



**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO  
CHIJJOLLANI PARA EL ANÁLISIS DE LAS ZONAS  
VULNERABLES A INUNDACIÓN EN  
EL DISTRITO DE MUÑANI**

TESIS PRESENTADA POR:

**Bach. MIGUEL ANGEL ZAGA VILCA**

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**

**EVALUACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO  
CHIJJOLLANI PARA EL ANÁLISIS DE LAS ZONAS  
VULNERABLES A INUNDACIÓN EN  
EL DISTRITO DE MUÑANI**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. MIGUEL ANGEL ZAGA VILCA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**APROBADA POR EL JURADO REVISOR:**

**PRESIDENTE**

:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

**PRIMER MIEMBRO**

:

  
\_\_\_\_\_  
Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

**SEGUNDO MIEMBRO**

:

  
\_\_\_\_\_  
Ing. WILFREDO DAVID SUPO PACORI

**ASESOR DE TESIS**

:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

:

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 659-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 17 de julio del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU- 8924 presentado por el (la) Bachiller: **MIGUEL ANGEL ZAGA VILCA** estudiante de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) Bach. **MIGUEL ANGEL ZAGA VILCA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **EVALUACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO CHIJJOLLANI PARA EL ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES A INUNDACION EN EL DISTRITO DE MUÑANI**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, 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 y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.** - **APROBAR**, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- \* **Presidente** : Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
- \* **1er Miembro** : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
- \* **2do Miembro** : Ing. WILFREDO DAVID SUPO PACORI

**ARTICULO SEGUNDO.** - **RECONOCER** como asesor de la propuesta de investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**.

**ARTICULO TERCERO.** - **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **MIGUEL ANGEL ZAGA VILCA**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO CHIJJOLLANI PARA EL ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES A INUNDACION EN EL DISTRITO DE MUÑANI**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**. de acuerdo al siguiente detalle:

- \* **FECHA** : Miercoles 24 de julio del 2024
- \* **HORA** : 9:00 a.m.
- \* **LUGAR** : Aula 406 - FICP

**ARTÍCULO CUARTO.** - **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

MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Efrain Parillo Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo  
interrogado (s)



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 374-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 05 de junio del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU - 5765 por el o (la) Bachiller: **MIGUEL ANGEL ZAGA VILCA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 373 - 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 061 - 2024 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el o (la) Bachiller: **MIGUEL ANGEL ZAGA VILCA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **EVALUACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO CHIJJOLLANI PARA EL ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES A INUNDACION EN EL DISTRITO DE MUÑANI**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 061 - 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EVALUACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO CHIJJOLLANI PARA EL ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES A INUNDACION EN EL DISTRITO DE MUÑANI**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en mérito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, 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 y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el o (la) Bachiller: **MIGUEL ANGEL ZAGA VILCA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO CHIJJOLLANI PARA EL ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES A INUNDACION EN EL DISTRITO DE MUÑANI** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**, en virtud a los considerandos expuestos.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**.

**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  
.....  
**MILTON QUISPE HUANCA**  
DECANO  
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
.....  
**Dr. Efraín Parillo Sosa**  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo  
interesado (a)



“NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ”

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 142-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 08 de abril del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2023-CU-14826, presentado por el señor (a) MIGUEL ANGEL ZAGA VILCA solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO – N° 222 -2023-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 65-2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) estudiante: MIGUEL ANGEL ZAGA VILCA ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **EVALUACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO CHIJJOLLANI PARA EL ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES A INUNDACION EN EL DISTRITO DE MUÑANI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Mgtr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 65-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **EVALUACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO CHIJJOLLANI PARA EL ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES A INUNDACION EN EL DISTRITO DE MUÑANI**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R, y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, 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 y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el o (la) Bachiller: MIGUEL ANGEL ZAGA VILCA, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO CHIJJOLLANI PARA EL ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES A INUNDACION EN EL DISTRITO DE MUÑANI** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**.

**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 Cs. PURAS  
  
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790

  
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
DIRECTOR  
  
Dr. Efraín Parillo Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo 2024  
Interesado (a)



## EVALUACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO CHIJJOLLANI PARA EL ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES A INUNDACIÓN EN EL DISTRITO DE MUÑANI

### INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

INDICE DE SIMILITUD

4%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

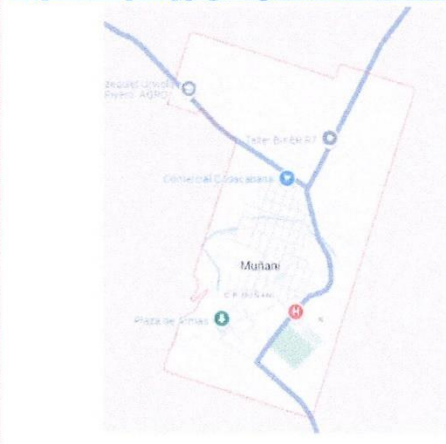
1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	6%
2	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	<1%
3	<a href="http://repositorio.ug.edu.ec">repositorio.ug.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%
5	<a href="http://repositorio.uncp.edu.pe">repositorio.uncp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
6	<a href="http://repositorio.uancv.edu.pe">repositorio.uancv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
7	<a href="http://livrosdeamor.com.br">livrosdeamor.com.br</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="http://repositorio.upao.edu.pe">repositorio.upao.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%



### Metadatos Complementarios

<b>Título de la Tesis</b>	
EVALUACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO CHIJJOLLANI PARA EL ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES A INUNDACIÓN EN EL DISTRITO DE MUÑANI	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	MIGUEL ANGEL ZAGA VILCA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	71604945
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0006-1765-0941">https://orcid.org/0009-0006-1765-0941</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02416058
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0001-7567-039X">https://orcid.org/0000-0001-7567-039X</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02442876
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	WILFREDO DAVID SUPO PACORI
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02428673



<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p><b>País:</b> Perú  <b>Departamento:</b> Puno  <b>Provincia:</b> Azángaro  <b>Distrito:</b> Muñani  <b>Coordenadas:</b>  <b>Latitud:</b> -14.767435  <b>Longitud:</b> -69.953609</p> <p><b>URL Maps:</b>  <a href="https://maps.app.goo.gl/XtT2C8sZNYXmhBoE8">https://maps.app.goo.gl/XtT2C8sZNYXmhBoE8</a></p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Octubre 2023 – Julio 2024
URL de disciplinas OCDE <a href="https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.htm">https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.htm</a> l- Librería	<p><b>Ingeniería Civil</b>  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01</a></p> <p><b>Ingeniería de la construcción</b>  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03</a></p>

UNIVERSIDAD NACIONAL NESTOR CACERES VELASQUEZ  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS  
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN  
DIRECTOR  
Dr. Eirain Raylla Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



### DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo MIGUEL ANGEL ZAGA JILCA, identificado con DNI Nro. 71604945, 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:  
“ EVALUACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO (HIJOLLANI PARA EL ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES A INUNDACIÓN EN EL DISTRITO DE MUÑANI ”

Asesorado por: Dr. EFRAIN PARILLO SOJA

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 22 de SEPTIEMBRE del 2024

  
Firma del Asesor

  
Firma del Estudiante

  
Huella



## DEDICATORIA

Por ser modelos a seguir, enseñarme lecciones valiosas y creer siempre en mí, estoy agradecido a mis padres por su inquebrantable apoyo y creencia en mis habilidades mientras trabajaba para convertirme en una gran persona.



## AGRADECIMIENTO

Mi desarrollo profesional y personal ha sido posible gracias a la UANCV y a la E.P. Ingeniería Civil a través de ella. Agradezco a mis profesores por aportarme su experiencia, tiempo y conocimientos, así como a mis amigos y compañeros de trabajo por brindarme fraternidad.



**ÍNDICE**

DEDICATORIA.....i

AGRADECIMIENTO.....ii

ÍNDICE ..... iii

ÍNDICE DE FIGURAS ..... viii

ÍNDICE DE TABLAS .....xi

RESUMEN ..... xiii

ABSTRACT .....xiv

INTRODUCCIÓN ..... xv

**CAPÍTULO I**

**PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

1.1. Explicación y análisis del problema..... 1

1.2. Preguntas del problema ..... 1

1.3. Objetivos ..... 2

1.4. Justificación..... 2

1.5. Restricciones del estudio ..... 5

1.6. Hipótesis de investigación ..... 5

1.7. Operacionalización de variables..... 6

**CAPÍTULO II**

**BASE CONCEPTUAL Y TEORICO**

2.1. Revisión de antecedente..... 7

    2.1.1. Locales ..... 7

    2.1.2. Nacional..... 8

    2.1.3. Internacional ..... 8



2.2. Fundamentos teóricos.....	9
2.2.1. Hidrología .....	9
2.2.2. Región de captación de agua .....	10
2.2.3. Características del relieve de la región hidrográfica.....	10
2.2.4. La dinámica hidrológica .....	10
2.2.5. Simulación de la cuenca hidrográfica .....	11
2.2.6. Dinámica del flujo en la cuenca .....	11
2.2.7. Desbordamiento y su correspondiente fenómeno.....	11
2.2.8. De acuerdo a su permanencia .....	11
2.2.9. En función de su mecanismo de formación .....	12
2.2.10. Los aspectos que determinan la generación de inundaciones.....	13
2.2.11. Procesos de determinación de los grados de peligro.....	13
2.2.12. S. I. G. ....	16
2.2.13. "ARCGIS" .....	17
2.2.14. HEC-HMS .....	18
2.2.15. "HEC-GEORAS" .....	18
2.2.16. HEC-RAS.....	18
2.3. Base conceptual.....	19
2.3.1. G.I.S. ....	19
2.3.2. Modelación de flujo monodimensional .....	19
2.3.3. Lluvia .....	19
2.3.4. Flujo superficial.....	20
2.3.5. Liberación de vapor .....	20
2.3.6. Gradiente acuático.....	20
2.3.7. Frecuencia de retorno.....	20



2.3.8. Trayectoria del flujo.....	21
2.3.9. Desembocadura .....	21
2.3.10. Distancia hidráulica.....	21
2.3.11. Desbordamiento .....	21
2.3.12. Filtración .....	22
2.3.13. Erosión .....	22
2.3.14. Resguardo de las ribereñas.....	22

## CAPÍTULO III

### PROCESO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de la investigación.....	23
3.2. Nivel de la investigación.....	23
3.3. Diseño de investigación .....	23
3.4. Población y muestra.....	24
3.4.1. Grupo objeto de estudio.....	24
3.4.2. Muestra de la investigación .....	24
3.4.3. Muestreo.....	24
3.5. Herramientas y métodos para la recopilación de información .....	24
3.5.1. Métodos.....	24
3.6. Materiales para el estudio .....	25
3.6.1. Datos geoespaciales.....	25
3.6.2. Registro de lluvias .....	26
3.6.3. Equipamiento y recursos utilizados en el área.....	26
3.6.4. Insumos y herramientas para el desarrollo .....	26
3.7. Caracterización del área fluvial .....	27
3.7.1. Localización del área fluvial .....	27



3.7.2. Extensión de la zona de investigación .....	28
3.8. Estudios estadísticos.....	29
3.8.1. Elaboración de la serie .....	29
3.8.2. Estudio de integridad .....	30
3.8.3. Evaluación visual y análisis gráfico.....	30
3.8.4. Estudio de doble incremento .....	30
3.8.5. Estudio aleatorio .....	30
3.8.6. Modelo de probabilidad.....	31
3.9. Delimitación geográfica de la cuenca .....	32
3.9.1. Altimetría virtual .....	32
3.9.2. Remoción del hundimiento .....	32
3.9.3. Localización del cauce.....	32
3.10. Estimación de picos de avenidas y flujos medios.....	33
3.10.1. Modelo del ciclo hídrico y componentes utilizando H.E.C_H.M.S. ....	33
3.10.2. Simulación hidrológica del flujo Chijollani.....	34
3.10.3. Manejo del modelado utilizando hec hms. ....	34
3.10.4. Detalles de supervisión.....	34
3.10.5. Ejecución final con HEC-HMS .....	34
3.11. Cartografía de amenaza.....	34
3.11.1. Utilizando la extensión H.E.C.- Georas y el programa Arcgis. ....	35
3.11.2. Simulación del flujo usando H.E.C. - Ras. ....	45

### CAPÍTULO IV

#### ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Estudio del tiempo atmosférico .....	54
4.1.1. Estudio de estabilidad.....	54



4.1.2. Representación gráfica de datos .....	55
4.1.3. Frecuencias y Probabilidades en Distribuciones.....	59
4.1.4. Diagrama de intensidad duración frecuencia .....	63
4.2. Propiedades geomorfológicas de la cuenca.....	64
4.2.1. Estimación de la extensión de la zona de drenaje .....	64
4.2.2. Elementos de la Geografía .....	66
4.2.3. Características - forma del área de drenaje .....	68
4.2.4. Sección de elevación.....	70
4.2.5. Indicadores adicionales: .....	71
4.3. Transformación de precipitación en escorrentía superficial.....	72
4.3.1. Secciones alternas.....	72
4.4. Simulación hídrica - flujos máximos .....	79
4.4.1. Diagramas hidrográficos para el diseño.....	79
4.4.2. Estimación del flujo por la técnica de aforo por flotadores. ....	87
4.5. Cartografía de peligro.....	88
4.5.1. Simulación de mecánica de fluidos – H.E.C. – R.A.S. ....	89
4.5.2. Variables hidráulicas.....	90
4.6. Estabilidad de agua.....	91
4.6.1. Representación de riesgo de inundación .....	92
4.7. Discusión de resultados .....	93
CONCLUSIONES.....	94
RECOMENDACIONES .....	95
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	96
ANEXOS .....	99



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Fases del Agua. ....	9
<b>Figura 2</b>	Localización zona de investigación.....	28
<b>Figura 3</b>	Demarcación de la cuenca del Río Chijollani. ....	33
<b>Figura 4</b>	Ambiente del diseño geoespacial. ....	35
<b>Figura 5</b>	Modificación referencial geográfica en el software de diseño civil.....	36
<b>Figura 6</b>	Incorporación de coordenadas que ayuda a la construcción del suelo en el software de diseño civil. ....	36
<b>Figura 7</b>	Puntos de nubes en software de diseño civil.....	37
<b>Figura 8</b>	Creación de las Curvas de cota o nivel en Auto CAD civil 3D .....	37
<b>Figura 9</b>	Exportar del modelado virtual de elevaciones "D.E.M." .....	38
<b>Figura 10</b>	generando el Archivo Arc-GIS .....	38
<b>Figura 11</b>	Implementación de prolongaciones Arc-GIS.....	39
<b>Figura 12</b>	Contorno de modelado de la elevación digital "DEM" .....	39
<b>Figura 13</b>	Generación de RASTER.....	41
<b>Figura 14</b>	Designación de Nombres.....	42
<b>Figura 15</b>	Conjunto de flujos .....	43
<b>Figura 16</b>	Trayecto del desplazamiento .....	44
<b>Figura 17</b>	Elaboración de los fragmentos .....	44
<b>Figura 18</b>	Transferencia del diseño fluvial de la cuenca.....	45
<b>Figura 19</b>	Realizado en el "Programa Hec-Geo-Ras" .....	45
<b>Figura 20</b>	Visualización de las importaciones de formas de H.E.C.-R.AS .....	46
<b>Figura 21</b>	Editando parámetros del índice de aspereza .....	46
<b>Figura 22</b>	Editando los Valores de Coeficiente de aspereza.....	47
<b>Figura 23</b>	Edición de información para parámetros de condiciones limitantes ...	47



<b>Figura 24</b>	Panel de estudio en condiciones estables.....	48
<b>Figura 25</b>	Pestaña de transferencia de H.E.C.-R.AS.....	49
<b>Figura 26</b>	Transformación de documentos S.D.F. en X.M.L.....	50
<b>Figura 27</b>	Establecimiento del estrato de análisis posterior.....	50
<b>Figura 28</b>	Cartografiad de inundaciones .....	51
<b>Figura 29</b>	Cartografía de flujo.....	51
<b>Figura 30</b>	Regiones susceptibles a desbordamientos .....	52
<b>Figura 31</b>	Regiones susceptibles a desbordamientos .....	52
<b>Figura 32</b>	Análisis histográficos de precipitaciones en 24 horas. ....	55
<b>Figura 33</b>	Secciones y zonas sumadas para la elaboración de diagrama de elevación .....	65
<b>Figura 34</b>	Diagrama del rio Chijjollani .....	66
<b>Figura 35</b>	Representación de frecuencias .....	68
<b>Figura 36</b>	Gráfico horizontal del rio .....	71
<b>Figura 37</b>	Histograma del rio Chijjollani - dos años .....	73
<b>Figura 38</b>	Histograma del rio Chijjollani - cinco años.....	74
<b>Figura 39</b>	Histograma del rio Chijjollani - diez años.....	75
<b>Figura 40</b>	Histograma del rio Chijjollani - veintycinco años .....	76
<b>Figura 41</b>	Histograma del rio Chijjollani - cincuenta años.....	77
<b>Figura 42</b>	Histograma del rio Chijjollani - cien años.....	78
<b>Figura 43</b>	Representación de escorrentía de la cuenca “Chijjollani”, PR. Dos años “Q = 39.50 m³/s” .....	81
<b>Figura 44</b>	Representación de escorrentía de la cuenca “Chijjollani”, P.R. cinco años. “Q=60.00m³/s” .....	82



<b>Figura 45</b> Representación de escorrentía de la cuenca “Chijjollani” P.R. 10 años “Q=80.80m <sup>3</sup> /s” .....	83
<b>Figura 46</b> Representación de escorrentía de la cuenca “Chijjollani” P.R. 25 años “Q=116.90m <sup>3</sup> /s” .....	84
<b>Figura 47</b> Representación de escorrentía de la cuenca “Chijjollani” P.R. 50 años “Q=152.20m <sup>3</sup> /s” .....	85
<b>Figura 48</b> Representación de escorrentía de la cuenca “Chijjollani” P.R. 100 años “Q=195.00m <sup>3</sup> /s” .....	86
<b>Figura 49</b> Registro de las elevaciones – corte seccional – técnica del aforo de flotadores.....	88



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Operacionalización de las Variables. ....	6
<b>Tabla 2</b> Los grados de Intensidad. ....	14
<b>Tabla 3</b> Niveles de desbordamiento. ....	15
<b>Tabla 4</b> Escala de amenaza. ....	15
<b>Tabla 5</b> Centros de monitoreo de precipitaciones. ....	26
<b>Tabla 6</b> Frecuencia y distribución de probabilidades por estación. ....	59
<b>Tabla 7</b> Síntesis de lluvias máximas registradas.....	63
<b>Tabla 8</b> Parámetros de IDF de lluvias en estaciones.....	63
<b>Tabla 9</b> Diagramas IDF de las estaciones meteorológicas evaluadas. ....	64
<b>Tabla 10</b> Zonas individuales y acumulativas para la creación del diagrama de elevación Hipsométrica .....	65
<b>Tabla 11</b> Superficies parciales entre líneas de contorno. ....	67
<b>Tabla 12</b> Extensiones específicas. ....	67
<b>Tabla 13</b> Polígono equivalente. ....	69
<b>Tabla 14</b> Recopilación de datos para el gráfico longitudinal.....	70
<b>Tabla 15</b> Información necesaria para determinar la inclinación.....	72
<b>Tabla 16</b> Segmentos alternativos, cuenca del río Chijjollani - dos años.....	73
<b>Tabla 17</b> Secciones alternos del rio Chijjollani - cinco años. ....	74
<b>Tabla 18</b> Secciones alternos del rio Chijjollani - diez años. ....	75
<b>Tabla 19</b> Secciones alternos del rio Chijjollani - veinticinco años.....	76
<b>Tabla 20</b> Secciones alternos del rio Chijjollani - cincuenta años. ....	77
<b>Tabla 21</b> Secciones alternos del rio Chijjollani - cien años. ....	78
<b>Tabla 22</b> Coeficiente de escorrentía y tipo de explotación del suelo. ....	79
<b>Tabla 23</b> Variables para la estimación de flujos máximos usando HEC-HMS ....	80



<b>Tabla 24</b>	Síntesis calculados usando el programa H.E.C.-H.M.S.....	87
<b>Tabla 25</b>	Estimación del caudal usando el método del flotador.....	87
<b>Tabla 26</b>	Contraste del flujo.....	88
<b>Tabla 27</b>	Parámetros de Manning. ....	89
<b>Tabla 28</b>	Variables hidráulicas.....	90
<b>Tabla 29</b>	Síntesis de características hidráulicas críticas.....	91
<b>Tabla 30</b>	Síntesis del parámetro de agua y áreas inundadas.....	91



## RESUMEN

Teniendo en cuenta los diferentes intervalos de recurrencia en Muñani, su principal propósito fue localizar y definir las zonas propensas a las inundaciones en la cuenca hídrica de Chijjollani. Se adoptó un diseño de estudio no experimental, transversal y de nivel explicativo, y la metodología utilizada fue cuantitativa. Para analizar estas dos variables se utilizaron técnicas de seguimiento, observación e interpretación. El área de estudio comprende la cuenca hídrica del río Chijjollani con una muestra de 10 kilómetros. Los principales resultados se obtuvieron mediante representaciones cartográficas creadas con los programas HEC-RAS y ArcGIS para diferentes duraciones de los retornos. Basándose en los modelos hidrológicos e hidráulicos desarrollados, se han identificado 5,57 hectáreas de las zonas muy elevadas, 101,50 hectáreas de las zonas elevadas, 87,77 hectáreas de las zonas medias y 114,33 hectáreas de las zonas bajas, que se han clasificado como zonas de mayor riesgo de inundación en función de su importancia y extensión. Una vez identificadas estas zonas de riesgo, los residentes pueden tomar medidas de precaución para protegerse. Además, se aconseja a los gobiernos locales que adopten medidas de defensa ribereña para reducir el impacto de las inundaciones durante la época de avenidas con el fin de proteger la seguridad de los residentes locales.

**Palabras Claves:** Modelado hidrológico, mapa de riesgos, inundación, tiempo de retorno.



## ABSTRACT

Taking into account the different recurrence intervals in Muñani, its main purpose was to locate and define flood-prone areas in the Chijjollani watershed. A non-experimental, cross-sectional, interpretative study design was adopted, and the methodology used was quantitative. Monitoring, observation and interpretation techniques were used to analyse these two variables. The study area comprises the Chijjollani river basin with a sample of 10 kilometres. The main results were obtained by means of cartographic representations created with the HEC-RAS and ArcGIS programmes for different durations of the returns. Based on the hydrological and hydraulic models developed, 5.57 hectares of the very high areas, 101.50 hectares of the high areas, 87.77 hectares of the medium areas and 114.33 hectares of the low areas have been identified and classified as areas of higher flood risk according to their importance and extent. Once these risk areas have been identified, residents can take precautionary measures to protect themselves. In addition, local governments are advised to adopt riparian defence measures to reduce the impact of flooding during the flood season in order to protect the safety of local residents.

**Keywords:** Hydrological modelling, risk mapping, flooding, return time.



## INTRODUCCIÓN

En el país peruano, la escasez de agua se hace cada vez más notoria, en particular en algunos ríos costeros, en términos de calidad, cantidad y disponibilidad oportuna. Esto pone de relieve la importancia de gestionar adecuadamente los recursos hídricos. Por ejemplo, la oferta restringida de agua en el sector agrícola influye directamente sobre la productividad alimentaria. La región andina, por otro lado, se ve más afectada por el cambio climático, puesto que la contaminación derivada de actividades económicas modifica los patrones atmosféricos y acelera el derretimiento de los nevados de los Andes. Por lo tanto, la gestión y el mejoramiento de la administración del agua serán uno de los mayores problemas futuros del Perú. Las disputas por el uso de agua podrían surgir en siguientes años si no se encuentra una solución.

Uno de los motivos de esta escasez es la gestión inadecuada de las vertientes, en su mayoría como resultado de la falta de estudios técnicos. Sin estos estudios, es imposible predecir el comportamiento a largo plazo de la cuenca o preparar a la comunidad para inundaciones o escasez de agua.

Mediante un diagnóstico hidrográfico e hidrológico de la vertiente del río Chijjollani, el objetivo de este estudio es identificar las regiones de influencia del agua en dicha vertiente. Para proporcionar una comprensión completa del comportamiento del agua, se crean características que incluyen cartografías de inundación aluvional e intensidades y velocidades de flujo, altitudes máximas y medición de las precipitaciones.



## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Explicación y análisis del problema

Se producen crecidas de diciembre a marzo. Estos incrementos bruscos provocan erosiones, inundaciones, obstrucciones y traslado de sedimentos, lo que es común para los residentes de las zonas afectada. Estas áreas bajas de la cuenca se encuentran en peligro debido a las inundaciones, especialmente los más cercanos a los ríos que recogen las aguas de la cuenca. A medida que aumentaba la población, cada vez más familias se asentaban en las orillas izquierda y derecha, cerca de las riberas. Sin embargo, no se dieron cuenta del riesgo que corrían debido a las inundaciones repentinas del lecho del río. Finalmente, es crucial definir los sitios que podrían ser inundados por el río Chijjollani, utilizando modelos cuantitativos.

#### 1.2. Preguntas del problema

##### 1.2.1. *Pregunta general*

¿Cuáles son las áreas sujetas a inundación por la cuenca del río Chijjollani, en diversos periodos de retorno en el distrito de Muñani?



## **1.2.2. Preguntas específicas**

1. ¿Cuál es el comportamiento hidráulico de la cuenca del río Chijjollani, para diversos periodos de retorno?
2. ¿Cuál es la capacidad hídrica del río Chijjollani, en diferentes periodos de retorno?
3. ¿Cuáles son las áreas inundables determinadas mediante los Softwares HEC - RAS y ArcGIS, para diversos periodos de retorno?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Delimitar las áreas sujetas a inundación por la cuenca del río Chijjollani, en diversos periodos de retorno en el distrito de Muñani.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

1. Realizar el análisis hidráulico de la cuenca del río Chijjollani, para diversos periodos de retorno.
2. Determinar la capacidad hídrica del río Chijjollani, en diferentes periodos de retorno.
3. Determinar las áreas inundables, mediante la representación con los Softwares HEC-RAS y ArcGIS, para diversos periodos de retorno.

## **1.4. Justificación**

### **1.4.1. Fundamentación desde el punto operativa**

En el distrito de Muñani, situado en la orilla derecha sobre río Chijjollani, ha sido testigo de un importante crecimiento y de la intensificación del cambio urbano a medida que la ciudad se ha ido expandiendo, se han construido nuevas carreteras y se han mejorado las infraestructuras. Sin embargo, la gran cercanía del río y la topografía favorecedora de la zona han planteado importantes retos a



esta expansión. Aunque estas cualidades favorecen el crecimiento, también aumentan la debilidad para la inundación. Son componentes que hacen que las nuevas construcciones y las zonas edificadas sean más vulnerables a los daños provocados por la creciente del río.

Con el fin de minimizar los daños, se ha considerado el uso de sofisticadas herramientas de modelización hidráulica para una predicción y planificación más eficaz de los escenarios de inundaciones. Entre estas herramientas, el programa HEC-RAS se ha demostrado ser fundamental para una modelización exacta y una identificación más precisa de las zonas propensas a las inundaciones. Gracias a este análisis, se pueden identificar las zonas con más riesgo y poder realizar decisiones para su aplicación sus medios de defensa, como las construcciones de defensa fluviales, también regulaciones de desarrollo urbanístico para zonas cruciales y modelo de sistema para su evacuación correcta.

#### **1.4.2. Fundamentación financiera**

En temporada de precipitaciones en la zona baja del cauce del río Chijjollani, los cauces son elevados y se desbordan, lo que supone un peligro para las poblaciones, las estructuras y las labores de producción. El excedente de precipitaciones imposibilita a los habitantes de la zona realizar sus ocupaciones productivas, perjudicando a la agricultura y la crianza de ganado, vitales para la población de Muñani. Las inundaciones también causaron graves daños a las instalaciones, como casas, vías de comunicación y otros edificios. El propósito del estudio era detectar y determinar las zonas más afectadas del río de Chijjollani y realizar unos mapas de riesgo de inundaciones. A partir de estos datos, será posible categorizar las zonas según el nivel de riesgo de inundación y su impacto potencial en el flujo de agua, con el fin de predecir y prevenir perjuicios originados



por elevadas de cauce del río. Esta perspectiva ayudará a implementar medidas preventivas más efectivas para protección de las personas e instalaciones de la localidad.

### **1.4.3. Sustento ecológico**

Los cambios en las cuencas hidrográficas, que incluyen modificaciones de los diversos ecosistemas, reducción de la cubierta vegetal y colonización de insectos asociados a parásitos, están asociados a la generación de estancamientos de líquidos y cambios en el cauce normal de los arroyos. Esos cambios en los sistemas hidráulicos e hidrológicos requieren la aplicación de una serie de acciones de prevención para preservar la biodiversidad. Es esencial gestionar adecuadamente estos cambios para mitigar los efectos adversos y mantener la salud del medio ambiente.

### **1.4.4. Fundamento comunitario**

Las precipitaciones abundantes, unidas a una mala canalización por falta de sistemas de desalajo, provocaron el bloqueo de las masas de agua y dificultaron el avance de las zonas aledañas. En este sentido, el Estado, a instancias de INDECI, jugó un rol importante en la asistencia a las comunidades perjudicadas mediante la provisión de víveres, frazadas, toldos y otros recursos vitales.

A fin de afrontar estos retos y reducir los daños causados por las avenidas, son recomendables instrumentos modernos como el sistema ARCGIS-HEC-RAS, y su versión ampliada HEC-GEORAS. Dichas aplicaciones ayudan a localizar y cartografiar las zonas inundables importantes, simplificando así la cartografía y poniendo de relieve las zonas más peligrosas. Gracias a estos datos, podemos



evitar la creación de hogares y explotaciones agrícolas en lugares que carecen de protección, preservando así a las poblaciones de daños y perjuicios posteriores.

## 1.5. Restricciones del estudio

Gracias al programa informático HEC-RAS, la modelización de la zona de captación del Río Chijjollani permitió replicar las variaciones de los sistemas hídricos en relación con los afluentes de aguas subterráneas y la gestión de los fenómenos pluviométricos.

Ayuda a analizar el impacto de diversos cambios hidrológicos en los flujos de la zona resultantes de las lluvias más abundantes en un intervalo de tiempo de 24 horas. En este caso, el programa informático HIDROESTA permite determinar la cantidad de agua que puede fluir en diferentes épocas de precipitación. Esto contrasta con los volúmenes obtenidos a partir de mediciones sobre el terreno en el cauce de captación.

## 1.6. Hipótesis de investigación

### 1.6.1. Hipótesis general

Desde el puente Chijjollani y en diferentes horarios de retorno, en zonas de riesgos de inundaciones se encuentran dentro del radio que abarca aproximadamente cinco mil metros.

### 1.6.2. Hipótesis específicas

1. Dependiendo de cuánto duren las tormentas y cuántos días duren, el análisis hidráulico cambia. El canal principal tiene una mayor capacidad, lo que significa que hay más fricción, erosión y arrastre de sedimentos.
2. Para varios períodos de retorno, los meses de diciembre a marzo específicamente registran el mayor volumen.

3. Al utilizar el software HEC-RAS, ArcGIS y HEC-GeoRAS, se pueden delinear las ubicaciones clave en varios períodos de retorno utilizando las imágenes de velocidad y volumen de agua.

## 1.7. Operacionalización de variables

### 1.7.1. Variable-independiente

Evaluación hidrológica

### 1.7.2. Variable-dependiente

Zonas vulnerables a inundación

**Tabla 1**

*Operacionalización de las Variables.*

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MEDICIÓN
VI: Evaluación hidrológica del río Chijjollani	✓ Geomorfología de la cuenca Chijjollani	✓ Parámetros de forma de la cuenca ✓ Pendiente ✓ Área	✓ Análisis con el Software ArcGIS
	✓ Parámetros de relieve de la cuenca Chijjollani	✓ Curva hipsométrica ✓ Altitud media de la cuenca ✓ Pendiente media de la cuenca	✓ Análisis con el Software ArcGIS
	✓ Parámetros de la red hidrográfica de la cuenca Chijjollani	✓ Numero de orden de ríos ✓ Densidad de drenaje ✓ Tiempo de contracción	✓ Análisis con el Software ArcGIS
VD: Zonas vulnerables a inundación	Inundación	✓ Inundación pluvial ✓ Inundación fluvial	✓ Análisis con el software ArcGIS Y HecGEO-RAS



## CAPÍTULO II

### BASE CONCEPTUAL Y TEORICO

#### 2.1. Revisión de antecedente

##### 2.1.1. *Locales*

(Jullca, 2013), muestra su trabajo de "Evaluación de riesgo de inundación en el distrito de Taraco utilizando Sistemas de Información Geográfica" tiene como propósito analizar la posibilidad de inundación del río Ramis en el tramo que atraviesa el distrito de Taraco, perteneciente a Huancané, del departamento - Puno, para mitigar los daños que podrían causar ante eventuales desbordes. La evaluación brinda información fundamental para enfrentar los retos técnicos, financieros y socioambientales que afectan a Taraco ante escenarios peligrosos por inundaciones. Durante años, las inundaciones han sido un problema recurrente en esta región, ocasionando pérdidas económicas considerables y frenando su desarrollo. En el caso de Puno, los esfuerzos en proyectos para el control de inundaciones han sido limitados. Esta investigación se centra en evaluar la probabilidad de inundaciones en una zona específica de Taraco, con la finalidad de proponer soluciones que permitan gestionar de manera eficiente el riesgo y sugerir medidas correctivas, particularmente en las áreas cultivable y ganaderas.



## **2.1.2. Nacional**

Concha Zeballos & Miranda Vega, (2016), muestra su investigación "Análisis del peligro de inundación del valle del Chiloé dentro de la sección de Chilina a Uchumayo - Arequipa", en el cual analiza las modificaciones que ha sufrido la cuenca del río Chili con el tiempo, constituyendo un elemento primordial para el mejoramiento de la provincia. Si bien, la optimización del recurso hídrico en la cuenca ha producido mejoras. Arequipa tuvo que lidiar diferentes problemas derivados del desconocimiento de fenómenos como las sequías y las inundaciones. La finalidad central está en determinar la probabilidad de inundaciones de la cuenca Chili en diferentes situaciones, utilizando para ello la elaboración de mapas de riesgo. Esta técnica, que se discurre una destreza no estructural, tiene como objetivo optimizar la comisión de inundaciones en la cuenca. Puede utilizarse como informe para la organización correcta y la implementación de medidas de protección frente a inundaciones.

## **2.1.3. Internacional**

Morris Grainger, (2006), el objetivo del trabajo fue llevar a cabo investigaciones hidrológicas e hidráulicas en la cuenca para analizar la firmeza del suelo a los desbordamientos teniendo en consideración su sitio respecto al trayecto del río Guápiles. El procedimiento abarcó la elaboración cartográfica del aprovechamiento de la superficie en el río, así como la realización de varios ensayos hidrológicos que ayudan a determinar varios cuerpos del recurso hídrico agua en diversos lugares. Concluyendo que la precipitación del nueve de Enero del 2005 ocurre alrededor de sesenta y cinco años.

## 2.2. Fundamentos teóricos

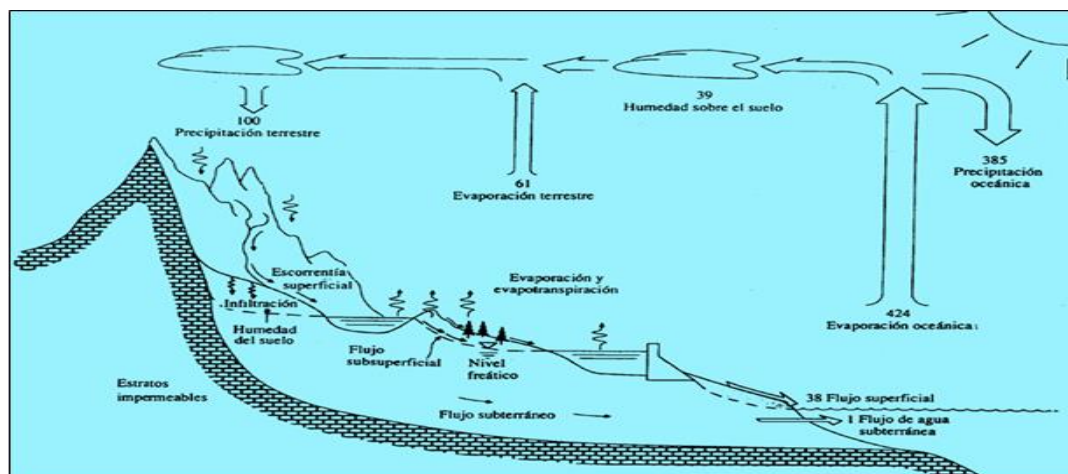
### 2.2.1. Hidrología

Hidrología, incluye el estudio del comportamiento de aguas subterráneas, además de los recursos hídricos como riachuelos, charcas y mares. Examina las formas en que el suministro de agua se ve afectado por el ciclo del agua, que contiene vaporización, licuefacción, lluvia, percolación en el suelo y drenaje natural, en diferentes regiones del mundo. Dado que su conocimiento permite determinar cuál es la mejor manera de utilizar el agua para usos antropogénicos como el sector industrial y agrícola, evaluar los riesgos de inundaciones, sequías y construir obras civiles como embalses y canales de irrigación y distribución del agua, la hidrología es también básica con el fin de manejar los recursos acuáticos (Linsley et al., 1988).

Esta figura ilustra la distribución del agua en relación con las precipitaciones en la superficie terrestre: El 39% se forma en forma de ríos, que desembocan en los océanos, sobre todo en forma de corrientes superficiales (38%), mientras que el 61% se evapora y el 1% se forma en forma de subterráneos.

**Figura 1**

*Fases del Agua.*



*Nota.* Extraído de Hidrología Aplicada, 1994.



## **2.2.2. Región de captación de agua**

(Linsley et al., 1988), la zona en la que toda el agua que cae en forma de precipitaciones se combina en un canal o conducto principal se conoce como cuenca hidrográfica del río. Es más fácil recoger y drenar el agua hacia la desembocadura compartida porque los canales y afluentes que alimentan el río están bien marcados dentro de esta zona. La capacidad de cada cuenca para retener y transportar agua hacia el río viene determinada por su zona de captación bien definida, que afecta al régimen hídrico y a la dinámica de la sequía o las inundaciones.

## **2.2.3. Características del relieve de la región hidrográfica**

En vista de que la etapa del proceso de formación del relieve de una cuenca hidrográfica es extremadamente complicada y depende del clima único y del entorno local, la capacidad de la cuenca puede cambiar drásticamente. Tanto la capacidad de la cuenca para absorber agua como su vulnerabilidad a la erosión o a las inundaciones se ven directamente afectadas por estas variables, que incluyen el terreno, la constitución del terreno, la cubierta vegetal y los cambios en el clima. La distribución y el flujo del agua en el sistema pueden verse afectados por cambios en estos factores, lo que puede alterar el comportamiento hidrológico de la cuenca (Linsley et al., 1988).

## **2.2.4. La dinámica hidrológica**

Analiza la presencia, el flujo y la distribución del agua en la superficie de la Tierra. Además de evaluar su impacto sobre el medio natural y las especies que



dependen de él, también estudia cómo influye esta agua en los ecosistemas y en las criaturas que los habitan (Aguilar Rios, 2024).

### **2.2.5. Simulación de la cuenca hidrográfica**

Se representan físicamente las diferentes secuencias del ciclo del agua, como la escorrentía, el proceso de evaporarse, la precipitación y entre otros fenómenos comunes. Además, se evalúa cómo responderá el medio ambiente a las posibles precipitaciones (Bateman, 2007).

### **2.2.6. Dinámica del flujo en la cuenca**

Seguimiento del comportamiento de los fluidos en cuanto a sus caudales medio y final, niveles de movilidad, diversidad superficial provocada por la sedimentación y la erosión, capacidad de transporte de escombros y turbulencia fluvial (Aparicio Mijares, 2004).

### **2.2.7. Desbordamiento y su correspondiente fenómeno**

Estos fenómenos tienen lugar cuando se producen precipitaciones, como lluvia, nieve o granizo, o cuando las olas del mar, las tormentas o los fallos de los sistemas hidráulicos provocan un aumento del nivel del agua en ríos o mares (Amado, 1994).

### **2.2.8. De acuerdo a su permanencia**

#### **2.2.8.1. Desbordamiento repentino o dinámico**

Debido al exceso de precipitaciones, son típicas de los ríos de la Cordillera y también de los que tienen cimas con pendientes pronunciadas.



Suelen ser los más perjudiciales para las personas, sobre todo por lo poco perceptible que es su reacción (Casteñeda Sabido et al., 2013).

### **2.2.8.2. Desbordamiento lento o estático**

Los aguaceros generalizados, continuas contribuyen a la elevación del caudal progresivamente incluso alcanzar el volumen del río. Cuando el cauce empieza sobresalirse, se inundan los terrenos bajos adyacentes. Una llanura aluvial es una zona que se inunda con frecuencia (Casteñeda Sabido et al., 2013).

### **2.2.9. En función de su mecanismo de formación**

#### **2.2.9.1. Desbordamiento por lluvia**

Se produce cuando el agua de lluvia se acumula en una zona o en lugares donde este fenómeno es inevitablemente el resultado del desbordamiento de un río. Tras un periodo de lluvias intensas o frecuentes, se produce este tipo de inundación. En realidad, se produce por una cantidad constante de precipitaciones durante un largo período de tiempo. Además, puede ocurrir en suelos con poca porosidad (Casteñeda Sabido et al., 2013).

#### **2.2.9.2. Desbordamiento por río**

El agua de los ríos y arroyos provoca inundaciones debido a su gran magnitud, que hace que supere su capacidad durante la crecida y acabe provocando inundaciones (Casteñeda Sabido et al., 2013).

#### **2.2.9.3. Desbordamiento debido la ruptura**

Hay problemas con las infraestructuras de riego. Incluso los derrumbes de presas menores pueden perjudicar a las personas, los bienes, las

infraestructuras y el medio ambiente de muchas maneras. En este caso, la propagación del caudal es más dañina; cuanto mayor sea el recorrido del agua, mayor será la zona perjudicada y menor el tiempo de propagación (Nuez, 1989).

### **2.2.10. Los aspectos que determinan la generación de inundaciones**

Hay que prestar especial atención a las reducciones significativas de la cubierta vegetal. También pueden producirse desbordamientos cuando las ramas o la acumulación de polvo obstruyen los conductos, ya sean artificiales o naturales (situación conocida como obstrucción de canales o tuberías). En raras ocasiones, el propio viaducto es el culpable de capturar objetos extraños que arrastra el cauce, limitando la circulación de agua que empeora las cosas. El desgaste y la acumulación de partículas del embalse se deben al exceso de precipitaciones (INETER/COSUDE, 2005). Antes de llegar a su destino final, el agua que cae sobre la Tierra sufre cuatro transformaciones: filtración, acumulación subterránea, drenaje, atrapamiento y evaporación. Por lo tanto, la cubierta vegetal es crucial para minimizar la erosión y una mayor concentración de agua en el suelo al impedir que las precipitaciones de agua le afecten directamente (Nuez, 1989).

### **2.2.11. Procesos de determinación de los grados de peligro**

#### **2.2.11.1. Grado de riego**

A medida que aumentan la probabilidad y la escala del suceso, también lo hace la magnitud del riesgo. La fuerza, la velocidad y la uniformidad de las crecidas pueden utilizarse para determinar la capacidad (CNPC, 2019).

**Tabla 2**

*Los grados de Intensidad.*

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

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

Nota. Extraído del Instituto Nacional de Defensa Civil - 2011

### 2.2.11.2. Sugerencia para analizar la frecuencia de desbordamiento

La cantidad de precipitaciones fuertes no combinadas está aproximadamente relacionada con la frecuencia de inundaciones, o con la frecuencia de inundaciones en una zona determinada. Existen cuatro tipos de intervalos de retorno: Frecuencia de inundación INDECI. Se determina utilizando el lapso de posibilidades descubierto por esta investigación (Senamhi, 2022).

