



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL



**PROYECCIÓN DE CAUDALES DE LA CUENCA RAMIS, USANDO
DATA DEL PROYECTO DE INTERCOMPARACIÓN DE
MODELOS ACOPLADOS EN SU SEXTA FASE**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. RONY NANDO QUISPE CONDORI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

JULIACA – PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

**PROYECCIÓN DE CAUDALES DE LA CUENCA RAMIS, USANDO
DATA DEL PROYECTO DE INTERCOMPARACIÓN DE
MODELOS ACOPLADOS EN SU SEXTA FASE**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. RONY NANDO QUISPE CONDORI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:



Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

PRIMER MIEMBRO

:



Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

SEGUNDO MIEMBRO

:



M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ASESOR DE TESIS

:



Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL - P22

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 024-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 06 de enero del 2025

VISTO: El expediente N° 2024- 19610 presentado por el (la) Bachiller: **RONY NANDO QUISPE CONDORI** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental 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. **RONY NANDO QUISPE CONDORI**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **PROYECCIÓN DE CAUDALES DE LA CUENCA RAMIS, USANDO DATA DEL PROYECTO DE INTERCOMPARACIÓN DE MODELOS ACOPLADOS EN SU SEXTA FASE**, la misma que pertenece a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

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** : M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ARTICULO SEGUNDO. - **RECONOCER** como asesor de la 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: **RONY NANDO QUISPE CONDORI**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **PROYECCIÓN DE CAUDALES DE LA CUENCA RAMIS, USANDO DATA DEL PROYECTO DE INTERCOMPARACIÓN DE MODELOS ACOPLADOS EN SU SEXTA FASE** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Viernes 10 de enero del 2025
- * **HORA** : 12:00 horas
- * **LUGAR** : Aula 306 - Pabellón de Hidraulica

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 Sanitaria y Ambiental** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASD. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DIRECTOR
Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNcc.
Archivo
internas (2)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1794-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 16 de diciembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 15074 por el señor (a): **RONY NANDO QUISPE CONDORI** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 1561 - 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS) formato N° 136 - 2024 del integrante del comité de investigación EPISA de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **RONY NANDO QUISPE CONDORI**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **PROYECCIÓN DE CAUDALES DE LA CUENCA RAMIS, USANDO DATA DEL PROYECTO DE INTERCOMPARACIÓN DE MODELOS ACOPLADOS EN SU SEXTA FASE**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

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. Franz Joseph Barahona Perales** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 136 - 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **PROYECCIÓN DE CAUDALES DE LA CUENCA RAMIS, USANDO DATA DEL PROYECTO DE INTERCOMPARACIÓN DE MODELOS ACOPLADOS EN SU SEXTA FASE**, Correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL**.

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 merito 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 señor (a): **RONY NANDO QUISPE CONDORI**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, con el Tema Titulado: **PROYECCIÓN DE CAUDALES DE LA CUENCA RAMIS, USANDO DATA DEL PROYECTO DE INTERCOMPARACIÓN DE MODELOS ACOPLADOS EN SU SEXTA FASE** correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL**, 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 Sanitaria y Ambiental** 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
.....
Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1302-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 16 de octubre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 13307, presentado el señor (a) **RONY NANDO QUISPE CONDORI** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el PROVEIDO - N° 1113 -2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 136 -2024 del integrante del comité de investigación EPISA de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **RONY NANDO QUISPE CONDORI** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **PROYECCIÓN DE CAUDALES DE LA CUENCA RAMIS, USANDO DATA DEL PROYECTO DE INTERCOMPARACIÓN DE MODELOS ACOPLADOS EN SU SEXTA FASE**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

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. Franz Joseph Barahona Perales** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 136 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **PROYECCIÓN DE CAUDALES DE LA CUENCA RAMIS, USANDO DATA DEL PROYECTO DE INTERCOMPARACIÓN DE MODELOS ACOPLADOS EN SU SEXTA FASE**.

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 señor (a): **RONY NANDO QUISPE CONDORI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **PROYECCIÓN DE CAUDALES DE LA CUENCA RAMIS, USANDO DATA DEL PROYECTO DE INTERCOMPARACIÓN DE MODELOS ACOPLADOS EN SU SEXTA FASE** correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL**.

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 Sanitaria y Ambiental** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

Dr. MILTHON 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 2024
Interesado (a)



10% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 7% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 9% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Metadatos complementarios

Título de la Tesis	
PROYECCIÓN DE CAUDALES DE LA CUENCA RAMIS, USANDO DATA DEL PROYECTO DE INTERCOMPARACIÓN DE MODELOS ACOPLADOS EN SU SEXTA FASE	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	RONY NANDO QUISPE CONDORI
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	73477082
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0007-6298-530X
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02416058
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-7567-039X
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02442876
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	01323821



Datos de investigación	
Línea de investigación	Contaminación y Calidad Ambiental – P22
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: Azangaro, Carabaya, Lampa, Melgar, San Antonio de Putina Distrito: CUENCA RAMIS Coordenadas: Latitud: -15.5165569 Longitud. -70.0190694 URL Maps https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1am_tBvM46LnWlfKqKJ_2Xmvh4HAb23c&usp=sharing</p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Agosto 2024 – enero 2025
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html Librería	<p>Ingeniería ambiental https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00</p> <p>Ciencias del medio ambiente https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.08</p>

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 DIRECTOR
 Dr. Fritz Willy Mamani Acosta



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo RONY NANDO QUISPE CONDORI, identificado con DNI Nro. 73477082 en mi condición de egresado de:

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

INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL

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

PROYECCIÓN DE CAUDALES DE LA CUENCA RAMIS, USANDO DATA DEL PROYECTO DE INTERCOMPARACIÓN DE MODELOS ACOPLADOS EN SU SEXTA FASE

Asesorado por: Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

Es un tema original.

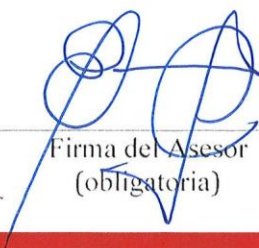
Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales,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

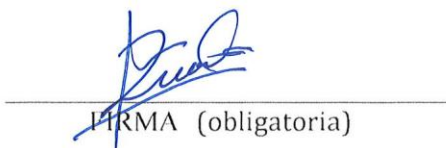
Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

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 07 de Octubre del 2025


Firma del Asesor (obligatoria)


FIRMA (obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

A mis progenitores, Wenceslao Quispe Moya y Elsa Yolanda Condori Mamani, y a mi familia, quienes me proveyeron un manantial incesante de respaldo absoluto a lo largo de mi existencia; su perpetuo aliento y entrega han sido el faro que orientó mi rumbo en este recorrido formativo.



AGRADECIMIENTO

A mis padres, Wenceslao Quispe Moya y Elsa Yolanda Condori Mamani, y a mi familia, por el respaldo inquebrantable que me han otorgado a lo largo de mi vida; su perpetuo aliento y dedicación han sido el faro que ha iluminado mi sendero en este periplo académico.



ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA..... i

AGRADECIMIENTO ii

ÍNDICE DE CONTENIDO iii

ÍNDICE DE FIGURAS vi

ÍNDICE DE TABLAS viii

RESUMEN ix

ABSTRACT x

INTRODUCCIÓN xi

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática..... 1

1.2. Planteamiento del problema 2

 1.2.1. Problema General 2

 1.2.2. Problema Especifico 2

1.3. Objetivos de la investigación 3

 1.3.1. Objetivo general 3

 1.3.2. Objetivos específicos..... 3

1.4. Justificación de la investigación 3

 1.4.1. Justificación..... 3

1.5. Hipótesis de la investigación..... 4

 1.5.1. Hipótesis general 4

 1.5.2. Hipótesis especifico..... 4



1.6. Variable 4

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación 5

 2.1.1. A nivel internacional 5

 2.1.2. A nivel nacional 7

 2.1.3. A nivel local 8

2.2. Bases teóricas 9

 2.2.1. Administración de Recursos Hídricos en una Cuenca Hidrográfica 9

 2.2.2. Bases de un Modelo Hidrológico 10

 2.2.3. Tipos de Modelos aplicados a la Hidrología 11

 2.2.4. SIG (Sistema de Información Geográfica) para el modelamiento hidrológico 12

 2.2.5. Modelo Hidrológico SWAT (Soil and Water Assessment Tool) 14

 2.2.6. Modelo Climático Global (MCG) 16

2.3. Marco conceptual 21

CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1. Tipo de investigación 23

3.2. Diseño de la Investigación 23

3.3. Niveles de la investigación 23

3.4. Técnicas e instrumentos de la investigación 24

3.5. Materiales y equipos 24

3.6. Lugar de estudio 25



3.7. Población y muestra 26

3.8. Procedimiento para la obtención de datos meteorológicos:..... 27

 3.8.1. Recopilación de datos meteorológicos para la alimentación del modelo SWAT 27

 3.8.2. Información de los Sistemas de Información Geográfica (GIS) 32

 3.8.3. Modelos Climáticos Globales del Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados CMIP6..... 33

3.9. Procedimiento de ejecución del Modelo SWAT a la cuenca Ramis..... 34

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Resultados 43

 4.1.1. Evaluar la precisión del modelo hidrológico utilizando métricas estadísticas..... 43

 4.1.2. Evaluar la proyección del clima futuro de los Modelos Climáticos Globales del CEMIP6 en la cuenca Ramis, para el horizonte 2055..... 44

 4.1.3. Analizar cómo cambia la disponibilidad de agua en el horizonte 2055, a partir de la incidencia de la proyección del clima futuro de los Modelos Climáticos Globales del CEMIP 6..... 47

4.2. Discusiones 52

CONCLUSIONES..... 53

RECOMENDACIONES 54

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 55

ANEXOS 61



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Representación del modelamiento hidrológico.....	11
Figura 2 Clasificación de los Modelos Hidrológicos	12
Figura 3 Coberturas de un SIG	13
Figura 4 Ilustración del Ciclo Hidrológico en el modelo SWAT	15
Figura 5 Estimaciones de población mundial y la riqueza total (PBI) a lo largo del siglo XXI.....	19
Figura 6 Proyecciones de las emisiones de los principales gases de efecto invernadero a nivel mundial.....	21
Figura 7 Ubicación de la cuenca Ramis	26
Figura 8 Ubicación espacial de Estaciones Meteorológicas Convencionales	28
Figura 9 Entrada de información GIS al modelo SWAT	33
Figura 10 Pautas para la ejecución del modelo SWAT	35
Figura 11 Acondicionamiento de datos meteorológicos para el suministro del modelo.....	38
Figura 12 Simulación Hidrológica de SWAT en la cuenca Ramis	39
Figura 13 Cambios en la cantidad de lluvia promedio en la cuenca Ramis, expresados en porcentajes.....	45
Figura 14 Precipitación media en la cuenca Ramis.....	47
Figura 15 Caudales medios mensuales multianuales en la cuenca del río Ramis	48
Tabla 16 Variación porcentual de caudales en la cuenca del río Ramis en el periodo 2025 – 2055	49
Figura 16 Variación porcentual de caudales en la cuenca Ramis en el periodo 2025 – 2055	49



Figura 16 Hidrograma de las descargas acumuladas anuales en el escenario MIROC6 SSP2-4.5	50
Figura 17 Hidrograma de las descargas acumuladas anuales en el escenario MIROC6 SSP5-8.5	50
Figura 18 Hidrograma de las descargas acumuladas anuales en el escenario CNRH-ESM2-1 SSP2-4.5	51
Figura 19 Hidrograma de las descargas acumuladas anuales en el escenario CNRH-ESM2-1 SSP5-8.5	51



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Variables de la investigación.....	4
Tabla 2 Parámetros estadísticos para la evaluación del modelo SWAT	16
Tabla 3 Vías Socioeconomías compartidas (SSP).....	18
Tabla 4 Ubicación espacial de las estaciones Meteorológicas	28
Tabla 5 Valores estadísticos obtenidos de la prueba T de student	31
Tabla 6 Alimentación GIS utilizada en el modelo SWAT	32
Tabla 7 Modelos adoptados para el modelamiento futuro (2025 - 2055)	34
Tabla 8 Escenarios SSP (Trayectorias Socioeconómicas Compartidas) empleados al estudio	34
Tabla 9 Códigos específicos dentro del software ESRI 10 para SWAT	36
Tabla 10 Categorización de los suelos en la cuenca Ramis	37
Tabla 11 Distribución de las pendientes en la cuenca Ramis.....	37
Tabla 12 Parámetros idóneos para la escala mensual.....	41
Tabla 13 Variación porcentual de la Temperatura en la cuenca Ramis, en el periodo 2025 – 2055	45
Tabla 14 Variación porcentual de la precipitación en la cuenca Ramis, en el periodo 2025 – 2055	46
Tabla 15 Caudal promedio mensual multianual en la cuenca Ramis	47



RESUMEN

El actual estudio se ejecutó en la región altiplánica del Perú, con la finalidad de valorar la excedencia de H₂O de superficie en la oquedad del Ramis, considerando la incidencia del clima en el lapso 2025 – 2055. Para este propósito, se esgrimió la herramienta de modelado SWAT (Soil & Water Assessment Tool), la cual fue calibrada y validada en intervalos de 10 y 6 años de forma respectiva, con datos de caudales provenientes de la estación de medición Puente Ramis. Para la proyección hidrológica, se adoptó la pesquisa de los GCM, MIROC6 (Japón) y CNRH-ESM2-1 (Francia) bajo las escenas de emisiones SSP5-8.5 y SSP2-4.5, provenientes del proyecto CMIP6. A estos datos se les aplicó una técnica de reducción de escala mediante downscaling estadístico. Como consecuencia, los procesos de calibración y ratificación arrojaron un nivel de precisión "bueno" en la configuración del modelo SWAT para la oquedad en análisis. Respecto al caudal, se pronostica una mengua durante el período de sequía de -55.03%, que equivale a un caudal de -2.52 m³/s. En contraste, para la temporada de precipitaciones se anticipa un incremento del 4.98%, representado por un caudal de 1.93 m³/s. Estos resultados permiten concluir que la disminución general del caudal representa una merma media anual de 0.08 m³/s.

Palabras clave: Modelos, Caudales, Cuenca, SWAT, Ramis



ABSTRACT

urrent study was conducted in the highlands of Peru, with the aim of assessing the excess surface H₂O in the Ramis depression, considering the impact of climate change between 2025 and 2055. For this purpose, the SWAT (Soil & Water Assessment Tool) modeling tool was used, which was calibrated and validated at intervals of 10 and 6 years, respectively, with flow data from the Puente Ramis measuring station. For the hydrological projection, the GCM research, MIROC6 (Japan) and CNRH-ESM2-1 (France) were adopted under the SSP5-8.5 and SSP2-4.5 emission scenarios from the CMIP6 project. A downscaling technique was applied to these data using statistical downscaling. As a result, the calibration and ratification processes yielded a “good” level of accuracy in the SWAT model configuration for the catchment under analysis. With regard to flow, a decrease of -55.03% is forecast during the dry season, equivalent to a flow of -2.52 m³/s. In contrast, for the rainy season, an increase of 4.98% is anticipated, represented by a flow of 1.93 m³/s. These results allow us to conclude that the overall decrease in flow represents an average annual decline of 0.08 m³/s

Keywords: Models, Flows, Basin, SWAT, Ramis.



INTRODUCCIÓN

La oquedad del afluente Ramis, situada en el altiplano del Perú, es crucial para la región, ya que proporciona recursos hídricos para diversas diligencias como la agronomía, la manada y la ingesta humana. No obstante, esta cuenca es vulnerable a las variabilidades y el cambio del clima, lo que puede conmovier significativamente la disponibilidad de H₂O en el futuro. En este contexto, el análisis de la reproducción de caudales futuros en la oquedad Ramis bajo la autoridad del cambio del clima se vuelve fundamental para la colocación y gestión de recursos del H₂O. Para esto, se utilizan los MCG del CMIP6, que proporcionan proyecciones climáticas futuras bajo desiguales escenas de manifestaciones de gases de calentamiento global. El actual estudio se enfoca en la usanza de MCG pertenecientes al CMIP6 para planear la excedencia hídrica futura en la oquedad del afluente Ramis. Se analizarán las diferenciaciones en la precipitación y el temple planeadas por los modelos, y su impacto en la generación de esorrentía y caudales. Los resultados de este estudio proporcionarán pesquisa valiosa para la determinación en la gestión de los recursos del H₂O de la cuenca, permitiendo anticipar posibles escenas de insolvencia o abundancia de agua y planificar medidas de ajuste al cambio del clima. El presente estudio muestra los capítulos siguientes.

Capítulo I. Planteamiento de la problemática

Capítulo II. Marco teórico

Capítulo III. Metodología de la investigación

Capítulo IV. Resultados

Conclusiones y Recomendaciones



CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática

Ineludiblemente las actividades ligadas a acciones antropogénicas, están causando una variabilidad climática por medio de la manifestación de los GEI, aumentando la ímpetu y asiduidad de eventos atmosféricos extremados como mares de ardor, lluvias torrenciales y estiajes, donde el calentamiento global es un contexto innegable, y sus efectos se aprecian con fuerza en el ciclo del H₂O. Las permutas rápidas en el cielo, los océanos, el hielo y la tierra están alterando la excedencia de H₂O dulce en todo el universo, a una cadencia sin antecedentes en la historia reciente. Esto pone en grave riesgo la seguridad hídrica de millones de personas (Calvin et al., 2023).

La variabilidad climática que se enfrenta en el altiplano peruano es más notoria debido que con el paso del tiempo, se ha vuelto evidente que las fuentes de H₂O, como afluentes y lagos, han experimentado una deflación en la cuantía de H₂O que transportan, esto va ligado al retroceso glaciario que enfrenta los andes peruanos (Pilares Hualpa et al., 2018). Así mismo, el análisis climático presentado por (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI, 2023) indica que las lluvias en el altiplano peruano han sido excepcionalmente escasas en los últimos tiempos. Entre 2022 y 2023, las condiciones climáticas en el océano y la atmósfera causaron una grave sequía, con una disminución de lluvias de entre el 15 y el 100. Esto lo convierte en uno de las etapas más secas de los postreros seis lapsos. A finales de 2023 y principios de 2024, la situación no mejoró. Las



lluvias siguieron siendo muy escasas (con un déficit del 60 al 100), lo que provocó niveles de agua inusualmente bajos en los ríos de la región, especialmente en las cuencas de Ramis y el Huancané.

Por otro lado, la oquedad del Ramis es el mayor tributario en la pendiente del Titicaca, esto debido a que el caudal supera los 100 m³/s, lo que hace que la oquedad del afluente Ramis necesite estrategias para gestionar el agua de manera más eficiente. La demanda creciente y la disponibilidad limitada provocan conflictos que requieren soluciones integrales (Ramos Calcina, 2021).

Es por ello, que es menester proyectar caudales para escenarios de mediano y largo plazo, usando como herramienta de investigación, modelos de última generación que integren en sus datos, todo lo concerniente a medio ambiente, sociedad, economía y políticas medio ambientales, para la determinación.

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Problema General

¿Como serán la tendencia de caudales en la cuenca Ramis, bajo la influencia de los modelos climáticos globales CMIP 6?

1.2.2. Problema Especifico

- 1) ¿Cuáles métricas estadísticas se utilizarán para evaluar la precisión del modelo hidrológico en la cuenca Ramis?
- 2) ¿Cómo será la tendencia de proyecciones climáticas en la cuenca Ramis, para el horizonte 2055?
- 3) ¿La variabilidad climática afectará de forma significativa o leve la disponibilidad de agua en la cuenca del Ramis?



