa en la zona Sur-Este progresiva 1+000

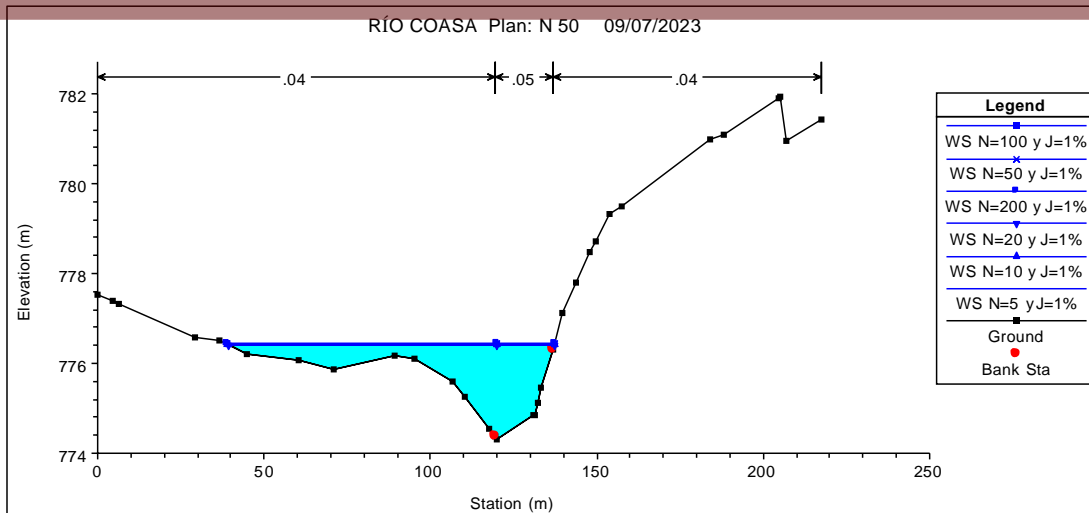


Sección transversal del río Coasa en la zona Sur-Este progresiva 1+250

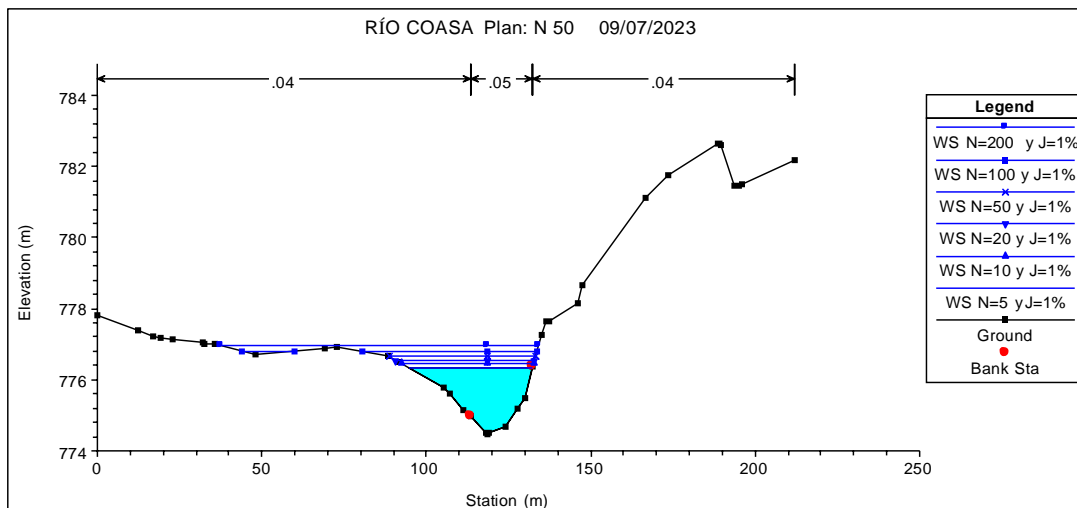


Sección transversal del río Coasa en la zona Sur-Este progresiva 1+500

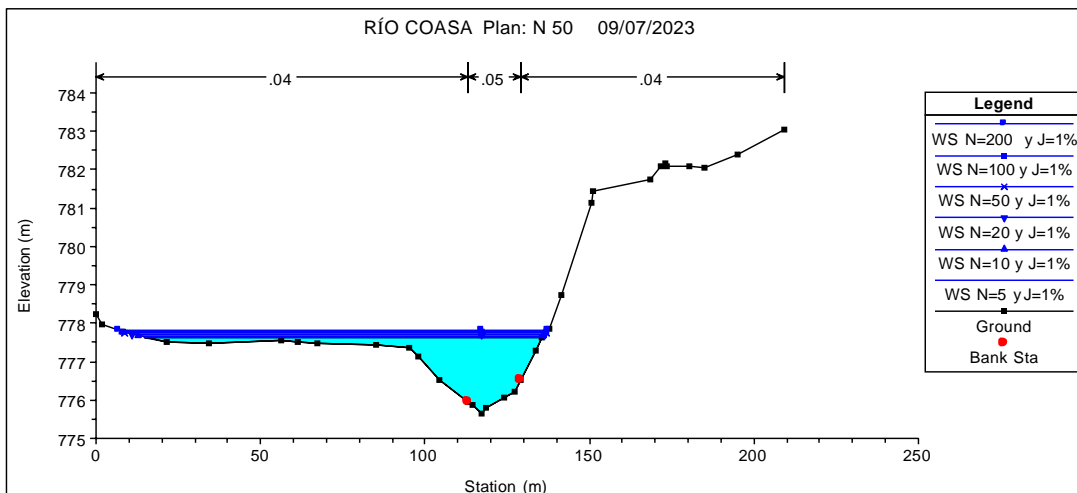




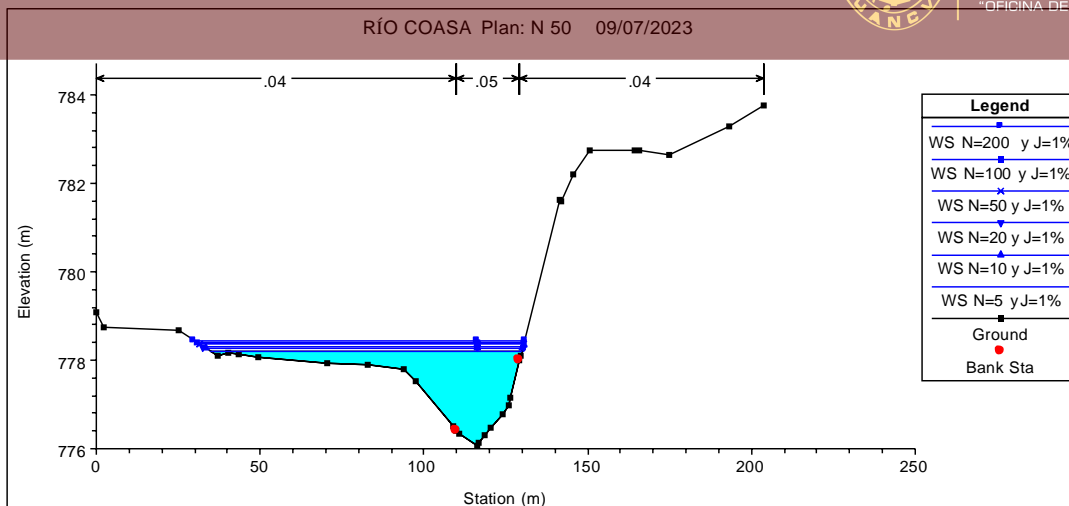
Sección transversal del río Coasa en la zona Sur-Este progresiva 4+200