**Tabla 3**

*Niveles de desbordamiento.*

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

Frecuencia	Rangos
Muy Alta	0,75 < F ≤ 1
Alta	0,50 < F ≤ 0,75
Media	0,25 < F ≤ 0,50
Baja	0 < F ≤ 0,25

Nota. Extraído del Instituto Nacional de Defensa Civil - 2011

### 2.2.11.3. Niveles de peligro de inundaciones

**Tabla 4**

*Escala de amenaza.*

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

Frecuencia (años)

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

Nota. Extraído del Instituto Nacional de Defensa Civil - 2011

Para su evaluación se tienen en cuenta las zonas de la cuenca más afectadas por las inundaciones, las moderadamente afectadas y las no afectadas.

## **2.2.12. S. I. G.**

S.I.G. grupo de metodologías, instrumentales, técnicas basadas en la lógica que permiten recopilar, almacenar, analizar, transformar y presentar datos sobre regiones geográficas y sus atributos. En respuesta a la creciente demanda de acceso rápido a la información para abordar problemas y proporcionar aclaraciones en diversas disciplinas, esta tecnología contemporánea está diseñada para manejar y analizar datos espaciales (Benavides, 2017).

(Benavides, 2017) pone de relieve el grado de complejidad de las principales cuestiones que pueden abordar los sistemas de información geográfica (SIG), desde las más básicas hasta las más complicadas. Entre ellas se incluyen consultas más complicadas como «¿Qué patrones espaciales existen?» o «¿Cómo pueden predecirse los cambios futuros a partir de los datos actuales?», así como otras más sencillas como «¿Dónde se encuentra un determinado accidente geográfico?»

### **Construcción de datos**

La información se convierte en valores numéricos mediante la tecnología SIG, que también genera datos numéricos utilizando diversas técnicas. Las tecnologías de diseño asistido por ordenador (CAD) utilizadas en la transformación digital pueden detectar beneficiarios en el área (Rodríguez et al., 2020).

### **Visualización de la información**

Las mercancías S.I.G. centrados en la gestión de información vectorial son cada vez más populares. Los SIG raster, por su parte, se emplean con frecuencia



en estudios que exigen la construcción de capas continuas para examinar fenómenos con fronteras poco definidas. Esto resulta especialmente útil para investigaciones medioambientales en las que no es necesaria una gran precisión geográfica, como el seguimiento de la presencia de especies marinas, la distribución de la temperatura o la contaminación atmosférica (Rodríguez et al., 2020).

### **2.2.13. "ARCGIS"**

Con la ayuda de estos instrumentales y un marco extensible, se pueden visualizar y tratar datos territoriales añadiendo nuevas funcionalidades (Caso Osorio, 2010).

#### **2.2.13.1. Imagen de cuadrícula**

Para llevar a cabo la investigación, la estructura ráster clasifica los segmentos que se utilizan alineaciones específicas. Hay que añadir una colección de lugares a la disposición raster, ya que cada espacio adquiere una relevancia (Caso Osorio, 2010).

#### **2.2.13.2. Estación hídrica**

Gracias a este programa, se puede determinar si la información del conjunto se corresponde a distribuciones como log-pearson tipo III, log normal, normal, log gumbel o racional y gumbel. Se puede estimar la lluvia de objetivo dependiendo de un marco de tiempo determinado o de una ingeniosidad probable si la serie de estadísticas se ajusta a alguna de estas distribuciones (Vera, 2015).



## **2.2.14. HEC-HMS**

Para comprender cómo reaccionan los sistemas hidráulicos ante las inundaciones superficiales provocadas por las precipitaciones, HEC-HMS realiza simulaciones hidrofíticas. Como resultado, los sistemas hidráulicos se consideran sistemas hidráulicos. Los procesos de recopilación de datos son generados por cada dispositivo agua en diferentes sectores del área de drenaje (Cabrera Balarezo, 2017).

## **2.2.15. "HEC-GEORAS"**

Al facilitar la creación de documentos digitales que se cargan en el software junto con los datos geográficos, el prototipo H.E.C-GeoRAS mejora el manejo de H.E.C-R.A.S. En estos archivos digitales se incluye información vital, incluyendo la topografía del terreno, conductos, cortes horizontales, delineación de la superficie y las ubicaciones de las diferentes características. En H.E.C.-GeoRAS pueden incluirse esquemas establecidos y cifras hidráulicas, incluyendo regiones, caminos elevados, paredes, canales de drenaje, barreras y otras barreras. Para facilitar su integración en HEC-RAS, todos estos datos se disponen en una única capa.

## **2.2.16. HEC-RAS**

El Tanto los modelos estáticos como los dinámicos para el transporte de sedimentos en sistemas hidráulicos se conocen por las siglas HEC (Villón Bejar, 2014). El cálculo de las secciones y propiedades hidráulicas de los cursos de agua se facilita con HEC-RAS. Este programa optimiza el análisis hidráulico en muchas circunstancias al permitir cálculos precisos del volumen de agua en un caudal en constante aumento.



## REELEVANTE

Dado que crea zonas inundables y estrategias de mitigación para ríos o canales con distintos grados de probabilidad, Hec-Ras es crucial para la modelización de aguas profundas.

Determina los parámetros hidráulicos necesarios para construir estructuras de agua para puentes, localiza las orillas de los ríos y selecciona la elevación máxima para planificar las carreteras que probablemente se verían afectadas por el paso del río.

### **2.3. Base conceptual**

#### **2.3.1. G.I.S.**

Con esta solución de hardware y software es posible capturar, almacenar, gestionar, analizar y presentar digitalmente datos cartográficos. Su principal objetivo es facilitar la gestión eficaz de datos geospaciales, posibilitando su estudio y uso en diversos ámbitos, entre ellos los estudios medioambientales, la gestión de recursos orgánicos y la planificación territorial. ambientales (Rodríguez et al., 2020).

#### **2.3.2. Modelación de flujo monodimensional**

Son proyectos de ingeniería e investigaciones científicas que requieren la distribución de niveles y corrientes de agua en ríos y canales de riego, simular los flujos de agua de estos cuerpos de agua en una dimensión es una herramienta potente.

#### **2.3.3. Lluvia**

La corriente hidrológica, que se produce por la condensación del H<sub>2</sub>O en el ambiente, incluye entre sus fenómenos la precipitación. La lluvia, la llovizna, el



granizo y la nieve producen la misma precipitación, que es la que origina esta corriente (Purslow, 2016).

#### **2.3.4. Flujo superficial**

El conjunto general medida en un momento específico en un área de cuenca específica.

#### **2.3.5. Liberación de vapor**

El sistema está compuesto por componentes de software y hardware que permiten la captura, almacenamiento, gestión, análisis y visualización digital de datos cartográficos. Lo primordial es mejorar la gestión de la investigación geográfica, facilitando la aplicación y el análisis en distintos lugares, entre ellos la investigación medioambiental, el manejo de la naturaleza en la planificación territorial (Hunt, 2019).

#### **2.3.6. Gradiente acuático**

La determinación hidrofítica en la zona de extracción es el objetivo de los cálculos de capacidad hídrica superficial. Se estudia la distribución espacial de toda el agua aprovechable para la agricultura, la producción de energía, la producción de agua potable, etc., procedente de los cursos de agua situados dentro de la cuenca, con el fin de evaluar la disponibilidad de H<sub>2</sub>O (Garau, 1975).

#### **2.3.7. Frecuencia de retorno**

Se trata de una referencia al ritmo al que ocurre un número de aguacero. Muestra, otra manera de decir, la frecuencia con la que cae un cierto nivel de lluvia durante cierto rango temporal determinado (Aguiriano Barroso, 2015).



### **2.3.8. Trayectoria del flujo**

Este boceto muestra una representación vertical que sigue la trayectoria del flujo de agua. Las características o trayectoria de la corriente generalmente se ilustran mediante este tipo de figura o sección temporal (Pérez Carmona, 2019).

### **2.3.9. Desembocadura**

Debido a las hendiduras y contornos que se muestran en los diagramas de flujo de agua, estos gradientes, que a menudo son planos con pendientes ocasionalmente irregulares, con frecuencia son de al menos un 3% (Lange, 1906).

### **2.3.10. Distancia hidráulica**

Distancia del perímetro acuático, incluye la totalidad de la extensión del fondo del canal, así como las superficies en contacto con el agua, se divide por el área mojada del tramo (Tayupanta, n.d.).

#### **2.3.10.1. Asperidad del suelo lecho**

El flujo de agua desde la superficie del suelo hasta los estratos subterráneos es lo que es. Debido a que la infiltración significa que se pierde agua valiosa para otros fines, los ingenieros la ven como una pérdida desde un punto de vista económico. Por el contrario, los agricultores ven la infiltración con buenos ojos, ya que aumenta la cantidad de agua disponible para riego y ayuda a la recarga de los acuíferos (Tayupanta, n.d.).

#### **2.3.11. Desbordamiento**

Un incremento significativo de agua por encima del nivel habitual del río o arroyo. En este sentido, es crucial entender que el 'alta mar' se relaciona con la



elevación del agua en la superficie sin generar daños, es decir, por encima del nivel medio del cauce, sin que ocurran filtraciones o desbordes (La Torre, 1973).

### **2.3.12. Filtración**

H<sub>2</sub>O pasa de la frontera del terreno a los estratos subterráneos. Los ingenieros ven la infiltración como una pérdida desde el punto de vista económico, ya que significa que se pierde agua valiosa para otros usos. En cambio, los agricultores ven con buenos ojos la infiltración, ya que aumenta la disponibilidad de agua para el riego y contribuye a la recarga de los acuíferos.

### **2.3.13. Erosión**

Uno de los numerosos factores que influyen en el complejo fluido en movimiento dentro de los flujos aluviales es la topografía y la geología del conducto, así como las propiedades del fluido y la hidráulica del río. Esto se deriva del término «río barrido por el viento (Tayupanta, n.d.).

### **2.3.14. Resguardo de las ribereñas**

Con el fin de prevenir las crecidas de los ríos en las proximidades de estos arroyos, se establecieron diversos dispositivos. Tanto las protecciones estructurales como las no estructurales contra las inundaciones se conocen como defensas contra las inundaciones (Guyer, 2010).



## CAPÍTULO III

### PROCESO METODOLÓGICO

#### 3.1. Tipo de la investigación

Esta indagación es de naturaleza cuantitativa, ya que se centra a través de la recopilación de información cuantitativos para validar hipótesis. Usa técnicas estadísticas de investigación que ayuda analizar conductas y afirmar tesis.

#### 3.2. Nivel de la investigación

Por nivel al que se refiere el análisis se entiende la amplitud del presente estudio, es decir, el nivel de los métodos estadísticos utilizados. Su finalidad es analizar el nivel de conexión que preexiste respecto a los parámetros en cuestión.

#### 3.3. Diseño de investigación

Se llama a este enfoque no experimental ('observacional') porque examina las propiedades hidrológicas del suelo y comprueba si los fenómenos hidrológicos se ajustan a los parámetros naturales. En este método no hay un seguimiento activo de la recogida de dato, ya que toda la que se refiere a las distintas variables

solo se evalúa en una ocasión. Por otra parte, el mismo investigador no interviene en el proceso, ya que la recogida de datos la llevan a cabo terceros.

### **3.4. Población y muestra**

#### **3.4.1. Grupo objeto de estudio**

La población seleccionada corresponde a la zona de captación del río Chijjollani, ubicada en el municipio de Muñani, además se considera las áreas de monitoreo atmosférico localizadas en las inmediaciones de dicha cuenca.

#### **3.4.2. Muestra de la investigación**

Las comunidades concretas serán la zona de la ribera del Río Chijjollani, perteneciente a la población de Muñani, y los puntos de observaciones meteorológicas circundantes.

#### **3.4.3. Muestreo**

Fue considerado una elección sin posibilidades de triunfo.

- ✓ Medidas de subcuencas basadas en imagen por satélites y con ayuda de planos topo-gráficos.
- ✓ Lugares que pueden verse dañados por inundaciones recientes.
- ✓ Situación de los puntos inicial y final de los orígenes de los ríos.

### **3.5. Herramientas y métodos para la recopilación de información**

#### **3.5.1. Métodos**

##### **3.5.1.1. Método de observación**

- ✓ **Estudio en el área:** En Cuando el río Chijjollani se desborda durante la estación de lluvias, se establece la distribución de la cuenca y la clase de río. La cantidad de agua presente en la vertiente se considerará una magnitud a analizar.



- ✓ **Registro de observaciones:** Aparecen documentaciones sobre las consecuencias de las tormentas y los eventuales remedios.

### 3.5.1.2. Método de cuantificación

Procedimiento para determinar el tamaño del río y la sección que debe proyectarse, así como su anchura respecto con el radio de ésta.

### 3.5.1.3. Métodos de interpretación

El proceso simboliza la presentación organizada y la recopilación de medidas y apreciaciones que muestran con claridad la capacidad de flotación de la zona en torno a la orilla del río.

## 3.6. Materiales para el estudio

### 3.6.1. Datos geoespaciales

La I.G.N. ha desarrollado el programa adecuado para el desarrollo del estudio sobre la cuenca de este río Chijjollani, que incluye una versión digital del mapa español que se puede obtener en la propia sede electrónica del MINEDU. Sus límites siguen un orden de dificultad: primero la escala angular, después la malla hídrica. Por último, se sitúan en la zona N°19 del eje de coordenadas UTM, en relación con los 04 cuadrantes complejos del río Chijjollani.

- ✓ 30-V AZÁNGARO.
- ✓ 29-V MACUSANI.
- ✓ 30-X PUTINA.
- ✓ 29-X LIMBANI.

### 3.6.2. Registro de Lluvias

Los indicadores del tiempo de lluvia se establecen en función de la máxima cantidad de aguacero registrada durante un día. Se cuenta con las correspondientes unidades meteorológicas ubicadas en las localidades de Santa Rosa, Ayaviri, crucero, Chuquibambilla, Muñani, C.P. Progreso, Ananea.

**Tabla 5**

*Centros de monitoreo de precipitaciones.*

ESTACIÓN	UBICACIÓN POLÍTICA			UBICACIÓN GEOGRÁFICA		
	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD
Ayaviri	Puno	Melgar	Ayaviri	70°35'34,4"	14°52'21,6"	3928.00
Chuquibambilla	Puno	Melgar	Umachiri	70°42'56,5"	14°47'05,2"	3971.00
Santa Rosa	Puno	Melgar	Santa Rosa	70°47'11,5"	14°37'25,5"	3986.00
Crucero	Puno	Carabaya	Crucero	70°01'33,3"	14°21'51,1"	4183.00
Ananea	Puno	San Antonio de Putina	Ananea	69°32'03,3"	14°40'42,4"	4660.00
Muñani	Puno	Azángaro	Muñani	69°57'06,5"	14°46'01"	3948.00
CP Progreso	Puno	Azángaro	Asillo	70°01'24,7"	14°41'24,4"	2980.00

*Nota.* Creado en una hoja de cálculo Excel

### 3.6.3. Equipamiento y recursos utilizados en el área

- ✓ (GPS) Navegador
- ✓ Estación total (topcon)
- ✓ Prisma
- ✓ Cinta metrica de 100 m
- ✓ Flexómetros
- ✓ Cuerdas, estacas e hilos.

### 3.6.4. Insumos y herramientas para el desarrollo

Las herramientas y elementos de sistema de la información utilizados fueron los siguientes:



- ✓ **Hardware:** ordenadores, Impresoras y sistemas de almacenado de información
- ✓ **Software:** Mapas Globales, Sistema civil 3D AutoCAD, (Google earth), HEC\_RAS 5.0.7, Office de Microsoft 2018, ArcG.I.S. 10,5,0, H.E.C\_H.M.S. 4,3, H.E.C.\_R.A.S. 5,0.7, H.E.C.\_geo RAS Extensión, Hidro ESTA 2.0, Global Mapper 20, SAS Planeta.
- ✓ **Recursos de trabajo y herramientas**

### 3.7. Caracterización del área fluvial

#### 3.7.1. Localización del área fluvial

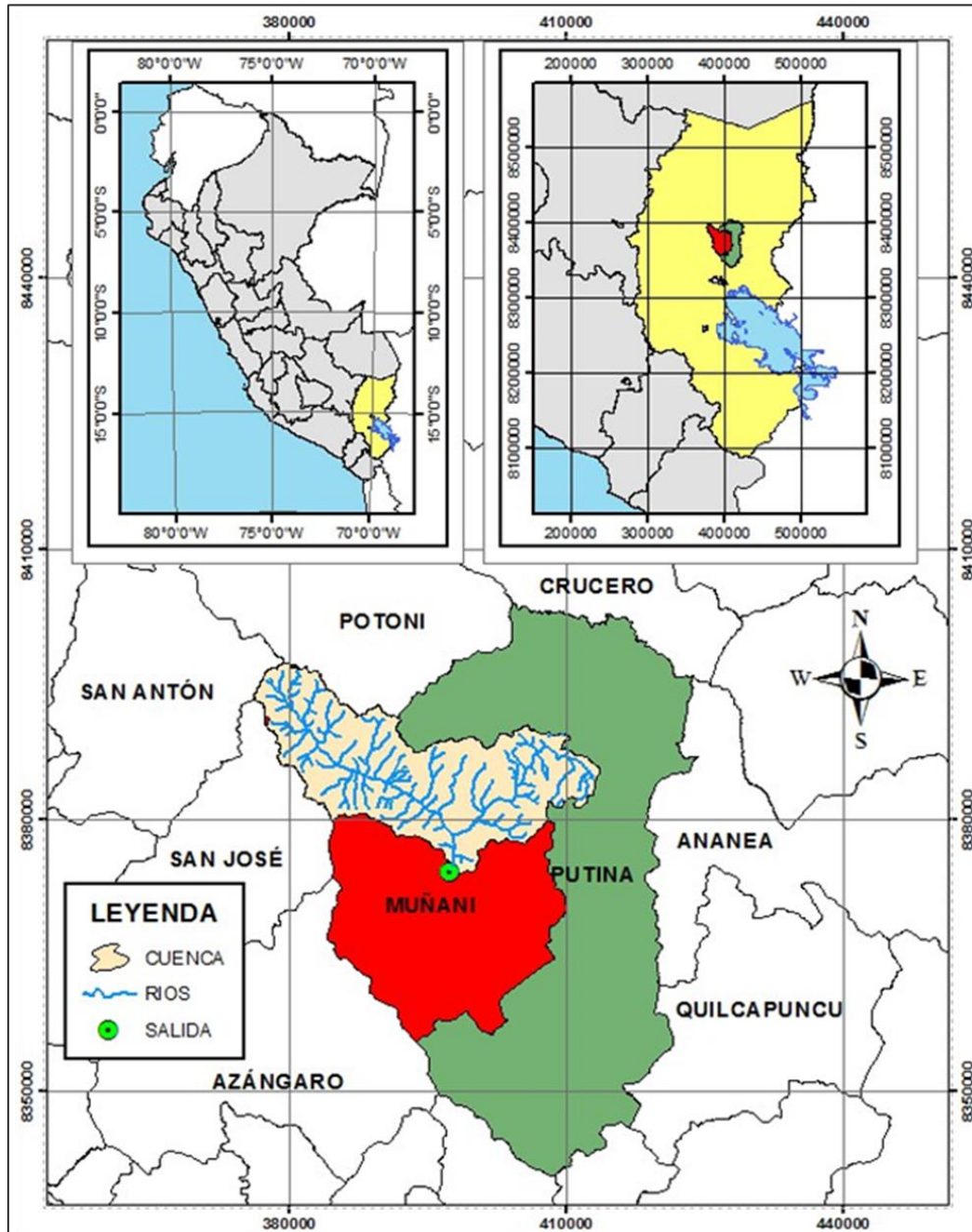
A continuación, se detalla la zona de la ribera hidrográfica del valle del Río Chijollani:

- Departamento : Puno.
- Provincia : Azángaro.
- Distrito : Muñani.
- Altitud : 3848 – 5000 m.s.n.m.
- Coordenadas : (UTM) WGS-84 Zona 19L
- Norte : 8374378.9100 N - 8390623.8200 N
- Este : 397359.9700 E - 383381.2300 E
- Región Natural : Sierra.

### 3.7.2. Extensión de la zona de investigación

Figura 2

Localización zona de investigación.



Nota. Elaborado con Arc-GIS.

### 3.7.3. Principales factores del río

El cauce de la cuenca Chijollani se ubica dentro del distrito - Muñani, perteneciente a la provincia de Azángaro - Puno. En este tramo, las principales



fuentes de agua del río Guanacco son las quebradas, Jatuntera, Comerccocha, Jincayusa, Pucacanccha, Cchaupitera, Huanacillo, Oq'uellata, Maychas, Japupampas, Pacchayapu y Jayunii. El río Huanaco Mayo nace en la confluencia del río Guanacco y el cañón del Capicc y es alimentado por las quebradas Paccotintaya, Taccuni, Ccuruhuaycco, Achuoco, Mitha y Achullany.

### **3.8. Estudios estadísticos**

En la modelización hidrológica, muchos episodios de precipitaciones elevadas deben predecirse con antelación, lo que requiere competencias específicas, y también se basa en datos estáticos para determinar la probabilidad de que se produzcan. El volumen punta es el volumen máximo de agua que se obtiene cuando el cauce del río (ya sea natural o artificial) supera el valor medio. La estimación del volumen de crecida es objeto de debate, ya que el estudio del volumen punta exige teorías probabilísticas que proporcionen predicciones con un elevado margen de incerteza (Ven Te Chow, 1994).

#### **3.8.1. Elaboración de la serie**

Es la información básica que posibilita la determinación del caudal máx. de diseño. Esto se debe a que tiene implicaciones para la estimación y el diseño de caudal más grandes que no pueden ser definidos con precisión. Aun así, se reconoce que cuanto mayor sea la disponibilidad de estos datos históricos, más precisas serán las estimaciones. La serie de precipitaciones pluviales máx. anuales en 24 hs se obtiene tomando el mayor recuento de precipitaciones para un mes dado en el registro histórico y tomando la máxima lluvia del primer año histórica como el máximo registro de lluvias que existe para cada uno de los años.



### **3.8.2. Estudio de integridad**

Permitirá la difusión de información, la rectificación y la eliminación de error habitual y errático en las captaciones de la zona de interés. También es importante considerar que la complementación y ampliación de las informaciones hidrometeorológicas es un requisito esencial. De esta forma, será posible diferenciar y eliminar las desviaciones comunes y medias en las elevaciones encontradas en los datos históricos.

### **3.8.3. Evaluación visual y análisis gráfico**

La representación de la mayor precipitación registrada en el correspondiente mes se obtiene en el plano del suelo, en el plano horizontal relativo al año y en el eje vertical relativo a la mayor pluviosidad. De este modo, se puede considerar el paisaje en función de la dispersión y el comportamiento de sus precipitaciones. El vínculo horario permite visualizar zonas horarias complejas o aceptables que parecen saltar de un lado a otro y proporciona una primera impresión de la fiabilidad de la combinación temporal.

### **3.8.4. Estudio de doble incremento**

También se conoce como doble masa. Ayuda a identificar irregularidades en forma de buscar las desigualdades o rupturas que pueden o no pueden ser propiamente dichas, las cuales se indican en la línea de masa doble.

### **3.8.5. Estudio aleatorio**

Se trata de representaciones planas del transcurso del tiempo que verifican la evolución en la secuencia habitual de cambios sucesivos de estado. Te dan la oportunidad de pasar una fase viable en la orientación que deseas.

### **3.8.6. Modelo de probabilidad**

El modelo de la distribución de probabilidades se utiliza mucho en diversos estudios sobre recursos hídricos, como inundaciones, estiajes, crecidas, precipitaciones y casos de fuerzas mayores. Para analizar las secuencias más destacadas del año, se suelen utilizar diversos modelos, como los modelos de Gamma, Gumbel y normal, además de otros.

#### **3.8.6.1. Distribuciones logarítmico-normales de dos parámetros**

Suponiendo que la distribución se corresponde con el modelo de Pearson del tipo III, podemos indicar que la variable dependiente se encuentra bajo una distribución log-Pearson del tipo III. La frecuencia anual de las inundaciones en varios países de América se modela con frecuencia utilizando este modelo (Benson, 1968). Si el valor medio es proporcional al logaritmo de "X", la distribución se convierte nuevamente en una distribución normal log \_ Pearson tipo III. Pearson tipo III.

#### **3.8.6.2. Modelo Gumbel**

Por otra parte, lo que se conoce como la distribución de uniformidad de los valores extremos representa la magnitud más alta o más baja presente en el conjunto de datos. Por ejemplo, el mayor caudal en un determinado año representa una cantidad máxima registrada durante 1 año, siendo el total de los años registrados en dicha región constituyendo una variedad de cantidades. Hay valores extremos que se logran realizar un análisis de datos. Aunque se seleccionen muchos valores extremos, su distribución en cualquier serie de muestras se ajusta a las tres Distribuciones de Valores Extremos conocidas como I, II y III.

### **3.9. Delimitación geográfica de la cuenca**

Se puede percibir por el (S.I.G.). Esta oportunidad de representar la cuenca en cuestión de manera más precisa y veloz mediante el uso de la ciencia. Con el estudio y uso de H.E.C. \_ H.M.S., evaluamos las probabilidades que una cuenca de gran envergadura.

#### **3.9.1. Altimetría virtual**

Utilizan técnicas (D.E.M.) para los 04 cuadrantes, generados a partir de la superficie generada en el AUTOCAD Civil-3D; adicionalmente, se utilizó el Arc-Map, que es el lugar donde se produce una malla de polígonos irregulares "Tin", para posteriormente tener documentos rásters.

#### **3.9.2. Remoción del hundimiento**

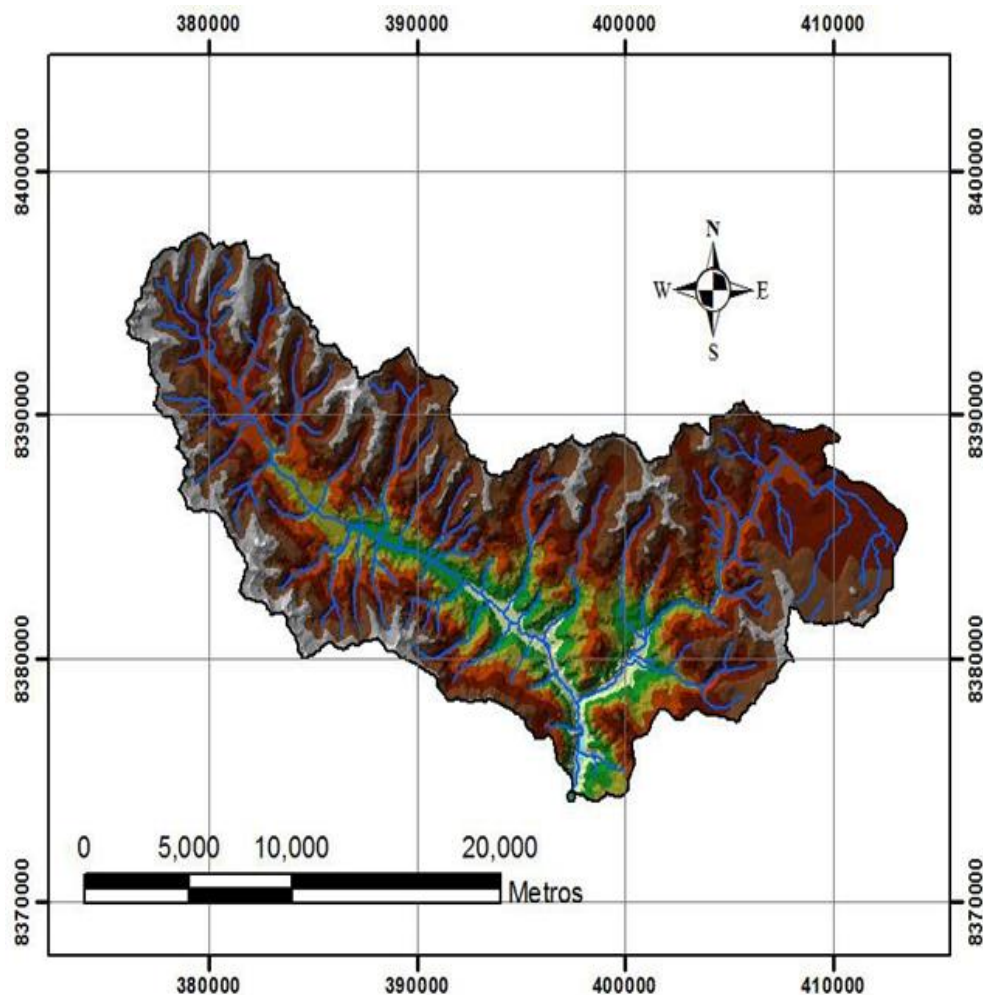
Las áreas desocupadas (D.E.M.) tienden a eliminarse de manera automática y se define un "límite" central para los pixeles adyacentes. El proceso en cuestión llena una porción del lugar y se distancia de la depresión. Finalmente, este proceso produce un documento de tipo rasters que incluye (relleno).

#### **3.9.3. Localización del cauce**

Como resultado, el río se inicia desde origen de partida, que es el área de verificación de la zona Hidrológica de Muñani, la que se georreferencia de manera figurativa. Esta es la evaluación que surge dentro del río. Mediante escaneos de datos de "Bath-Point" con el modelo "Rasters", el espacio específico se ubica en la zona principal de persuasión de la cuenca, la cual está vinculada a la red del drenaje. Posteriormente, emplee la herramienta de Dibujo de cuencas hidrográficas / Lotes de cuencas hidrográficas para construir la cuenca.

**Figura 3**

*Demarcación de la cuenca del Río Chijollani.*



*Nota.* Elaborado con el programa Arc-GIS.

### 3.10. Estimación de picos de avenidas y flujos medios

Para calcular tanto los flujos medios como los más elevados, se emplea el software HEC\_HMS, que se encuentra en su versión 4.3.0 Con este software se reconocen gráficos de máximos flujos.

#### 3.10.1. Modelo del ciclo hídrico y componentes utilizando H.E.C\_H.M.S.

- ✓ Modelado del río
- ✓ Modelado atmosférico
- ✓ Requerimientos controlados

### **3.10.2. Simulación hidrológica del flujo Chijollani**

- a) Diagrama establecido para el estudio, creado anteriormente en Arc-GIS.
- b) Elementos morfométricos del cauce: su superficie, longitud y pendiente del cauce principal.
- c) Documentación de los hietogramas destinados al diseño.
- d) Categorización de los terrenos y la flora existente de la cuenca.

### **3.10.3. Manejo del modelado utilizando hec hms.**

- a) Ingresar el determinado en el formato s.h.p.
- b) Introducir la información: desarrollo de Basin Model Managers.
- c) Incluir hietogramas del diseño, creados previamente: Data Managers.
- d) Implementar el modelo de clima: Meteorologis Model Managers.

### **3.10.4. Detalles de supervisión**

El análisis se percibe como una investigación que considera las fechas de comienzo, término y alcance de la misma. Se valoraron las siguientes fechas como instantes que tuvieron un impacto en el estudio de la cuenca del río Chijollani. Inicia el 25 de marzo del 2023 a las 20.00 pm y concluye el 26 de marzo del 2023 a las 0.00 am.

### **3.10.5. Ejecución final con HEC-HMS**

El aplicativo proporciona diversas formas de ilustrar el ensayo para varios métodos de cálculo combinados con las necesidades de gestión, cuencas y subcuencas.

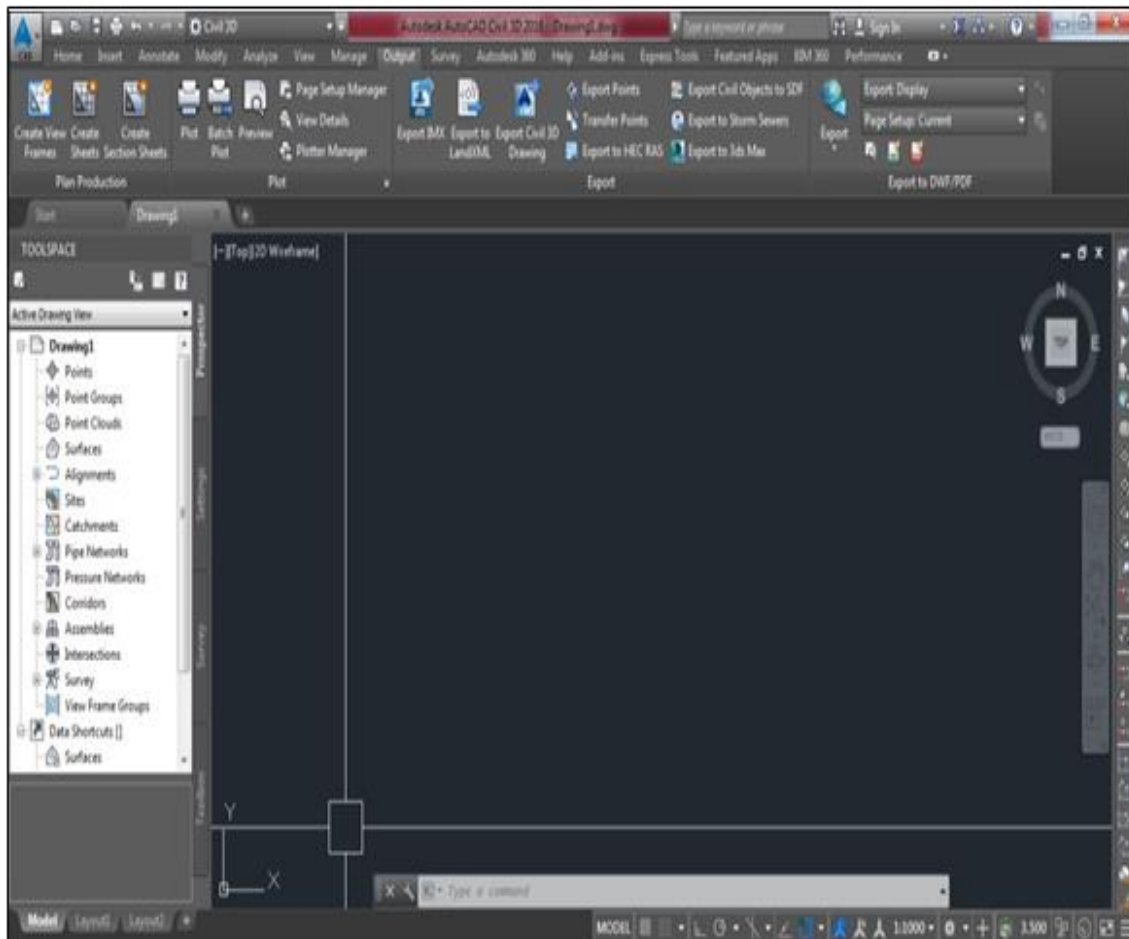
## **3.11. Cartografía de amenaza**

### 3.11.1. Utilizando la extensión H.E.C.- Georas y el programa Arcgis.

#### 3.11.1.1. Generando con AutoCAD civil 3d las extensiones.

**Figura 4**

*Ambiente del diseño geoespacial.*

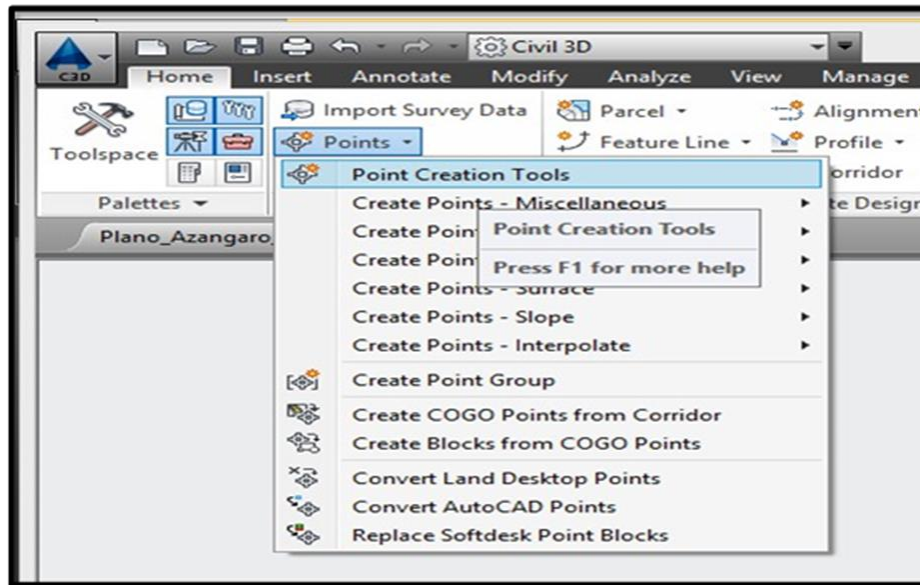


*Nota.* Realizado con sistema de diseño geoespacial.

Durante este periodo, el campo de investigación se originó a partir de una serie de puntos extraídos de levantamientos de superficie situados en las fronteras y trayectoria de la cuenca "Chijollani".

**Figura 5**

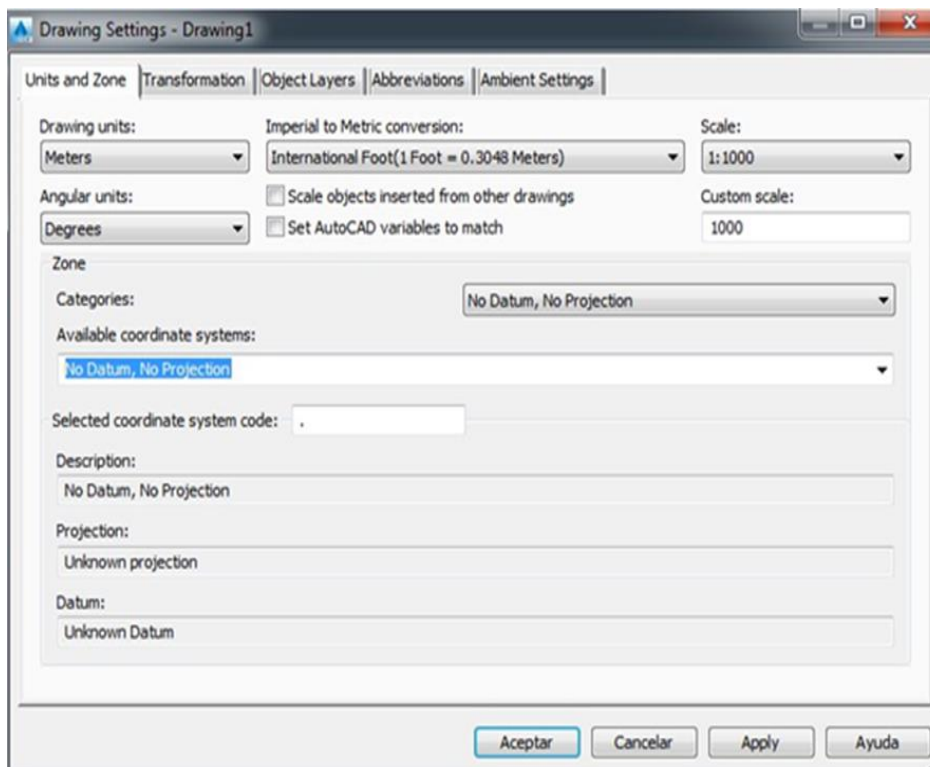
*Modificación referencial geográfica en el software de diseño civil.*



*Nota.* Realizado con sistema de diseño geoespacial.

**Figura 6**

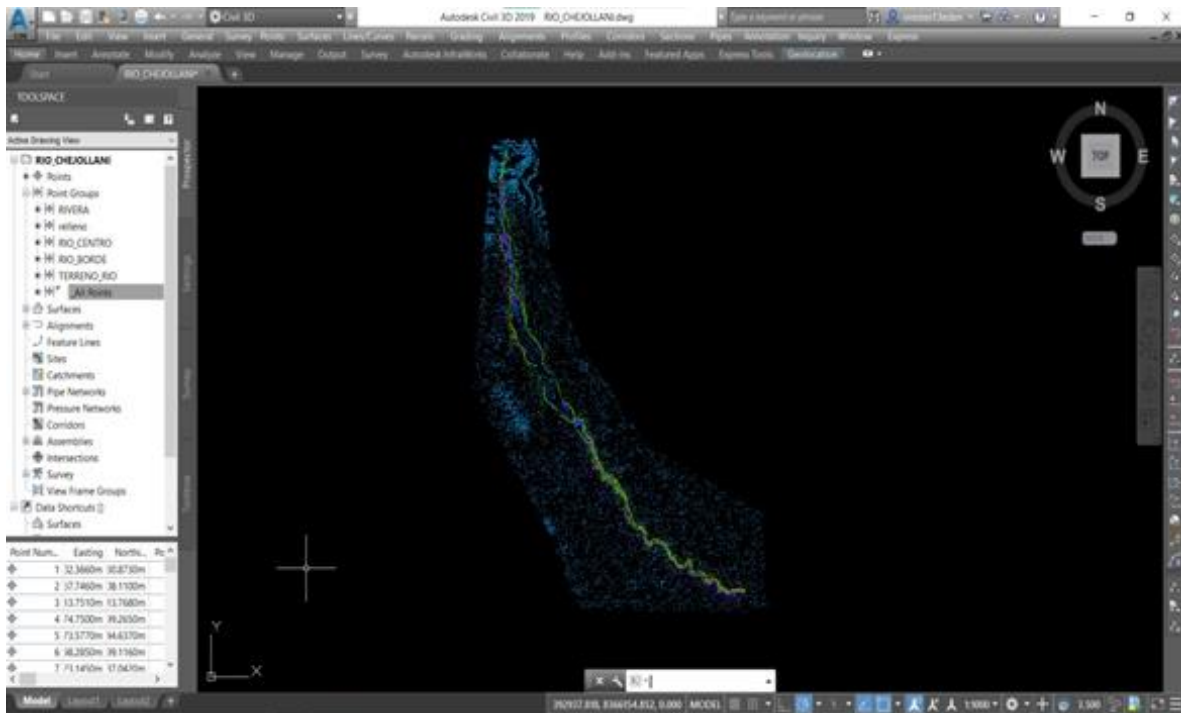
*Incorporación de coordenadas que ayuda a la construcción del suelo en el software de diseño civil.*



*Nota.* Realizado con sistema de diseño geoespacial.

**Figura 7**

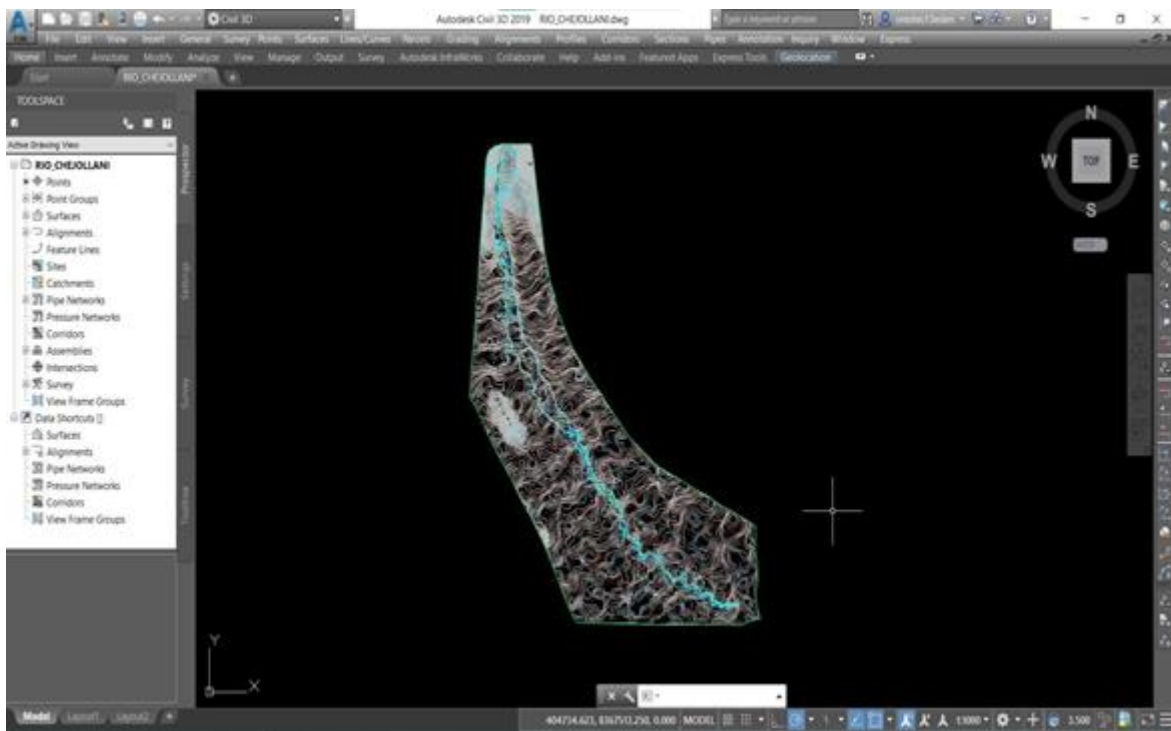
*Puntos de nubes en software de diseño civil*



Nota Realizado con sistema de diseño geoespacial.