1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. *Objetivo general*

Proyectar caudales en la cuenca Ramis, bajo la influencia de modelos climáticos globales del CMIP 6

1.3.2. *Objetivos específicos*

- 1) Evaluar la precisión del modelo hidrológico utilizando métricas estadísticas.
- 2) Evaluar la proyección del clima futuro de los Modelos Climáticos Globales del CEMIP6 en la cuenca Ramis, para el horizonte 2055
- 3) Analizar cómo cambia la disponibilidad de agua en el horizonte 2055, a partir de la incidencia de la proyección del clima futuro de los Modelos Climáticos Globales del CEMIP 6.

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. *Justificación*

Se conoce que contemporáneamente el Cambio Climático es provocado por la incidencia de emisiones humanas que viene trayendo consigo variaciones a tendencias negativas en el comportamiento hidrológico y generando la variabilidad climática, como acrecentamiento de temple y variación en las precipitaciones, causando incertidumbre ante una potencial pérdida de disponibilidad de los recursos hídricos, pero no se conoce en términos cuantitativos que tanto de Recursos Hídricos podrán ser dispuestos para la demanda hídrica en el futuro de la Cuenca Ramis, siendo necesario analizar cuantitativamente la esorrentía y precipitación superficial futura, bajo diversos escenarios climáticos.

Por otro lado, la falta de agua puede poner en peligro la producción de alimentos, aumentando el riesgo de inseguridad alimentaria (Medina et al., 2021). Para ello se esgrimió como instrumento el instrumento SWAT para el modelamiento de la Oquedad Huancané, y



GMC (Modelos Climáticos Globales) CMIP6 que originarán escenarios climáticos semejantes a la oquedad Ramis haciendo viable el propósito de la investigación.

Así mismo esta investigación aportara en la determinación en la organización de las gestiones de los Recursos del H2O de la Oquedad Ramis, anexándose al compilado de investigaciones de excedencia del H2O realizadas en distintas Cuencas del Perú.

1.5. Hipótesis de la investigación

1.5.1. Hipótesis general

Los caudales estimados en la cuenca Ramis para el horizonte 2055, tienden a ser variables en relación de un año al otro.

1.5.2. Hipótesis específico

- 1) Las métricas estadísticas lograrán estimar rangos óptimos para la precisión del modelo a la cuenca Ramis
- 2) El clima proyectado para el horizonte 2055, estará sobre los valores establecidos en el escenario base en la cuenca Ramis.
- 3) La disponibilidad del agua para el horizonte 2055, variará de entre los rangos ± 50 , con respecto al escenario base en la cuenca Ramis.

1.6. Variable

1.6.1. operación de variables

Tabla 1

Variables de la investigación

VARIABLES	DIMENSIÓN DE ANALISIS	INDICADORES	UNIDAD
Variable Independiente			
Modelos Climáticos Globales – CEMIP6	Variabilidad Climática	Temperatura Precipitación	°C mm
Variable Dependiente			
Escorrentías superficiales	Disponibilidad Hídrica	Caudales	m ³ /s

Nota. Elaboración propia



CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. *A nivel internacional*

(Romero-Cuéllar et al., 2018) en su estudio “Modelización hidrológica de los efectos potenciales de la variabilidad climática en la oquedad del afluente Aipe, situada en Huila, Colombia” el propósito de estos estudios fue valorar la eficacia del modelo de balance del H₂O abcd, perfeccionado por Thomas, con el fin de analizar la conducta hidrológico de la cuenca del afluente Aipe ante las proyecciones de cambio del clima del IPCC-AR4 (2011-2040). Para ello, se implementó dicho modelo para simular el caudal en función de la brusquedad y las evapotranspiraciones potenciales, esgrimiendo para su validación una sucesion histórica de caudales medios periódicos registrados durante veinte años, así mismo para la calibración se realizó el 70 de caudales observados desde 1993 a 2007 y para el análisis de sensibilidad paramétrica se realizó mediante una aplicación de GLUE, las escenas de cambio del clima se ajustaron poseyendo en consideracion los probables cambios de temple y precipitaciones de la oquedad del afluente Aipe que son correspondientes al IPCC-AR4 los cuales son los siguientes: A2, ensamble multi-modelo y extrapolación de tendencias. Los resultados de Nash – Sutcliffe (NSE) fue de 0.89, la simulación de los escenarios arrojó los siguientes resultados: Línea Base (1992 – 2012) un caudal de 15.44 m³/s; escena de extrapolaciones de propensiones un caudal de 13.79 m³/s; escena de acople multi-modelo un caudaloso de 9.34 m³/s y el escena de A2 un



caudaloso de 5.74 m³/s. Para el estudio de sensibilidades se identifica la perceptibilidad de los indicadores a y c. En resumen, el estudio de identificabilidad y sensibilidad regional determinó que el parámetro (a) regula los flujos de humedad del suelo en estado de saturación, mientras que el (c) gobierna la ayuda de las H₂O acuíferas al cauce. En cuanto al índice NSE, se corrobora un buen desempeño en la comprobación del modelo hidrológico para datos observados en la estación de salida de la oquedad.

(López García et al., 2017) su estudio denominado “Disponibilidad del H₂O bajo escenas de cambio del clima en el Valle de Galeana, México, Nuevo León” se propuso evaluar los efectos de las proyecciones de cambio del clima RCP 4.5 y 8.5 sobre la excedencia de H₂O en la región para el lapso 2015 – 2030, para ello utilizaron el modelo WEAP que residió en un estudio hidrológico teniendo datos de temple y precipitación para escena base, datos proporcionados por REPDA, lo cual tomaron como referencia 2 escenas regionales de cambio del clima RCP 8.5 y RCP 4.5, con una malla de 0.5 x 0.5° para futuros cercanos (2015 – 2039), con respeto a indicadores como coeficiente de introducción y evo transpiración se computaron con fórmulas convenidas. Para el cálculo de agua subterránea se utilizó información del CONAGUA para la capacidad máxima, almacenamiento inicial y recarga natural; para la comprobación del modelo WEAP se consideraron las siguientes variables: Arrebato media, Temple Media, Evo transpiración, Coeficiente de infiltración, Oferta y Demanda Hídrica del acuífero, lo que muestra un comportamiento compatible. Los resultados para el almacenamiento del acuífero en contextos climáticas se mantuvieron igual para el *escenario base* ocurriendo una recarga de 126.75 Mm³ en los períodos de septiembre y agosto, para el escenario del *riego eficiente* (RCP 8.5) se tiene una recarga de 0.22 Mm³ en promedio en los períodos de mayor precipitaciones (septiembre, agosto y enero), en el caso del *plan del H₂O* (RCP 8.5) la recarga se manifiesta desde el año 2025 que a medida que pasan los años va aumentado hasta el 2039 que llega a 134.45 Mm³. Bajo la escena RCP 4.5, proyectado para el futuro colindante, la disponibilidad hídrica alcanzaría 80.59 millones



de metros cúbicos. Este resultado indica que el volumen de egresos supera al de ingresos, lo que genera un balance negativo e impide la recarga del acuífero, lo que en términos de balance hídrico en las escenas de RCP 8.5 y 4.5 el impacto es el mismo, en cambio en el escenario base es nula para el período 2015, consiguiendo índices bajos de recarga para los periodos siguientes.

2.1.2. A nivel nacional

(Herrera Santivañez, 2023) examinó cómo el cambio del clima podría afectar la cuantía de H₂O de superficie disponible en la zona elevada de la oquedad del afluente Huarmey. Para ello, se comparó la situación presente (1984-2014) con 2 escenarios futuros (2046-2076 y 2015-2045). Se usaron datos reales de lluvia y temperatura del pasado y proyecciones de modelos climáticos globales para el futuro. Para conseguir derivaciones más exactas, se ajustaron las influencias de los modelos globales a la realidad local. Se encontró que el modelo NESM3 fue el mejor para predecir la lluvia, en tanto que el MIROC6 fue más preciso para el temple. Así, se calculó el flujo del afluente con modelos hidrológicos (GR2M). En el contexto actual, se calibró el modelo con datos de la estación "Puente Huamba". En el contexto actual, se usaron las proyecciones de lluvia del modelo NESM3 y de temperatura del modelo MIROC6. En resumen, el estudio indica que la cuantía de H₂O de superficie en la parte elevada de la oquedad del Huarmey podría aumentar en el futuro a causa del cambio de clima, sobre todo en marzo. Esta información es útil para quienes gestionan el agua en la región. Sin embargo, es esencial acordarse que las influencias se centran en modelos climáticos, los cuales tienen limitaciones y hacen suposiciones que podrían influir en los resultados.

(Huamachumo Ucañay, 2024) buscó entender cuánta agua superficial tiene la cuenca del río Mayo ahora y en el futuro, para poder planificar mejor su uso. Utilizaron un programa de computadora llamado WEAP para fingir el comportamiento del H₂O en la oquedad. Comparando los resultados del programa con datos reales de la estación Shanao, confirmaron que la simulación es confiable, especialmente durante la época seca. El estudio muestra que la cuenca tiene mucha



agua disponible (367 m³/s en promedio). Sin embargo, con el cambio climático, esta cantidad podría aumentar hasta un 32 en el futuro (según el escenario RCP 8.5 para 2051-2080). Bajo las condiciones presentes y en un hipotético futuro sin alteraciones del clima, se observa que en algunas partes de la cuenca (Alto Mayo y Cuenca Cumbaza) ya falta un poco de agua. Con el cambio climático, esta escasez podría empeorar para la agricultura. Por eso, el estudio recomienda tomar medidas para usar el agua de forma más eficiente.

2.1.3. A nivel local

(Ramos Calcina, 2021), en su estudio para evaluar los potenciales cambios hídricos y de sedimentos, en un horizonte a largo plazo y mediano (2050 - 2070) para la cuenca Ramis en el altiplano del Perú, esgrimió el modelo hidrológico SWAT para plasmar la dinámica de los ciclos hidrológicos en la cuenca Ramis, donde se optó por un escenario base de 16 años (2000 - 20015), esto con fines de medir y aprobar el modelo SWAT a la cuenca Ramis, así mismo este periodo base, sirvió para el contraste con los del escenario futuro. Para los contextos futuros se optaron MCG de la quinta fase del CEMIP5, se proyectaron escenarios climáticos en las rutas RCP4.5 y RCP8.5, escenarios de emisiones medios y altos (4.5 y 8.5). Por otra parte, este análisis ejecuto esgrimiendo información multimensual en los tiempos húmedos (octubre a abril) y secas (mayo a septiembre). Los hallazgos en cuanto a la calibración y validación, fueron optimos para los parámetros estadísticos NASH y R2, obteniendo para calibración valores de 0.81 y 0.85 respectivamente, y para la validación de 0.79 y 0.80 respectivamente, para las proyecciones indican que, en la estación mojada, los novísimos meses del año han experimentado un incremento cercano de 39.74 m³/s. Por otro lado, los meses restantes presentan un cambio del -24 que indica una reducción de 141.32 m³/s. Durante el período de estiaje se proyecta una variación de -24, lo que se traduce en una disminución de 19.65 m³/s. No obstante, septiembre constituye una excepción, con una alteración de +51 que representa un aumento de 17.14 m³/s. Respecto al



sedimento durante el periodo húmedo, se observa una variación de -36, mientras que durante el periodo seco la variación es de ± 12 en promedio.

(Quispe Chahuara & Huanca Quispe, 2021) en su estudio "Análisis de los recursos del H₂O en la oquedad del Ilave considerando proyecciones climáticas futuras" analizó cómo el cambio del clima podría afectar la cantidad de H₂O disponible en la oquedad Ilave. Para esto, se usó el programa SWAT y se combinaron datos geográficos, información del clima del banco de datos PISCO del SENAMHI e información sobre el H₂O de la oquedad, incluyendo datos de la estación hidrométricas Puente Ilave entre 1986 y 2016. Se consideraron dos posibles escenarios climáticos futuros (MIROC6 y MPI-ESM1-2-LR), basados en los caminos socioeconómicos SSP8.5 y SSP4.5. Los resultados mostraron que para el espacio 2025-2050 se espera una mengua en la precipitación (entre -38.8 y -0.1) y en el caudal del río (entre -41.2 y 40 en la época de lluvia y entre -33.8 y -0.1 en la época seca). También se prevén cambios en la temperatura, con un ligero aumento de la máxima (0.06°C) y una disminución de la mínima (-0.20). En general, el estudio concluye que la disposición de H₂O en la oquedad Ilave podría disminuir hasta en un 41.2 para el año 2050 debido al cambio del clima.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. *Administración de Recursos Hídricos en una Cuenca Hidrográfica*

Una oquedad hidrográfica es como un gran recipiente nativa que recolecta H₂O. Esta agua puede provenir del aguacero, de la licuefacción de la nieve, o incluso de aguas acuíferas. Toda esta agua fluye junta hacia un mismo lugar, como un afluente, el mar o un lago (Aguirre Núñez, 2011).

Una cuenca hidrográfica no se define solo por su geografía, sino también por las personas que viven en ella y cómo interactúan con su entorno.

Está compuesta por diversos elementos:



- **Sociales y políticos:** como las clases sociales, los grupos que la habitan y la forma en que se gobierna.
- **Económicos:** el mercado, los trabajos disponibles y los tipos de agricultura que se practican.
- **Demográficos:** la cuantía de individuos que están en la cuenca y cómo cambia esa población, así como la PEA.
- **Naturales y ambientales:** el clima, la atmósfera, las vegetaciones, los animales y los diversos los elementos del entorno natural.

Las cuencas altoandinas son especiales porque están influenciadas por el macizo de los Andes, los océanos Pacífico, la selva amazónica y Atlántico. Esta combinación crea un entorno único con características particulares (Vásquez Villanueva et al., 2016)

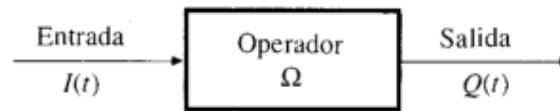
2.2.2. Bases de un Modelo Hidrológico

Para representar el comportamiento del H₂O en una oquedad hidrográfica a través de un modelo hidrológico, es necesario simplificar la complejidad del sistema nativo (Mendoza et al., 2002), es así que cada cuenca es única, con características particulares de temple, geografía, geología, etc., que influyen en la distribución del modelo. Esencialmente, no existe un modelo universal; cada uno debe acomodar a los contextos específicos de la oquedad que se está estudiando (Cabrera, 2015)

En resumen, el modelamiento del ciclo hidrológico se puede entender como un proceso que utiliza información de entrada (variables hidrológicas) y, mediante ecuaciones, las transforma en información de salida (otras variables hidrológicas). Este proceso busca analizar la cuenca como un sistema para comprender su funcionamiento y, en última instancia, predecir su comportamiento, tal como lo explican Chow & Maidment (1998)

Figura 1

Representación del modelamiento hidrológico



Nota. Esta imagen ilustra la funcionalidad de una sistemática hidrológica. Empañado de HIDROLOGÍA APLICADA (p.7), por (Chow & Maidment, 1998)

2.2.3. Tipos de Modelos aplicados a la Hidrología

Según (Chow & Maidment, 1998), es posible categorizar las representaciones hidrológicas en dos clasificaciones principales:

- **Modelos físicos:** Son como "maquetas" a graduación reducida del sistema real, por ejemplo, un modelo a escala de un vertedero. Representan el sistema de forma tangible.
- **Modelos abstractos:** Utilizan fórmulas matemáticas para describir la ejecución del sistema. Se centran en ecuaciones que vinculan las inconstantes de ingreso con las de escapatoria, sin una representación física directa.

Cabrera (2015) señala que existen diversas maneras de clasificar los modelos hidrológicos. Para simplificar este proceso, el autor propone tres características principales que ayudan a diferenciarlos:

a) Representación

Empíricos (caja negra): Se basan en relaciones observadas sin profundizar en el funcionamiento interno del sistema.

Conceptuales (caja gris): Representan los procesos de forma simplificada, combinando elementos empíricos y teóricos.

De base física (caja blanca): Buscan simular los procesos con gran detalle, utilizando leyes físicas y ecuaciones.

b) Funcionalidad del Algoritmo

Determinísticos: Producen resultados únicos y predecibles para un conjunto de datos de entrada.

Estocásticos: Incluyen componentes aleatorios, por lo que pueden generar diferentes resultados para las mismas entradas.

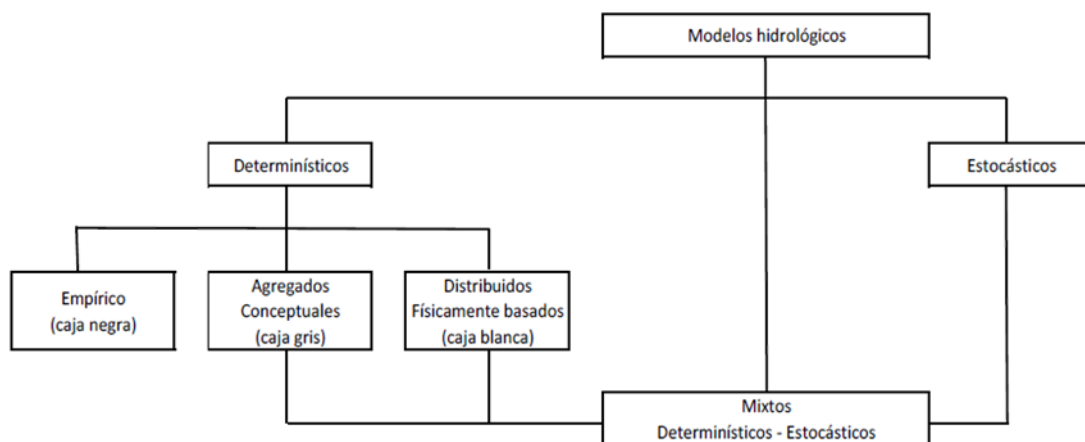
c) Distribución Espacial

Agrupados: Consideran la cuenca como una unidad, sin tener en cuenta las variaciones espaciales.

Distribuidos: Dividen la cuenca en celdas más pequeñas, permitiendo una representación espacial más detallada.

Figura 2

Clasificación de los Modelos Hidrológicos



Nota. La figura ilustra, de forma esquemática, los diferentes tipos de algoritmos que se esgrimen en los esquemas hidrológicos. Tomado de Modelos Hidrológicos (p. 08), por (Cabrera, 2015)

2.2.4. SIG (Sistema de Información Geográfica) para el modelamiento hidrológico

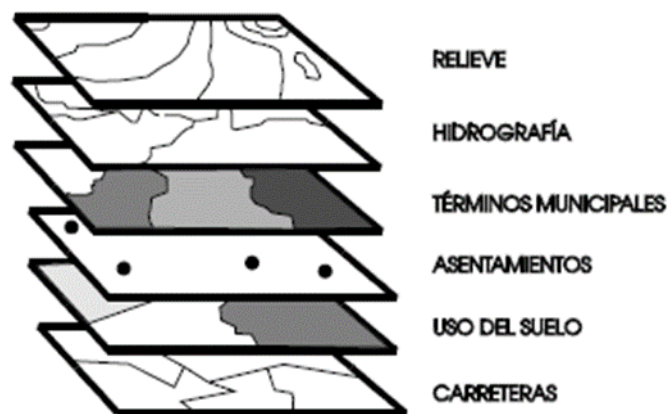
El Centro Nacional para la Información y Análisis Geográfico (NCGIA) de EEUU precisa un SIG como una sistemática que integra componentes físicos (hardware), programas informáticos (software) y métodos (procedimientos) para trabajar con información geográfica. Este sistema permite recopilar, gestionar, analizar y mostrar datos que están vinculados a una ubicación

específica en la Tierra. En esencia, un SIG es una herramienta poderosa para resolver problemas relacionados con la gestión y planificación del territorio (López et al., 2006).