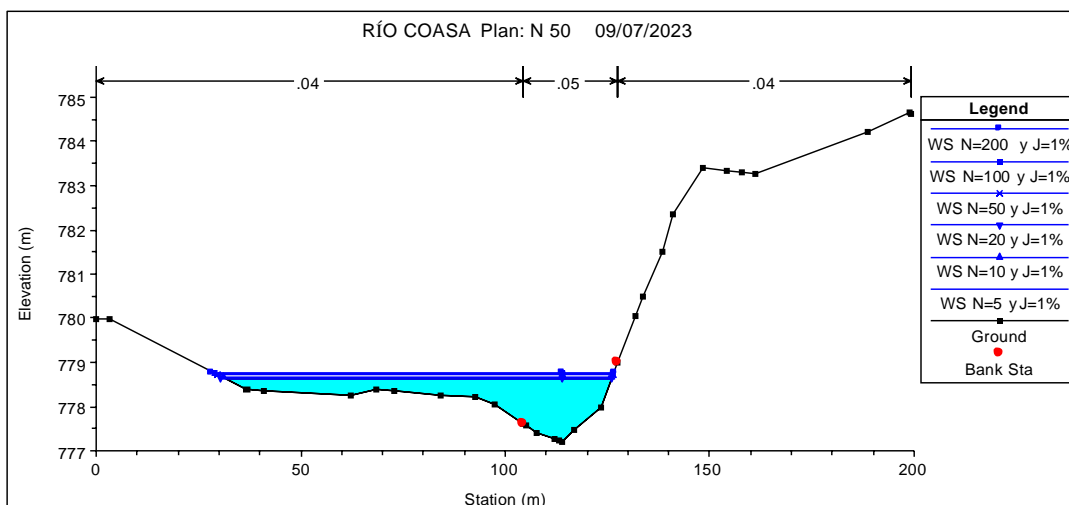
Sección transversal del río Coasa en la zona Sur-Este progresiva 4+300



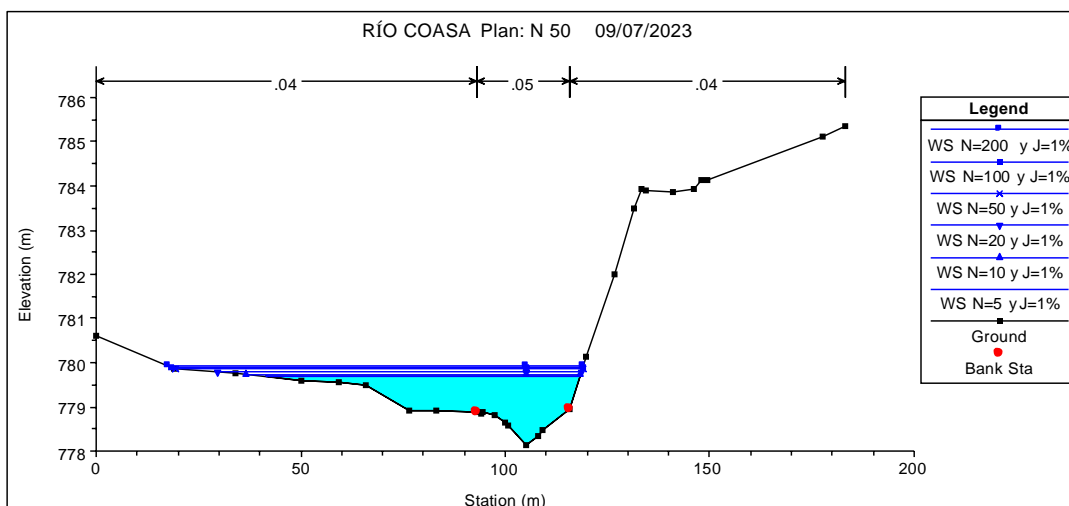
Sección transversal del río Coasa en la zona Sur-Este progresiva 4+400



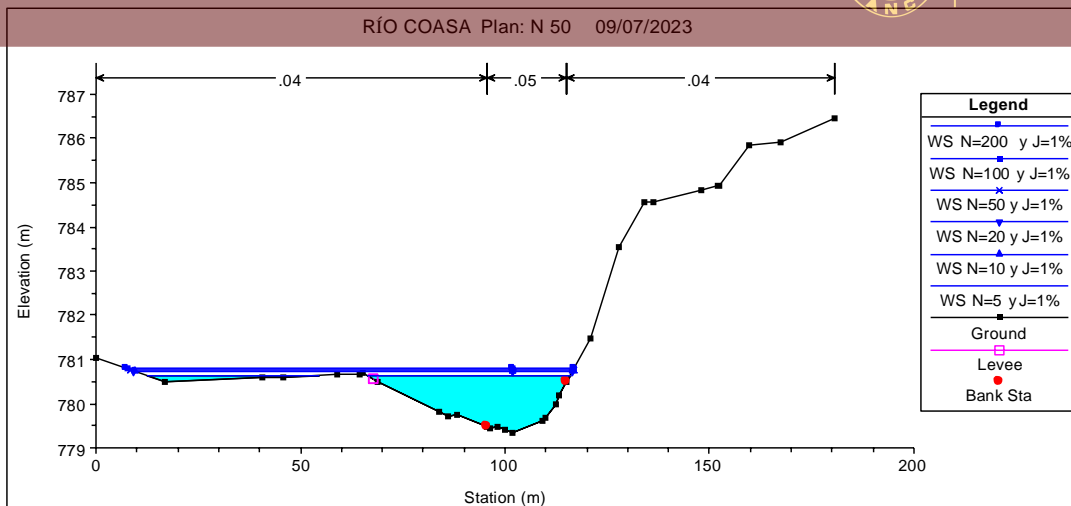
Sección transversal del río Coasa en la zona Sur-Este progresiva 4+500



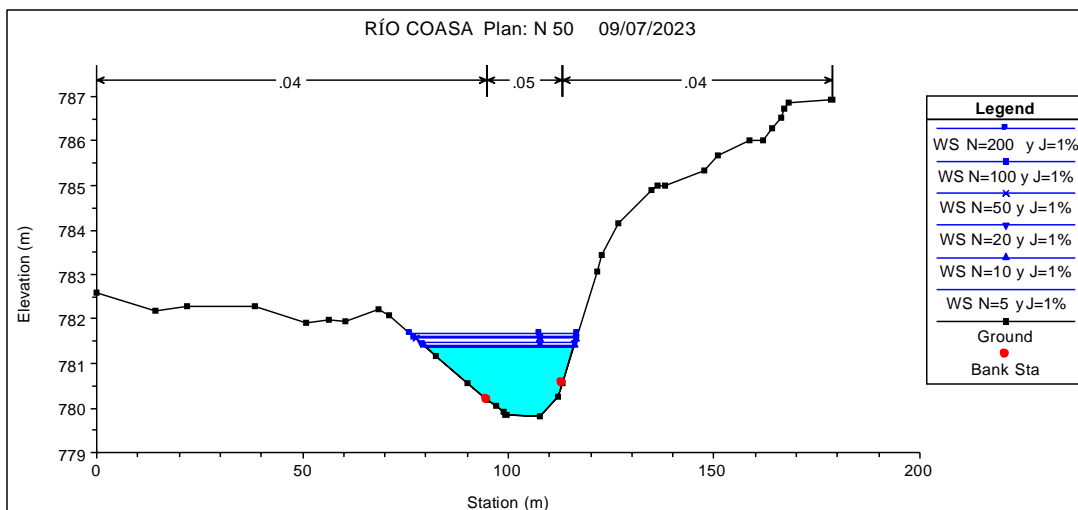
Sección transversal del río Coasa en la zona Sur-Este progresiva 4+600



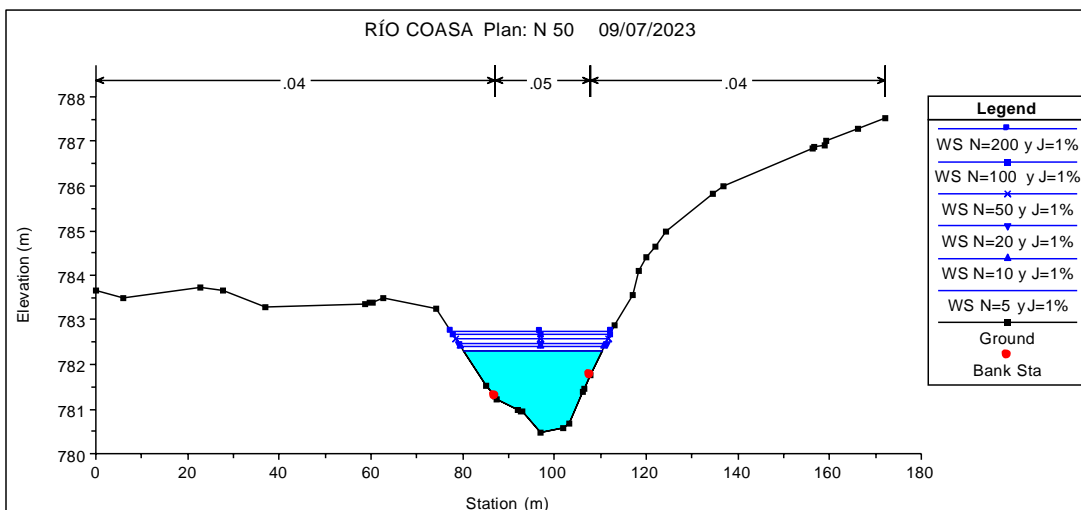
Sección transversal del río Coasa en la zona Sur-Este progresiva 4+700