**Figura 8**

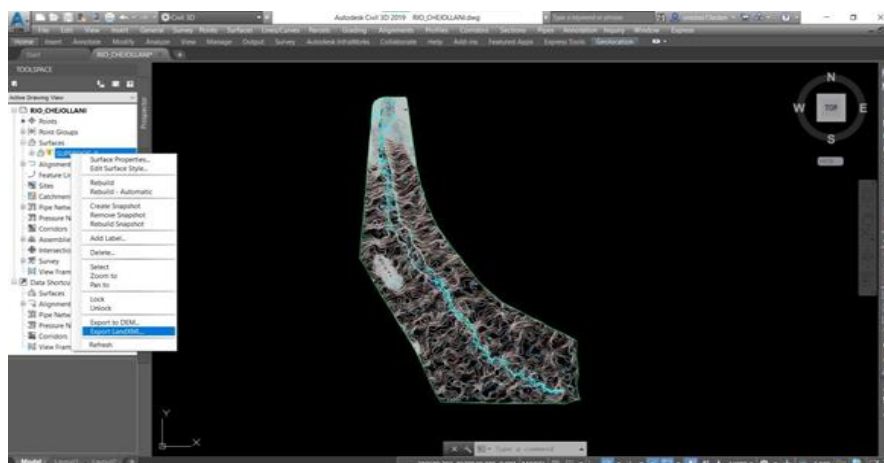
*Creación de las Curvas de cota o nivel en Auto CAD civil 3D*



Nota. Realizado con sistema de diseño geoespacial.

**Figura 9**

*Exportar del modelado virtual de elevaciones "D.E.M."*



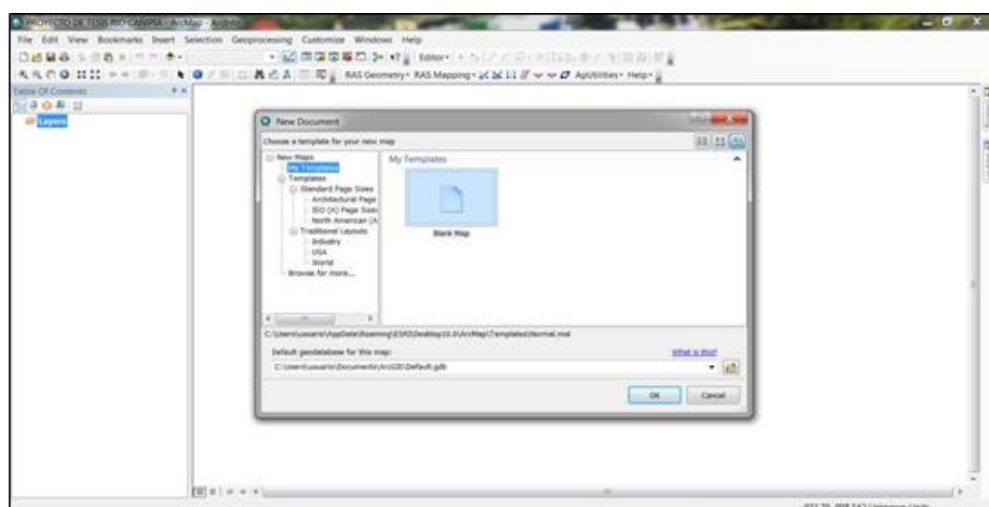
Nota. Realizado con sistema de diseño geoespacial.

### 3.11.1.2. Desarrollo de documentos utilizando Arc.GI.S.

En la imagen se ilustra el funcionamiento del entorno del programa Arc-Map al abrirse, es decir, se presenta una nueva pantalla en la que se puede seleccionar entre abrir un documento ya existente o un documento nuevo con el objetivo de llevar a cabo una nueva tarea en la herramienta Arc-GIS.

**Figura 10**

*generando el Archivo Arc-GIS*



Nota. Realizado en el "programa Arc-GIS".

Lo inicial que debe realizar es activar todos los complementos requeridos para iniciar la labor en el ambiente de Arc-GIS.

**Figura 11**

*Implementación de prolongaciones Arc-GIS.*

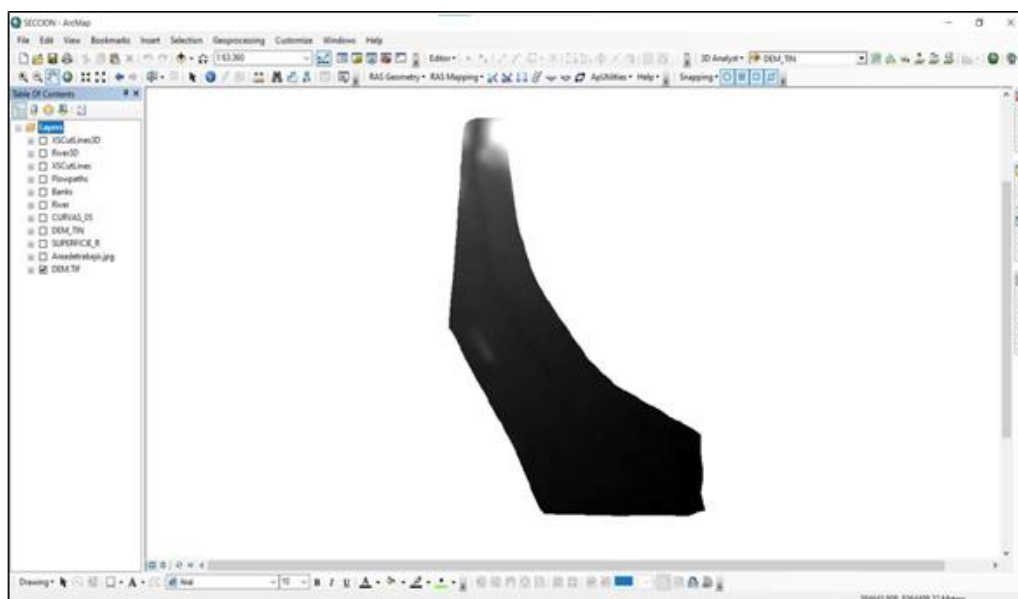


*Nota.* Realizado con "Programa Arc-GIS".

Continúe realizando lo semejante con el documento (D.E.M.) exportado a partir Civil3D.

**Figura 12**

*Contorno de modelado de la elevación digital "DEM"*



*Nota.* Realizado en el "Programa Arc-GIS".



## PRE-ELABORACIÓN:

- a) Se genera y almacena un documento Arc-GIS.
- b) Se añade la superficie exportada en el formato (DEM) desde el programa Auto CAD CIVIL 3D.
- c) Se representa la línea "fluvial" del río a partir del nivel superior hacia el inferior.
- d) Define límites del cauce original.
- e) Define el "curso directo" con propensas zonas de inundaciones.
- f) Producen c de la cuenca.
- g) Segmentos perpendiculares en "3D" se generan en planta mediante un (D.E.M.) y/o (T.I.N.).
- h) Realizados segmentos perpendiculares en 3D.
- i) Se elabora documento que se exportan a H.E.C.-R.A.S.

## SISTEMATIZACIÓN A TRAVÉS DE H.E.C.-R.A.S.

- a) Transferir el documento generado a Arc-GIS de las secciones que son perpendiculares en el H.E.C.-R.A.S.
- b) Se lleva a cabo el manejo de los datos necesarios para los cálculos.
- c) Realizar un simulacro del recurso hídrico mediante el uso de HEC\_RAS.
- d) El modelo hidráulico producido por HEC\_RAS es exportado a Arc-GIS para su posterior procesamiento.
- e) Se despliega la pestaña efectos desde el ambiente Arc-GIS.
- f) Realizar el procedimiento y crear un mapa de velocidades de flujos.

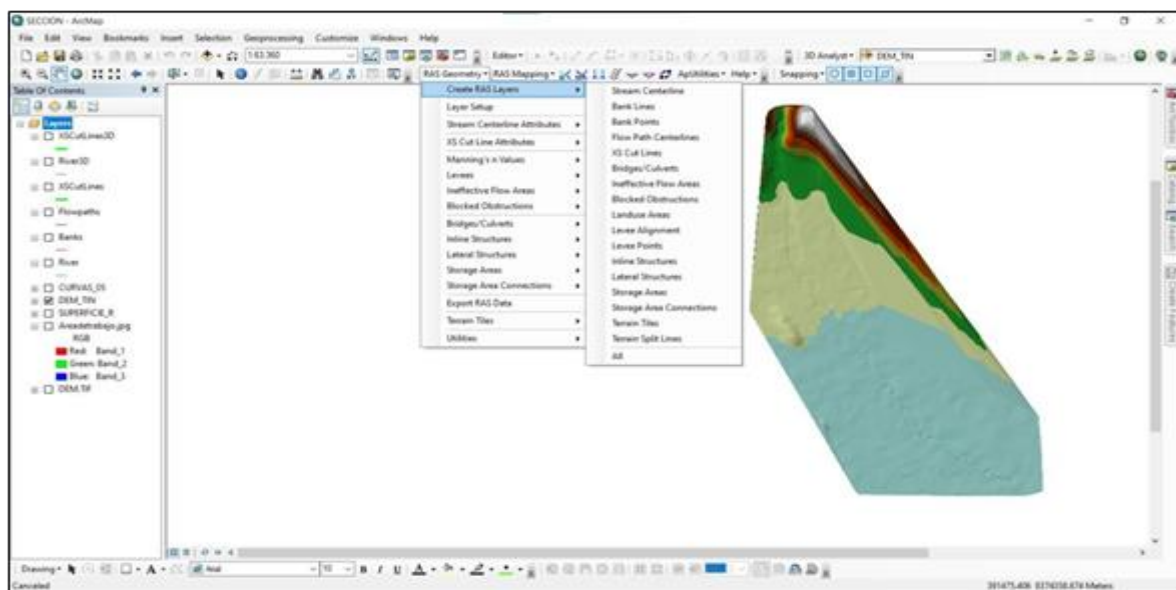
- g) Elaborar mapas con velocidades e inundaciones para elaborar cartografías peligrosas.

### 3.11.1.3. Creación de Raster.

Informe H.E.C.-Geo-RAS para el análisis H.E.C.\_R.A.S. requiere información sobre las áreas transversales, los límites del río y los espacios que podrían inundarse durante el recorrido del mismo río en estudio. El proceso inicial se realiza usando HEC-Geo-RAS. Posteriormente, emplear el software RAS Geometry-Create RASLayers, obtener el archivo base del H.E.C.-R.A.S. por último transportar la información de, inundaciones y velocidades, para elaborar cartografías.

**Figura 13**

*Generación de RASTER*



*Nota.* Realizado con "programa H.e.c.-Geo-Ras".

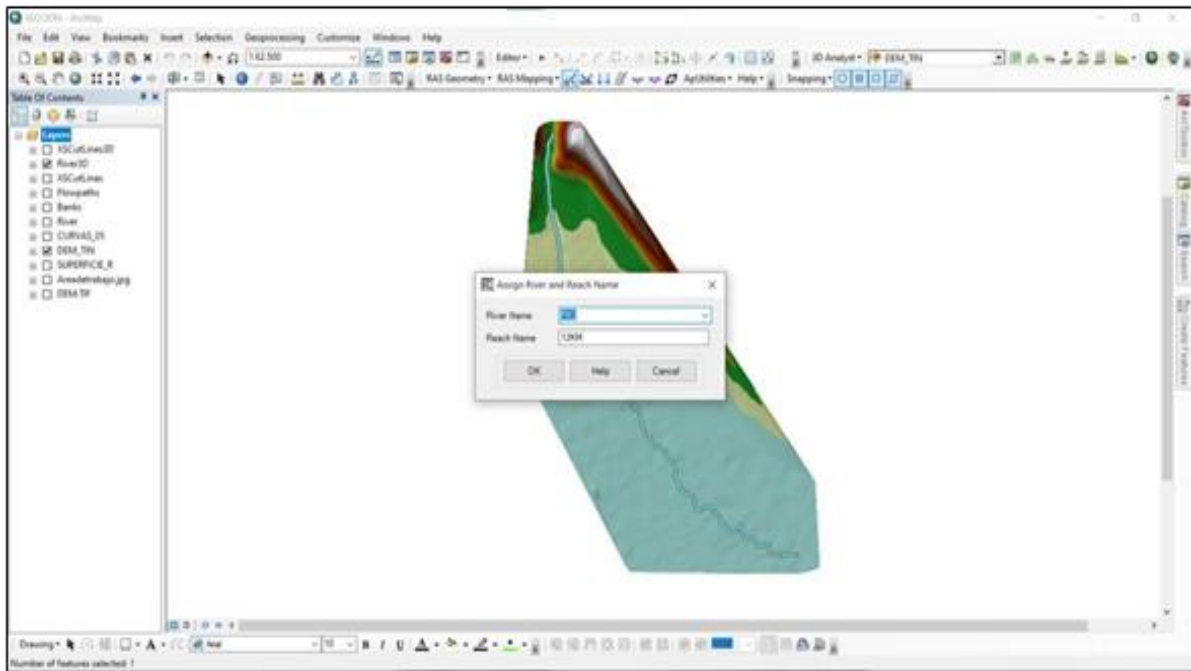
### 3.11.1.4. Eje principal del lecho del río

Se utiliza la principal ribereña con el fin de crear una conexión de cauces para el raster H.E.C.\_R.A.S. Se producen o replican figuras del

interior de la cuenca. Esta información debe ser redactada en el mismo sentido del flujo.

### Figura 14

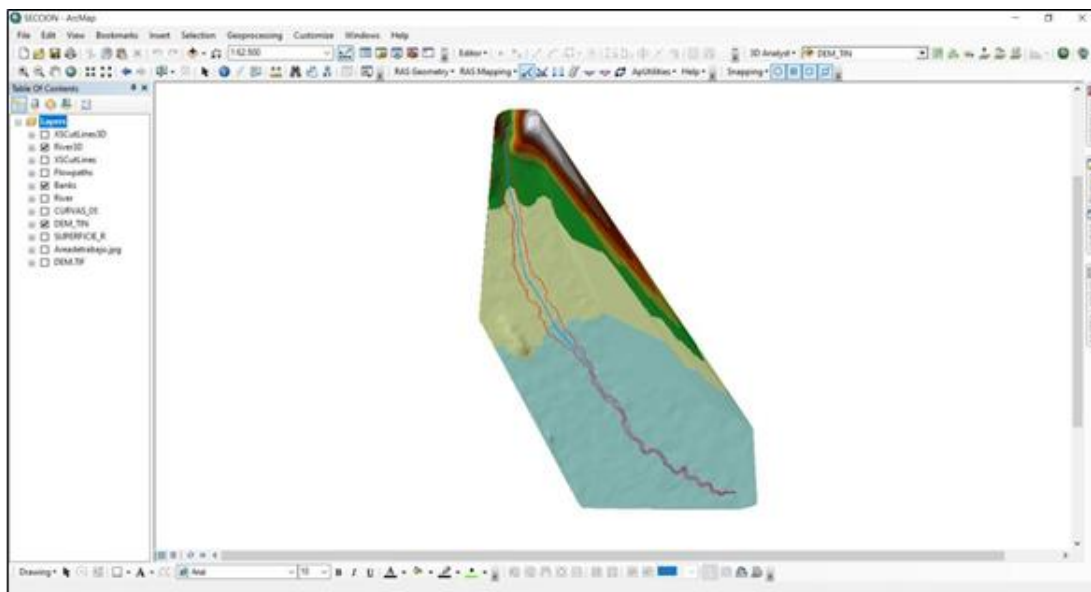
#### Designación de Nombres



Nota. Realizado con "Programa H.e.c.-Geo-Ras".

#### 3.11.1.5. Creación de bancos en la cuenca fluvial.

El próximo paso consiste en señalar riberas de la cuenca. La meta es diferenciar la ubicación del conducto en el área principal de desbordamiento en la parte central, asimismo se asigna distancias desconocidas del área. Manning considera como el alcance máximo de la flora. Se representa un contorno parecido a la línea central de un conducto. Es posible el ajuste formal en el que plasma, con la opción de seleccionar la trayectoria contraria, en caso de que éste es continue. Para elaborar la enumeración de títulos efectúe modificaciones, publicaciones y elecciones en la longitud de los Bancos.

**Figura 15***Conjunto de flujos*

Nota. Realizado con "Programa H.e.c.-Geo-Ras".

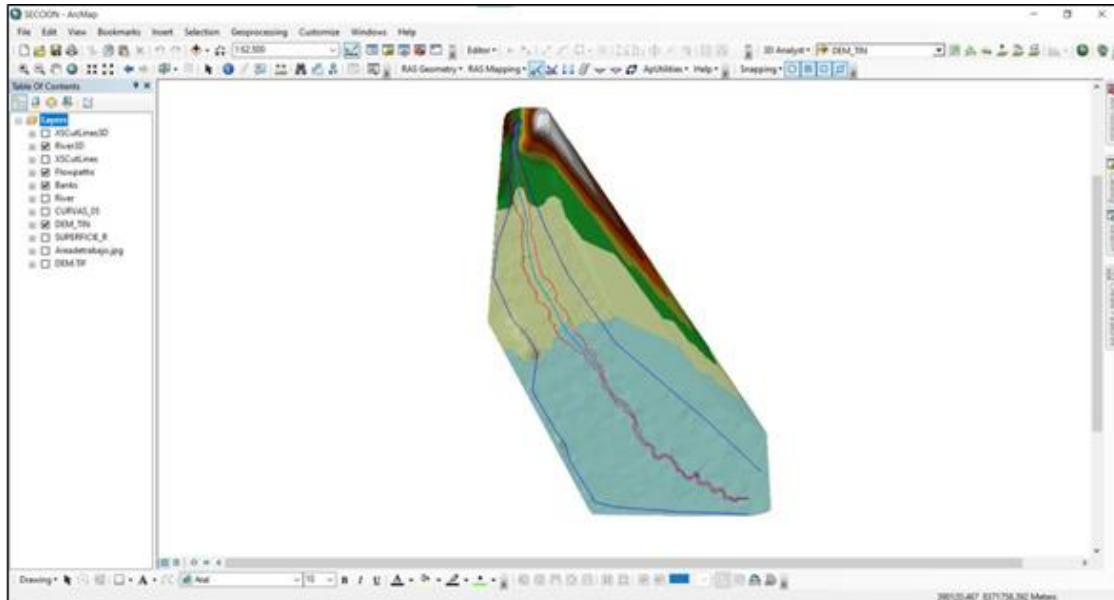
#### 3.11.1.6. Desarrollo del recorrido de agua.

Esta zona central contiene tres líneas: El caudal medio del canal, la parte izquierda de la orilla potencialmente inundada y la parte derecha de la orilla potencialmente inundada. La zona central del canal se utiliza para calcular la distancia a la que fluirá el río en una parte del borde y diferentes lugares. En caso de que el canal, que creó anteriormente, está situado en torno al centro del canal principal, se consigue utilizarlo a modo del conducto central. Presionar en la parte GeometríaRAS > Crear capaRAS > Ruta principal y Trayectoria del canal central y, a continuación, utilice el botón para establecer las propiedades del tipo de trayectoria para definir la trayectoria del arroyo. Seleccione Forma de línea. A continuación, seleccione Final (Izquierda o Derecha, Enlace) y Nombre de extensión. Combínelo con otras formas RAS, como línea central y valle, para definir propiedades, como la ubicación de las estaciones

geodésicas (donde el cauce del arroyo se aparta del área inundable), y el alcance de la zona central de inundación.

**Figura 16**

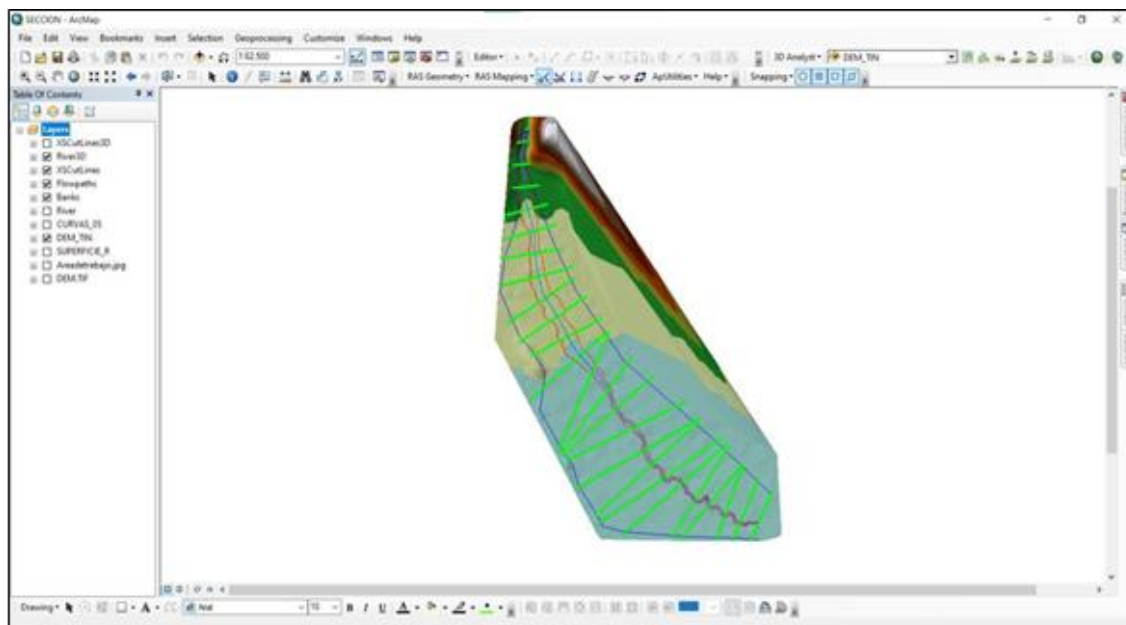
*Trayecto del desplazamiento*



Nota. Realizado con "Programa H.e.c.-Geo-Ras".

**Figura 17**

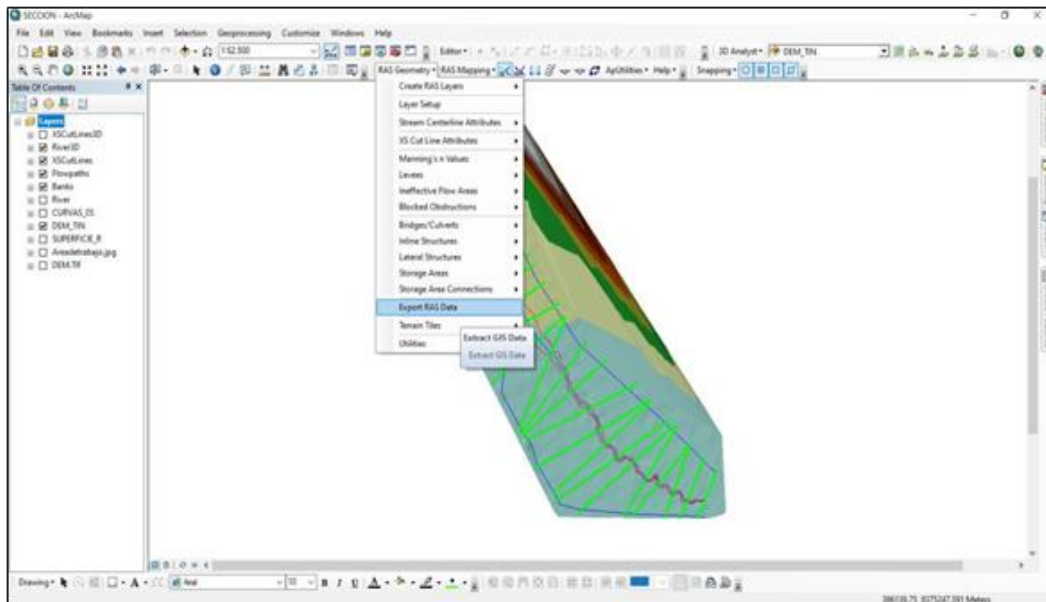
*Elaboración de los fragmentos*



Nota. Realizado con "Programa H.e.c.-Geo-Ras".

**Figura 18**

*Transferencia del diseño fluvial de la cuenca*



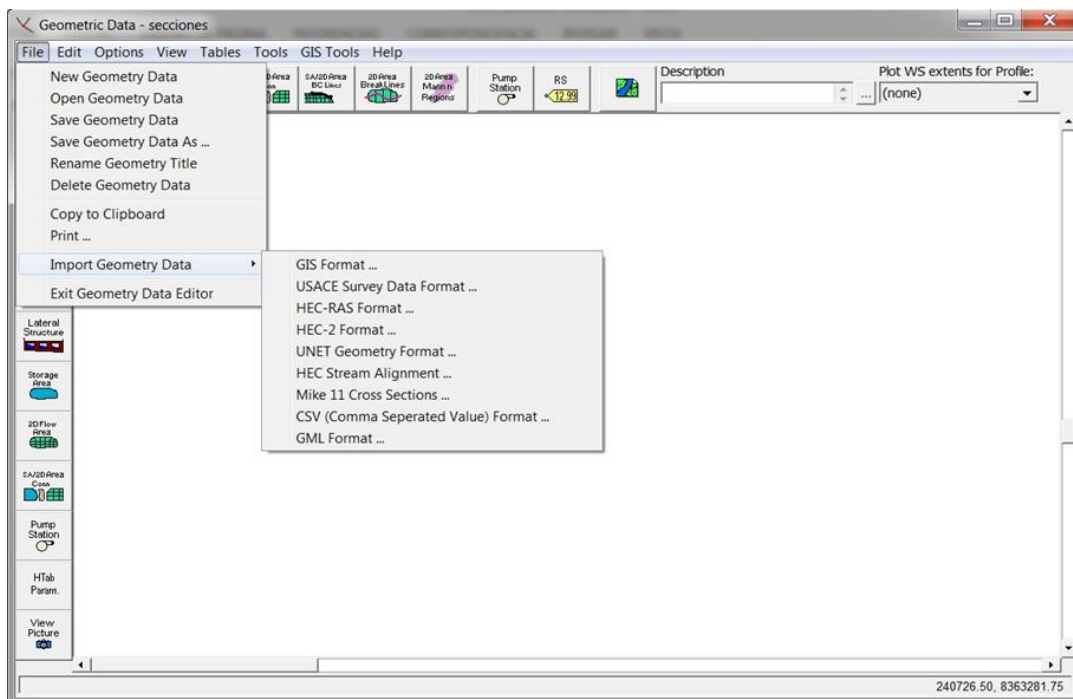
Nota. Realizado con "Programa H.e.c.-Geo-Ras".

### 3.11.2. Simulación del flujo usando H.E.C. - Ras.

#### 3.11.2.1. Importación de formas con H.E.C. - Ras

**Figura 19**

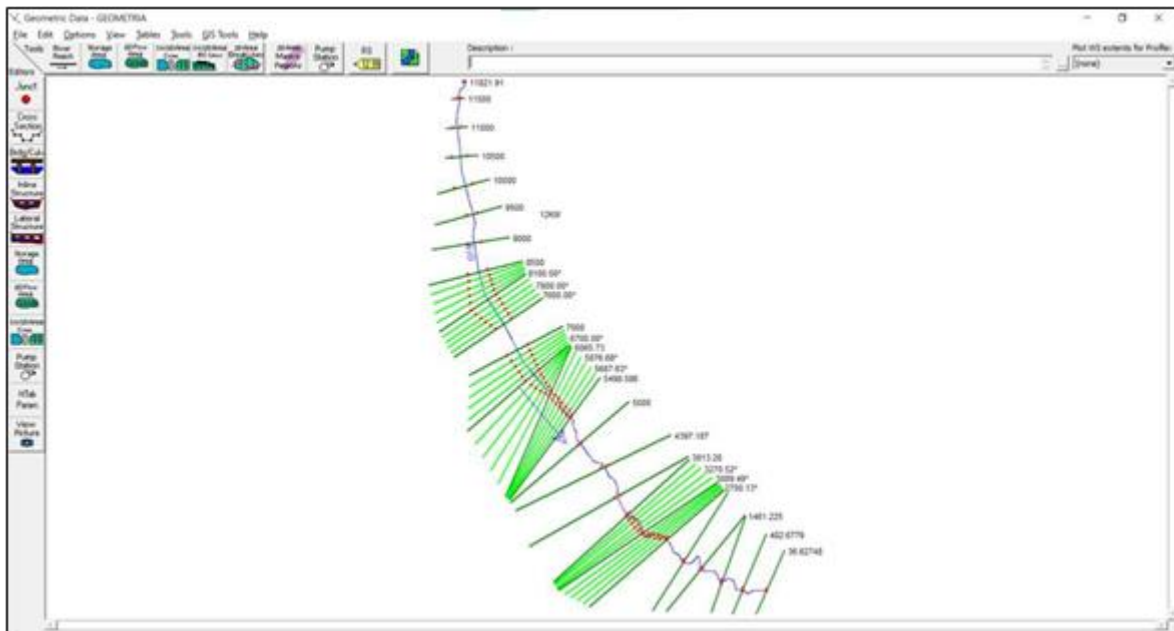
*Realizado en el "Programa Hec-Geo-Ras"*



Nota. Realizado con "Programa H.e.c.-Geo-Ras".

**Figura 20**

Visualización de las importaciones de formas de H.E.C.-R.AS

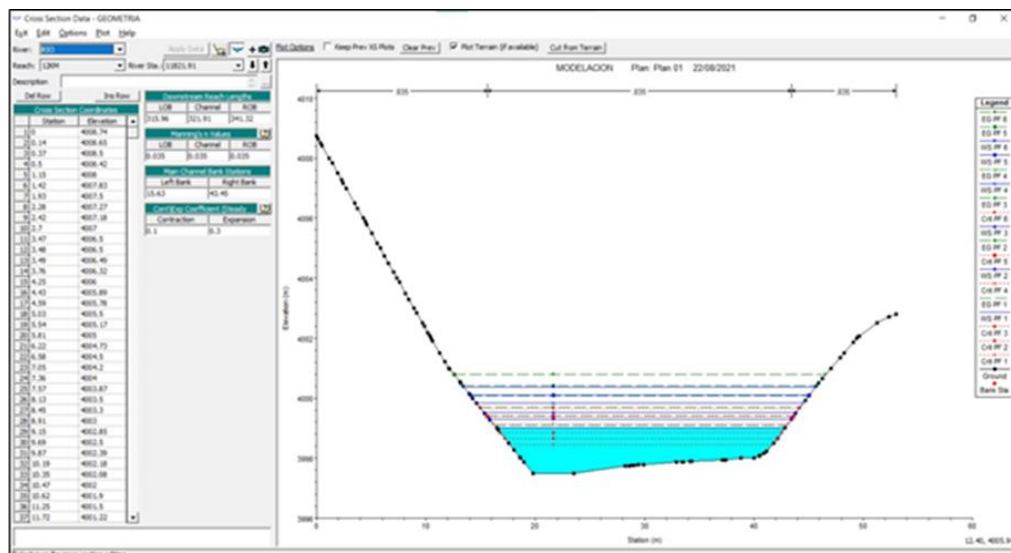


Nota. Realizado con "Programa H.e.c-Geo-Ras".

Ingresando los datos de Manning, anteriormente estimado respecto a este río.

**Figura 21**

Editando parámetros del índice de aspereza



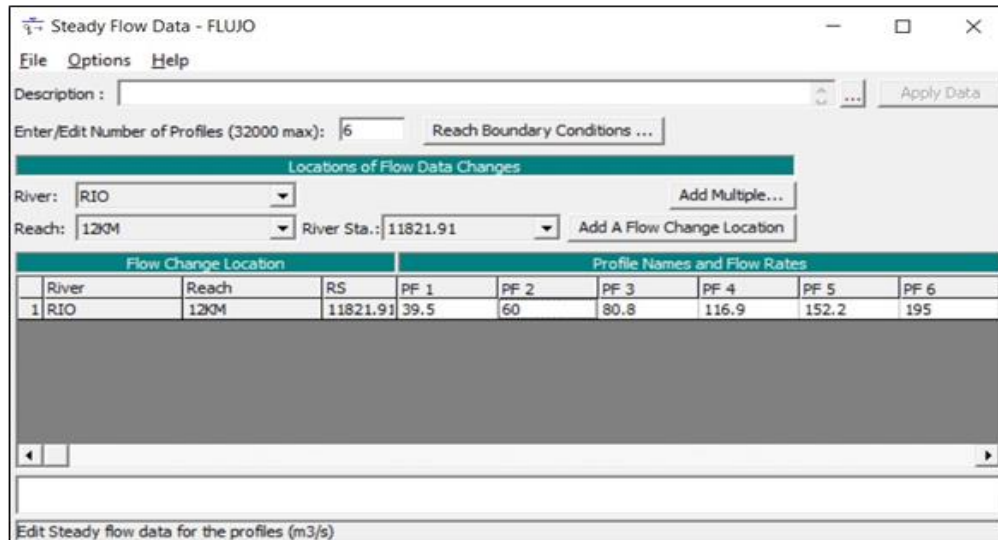
Nota. Realizado con "Programa H.e.c.-Geo-R.as".

### 3.11.2.2. Introduciendo los datos del caudal.

Hemos introducido flujo de máxima amplitud en H.E.C.-H.MS.

**Figura 22**

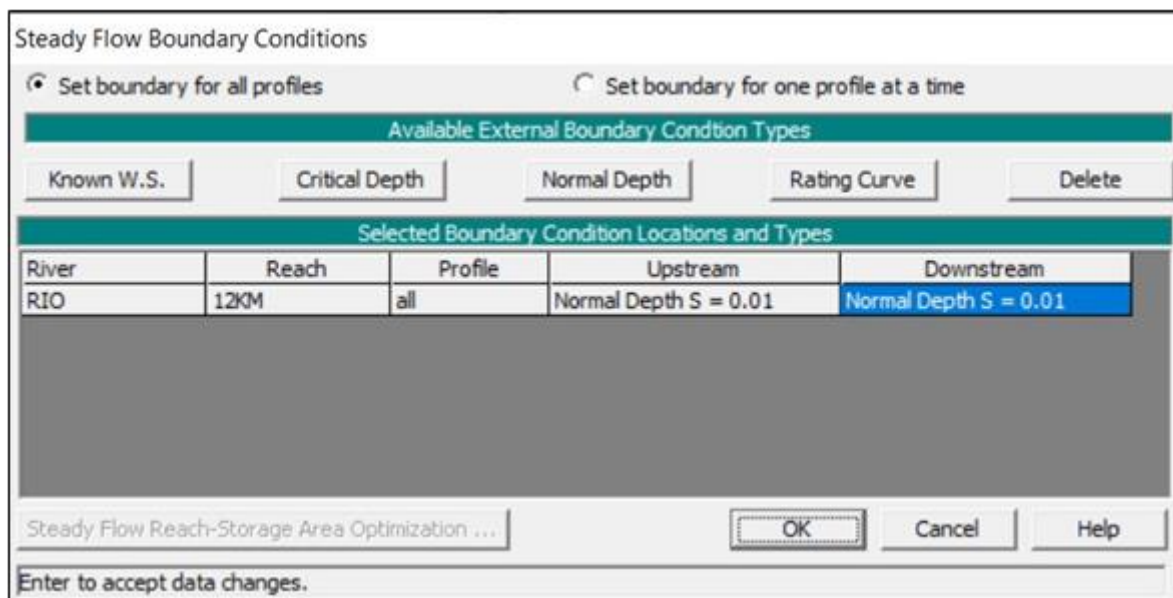
*Editando los Valores de Coeficiente de aspereza*



Nota. Realizando con "Software H.e.c.-R.as".

**Figura 23**

*Edición de información para parámetros de condiciones limitantes*

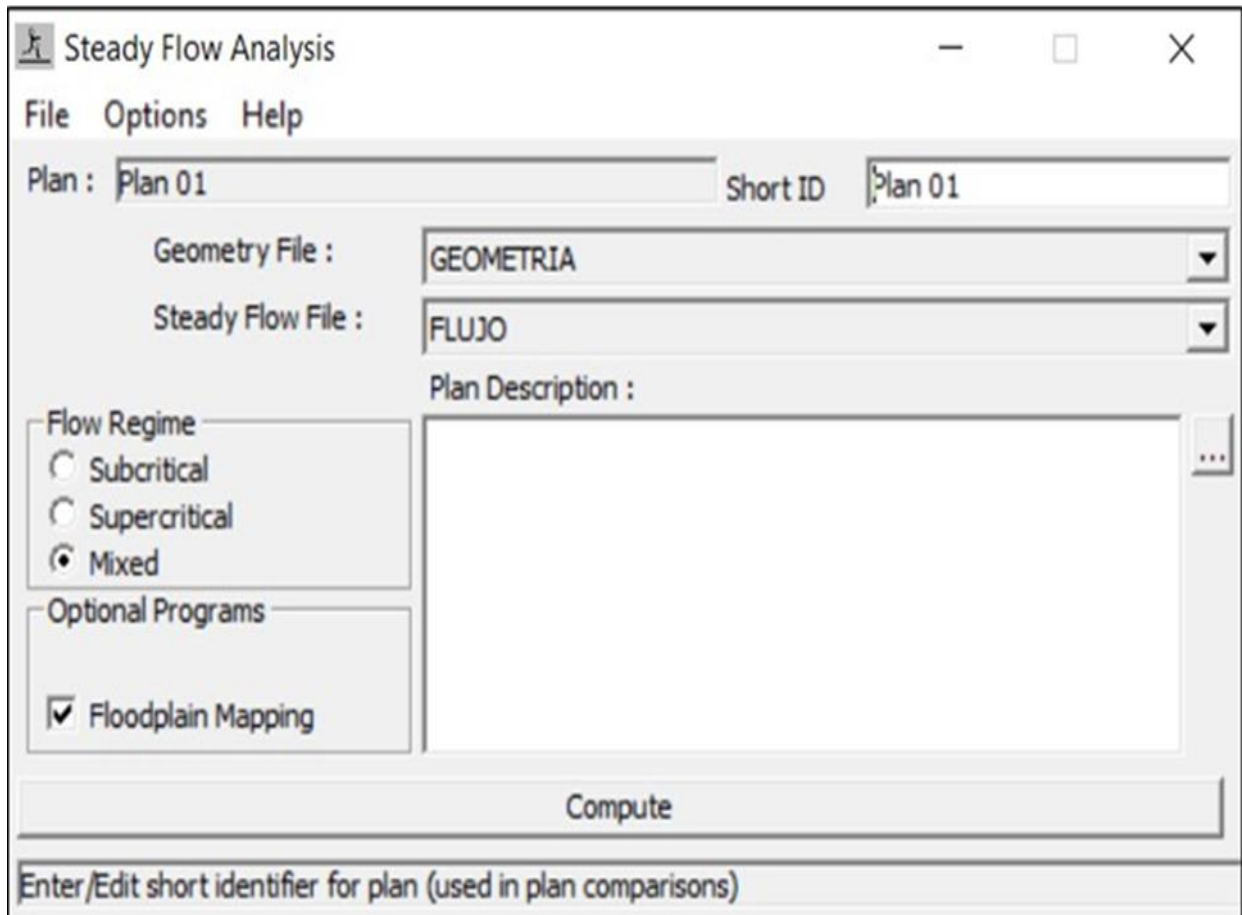


Nota. Extraído con "Software H.e.c.-R.as".

Por último, los cálculos tienen en cuenta que las corrientes son constantes y permanentes.

### Figura 24

*Panel de estudio en condiciones estables*



*Nota.* Elaborado con "Software H.e.c.-R.as".

### 3.11.2.3. Salida de información

Una vez exportados los resultados de los cálculos a HEC\_RAS, el siguiente paso es utilizar FIEL // Expedición G.I.S.

**Figura 25***Pestaña de transferencia de H.E.C.-R.AS*

GIS Export

Export File: Z:\SIMULACION\HEC\_RAS\MODELACION.RAS\export.sdf Browse ...

Reaches and Storage Areas to Export

Select Reaches to Export... Reaches (1/1)

Select Storage Areas to Export ... Storage Areas (0/0)

Results Export Options

Water Surfaces  Water Surface Extents Select Profiles to Export ...

Profiles to Export:	PF 1	PF 3	PF 5
	PF 2	PF 4	PF 6

Flow Distribution (only averaged LOB, Chan and ROB values available) Additional Information

Velocity  Ice Thickness (where available)

Shear Stress

Stream Power

Geometry Data Export Options

River (Stream) Centerlines

Cross Section Surface Lines	Additional Properties
<input type="checkbox"/> User Defined Cross Sections (all XS's except Interpolated XS's)	<input type="checkbox"/> Reach Lengths
<input type="checkbox"/> Interpolated Cross Sections	<input type="checkbox"/> Bank Stations (improves velocity, ice, shear and power mapping)
<input checked="" type="radio"/> Entire Cross Section	<input type="checkbox"/> Levees
<input type="radio"/> Channel only	<input type="checkbox"/> Ineffective Areas
	<input type="checkbox"/> Blocked Obstructions
	<input type="checkbox"/> Manning's n

Export Data Close Help

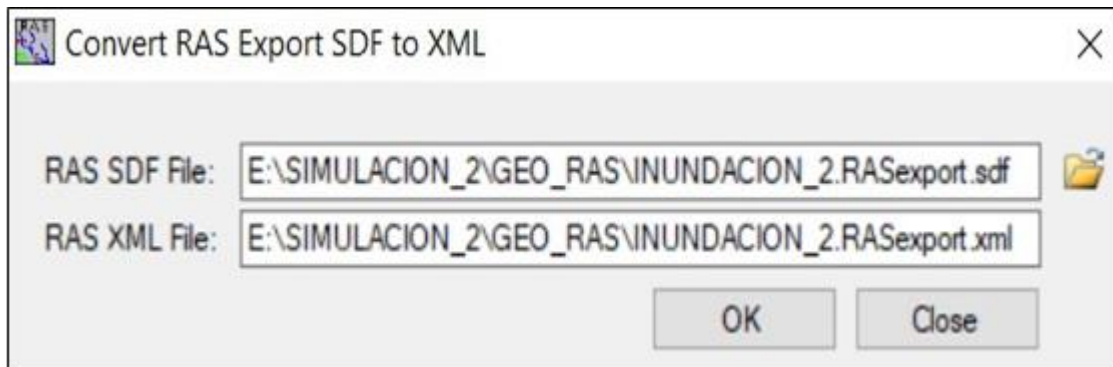
Nota. Extraído con H.e.c.-R.as".

#### 3.11.2.4. Representación del mapa de inundaciones.

Arc-Map y su plugin H.E.C.-Geo-RAS, después de transformar documentos S.D.F a X.M.L, presione en «enter RAS SDF FILE» y después en «admite». la salida XML de este registro se almacenará directamente y con igual título que el archivo de salida, en el mismo archivo y del tamaño XML equivalente.