De igual modo López et al., (2006) explican que las SIG funcionan como una especie de "radiografía" del territorio. Imaginemos que podemos ver el terreno en capas, como si fueran láminas transparentes superpuestas. Cada capa contiene información específica sobre un tema, por ejemplo, ríos, carreteras, tipos de suelo o densidad de población. Los SIG permiten analizar cada capa por separado o combinarlas para conseguir un enfoque más completa. Así, se puede estudiar la relación entre diferentes elementos del territorio y entender mejor cómo funciona.

Figura 3

Coberturas de un SIG



Nota. La imagen ilustra las diferentes capas de información geográfica que se combinan en un SIG. Empañado de LAS SISTEMÁTICAS DE PESQUISA GEOGRÁFICA, (p, 02), por López et al., (2006)

(Chaco et al., 2013) destacan la importancia de las SIG como herramientas eficaces para la evaluación de recursos del H₂O. Estos sistemas permiten:

- **Organizar la información:** Adquirir, seleccionar, organizar y presentar la información socio-ambiental relacionada con el agua.
- **Integrar datos:** Relacionar datos espaciales (mapas, imágenes) con datos no espaciales (tablas, estadísticas) de diversas variables, unidades de medida y formatos.



- **Analizar y modelar:** Aplicar y desarrollar modelos para integrar, analizar y transformar los datos.
- **Recuperar información:** Obtener información de forma integral y temática para analizar el contexto actual y evaluar posibles escenas futuras.
- **Actualizar la información:** Revisar y actualizar constantemente la información y los modelos para apoyar la organización y gestión del espacio.

En resumen, los SIG suministran el estudio de la información sobre el agua, la creación de modelos y la evaluación de diferentes escenarios para una mejor gestión de este recurso.

2.2.5. *Modelo Hidrológico SWAT (Soil and Water Assessment Tool)*

SWAT, son los esquemas hidrológicos de simulación continua, desarrollado a escala de oquedad por el Dr. Jeff Arnold para el ARS de los EEUU. Su finalidad central es pronosticar el impacto de las destrezas de conducción agrícola en los recursos hídricos, el transporte de sedimentaciones y la dinámica de contaminantes en oquedades de gran extensión y heterogeneidad, caracterizadas por variados suelos y coberturas, en el transcurso prolongados horizontes temporales (Neitsch et al., 2011).

SWAT se basa en las características de varios modelos de simulación de recursos hídricos y es una evolución derecha del modelo SWRRB1. En otras palabras, SWAT toma como base el modelo SWRRB1 y lo mejora incorporando elementos de otros modelos similares, para ofrecer una herramienta más completa y avanzada.(Uribe, 2010)

Neitsch et al., (2011) explican que el modelo SWAT finge el lapso hidrológico utilizando la formula del recuento del H2O como base. Ósea, este modelo se basa en el símbolo de que el agua que entra a un sistema debe ser igual a la que sale, más la que se almacena.

$$SW_t = SW + \sum(R_i + Q_i + ET_i + P_i + QR_i)$$

Donde:

SW : Cuantía inicial de contenido de agua en la superficie (mm)

SW_t : Cuantía final de contenido de agua en la superficie (mm)

R_i : Cuantía de aguacero caída en el periodo de estudio (mm)

t : Tiempo en días

ET_i : Evapotranspiración (mm)

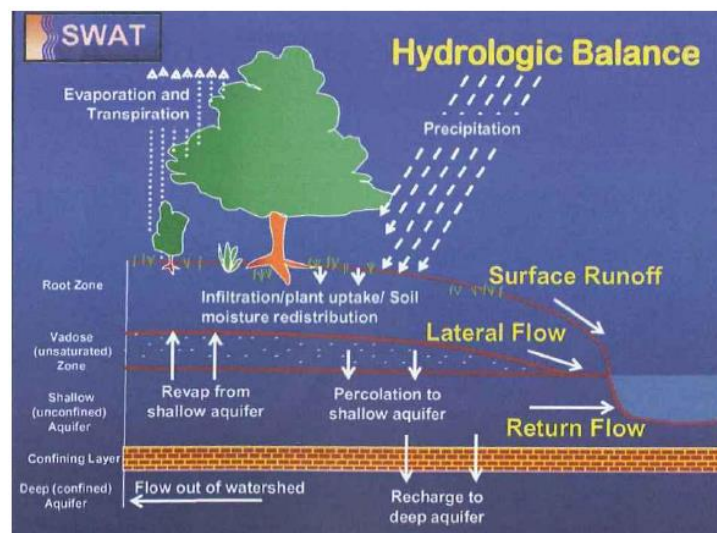
Q_i : Cuantía de escorrentía (mm)

QR_i : Flujo de retorno (mm)

P_i : Percolación (mm)

Figura 4

Ilustración del Ciclo Hidrológico en el modelo SWAT



Nota. La figura ilustra un diagrama del ciclo del agua empleado por el modelo SWAT. Extraído de "SWAT (Soil and Water Assessment Tool): Concepciones Básicos y Guía Vertiginosa de Usuario, Versión SWAT2005, (p.11), por Uribe (2010)

2.2.5.1. Ajuste del Modelo SWAT a una Cuenca Hidrológica

D. N. Moriasi et al. (2007) proponen una serie de criterios estadísticos para evaluar la eficacia de un modelo hidrológico durante los períodos de comprobación y ratificación. Estos criterios admiten cuantificar qué tan bien el modelo reproduce las observaciones y así determinar su precisión y confiabilidad.

Tabla 2

Parámetros estadísticos para la evaluación del modelo SWAT

Ecuación	Valores	Clasificación del rendimiento
Coficiente Nash-Sutcliffe $NSE = 1 - \frac{\sum_{t=1}^n (Q_t^{obs} - Q_t^{sim})^2}{\sum_{t=1}^n (Q_t^{obs} - \bar{Q}^{sim})^2}$	0.75 < NSE ≤ 1.00	Excelente
	0.65 < NSE ≤ 0.75	Bueno
	0.50 < NSE ≤ 0.65	Satisfactorio
	0.40 < NSE ≤ 0.50	Aceptable
	NSE < 0.40	Malo
Coficiente de determinación $R^2 = \frac{[\sum_{t=1}^n (Q_t^{obs} - \bar{Q}^{obs})(Q_t^{sim} - \bar{Q}^{sim})]^2}{\sum_{t=1}^n (Q_t^{obs} - \bar{Q}^{obs})^2 \sum_{t=1}^n (Q_t^{sim} - \bar{Q}^{sim})^2}$	r ≥ 0.5	Satisfactorio
	0 ≤ r < 0.5	Malo
Percent bias $PBIAS = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (Q_t^{obs} - Q_t^{sim}) * (100)}{\sum_{i=1}^n (Q_t^{obs})} \right]$	PBIAS < ±10	Excelente
	±10 ≤ PBIAS < ±15	Bueno
	±15 ≤ PBIAS < ±25	Satisfactorio
	PBIAS ≥ ±25	Malo
Ecuación	Valores	Clasificación del rendimiento
Relación entre el RMSE y la desviación estándar de las observaciones $RSR = \frac{RMSE}{STDEV_{obs}} = \frac{\sqrt{\sum_{n=1}^n Q_t^{obs} - Q_t^{sim}}}{\sqrt{\sum_{n=1}^n Q_t^{obs} - \bar{Q}^{obs}}}$	0.00 ≤ RSR ≤ 0.50	Excelente
	0.50 ≤ RSR ≤ 0.60	Bueno
	0.60 ≤ RSR ≤ 0.70	Satisfactorio
	RSR > 0.70	Malo

Nota. Las líneas corresponden a los caudales modelados y medidos; los símbolos " \bar{Q}^{sim} y \bar{Q}^{obs} " denotan los promedios de los caudales observados y simulados, respectivamente. Asimismo, la variable "t" indica el período temporal y "n" el total de datos. Empañado de (León Ochoa, 2017)

2.2.6. Modelo Climático Global (MCG)

En esencia, un modelo del clima es una versión digital de la sistemática del clima real. Se construye utilizando ecuaciones matemáticas que describen las interacciones físicas, biológicas y químicas entre sus distintos mecanismos (atmósfera, océanos, hielo, etc.). Existen diferentes tipologías de modelos del clima, con niveles de complicación que varían según la cantidad de detalles y procesos que incluyan (Pachauri & Reisinger, 2008)

Barros (2005) destaca la capacidad de los MCG para simular con precisión los cambios climáticos globales observados en el siglo pasado. Estos modelos, al incorporar la maniobra de las reuniones de GEI, logran reproducir las tendencias climáticas pasadas, lo que aumenta la confianza en su habilidad para proyectar el clima futuro y su variabilidad (Barros, 2005).



2.2.7. *Coupled Model Intercomparison Project Phase 6*

Los GCM han evolucionado. Recientemente, para los experimentos del CMIP6, se creó una nueva generación de estos modelos. Estos nuevos modelos CMIP6 son más sofisticados, incluyendo desde GCM básicos hasta modelos completos del sistema terrenal, con perfeccionamientos en la representación de procesos corporales y una determinación espacial más precisa (Kim et al., 2020).

Estos MCG son como una versión digital en 3D de nuestro planeta, donde se conectan el océano y la atmósfera. Piensa en una cuadrícula que cubre toda la Tierra, con celdas que van de 100 a 500 km de lado. Cada celda representa un área donde se calculan las variables climáticas. Así, los MCG nos ayudan a entender cómo interactúan los diferentes componentes del sistema climático y a planear cómo podría convertir el clima en el pendiente (Bando Murrieta et al., 2007).

Por otro lado, respecto a los escenarios de emisión, León Ochoa (2017) alude que los escenarios son como "fotografías" de posibles futuros. Son proyecciones de cómo podría ser la compañía y el ambiente en el futuro, y se centran en suposiciones sobre diferentes factores como:

- **Emisión de gases:** ¿Cuánto aumentarán los gases que causan el cambio climático?
- **Población:** ¿Cuántas personas habitarán el planeta?
- **Economía:** ¿Cómo crecerá la economía?
- **Medio ambiente:** ¿Qué políticas se implementarán para proteger el medio ambiente?

Al considerar diferentes combinaciones de estos factores, los escenarios nos ayudan a explorar distintas alternativas y a entender cómo nuestras acciones de hoy pueden influir en el futuro.

Es así que, (Hausfather, 2018) afirma que, a finales de la década del 2000, científicos de diversos grupos de investigación se unieron para crear nuevas herramientas que permitieran explorar las posibles trayectorias del mundo en el siglo XXI. De este esfuerzo surgieron dos enfoques complementarios:

- **Vías socioeconómicas compartidas (SSP):** Imaginan cinco futuros posibles para el mundo, sin considerar políticas climáticas. Analizan factores como el desarrollo económico, la desigualdad social y los avances tecnológicos.
- **Vías de concentración representativas (RCP):** Se enfocan en los niveles de gases de calentamiento global y el acrecentamiento de temple global proyectado para el año 2100.

En resumen, los RCP instituyen diferentes niveles de cambio climático, mientras que los SSP describen los argumentos sociales y mercantiles en las que se podrían alcanzar (o no) esos niveles.

Tabla 3

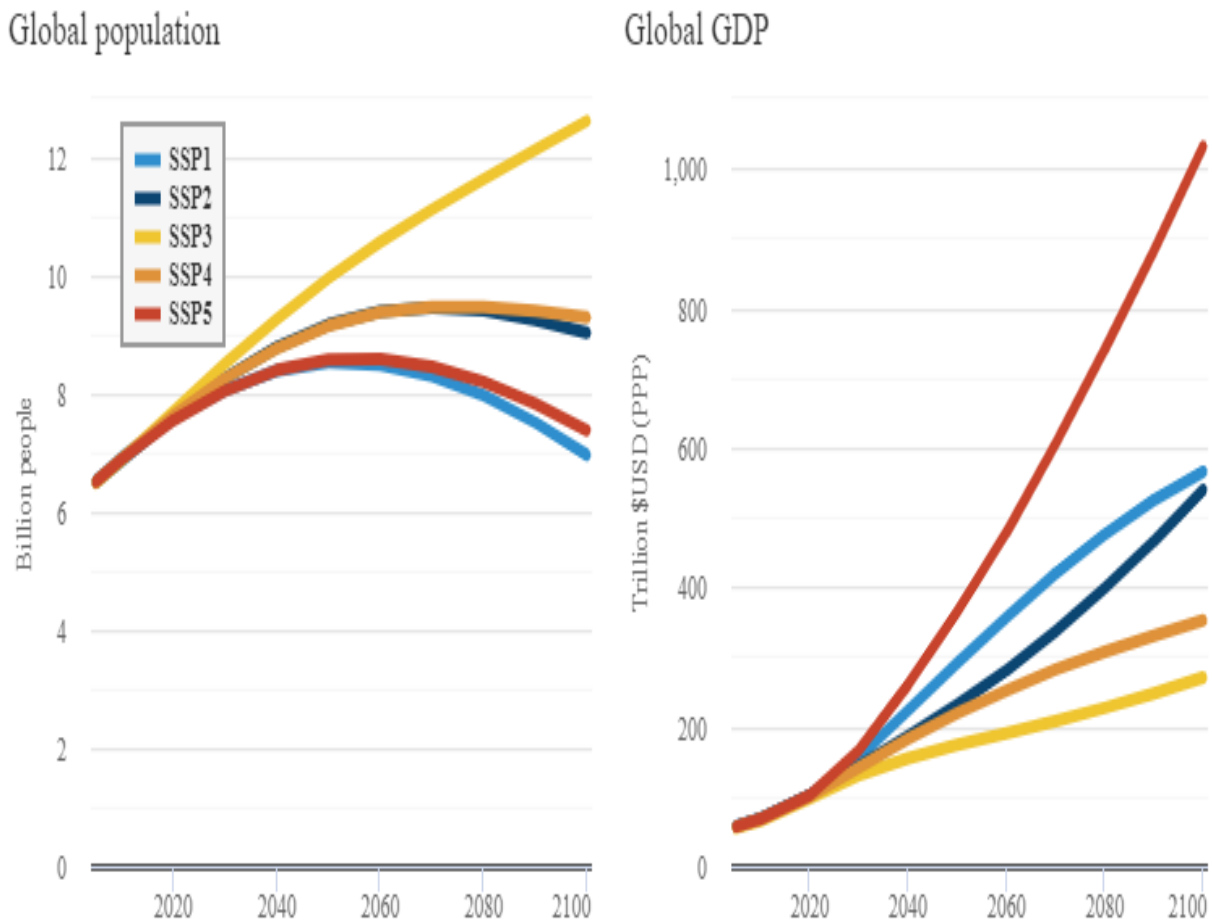
Vías Socioeconómicas compartidas (SSP)

Narrativas SSP	
SSP1	Optar por la sostenibilidad significa elegir el "camino verde", una vía que presenta menores obstáculos para afrontar el cambio climático, tanto en la mitigación de sus efectos (reducción de emisiones) como en la adaptación a las nuevas condiciones
SSP2	A la mitad del camino (Desafíos medianos para la mitigación y la adaptación), implica que se ha avanzado en el proceso de abordar el cambio climático, pero aún quedan obstáculos importantes por superar tanto en la mitigación (reducción de emisiones de gases de efecto invernadero) como en la adaptación (ajuste a las condiciones climáticas cambiantes)
SSP3	Competencia entre regiones que presenta obstáculos importantes para abordar el cambio climático, tanto en la mitigación (reducción de emisiones) como en la adaptación (ajuste a las consecuencias).
SSP4	Desigualdad, un camino dividido (bajos desafíos para la mitigación, altos desafíos para la adaptación), se refiere a cómo la desigualdad social y económica crea una brecha en la capacidad de las personas para enfrentar el cambio climático.
SSP5	El desarrollo basado en combustibles fósiles, especialmente en el sector del transporte, presenta grandes obstáculos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (mitigación), pero ofrece pocas dificultades para adaptarse a los impactos del cambio climático

Nota. Este cuadro presenta los principales patrones socioeconómicos que probablemente definirán la estructura social futura. Fuente: Shared socioeconomic pathways and their implications for energy, land use, and GHG emissions: a comprehensive perspective (p. 157), Riahi et al. (2017)

Figura 5

Estimaciones de población mundial y la riqueza total (PBI) a lo largo del siglo XXI



Nota. El gráfico presenta dos elementos clave para entender la evolución global. A la izquierda: Se observa cómo ha crecido la población mundial a lo largo del tiempo, medida en miles de millonadas de individuos. A la derecha: Se enseña el desarrollo del PBI mundial en billones de dólares, utilizando la PPA para cotejar el poder de compra entre diferentes países. Fuente: Common socioeconomic pathways and their implications for energy, land use, and greenhouse gas emissions: a global perspective (p. 158), Riahi et al. (2017).

Riahi et al. (2017) explican que las escenas SSP (Trayectorias Socioeconómicas Compartidas) presentan una variedad de consecuencias con respecto a las manifestaciones de gases de calentamiento global y contaminantes, especialmente en la que se refiere al CO₂, lo cual influye directamente en los retos para mitigar el cambio del clima. En este sentido, las escenas



SSP1 y SSP4 se caracterizan por una baja dependencia de los combustibles fósiles y un mayor uso de energías alternativas, lo cual resulta en menores manifestaciones de CO₂. Por otro lado, los escenarios SSP3 y SSP5 muestran una enérgica dependencia de los combustibles fósiles, generando un mayor nivel de manifestaciones de CO₂ y dificultando la disputa contra la permuta del clima.

El metano (CH₄) es el segundo gas que más contribuye al calentamiento global. Su emisión se debe principalmente a actividades como la ganadería, la efervescencia entérica y la siembra de arroz. El incremento de la urbe y la necesidad de producir más nutrientes aumentan las emisiones de CH₄, especialmente en los escenarios SSP3 y SSP1. A corto plazo, el escenario SSP5 también muestra un aumento considerable debido a la usanza de inflamables fósiles y gas nativo. Los demás escenarios presentan niveles intermedios de emisiones de CH₄ debido a la combinación de diferentes factores.