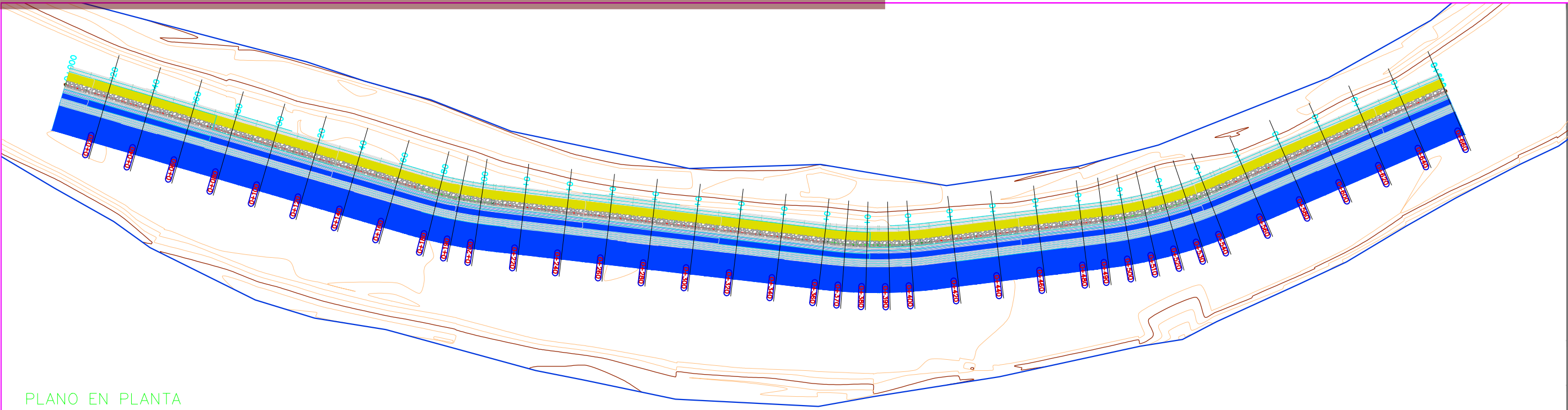
Sección transversal del río Coasa en la zona Sur-Este progresiva 4+750



Sección transversal del río Coasa en la zona Sur-Este progresiva 4+900

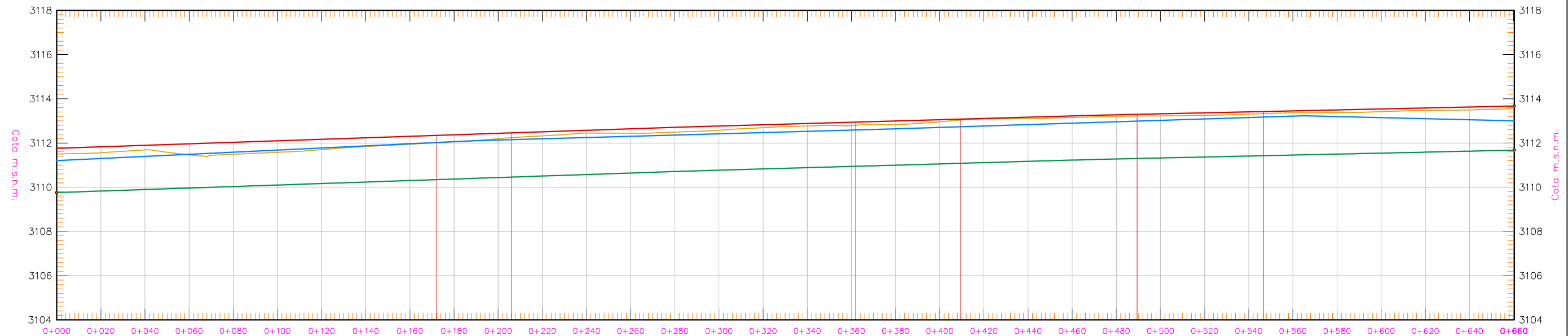


Sección transversal del río Coasa en la zona Sur-Este progresiva 5+100



PLANO EN PLANTA

PERFIL LONGITUDINAL – ENROCADO KM 4+250.00 HASTA KM 4+750.27
ESC. HORIZ. 1/1000 – ESC. VERT. 1/100



COTA TERRENO	111.502	111.560	111.688	111.465	111.489	111.579	111.698	111.841	111.947	112.052	112.193	112.323	112.447	112.573	112.693	112.790	112.834	112.960	113.088	113.099	113.153	113.203	113.226	113.248	113.304	113.371	113.375	113.416	113.469	113.496	113.553			
COTA CORONACION	111.759	111.827	111.894	111.962	112.030	112.098	112.166	112.234	112.301	112.369	112.437	112.505	112.573	112.641	112.709	112.777	112.845	112.913	112.981	113.049	113.117	113.185	113.253	113.321	113.389	113.457	113.525	113.593	113.661	113.729				
COTA CIMENTACION	109.759	109.827	109.894	109.962	110.030	110.098	110.166	110.234	110.301	110.369	110.437	110.505	110.573	110.641	110.709	110.777	110.845	110.913	110.981	111.049	111.117	111.185	111.253	111.321	111.389	111.457	111.525	111.593	111.661	111.729				
ALTURA DEFENSA	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00				
CORTE RELLENO	1.743	1.734	1.794	1.503	1.459	1.481	1.532	1.607	1.646	1.682	1.756	1.818	1.874	1.801	1.782	1.806	1.868	1.887	1.851	1.838	1.906	1.977	1.931	1.928	1.926	1.905	1.883	1.894	1.918	1.878	1.874	1.883	1.866	1.878
NIVEL DE FLUJO	111.200	111.295	111.390	111.485	111.580	111.675	111.770	111.865	111.960	112.056	112.150	112.245	112.339	112.433	112.527	112.621	112.715	112.809	112.903	112.997	113.091	113.185	113.279	113.373	113.467	113.561	113.655	113.749	113.843	113.937	114.031	114.125	114.219	

UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES
VELÁSQUEZ

FACULTAD DE
INGENIERÍAS Y CIENCIAS
PURAS

INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO DE TESIS:
**ANÁLISIS DE RIESGOS POR
INUNDACIÓN Y LA DETERMINACIÓN
DE TIPOS DE ESTRUCTURA RIBERENA
PARA CRECIDAS
DEL RÍO COASA, ZONA SUR-ESTE,
DEL DISTRITO
DE COASA - CARABAYA - PUNO**

MIEMBROS DE JURADO:

PRESIDENTE:
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

PRIMER MIEMBRO:
Mgr. FRITZ W. MAMANI APAZA

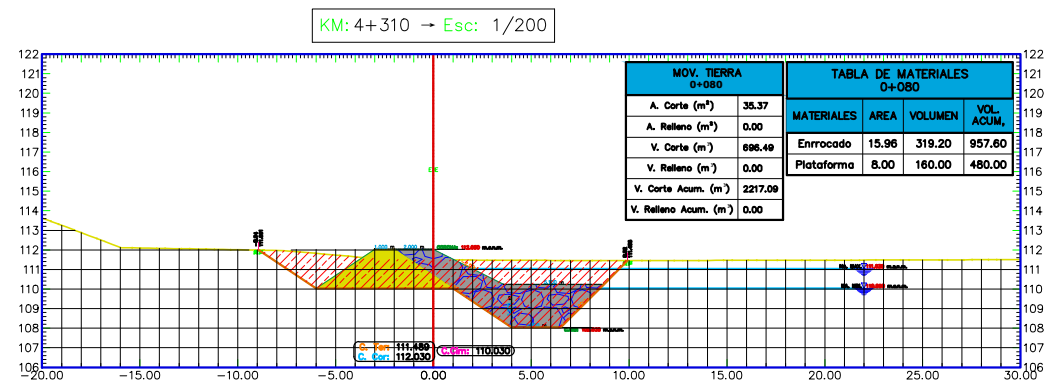
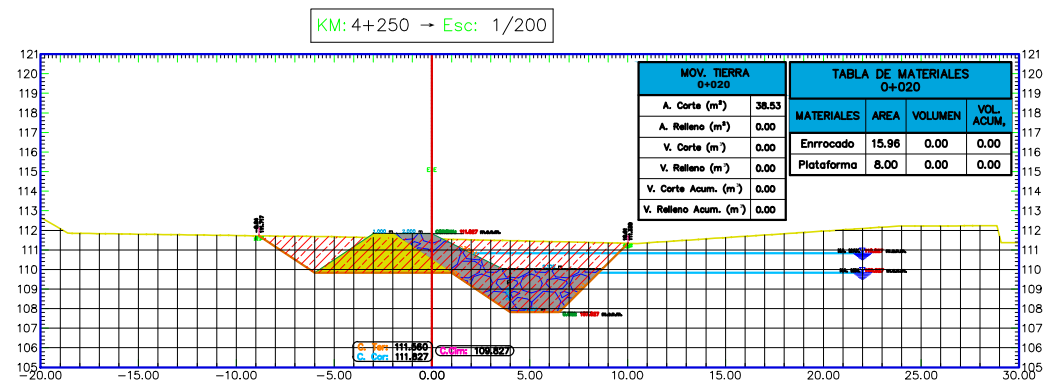
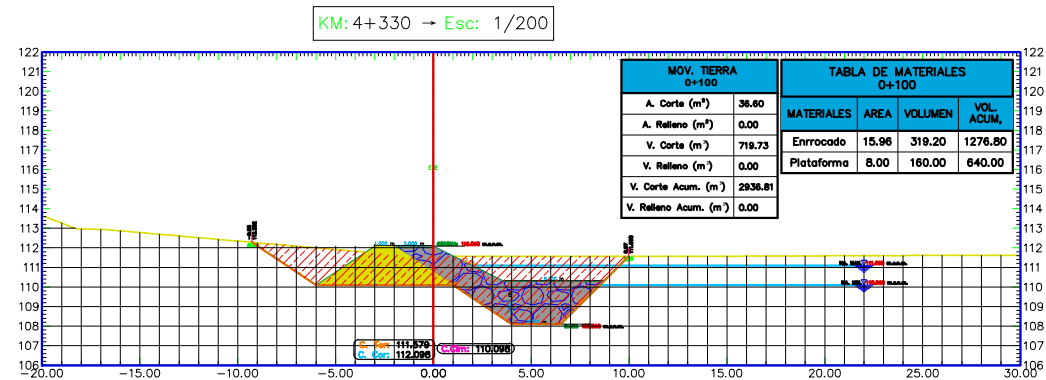
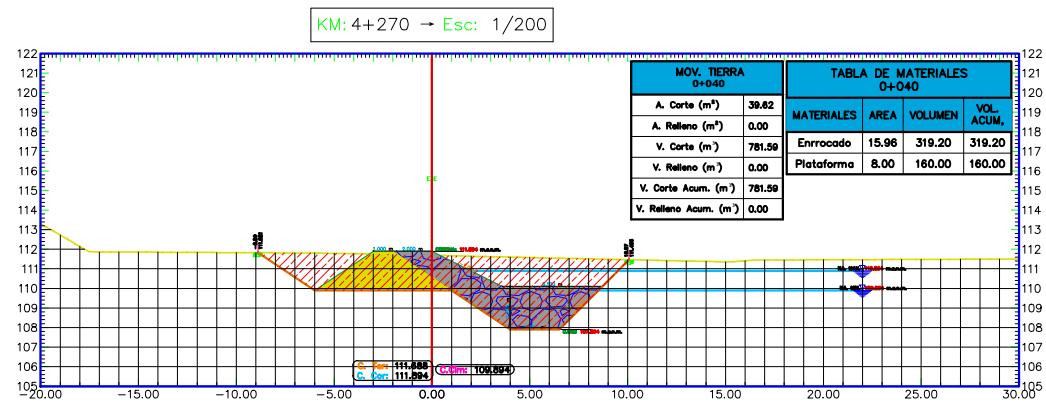
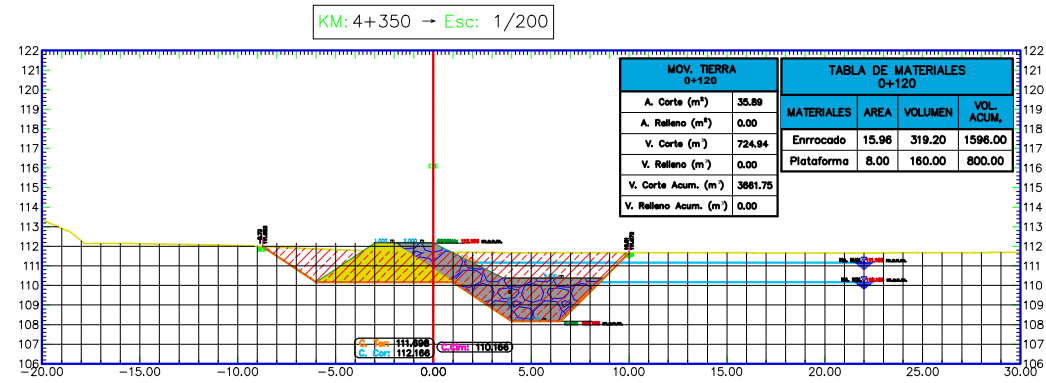
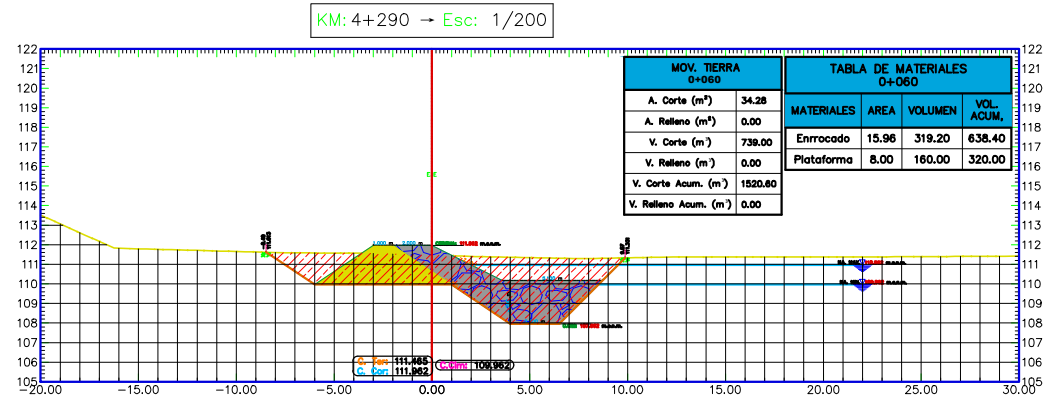
SEGUNDO MIEMBRO:
Ing. DAVID WILFREDO SUPO PACORI

ASESOR:
Mgr. ARNALDO YANO TORRES

PRESENTADA POR:
FISHER SOTOMAYOR ARAUJO

UBICACION:
REGION: PUNO
PROVINCIA: CARABAYA
DISTRITO: COASA

LAMINA:
P-01



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES
VELÁSQUEZ

FACULTAD:

FACULTAD DE
INGENIERÍAS Y CIENCIAS
PURAS

ESCUELA PROFESIONAL:

INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO DE TESIS:

ANÁLISIS DE RIESGOS POR
INUNDACIÓN Y LA DETERMINACIÓN
DE TIPOS DE ESTRUCTURA RIBERENA
PARA CRECIDAS
DEL RÍO COASA, ZONA SUR-ESTE,
DEL DISTRITO
DE COASA - CARABAYA - PUNO

MIEMBROS DE JURADO:

PRESIDENTE:

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

PRIMER MIEMBRO:

Mgr. FRITZ W. MAMANI APAZA

SEGUNDO MIEMBRO:

Ing. DAVID WILFREDO SUPO PACORI

ASESOR:

Mgr. ARNALDO YANO TORRES

PRESENTADA POR:

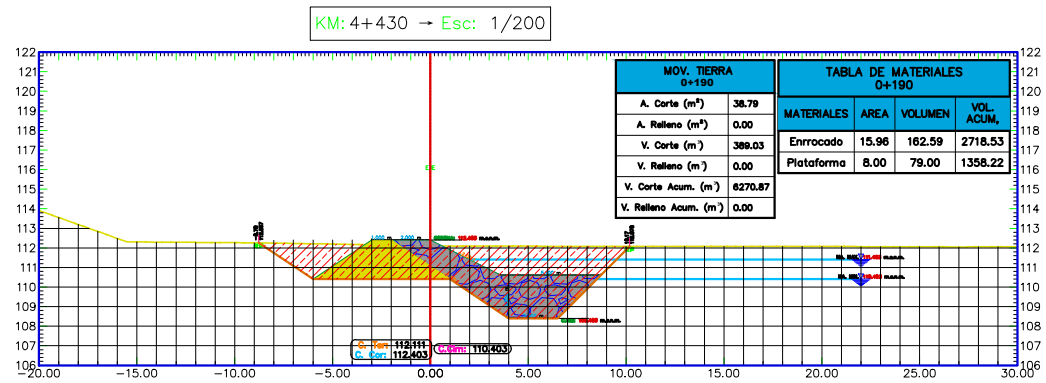
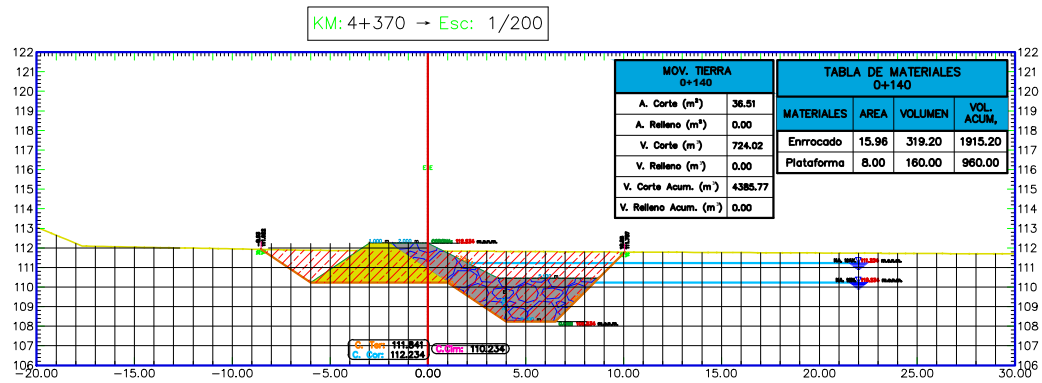
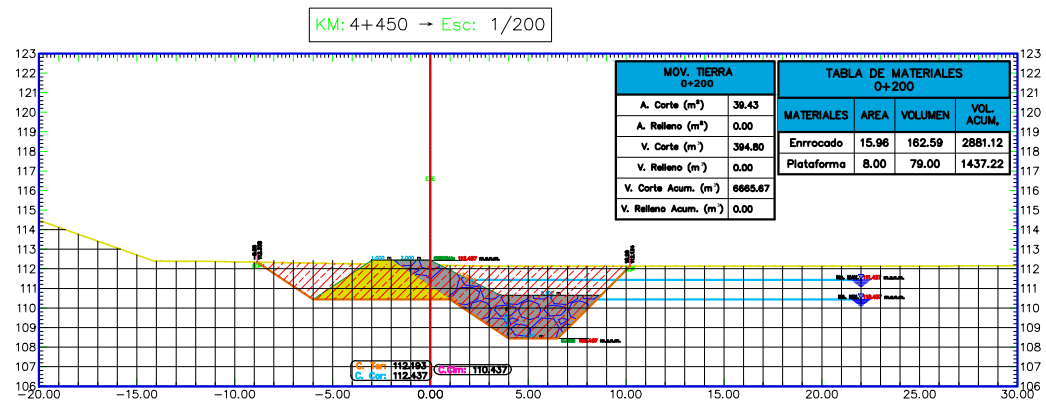
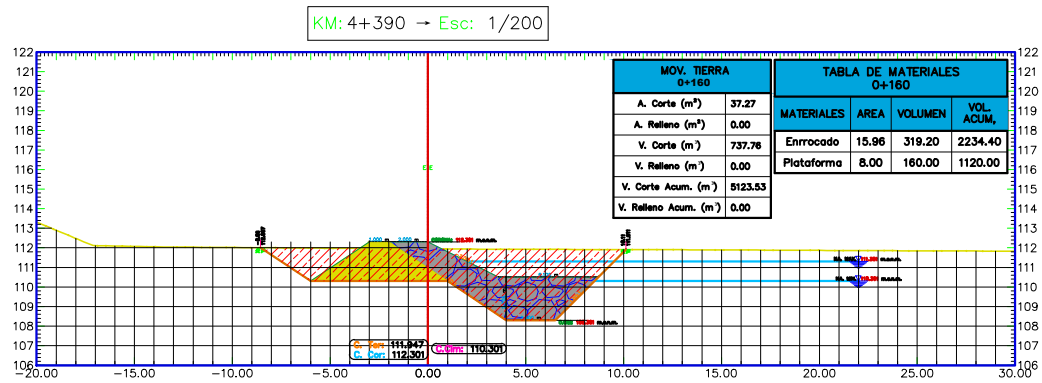
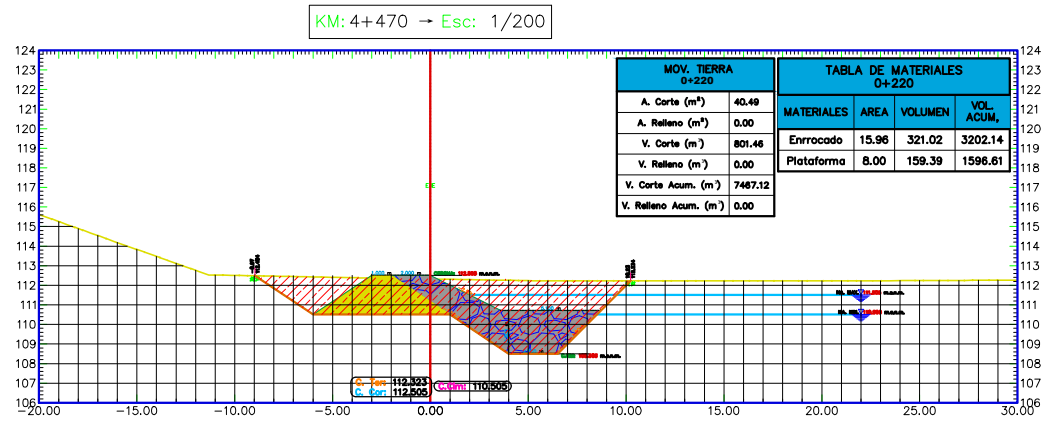
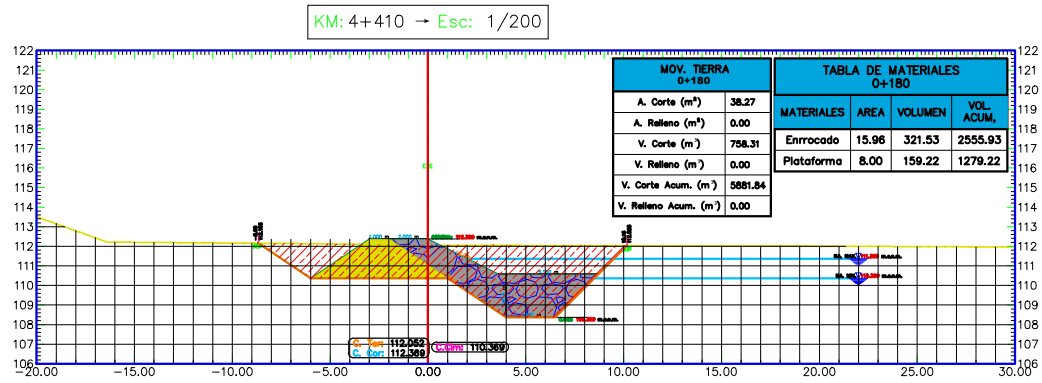
FISHER SOTOMAYOR ARAUJO

UBICACION:

REGION: PUNO
PROVINCIA: CARABAYA
DISTRITO: COASA

LAMINA:

T-01



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES
VELÁSQUEZ

FACULTAD DE
INGENIERÍAS Y CIENCIAS
PURAS

INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO DE TESIS:
**ANÁLISIS DE RIESGOS POR
INUNDACIÓN Y LA DETERMINACIÓN
DE TIPOS DE ESTRUCTURA RIBERENA
PARA CRECIDAS
DEL RÍO COASA, ZONA SUR-ESTE,
DEL DISTRITO
DE COASA - CARABAYA - PUNO**

MIEMBROS DE JURADO:

PRESIDENTE:

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

PRIMER MIEMBRO:

Mgtr. FRITZ W. MAMANI APAZA

SEGUNDO MIEMBRO:

Ing. DAVID WILFREDO SUPO PACORI

ASESOR:

Mgtr. ARNALDO YANO TORRES

PRESENTADA POR:

FISHER SOTOMAYOR ARAUJO

UBICACION:

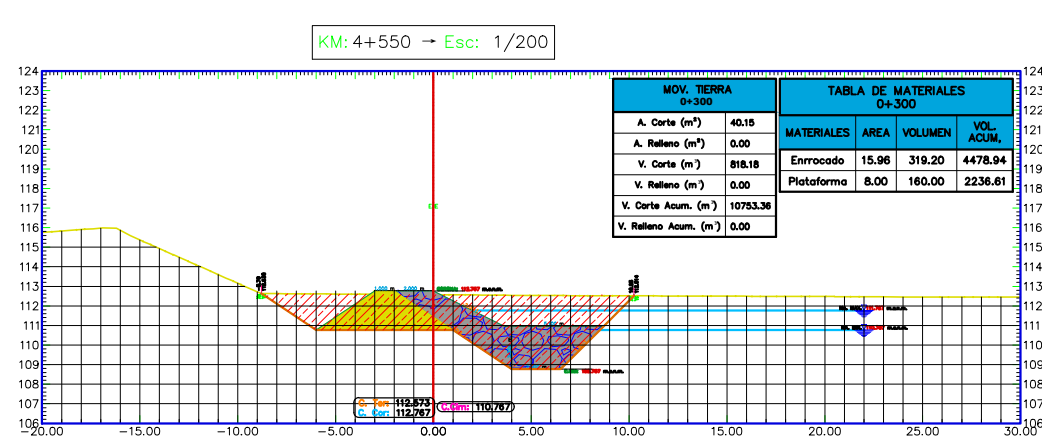
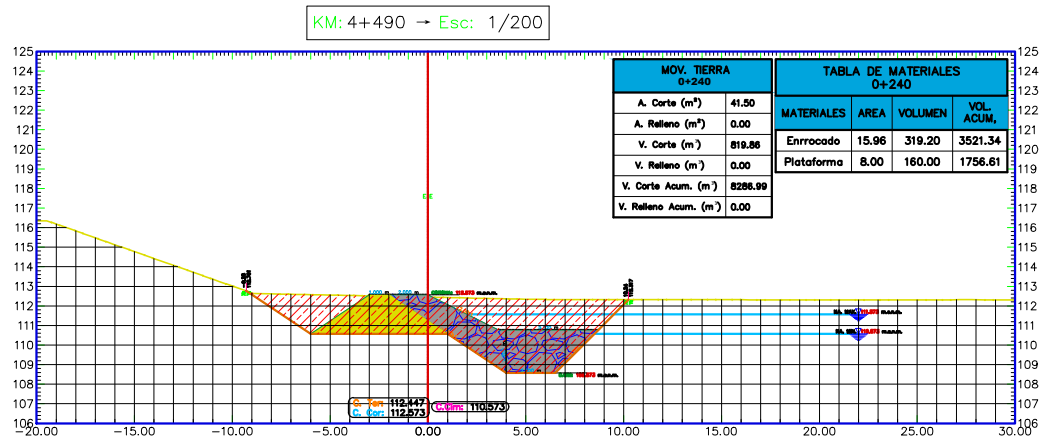
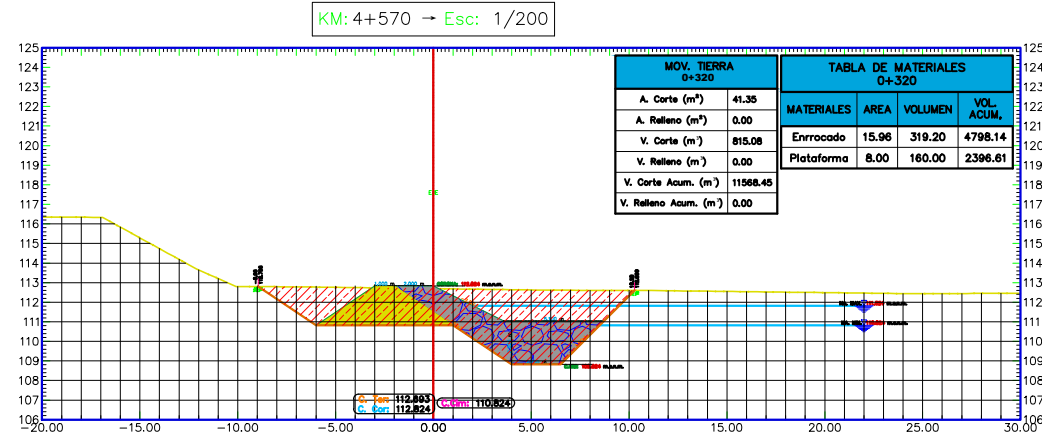
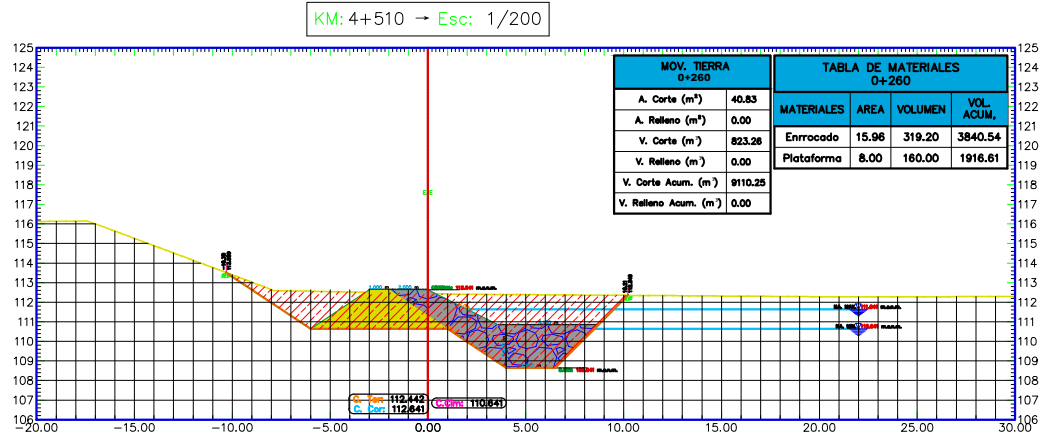
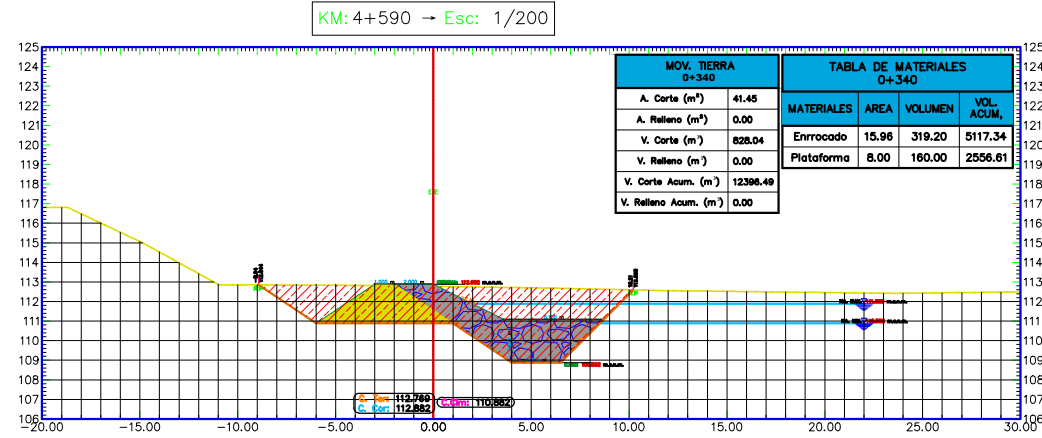
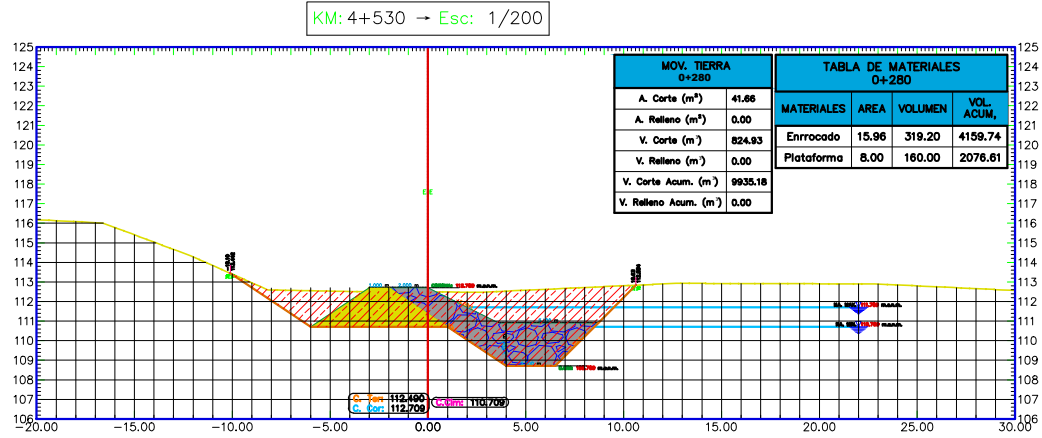
REGION: PUNO