**Figura 26**

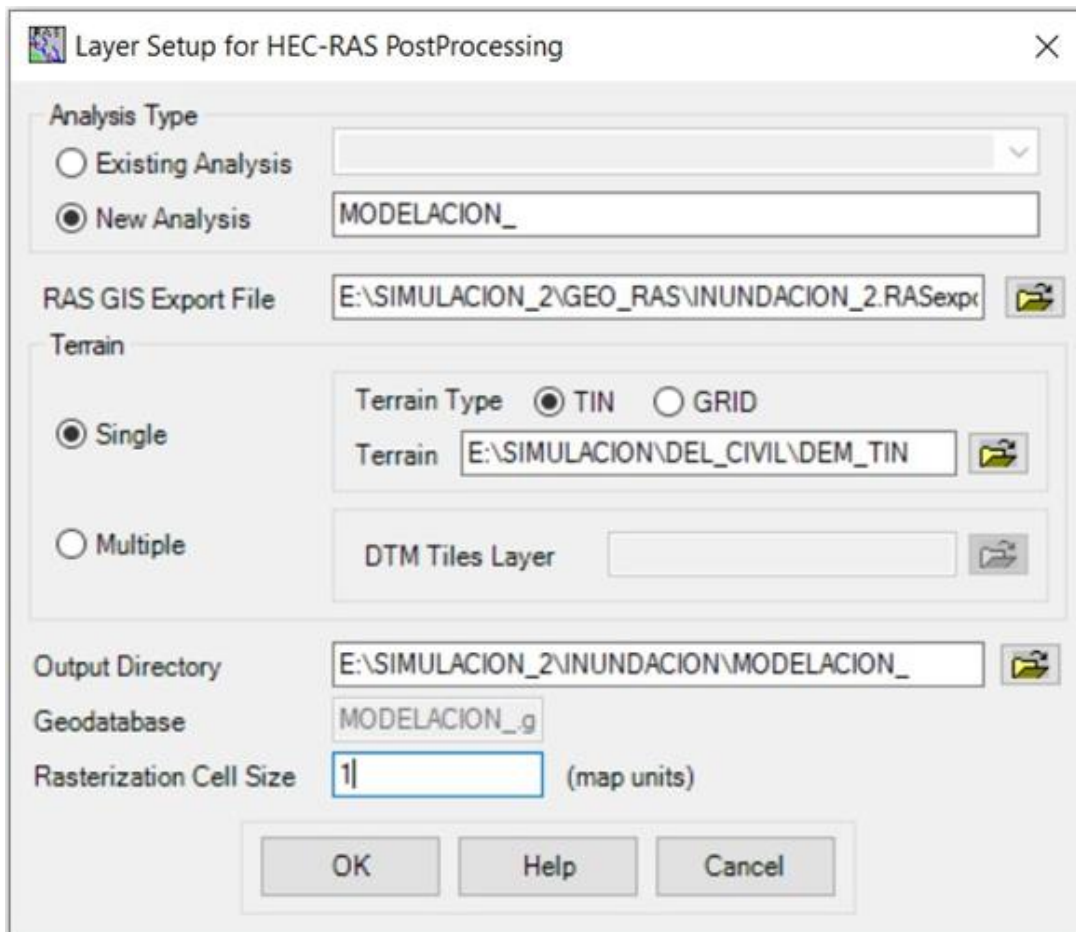
*Transformación de documentos S.D.F. en X.M.L*



*Nota. Hecho con H.e.c.-R.as".*

**Figura 27**

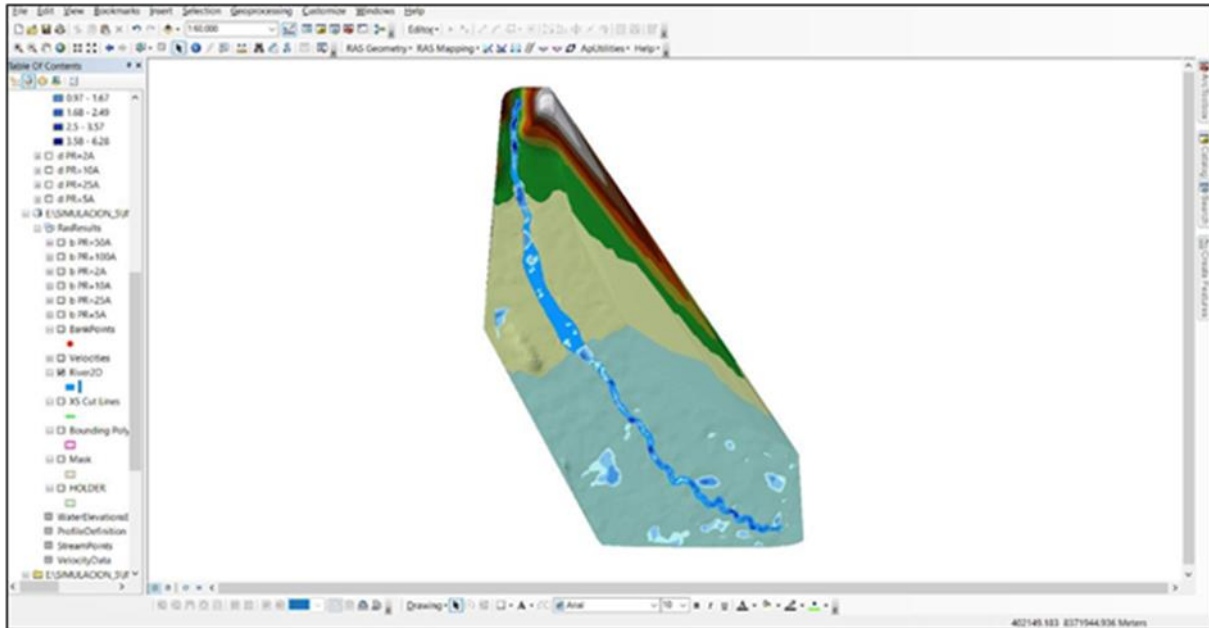
*Establecimiento del estrato de análisis posterior*



*Nota. Hecho con H.e.c.-R.as.*

**Figura 28**

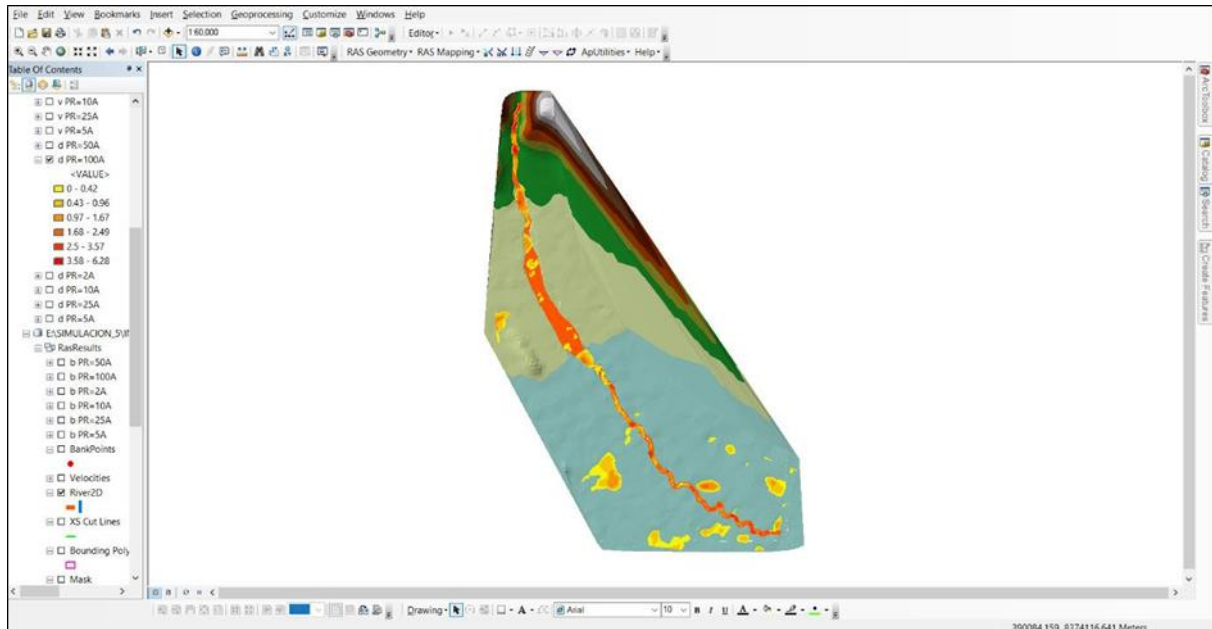
*Cartografía de inundaciones*



Nota. Elaboración propia con H.e.c.- Geo-RAS.

**Figura 29**

*Cartografía de flujo*



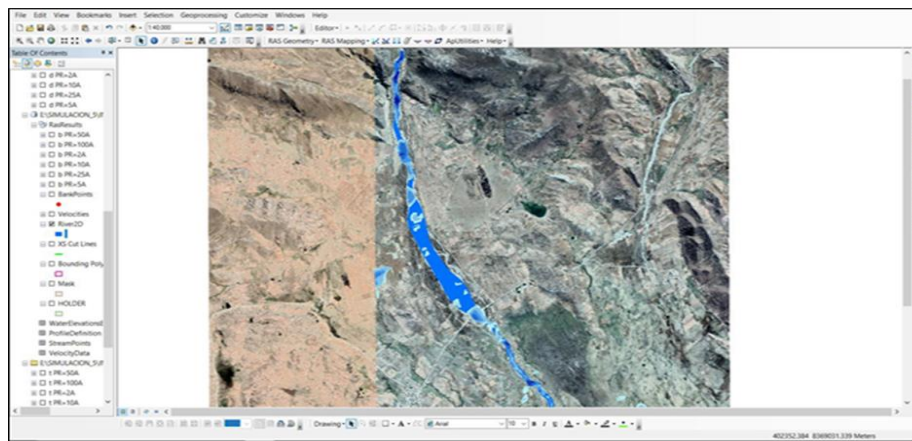
Nota. Elaboración propia con H.e.c.- Geo-RAS".

### 3.11.2.5. Evaluación del riesgo de exposición

Categorización de áreas vulnerables a inundaciones que demanda un proceso ordenado secuencialmente con un enfoque sistemático, mediante el los cuales podemos establecer cómo se implementan los procedimientos empleados en instrumentos de las informaciones geográficas.

**Figura 30**

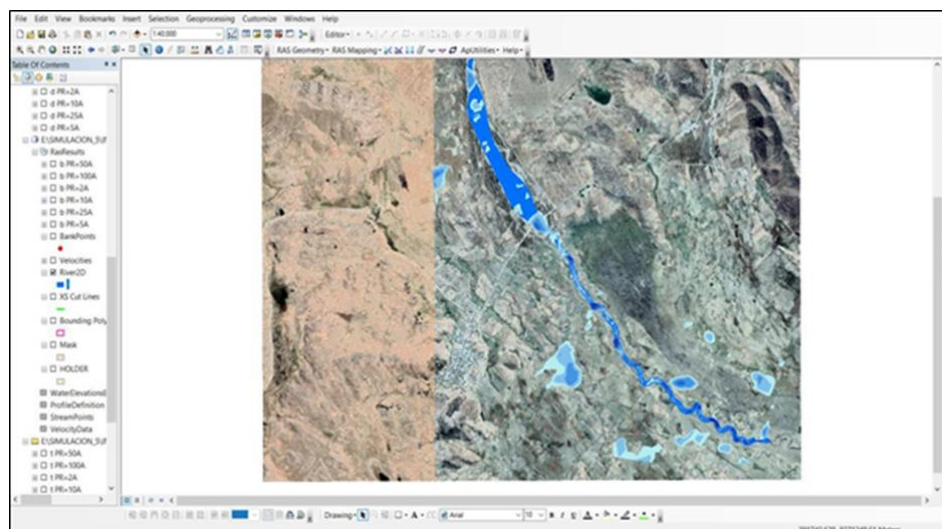
*Regiones susceptibles a desbordamientos*



Nota. Elaboración propia con H.e.c.- Geo-RAS.

**Figura 31**

*Regiones susceptibles a desbordamientos*



Nota. Elaboración propia con H.e.c.- Geo-RAS.



### 3.11.2.6. Generación de cartografía de peligros

Se explica ampliamente cómo generar zonas de desbordamiento y soluciones veloces de corrientes intensas que impulsarán a los ríos. Utilizando la información existente, no se puede lograr la meta establecida de comprender la respuesta de la población en las zonas en riesgo (localidad, construcciones, bienes esenciales, agronomía, etc).

- ✓ Inundaciones (profundidades hidráulicas).
- ✓ Aceleraciones de las corrientes acuáticas.
- ✓ Debilidad de los componentes en peligro.

Mediante los 3 parámetros creados, es posible obtener una diversidad de resultados para poder analizar riesgos, dependiendo del valor que se quiera mostrar en variadas condiciones. Diversos análisis sobre los desbordamientos en distintos lugares que se han generado hallazgos distintos al evaluar peligros de estas, enfocándose para los 3 variables previamente citados.



## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 4.1. Estudio del tiempo atmosférico

Los datos provienen de centros de medición climática a cargo del SENAMHI - Puno. Los registros acerca de los máximos totales de precipitaciones durante un día fueron recopilados en regiones en las cercanías de la cuenca del distrito de Muñani entre 1964 y 2017. Para efectos de crear series de datos hídricos en las áreas de interés y estudiar modelos hidrológicos en varios ciclos de retorno, esta información es esencial.

##### 4.1.1. Estudio de estabilidad

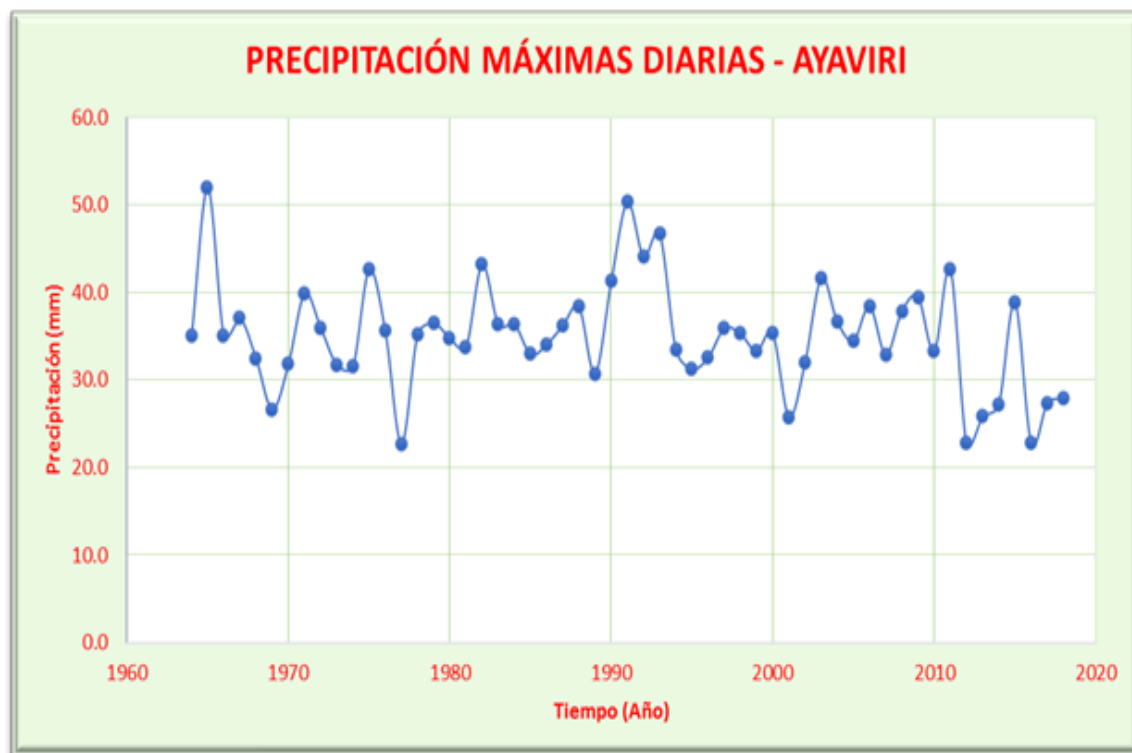
Para detectar, corregir y eliminar errores sistemáticos y evidentes en las series hidrometeorológicas es necesario realizar una investigación constante. Por ello, es fundamental que el procedimiento sea fiable, sistemático y coherente. Hasta ahora, se han utilizado tablas de distribución de datos numéricos para registrar las observaciones.

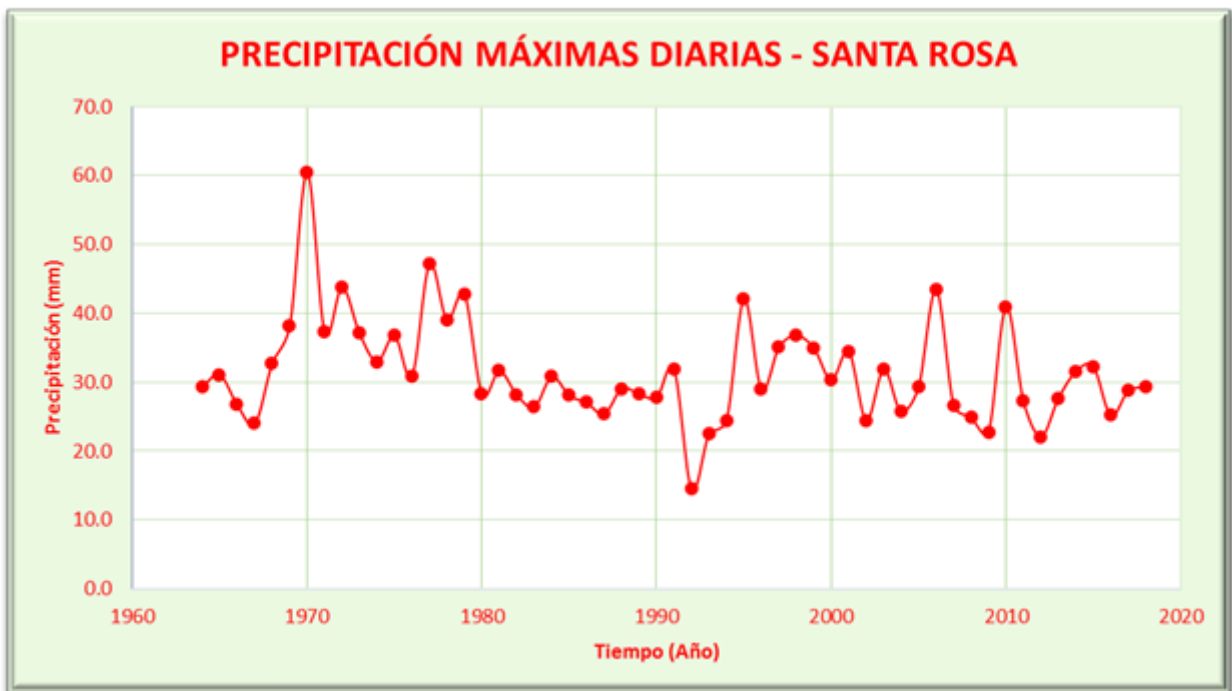
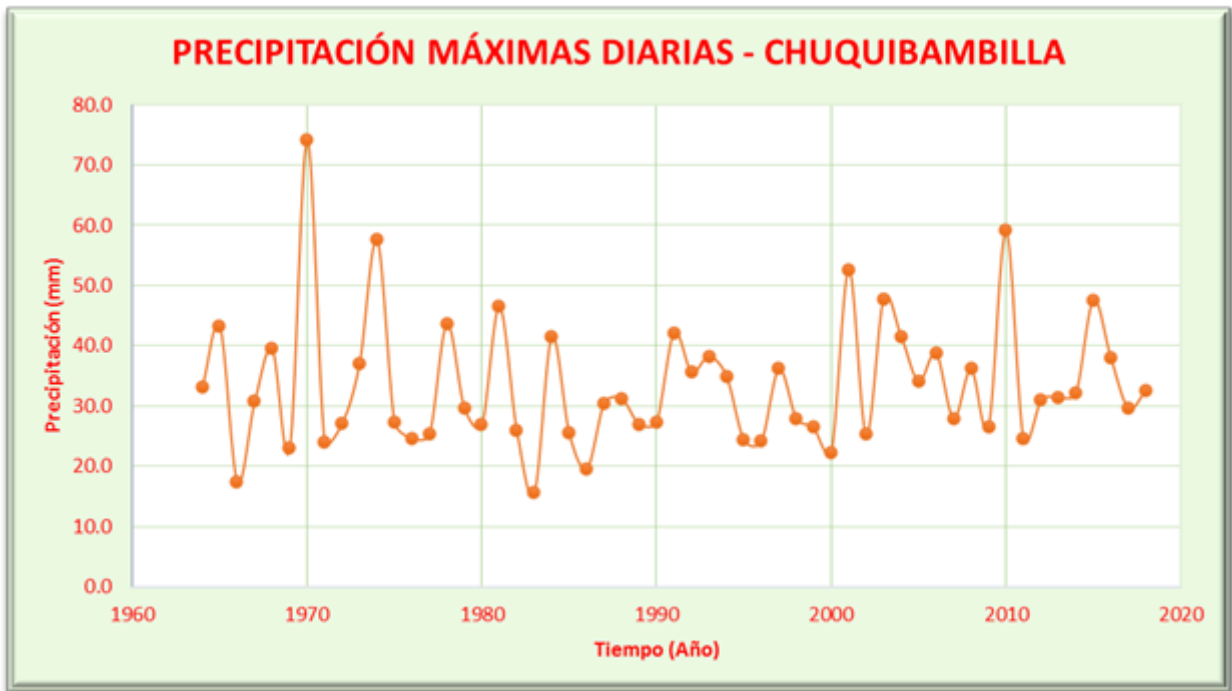
## 4.1.2. Representación gráfica de datos

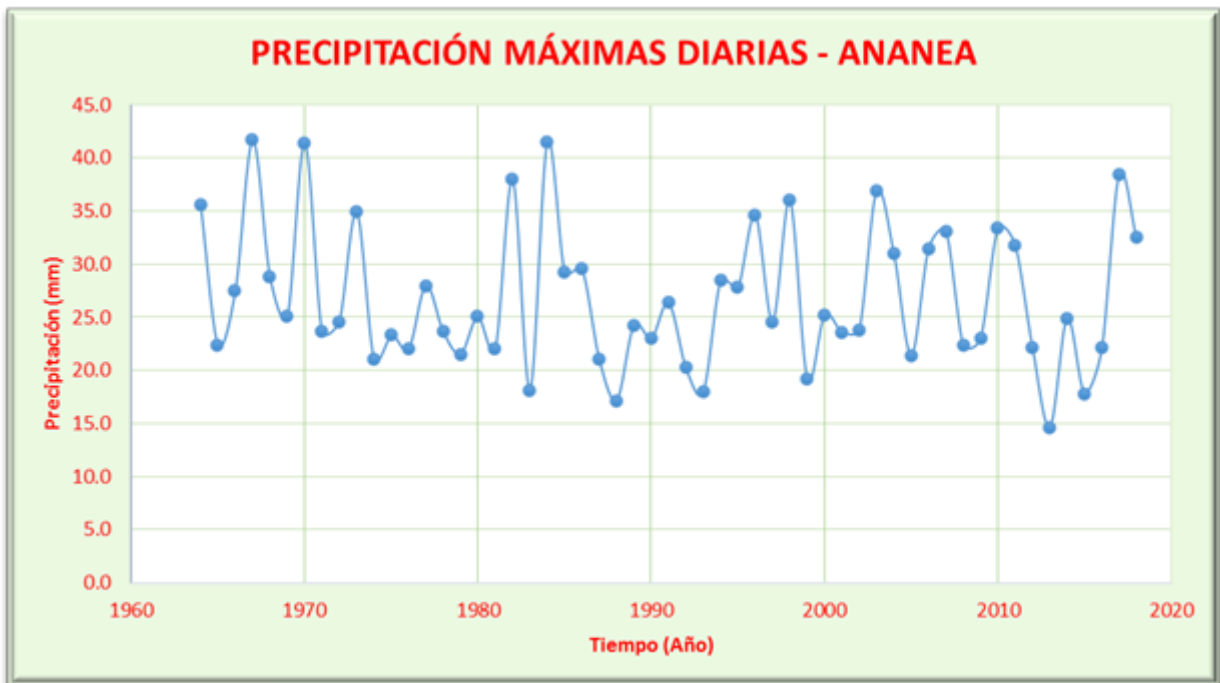
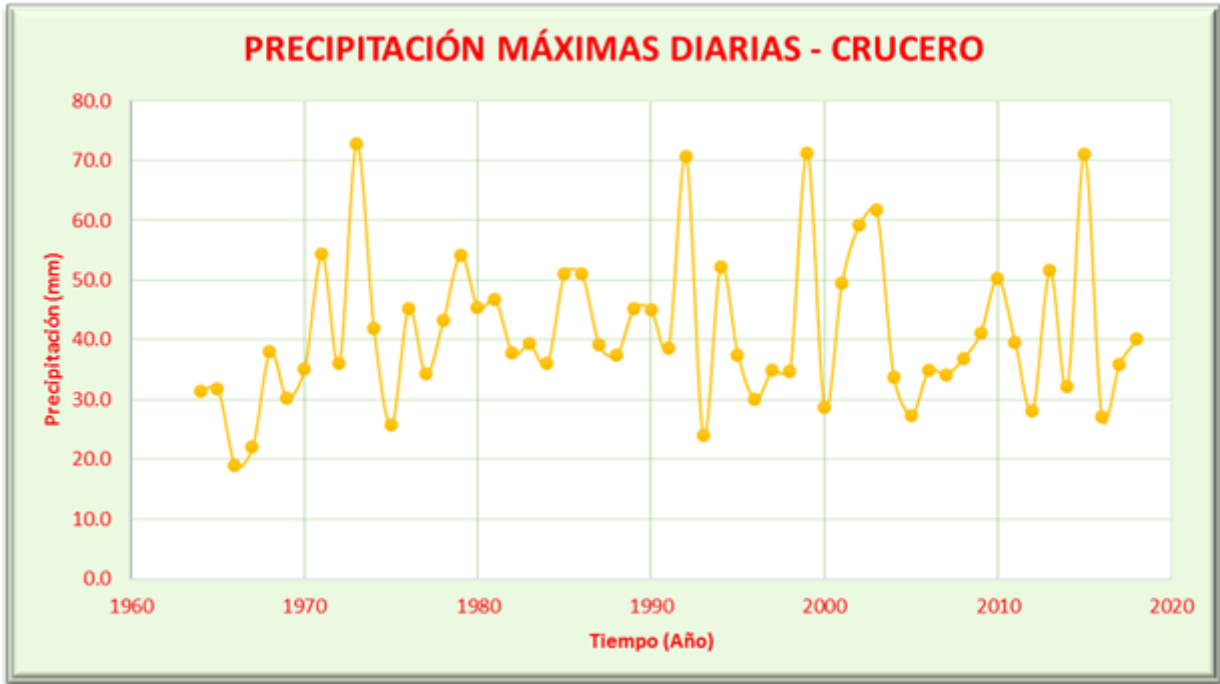
Para detectar, corregir y eliminar errores sistemáticos y evidentes en las series hidrometeorológicas es necesario realizar una investigación constante. Por ello, es fundamental que el procedimiento sea fiable, sistemático y coherente. Hasta ahora, se han utilizado tablas de distribución de datos numéricos para registrar las observaciones.

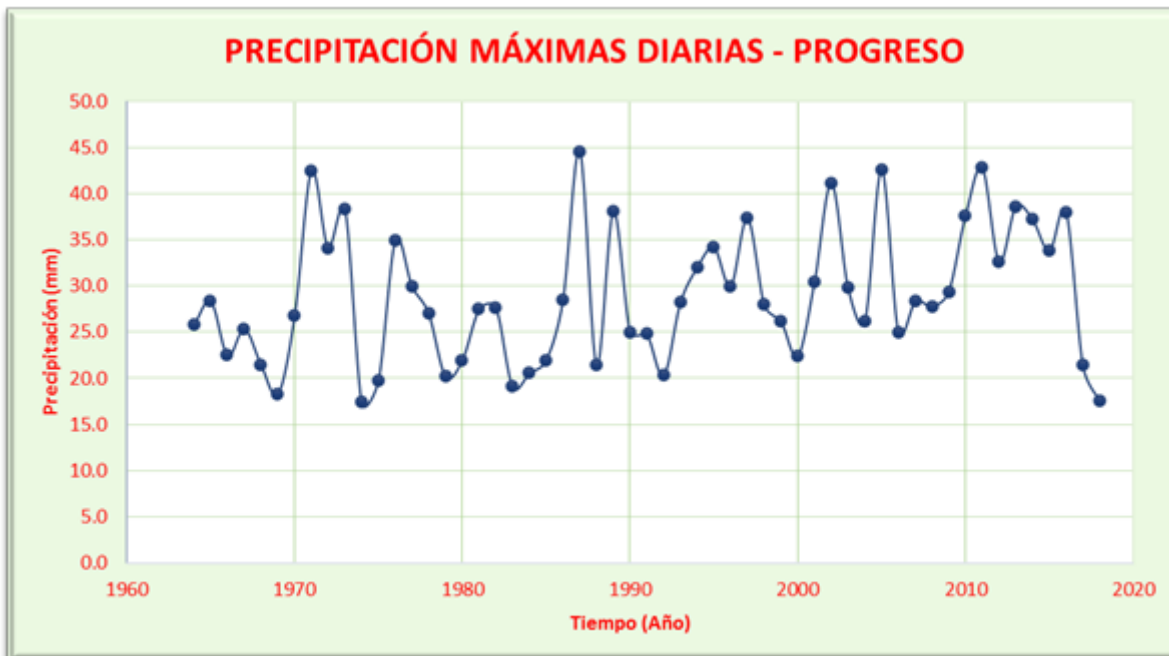
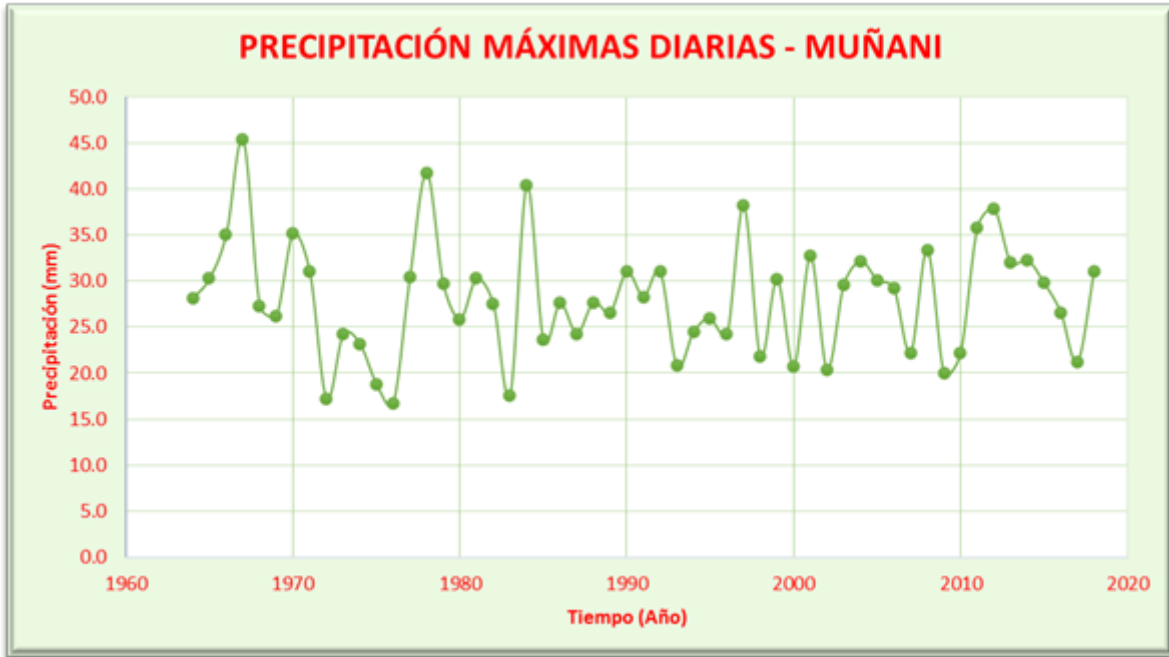
**Figura 32**

*Análisis histográficos de precipitaciones en 24 horas.*









Nota. Realizado en una hoja de cálculo.

### 4.1.3. Frecuencias y Probabilidades en Distribuciones

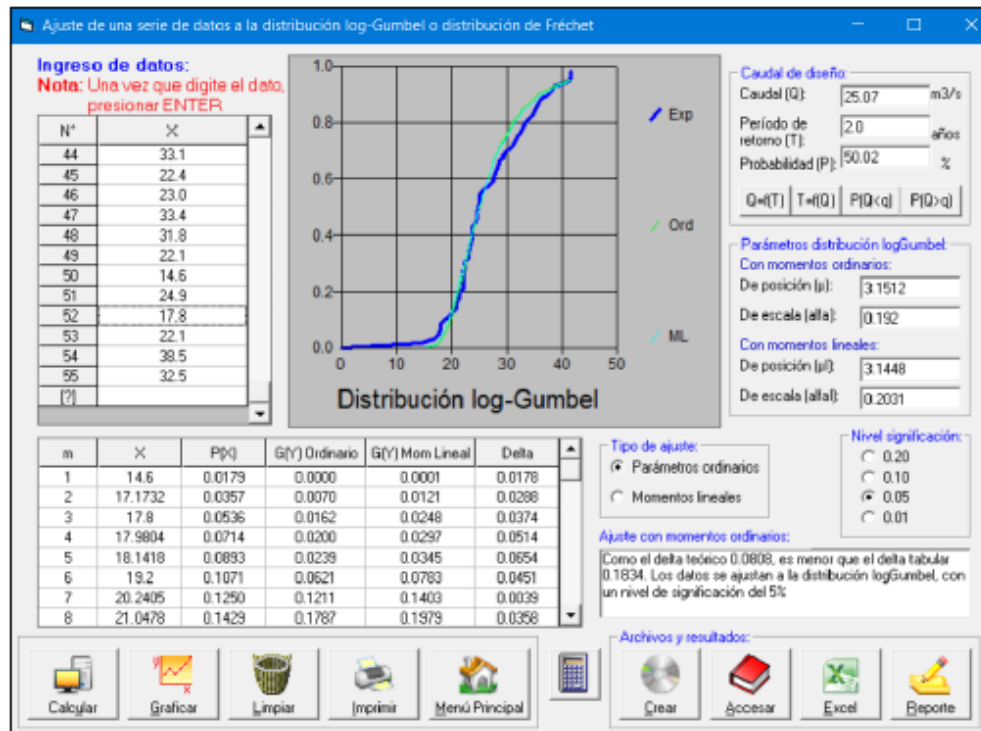
Las distribuciones junto con las probabilidades seleccionadas, basadas en la calidad del ajuste de las pruebas, son las siguientes:

**Tabla 6**

*Frecuencia y distribución de probabilidades por estación.*

PRUEBA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA CON PARÁMETROS ESTADÍSTICOS (SOFTWARE HIDROESTA) - ANANEA								
(Tr) AÑOS	Pmax 24H D. NORMAL	Pmax 24H D. LOGNORMAL 2P	Pmax 24H D. LOGNORMAL 3P	Pmax 24H D. GAMMA 2P	Pmax 24H D. GAMMA 3P	Pmax 24H D. LOGPEARSON T.III	Pmax 24H D. GUMBEL	Pmax 24H D. LOGGUMBEL
$\Delta$ Teórico	0.153	0.1103	0.1138	0.1261	0.11653	no se ajusta	0.0931	<u>0.0808</u>
$\Delta$ Tabular	0.1834	0.1834	0.1834	0.1834	0.1834	no se ajusta	0.1834	<u>0.1834</u>

DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA (HIDROESTA)		
(Tr) AÑOS	Pmax 24H D. LOGGUMBEL	Probabilidad
2	25.07	0.50
5	31.16	0.80
10	35.99	0.90
25	43.18	0.96
50	49.42	0.98
100	56.51	0.99

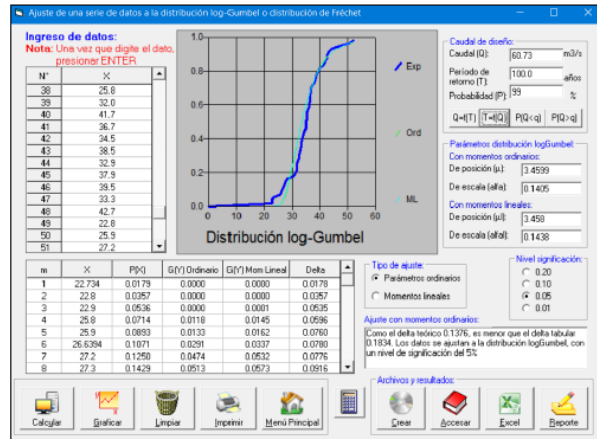


PRUEBA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA CON PARÁMETROS ESTADÍSTICOS (SOFTWARE HIDROESTA) - AYAVIRI								
(Tr) AÑOS	Pmax 24H D. NORMAL	Pmax 24H D. LOGNORMAL 2P	Pmax 24H D. LOGNORMAL 3P	Pmax 24H D. GAMMA 2P	Pmax 24H D. GAMMA 3P	Pmax 24H D. LOGPEARSON T.III	Pmax 24H D. GUMBEL	Pmax 24H D. LOGGUMBEL
$\Delta$ Teórico	0.0915	0.0978	0.089	0.0874	0.08667	0.11235	0.1032	<u>0.1376</u>
$\Delta$ Tabular	0.1834	0.1834	0.1834	0.1834	0.1834	0.1834	0.1834	<u>0.1834</u>

Fuente: Software Hidroesta.

DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA (HIDROESTA)		
(Tr) AÑOS	Pmax 24H D. LOGGUMBEL	Probabilidad
2	33.5	0.50
5	39.28	0.80
10	43.65	0.90
25	49.87	0.96
50	55.05	0.98
100	60.73	0.99

Fuente: Software Hidroesta.

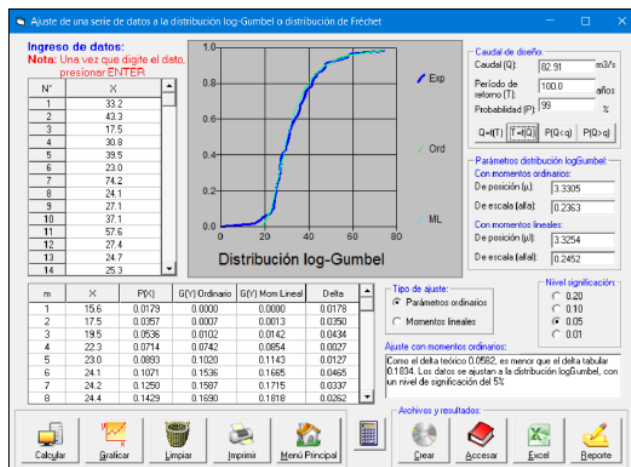


PRUEBA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA CON PARÁMETROS ESTADÍSTICOS (SOFTWARE HIDROESTA) - CHUQUIBAMBILLA								
(Tr) AÑOS	Pmax 24H D. NORMAL	Pmax 24H D. LOGNORMAL 2P	Pmax 24H D. LOGNORMAL 3P	Pmax 24H D. GAMMA 2P	Pmax 24H D. GAMMA 3P	Pmax 24H D. LOGPEARSON T.III	Pmax 24H D. GUMBEL	Pmax 24H D. LOGGUMBEL
$\Delta$ Teórico	0.1106	0.0824	0.0697	0.0944	no se ajusta	0.0672	0.0756	<u>0.0582</u>
$\Delta$ Tabular	0.1834	0.1834	0.1834	0.1834	no se ajusta	0.1834	0.1834	<u>0.1834</u>

Fuente: Software Hidroesta..

DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA (HIDROESTA)		
(Tr) AÑOS	Pmax 24H D. LOGGUMBEL	Probabilidad
2	30.48	0.50
5	39.85	0.80
10	47.58	0.90
25	59.53	0.96
50	70.3	0.98
100	82.91	0.99

Fuente: Software Hidroesta.

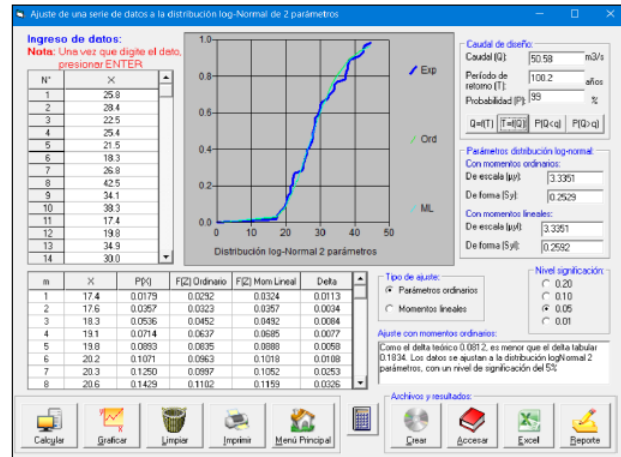


PRUEBA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA CON PARÁMETROS ESTADÍSTICOS (SOFTWARE HIDROESTA) - PROGRESO								
(Tr) AÑOS	Pmax 24H D. NORMAL	Pmax 24H D. LOGNORMAL 2P	Pmax 24H D. LOGNORMAL 3P	Pmax 24H D. GAMMA 2P	Pmax 24H D. GAMMA 3P	Pmax 24H D. LOGPEARSON T.III	Pmax 24H D. GUMBEL	Pmax 24H D. LOGGUMBEL
$\Delta$ Teórico	0.0972	<b>0.0812</b>	0.0838	0.0851	0.08207	no se ajusta	0.0937	0.0902
$\Delta$ Tabular	0.1834	<b>0.1834</b>	0.1834	0.1834	0.1834	no se ajusta	0.1834	0.1834

Fuente: Software Hidroesta.

DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA (HIDROESTA)		
(Tr) AÑOS	Pmax 24H D. LOGNORMAL 2P	Probabilidad
2	28.08	0.50
5	34.74	0.80
10	38.83	0.90
25	43.72	0.96
50	47.21	0.98
100	50.58	0.99

Fuente: Software Hidroesta.

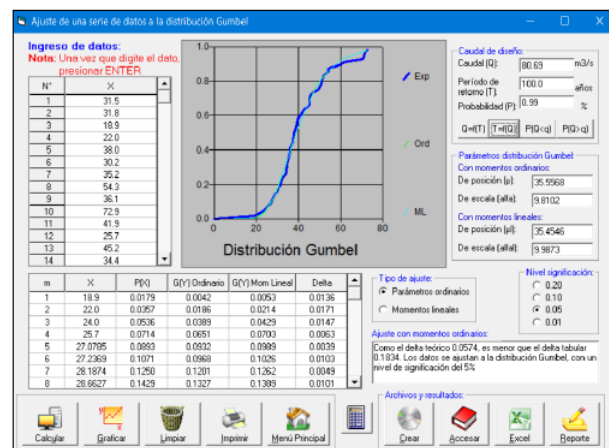


PRUEBA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA CON PARÁMETROS ESTADÍSTICOS (SOFTWARE HIDROESTA) - CRUCERO								
(Tr) AÑOS	Pmax 24H D. NORMAL	Pmax 24H D. LOGNORMAL 2P	Pmax 24H D. LOGNORMAL 3P	Pmax 24H D. GAMMA 2P	Pmax 24H D. GAMMA 3P	Pmax 24H D. LOGPEARSON T.III	Pmax 24H D. GUMBEL	Pmax 24H D. LOGGUMBEL
$\Delta$ Teórico	0.1257	0.0689	0.0743	0.0886	0.06707	no se ajusta	<b>0.0574</b>	0.0848
$\Delta$ Tabular	0.1834	0.1834	0.1834	0.1834	0.1834	no se ajusta	<b>0.1834</b>	0.1834

Fuente: Software Hidroesta.

DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA (HIDROESTA)		
(Tr) AÑOS	Pmax 24H D. GUMBEL	Probabilidad
2	39.15	0.50
5	50.27	0.80
10	57.63	0.90
25	66.94	0.96
50	73.84	0.98
100	80.69	0.99

Fuente: Software Hidroesta.

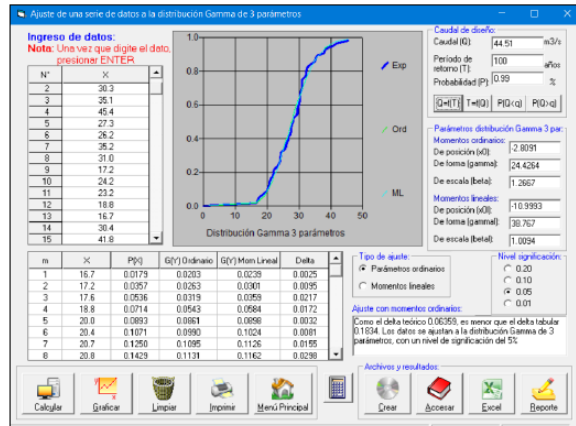


PRUEBA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA CON PARÁMETROS ESTADÍSTICOS (SOFTWARE HIDROESTA) - MUÑANI								
(Tr) AÑOS	Pmax 24H D. NORMAL	Pmax 24H D. LOGNORMAL 2P	Pmax 24H D. LOGNORMAL 3P	Pmax 24H D. GAMMA 2P	Pmax 24H D. GAMMA 3P	Pmax 24H D. LOGPEARSON T.III	Pmax 24H D. GUMBEL	Pmax 24H D. LOGGUMBEL
$\Delta$ Teórico	0.0735	0.0774	0.0732	0.0665	<b>0.06359</b>	0.09508	0.1063	0.1402
$\Delta$ Tabular	0.1834	0.1834	0.1834	0.1834	<b>0.1834</b>	0.1834	0.1834	0.1834

Fuente: Software Hidroesta.

DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA (HIDROESTA)		
(Tr) AÑOS	Pmax 24H D. GAMMA 3P	Probabilidad
2	27.71	0.50
5	33.24	0.80
10	38.38	0.90
25	39.91	0.96
50	42.3	0.98
100	44.51	0.99

Fuente: Software Hidroesta..

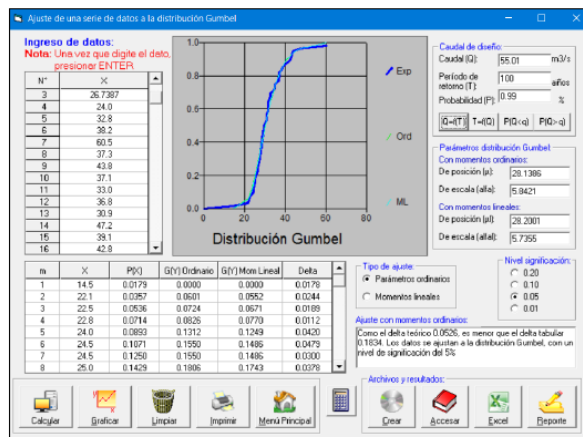


PRUEBA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA CON PARÁMETROS ESTADÍSTICOS (SOFTWARE HIDROESTA) - SANTA ROSA								
(Tr) AÑOS	Pmax 24H D. NORMAL	Pmax 24H D. LOGNORMAL 2P	Pmax 24H D. LOGNORMAL 3P	Pmax 24H D. GAMMA 2P	Pmax 24H D. GAMMA 3P	Pmax 24H D. LOGPEARSON T.III	Pmax 24H D. GUMBEL	Pmax 24H D. LOGGUMBEL
$\Delta$ Teórico	0.1221	0.0765	0.0749	0.0912	no se ajusta	no se ajusta	<b>0.0526</b>	0.064
$\Delta$ Tabular	0.1834	0.1834	0.1834	0.1834	no se ajusta	no se ajusta	<b>0.1834</b>	0.1834

Fuente: Software Hidroesta..

DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA (HIDROESTA)		
(Tr) AÑOS	Pmax 24H D. GUMBEL	Probabilidad
2	30.28	0.50
5	36.9	0.80
10	41.29	0.90
25	46.82	0.96
50	50.93	0.98
100	55.01	0.99

Fuente: Software Hidroesta.



Nota. Elaborado en HidroEsta

**Tabla 7**

*Síntesis de lluvias máximas registradas.*

ESTACIONES	PERIODOS DE RETORNO (Años)					
	2	5	10	25	50	100
ANANEA	25.01mm	31.48mm	36.67mm	44.45mm	51.28mm	59.09mm
AYAVIRI	34.72mm	40.16mm	43.19mm	46.56mm	48.82mm	50.90mm
CHUQUIBAMBILLA	30.48mm	39.85mm	47.58mm.	59.53mm	70.3mm	82.91mm
CP PROGRESO	28.08mm	34.92mm	39.15mm	44.21mm	47.82mm	51.32mm
CRUCERO	39.12mm	50.43mm	57.93mm	67.40mm	74.42mm	81.40mm
MUÑANI	27.71mm	33.24mm	36.38mm	39.91mm	42.30mm	44.51mm
SANTA ROSA	30.28mm	36.90mm	41.29mm	46.82mm	50.93mm	55.01mm

Nota. Elaborado en HidroEsta.

#### 4.1.4. Diagrama de intensidad duración frecuencia

La investigación se realizará de acuerdo a las áreas de efecto de las líneas de precipitación del modo isohitano, utilizando las pausas Ananea-Ayaviri-Chuquibambilla-CP-Progreso-Crucero-Muñani-Santa-Rosa.

**Tabla 8**

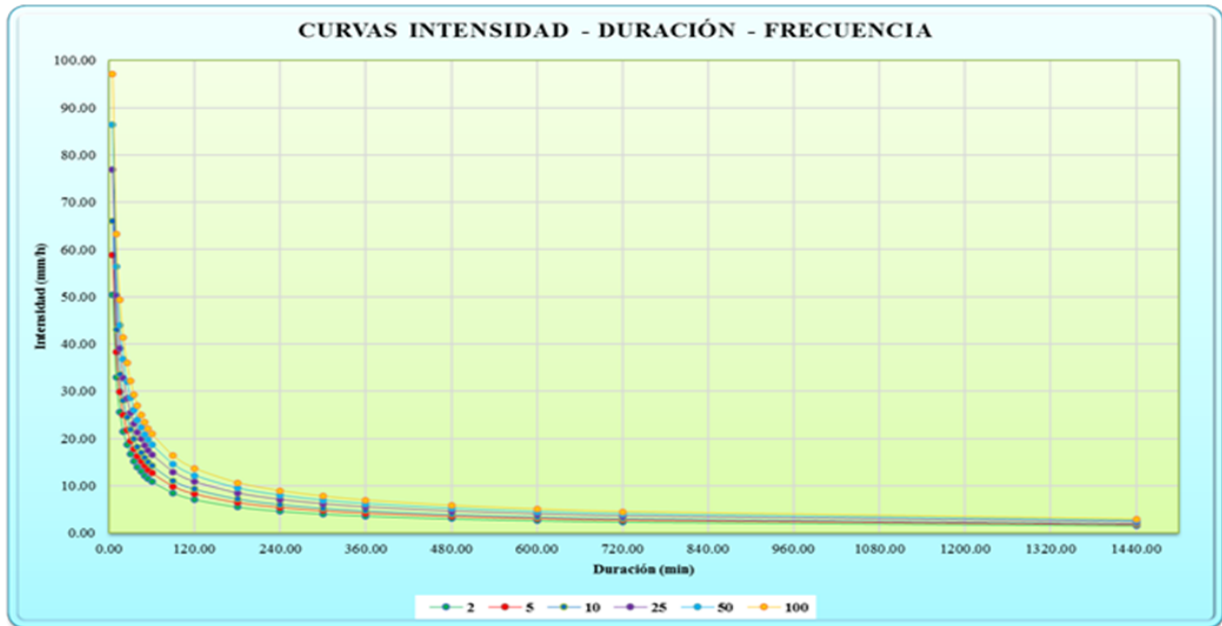
*Parámetros de IDF de lluvias en estaciones.*

DURACIÓN		INTENSIDAD (mm/h)					
		PERIODO DE RETORNO (Años)					
Horas	Minutos	2	5	10	25	50	100
0.08	5.00	50.46	58.82	66.05	77.00	86.46	97.10
0.17	10.00	32.91	38.37	43.09	50.23	56.40	63.34
0.25	15.00	25.64	29.88	33.56	39.12	43.93	49.33
0.33	20.00	21.47	25.03	28.11	32.76	36.79	41.31
0.42	25.00	18.71	21.81	24.49	28.55	32.06	36.01
0.50	30.00	16.72	19.49	21.89	25.52	28.65	32.18
0.58	35.00	15.21	17.73	19.91	23.20	26.06	29.26
0.67	40.00	14.01	16.33	18.33	21.37	24.00	26.95
0.75	45.00	13.02	15.18	17.05	19.87	22.32	25.06
0.83	50.00	12.21	14.23	15.98	18.62	20.91	23.49
0.92	55.00	11.51	13.42	15.07	17.56	19.72	22.15
1.00	60.00	10.91	12.72	14.28	16.64	18.69	20.99
1.50	90.00	8.50	9.90	11.12	12.96	14.56	16.35
2.00	120.00	7.12	8.29	9.31	10.86	12.19	13.69
3.00	180.00	5.54	6.46	7.25	8.46	9.50	10.66
4.00	240.00	4.64	5.41	6.08	7.08	7.95	8.93
5.00	300.00	4.04	4.72	5.29	6.17	6.93	7.78
6.00	360.00	3.62	4.21	4.73	5.52	6.19	6.96
8.00	480.00	3.03	3.53	3.96	4.62	5.19	5.83
10.00	600.00	2.64	3.08	3.45	4.03	4.52	5.08
12.00	720.00	2.36	2.75	3.09	3.60	4.04	4.54
24.00	1440.00	1.54	1.79	2.01	2.35	2.64	2.96

Nota. Elaborado en HidroEsta

**Tabla 9**

*Diagramas IDF de las estaciones meteorológicas evaluadas.*



Nota. Elaborado en HidroEsta

## 4.2. Propiedades geomorfológicas de la cuenca

Los parámetros morfológicos de la mesa se obtuvieron utilizando el software ArcGIS 10.5.

### 4.2.1. Estimación de la extensión de la zona de drenaje

Se obtiene lo siguiente a través del programa ArcGIS 10.5:

Área total: **397.12 Km<sup>2</sup>**

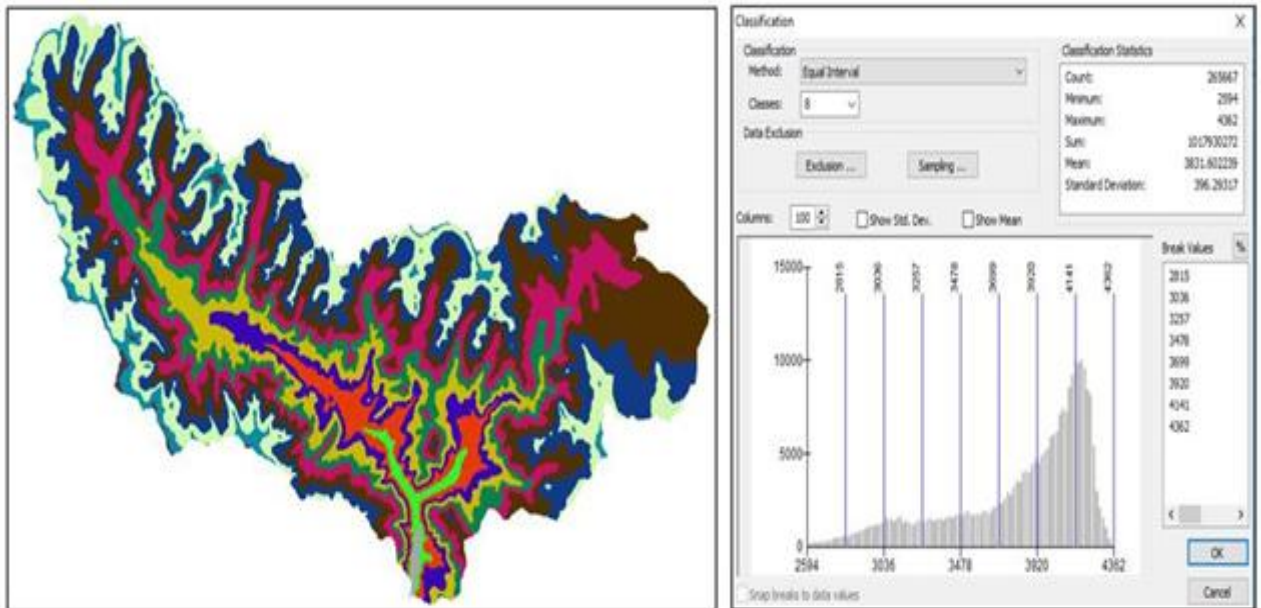
Perímetro: **122.37 Km**

#### 4.2.1.1. Zonas específicas y extensiones totales

Usando el Software ArcGIS 10.5 se obtiene el área entre curvas de nivel y cotas, con este proceso se obtiene las áreas parciales:

**Figura 33**

Secciones y zonas sumadas para la elaboración de diagrama de elevación



Nota. Extraído de ArcGIS 10.5.

**Tabla 10**

Zonas individuales y acumulativas para la creación del diagrama de elevación  
Hipsométrica

ALTITUD	AREAS PARCIALES		AREAS ACUMULADAS			
			POR DEBAJO		POR ENCIMA	
m.s.n.m.	Km2	(%)	(KM2)	(%)	KM2	(%)
Punto más bajo						
4000	0.00	0.00	0.00	0.00	397.12	100.00
4083	0.82	0.21	0.82	0.21	396.30	99.79
4167	4.30	1.08	5.12	1.29	392.01	98.71
4250	13.80	3.47	18.91	4.76	378.21	95.24
4333	19.02	4.79	37.93	9.55	359.19	90.45
4417	30.51	7.68	68.44	17.23	328.68	82.77
4500	34.52	8.69	102.97	25.93	294.16	74.07
4583	54.01	13.60	156.98	39.53	240.14	60.47
4667	88.36	22.25	245.34	61.78	151.78	38.22
4750	78.54	19.78	323.88	81.56	73.25	18.44
4833	57.65	14.52	381.53	96.07	15.59	3.93
4917	14.19	3.57	395.72	99.65	1.40	0.35
5000	1.40	0.35	397.12	100.00	0.00	0.00
Punto más alto						
<b>TOTAL</b>	<b>397.12</b>	<b>100.00</b>				

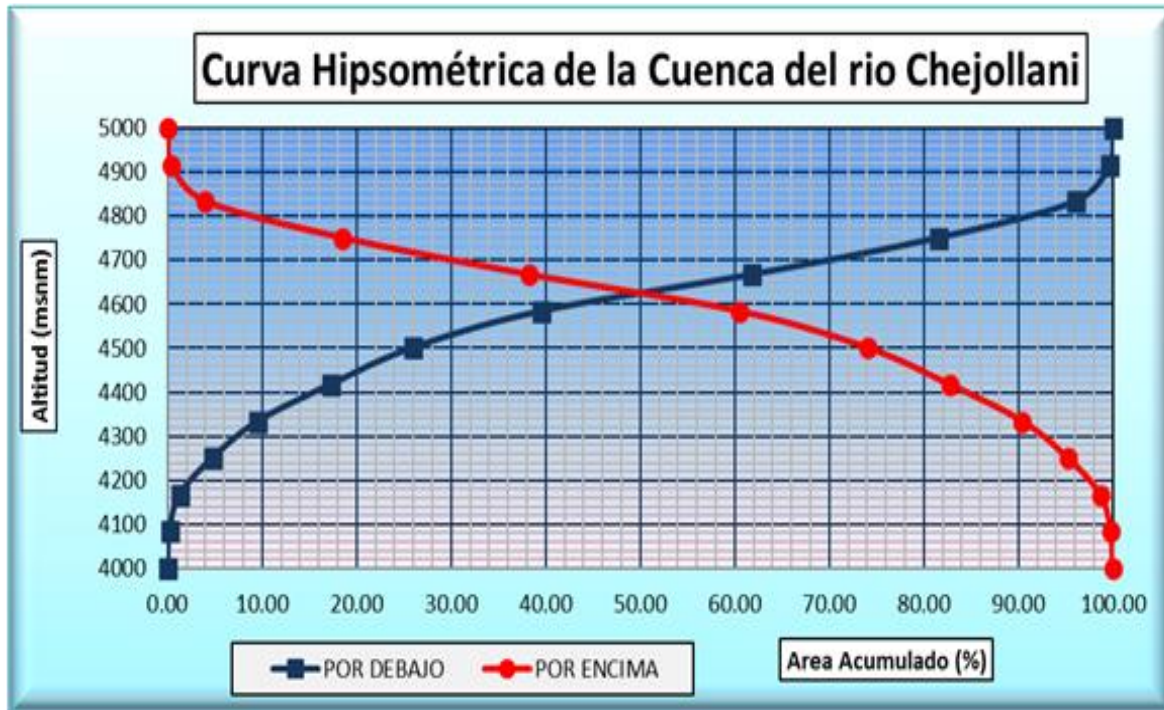
Nota. Elaborado en hoja de calculo

## 4.2.2. Elementos de la Geografía

### 4.2.2.1. Curva de distribución altitudinal

Figura 34

Diagrama del río Chijjollani



Nota. Elaborado en hoja de cálculo.

### 4.2.2.2. Altura promedio

Altitud Media = 4,667.00 msnm (se obtiene de la Intersección de las curvas hipsométricas)

#### 4.2.2.3. Elevación media promedio

**Tabla 11**

Superficies parciales entre líneas de contorno.

ai	ci(altitud media)	ai*ci
0.82	4041.71	3314.20
4.30	4125.04	17727.37
13.80	4208.34	58056.66
19.02	4291.67	81632.96
30.51	4375.00	133470.34
34.52	4458.33	153921.19
54.01	4541.67	245309.64
88.36	4625.00	408667.96
78.54	4708.33	369768.97
57.65	4791.67	276260.57
14.19	4875.01	69179.48
1.40	4958.35	6960.28
<b>397.12</b>	<b>Σ</b>	<b>1824269.62</b>

Nota. Elaborado en hoja de cálculo.

#### 4.2.2.4. Gráfica de frecuencias - extensiones parciales

**Tabla 12**

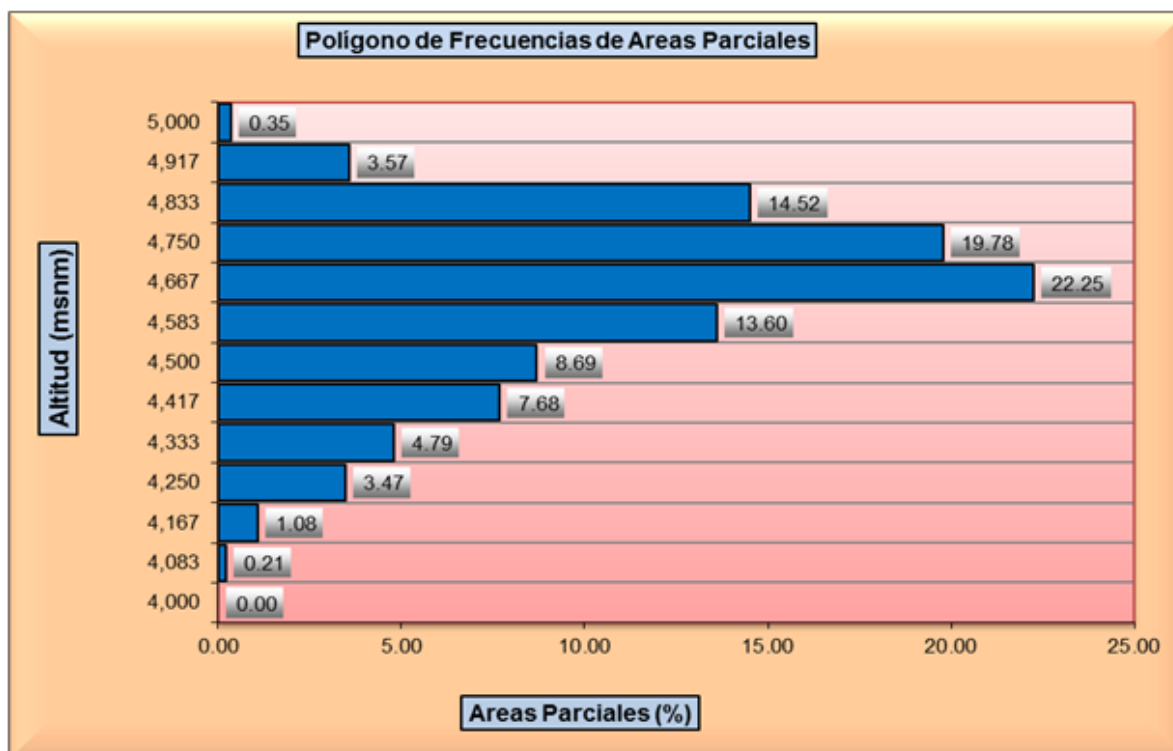
Extensiones específicas.

COTA (msnm)	A. PARCIAL (%)
4000.00	0.00
4083.42	0.21
4166.67	1.08
4250.01	3.47
4333.33	4.79
4416.67	7.68
4500.00	8.69
4583.33	13.60
4666.67	22.25
4750.00	19.78
4833.33	14.52
4916.69	3.57
<b>5000.00</b>	<b>0.35</b>

Nota. Elaborado en hoja de cálculo.

**Figura 35**

*Representación de frecuencias*



Nota. Elaborado en hoja de cálculo.

### 4.2.3. Características - forma del área de drenaje

#### 4.2.3.1. COEFICIENTE DE GRAVELIUS (K):

$$(K): \quad K = 0.28 * \frac{P}{\sqrt{A}}$$

**Dónde:**

**A =** Área de la cuenca en Km<sup>2</sup> **397.12 Km<sup>2</sup>**

**P =** Perímetro de la cuenca en Km **122.37 Km**

Entonces:

$$K = 1.7322 \text{ (Alargada)}$$

### 4.2.3.2. Rectángulo de comparación

Rectángulo Equivalente:

Lado Mayor

$$L = \frac{K\sqrt{A}}{1.12} \left( 1 + \sqrt{1 - \left( \frac{1.12}{K} \right)^2} \right)$$

Lado Menor

$$l = \frac{K\sqrt{A}}{1.12} \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{1.12}{K} \right)^2} \right)$$

Dónde:

**A** = Área de la cuenca en Km<sup>2</sup> = 397.12

**K** = Coeficiente de Compacidad o Índice de Gravelious = 1.7322

$$\frac{K\sqrt{A}}{1.12} = 30.821 \quad \left( \frac{1.12}{K} \right)^2 = 0.418$$

$$\sqrt{1 - \left( \frac{1.12}{K} \right)^2} = 0.763$$

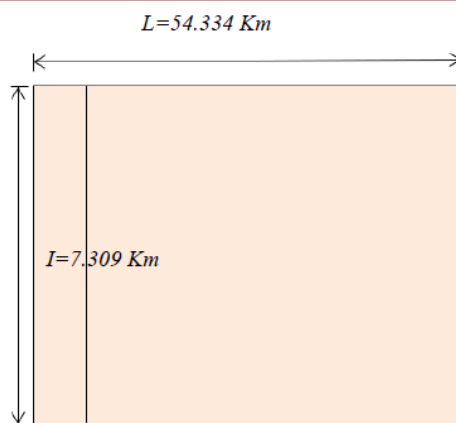
**L** = 54.334

**l** = 7.309

**Tabla 13**

*Polígono equivalente.*

Cota (msnm)	Área Parcial ai (Km <sup>2</sup> )	Ancho, ci (Km)
4000.00	0.00	0.00
4083.42	0.82	0.11
4166.67	4.30	0.59
4250.01	13.80	1.89
4333.33	19.02	2.60
4416.67	30.51	4.17
4500.00	34.52	4.72
4583.33	54.01	7.39
4666.67	88.36	12.09
4750.00	78.54	10.75
4833.33	57.65	7.89
4916.69	14.19	1.94
5000.00	1.40	0.19
	<b>Suma ci = L =</b>	<b>54.33</b>



Nota. Elaborado en hoja de cálculo.

### 4.2.3.3. Parámetro de estructura:

$$F_f = \frac{l}{L} = \frac{A}{L^2}$$

**Dónde:**

**L =** Lado mayor del rectángulo equivalente **54.33 Km**

**l =** Lado menor del rectángulo equivalente **7.31 Km**

**A =** Área de la cuenca **397.12 Km<sup>2</sup>**

**Ff = 0.1345**

### 4.2.4. Sección de elevación

**Tabla 14**

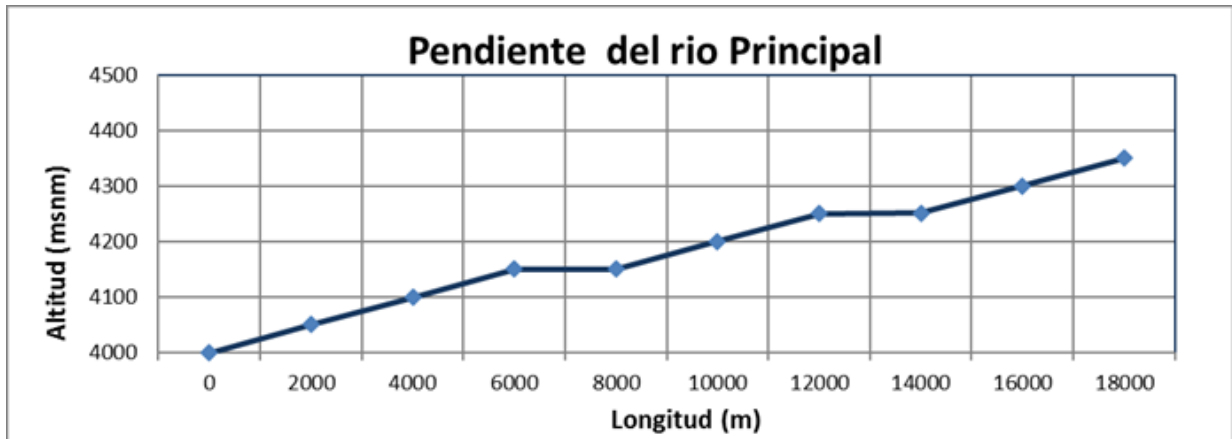
Recopilación de datos para el gráfico longitudinal.

Progresiva	Long. (m)	Long. Acum. (m)	Cota	Desnivel	S	1/(S) ^ 0.5
0+000	0.00	0.00	4000.00			
2+000	2000.00	2000.00	4051.00	51.00	0.01	8.91
4+000	2000.00	4000.00	4100.00	49.00	0.01	9.15
6+000	2000.00	6000.00	4150.00	50.00	0.01	9.11
8+000	2000.00	8000.00	4151.00	1.00	0.00	64.43
10+000	2000.00	10000.00	4200.00	49.00	0.01	9.26
12+000	2000.00	12000.00	4250.00	50.00	0.01	9.22
14+000	2000.00	14000.00	4251.00	1.00	0.00	65.20
16+000	2000.00	16000.00	4300.00	49.00	0.01	9.37
18+000	2000.00	18000.00	4350.00	50.00	0.01	9.33
						<b>193.97</b>

Nota. Elaborado en hoja de cálculo.

**Figura 36**

Gráfico horizontal del río



Nota. Elaborado en hoja de cálculo.

#### 4.2.4.1. Concentración de la red de agua:

Dónde:

$$D_d = \frac{L_i}{A}$$

$L_i$  = Longitud total de ríos **1109.08 Km**

$A$  = Área de la Cuenca **397.12 Km<sup>2</sup>**

$$D_d = 2.79$$

#### 4.2.4.2. Longitud promedio de los cursos de agua superficiales

$$E_s = A/4L_i \qquad E_s = 0.090$$

#### 4.2.5. Indicadores adicionales:

##### 4.2.5.1. Tasa de inclinación.

$$I_p = \sum_{i=1}^n \sqrt{\beta_i (a_i - a_{i-1})} \frac{1}{\sqrt{L}}$$

$$\beta_i = \frac{A_i}{A_t}$$

#### 4.2.5.2. Inclinación del área de drenaje

**Tabla 15**

Información necesaria para determinar la inclinación.

Ai	Bi = Ai/At	ai - ai-1	Bi* (ai -Ai-1)	Raíz (4)	5 * 1/(L) ^ 0.5
1	2	3	4	5	6
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.82	0.00	83.42	0.17	0.42	0.06
4.30	0.01	83.25	0.90	0.95	0.13
13.80	0.03	83.34	2.90	1.70	0.23
19.02	0.05	83.33	3.99	2.00	0.27
30.51	0.08	83.33	6.40	2.53	0.34
34.52	0.09	83.33	7.24	2.69	0.37
54.01	0.14	83.33	11.33	3.37	0.46
88.36	0.22	83.33	18.54	4.31	0.58
78.54	0.20	83.33	16.48	4.06	0.55
57.65	0.15	83.33	12.10	3.48	0.47
14.19	0.04	83.36	2.98	1.73	0.23
1.40	0.00	83.31	0.29	0.54	0.07
<b>397.12</b>				<b>Ip =</b>	<b>3.76661</b>

Nota. Elaborado en hoja de cálculo.

### 4.3. Transformación de precipitación en escorrentía superficial

Mediante la obtención de las lluvias medias y los periodos de tiempo de diseño previamente estimados, se realiza un modelado en el programa HEC\_HMS para obtener los resultados de la escorrentía.

#### 4.3.1. Secciones alternas.

El método de distribución de bloques establece cómo se distribuye la precipitación de mayor envergadura durante el intervalo de tiempo seleccionado, donde la duración de cada bloque se determina a través de las relaciones IDF.

**Tabla 16**

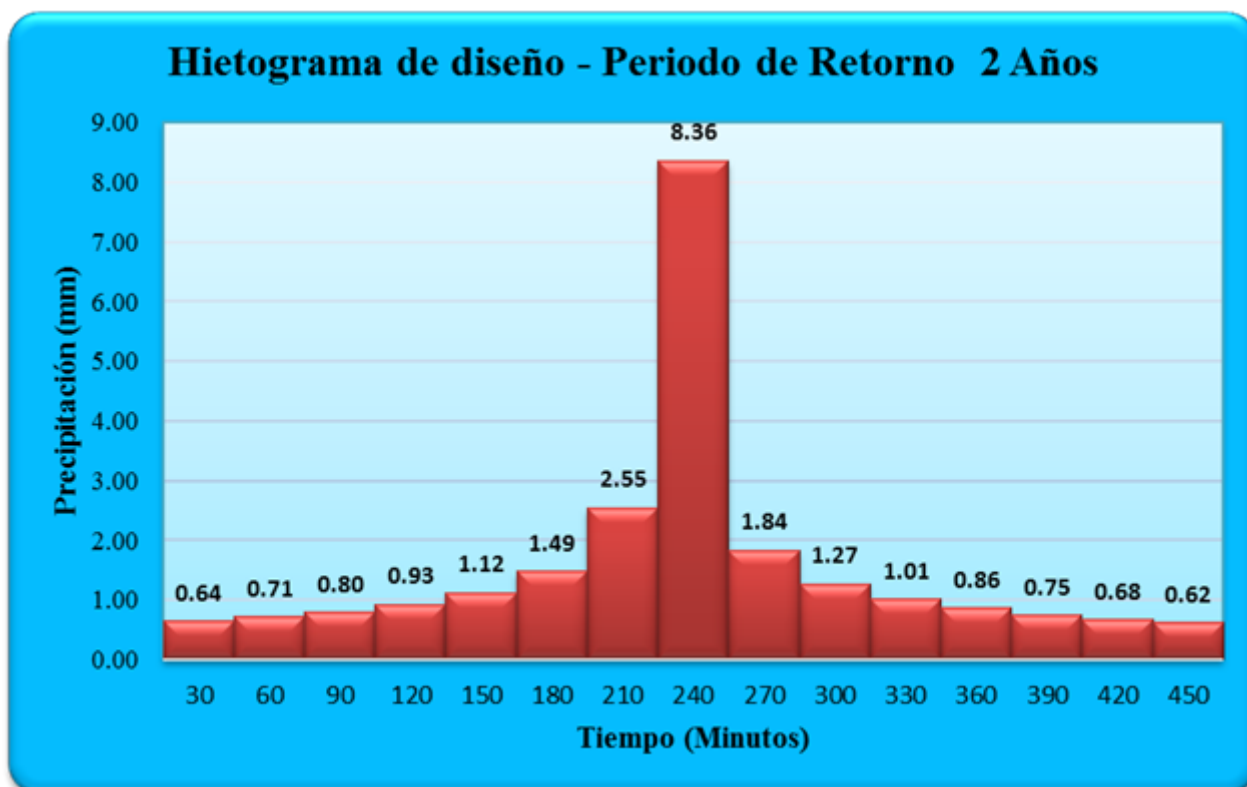
*Segmentos alternativos, cuenca del río Chijjollani - dos años.*

N°	Intervalo de Tiempo (min)	Periodo de Retorno	Intensidad (mm/h)	% Hora	P (mm)	ΔP (mm)	Distribución Hietograma (mm)
1	30	2	16.72	0.50	8.36	8.36	0.64
2	60	2	10.91	1.00	10.91	2.55	0.71
3	90	2	8.50	1.50	12.74	1.84	0.80
4	120	2	7.12	2.00	14.23	1.49	0.93
5	150	2	6.20	2.50	15.50	1.27	1.12
6	180	2	5.54	3.00	16.63	1.12	1.49
7	210	2	5.04	3.50	17.64	1.01	2.55
8	240	2	4.64	4.00	18.57	0.93	8.36
9	270	2	4.32	4.50	19.42	0.86	1.84
10	300	2	4.04	5.00	20.22	0.80	1.27
11	330	2	3.81	5.50	20.98	0.75	1.01
12	360	2	3.62	6.00	21.69	0.71	0.86
13	390	2	3.44	6.50	22.37	0.68	0.75
14	420	2	3.29	7.00	23.01	0.64	0.68
15	450	2	3.15	7.50	23.63	0.62	0.62

Nota. Elaborado en hoja de cálculo.

**Figura 37**

*Hietograma del río Chijjollani - dos años*



Nota. Elaborado en hoja de cálculo.

**Tabla 17**

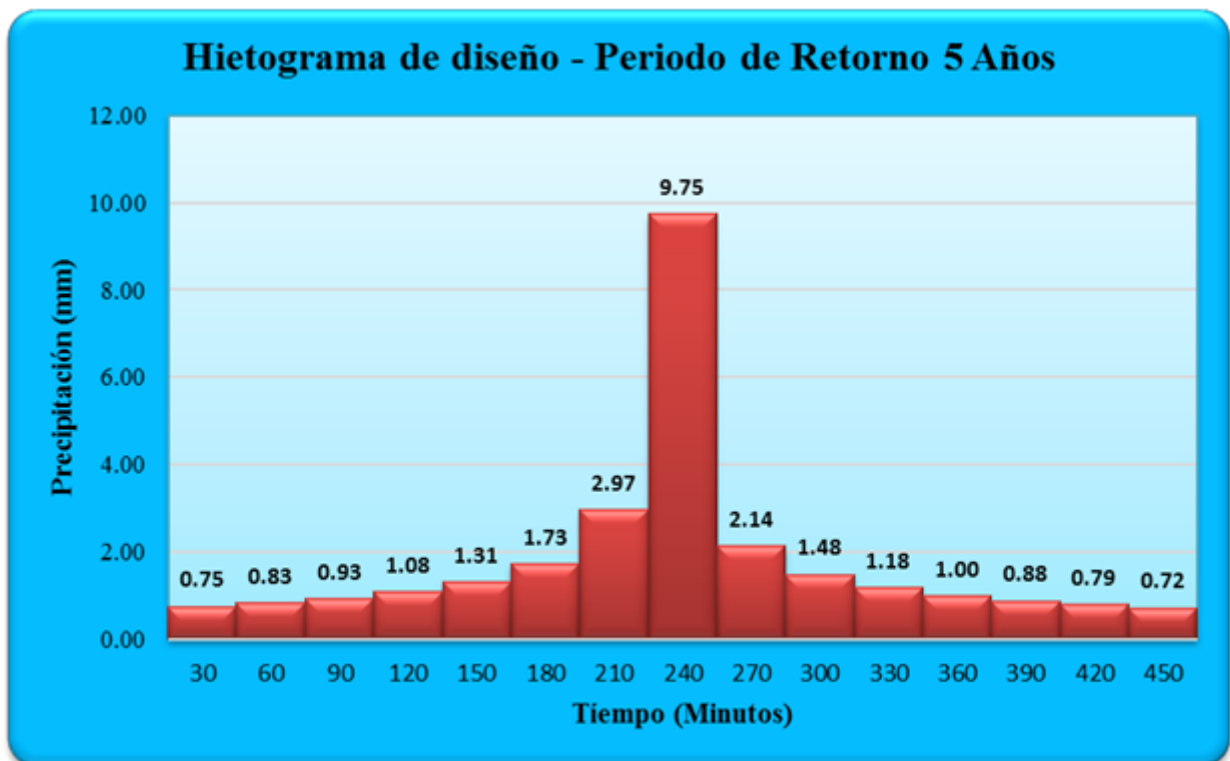
*Secciones alternos del rio Chijollani - cinco años.*

N°	Intervalo de Tiempo (min)	Periodo de Retorno	Intensidad (mm/h)	% Hora	P (mm)	ΔP (mm)	Distribución Hietograma (mm)
1	30	2	16.72	0.50	8.36	8.36	0.64
2	60	2	10.91	1.00	10.91	2.55	0.71
3	90	2	8.50	1.50	12.74	1.84	0.80
4	120	2	7.12	2.00	14.23	1.49	0.93
5	150	2	6.20	2.50	15.50	1.27	1.12
6	180	2	5.54	3.00	16.63	1.12	1.49
7	210	2	5.04	3.50	17.64	1.01	2.55
8	240	2	4.64	4.00	18.57	0.93	8.36
9	270	2	4.32	4.50	19.42	0.86	1.84
10	300	2	4.04	5.00	20.22	0.80	1.27
11	330	2	3.81	5.50	20.98	0.75	1.01
12	360	2	3.62	6.00	21.69	0.71	0.86
13	390	2	3.44	6.50	22.37	0.68	0.75
14	420	2	3.29	7.00	23.01	0.64	0.68
15	450	2	3.15	7.50	23.63	0.62	0.62

Nota. Creado en una hoja de cálculo.

**Figura 38**

*Hietograma del rio Chijollani - cinco años*



Nota. Creado en una hoja de cálculo.

**Tabla 18**

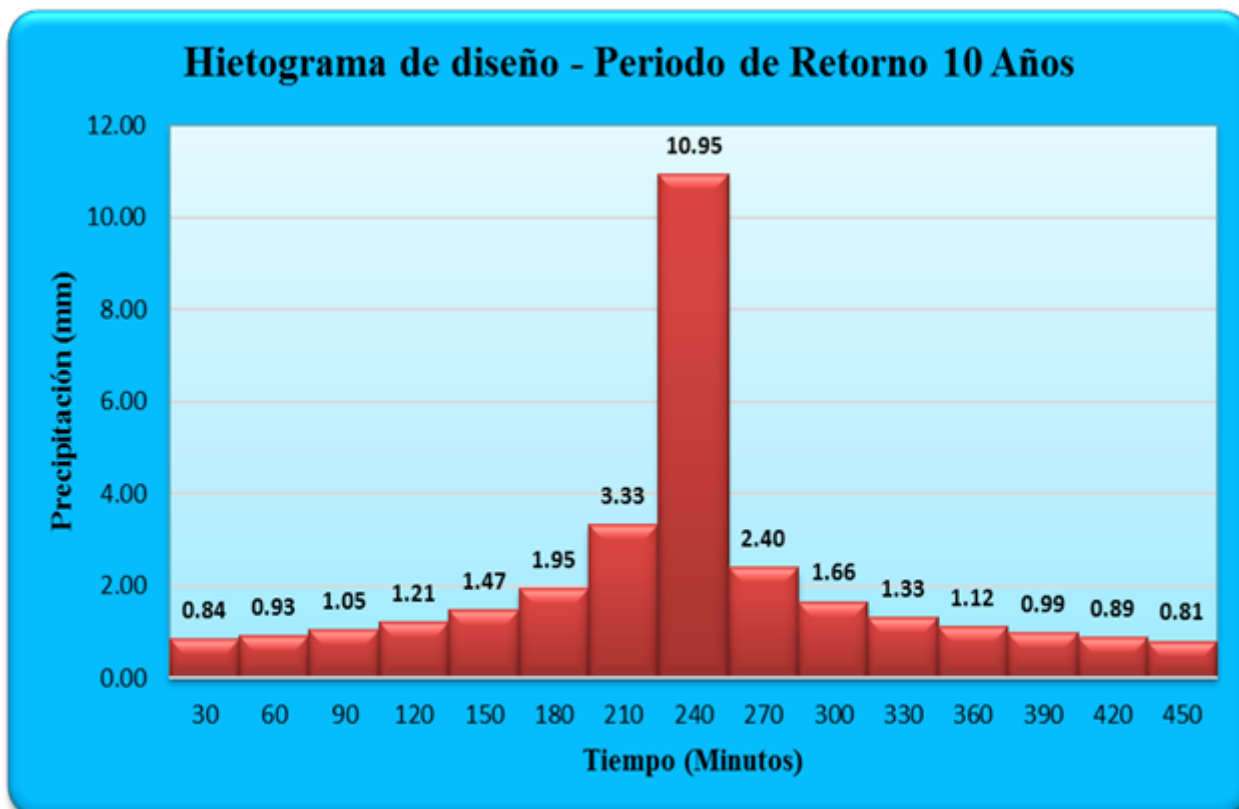
Secciones alternos del rio Chijjollani - diez años.

N°	Intervalo de Tiempo (min)	Periodo de Retorno	Intensidad (mm/h)	% Hora	P (mm)	ΔP (mm)	Distribución Hietograma (mm)
1	30	10	21.89	0.50	10.95	10.95	0.84
2	60	10	14.28	1.00	14.28	3.33	0.93
3	90	10	11.12	1.50	16.68	2.40	1.05
4	120	10	9.31	2.00	18.63	1.95	1.21
5	150	10	8.12	2.50	20.29	1.66	1.47
6	180	10	7.25	3.00	21.76	1.47	1.95
7	210	10	6.60	3.50	23.09	1.33	3.33
8	240	10	6.08	4.00	24.30	1.21	10.95
9	270	10	5.65	4.50	25.43	1.12	2.40
10	300	10	5.29	5.00	26.47	1.05	1.66
11	330	10	4.99	5.50	27.46	0.99	1.33
12	360	10	4.73	6.00	28.39	0.93	1.12
13	390	10	4.50	6.50	29.28	0.89	0.99
14	420	10	4.30	7.00	30.12	0.84	0.89
15	450	10	4.12	7.50	30.93	0.81	0.81

Nota. Creado en una hoja de cálculo.

**Figura 39**

Hietograma del rio Chijjollani - diez años



Nota. Creado en una hoja de cálculo.