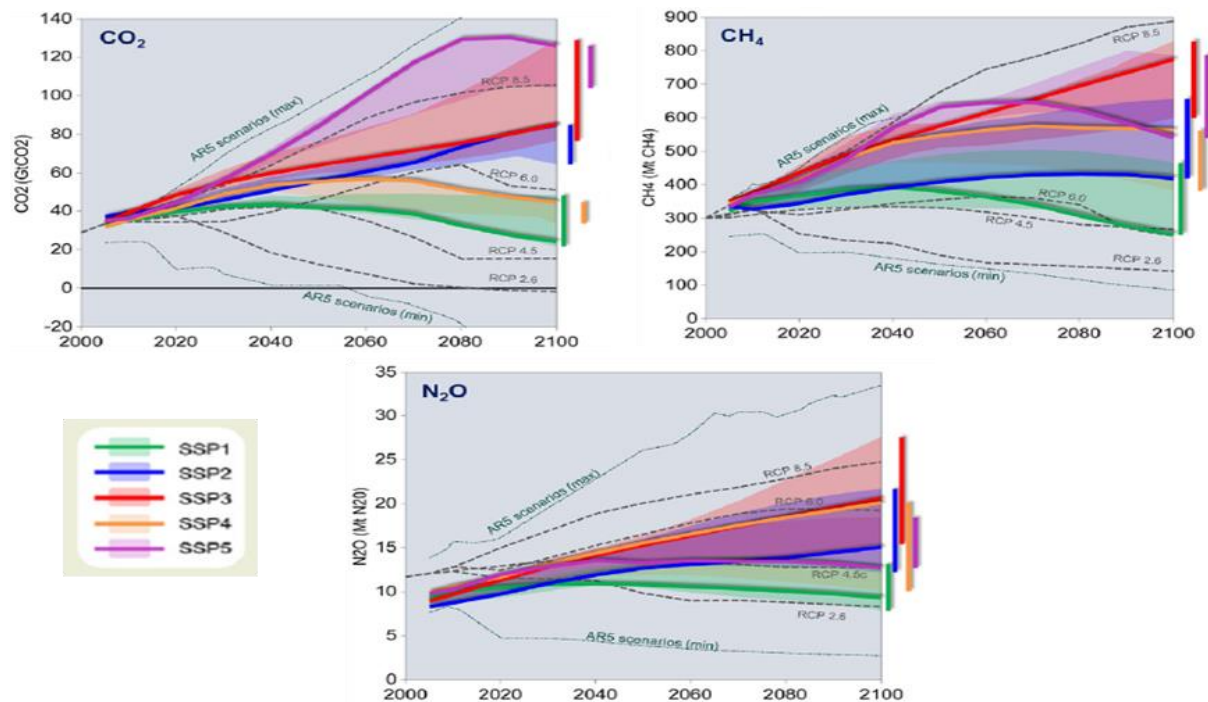
Por otro lado, las emisiones de óxido nitroso (N₂O) proceden de disemejantes fuentes como la agronomía, la ganadería, las aguas remanentes, la industria, el transporte y la combustión de biomasa. Los escenarios SSP4 y SSP3 presentan las mayores manifestaciones de N₂O debido al alto crecimiento poblacional y al uso intensivo de fertilizantes. En contraste, el escenario SSP1 muestra bajas emisiones gracias a prácticas agrícolas sostenibles y una población menor.

Los escenarios SSP proyectan un amplio rango de forzamiento radiativo (entre 5.0 y 8.7 W/m² para el año 2100), similar la escena RCP8.5. Esto se debe a que los SSP consideran diversas combinaciones de factores que influyen en las emisiones.

Finalmente, el escenario SSP3 describe un mundo donde las leyes para controlar la contaminación del aire se implementan lentamente o no se cumplen, lo que resulta en niveles de contaminación mucho mayores que en cualquier escenario RCP.

Figura 6

Proyecciones de las emisiones de los principales gases de efecto invernadero a nivel mundial



Nota. La imagen presenta una comparación de cómo se espera que sea el mundo en el año 2100, según diferentes escenarios de cambio climático. Fuente: Global socioeconomic development scenarios and their consequences for energy, land management, and greenhouse gas emissions: a comprehensive perspective (p. 162), Riahi et al. (2017).

2.3. Marco conceptual

- **Ciclo Hidrológico:** El proceso hidrológico constituye la circulación permanente del agua en el planeta. Mediante etapas como la vaporización, la reunión y la lluvia, el H₂O cambia de estado y se distribuye globalmente. Este proceso forma un ciclo cerrado, donde el final de una etapa marca el comienzo de la siguiente, asegurando que el agua se renueve y recircule constantemente (Chow & Maidment, 1998).
- **Cuenca Hidrográfica:** Una cuenca hidrográfica es como un gran recipiente nativa que recolecta el H₂O de lluvia. Dentro de ella, el agua se organiza en un río principal y sus afluentes (como si fueran pequeñas venas que se unen a una vena más grande). Toda el



agua que cae dentro de la cuenca, eventualmente fluye hacia un mismo punto de salida (Aguirre Núñez, 2011).

- **Temperatura:** El temple es una medida del ímpetu del ardor presente en un objeto, cuerpo o en el ambiente que lo rodea (Pachauri & Reisinger, 2008).
- **Precipitación:** Las precipitaciones son cualquier forma de H₂O que abate desde el aire hacia la superficie terrenal. Puede presentarse de diversas maneras, como aguacero, llovizna, nieve, aguanieve o granizo (Chow & Maidment, 1998).
- **Cambio Climático:** El cambio del clima alude al incremento del temple media global del planeta. Este fenómeno es causado por la reunión de gases de calentamiento global en el aire, que retienen la radiación solar y generan un calentamiento planetario. Estas emisiones son producidas predominantemente por acciones antropogénicas, como la combustión de hidrocarburos y la tala de bosques (Calvin et al., 2023).
- **Caudal:** Bulto de H₂O que pasa por un punto concreto en un canal o conducto (como un río, tubería o canal) durante un período de tiempo determinado (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI, 2023).



CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1. Tipo de investigación

Este estudio adopta un diseño correlacional-descriptivo de naturaleza cuantitativa. El análisis pretende examinar la asociación entre la simulación de caudales futuros (variable dependiente) y los Modelos de Circulación General (variable independiente), caracterizando el comportamiento de la disponibilidad hídrica en respuesta a forzantes climáticos.

3.2. Diseño de la Investigación

Este análisis se determina por ser no experimental y longitudinal.

- No experimental: Esto simboliza que no se manipularon las inconstantes de estudio, sino que se observaron y analizaron tal como ocurren en la realidad, sin intervención del investigador.
- Longitudinal: La investigación se desarrolló a lo largo del tiempo, recopilando datos en diferentes etapas o momentos para observar la evolución del fenómeno estudiado.

3.3. Niveles de la investigación

Este análisis se encuentra en el nivel cuantitativo a causa de que este análisis se centra en el análisis de datos numerales, utilizando métodos gráficos y estadísticos para procesar la información y obtener resultados (Hernández Sampieri et al., 2014).



3.4. Técnicas e instrumentos de la investigación

Para conseguir la pesquisa mingitoria este estudio utiliza un método indirecto de compilación de datos, como lo describen Hernández Sampieri et al. (2014). Esto significa que, en lugar de realizar mediciones directas en campo, se recurre a registros estadísticos e información ya existente, proveniente de expertos y entidades confiables que trabajan en temas de recursos hídricos y cambio climático.

3.5. Materiales y equipos

Para llevar a cabo esta investigación, se emplearon diversas herramientas informáticas, incluyendo software especializado en análisis geográfico, modelado hidrológico y estadístico, así como plataformas para la visualización de datos.

Específicamente, se utilizaron los siguientes programas:

a) Para el análisis espacial y la gestión de datos geográficos:

- ArcGIS Desktop 10.5 con la extensión 3D Analyst: Admite el estudio y la visualización de datos geográficos en 2D y 3D.
- Google Earth y Google Earth Engine: Suministran las visualizaciones y el estudio de imágenes satelitales y datos geográficos a diferentes escalas.

b) Para el modelado hidrológico:

- ArcSWAT 2012 10.5: Herramienta para modelar la condición del H₂O y la disponibilidad de recursos del H₂O en cuencas hidrográficas.
- SWAT-CUP 2019 5.2.1.1: Software para la comprobación y la ratificación de modelos hidrológicos.
- CMhyd: Sistema de modelización para evaluar proyecciones climáticas y sus efectos sobre la disponibilidad hídrica.



c) Para la gestión y el procesamiento de datos:

- Microsoft Office LTSC Professional Plus 2021: Conjunto integral de aplicaciones de productividad diseñado para la constitución de documentaciones, estudios de datos y elaboración de exposiciones multimedia.

3.6. Lugar de estudio

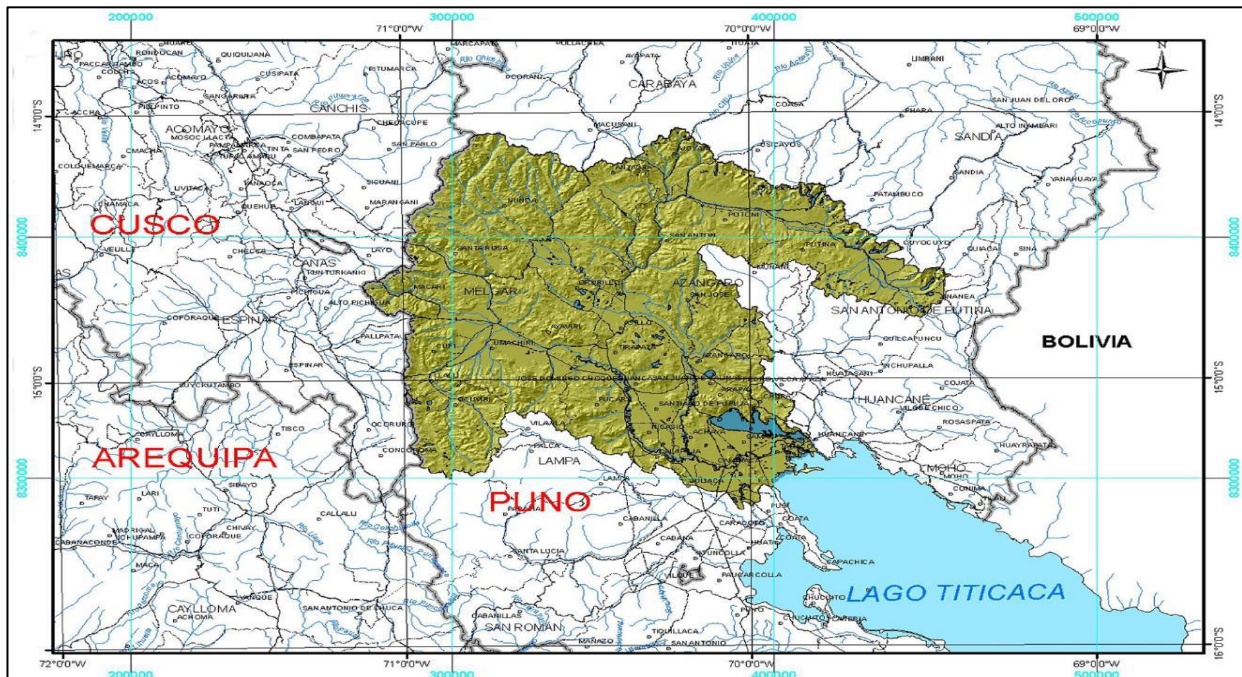
La oquedad del afluente Ramis, situada en el norte de la altiplanicie puneña, es la más amplia y significativa de la sistemática fluvial que alimenta al lago Titicaca. Se extiende desde los 3,810 msnm hasta conseguir alturas colindantes a los 5,600 msnm, abarcando un territorio considerable entre las coordenadas $71^{\circ}07'$ y $69^{\circ}34'$ de longitud oeste u $14^{\circ}03'$ y $15^{\circ}24'$ de latitud sur (Zavala Carrión & Guerrero Bohorquez, 2006).

Sus límites geográficos son:

- **Este:** Oquedades de Huancané y Suches.
- **Norte:** Oquedad del afluente Inambari.
- **Oeste:** Oquedades de los afluentes Vilcanota y Colca.
- **Sur:** Oquedad del afluente Coata y lago Titicaca.

Figura 7

Ubicación de la cuenca Ramis



Nota. La figura actual ilustra la localización de la cuenca del Ramis en la demarcación hidrográfica del lago Titicaca. Fuente: "Estudio Geoambiental de la Oquedad del Afluente Ramis", (p. 17), Zavala Carrión & Guerrero Bohorquez (2006).

3.7. Población y muestra

A) Población

La urbe de este análisis abarca toda la red hidrográfica que alimenta al lago Titicaca, la cual está compuesta por 13 cuencas individuales que, en conjunto, drenan sus aguas hacia este gran lago.

B) Muestra

La selección de la cuenca para este análisis se basó en una muestra no probabilística por beneficio. Esto significa que se eligió una cuenca específica, la del Ramis (como se muestra en la Figura 7), debido a que cumplía con ciertas características necesarias para la investigación, principalmente la existencia de una estación hidrométrica. Esta estación es



fundamental para poder calibrar y aprobar el modelo SWAT, que es la herramienta principal utilizada en este estudio.

3.8. Procedimiento para la obtención de datos meteorológicos:

3.8.1. *Recopilación de datos meteorológicos para la alimentación del modelo SWAT*

La data meteorológica utilizada para el modelamiento hidrológico fue: Precipitaciones, temple Mínima y Máxima. Esta información fue obtenida de 13 estaciones meteorológicas, abarcando un período de 16 años, desde 2000 hasta 2015. Para perfeccionar datos carentes, se esgrimió el método de la regresión simple con datos meteorológicos generados por el producto PISC, el PISCOp v2.1 y el PISCOp v1.1 para temperatura y precipitación (Aybar Camacho et al., 2017).

Tabla 4

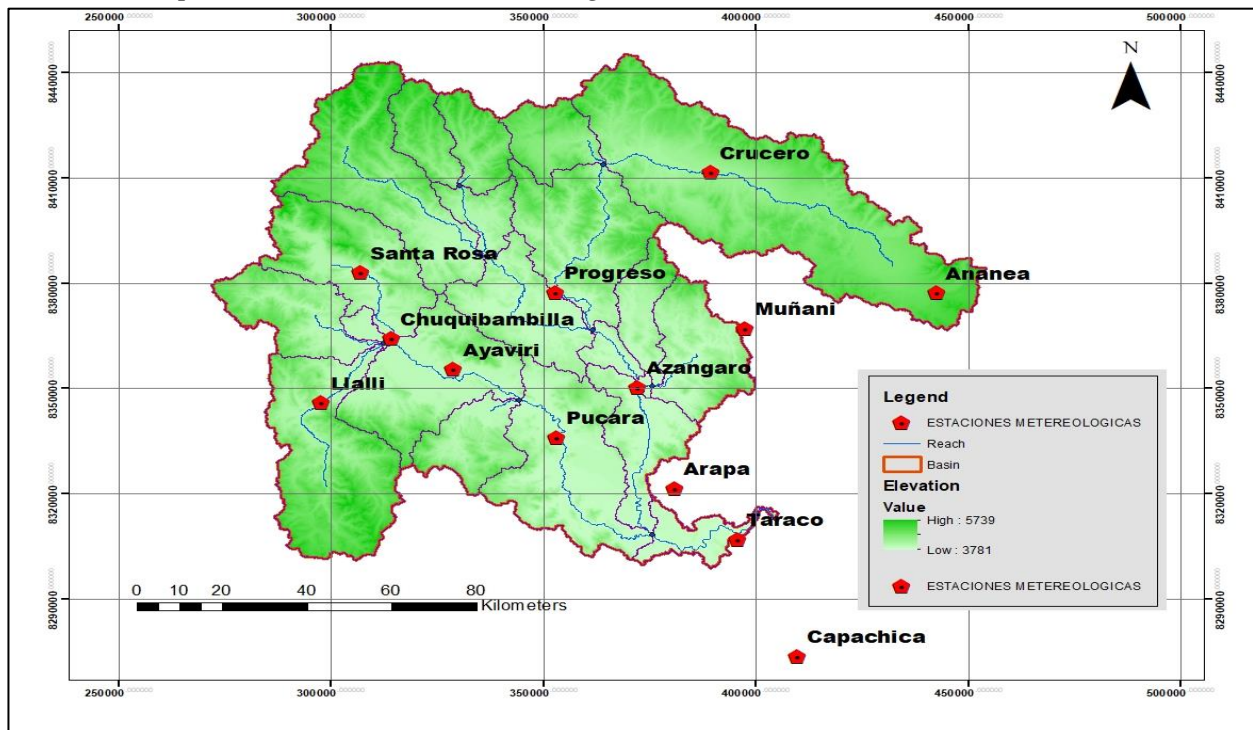
Ubicación espacial de las estaciones Meteorológicas

Estación	Tipo	Periodo de Registro	Coordenadas UTM (WGS - 84)		Altitud (m.s.n.m)
			Lat	Long	
Ananea			-14.676278	-69.533856	4651
Arapa			-15.178572	-70.109044	3826
Ayaviri			-14.868767	-70.591611	3930
Azangaro			-14.917194	-70.190472	3845
Capachica			-15.613444	-69.842222	3814
Chuquibambilla	Meteorológica	2000 - 2015	-14.787906	-70.728492	3911
Crucero			-14.364194	-70.025917	4126
Llalli			-14.952861	-70.880528	3984
Muñani			-14.766944	-69.951806	3922
Progreso			-14.671694	-70.367806	3917
Pucara			-15.045667	-70.366639	3872
Santa Rosa			-14.617806	-70.792778	3952
Taraco			-15.311667	-69.972472	3821

Nota. La presente tabla detalla las coordenadas de ubicación de las estaciones meteorológicas convencionales.

Figura 8

Ubicación espacial de Estaciones Meteorológicas Convencionales



Nota. En esta figura se puede visualizar cómo se distribuyen estos puntos de compilación de datos a lo largo de la cuenca



Así mismo, en este análisis, se verificó la confiabilidad de los datos de precipitaciones proporcionados por SENAMHI por medio de un Estudio de Consistencia de Datos. Este estudio es crucial en cualquier análisis hidrológico, pues admite asegurar la calidad de la información utilizada.

Siguiendo a (Villón Bejar, 2004), se emplearon métodos visuales y estadísticos para identificar posibles errores o inconsistencias en los datos. Primero, se realizó una inspección visual de la serie de datos de precipitación para detectar tendencias o saltos abruptos. Luego, se empleó las pruebas estadísticas "t de Student" para ratificar la existencia de estas irregularidades, de esta forma se buscó garantizar la validez de los datos de precipitaciones para que los resultados del estudio hidrológico sean confiables.

a) Analizar la consistencia de los datos de precipitación

Utilizando el método de par de masa, se compararán las precipitaciones acumuladas de cada estación con las precipitaciones acopiadas promedio de un grupo de cosechas. Esto ayudará a identificar posibles errores o inconsistencias en los datos. Es por ello que se graficó la precipitación acumulada de una estación contra la precipitación acumulada promedio. Si los datos son consistentes, deberíamos ver una línea recta. Si hay algún error, la línea mostrará un quiebre o cambio de pendiente.

b) Dividir los datos en periodos:

Con base en los quiebres identificados en el estudio de doble masa, se dividirán las series temporales de precipitación en diferentes periodos. La Estación Meteorológica de Capachica se utilizó como referencia para comparar y dividir las series de las demás estaciones, esto debido a que esta estación representa el menor número de quiebres

c) Calcular estadísticas para cada periodo:

Una vez que se tengan las series temporales divididas en periodos, se calculó la media (promedio) y el extravío estándar de las precipitaciones para cada subperiodo en cada



estación. Esto permitió analizar cómo varía la precipitación en el tiempo y si existen diferencias significativas entre los periodos, en esta pauta se usó la siguiente formula:

$$\bar{x}_i = \frac{1}{n_1} \sum_{i=1}^{n_1} x_i ; S_1(x) = \left[\frac{1}{n_1 - 1} \sum_{i=1}^{n_1} (x_i - \bar{x}_1)^2 \right]^{0.5}$$

$$\bar{x}_j = \frac{1}{n_2} \sum_{j=1}^{n_2} x_j ; S_2(x) = \left[\frac{1}{n_2 - 1} \sum_{j=1}^{n_2} (x_j - \bar{x}_2)^2 \right]^{0.5}$$

Donde:

x_j : Valores de la sucesión de la fase 2.

x_i : Valores de la sucesión de la fase 1.

$S_1(x), S_2(x)$: Desviación estándar de las fases 1 y 2.

\bar{x}_1, \bar{x}_2 : Media de los períodos 1 y 2.

n_1, n_2 : Dimensión de las submuestras.

d) Estimación de "t de student", calculando (t_c) según

$$t_c = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{S_{\bar{d}}}$$

Por añadidura:

$$S_{\bar{d}} = S_d \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]^{0.5}$$

$$S_p = \left[\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \right]^{0.5}$$

Donde:

S_p : Desviación estándar ponderada



$S_{\bar{a}}$: Desviación de las diferencias de los promedios.

e) Estimación del valor crítico t_t de la tabla "t de student":

Esgrimiendo un nivel de confianza del 95%, un nivel de significancia $\alpha=0.05$ y ° de libertad definidos como $v=n_1+n_2-2$, se calculó el valor t_t .