PROVINCIA: CARABAYA

DISTRITO: COASA

LAMINA:

T-02



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES
VELÁSQUEZ

FACULTAD DE
INGENIERÍAS Y CIENCIAS
PURAS

INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO DE TESIS:
ANÁLISIS DE RIESGOS POR
INUNDACIÓN Y LA DETERMINACIÓN
DE TIPOS DE ESTRUCTURA RIBERENA
PARA CRECIDAS
DEL RÍO COASA, ZONA SUR-ESTE,
DEL DISTRITO
DE COASA - CARABAYA - PUNO

MIEMBROS DE JURADO:

PRESIDENTE:

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

PRIMER MIEMBRO:

Mgtr. FRITZ W. MAMANI APAZA

SEGUNDO MIEMBRO:

Ing. DAVID WILFREDO SUPO PACORI

ASESOR:

Mgtr. ARNALDO YANO TORRES

PRESENTADA POR:

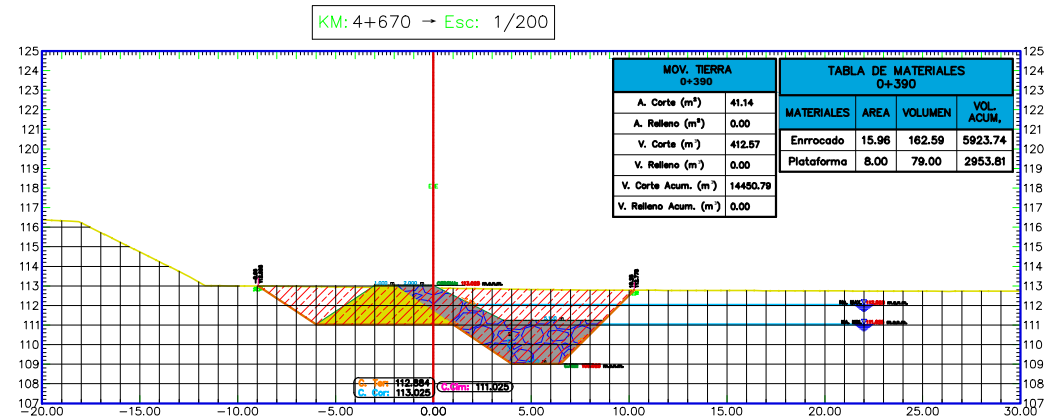
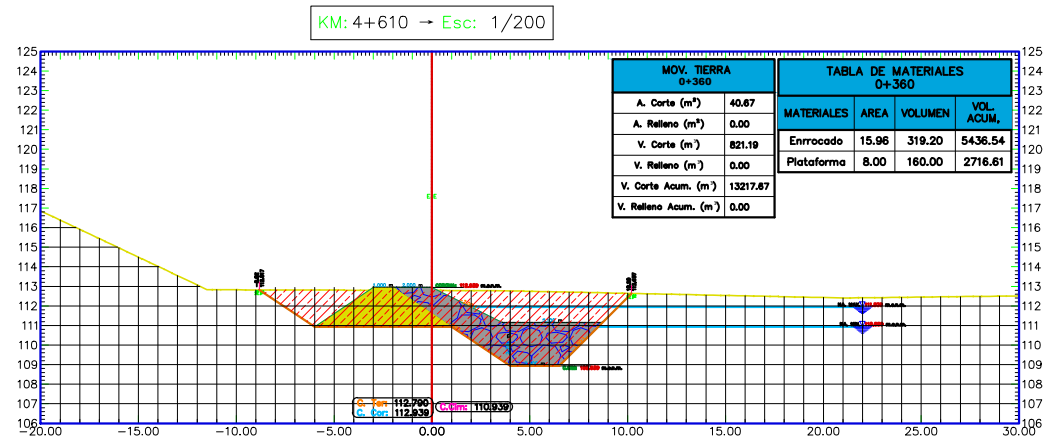
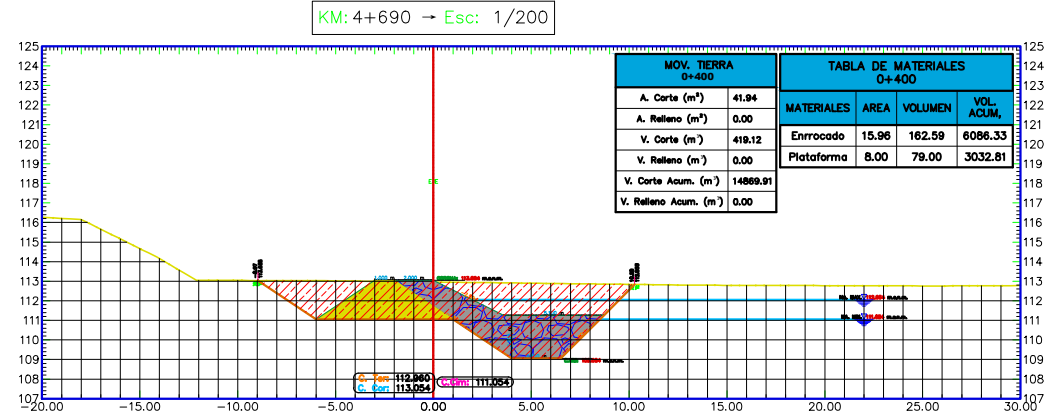
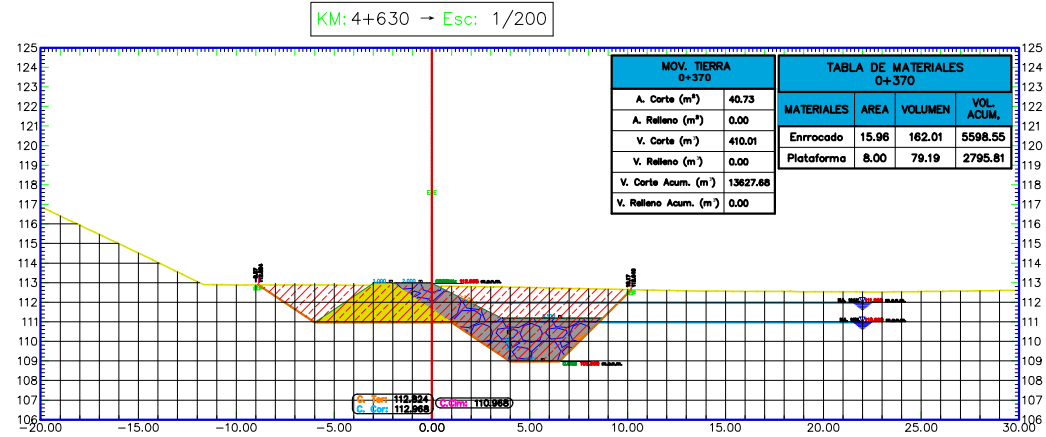
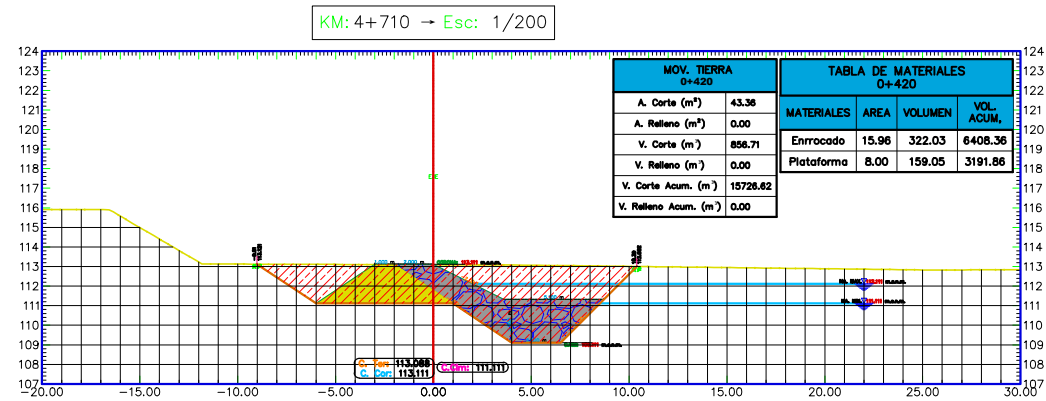
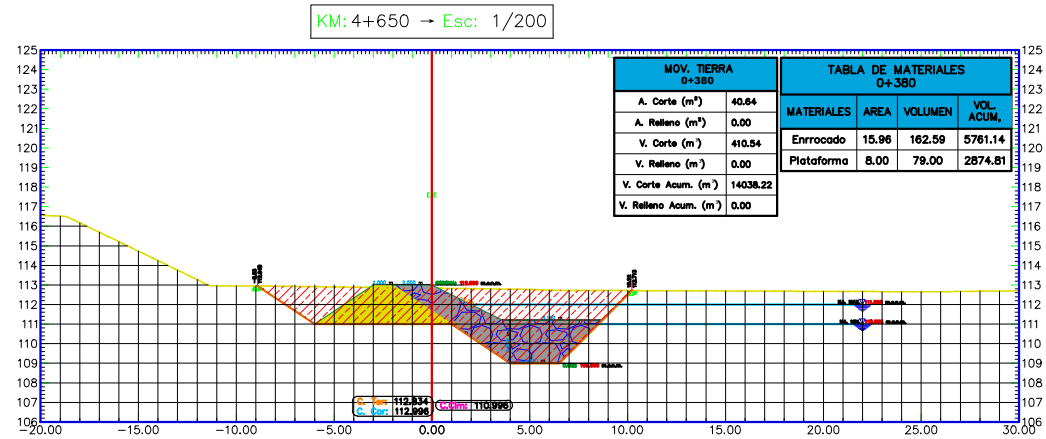
FISHER SOTOMAYOR ARAUJO