**Tabla 19**

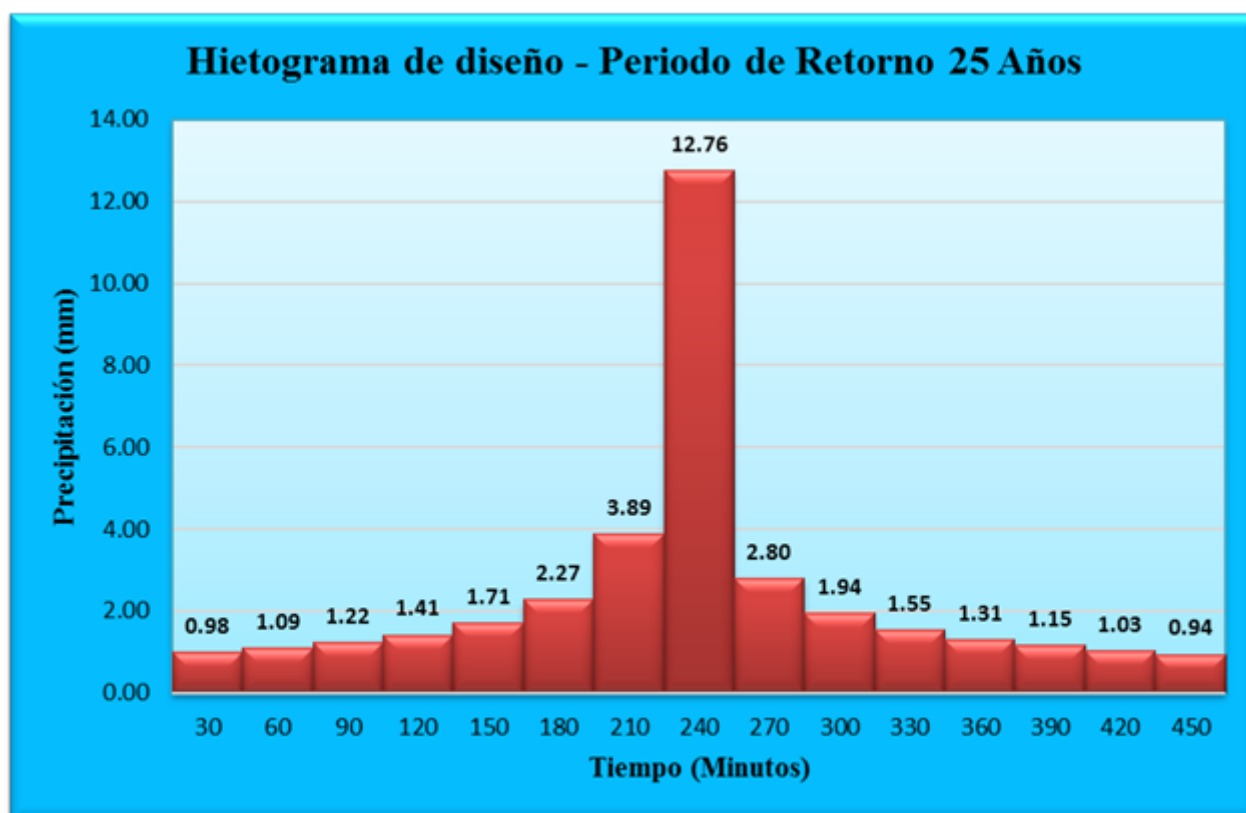
*Secciones alternos del rio Chijjollani - veintycinco años.*

Nº	Intervalo de Tiempo (min)	Periodo de Retorno	Intensidad (mm/h)	% Hora	P (mm)	ΔP (mm)	Distribución Hietograma (mm)
1	30	25	25.52	0.50	12.76	12.76	0.98
2	60	25	16.64	1.00	16.64	3.89	1.09
3	90	25	12.96	1.50	19.45	2.80	1.22
4	120	25	10.86	2.00	21.71	2.27	1.41
5	150	25	9.46	2.50	23.66	1.94	1.71
6	180	25	8.46	3.00	25.37	1.71	2.27
7	210	25	7.69	3.50	26.91	1.55	3.89
8	240	25	7.08	4.00	28.33	1.41	12.76
9	270	25	6.59	4.50	29.64	1.31	2.80
10	300	25	6.17	5.00	30.86	1.22	1.94
11	330	25	5.82	5.50	32.01	1.15	1.55
12	360	25	5.52	6.00	33.10	1.09	1.31
13	390	25	5.25	6.50	34.13	1.03	1.15
14	420	25	5.02	7.00	35.11	0.98	1.03
15	450	25	4.81	7.50	36.05	0.94	0.94

*Nota.* Creado en una hoja de cálculo

**Figura 40**

*Hietograma del rio Chijjollani - veintycinco años*



*Nota.* Creado en una hoja de cálculo Excel.

**Tabla 20**

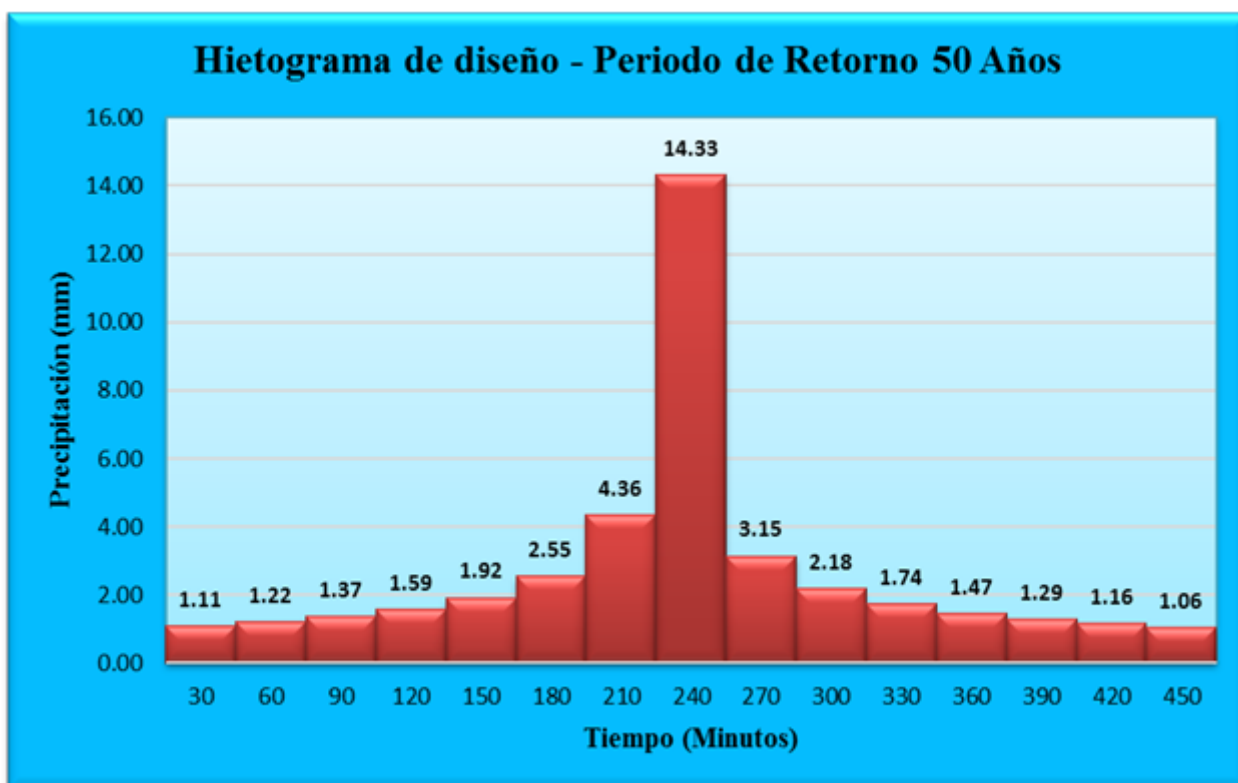
Secciones alternos del rio Chijjollani - cincuenta años.

N°	Intervalo de Tiempo (min)	Periodo de Retorno	Intensidad (mm/h)	% Hora	P (mm)	ΔP (mm)	Distribución Hietograma (mm)
1	30	50	28.65	0.50	14.33	14.33	1.11
2	60	50	18.69	1.00	18.69	4.36	1.22
3	90	50	14.56	1.50	21.84	3.15	1.37
4	120	50	12.19	2.00	24.39	2.55	1.59
5	150	50	10.63	2.50	26.56	2.18	1.92
6	180	50	9.50	3.00	28.49	1.92	2.55
7	210	50	8.64	3.50	30.22	1.74	4.36
8	240	50	7.95	4.00	31.81	1.59	14.33
9	270	50	7.40	4.50	33.28	1.47	3.15
10	300	50	6.93	5.00	34.66	1.37	2.18
11	330	50	6.54	5.50	35.95	1.29	1.74
12	360	50	6.19	6.00	37.17	1.22	1.47
13	390	50	5.90	6.50	38.33	1.16	1.29
14	420	50	5.63	7.00	39.43	1.11	1.16
15	450	50	5.40	7.50	40.49	1.06	1.06

Nota. Creado en una hoja de cálculo Excel

**Figura 41**

Hietograma del rio Chijjollani - cincuenta años



Nota. Creado en una hoja de cálculo Excel

**Tabla 21**

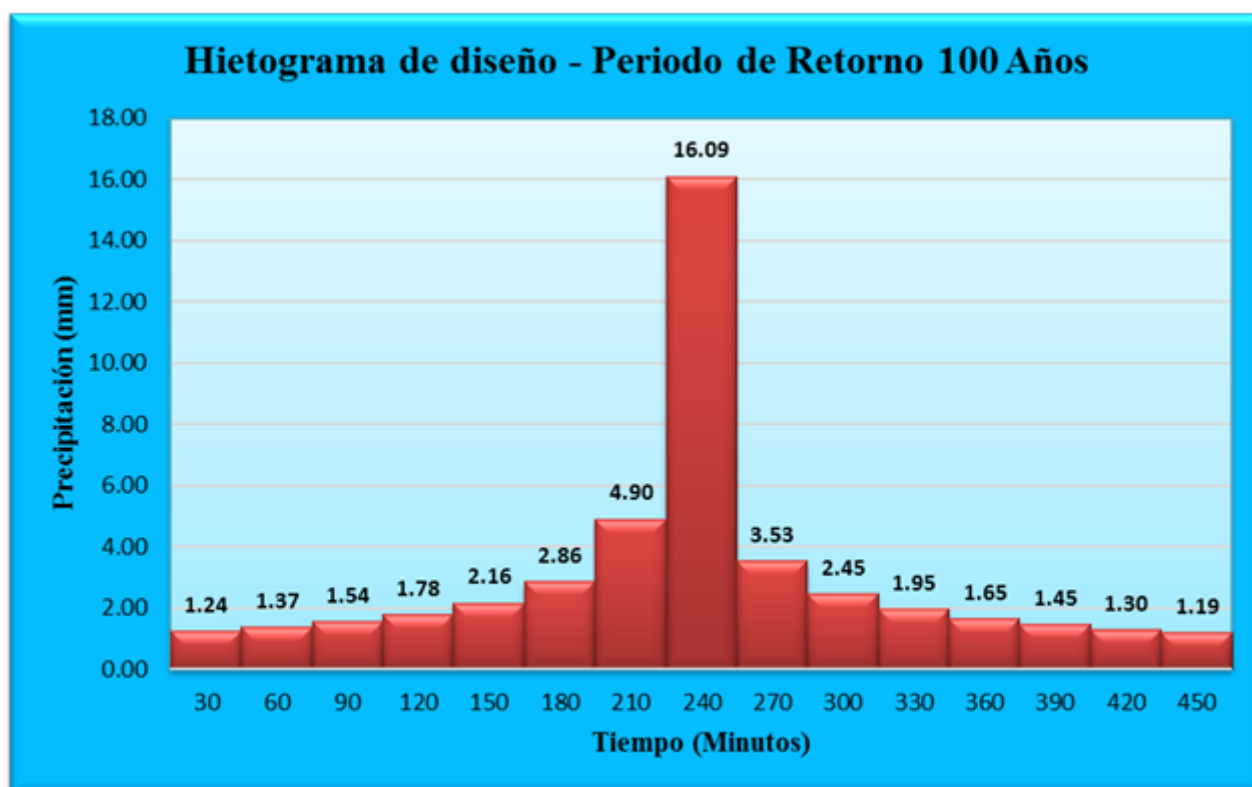
Secciones alternos del rio Chijollani - cien años.

N°	Intervalo de Tiempo (min)	Periodo de Retorno	Intensidad (mm/h)	% Hora	P (mm)	ΔP (mm)	Distribución Hietograma (mm)
1	30	100	32.18	0.50	16.09	16.09	1.24
2	60	100	20.99	1.00	20.99	4.90	1.37
3	90	100	16.35	1.50	24.52	3.53	1.54
4	120	100	13.69	2.00	27.38	2.86	1.78
5	150	100	11.93	2.50	29.83	2.45	2.16
6	180	100	10.66	3.00	31.99	2.16	2.86
7	210	100	9.70	3.50	33.94	1.95	4.90
8	240	100	8.93	4.00	35.72	1.78	16.09
9	270	100	8.31	4.50	37.38	1.65	3.53
10	300	100	7.78	5.00	38.92	1.54	2.45
11	330	100	7.34	5.50	40.37	1.45	1.95
12	360	100	6.96	6.00	41.74	1.37	1.65
13	390	100	6.62	6.50	43.04	1.30	1.45
14	420	100	6.33	7.00	44.28	1.24	1.30
15	450	100	6.06	7.50	45.47	1.19	1.19

Nota. Creado en una hoja de cálculo Excel

**Figura 42**

Hietograma del rio Chijollani - cien años



Nota. Creado en una hoja de cálculo Excel

## 4.4. Simulación hídrica - flujos máximos

El volumen de agua que asciende por encima de la cuenca debido a las precipitaciones se determina mediante el programa HEC\_HMS. El modelo, que tiene ciclos de regreso de dos, cinco, diez, veinticinco, cincuenta y cien años, representa la cantidad de precipitación que corresponde a un flujo de agua subterránea.

### 4.4.1. Diagramas hidrográficos para el diseño.

El estudio de la región toma en cuenta la clase de agua, el uso de cultivos en formas de hileras estrechas, y la clasificación considera la naturaleza de la tierra, así como el tipo de revestimiento vegetal.

**Tabla 22**

*Coefficiente de escorrentía y tipo de explotación del suelo.*

Uso de la tierra	Cobertura		Grupo de Suelos			
	Tratamiento o Práctica	Condición Hidrológica	A	B	C	D
			Número de Curva			
Rastroje Cultivo en Hilera	Hileras rectas	Mala	77	86	91	94
	Hileras rectas	Regular	71	91	88	91
	Hileras rectas	Buena	67	78	85	89
	C/curvas nivel	Mala	70	79	84	88
	C/curvas nivel	Buena	65	75	82	86
	C/curvas nivel y terrazas	Mala	66	74	80	82
	C/curvas nivel y terrazas	Buena	62	71	78	81
Cultivos en Hilera estrecha	Hileras rectas	Mala	65	76	84	86
	Hileras rectas	Buena	63	75	73	87
	C/curvas nivel	Mala	63	74	82	85
	C/curvas nivel	Buena	61	73	81	84
	C/curvas nivel y terrazas	Mala	61	72	79	82
	C/curvas nivel y terrazas	Buena	59	70	78	81
Cortijos	Patios	-	59	74	82	86
Caminos Tierra	-	-	72	82	87	89

Nota. Extraído del Ven Te -1995

La pérdida inicial se define con la cantidad de sustancia líquida acumulada desde el comienzo del escurrimiento.

Formula Kirpich (1940):

$$T_c = 0.01947 * \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

Formula California Culverts Practice (1942)

$$T_c = 0.0195 \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

$$I_a = \left( \frac{5080}{CN} - 50.8 \right) \gg I_a = \left( \frac{5080}{80} - 50.8 \right) = 12.70$$

#### 4.4.1.1. Información para el modelado del esquema de descarga

**Tabla 23**

*Variables para la estimación de flujos máximos usando HEC-HMS*

PARÁMETRO	CUENCA RIO CHEJOLLANI
Área (km <sup>2</sup> )	397.12
CN	80
Pérdidas iniciales mm	12.70
Tiempo de concentración (min)	450
Tiempo de retardo (min)	270

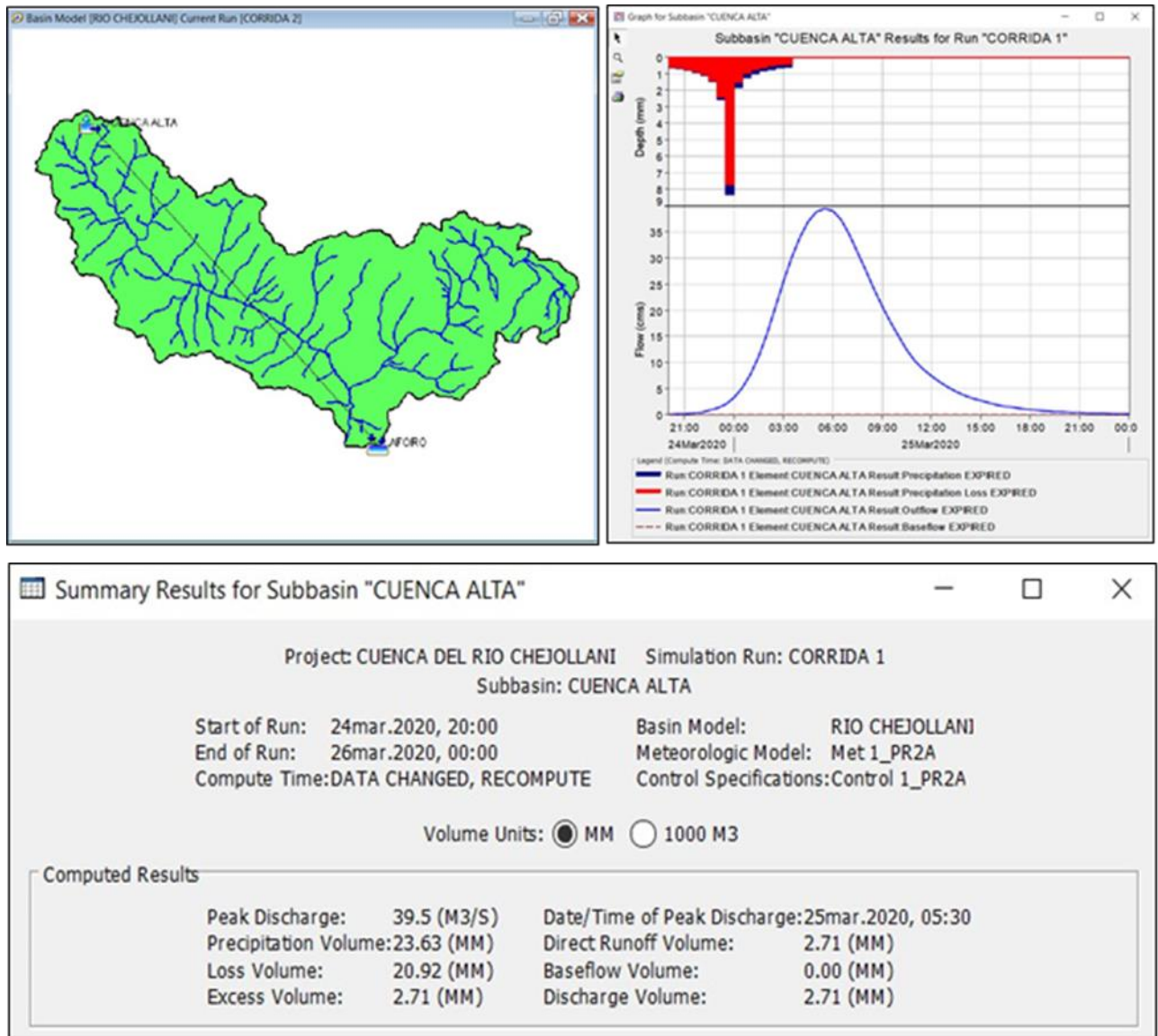
*Nota.* Creado en una hoja de cálculo

## 4.4.1.2. Flujos críticos – H.E.C.–H.M.S.

### INTERVALO DE REGRESO DOS AÑOS.

**Figura 43**

Representación de escorrentía de la cuenca "Chijollani", PR. Dos años "Q = 39.50 m<sup>3</sup>/s"

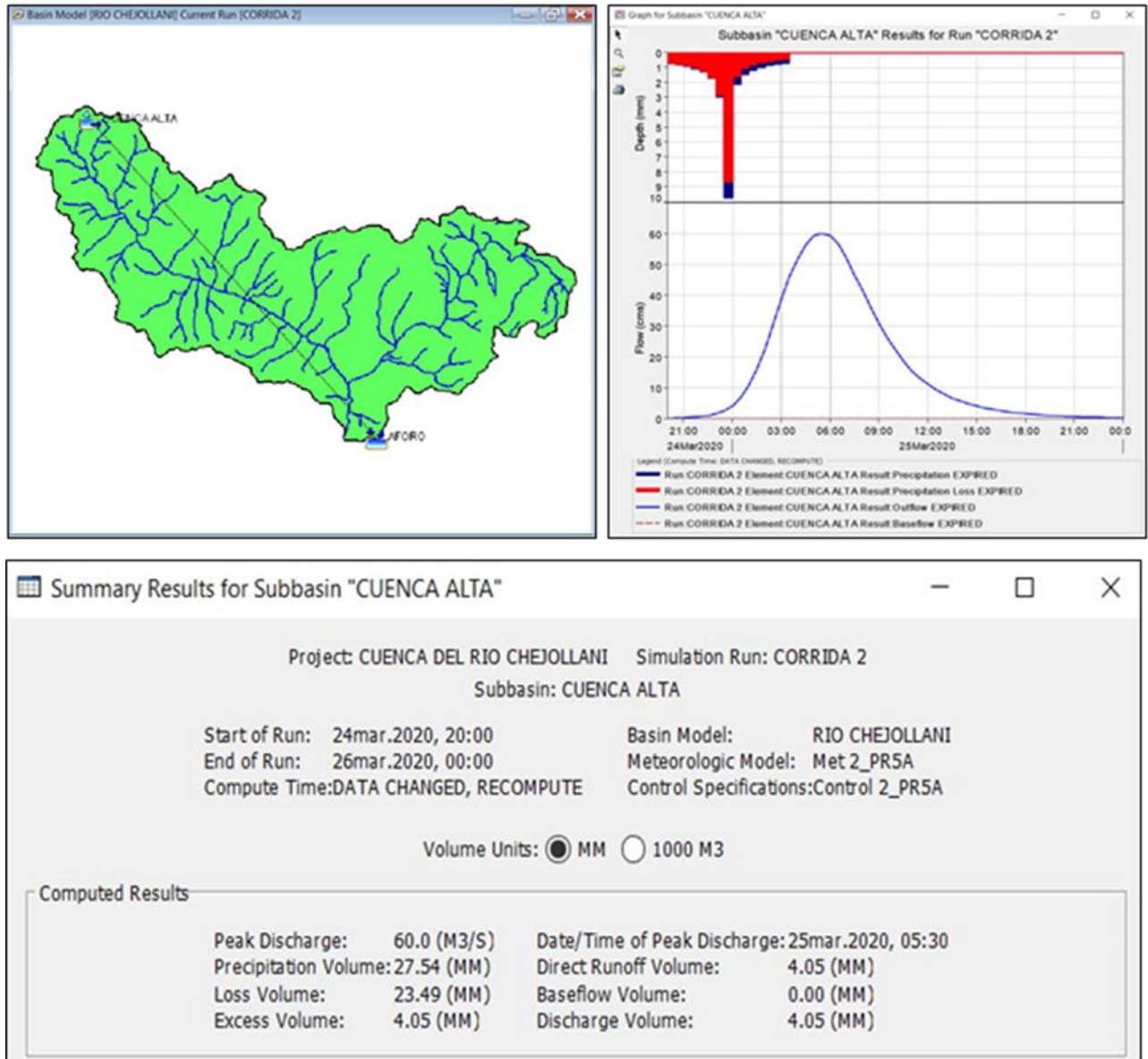


Nota. Realizado usando H.E.C. – H.M.S.

## TIEMPO DE RECURENCIA CINCO AÑOS.

**Figura 44**

Representación de escorrentía de la cuenca "Chijjollani", P.R. cinco años. "Q=60.00m<sup>3</sup>/s"

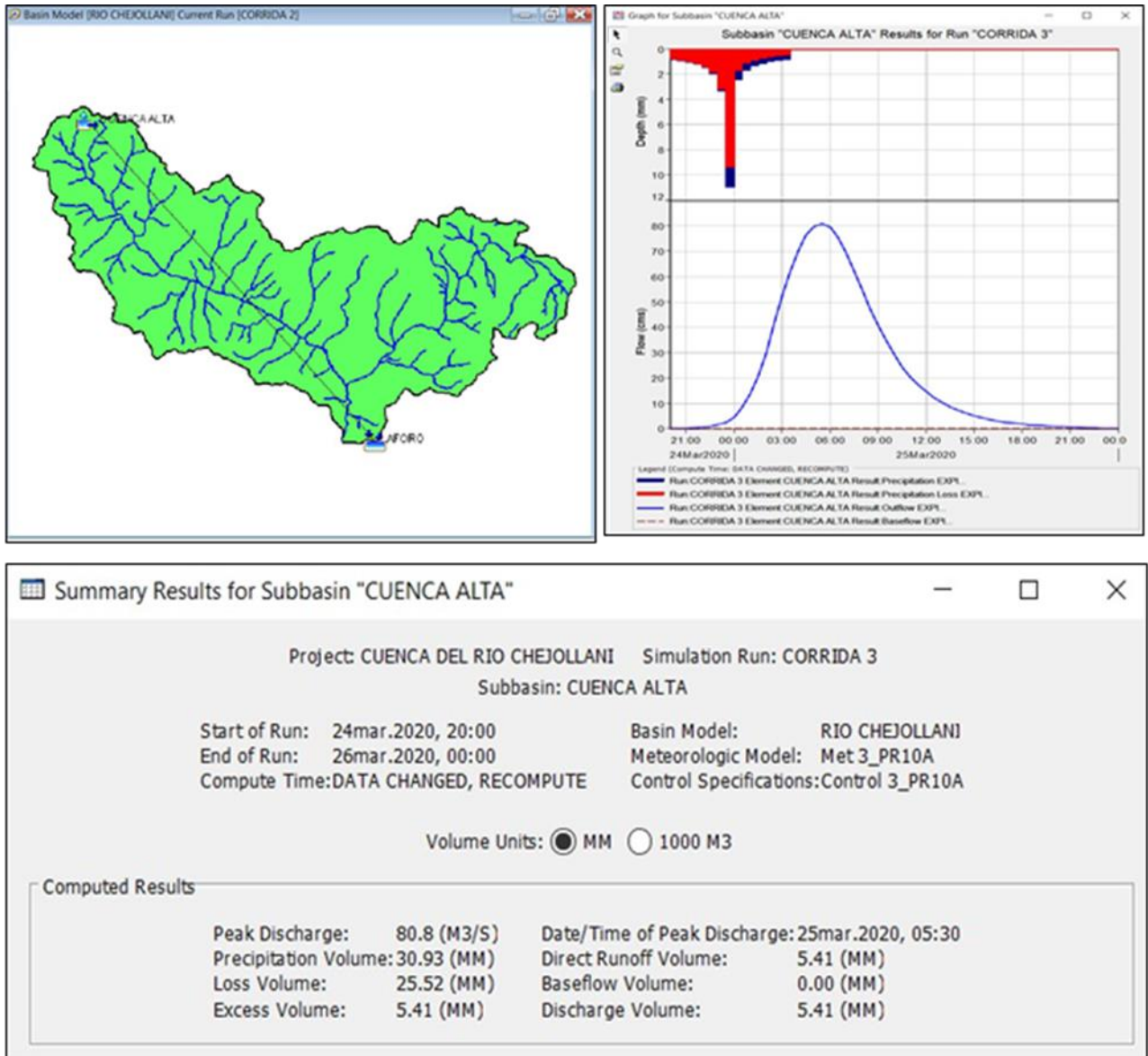


Nota. Realizado usando el programa H.E.C. – H.M.S.

## INTERVALO DE REGRESO DIEZ AÑOS

**Figura 45**

Representación de escorrentía de la cuenca "Chijollani" P.R. 10 años "Q=80.80m3/s"

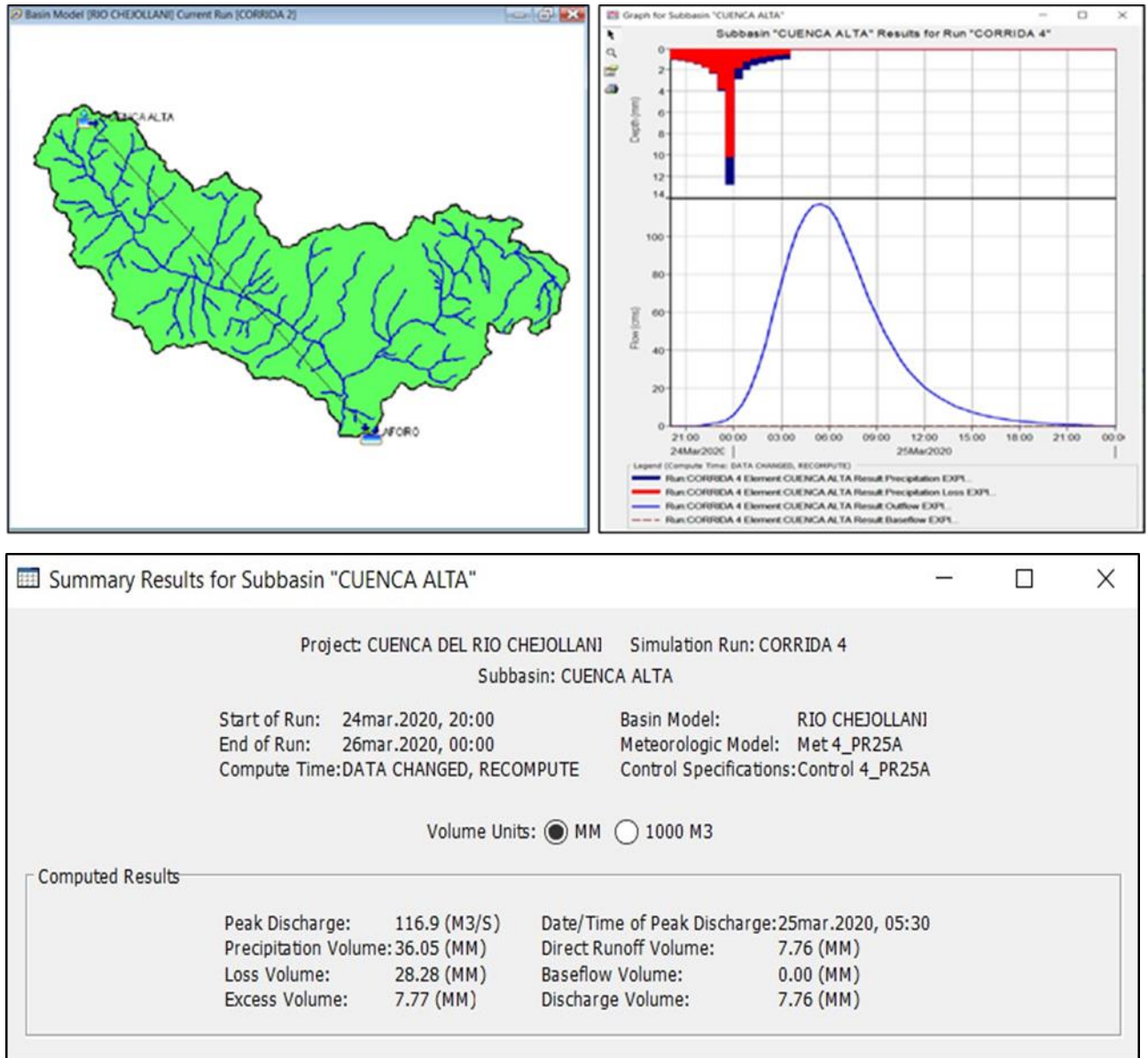


Nota. Realizado usando el programa H.E.C. – H.M.S.

## INTERVALO DE REGRESO VEINTICINCO AÑOS.

**Figura 46**

Representación de escorrentía de la cuenca "Chijollani" P.R. 25 años "Q=116.90m<sup>3</sup>/s"

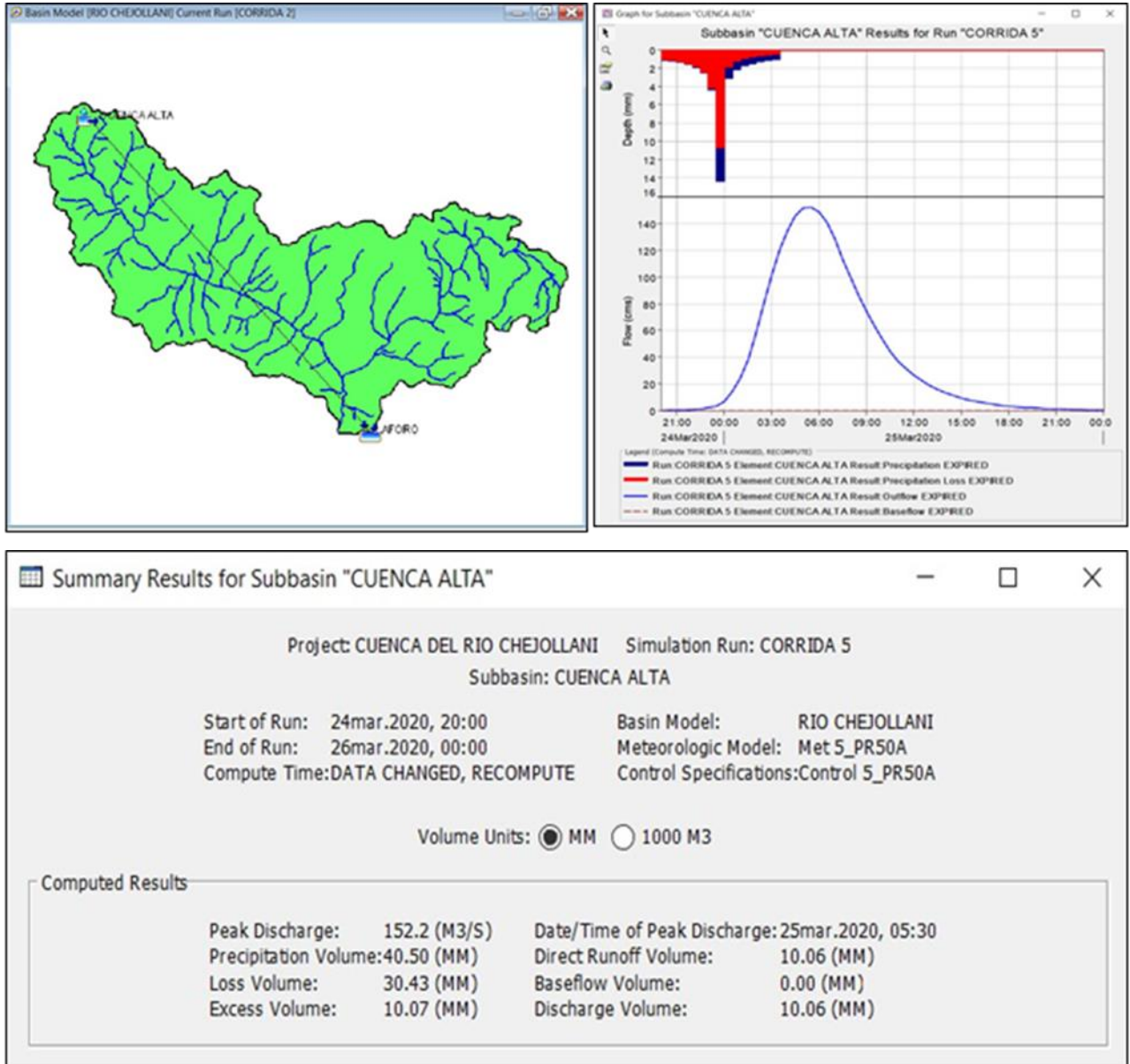


Nota. Realizado usando el programa H.E.C. – H.M.S.

## INTERVALO DE REGRESO CINCUENTA AÑOS.

**Figura 47**

Representación de escorrentía de la cuenca "Chijjollani" P.R. 50 años "Q=152.20m<sup>3</sup>/s"

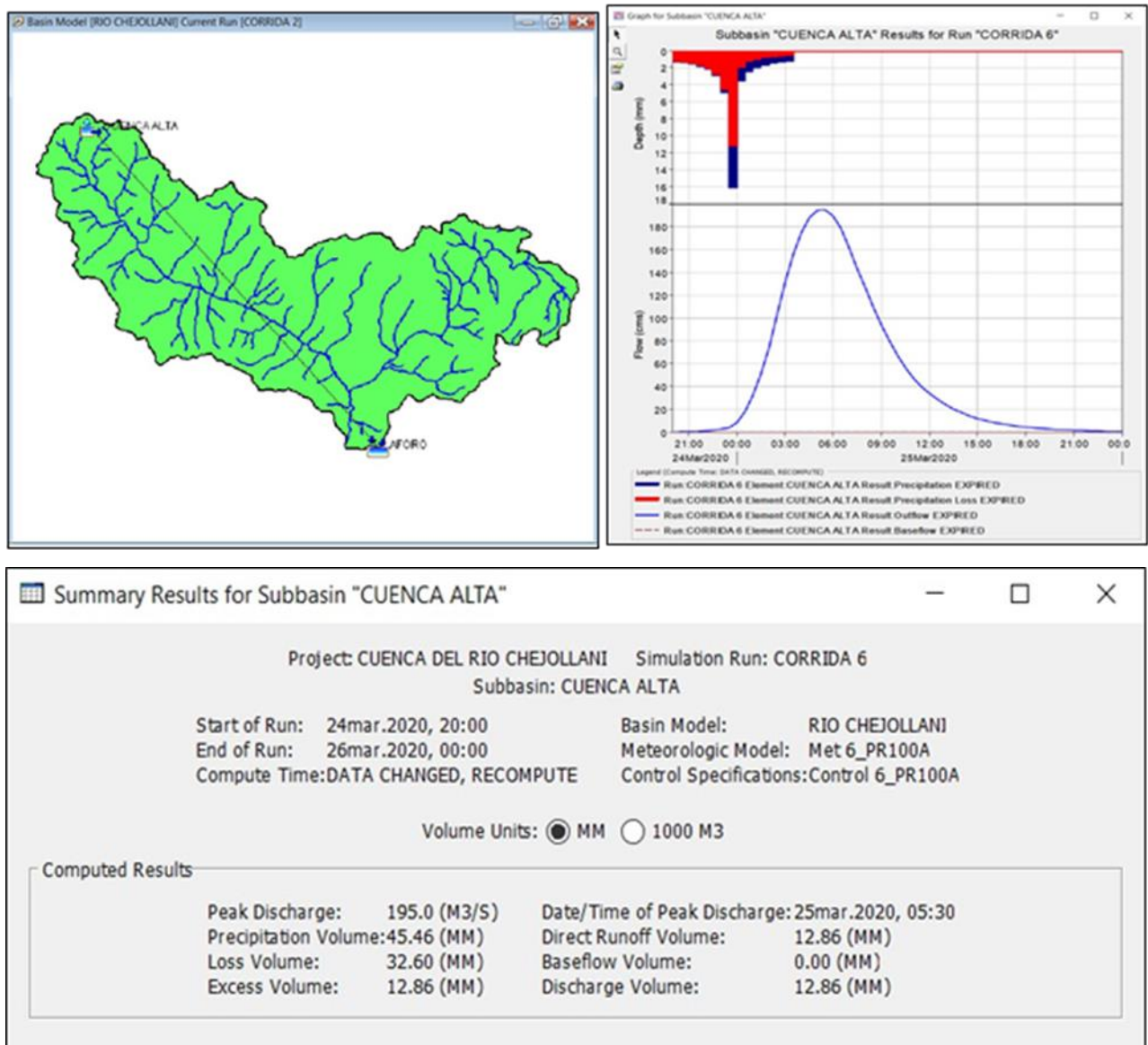


Nota. Realizado usando el programa H.E.C. – H.M.S.

## INTERVALO DE REGRESO CIENTO AÑOS.

**Figura 48**

Representación de escorrentía de la cuenca "Chijollani" P.R. 100 años "Q=195.00m<sup>3</sup>/s"



Nota. Realizado usando el programa H.E.C. – H.M.S.

**Tabla 24**

Síntesis calculados usando el programa H.E.C.-H.M.S.

PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	CAUDALES MAXIMOS (M3/S)
2	39.50
5	60.00
10	80.80
25	116.90
50	152.20
100	195.00

Nota. Creado en hoja de cálculo

#### 4.4.2. Estimación del flujo por la técnica de aforo por flotadores.

**Tabla 25**

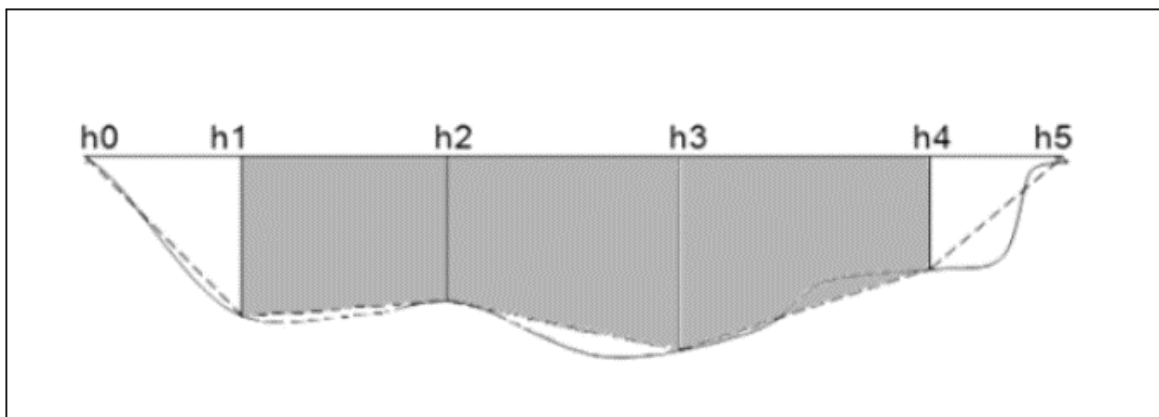
Estimación del caudal usando el método del flotador

CONTROL DE DESCARGA - MÉTODO DEL FLOTADOR													
ESTACIÓN:		Muñani				MES:		Abril		Dpto.:		Puno	
RÍO:		Río Mallquini				NOMBRE DEL AFORADOR:		José Orestes Trujillo Clavijo		Prov.:		Azángaro	
CUENCA:		Río Muñani								Dist.:		Muñani	
FECHA	HORA		TRABAJO DE CAMPO				TRABAJO EN GABINETE						
			TIEMPO (Seg.)				VELOCIDAD (m/s)			Profundidad Promedio (m)	Ancho del Río (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
			Tiempo		Tiempo Promedio	Recorrida por el Flotador	Velocidad Superficial	Velocidad Media					
Día/Mes/Año	Inicial	Final	T1	T2	T3	Tp	D (m)	V=D/Tp	Vm=V*0.85	Hp	a	A=Hp*a	Q=Vm*A
15/04/2019	8:15am	11:10am	38.21	40.10	39.50	39.27	100.00	2.55	2.16	1.30	12.50	16.25	35.17
20/04/2019	8:30am	11:30am	39.42	38.64	39.84	39.30	100.00	2.54	2.16	1.30	15.00	19.50	42.18
25/04/2019	8:20am	11:15am	40.32	39.14	40.56	40.01	100.00	2.50	2.12	1.30	14.50	18.85	40.05

Nota. Creado en una hoja de cálculo

**Figura 49**

*Registro de las elevaciones – corte seccional – técnica del aforo de flotadores*



Nota. Elaborado usando Auto.C.A.D.

#### 4.4.2.1. Contraste entre del sistema H.E.C.-H.M.S. con la técnica del aforo de flotadores

**Tabla 26**

*Contraste del flujo.*

PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	CAUDAL CALCULADO "HEC-HMS" (M3/S)	CAUDAL MÉTODO FLOTADOR (M3/S)
2	39.50	39.13
5	60.00	
10	80.80	
25	116.90	
50	152.20	
100	195.00	

Nota. Creado con hoja de cálculo Excel

#### 4.5. Cartografía de peligro

El modelo empleado es el único flujo hidráulico con orientación constante, de forma común para implementar la técnica.

#### 4.5.1. Simulación de mecánica de fluidos – H.E.C. – R.A.S.

Después de identificar el caudal superior de agua del río Chijollani, se están realizando proyecciones para que se desplazaría del flujo en la parte expuesta, así como en las cercanías los que tendrían que verse afectadas a causa del sobrepaso de la extensión específica.