Tabla 5

Valores estadísticos obtenidos de la prueba T de student

Estaciones Meteorológicas	t_t	t_c	P-Valor
Ananea		1.52	0.27
Arapa		1.95	0.21
Ayaviri		1.74	0.06
Azángaro		1.58	0.43
Chuquibambilla		0.78	0.17
Crucero		1.45	0.12
Llalli	2.01	1.99	0.52
Muñani		1.40	0.17
Progreso		1.35	0.49
Pucara		1.72	0.07
Santa Rosa		1.49	0.14
Taraco		1.25	0.19

Nota. Esta tabla enseña los hallazgos del estudio estadístico realizado con la prueba "t de Student"

d) Regla de decisión:

Si t_c es menor o igual que t_t ($t_c \leq t_t$), podemos decir que las intervienes de precipitación de las 2 etapas que estamos comparando son prácticamente parejas. No hay una diferencia significativa entre ellas, por lo que no es necesario ajustar los datos. De caso contrario si t_c es mayor que t_t , en este caso, sí hay una discrepancia significativa entre las medias de precipitación de los dos periodos. Esto indica que algo cambió, ya sea en la forma de medir la precipitación o en el clima de la zona. Por ende, es ineludible emplear un proceso de corrección para ajustar los datos y que sean comparables.

e) Resultado de la prueba t de Studen:

Finalmente, en este estudio se puede observar que $t_c \leq t_t$, es decir que los datos son permanentes y no solicita de alguna cortesía.



Cabe mencionar que los datos Hidrológicos (caudales) del escenario base (2000 - 2016), se obtuvieron de las estaciones hidrométricas “Puente Carretera Ramis “proporcionados por SENAMHI.

3.8.2. Información de los Sistemas de Información Geográfica (GIS)

Con el propósito de que el modelo SWAT pudiera funcionar, se necesitó información geográfica específica. Esta información se obtuvo de diversas fuentes, las cuales se detallan en la "Tabla 6". Para facilitar la recopilación de estos datos, se utilizaron plataformas de automatización como Google Earth Engine, que permiten obtener y procesar grandes cantidades de información geográfica de forma eficiente.

Tabla 6

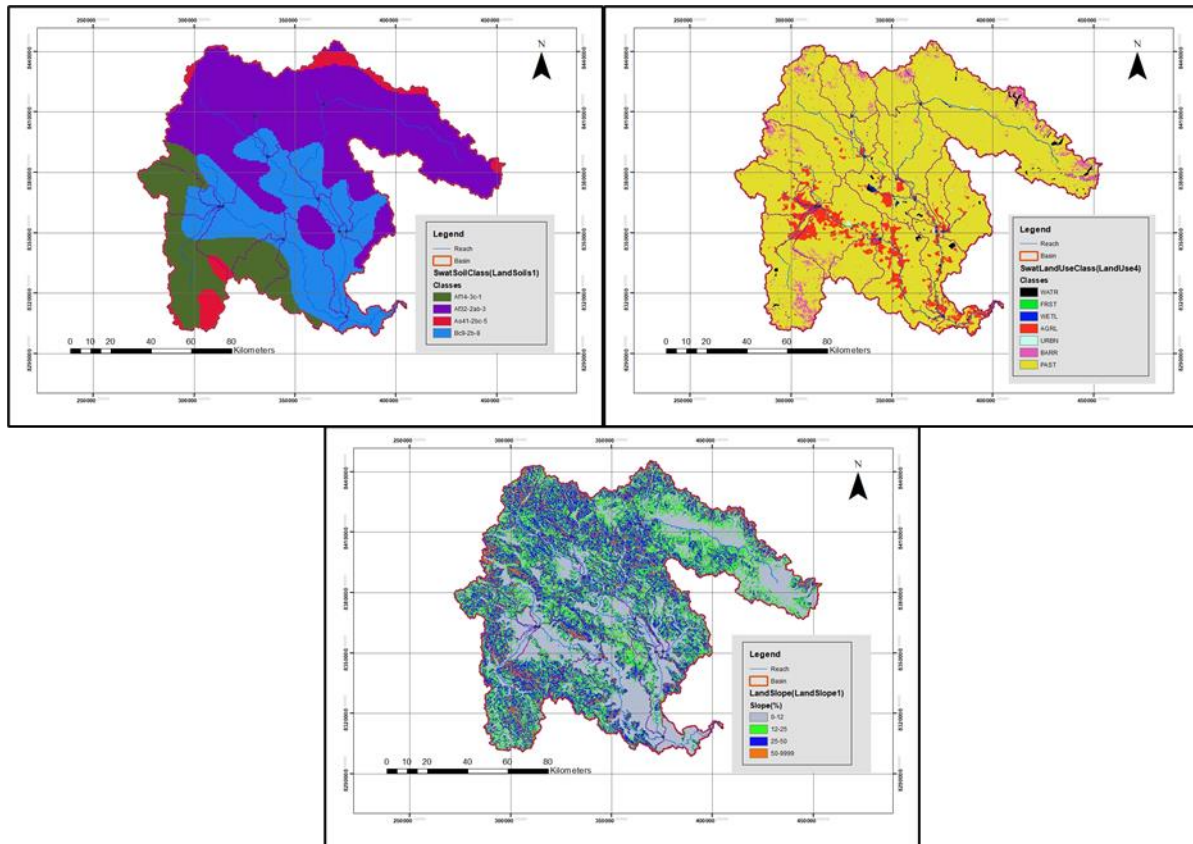
Alimentación GIS utilizada en el modelo SWAT

Información	Fuente	Descripción	Formato
Uso de Terreno y tipo de Vegetación	ESRI	Mapa detallado que muestra cómo se utiliza los diferentes terrenos en la cuenca Ramis. Este mapa, es del año 2019, derivado de imágenes ESA Sentinel-2 con una resolución de 10 m.	Ráster
Taxonomía de suelo (Edafología)	FAO	Clasificación de suelos que muestra la distribución de los diferentes tipos de suelo en la cuenca Ramis	Shapefile
DEM	SRTM/USGS	Mapa digital que muestra la altitud del terreno de la cuenca del Ramis. Con una resolución de 30 x 30 metros, el cual significa que cada pixel en el mapa representa un área de 30 metros por 30 metros en el mundo real.	Ráster
Hidrografía	VISOR SENAMHI	Red de estaciones de monitoreo del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) en la cuenca Ramis.	Shapefile
Cartografía Básica	IGN	Cartas nacionales de la cuenca Ramis.	Shapefile

Nota. Esta tabla presenta la información geográfica (GIS) que se ha descargado desde Google Earth Engine

Figura 9

Entrada de información GIS al modelo SWAT



Nota. Esta imagen muestra la información geográfica que se utilizó para alimentar el modelo.

3.8.3. Modelos Climáticos Globales del Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados CMIP6.

Para este estudio, se esgrimieron datos de precipitaciones y temple (mínima y máxima) provenientes de la última generación de MCG utilizados en los experimentos CMIP6. Esta información, con resolución diaria, se obtuvo a través del S3C. El ECMWF ofrece un servicio confiable que proporciona información precisa y de calidad garantizada sobre el clima. Este servicio no solo nos informa sobre el estado actual del clima, sino que también nos brinda datos sobre el pasado y proyecciones para el futuro.

Para este estudio, se seleccionaron modelos climáticos siguiendo las recomendaciones de Fernandez-Palomino et al. (2024) (ver Tabla 7). Estos modelos se combinaron con diferentes escenarios socioeconómicos llamados "Vías Socioeconómicas Compartidas" (SSP) (ver Tabla 8).

Los SSP exploran cómo factores como la población, la economía y la tecnología pueden influir en las manifestaciones de gases del calentamiento global, el cambio del clima, sus impactos y las posibles medidas para mitigarlo o adaptarse a él (O'Neill et al., 2016).

Tabla 7

Modelos adoptados para el modelamiento futuro (2025 - 2055)

Modelo Climático Global	Centro de Investigación	Resolución (long x lat)	Referencias relacionadas al estudio
MIROC6	Atmosphere and Ocean Research Institute (The University of Tokyo), National Institute for Environmental Studies, and Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology – Japan	1.40625° x 1.40625°	(Fernandez-Palomino et al., 2024)
NorESM2-LM	CNRM-CERFACS (National Center for Meteorological Research, Météo-France and CNRS laboratory, Climate Modeling and Global change) - Francia	1.40625° x 1.40625°	(Fernandez-Palomino et al., 2024)

Nota. Esta tabla presenta un resumen de los modelos climáticos obtenidos del Servicio de Cambio del Clima de Copernicus (C3S)

Tabla 8

Escenarios SSP (Trayectorias Socioeconómicas Compartidas) empleados al estudio

Vías	Niveles de impacto climático	(W/m ²)	SSP	Año
SSP5-8.5	Alto	8.5	5	2025 - 2055
SSP2-4.5	Medio	4.5	2	

Nota. La tabla enseña las vías seleccionadas en este estudio.

3.9. Procedimiento de ejecución del Modelo SWAT a la cuenca Ramis

El estudio para la generación de caudales bajo la incidencia de Modelos Climáticos Globales en la cuenca Ramis, Calderón Cahua (2023) establece tres fases:

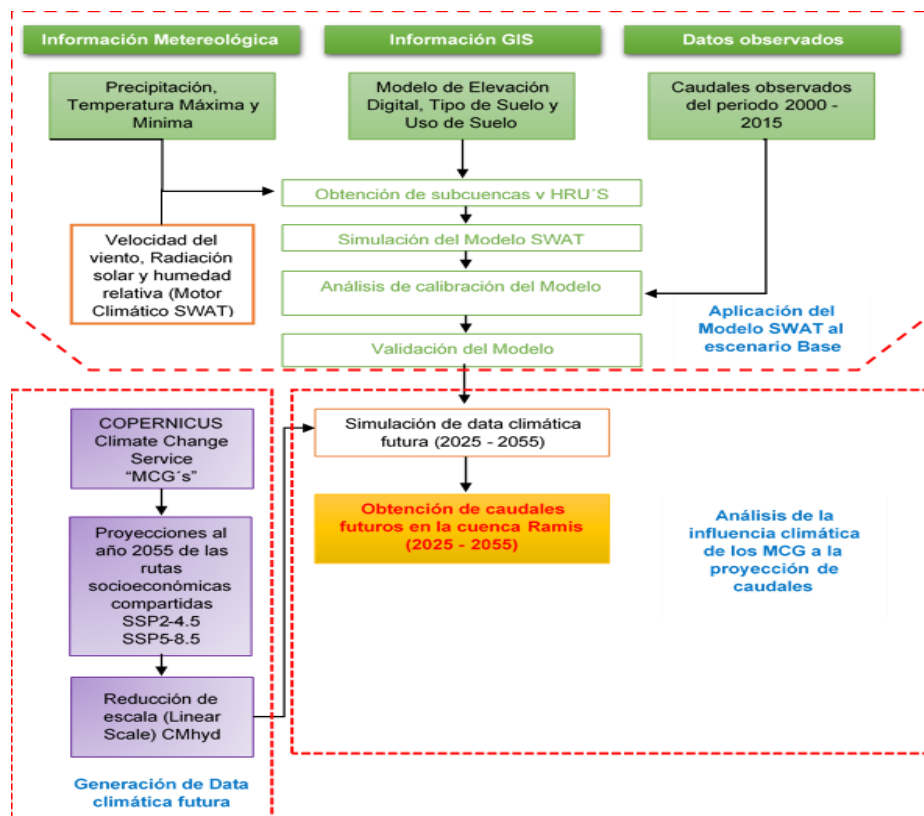
Simulación del estado actual: Se empleó el instrumento SWAT para modelar la dinámica hidrológica de la cuenca, integrando parámetros climáticos, edáficos, de cobertura vegetal y características fisiográficas. Esto permite entender cómo funciona el ciclo hidrológico en la actualidad (2000 - 2015).

Proyección del clima futuro: Se analizaron datos climáticos y se generaron proyecciones a futuro, considerando diferentes escenarios de cambio climático. Esto permite anticipar cómo podrían cambiar las condiciones climáticas en la oquedad.

Estimación del agua disponible: Esgrimiendo las proyecciones del clima, se simuló la disponibilidad de H₂O en la oquedad en el futuro (2025 - 2055). Esto permitió evaluar cómo el cambio del clima podría afectar la cantidad de H₂O disponible para diferentes usos (agricultura, consumo humano, etc.).

Figura 10

Pautas para la ejecución del modelo SWAT



Nota. La siguiente imagen muestra, de forma simplificada, los procesos que se ejecutaron para obtener las proyecciones de caudales futuros en la cuenca Ramis. Adaptado de VALORACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE SUPERFICIES EN LA OQUEDAD DEL AFLUENTE HUANCANÉ BAJO CONDICIONES CLIMÁTICAS, MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN



DEL WATER ASSESSMENT & MODELO SOIL TOOL V2012.10.7.24 (p. 76), (Calderón Cahua, 2023).

Para poder simular la oquedad Ramis esgrimiendo el modelo SWAT, se organizó y procesó la información geográfica (GIS) que se enseña en la "Tabla 6". Esta tabla contiene los datos necesarios para representar la cuenca en el modelo, incluyendo características del terreno, usos del suelo, y redes de drenaje.

Para crear el mapa de cubierta vegetal y usanza de la superficie del año 2019, se empleó pesquisa geográfica proporcionada por ESRI. Posteriormente, en la siguiente tabla se narra dicha pesquisa.

Tabla 9

Códigos específicos dentro del software ESRI 10 para SWAT

Clasificación	Código SWAT	Descripción
1. Agua	WATR	Masas de agua duraderas
2. Arboles	FRST	Masas forestales compactas
4. Vegetación inundada	WETL	Áreas donde los ecosistemas acuáticos, como ríos, lagos o humedales, se encuentran y se mezclan con los terrestres.
5. Cultivos	AGRL	Cultivos agrícolas fundamentales
7. Área construida	URBN	Desarrollo urbano o expansión de las ciudades
8. Suelo desnudo	BARR	Vastas extensiones de tierra seca y desprovista de vida vegetal
9. Nieve hielo	WATR	Glaciares de piedemonte
11. Pastizales	PAST	Vegetación principal con una cobertura continua

Nota. Esta tabla detalla las diferentes categorías de cobertura y uso de la superficie que se hallan en la base de datos de ESRI10, incluyendo su código, clasificación y una breve descripción.

Cada clase de uso de suelo y vegetación y usanza de superficie fue identificada con un código específico del sistema de clasificación SWAT, desarrollado por Arnold et al. (2012). Estos códigos son necesarios para que el modelo SWAT pueda procesar la información y realizar las simulaciones.

El Mapa de Cabida Productiva de Suelos fue desarrollado mediante datos procedentes de la FAO y la UNESCO (Tabla 10), accesibles a través del Portal de Suelos de la FAO. Cabe resaltar

que la base de datos edafológica empleada en SWAT mantiene compatibilidad con el sistema de clasificación FAO/UNESCO, garantizando así la consistencia metodológica entre ambos sistemas.

Tabla 10

Categorización de los suelos en la cuenca Ramis

Clasificación	Descripción	Textura	Densidad Aparente (g/cm^3)	Arcilla	Limo	Arena
Af14-3c-1	Acrisol	Arcilla - Marga	1.2	38	26	36
Af32-2ab-3	Acrisol	Arcilla Arenosa	1.4	27	27	46
Ao41-2bc-5	Acrisol	Marga	1.3	22	29	49
Bc9-2b-8	Cambisol	Arcilla - Marga	1.3	32	26	43

Nota. Esta tabla presenta información sobre las características del suelo en la cuenca Ramis.

Para clasificar las pendientes del terreno, se usó un DEM proveniente de USGS/ SRTM, la cual se muestra a continuación. El modelo SWAT, empleado en la investigación, posibilita la categorización de pendientes con base en diversos criterios. Para este estudio, se adoptó la clasificación establecida en el Estatuto de Categorización de Tierras D.S. N°017-2009-AG del Ministerio del Ambiente (DECRETO SUPREMO No 017-2009-AG, 2009).

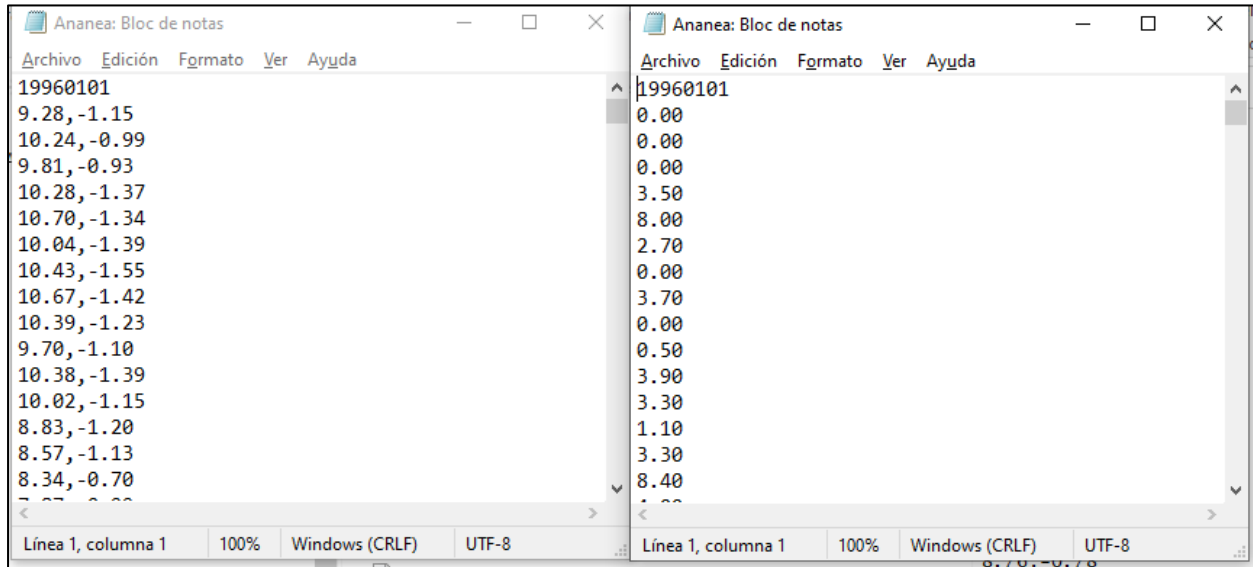
Tabla 11

Distribución de las pendientes en la cuenca Ramis

Clase	Pendiente (°)
Ligeramente Inclinado	0 – 12
Moderadamente Inclinado	12 – 25
Algo Escarpado	25 – 50
Muy Escarpado	> 50

Nota. En la siguiente tabla, se detallan los criterios empleados para clasificar las pendientes y elaborar el Mapa de Pendientes de la cuenca Ramis.

Los datos meteorológicos de temple y precipitación, fueron acondicionados al formato SWAT, en una escala diaria tal y como se puede ver en la Figura 11.

Figura 11*Acondicionamiento de datos meteorológicos para el suministro del modelo*

Nota. La presente imagen muestra el formato citado por SWAT para los datos meteorológicos de temple y precipitación.

Una vez organizados estos datos SIG, se procedió a correr el modelo SWAT, para la formación de HRU, para ello la diligencia del modelo SWAT a la oquedad Ramis, se basó en la metodología propuesta por (Neitsch et al., 2011), utilizando la extensión ArcSWAT y la interfaz gráfica de ArcGIS 10.5.