UBICACION:

REGION: PUNO
PROVINCIA: CARABAYA
DISTRITO: COASA

LAMINA:

T-03



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES
VELÁSQUEZ

FACULTAD DE
INGENIERÍAS Y CIENCIAS
PURAS

INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO DE TESIS:
**ANÁLISIS DE RIESGOS POR
INUNDACIÓN Y LA DETERMINACIÓN
DE TIPOS DE ESTRUCTURA RIBEREÑA
PARA CRECIDAS
DEL RÍO COASA, ZONA SUR-ESTE,
DEL DISTRITO
DE COASA - CARABAYA - PUNO**

MIEMBROS DE JURADO:

PRESIDENTE:

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

PRIMER MIEMBRO:

Mgr. FRITZ W. MAMANI APAZA

SEGUNDO MIEMBRO:

Ing. DAVID WILFREDO SUPO PACORI

ASESOR:

Mgr. ARNALDO YANO TORRES

PRESENTADA POR:

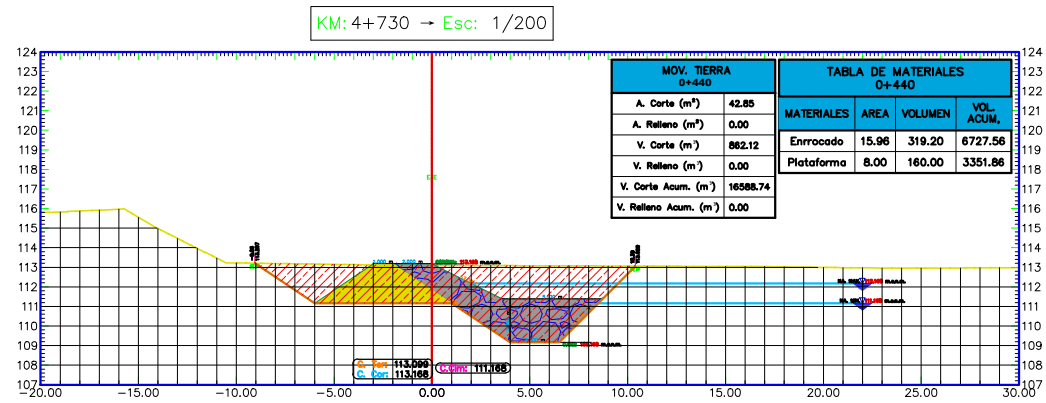
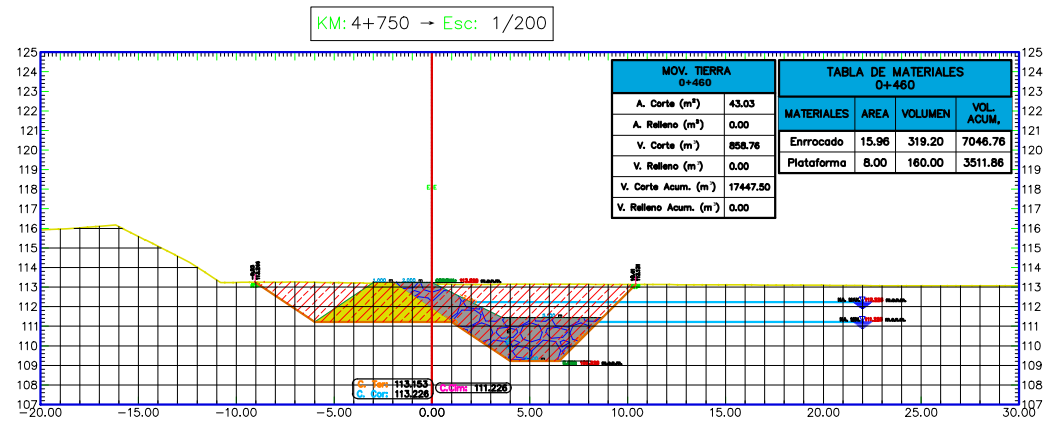
FISHER SOTOMAYOR ARAUJO

UBICACION:

REGION: PUNO
PROVINCIA: CARABAYA
DISTRITO: COASA

LAMINA:

T-04



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES
VELÁSQUEZ

FACULTAD DE
INGENIERÍAS Y CIENCIAS
PURAS

INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO DE TESIS:
ANÁLISIS DE RIESGOS POR
INUNDACIÓN Y LA DETERMINACIÓN
DE TIPOS DE ESTRUCTURA RIBERENA
PARA CRECIDAS
DEL RÍO COASA, ZONA SUR-ESTE,
DEL DISTRITO
DE COASA - CARABAYA - PUNO

MIEMBROS DE JURADO:

PRESIDENTE:

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

PRIMER MIEMBRO:

Mgtr. FRITZ W. MAMANI APAZA

SEGUNDO MIEMBRO:

Ing. DAVID WILFREDO SUPO PACORI

ASESOR:

Mgtr. ARNALDO YANO TORRES

PRESENTADA POR:

FISHER SOTOMAYOR ARAUJO

UBICACION:

REGION: PUNO
PROVINCIA: CARABAYA
DISTRITO: COASA

LAMINA:

T-05



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: _____

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: FISHER SOTOMAYOR ARAUJO
 Dirección: AV. CIRCUNVALACION 1790 AMP. JORGE CHAVEZ
 DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 47 211799
 Teléfono: 973 944403 email: sotofhs@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____
 Dirección: _____
 DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____
 Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
 Escuela Profesional o Mención: INGENIERIA CIVIL
 Título o Grado Académico a optar: INGENIERO CIVIL
 Asesor: M6TR. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:
 Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: ANALISIS DE RIESGOS POR INUNDACIÓN Y LA DETERMINACIÓN DE TIPOS DE
 ESTRUCTURA RIBEREÑA PARA CRECIDAS DEL RÍO COASA, ZONA SUR-ESTE,
 DEL DISTRITO DE COASA - CARABAYA - PUNO

Palabras claves, (3 a 5 términos): RIESGO POR INUNDACION, RÍO COAS, ESTRUCTURA RIBEREÑA

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2}?

SI, SE EMPLEO LABORATORIOS DE LA UANCV

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entré otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción “internacional” o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción “internacional” goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION - P17

Firma de Autor



huella digital

29/04/2024

Fecha