**Tabla 27**

*Parámetros de Manning.*

Tipo de canal y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
Arroyos naturales - arroyos menores (ancho superior en la zona de inundación <100 pies)			
<b>1. Canales principales</b>			
a. Limpio, recto, lleno, sin grietas ni piscinas profundas.	0.025	0.030	0.033
segundo. Igual que el anterior, pero más piedras y malezas.	0.030	0.035	0.040
do. Limpio, sinuoso, algunas piscinas y cardúmenes.	0.033	0.040	0.045
re. Igual que el anterior, pero algunas malas hierbas y piedras.	0.035	0.045	0.050
mi. Igual que arriba, etapas más bajas, pendientes y secciones más ineficaces.	0.040	0.048	0.055
F. Igual que "d" con más piedras	0.045	0.050	0.060
sol. Alcances lentos, maleza, pozas profundas.	0.050	0.070	0.080
h. Alcances muy húmedos, pozos profundos o vías de inundación con una gran cantidad de madera y maleza.	0.075	0.100	0.150
<b>5. Canales forrados o construidos.</b>			
<b>a. Cemento</b>			
1. superficie limpia	0.010	0.011	0.013
2. mortero	0.011	0.013	0.015
<b>segundo. Madera</b>			
1. planeado, sin tratar	0.010	0.012	0.014
2. planeado, creosoteado	0.011	0.012	0.015
3. sin plantar	0.011	0.013	0.015
4. Tabla con listones.	0.012	0.015	0.018
5. forrado con papel de techo	0.010	0.014	0.017
<b>do. Hormigón</b>			
1. acabado llano	0.011	0.013	0.015
2. acabado flotante	0.013	0.015	0.018
3. Acabado, con grava en el fondo.	0.015	0.017	0.020
4. sin terminar	0.014	0.017	0.020
5. gunita, buena sección.	0.016	0.019	0.023
6. gunita, sección ondulada.	0.018	0.022	0.025
7. en buena roca excavada	0.017	0.020	
8. en roca excavada irregular	0.022	0.027	
<b>re. Flotador inferior de hormigón acabado con laterales de:</b>			
1. piedra vestida en mortero	0.015	0.017	0.020
2. Piedra aleatoria en mortero.	0.017	0.020	0.024
3. Mampostería de escombros de cemento, enlucida.	0.016	0.020	0.024
4. mampostería de escombros de cemento	0.020	0.025	0.030
5. escombros secos o riprap	0.020	0.030	0.035
mi. Fondo de grava con lados de:			

Nota. Extraído de (Chow, 1959).

Se han reconocido condiciones de navegación sustentables. Esto demuestra que la ley de energía no incluye condiciones temporales. La prueba también es realizada con circunstancias que combinan. Además, es posible hallar los coeficientes de Manning en relación con las especificaciones de las superficies.

### 4.5.2. Variables hidráulicas

Dado que el río presenta inconsistencias, las variaciones son fluctuantes.

**Tabla 28**

*Variables hidráulicas.*

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: RIO_CHEJOLLANI Reach: 12KM Profile: PR=100A												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # CH
12KM	11734.1*	PR=100A	195.00	3997.25	4002.05		4002.16	0.000467	1.48	143.51	47.56	0.24
12KM	11656.0*	PR=100A	195.00	3997.50	4002.00		4002.11	0.000779	1.45	135.23	57.40	0.29
12KM	11578.0*	PR=100A	195.00	3997.75	4001.83		4002.02	0.001723	1.93	101.07	47.94	0.42
12KM	11500	PR=100A	195.00	3998.00	4000.90	4000.90	4001.68	0.010916	3.90	49.96	32.84	1.01
12KM	11400.0*	PR=100A	195.00	3995.92	3997.97	3998.53	3999.72	0.039142	5.86	33.30	31.28	1.81
12KM	11300.0*	PR=100A	195.00	3993.84	3995.96	3996.16	3996.82	0.018882	4.12	47.38	43.89	1.27
12KM	11200.0*	PR=100A	195.00	3991.76	3993.45	3993.75	3994.46	0.029820	4.45	43.77	50.88	1.53
12KM	11100.0*	PR=100A	195.00	3989.67	3991.15	3991.32	3991.84	0.021702	3.67	53.18	65.32	1.30
12KM	11000	PR=100A	195.00	3987.59	3988.63	3988.82	3989.34	0.029077	3.73	52.22	77.74	1.45
12KM	10900.0*	PR=100A	195.00	3985.21	3986.35	3986.45	3986.90	0.019946	3.30	59.01	79.56	1.23
12KM	10800.0*	PR=100A	195.00	3982.84	3983.90	3984.09	3984.58	0.027035	3.65	53.38	77.78	1.41
12KM	10700.0*	PR=100A	195.00	3980.46	3981.58	3981.71	3982.17	0.021249	3.38	57.71	78.88	1.26
12KM	10600.0*	PR=100A	195.00	3978.09	3979.16	3979.33	3979.82	0.025706	3.61	53.97	76.96	1.38
12KM	10500	PR=100A	195.00	3975.71	3976.81	3976.96	3977.42	0.022255	3.45	56.45	77.27	1.29
12KM	10400.0*	PR=100A	195.00	3974.41	3975.56	3975.57	3975.94	0.013274	2.72	71.57	94.97	1.00
12KM	10300.0*	PR=100A	195.00	3973.11	3974.19	3974.21	3974.55	0.014530	2.64	73.76	109.61	1.03
12KM	10200.0*	PR=100A	195.00	3971.80	3972.86	3972.84	3973.16	0.013006	2.41	80.75	126.50	0.97
12KM	10100.0*	PR=100A	195.00	3970.50	3971.49	3971.49	3971.77	0.014696	2.35	82.83	147.73	1.00
12KM	10000	PR=100A	195.00	3969.20	3970.21	3970.12	3970.39	0.008899	1.89	102.93	174.55	0.79
12KM	9900.00*	PR=100A	195.00	3968.16	3969.15	3969.10	3969.38	0.011446	2.16	90.37	152.30	0.89
12KM	9800.00*	PR=100A	195.00	3967.12	3968.18		3968.40	0.008502	2.08	93.66	133.24	0.79
12KM	9700.00*	PR=100A	195.00	3966.07	3967.07	3967.04	3967.39	0.011985	2.47	78.90	112.26	0.94
12KM	9600.00*	PR=100A	195.00	3965.03	3966.19		3966.45	0.007222	2.26	86.44	96.39	0.76
12KM	9500	PR=100A	195.00	3963.99	3965.06	3965.06	3965.49	0.012774	2.93	66.59	76.91	1.01
12KM	9400.00*	PR=100A	195.00	3962.17	3963.05	3963.21	3963.69	0.026401	3.57	54.67	81.07	1.39
12KM	9300.00*	PR=100A	195.00	3960.34	3961.37	3961.38	3961.77	0.013725	2.81	69.32	89.87	1.02
12KM	9200.00*	PR=100A	195.00	3958.51	3959.40	3959.53	3959.95	0.024826	3.28	59.38	95.23	1.33
12KM	9100.00*	PR=100A	195.00	3956.69	3957.68	3957.69	3958.04	0.014327	2.68	72.89	105.26	1.03
12KM	9000	PR=100A	195.00	3954.86	3955.73	3955.85	3956.22	0.023727	3.08	63.28	107.90	1.29
12KM	8900.00*	PR=100A	195.00	3953.69	3954.60	3954.57	3954.86	0.012599	2.29	85.21	141.32	0.94
12KM	8800.00*	PR=100A	195.00	3952.52	3953.35	3953.32	3953.59	0.012715	2.14	91.27	168.96	0.93
12KM	8700.00*	PR=100A	195.00	3951.35	3952.14	3952.10	3952.34	0.011960	1.98	98.41	194.86	0.89
12KM	8600.00*	PR=100A	195.00	3950.17	3950.93	3950.89	3951.12	0.012568	1.94	100.50	213.13	0.90
12KM	8500	PR=100A	195.00	3949.00	3949.72	3949.67	3949.89	0.011815	1.85	105.40	229.23	0.87

Nota. Realizado el programa H.E.C.-R.A.S.

## 4.6. Estabilidad de agua

Del mismo modo, el programa HEC\_RAS proporciona un inventario resumido de parámetros hidrófilos para cada sector, incluyendo máximos niveles de caudal en los periodos de regreso.

**Tabla 29**

*Síntesis de características hidráulicas críticas.*

TR (AÑOS)	PARÁMETROS HIDRÁULICOS, CUENCA DEL RÍO CHEJOLLANI		
	CAUDAL (M3/S)	VELOCIDAD (M/S)	TIRANTE HIDRÁULICO (M)
2	39.50	1.81	4.19
5	60.00	2.15	4.41
10	80.80	3.47	5.49
25	116.90	3.64	5.79
50	152.20	3.72	6.03
100	195.00	3.90	6.28

*Nota.* Creado con hoja de cálculo

**Tabla 30**

*Síntesis del parámetro de agua y áreas inundadas*

TR (AÑOS)	PARÁMETROS HIDRÁULICOS, CUENCA DEL RÍO CHEJOLLANI						
	CAUDAL (M3/S)	VELOCIDAD (M/S)	TIRANTE HIDRÁULICO (M)	ÁREAS DE INUNDACIONES (Ha)			
				MUY ALTA $H > 1.50 \text{ m}$	ALTA $0.50 \text{ m} < H < 1.50 \text{ m}$	MEDIA $0.25 \text{ m} < H < 0.50 \text{ m}$	BAJA $< 0.25 \text{ m}$
2	39.50	1.81	4.19	0.00	0.40	4.00	6.27
5	60.00	2.15	4.41	0.00	2.25	2.90	5.21
10	80.80	3.47	5.49	0.65	13.45	10.21	18.78
25	116.90	3.64	5.79	1.05	19.49	16.34	24.57
50	152.20	3.72	6.03	1.46	26.67	24.00	27.46
100	195.00	3.90	6.28	2.41	39.24	30.32	32.04
<b>MANCHA DE INUNDACIÓN</b>				<b>5.57</b>	<b>101.50</b>	<b>87.77</b>	<b>114.33</b>

*Nota.* Realizado con una hoja de cálculo Excel



## **4.6.1. Representación de riesgo de inundación**

Al elaborar mapas de riesgos, es posible reconocer áreas propensas a inundaciones. Los mapas adquiridos permiten establecer lo siguiente:

- a) Las profundidades de agua superiores a 1.50 mts están localizadas en zonas de altos riesgos de inundaciones.
- b) En áreas de altos riesgos de inundaciones, se encuentran profundidades de agua mayores de 0.50 mts a 1.50 mts.
- c) Las profundidades de agua de 0.25 mts a 0.50 mts están asociadas a zonas con unos riesgos medios de inundaciones.
- d) Las profundidades de agua inferiores a 0.25 m están vinculadas a áreas con bajos riesgos de inundaciones.



## 4.7. Discusión de resultados

En el distrito de Muñani-Azángaro, las zonas de inundación con mayor riesgo son aquellas con periodos de retorno de 10, 25, 50 y 100 años, según los hallazgos del estudio que definió las áreas propensas a inundaciones dentro de la cuenca del río Chijjollani para varios intervalos de retorno. Estos hallazgos son consistentes con partes de la investigación de Soto (2014) que indica la probabilidad de ocurrencia de lluvia estática en los próximos cinco, diez, veinte, treinta y cien años. Según (Concha y Miranda, 2016), los cálculos actuales no pueden ser respaldados por ningún dato, por lo que no se puede determinar la amplitud de la cuenca en el plano de inundación. Debido a esto, el estudio en cuestión discrepa con éste. Morris (2006) muestra que la cuenca de Guápiles tiene una probabilidad de inundación menor a 50 años, lo que indica un peligro menor. Los hallazgos de este estudio no coinciden con la investigación del propio autor.



## CONCLUSIONES

1. Se analizó el comportamiento hidráulico en la cuenca del río Chijjollani en distintos periodos de regresión de 2;5;10;25;50 y 100 años. Este se muestra de la siguiente manera: la velocidad de desplazamiento como también la profundidad hidráulica se muestran de la siguiente manera: con duración de dos años (1,81m/s y 4,19m), cinco años (2,15m/s y 4,41m), diez años (3,47m/s y 5,49m), veinticinco años (3,64m/s y 5,79m), cincuenta años (3,72m/s y 6,03m) y en conclusión para cien años (3,90m/s y 6,28m). Subalterna, equitativa y superalterna son algunas de las formas en que podría moverse la corriente de agua.
2. El volumen del río Chijjollani se determinó para un rango de intervalos de regresión, que incluyen 2; 5;10; 25;50 y 100 años. Correspondientes a los siguientes lapsos de periodos: 39,50m<sup>3</sup>/s, 60,00m<sup>3</sup>/s, 80,80m<sup>3</sup>/s, 116,90m<sup>3</sup>/s, 152,20m<sup>3</sup>/s y 195,00m<sup>3</sup>/s.
3. Para las distintas fechas de retorno, se definió la zona de inundación mediante el uso de los programas Arc GIS y HEC-RAS. De acuerdo con el tamaño del área vulnerable y la superficie que cubre, estos sistemas de simulación de recursos hídricos en las zonas de trabajo en la cual identifican y delimitan regiones susceptibles desbordamientos. Para magnitud alta, estas áreas son 5,57ha, intensidad máxima 101,50ha, intensidad moderada 87,77ha y menor intensidad 114,33ha. El gobierno de la zona puede crear iniciativas de defensa de las riberas para garantizar la seguridad de todos los ciudadanos locales, y los residentes pueden adoptar sus propias medidas de protección con base en estos modelos de riesgo.



## RECOMENDACIONES

- Se sugiere la ejecución de las siguientes investigaciones, con el objetivo de desarrollar sistemas de protección ribereña de ese río, basándose en áreas que podrían ser inundadas.
- Se recomienda en los próximos estudios efectuar investigaciones sobre el deslizamiento de las sedimentaciones; ya que el acopio de sedimento causa una sobre-explotación en algunas zonas de este río.
- En los estudios de hidráulica, se recomienda realizar trabajos topográficos durante las temporadas de lluvia, así como realizar estudios más detallados, con el objetivo de crear una representación óptima de la figura del canal y la sección transversal. sobreexplotación en ciertas partes de este río.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguilar Rios, S. (2024). *MODELAMIENTO HIDROLÓGICO DE CUENCAS ANDINAS*.
- Aguiriano Barroso, K. (2015). *Análisis Estadísticos de Frecuencias de Avenidas Mediante Series de Máximos*.  
[https://www.google.com.pe/books/edition/An%C3%A1lisis\\_Estad%C3%ADsticos\\_de\\_Frecuencias\\_d/cxA0swEACAAJ?hl=es-419](https://www.google.com.pe/books/edition/An%C3%A1lisis_Estad%C3%ADsticos_de_Frecuencias_d/cxA0swEACAAJ?hl=es-419)
- Amado, J. (1994). *DESASTRES Y SOCIEDAD*. <http://www.desenredando.org>
- Aparicio Mijares, F. (2004). *Fundamentos de hidrología de superficie*. Limusa.
- Bateman, A. (2007). *HIDROLOGIA BASICA Y APLICADA*. [www.gits.ws](http://www.gits.ws)
- Benavides, H. (2017). *Fundamentos de SIG*. [www.acolita.com](http://www.acolita.com)
- Cabrera Balarezo, J. J. (2017). *Evaluación del modelo HEC-HMS para la simulación hidrológica de una cuenca de páramo*.
- Caso Osorio, E. (2010). *MANUAL DE ARCGIS*.
- Casteñeda Sabido, F., Valverde Viesca, K., & Cruz Parceros, L. (2013). *Las inundaciones y el cambio climático*.
- CNPC. (2019). *INUNDACIONES SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA*. [www.gob.mx/sspc?idiom=es](http://www.gob.mx/sspc?idiom=es)
- Concha Zeballos, C. J., & Miranda Vega, A. G. (2016). "ANÁLISIS DEL RIESGO DE INUNDACION DE LA CUENCA DEL RIO CHILI EN EL TRAMO DE CHILINA A UCHUMAYO - AREQUIPA."
- Garau, A. (1975). *Determinación del potencial hídrico en suelos*.  
[https://www.google.com.pe/books/edition/Determinaci%C3%B3n\\_del\\_potencial\\_h%C3%ADrico\\_en/2fUHogEACAAJ?hl=es-419](https://www.google.com.pe/books/edition/Determinaci%C3%B3n_del_potencial_h%C3%ADrico_en/2fUHogEACAAJ?hl=es-419)



- Guyer, P. (2010). *Una Introducción a la Ingeniería de Control de Inundaciones*.  
[https://www.google.com.pe/books/edition/Una\\_Introducci%C3%B3n\\_a\\_la\\_Ingenier%C3%ADa\\_de\\_Co/kFDGDwAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0](https://www.google.com.pe/books/edition/Una_Introducci%C3%B3n_a_la_Ingenier%C3%ADa_de_Co/kFDGDwAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0)
- Hunt, S. (2019). *El ciclo del agua*.  
[https://www.google.com.pe/books/edition/El\\_ciclo\\_del\\_agua\\_The\\_Water\\_Cycle/lb7XDwAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0](https://www.google.com.pe/books/edition/El_ciclo_del_agua_The_Water_Cycle/lb7XDwAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0)
- Jullca, L. (2013). Evaluación de riesgo de inundación en el distrito de Taraco utilizando Sistemas de Información Geográfica. *Universidad Nacional de Ingeniería*. <https://repositorio.uni.edu.pe/handle/20.500.14076/2955>
- La Torre, H. (1973). *Inundaciones y desbordamientos que comprometen la seguridad*.  
[https://www.google.com.pe/books/edition/Inundaciones\\_y\\_desbordamientos\\_que\\_compr/ItaNrgEACAAJ?hl=es-419](https://www.google.com.pe/books/edition/Inundaciones_y_desbordamientos_que_compr/ItaNrgEACAAJ?hl=es-419)
- Lange, G. (1906). *Rio Pilcomayo desde la Desembocadura en el Rio Paraguay hasta el Parelelo 2*.  
[https://www.google.com.pe/books/edition/Rio\\_Pilcomayo\\_desde\\_la\\_Desembocadura\\_en/02kS0AEACAAJ?hl=es-419](https://www.google.com.pe/books/edition/Rio_Pilcomayo_desde_la_Desembocadura_en/02kS0AEACAAJ?hl=es-419)
- Linsley, R. K. ., Kohler, M. A. ., Paulhus, J. L. H. ., & Deeb, Alejandro. (1988). *Hidrología*. 386.
- Morris Grainger, H. (2006). *Modelación hidráulica e hidrológica del Río Guápiles para determinar la vulnerabilidad a inundaciones en un tramo comprendido entre los poblados Guápiles y la Rita*. <https://hdl.handle.net/10669/16654>
- Nuez, I. de la. (1989). *Inundaciones*. <https://www.casadellibro.com/ebook-inundaciones-ebook/9788418619632/12546691>



Pérez Carmona, Rafael. (2019). *Diseño y Construcción de Alcantarillados de Aguas Residuales, Pluvial y Drenajes en Carreteras - 1ra Edición*. 610.

Purslow, F. (2016). *Las Precipitaciones*.

[https://www.google.com.pe/books/edition/Las\\_Precipitaciones/lvE\\_yAEACAAJ?hl=es-419](https://www.google.com.pe/books/edition/Las_Precipitaciones/lvE_yAEACAAJ?hl=es-419)

Rodriguez, M., Aransay, M., Santamaría, P., Llorente, A., & Ruiz, P. (2020).

*Sistemas de Información Geográfica (SIG)*.

Senamhi. (2022). *INVENTARIO DE DATOS DE EVENTOS DE INUNDACIONES*

*DEL PERÚ*. <https://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/1786>

Tayupanta, J. (n.d.). *La Erosion Hidrica: Proceso, Factores Y Formas*. Retrieved

October 15, 2024, from

[https://www.google.com.pe/books/edition/La\\_Erosion\\_Hidrica\\_Proceso\\_Factores\\_Y\\_Fo/a7EzAQAAMAAJ?hl=es-419&gbpv=0](https://www.google.com.pe/books/edition/La_Erosion_Hidrica_Proceso_Factores_Y_Fo/a7EzAQAAMAAJ?hl=es-419&gbpv=0)

Ven Te Chow. (1994). *Hidrología Aplicada*.

<https://www.hidrosm.com/2021/01/libro-hidrologia-aplicada-ven-te-chow.html>

Vera, A. (2015). *Hidrostática-Hidrodinámica*.

<https://librosengeneral.com/libro/no14-mecanica-de-fluidos-hidrostatica-hidrodinamica/>



## ANEXOS



### ANEXO 1

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MEDICIÓN
<b>GENERAL:</b> ¿Cuáles son las áreas sujetas a inundación por la cuenca del río Chijjollani, en diversos periodos de retorno en el distrito de Muñani?	<b>GENERAL:</b> Delimitar las áreas sujetas a inundación por la cuenca del río Chijjollani, en diversos periodos de retorno en el distrito de Muñani.	<b>GENERAL:</b> Desde el puente Chijjollani y en diferentes horarios de retorno, en zonas de riesgos de inundaciones se encuentran dentro del radio que abarca aproximadamente cinco mil metros.	VI: Evaluación hidrológica del río Chijjollani	✓ Geomorfología de la cuenca Chijjollani	✓ Parámetros de forma de la cuenca ✓ Pendiente ✓ Área	✓ Análisis con el Software ArcGIS
<b>ESPECIFICO:</b> ¿Cuál es el comportamiento hidráulico de la cuenca del río Chijjollani, para diversos	<b>ESPECIFICO:</b> Realizar el análisis hidráulico de la cuenca del río Chijjollani, para diversos	<b>ESPECIFICO:</b> Dependiendo de cuánto duren las tormentas y cuántos días duren, el análisis hidráulico cambia. El canal principal tiene una mayor capacidad, lo que		✓ Parámetros de relieve de la cuenca Chijjollani	✓ Curva hipsométrica ✓ Altitud media de la cuenca ✓ Pendiente media de la cuenca	✓ Análisis con el Software ArcGIS



periodos de retorno?	periodos de retorno.	significa que hay más fricción, erosión y arrastre de sedimentos.				
¿Cuál es la capacidad hídrica del río Chijjollani, en diferentes periodos de retorno?	Determinar la capacidad hídrica del río Chijjollani, en diferentes periodos de retorno.	Para varios períodos de retorno, los meses de diciembre a marzo específicamente registran el mayor volumen.		✓ Parámetros de la red hidrográfica de la cuenca Chijjollani	✓ Numero de orden de ríos ✓ Densidad de drenaje ✓ Tiempo de contracción	✓ Análisis con el Software ArcGIS
¿Cuáles son las áreas inundables determinadas mediante los Softwares HEC -RAS y ArcGIS, para diversos periodos de retorno?	Determinar las áreas inundables, mediante la representación con los Softwares HEC-RAS y ArcGIS, para diversos periodos de retorno.	Al utilizar el software HEC-RAS, ArcGIS y HEC-GeoRAS, se pueden delinear las ubicaciones clave en varios períodos de retorno utilizando las imágenes de velocidad y volumen de agua - GeoRAS.	VD: Zonas vulnerables a inundación	Inundación	✓ Inundación pluvial ✓ Inundación fluvial	✓ Análisis con el software ArcGIS Y HecGEO-RAS

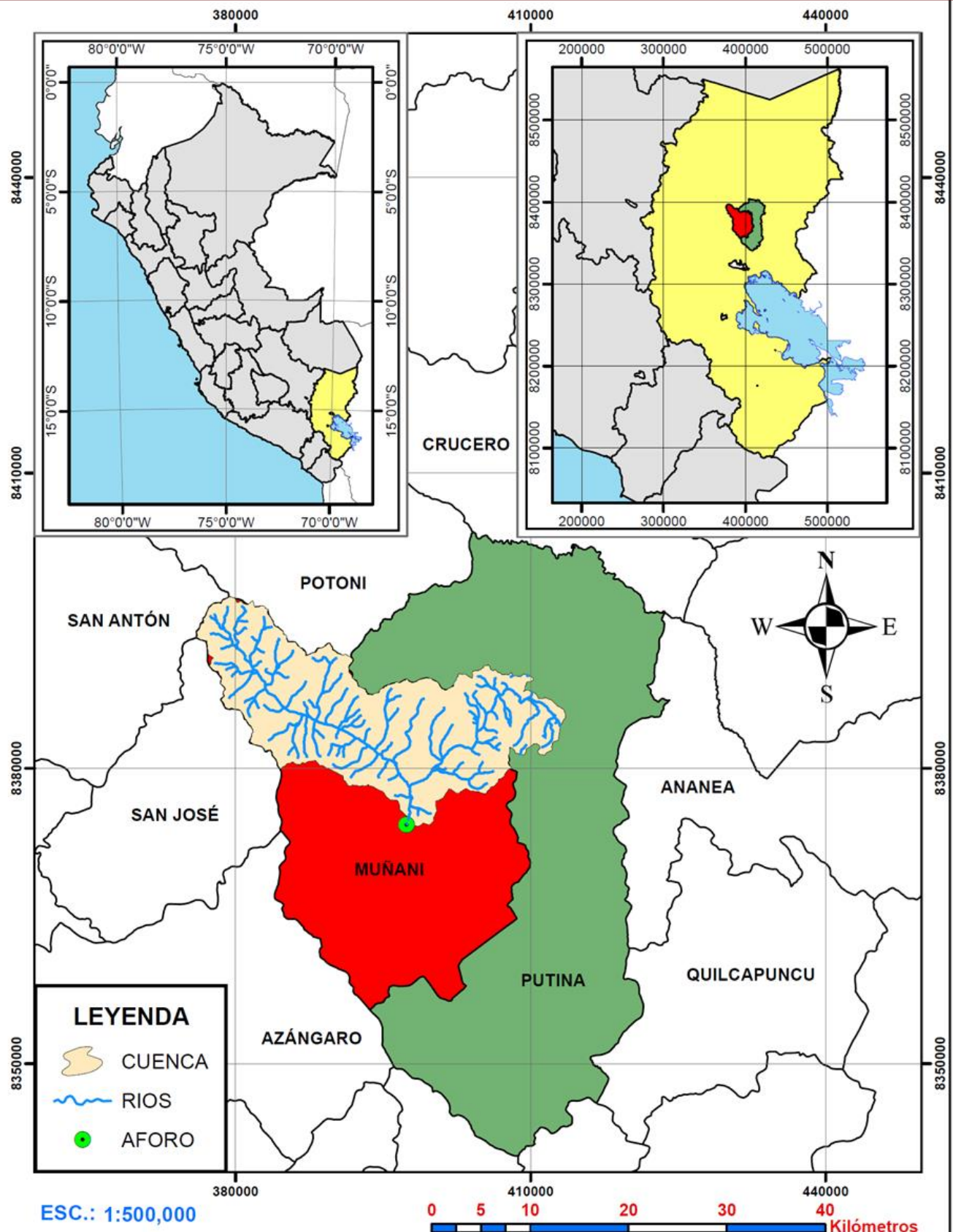


**ANEXO 2**

**UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO**

**EVALUACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO CHIJJOLLANI PARA  
EL ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES A INUNDACIÓN EN EL  
DISTRITO DE MUÑANI**

**Bach. MIGUEL ANGEL ZAGA VILCA**



**UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**TESIS:** EVALUACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO CHIJOLLANI PARA EL ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES A INUNDACIÓN EN EL DISTRITO DE MUÑANI

**MAPA DE UBICACIÓN**

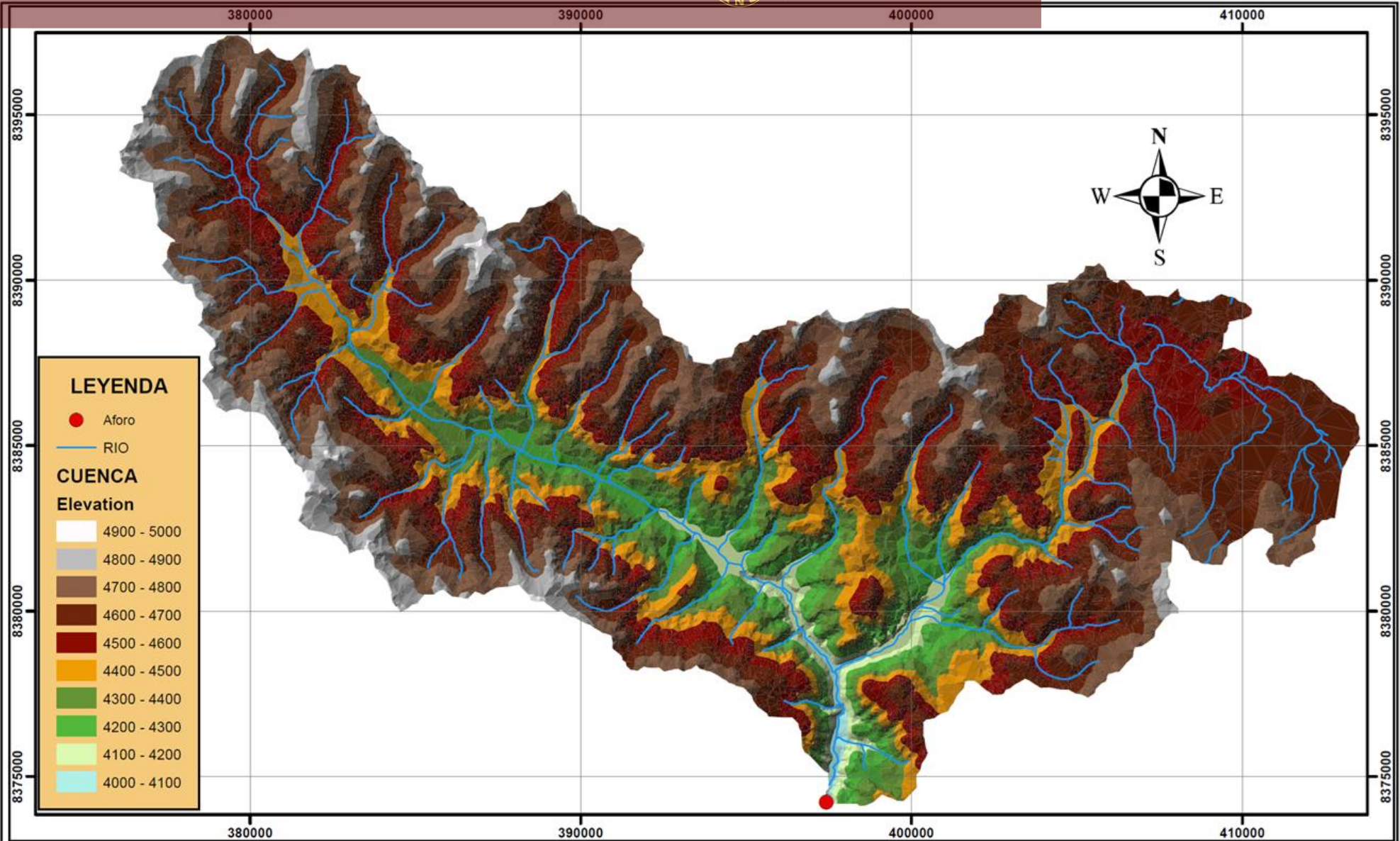
ELABORADO POR: Bach. MIGUEL ANGEL ZAGA VILCA





**ANEXO 3**

**CARTOGRAFÍA DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA**



ESC.: 1:150,000



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: EVALUACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO CHIJOLLANI PARA EL ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES A INUNDACIÓN EN EL DISTRITO DE MUÑANI

MAPA DE DELIMITACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO CHEJOLLANI

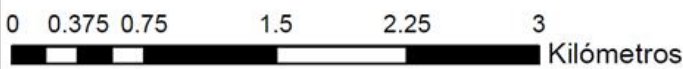
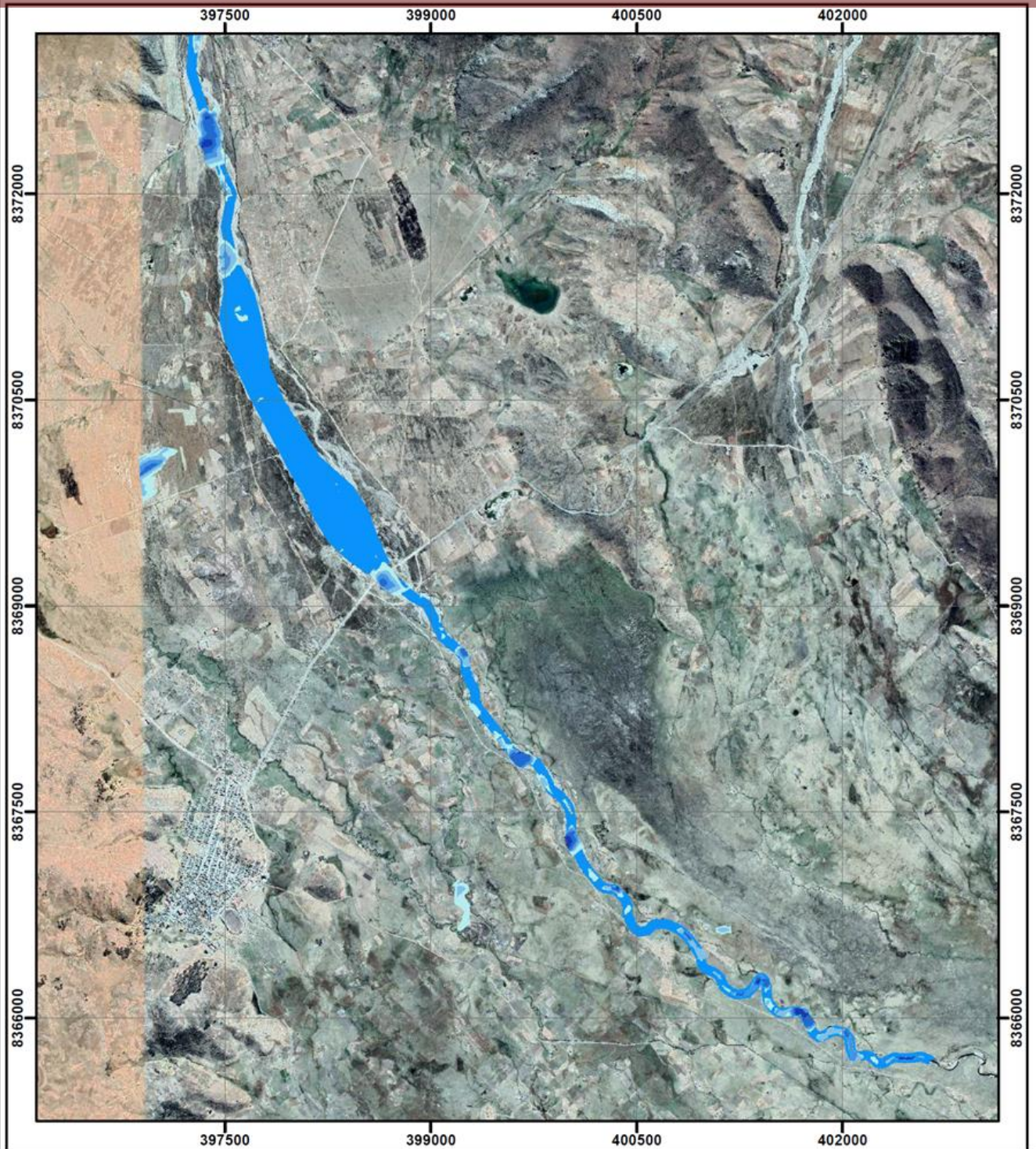
ELABORADO POR: Bach. MIGUEL ANGEL ZAGA VILCA





**ANEXO 4**

**CARTOGRAFIA DE RIESGO HIDRICO**



ESC.: 1:40,000

LEYENDA		
Tirante Hidráulico (m)		
	0.00 - 0.31	
	0.32 - 0.69	
	0.7 - 1.10	
	1.11 - 1.61	
	1.62 - 2.45	
	2.46 - 4.19	



## UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

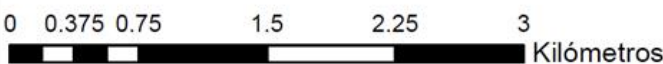
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: EVALUACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO CHIJOLLANI PARA EL ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES A INUNDACIÓN EN EL DISTRITO DE MUÑANI

MAPA DE INUNDACIÓN, PERIODO DE RETORNO = 2 AÑOS

ELABORADO POR: Bach. MIGUEL ANGEL ZAGA VILCA





ESC.: 1:40,000

LEYENDA		
Tirante Hidráulico (m)		
0.00 - 0.38	0.84 - 1.28	1.81 - 2.63
0.39 - 0.83	1.29 - 1.80	2.64 - 4.41



## UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

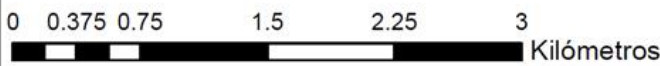
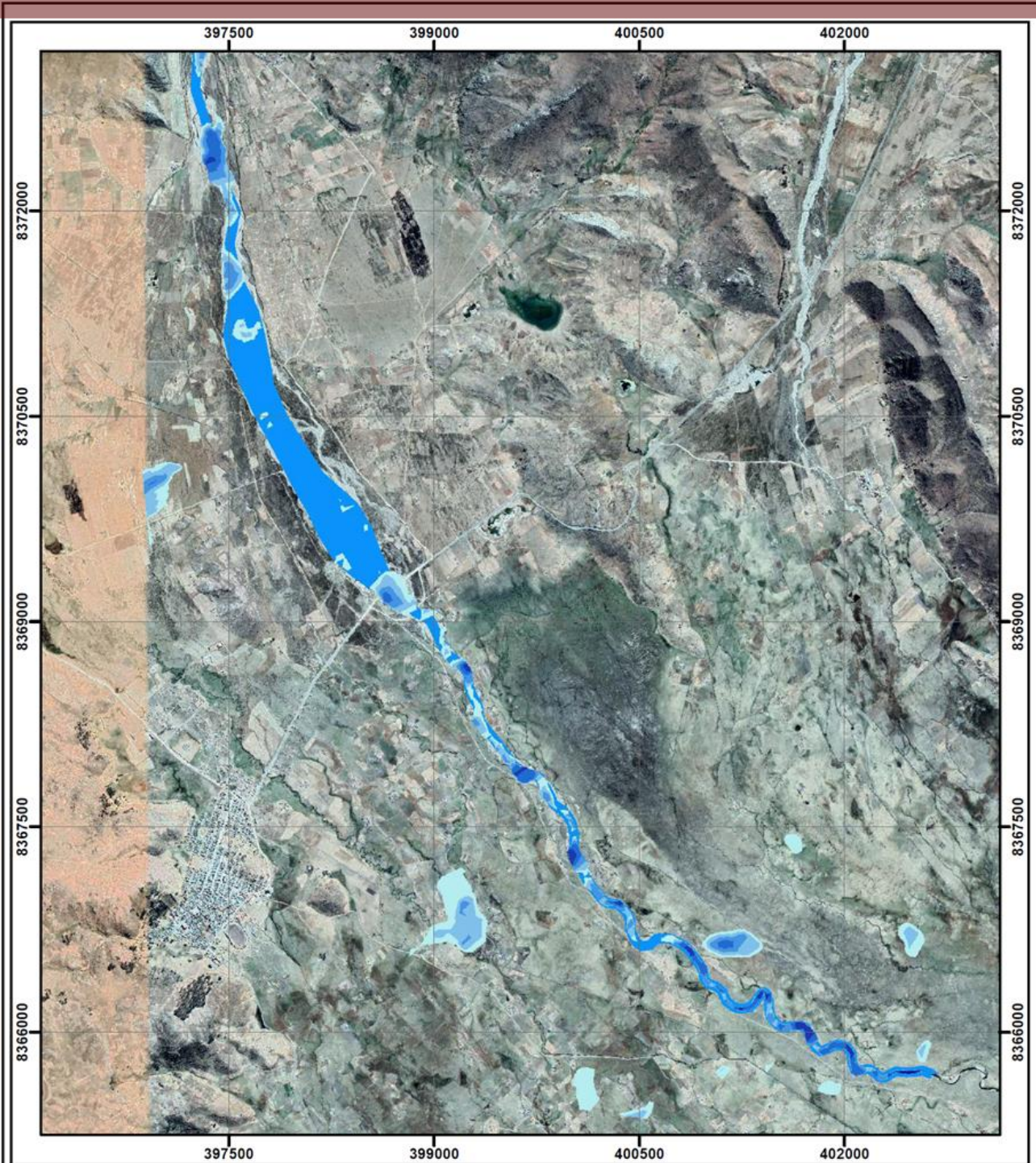
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**TESIS:** EVALUACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO CHIJOLLANI PARA EL ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES A INUNDACIÓN EN EL DISTRITO DE MUÑANI

**MAPA DE INUNDACIÓN, PERIODO DE RETORNO = 5 AÑOS**

**ELABORADO POR:** Bach. MIGUEL ANGEL ZAGA VILCA





ESC.: 1:40,000

LEYENDA		
Tirante Hidráulico (m)		
0.00 - 0.41	0.91 - 1.51	2.23 - 3.18
0.42 - 0.90	1.52 - 2.22	3.19 - 5.49



## UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

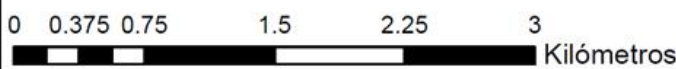
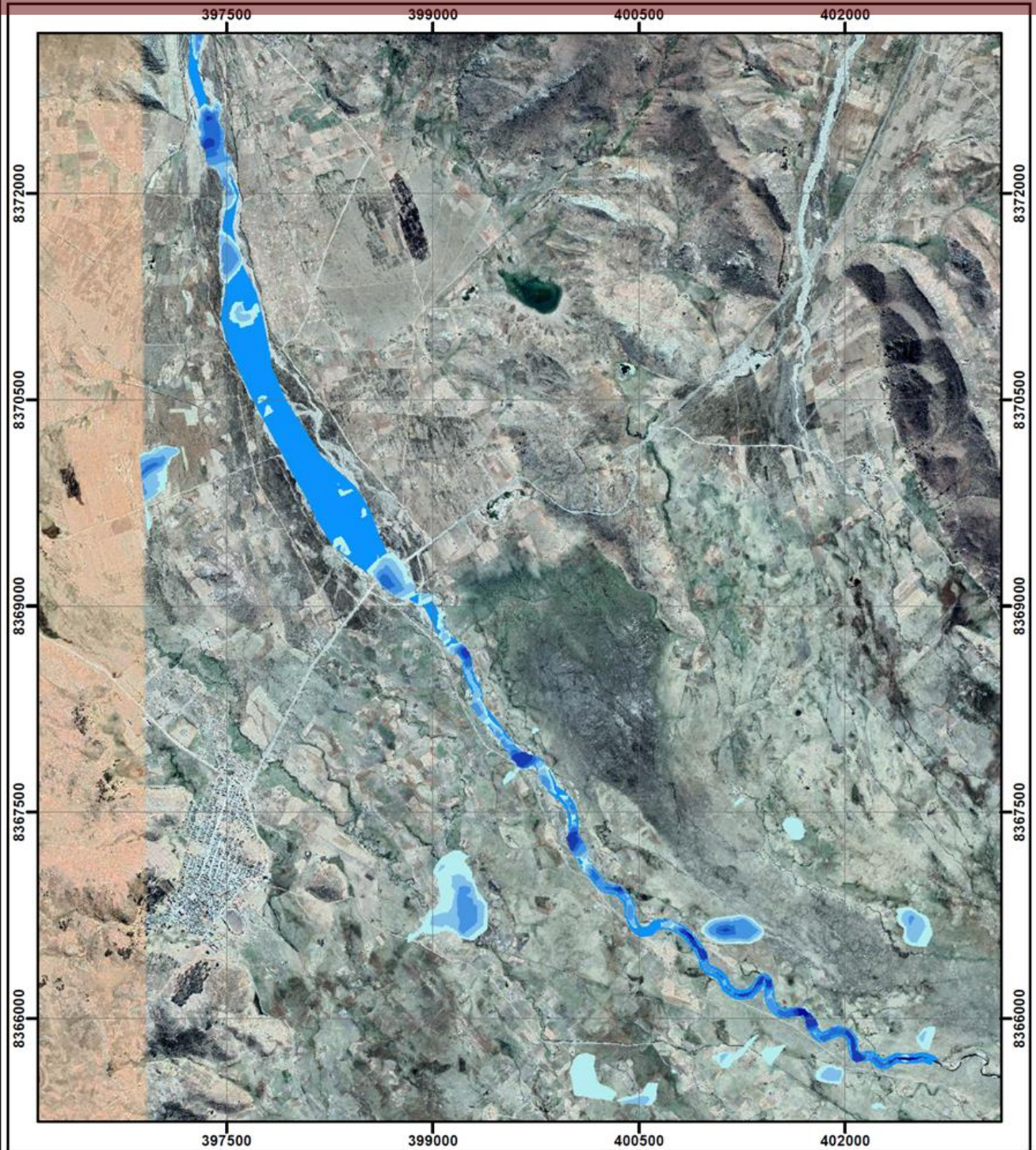
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: EVALUACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO CHIJOLLANI PARA EL ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES A INUNDACIÓN EN EL DISTRITO DE MUÑANI