El modelo SWAT reproduce el proceso hidrológico mediante el siguiente esquema (Figura 12):

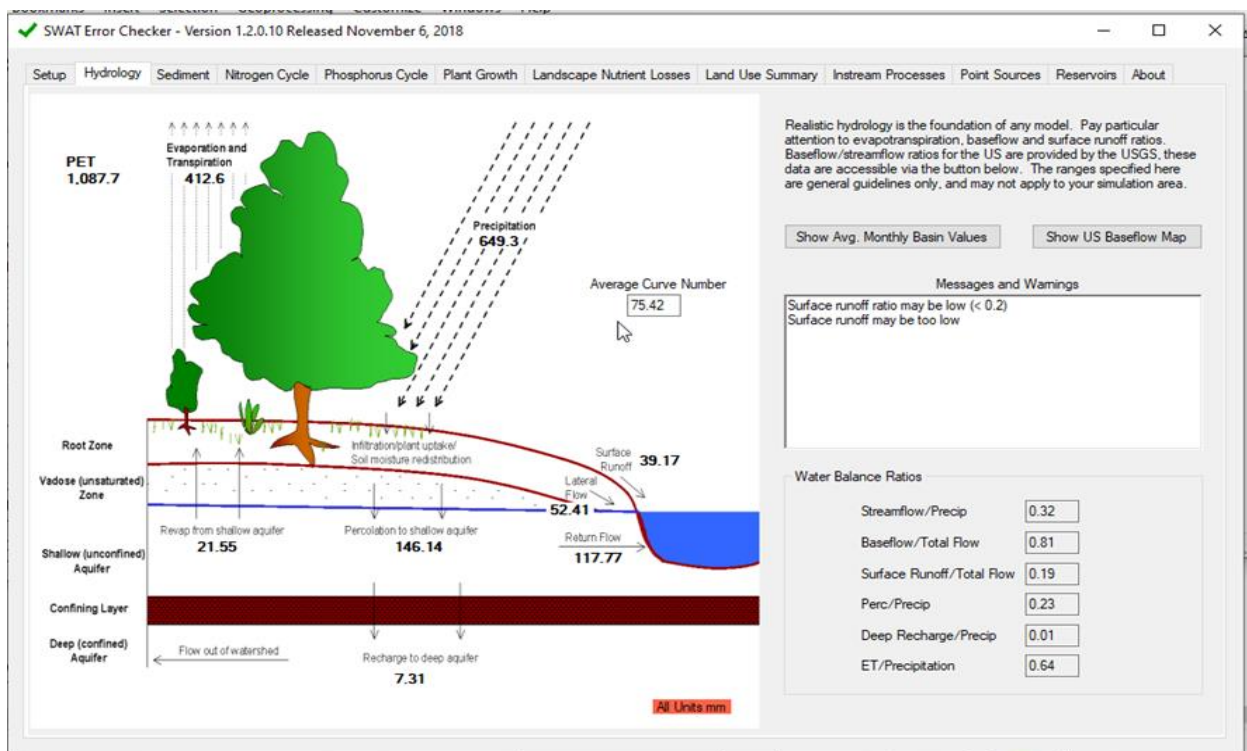
- 1. Precipitación:** La lluvia es interceptada por la vegetación o cae al suelo.
- 2. Escorrentía e infiltración:** El H₂O en la superficie puede infiltrarse o generar escorrentía superficial que fluye hacia los canales.
- 3. Evapotranspiración:** El agua infiltrada puede ser evapotranspirada (usando el método Penman-Monteith) o moverse lentamente hacia el H₂O superficial a través de los acuíferos.

Para ejecutar la modelización, el algoritmo segmenta la oquedad en subcuencas y HRU, definidas por la intersección de tipos de cobertura vegetal, clases de pendiente y unidades edáficas (Uribe, 2010).

En esencia, se está utilizando un modelo computacional (SWAT) para simular cómo se mueve el agua en la cuenca Ramis, considerando la interacción con la vegetación, el suelo y la topografía.

Figura 12

Simulación Hidrológica de SWAT en la cuenca Ramis



Nota. En la siguiente imagen, se puede ver una representación gráfica de cómo se comporta el agua en la cuenca Ramis. Esta simulación muestra el balance hídrico, es decir, la relación entre la cuantía de H₂O que entra y sale de la oquedad por medio de desemejantes procesos como la precipitación, la evaporación y la escorrentía.

SWAT utiliza el método de circunferencia dígito del SCS para determinar cuánta H₂O de aguacero se transforma en escorrentía superficial.



$$Q_{surf} = \frac{(R_{day} - 0.2S)^2}{(R_{day} + 0.8S)}; R > 0.2S$$

La fórmula presentada por León Ochoa (2017) calcula la escorrentía superficial (Q_{surf}), es decir, la cuantía de H₂O de lluvia que gotea sobre el área del terreno. Para ello, se considera la precipitación diaria (R_{day}) y un parámetro de retención (S) que varía según la humedad del suelo. Este parámetro (S) representa la cabida de la superficie para empapar H₂O; cuando el suelo está seco, puede retener más agua, y cuando está saturado, el agua escurre con mayor facilidad. El parámetro (S), se calcula por medio de la siguiente formula:

$$S = 25.4 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

El valor CN, o dígito de curva, varía diariamente y depende de qué tan permeable sea la superficie, tal como de los contextos del H₂O, el suelo y la vegetación presente, según lo explica (León Ochoa, 2017).

Posterior a la estimación de caudales del escenario base, se procede a realizar la calibración (periodo 2000 - 2009) y validación (periodo 2010 - 2015) del modelo SWAT con la cuenca Ramis, donde se reduce la posibilidad de errores y aumenta la seguridad en los resultados obtenidos.

(Galván González, 2012) explica que la comprobación del modelo SWAT se realiza mediante un proceso computado donde los indicadores del modelo se ajustan de forma aleatoria dentro de un rango predefinido. Estos parámetros, que representan diferentes procesos físicos de la cuenca, se van modificando hasta que el modelo logre simular con precisión el comportamiento observado en la realidad.

La elección de los indicadores para la comprobación del modelo, se basaron en el estudio de (De Oliveira Bueno et al., 2017), donde predefine parámetros para una determinada escala temporal (Tabla 12), en este estudio se usó la escala temporal “mensual”.

Tabla 12

Parámetros idóneos para la escala mensual.

Parámetro	Descripción	Proceso	Rango
ESCO	Factor de compensación de evaporación del suelo.	Evaporación	0.5 - 0.95
CN2	SCS numero curva de escorrentía	Cobertura	-0.1 - 0.1
ALPHA BF	Factor "Alpha" de flujo base	Acuíferos	0 - 1
GW_DELAY	Tiempo de retardo del agua subterránea (días)	Acuíferos	-30 - 150
GWQMN	Umbral profundidad del agua en el acuífero (mm)	Acuíferos	-1000 - 1000
CANMX	Almacenamiento máximo de dosel (mm)	Cobertura	0 - 30
CH_K2	Conductividad hidráulica efectiva en aluvión del canal principal	Enrutamiento	0 - 10
CH_N2	Valor "n" de Manning para el canal principal	Enrutamiento	-0.01 - 0.2
EPCO	Factor de compensación de absorción de la planta	Transpiración	0.01 - 1
GW_REVAP	Coefficiente de aguas subterráneas "revap".	Acuíferos	0.02 - 0.2
REVAPMN	Umbral de la profundidad del agua en el acuífero superficial "revap" (mm)	Acuíferos	-1000 - 1000
SOL_AWC	Capacidad de agua disponible (mm agua/mm suelo)	Suelos	-0.05 - 0.05
SOL_K	Conductividad hidráulica saturada	Suelos	-0.05 - 0.05
SURLAG	Tiempo de retraso de escorrentía superficial	Enrutamiento	0.01 - 24

Nota. Se puede ver en la tabla el intervalo de valores que puede tomar cada parámetro utilizado por SWAT-CUP.

En la calibración se utilizó el algoritmo SUFI2 para representar la incertidumbre como rangos de valores posibles. Este enfoque, que considera incertidumbres en los indicadores y en la estructura del modelo, busca que las profecías del modelo incluyan la mayoría (95) de los datos vistos dentro de un rango de incertidumbre (Abbaspour et al., 2015).

Para verificar la exactitud del modelo, se contrastaron los caudales medidos in situ con los valores simulados por el sistema, empleando los parámetros calibrados previamente. Este proceso de validación se realizó esgrimiendo un registro histórico de seis años, correspondiente al período 2010-2015.

Para finalizar, se analizaron los resultados utilizando indicadores estadísticos que permiten medir la precisión y la eficiencia de los procesos. Estos indicadores incluyen el NSE, el coeficiente de determinación (R²), tal como lo sugieren (D. N. Moriasi et al., 2007).



Tras completar la validación y la comprobación del modelo, se crearon proyecciones climáticas futuras. Para este fin, se utilizó la utilidad CMhyd integrada en SWAT, la cual aplicó métodos de cortesía de sosegado a los datos para garantizar mayor precisión y confiabilidad en los resultados (Rathjens et al., 2016).

Dentro el proceso de correcciones de sesgo en CMhyd, se esgrimió el método de modelos de Escalado Lineal para ejecutar el "downscaling estadístico". Esta técnica, disponible adoptado por CMhyd, se basa en establecer una relación matemática entre las predicciones climáticas a gran graduación (obtenidas de MCG) y las variables atmosféricas particulares que se desean obtener. En otras palabras, se busca encontrar una ecuación que permita "traducir" la información climática general a una escala más local y detallad.

Es así, que la ecuación aplicada es la siguiente:

$$Y = f(x)$$

León Ochoa (2017) interpreta que, "Y" representa la información climática local que necesitamos obtener con mayor precisión (por ejemplo, la temperatura en una ciudad específica). Los "MCG" se refieren a los MCG, que son modelos climáticos globales que proporcionan información a una escala muy amplia. "x" representa las variables climáticas que obtenemos de estos modelos globales, que son menos precisas a nivel local. Finalmente, "f" es una función o método matemático que nos permite relacionar la información global ("x") con la información local ("Y") para obtener resultados más precisos a escala local.

Tras obtener las proyecciones de precipitaciones, temples máximas y mínimas para el futuro mediante técnicas de "downscaling estadístico" (es decir, ajustando las proyecciones climáticas globales a una escala regional), se introdujeron estos datos en el modelo hidrológico previamente calibrado. El objetivo de este proceso fue simular la conducta del sistema hidrológico y obtener estimaciones de los caudales que se esperan en el periodo 2025-2055.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Resultados

4.1.1. *Evaluar la precisión del modelo hidrológico utilizando métricas estadísticas.*

El modelo SWAT demostró una adecuada adaptación a la cuenca del Ramis. Durante las fases de comprobación (2000-2009) y ratificación (2010-2016), el sistema presentó un desempeño satisfactorio según los indicadores de evaluación hidrológica. Se realizaron 10 iteraciones para medir el modelo y una iteración para aprobar utilizando la herramienta SWAT-CUP. Los resultados obtenidos se detallan a continuación.

➤ **Coefficiente Nash Sutcliffe**

$$NSE = 1 - \frac{\left[\sum_{i=1}^n (Q_t^{obs} - Q_t^{sim})^2 \right]}{\left[\sum_{i=1}^n (Q_t^{obs} - \bar{Q}^{sim})^2 \right]}$$

La evaluación de la exactitud de los esquemas hidrológicos se realizó mediante el coeficiente de Nash-Sutcliffe. Este indicador cuantifica el grado de concordancia entre los dobleces del modelo y los valores observados experimentalmente. En la etapa de calibración, se obtuvo un valor de 0.88 en este coeficiente, indicando un ajuste sobresaliente a la serie histórica de datos. Al aprobar el modelo con un grupo independiente de datos, obtuvimos un coeficiente de 0.81, confirmando así su robustez y capacidad de generalización."

$0.75 < \text{NSE} = \mathbf{0.88} \leq 1.0 \rightarrow$ "Excelente" (Calibración)

$0.75 < \text{NSE} = \mathbf{0.81} \leq 1.0 \rightarrow$ "Excelente" (Validación)

➤ **Coefficiente de Determinación**

$$R^2 = \frac{[\sum_{t=1}^n (Q_t^{obs} - \bar{Q}^{obs})(Q_t^{sim} - \bar{Q}^{sim})]^2}{\sum_{t=1}^n (Q_t^{obs} - \bar{Q}^{obs})^2 \sum_{t=1}^n (Q_t^{sim} - \bar{Q}^{sim})^2}$$

Se valoró el desempeño del modelo hidrológico mediante el coeficiente de precisión R^2 . Este indicador mostró un buen ajuste a los datos, tanto en la calibración ($R^2=0.88$) como en la validación ($R^2=0.82$), sugiriendo que el modelo captura satisfactoriamente la variabilidad de los datos, aunque queda espacio para perfeccionarlo.

$r = \mathbf{0.88} \geq 0.5 \rightarrow$ "Satisfactorio" (Calibración)

$r = \mathbf{0.82} \geq 0.5 \rightarrow$ "Satisfactorio" (Validación)

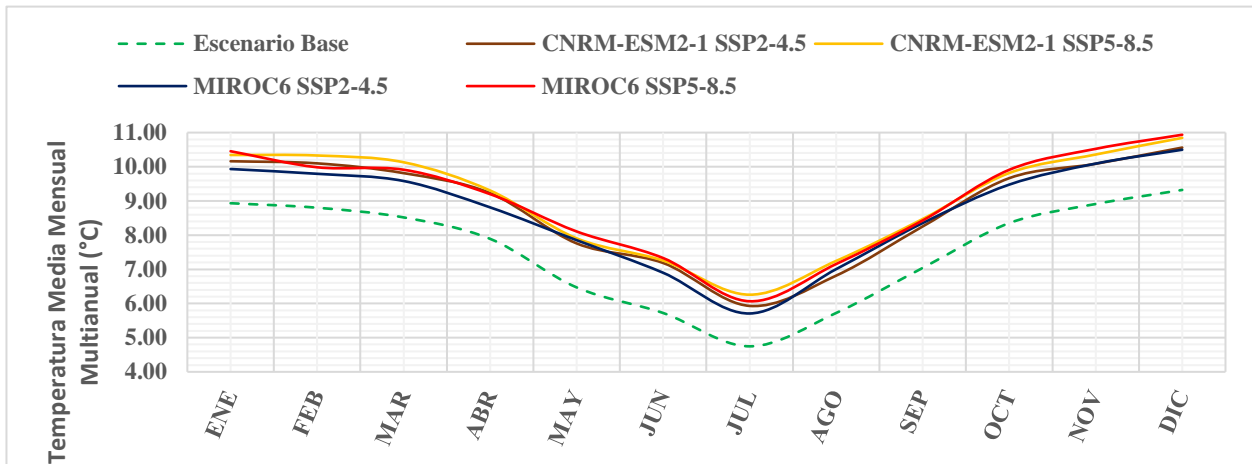
4.1.2. *Evaluar la proyección del clima futuro de los Modelos Climáticos Globales del CEMIP6 en la cuenca Ramis, para el horizonte 2055.*

Para estimar los caudales en la cuenca Ramis entre 2025 y 2055, es crucial contar con datos precisos de precipitaciones y temple. Estos datos se obtuvieron de modelos climáticos globales (GCM) avanzados, como MIROC6 y CNRM-ESM2, que forman parte del proyecto internacional CEMIP6.

En particular, se utilizaron dos escenas de cambio de clima: SSP2-4.5 (una escena intermedia) y SSP5-8.5 (una escena de altas emisiones). A continuación, se describen las proyecciones de cambio en las precipitaciones y temple para la cuenca Ramis en el lapso 2025-2055, según estos escenarios y modelos.

Figura 13

Cambios en la cantidad de lluvia promedio en la cuenca Ramis, expresados en porcentajes



Nota. Temperatura media mensual multianual de la cuenca Ramis.

Tabla 13

Variación porcentual de la Temperatura en la cuenca Ramis, en el periodo 2025 – 2055

Escenarios	Variación porcentual											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
MIROC6 SSP2-4.5	13.76	14.75	15.21	16.97	19.90	25.56	24.91	19.09	17.24	15.74	13.20	13.29
MIROC6 SSP5-8.5	15.79	17.36	18.94	17.92	22.17	26.79	31.83	26.60	20.32	17.54	16.25	16.33
CNRH-ESM2-1 SSP2-4.5	11.20	11.28	12.50	11.67	21.35	20.56	20.24	22.41	18.64	13.48	13.26	12.62
CNRH-ESM2-1 SSP5-8.5	17.03	13.46	16.37	16.57	25.29	28.09	27.78	25.02	19.72	18.67	18.10	17.32

Nota. La actual tabla enseña la variación del temple media en la cuenca Ramis.

Para los cambios en la temperatura se observa que en los modelos MIROC6 y CNRH-ESM2-1 proyectan variaciones de hasta 25.56, 31.83, 22.41 y 28.09, esto de entre los periodos de junio a agosto, correspondiente al periodo seco (Tabla 13)

Así mismo la (Figura 13) muestra los promedios mensuales multianuales en la oquedad del Ramis para los escenarios base y futuros. En ellos se observa un aumento significativo de los modelos MIROC6 y CNRH-ES2-1 en todos los meses.

Respecto a las variaciones de precipitación, la escena MIROC6 SSP2-4.5 programa incrementos de hasta 8.3% durante la estación húmeda (diciembre-marzo) y 94.0% en la estación seca (abril-noviembre). Paralelamente, asimismo prevé menguas de -0.4% en la etapa húmeda y -8.1% en la etapa seca.

De igual forma, la escena MIROC6 SSP5-8.5 pronostica incrementos de hasta 10.2% durante la estación rociada y 102.4% en estaciones secas, representando una de las contribuciones más significativas en comparación con otros modelos. Adicionalmente, se prevén reducciones de -9.8% en el período húmedo y -5.5% en la etapa seca.

En la escena CNRM-ESM2-1 SSP2-4.5 se prevén incrementos de hasta 8.5% y 66.5% en las etapas húmedas y seca respectivamente, además de registrar uno de los valores más bajos en la estación seca (-26.6%), mientras que en la acuosa alcanza -5.7%. Por su parte, la escena CNRM-ESM2-1 SSP5-8.5 proyecta acrecentamientos de 3.2% (húmedo) y 77.7% (seco), pero también una de las reducciones más significativas en la etapa húmeda (-6.9%), y -17.9% en el seco.