MAPA DE INUNDACIÓN, PERIODO DE RETORNO = 10 AÑOS

ELABORADO POR: Bach. MIGUEL ANGEL ZAGA VILCA





ESC.: 1:40,000

LEYENDA		
Tirante Hidráulico (m)		
0.00 - 0.39	0.85 - 1.43	2.12 - 3.09
0.40 - 0.84	1.44 - 2.11	3.10 - 5.79



## UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

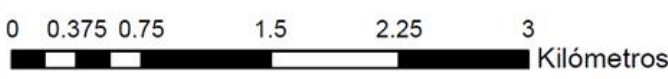
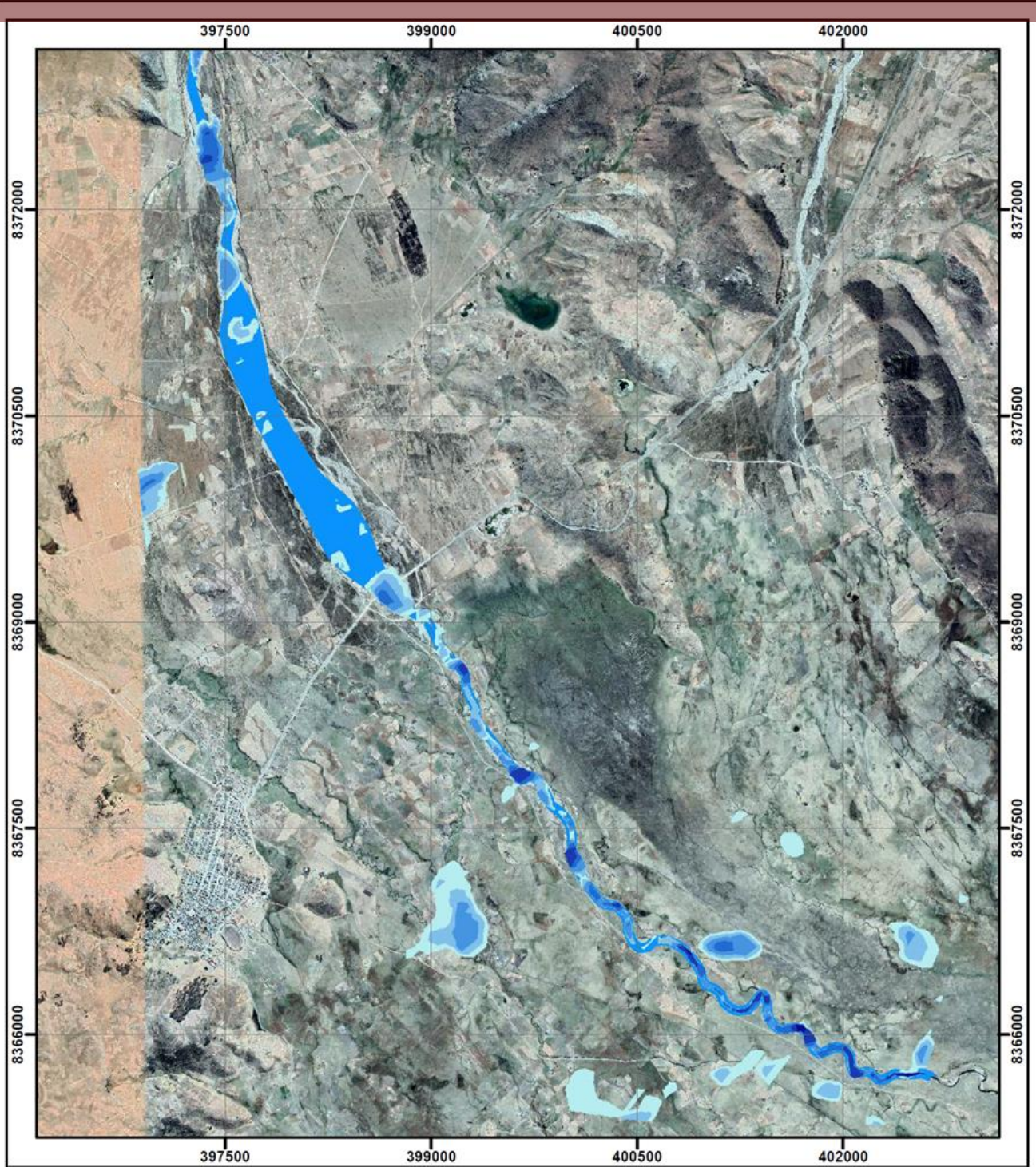
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: EVALUACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO CHIJOLLANI PARA EL ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES A INUNDACIÓN EN EL DISTRITO DE MUÑANI

MAPA DE INUNDACIÓN, PERIODO DE RETORNO = 25 AÑOS

ELABORADO POR: Bach. MIGUEL ANGEL ZAGA VILCA





ESC.: 1:40,000

LEYENDA		
Tirante Hidráulico (m)		
0.00 - 0.43	0.93 - 1.56	2.33 - 3.33
0.44 - 0.92	1.57 - 2.32	3.34 - 6.03



### UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

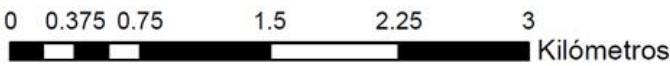
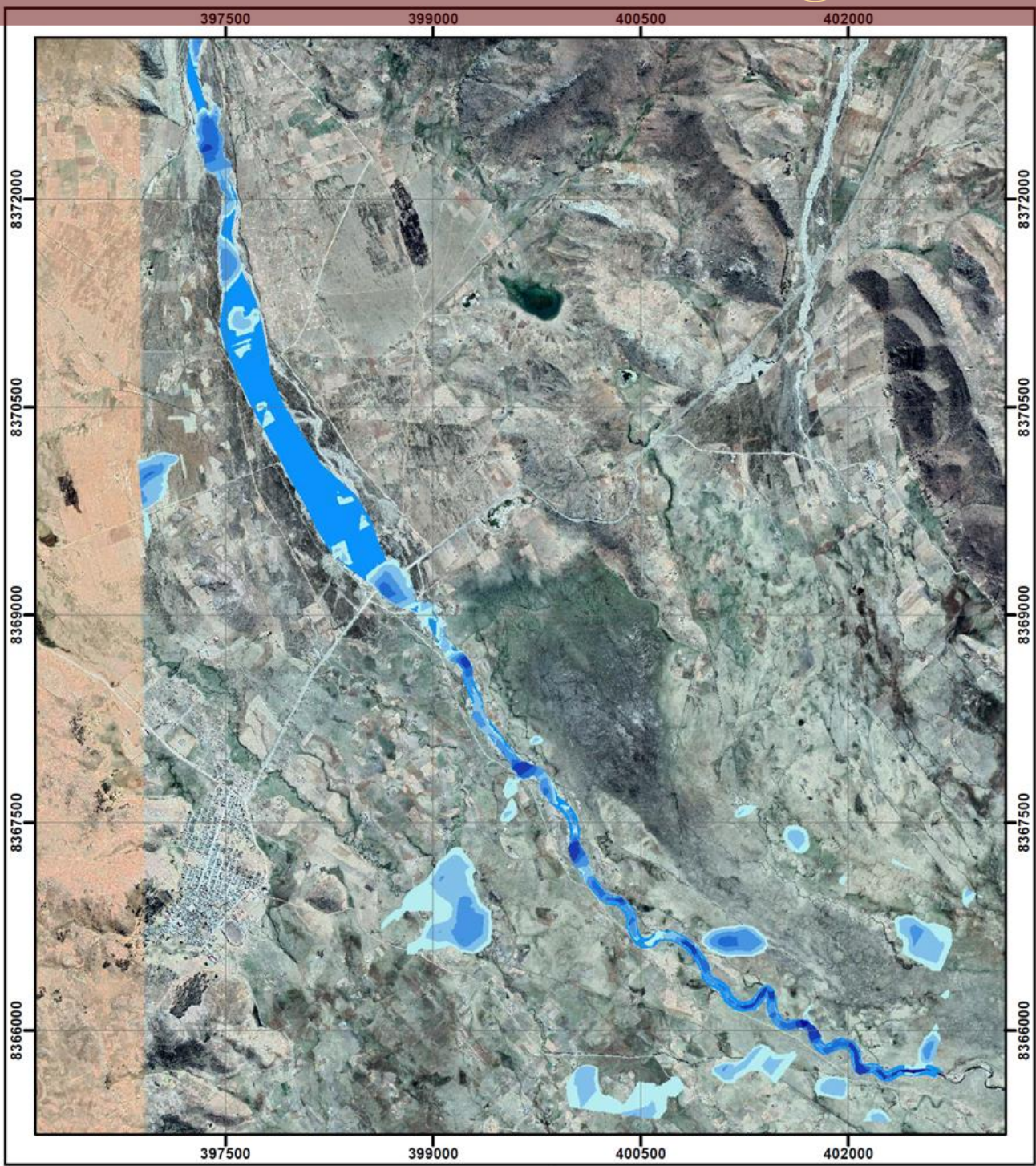
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: EVALUACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO CHIJOLLANI PARA EL ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES A INUNDACIÓN EN EL DISTRITO DE MUÑANI

MAPA DE INUNDACIÓN, PERIODO DE RETORNO = 50 AÑOS

ELABORADO POR: Bach. MIGUEL ANGEL ZAGA VILCA





ESC.: 1:40,000

**LEYENDA**  
Tirante Hidráulico (m)

0.00 - 0.42	0.97 - 1.67	2.50 - 3.57
0.43 - 0.96	1.68 - 2.49	3.58 - 6.28



## UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: EVALUACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO CHIJOLLANI PARA EL ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES A INUNDACIÓN EN EL DISTRITO DE MUÑANI

MAPA DE INUNDACIÓN, PERIODO DE RETORNO = 100 AÑOS

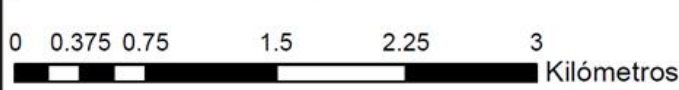
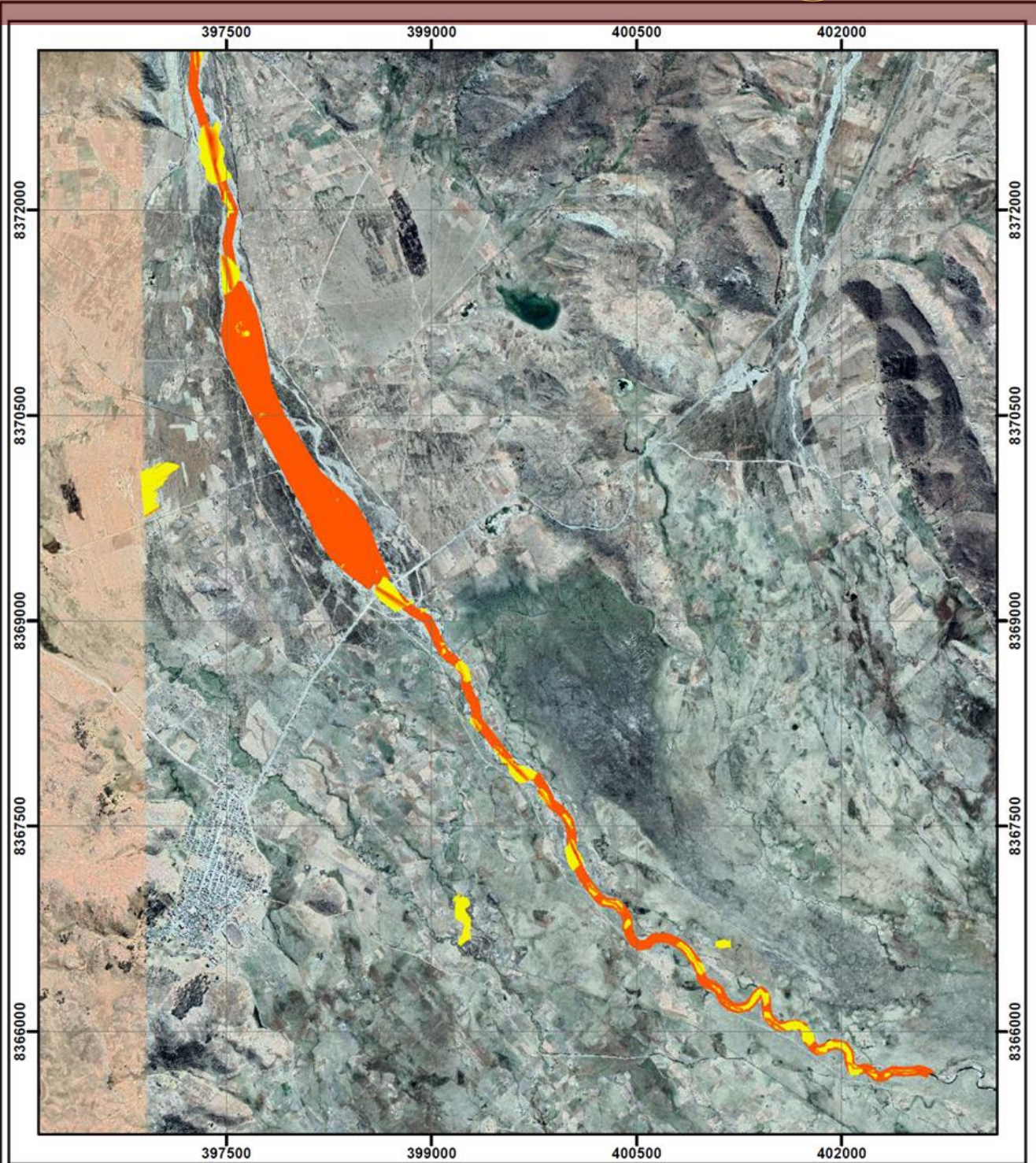
ELABORADO POR: Bach. MIGUEL ANGEL ZAGA VILCA



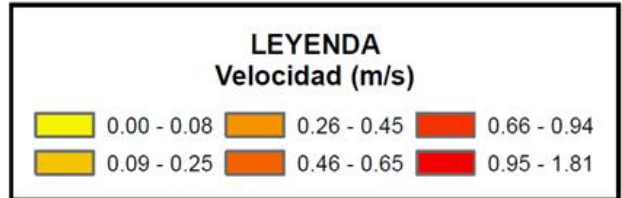


**ANEXO 5**

**CARTOGRAFIA DEL DINAMISMO DE CORRIENTE**



ESC.: 1:40,000



## UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

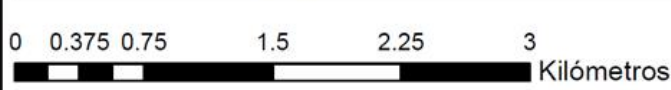
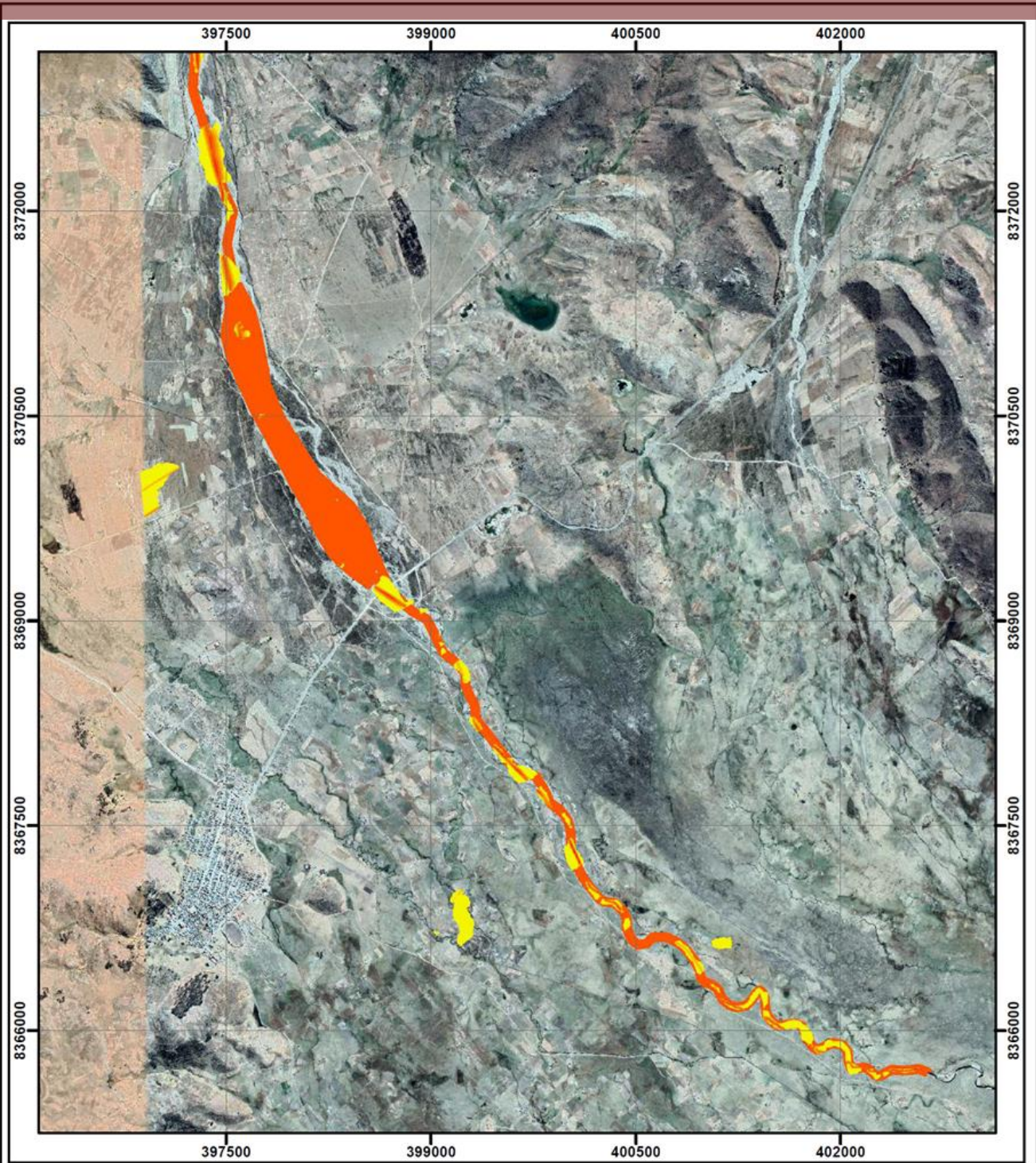
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: EVALUACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO CHIJOLLANI PARA EL ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES A INUNDACIÓN EN EL DISTRITO DE MUÑANI

MAPA DE VELOCIDAD, PERIODO DE RETORNO = 2 AÑOS

ELABORADO POR: Bach. MIGUEL ANGEL ZAGA VILCA





ESC.: 1:40,000

LEYENDA Velocidad (m/s)		
	0.00 - 0.11	
	0.12 - 0.34	
	0.35 - 0.59	
	0.60 - 0.85	
	0.86 - 1.22	
	1.23 - 2.15	



### UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

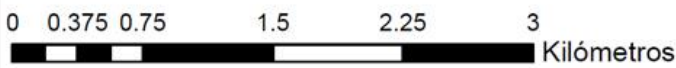
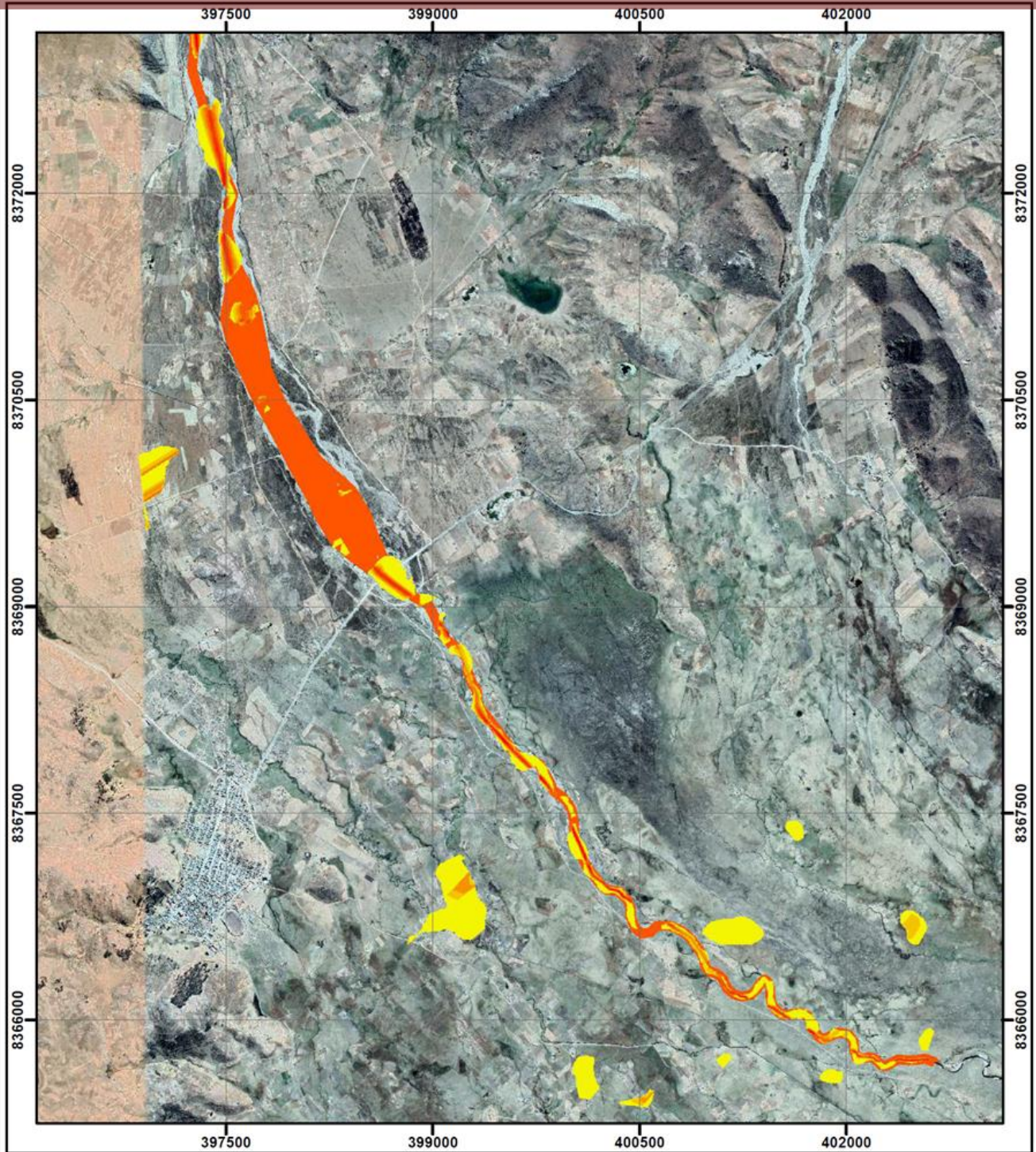
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: EVALUACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO CHIJOLLANI PARA EL ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES A INUNDACIÓN EN EL DISTRITO DE MUÑANI

MAPA DE VELOCIDAD, PERIODO DE RETORNO = 5 AÑOS

ELABORADO POR: Bach. MIGUEL ANGEL ZAGA VILCA





ESC.: 1:40,000

### LEYENDA Velocidad (m/s)

0.00 - 0.18	0.53 - 0.90	1.33 - 1.83
0.19 - 0.52	0.91 - 1.32	1.84 - 3.47



### UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

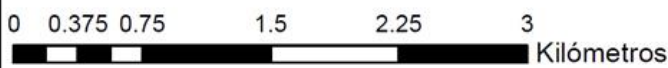
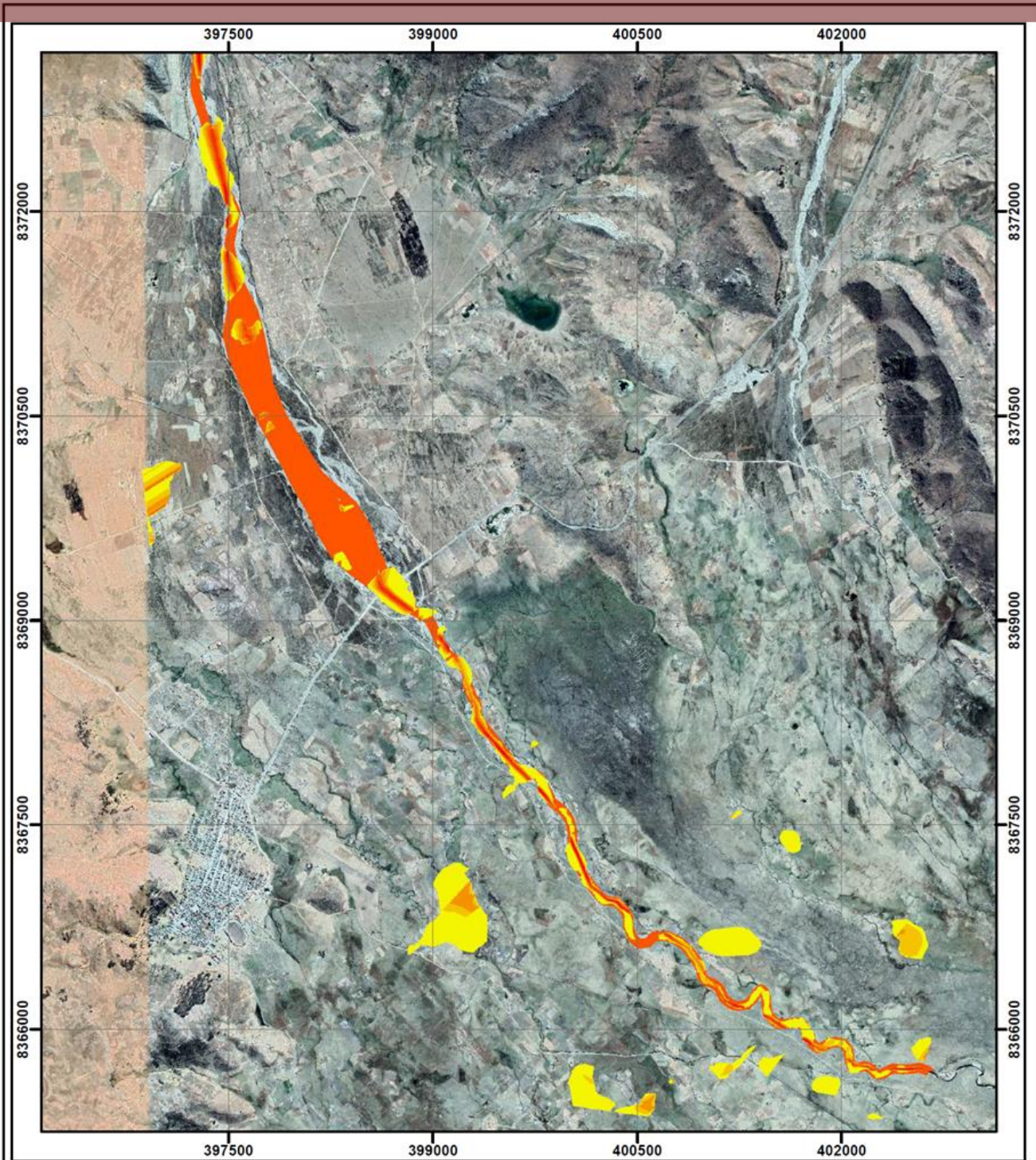
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: EVALUACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO CHIJOLLANI PARA EL ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES A INUNDACIÓN EN EL DISTRITO DE MUÑANI

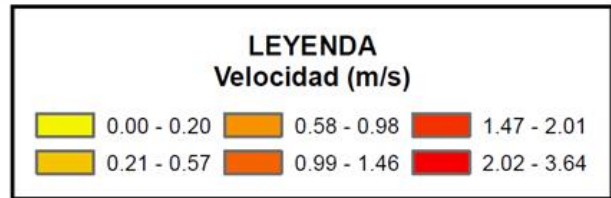
MAPA DE VELOCIDAD, PERIODO DE RETORNO = 10 AÑOS

ELABORADO POR: Bach. MIGUEL ANGEL ZAGA VILCA





ESC.: 1:40,000



**UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

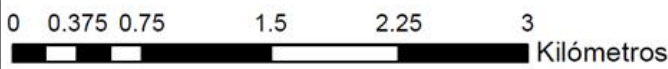
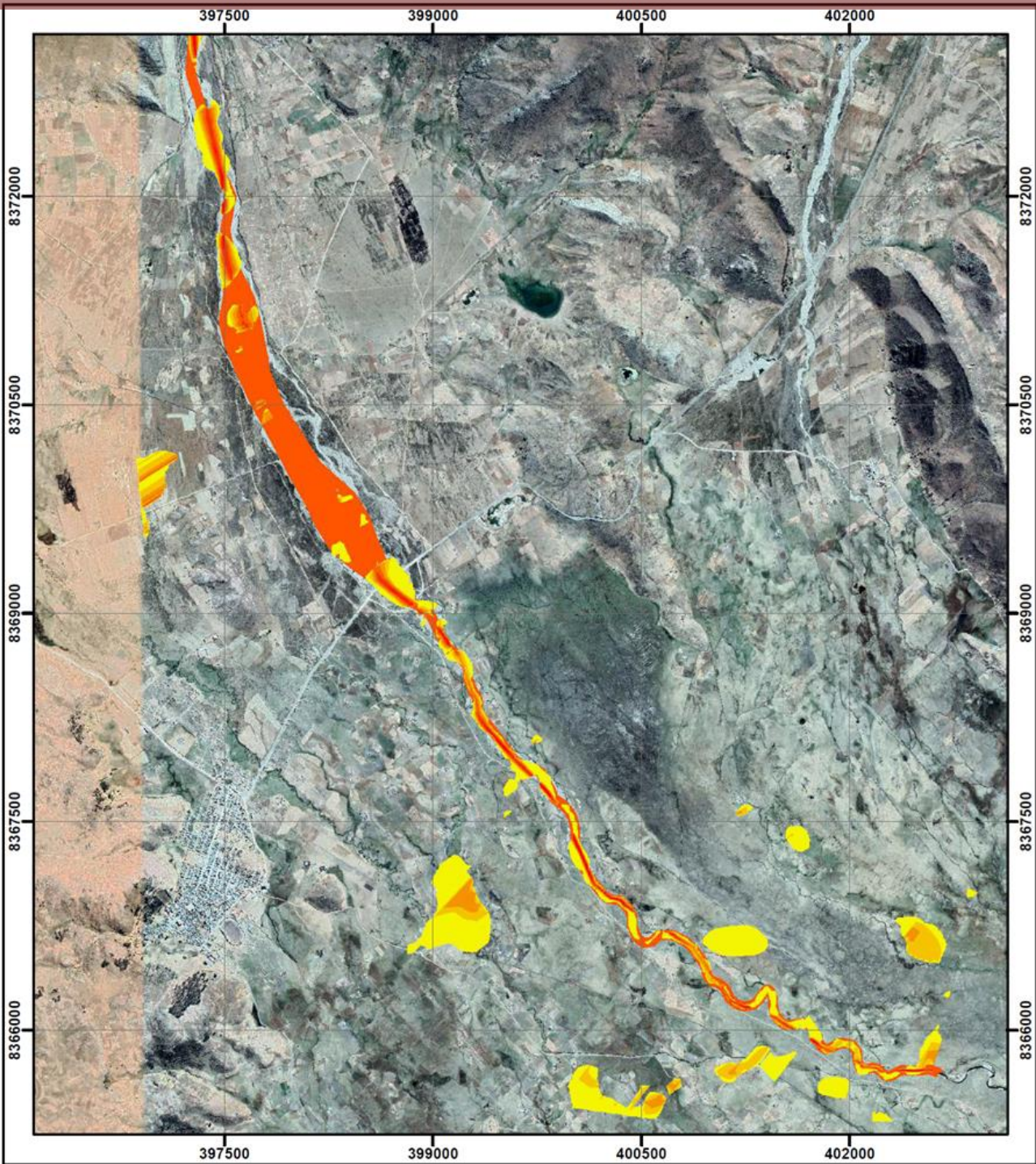
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**TESIS:** EVALUACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO CHIJOLLANI PARA EL ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES A INUNDACIÓN EN EL DISTRITO DE MUÑANI

**MAPA DE VELOCIDAD, PERIODO DE RETORNO = 25 AÑOS**

**ELABORADO POR:** Bach. MIGUEL ANGEL ZAGA VILCA





ESC.: 1:40,000

### LEYENDA Velocidad (m/s)

0.00 - 0.22	0.62 - 1.05	1.57 - 2.14
0.23 - 0.61	1.06 - 1.56	2.15 - 3.72



## UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

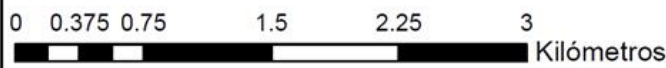
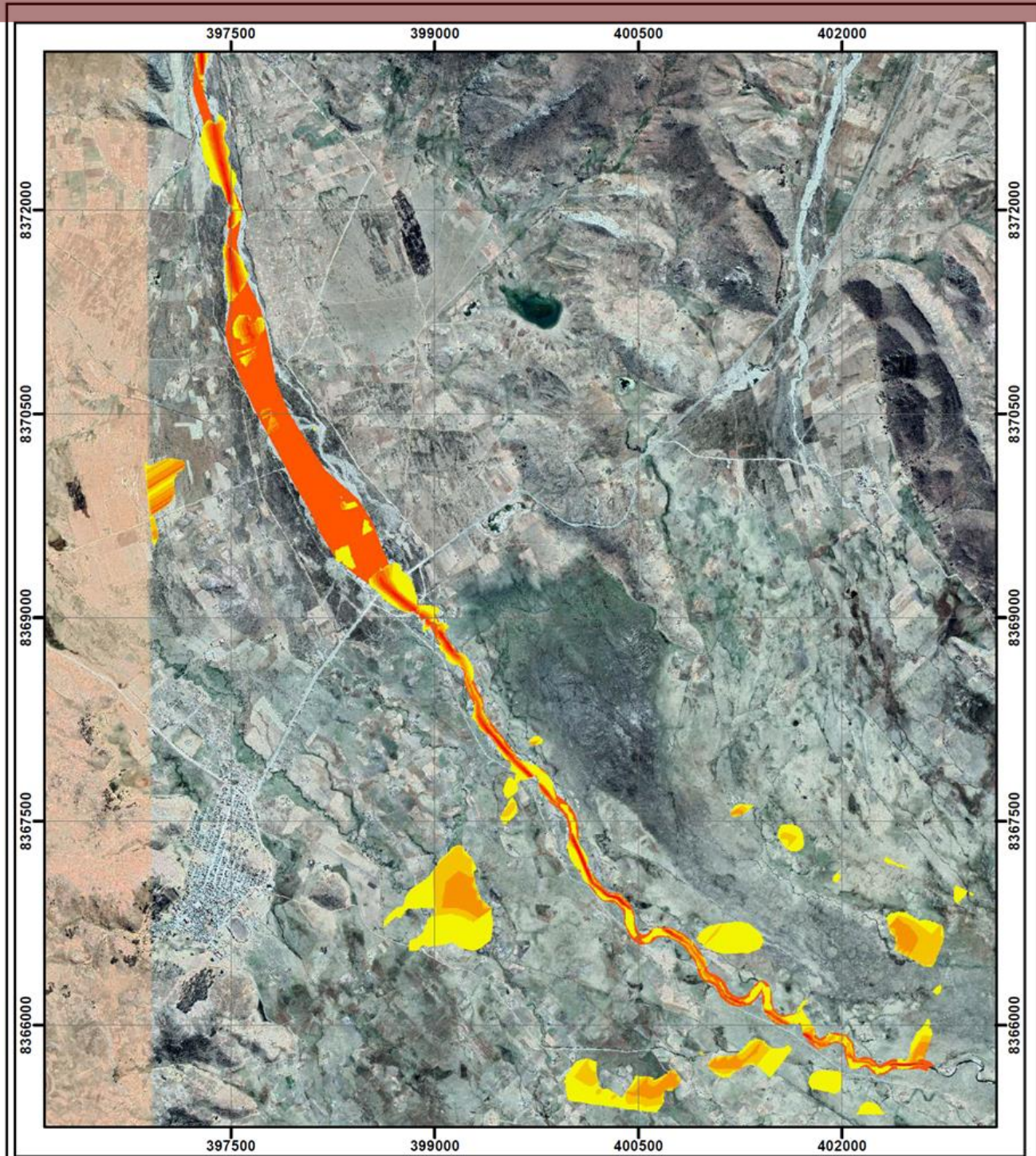
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: EVALUACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO CHIJOLLANI PARA EL ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES A INUNDACIÓN EN EL DISTRITO DE MUÑANI

MAPA DE VELOCIDAD, PERIODO DE RETORNO = 50 AÑOS

ELABORADO POR: Bach. MIGUEL ANGEL ZAGA VILCA





ESC.: 1:40,000

LEYENDA Velocidad (m/s)		
0.00 - 0.23	0.61 - 1.04	1.60 - 2.23
0.24 - 0.60	1.05 - 1.59	2.24 - 3.90



## UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: EVALUACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO CHIJOLLANI PARA EL ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES A INUNDACIÓN EN EL DISTRITO DE MUÑANI

MAPA DE VELOCIDAD, PERIODO DE RETORNO = 100 AÑOS

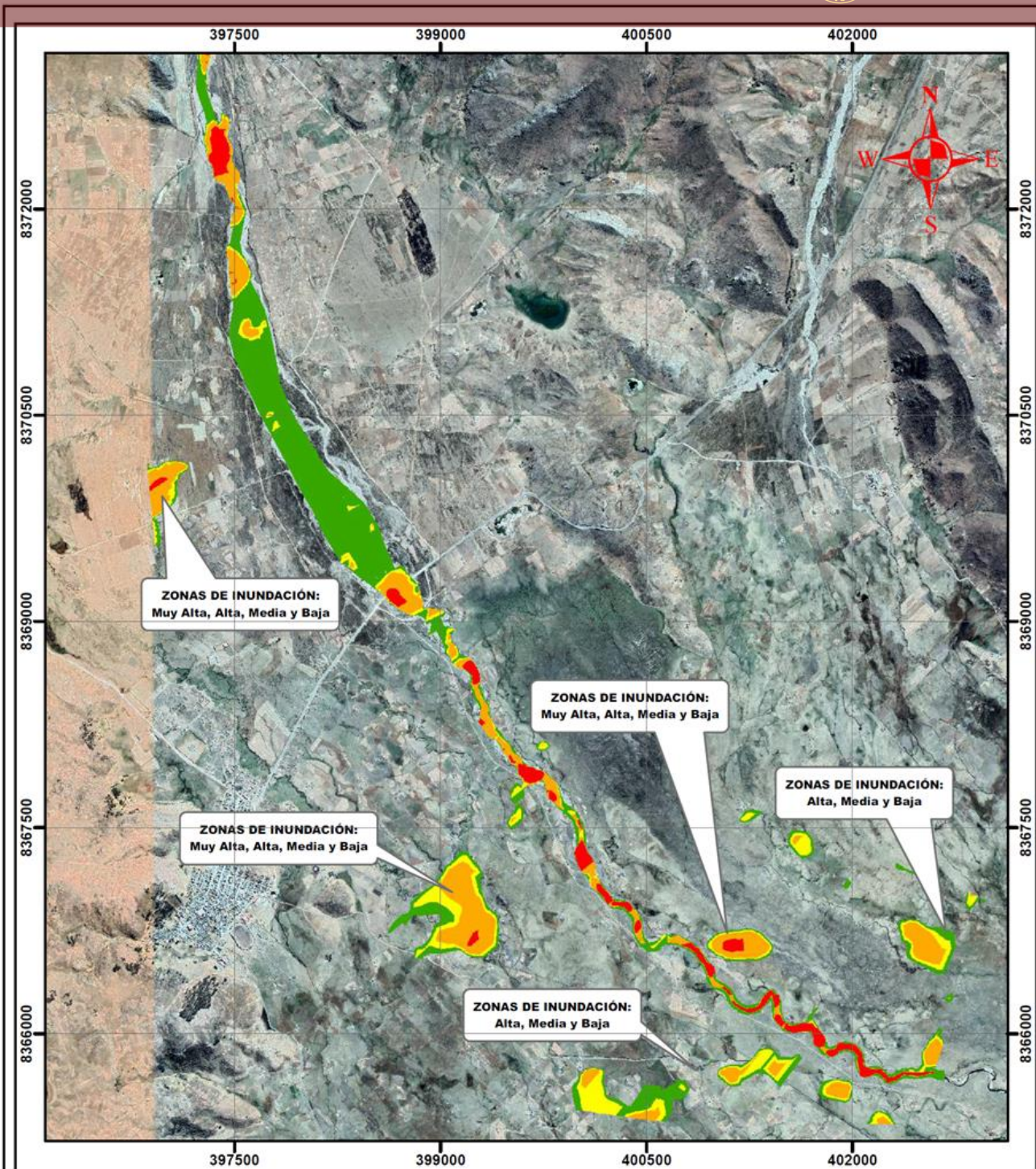
ELABORADO POR: Bach. MIGUEL ANGEL ZAGA VILCA





**ANEXO 6**

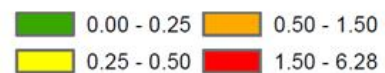
**CARTOGRAFIA DE LAS ZONAS DE INUNDACION**



0 0.375 0.75 1.5 2.25 3 Kilómetros

ESC.: 1:40,000

**LEYENDA**  
Zonas Vulnerables a la Inundación



**UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: EVALUACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO CHIJOLLANI PARA EL ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES A INUNDACIÓN EN EL DISTRITO DE MUÑANI

**MAPA DE RIESGOS**

ELABORADO POR: Bach. MIGUEL ANGEL ZAGA VILCA





ANEXO 1  
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 22/09/24

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: MIGUEL ANGEL ZAGA VILCA  
Dirección: CENTRO POBLADO PROGRESO  
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 71604945  
Teléfono: 929151612 email: miguel.zagavilca@gmail.com

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

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS  
Escuela Profesional o Mención: INGENIERIA CIVIL  
Título o Grado Académico a optar: INGENIERO CIVIL  
Asesor: Dr. EFRAIN PARILLO SOJA

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

Título: EVALUACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO CHIJJOLIANI  
PARA EL ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES A INUNDACIÓN EN  
EL DISTRITO DE MUÑANI

Palabras claves, (3 a 5 términos): INUNDACIONES , MAPAS DE RIESGO , MODELACIÓN

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV <sup>1, 2</sup>?

^

<sup>1</sup> 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.  
<sup>2</sup> 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: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P17



22/09/2024

Firma de Autor

huella digital

Fecha