Tabla 14

Variación porcentual de la precipitación en la cuenca Ramis, en el periodo 2025 – 2055

Escenarios	Variación porcentual											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
MIROC6 SSP2-4.5	8.5	-5.7	3.4	25.1	-8.7	66.5	-26.6	23.6	-9.8	-5.5	19.9	-1.5
MIROC6 SSP5-8.5	3.2	-6.9	0.8	23.3	3.4	77.7	-17.9	24.5	-8.7	9.3	15.7	-6.6
CNRH-ESM2-1 SSP2-4.5	8.3	-0.4	6.2	27.9	3.6	94.0	-8.1	14.0	0.2	-2.8	20.7	0.8
CNRH-ESM2-1 SSP5-8.5	6.6	-0.4	10.2	34.8	12.5	102.4	20.4	21.5	10.4	-3.6	17.6	0.8

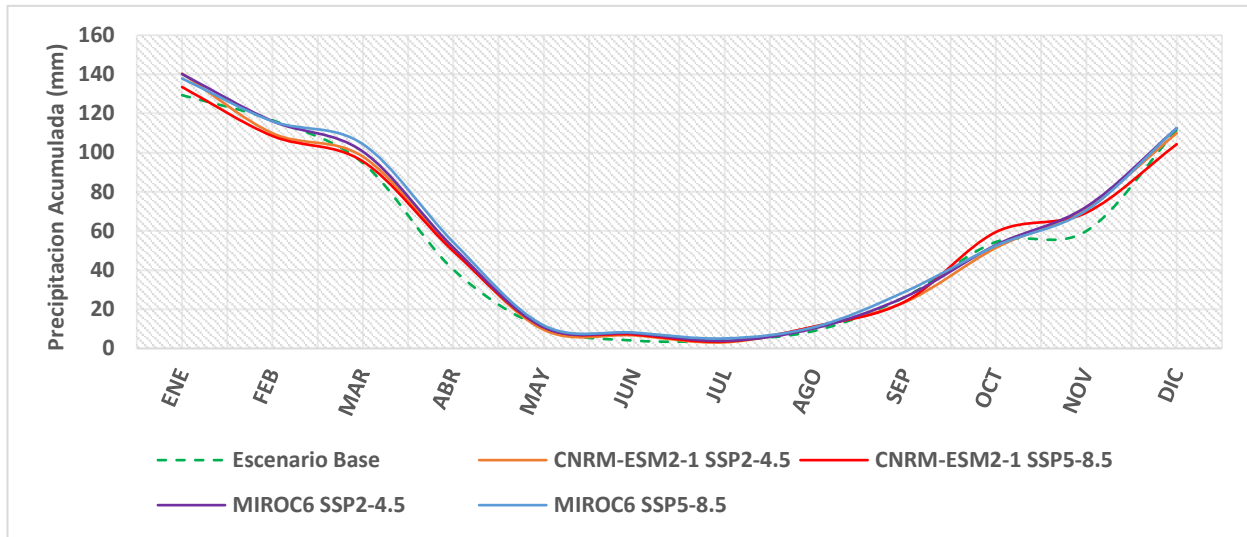
Nota. La actual tabla enseña la variación de la precipitación media en la oquedad Ramis.

En las proyecciones de acuerdo al modelo MIROC6, se muestra un ligero aumento de los promedios mensuales multianuales en los periodos de entre febrero a mayo, y de octubre a enero, también para el modelo CNRH- ESM2-1 muestra ligeros aumentos en los periodos de marzo a mayo, y los demás meses muestra una relativa semejanza al escenario base.

Es importante señalar que los MCG carecen de la cabida para pronosticar eventos climáticos extremos, tales como el Fenómeno de ENOS.

Figura 14

Precipitación media en la cuenca Ramis



Nota. La actual muestra el ciclo estacional de precipitaciones en la cuenca Ramis.

4.1.3. Analizar cómo cambia la disponibilidad de agua en el horizonte 2055, a partir de la incidencia de la proyección del clima futuro de los Modelos Climáticos Globales del CEMIP 6.

Se calculó la oferta hídrica (Tabla 15), expresada en caudales proyectados para el período 2025-2055. Adicionalmente, se presentan los valores del caudal medio mensual multianual inscrito en la estación hidrométrica Puente Ramis para la Escena Base y las proyecciones de los modelos MIROC6 y CNRM-ESM2-1.

Tabla 15

Caudal promedio mensual multianual en la cuenca Ramis

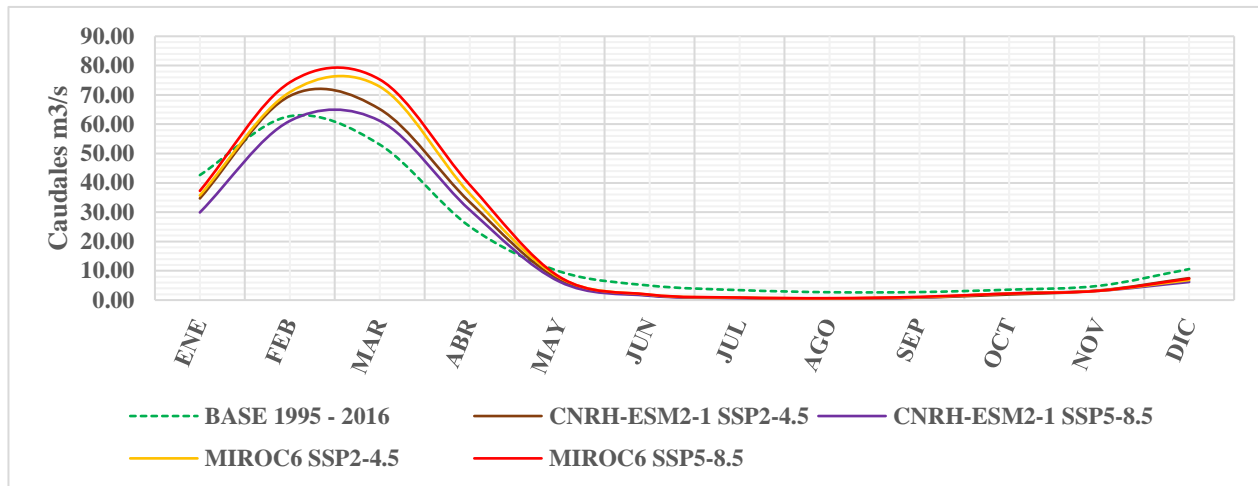
Escenario	Caudales medios mensuales multianuales (m3/s)											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dec
Escenario Base	42.63	62.73	53.05	25.13	9.77	4.96	3.40	2.69	2.74	3.56	4.88	10.58
MIROC6 SSP5-8.5	34.68	69.63	65.16	33.46	6.94	1.64	0.77	0.58	0.85	1.90	3.29	7.50
MIROC6 SSP2-4.5	29.90	61.12	61.15	30.77	6.26	1.48	0.69	0.51	0.87	2.29	3.19	6.18
CNRH-ESM2-1 SSP2-4.5	35.69	70.92	72.81	36.31	7.67	1.82	0.82	0.61	0.97	2.24	3.21	6.83
CNRH-ESM2-1 SSP5-8.5	37.26	74.27	75.24	39.35	7.88	1.87	0.88	0.65	1.10	2.23	3.18	7.31

Nota. La siguiente tabla muestra caudales estimados en la cuenca Ramis

Se exhibe en la figura 15, el cotejo entre los caudales medios habituales multianuales planeados y la escena base, donde se evidencia un incremento en los caudales estimados para los meses de febrero a abril según los modelos MIROC6 y CNRM-ESM2-1, mientras que de mayo a enero se registra una reducción moderada.

Figura 15

Caudales medios mensuales multianuales en la cuenca del río Ramis



Nota. La siguiente tabla enseña caudales estimados en la cuenca Ramis

En las variaciones porcentuales de recursos hídricos (Tabla 16), el modelo MIROC6 registra 18 meses con cambios negativos, distribuidos en 9 meses para la escena SSP5-8.5 y 9 meses para la escena SSP2-4.5, en ambas se presentan variaciones relativamente iguales, teniendo la más significativa en la vía SSP2-4.5, que es de hasta -77.34, y en la vía SSP5-8.5 llega a 75.56, ambos en agosto (periodo de estiaje).

En el lapso húmedo para las vías SSP2-4.5 y SSP5-8.5 muestran contribuciones de hasta 56.60 y 44.48 respectivamente, ambos presentes en el mes de marzo. Lo peculiar del modelo MIROC6, es que en el escenario de forzamiento Radiativo alto (SSP5-8.5) se presentan disminuciones ligeramente bajas en comparación del escenario de forzamiento Radiativo medio (SSP2-4.5), pero en los aportes más elevados se presentan en el la vía SSP5-8.5.

Para el modelo CNRH-ESM2-1 se presentan 19 meses con variaciones negativas, 9 en la vía SSP2-4.5 y 10 en la vía SSP5-8.5, siendo la más significativa en la vía SSP5-8.5 que llega

hasta -80.72, y en la vía SSP2-4.5 llega hasta -78.30 ambos en agosto, perteneciente a la época de estiaje. Los aportes se presentan en la época húmeda llegando hasta 22.46 y 33.16 de las vías SSP5-8.5 y SSP2-4.5 respectivamente.

Exhibe la figura 16, el cotejo porcentual entre los caudales apócrifos y los registros vistos del escenario base, evidenciando que las menores variaciones ocurren durante los meses de mayo a enero.

Tabla 16

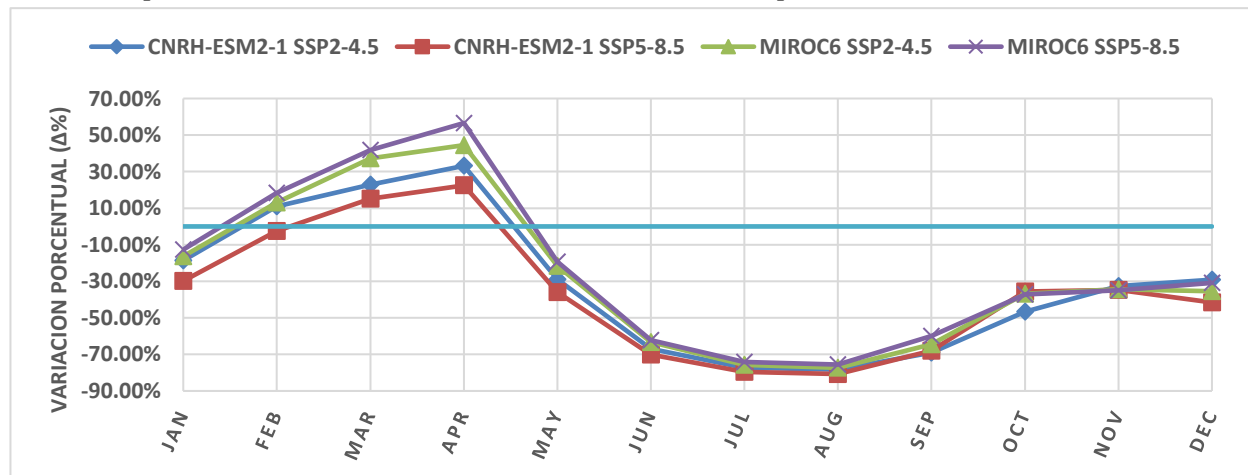
Variación porcentual de caudales en la cuenca del río Ramis en el periodo 2025 – 2055

Escenarios	% Variación porcentual											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
MIROC6 SSP2-4.5	-16.26	13.06	37.25	44.48	-21.53	-63.23	-75.73	-77.34	-64.44	-36.84	-34.30	-35.43
MIROC6 SSP5-8.5	-12.58	18.39	41.84	56.60	-19.31	-62.15	-74.12	-75.56	-59.88	-37.24	-34.85	-30.87
CNRH-ESM2-1 SSP2-4.5	-18.64	11.01	22.84	33.16	-28.95	-66.97	-77.35	-78.30	-69.04	-46.65	-32.59	-29.11
CNRH-ESM2-1 SSP5-8.5	-29.84	-2.56	15.27	22.46	-35.91	-70.16	-79.51	-80.72	-68.05	-35.57	-34.68	-41.55

Nota. La actual tabla enseña las variaciones porcentuales en la cuenca Ramis.

Figura 16

Variación porcentual de caudales en la cuenca Ramis en el periodo 2025 – 2055



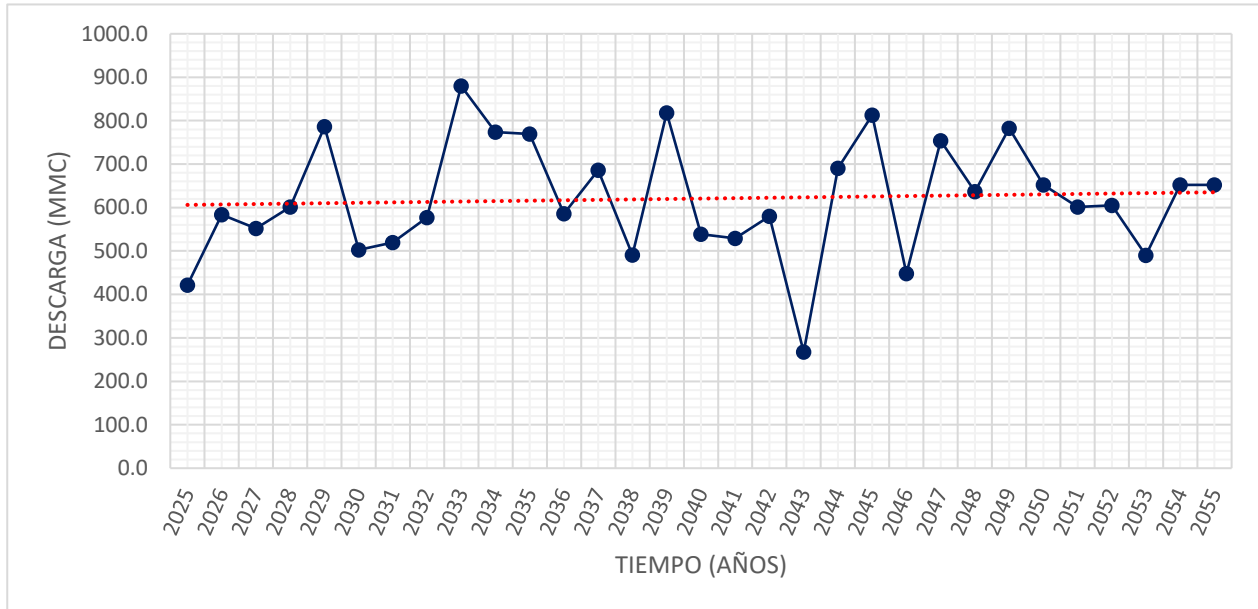
Nota. La actual tabla enseña las variaciones porcentuales en la cuenca Ramis.

Finalmente se muestra información hidrométrica en la estación Puente Ramis (Figura 18, Figura 19, Figura 16, Figura 17) de los escenarios proyectados, de los modelos MIROC6 y CNRH-

ESM2-1. Donde se aprecia que la acumulación de descargas anuales expresadas en Millones de Metros Cúbicos, tienden a aumentar en el tiempo, considerando un enfoque no estacionario.

Figura 16

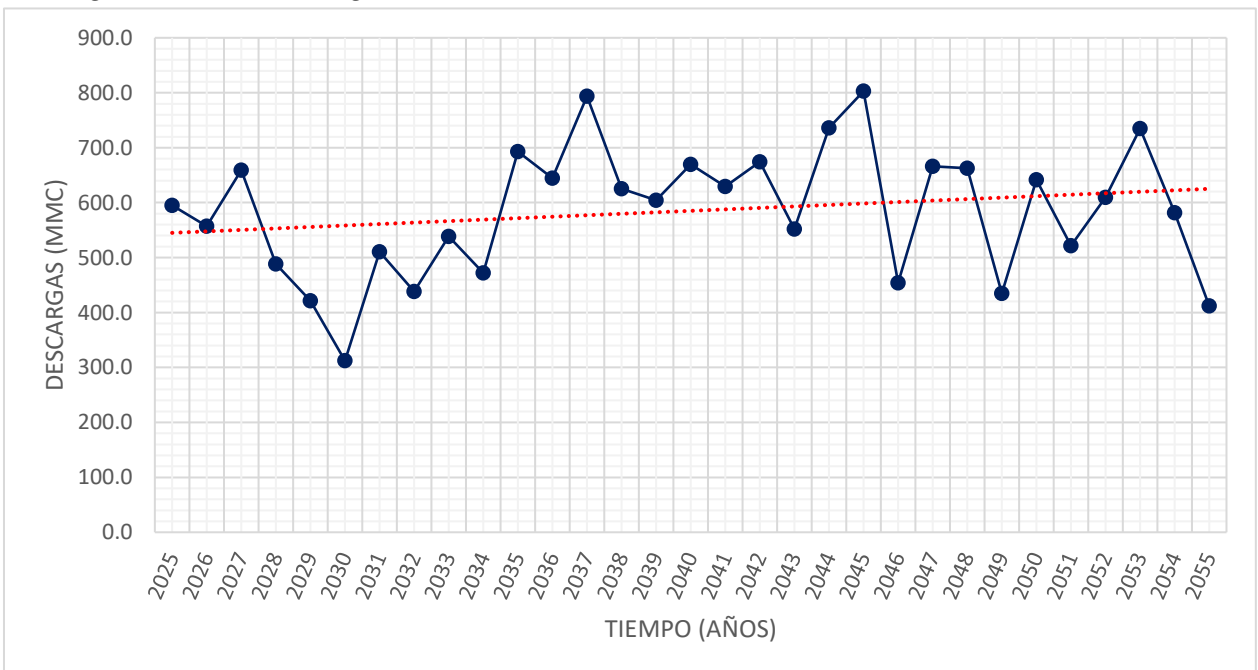
Hidrograma de las descargas acumuladas anuales en el escenario MIROC6 SSP2-4.5



Nota. La actual figura enseña el histograma futuro en la quedad Ramis.

Figura 17

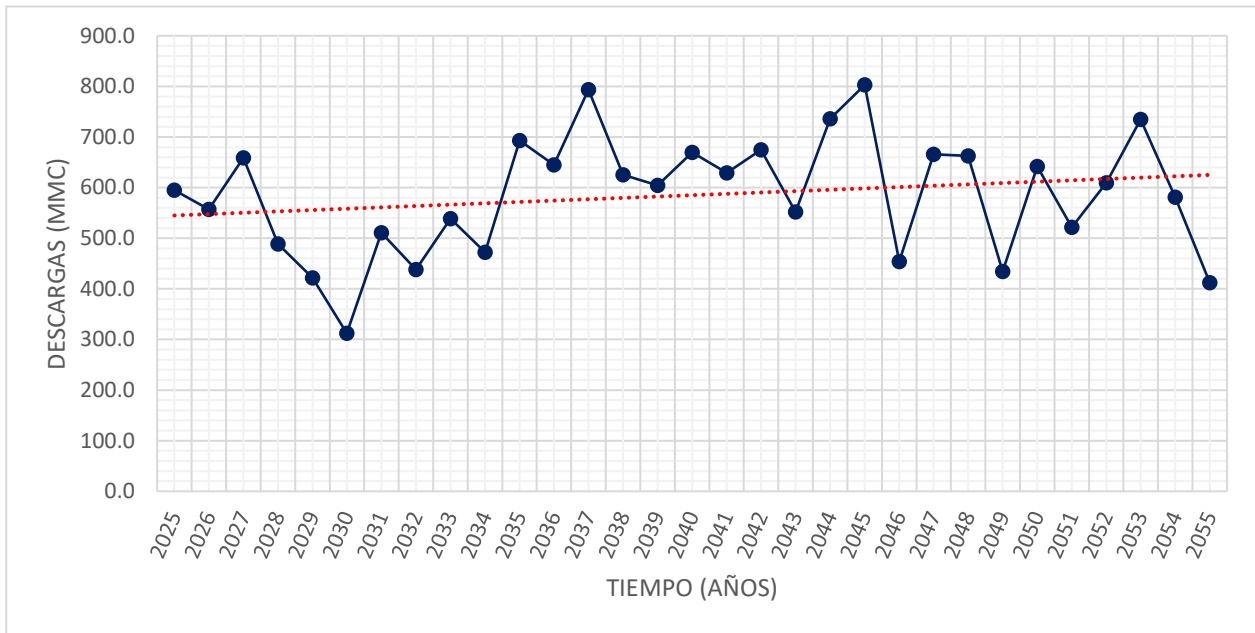
Hidrograma de las descargas acumuladas anuales en el escenario MIROC6 SSP5-8.5



Nota. La actual figura enseña el histograma futuro en la quedad Ramis.

Figura 18

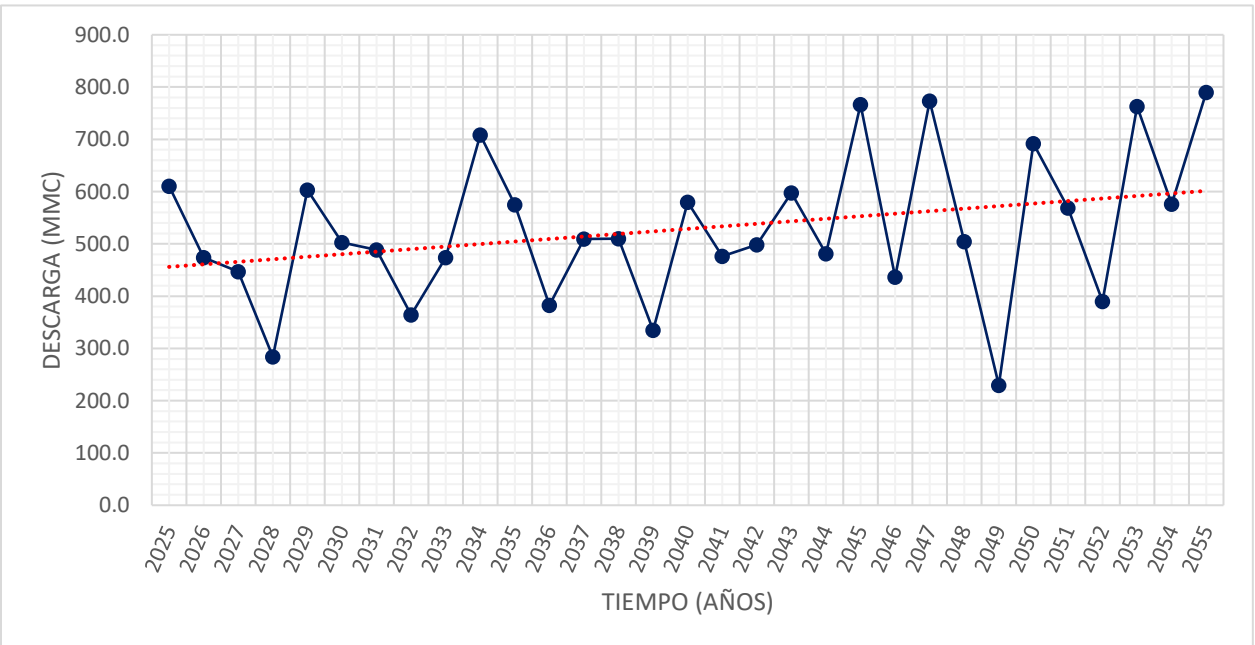
Hidrograma de las descargas acumuladas anuales en el escenario CNRH-ESM2-1 SSP2-4.5



Nota. La actual figura enseña el histograma futuro en la oquedad Ramis.

Figura 19

Hidrograma de las descargas acumuladas anuales en el escenario CNRH-ESM2-1 SSP5-8.5



Nota. La actual figura enseña el histograma futuro en la oquedad Ramis.



4.2. Discusiones

Los hallazgos sobre disposición del H₂O superficial revelan reducciones significativas en los modelos MIROC6 y CNRM-ESM2-1 bajo los escenarios SSP5-8.5, con valores de -79.6% y -89.1% proporcionalmente. Estas menguas, concentradas en la estación de caudal mínimo, coinciden con escenas críticas previamente documentados por Huanca y Quispe (2021), los caudales planeados para la oquedad del afluente Ilave bajo la escena SSP5-8.5 presentan disminuciones entre -41.2% y -40.0%, particularmente durante la estación de caudal mínimo. Estos hallazgos se alinean con el estudio de Ramos Calcina (2021) en la oquedad del Ramis, que reporta un aumento del 19.2% en marzo y una reducción del -27.4% en noviembre. Dicha correlación es consistente con las anomalías observadas en modelos MIROC6 y CNRM-ESM2-1 para SSP5-8.5, los cuales muestran incrementos de +13.7% y +16.4% en marzo, respectivamente.

Los hallazgos de esta investigación demuestran la aplicabilidad del modelo SWAT en la oquedad del Ramis, respaldada por índices de Nash de 0.71 (calibración) y 0.66 (validación), junto con coeficientes de determinación (R^2) de 0.75 y 0.69 proporcionalmente, clasificados como "excelentes". Estos hallazgos son sólidos con el análisis de Ramos Calcina (2021), quien reportó valores Nash de 0.70 y 0.79 para la misma cuenca, categorizados como "buenos". La robustez de la modelo confirmada en este trabajo lo posiciona como un instrumento confiable para la gestión integral de recursos del H₂O en la oquedad estudiada.



CONCLUSIONES

1. Los indicadores estadísticos de Nash (0.72; 0.63) y R^2 (0.73; 0.66) obtenidos en la comprobación y ratificación demuestran un desempeño satisfactorio del modelo SWAT en la oquedad del Ramis, lo cual confirma su idoneidad para representar el comportamiento hidrológico de esta región.
2. Se consiguió aparentar la estacionalidad de la cuenca Ramis en la reducción de escala (Downscaling) estadístico, empleando el instrumento Meteorológico de SWAT "CMhyd" (Datos del modelo atmosférico para modelados hidrológicos) para los escenarios futuros (2025 - 2055) SSP5-8.5 y SSP2-4.5 de los MCG MIROC6 y CNRH-ESM2-1.
3. Los hallazgos de caudales mensuales multianuales para el lapso 2025 – 2055 mostraron para los modelos MIROC6 y CNRH-ESM2-1, en la vía SSP5-8.5 (escenario pesimista) para el periodo húmedo (diciembre a abril), que se proyecta en promedio un acrecentamiento de 3.72 semejante a 1.44 m³/s, en permuta para la fase de estiaje (mayo a noviembre) se proyecta una disminución de -58.84, equivalente a -2.51 m³/s.
4. Igualmente, para la vía SSP2-4.5 (escenario medio) en el periodo húmedo se proyectan aumentos en promedio de 6.24, equivalentes a 2.42 m³/s, siendo relativamente el doble a comparación de la vía SSP5-8.5. Para la fase de estiaje se proyecta una mengua promedio de -55.23, equivalente a -2.53 m³/s
5. La valoración final de la acogida del H₂O de la cuenca Ramis en correspondencia con la escena base (1995-2016), enseña que el promedio total de las proyecciones (2025-2055) en el periodo húmedo (diciembre a abril) se produce un aumento del 4.98, el cual equivale a un caudal de 1.93 m³/s, por el otro lado en la fase de estiaje (de mayo a diciembre) se produce un descenso del -55.03, el cual es equivalente a un caudal de -2.52 m³/s, perdiendo un total de 0.08 m³/s al año



RECOMENDACIONES

- La insuficiente red de estaciones hidrometeorológicas en la cuenca del Ramis restringe la investigación; por ello, se sugiere emplear información modelada, como los productos PISCOp v1.1 y v2.1 del SENAMHI utilizados en este trabajo, para extender la base de datos como insumo del modelo. De esta manera, se aconseja evaluar la estabilidad de dichos datos raster por medio de pruebas estadísticas que verifiquen su homogeneidad y regularidad.
- El principio de "Garbage in, garbage out" sigue vigente en los SIG, lo que significa que datos de entrada erróneos o imprecisos generarán inevitablemente derivaciones incorrectas. Para evitarlo, se recomienda una discretización rigurosa de la cuenca mediante estudios edafológicos, topográficos y fotogramétricos que mejoren la precisión. Si esto no es posible, se debe utilizar pesquisa validada por estudios previos en SIG.
- El mapa de uso de suelo empleado, correspondiente a ESRI 2019, no coincide temporalmente con la serie de caudales (2000-2016) esgrimida del SENAMHI. Por ello, se sugiere utilizar una cobertura vegetal contemporánea a los datos hidrológicos para optimizar la validación del modelo y los procesos de calibración.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Abbaspour, K. C., Rouholahnejad, E., Vaghefi, S., Srinivasan, R., Yang, H., & Kløve, B. (2015). A continental-scale hydrology and water quality model for Europe: Calibration and uncertainty of a high-resolution large-scale SWAT model. *Journal of Hydrology*, 524, 733–752. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.03.027>
- Aguirre Núñez, M. (2011). Las oquedades hidrográficas en la gestión completada de los recursos del H₂O. *Redesma*, V(1), 10–10.
- Arnold, J. G., Kiniry, J. R., Srinivasan, R., Williams, J. R., Haney, E. B., & Neitsch, S. L. (2012). *Input/Output Documentation Soil & Water Assessment Tool*.
- Aybar Camacho, C., Lavado Casimiro, W., Huerta Julca, A., Fernández Palomino, C., Vega Jácome, F., Sabino Rojas, E., & Felipe Obando, O. G. (2017). *MANEJO DE DATOS PISCO DE PRECIPITACIÓN EN MALLA EN INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS, ESTUDIOS ACADÉMICOS Y SISTEMAS OPERATIVOS DE SEGUIMIENTO Y PREDICCIÓN HIDROMETEOROLÓGICA*.
- Bando Murrieta, U., Garrido, A., Altamirano del Carmen, M. A., & Martínez Fernández, J. (2007). *ESCENARIOS CLIMÁTICOS PROYECTADOS PARA LAS REGIONES HIDROGRÁFICAS DE MÉXICO*.
- Barros, V. (2005). *El Cambio del clima Global ¿Cuántas catástrofes antes de actuar? Vol. I* (I. McEwan, Ed.; II Edición). Libros del Zorzal.
- Cabrera, J. (2015). *Modelos Hidrológicos*.
- Calderón Cahua, J. V. (2023). *OFERTA DE RECURSOS DEL AGUA DE SUPERFICIES EN LA OQUEDAD DEL AFLUENTE HUANCANÉ BAJO CONDICIONES CLIMÁTICAS, MEDIANTE LA DILIGENCIA DEL MODELO SOIL & WATER ASSESSMENT TOOL V2012.10.7.24*. Universidad Andina Nestor Cáceres Velásquez.



- Calvin, K., Dasgupta, D., Krinner, G., Mukherji, A., Thorne, P. W., Trisos, C., Romero, J., Aldunce, P., Barrett, K., Blanco, G., Cheung, W. W. L., Connors, S., Denton, F., Diongue-Niang, A., Dodman, D., Garschagen, M., Geden, O., Hayward, B., Jones, C., ... Ha, M. (2023). *CLIMATE CHANGE 2023* (P. Arias, M. Bustamante, I. Elgizouli, G. Flato, M. Howden, C. Méndez-Vallejo, J. J. Pereira, R. Pichs-Madruga, S. K. Rose, Y. Saheb, R. Sánchez Rodríguez, D. Üрге-Vorsatz, C. Xiao, N. Yassaa, J. Romero, J. Kim, E. F. Haites, Y. Jung, R. Stavins, ... C. Péan, Eds.). <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
- Chaco, E. L., López, S. E., Belmonte, S., & Franco, J. (2013). DISEÑO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA HÍDRICA PARA ANALIZAR POSIBLES USOS DE LA ENERGÍA SOLAR EN. *Avances En Energías Renovables y Medio Ambiente*, 17(53), 1–43. <http://www.eolica.com.ar/>
- Chow, V. te., & Maidment, D. R. . (1998). *Applied hydrogeology*. McGraw-Hill.
- D. N. Moriasi, J. G. Arnold, M. W. Van Liew, R. L. Bingner, R. D. Harmel, & T. L. Veith. (2007). Model Evaluation Guidelines for Systematic Quantification of Accuracy in Watershed Simulations. *Transactions of the ASABE*, 50(3), 885–900. <https://doi.org/10.13031/2013.23153>
- De Oliveira Bueno, E., De Oliveira, V. A., Ribeiro Viola, M., & De Mello, C. R. (2017). RENDIMIENTO DEL MODELO SWAT BAJO DIFERENTES CRITERIOS DE CONFIGURACIÓN DE UNIDADES DE RESPUESTA HIDROLÓGICA. *REVISTA SCIENTIA AGRARIA*, 18(2), 114–125. <https://lpdaac.usgs.gov/>
- DECRETO SUPREMO No 017-2009-AG, Diario el Peruano 1 (2009).
- Fernandez-Palomino, C. A., Hattermann, F. F., Krysanova, V., Vega-Jácome, F., Menz, C., Gleixner, S., & Bronstert, A. (2024). High-resolution environment projection dataset premised on CMIP6 for Peru and Ecuador: BASD-CMIP6-PE. *Scientific Data*, 11(1), 34. <https://doi.org/10.1038/s41597-023-02863-z>



- Galván González, L. (2012). *Modelización hidrológica del río Odiel: aplicación al estudio de la contaminación a causa del lixiviado ácido de minas Memoria para optar al grado de doctora presentada por [Tesis Doctoral]*. Universidad de Huelva.
- Hausfather, Z. (2018, April 19). *Explainer: How 'Shared Socioeconomic Pathways' investigate future climate alteration*. Carbon Brief, Clear or Climate. <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0905>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del pilar. (2014). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA* (McGraw-Hill & S. A. Interamericana Editores, Eds.; VI).
- Herrera Santivañez, Y. M. (2023). *EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA DISPONIBILIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES DE LA SUBCUENCA ALTO HUARMEY*. www.dspace.uce.edu.ec
- Huamachumo Ucañay, J. P. (2024). *OFERTA DE RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES EN LA CUENCA DEL RÍO MAYO, PRESENTE Y FUTURA, PARA LA ASIGNACIÓN DE USOS DE AGUA* [Tesis de Posgrado, Universidad Agraria la Molina]. www.gob.pe
- Kim, Y. H., Min, S. K., Zhang, X., Sillmann, J., & Sandstad, M. (2020). Assessment of the Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 multi-model ensemble's performance in simulating climate utmost indicators. *Weather and Climate Extremes*, 29. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2020.100269>
- León Ochoa, R. F. (2017). *MODELACIÓN DEL SUMINISTRO DE AGUA RENOVABLE DEL RÍO PIURA, CONSIDERANDO LA INCIDENCIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO* [Tesis de Pregrado]. Universidad Agraria la Molina.
- López, E., Carlos, L., Simeón, P., Gabriel, J., & Navarro, M. (2006). *LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA*.



- López García, T. G., Manzano, M. G., & Ramírez, A. . I. (2017). Oferta de recursos hídricos bajo escenarios de variabilidad climática en el Valle de Galeana, Nuevo León, México. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, VIII(1), 105–114.
- Medina, I. J., Jefe, R., CenePred, D., Guadalupe, A., García, M., Acevedo, K. O., Técnico, E., Senamhi, D., Correa, K., Quevedo, K., Tello, C., En Agrometeorología, E., Flores, S., Zonal, D., Puno, S., Cristobal, K., Ramos, L. O. A., & Segura, G. C. (2021). *PANORAMA DE AMENAZA POR SEQUÍAS METEOROLÓGICAS EN EL SUBSECTOR AGRÍCOLA DE LA REGIÓN PUNO*. www.cenepred.gob.pe
- Mendoza, M., Bocco, G., Bravo, M., Siebe, C., & Ortiz, M. A. (2002). Simulación hidrológica distribuida espacialmente: un análisis de sus componentes, grados de integración y repercusiones en el cálculo de variables del ciclo hidrológico en cuencas sin monitoreo. *Investigaciones Geográficas, Boletín Del Instituto de Geografía, UNAM*, 47, 36–58.
- Neitsch, S. L., Arnold, J. G., Kiniry, J. R., & Williams, J. R. (2011). *COLLEGE OF AGRICULTURE AND LIFE SCIENCES Soil and Water Appraisal Tool Theoretical Documentation Version 2009*.
- O'Neill, B. C., Tebaldi, C., Van Vuuren, D. P., Eyring, V., Friedlingstein, P., Hurtt, G., Knutti, R., Kriegler, E., Lamarque, J. F., Lowe, J., Meehl, G. A., Moss, R., Riahi, K., & Sanderson, B. M. (2016). The Scenario Model Intercomparison Project (ScenarioMIP) for CMIP6. *Geoscientific Model Developing*, 9(9), 3461–3482. <https://doi.org/10.5194/gmd-9-3461-2016>
- Pachauri, R. K., & Reisinger, A. (2008). *Cambio del clima 2007: informe de síntesis*. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio del clima.
- Pilares Hualpa, I. A., Montalvo, N., Mejía, A. M., Guevara-Pérez, E., Fano, G. M., & Alfaro, R. A. (2018). Evaluation of water accessibility in the Cabanillas river bowl of the Peruvian Altiplano under regionalized climatic scenarios. *INGENIERÍA UC*, 25(2), 307–3019.



- Quispe Chahuara, K., & Huanca Quispe, C. (2021). *Análisis de la excepción de recursos hídricos en la oquedad Ilave bajo proyecciones del cambio del clima* [Tesis de Pregrado, UPU]. <https://orcid.org/0000-0003-1215-7534>
- Ramos Calcina, J. Á. (2021). *INFLUENCIA DE LOS ESCENARIOS CLIMÁTICOS EN LA PRODUCCIÓN HÍDRICA Y TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO RAMIS* [Tesis de Pre Grado]. UANCV.
- Rathjens, H., Bieger, K., Srinivasan, R., Chaubey, I., & Arnold, J. G. (2016). *CMhyd User Manual Documentation for preparing mock climate alteration data for hydrologic impact studies*. <https://riverbankcomputing.com/software/pyqt/intro>
- Riahi, K., van Vuuren, D. P., E., Edmonds, J., Kriegler, Fujimori, S., O'Neill, B. C., Calvin, K., Bauer, N., Fricko, O., Dellink, R., Popp, A., Lutz, W., KC, S., Cuaresma, J. C., M., Jiang, L., Leimbach, Rao, S., Kram, T., Emmerling, J., ... Tavoni, M. (2017). The Shared Socioeconomic Pathways (SSPs) and their consequences for energy systems, terrestrial utilization, and glasshouse gas emissions: A comprehensive review. *Global Environmental Change*, 42, 153–168. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.05.009>
- Romero-Cuéllar, J., Buitrago-Vargas, A., Quintero-Ruiz, T., & francés, F. (2018). Simulación hidrológica de los impactos potenciales del cambio climático en la cuenca hidrográfica del río Aipe, en Huila, Colombia. *Ribagua*, 5(1), 63–78. <https://doi.org/10.1080/23863781.2018.1454574>
- Servicio Nacional de Metereología e Hidrología del Perú - SENAMHI. (2023). *ESTUDIOS DEL DÉFICIT DE LLUVIAS EN EL DEPARTAMENTO DE PUNO EN LOS PERIODOS 2022/2023 Y 2023/2024*. <https://shre.ink/SiwV>
- Uribe, N. (2010). *SWAT (Soil and Water Assessment Tool) Conceptos básicos y guía rápida para el usuario Versión SWAT2005*.



- Vásquez Villanueva, A., Abel., Mejía Marcacuzco, Jorge., Faustino Manco, Ruben., Terán Adriazola, Issaak., Vásquez R., Vásquez R., Díaz Rimarachin, Jorge., Castro A., A., Cristian., Tapia Muñoz., Alcántara Ramos & Manuel, Julio. (2016). *Manejo y gestión de cuencas hidrográficas*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Villón Bejar, M. (2004). *Hidrología Estadística* (INGENIERÍA AGRICOLA - I.T.C.R., Ed.). Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Zavala Carrión, B., & Guerrero Bohorquez, C. (2006). *Estudio Geoambiental de la Cuenca Ramis* (Boletín)



ANEXOS



Anexo 1. Matriz de consistencia

Título:

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	OPERACIÓN DE VARIABLES				METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION
			VARIABLES	DIMENSION	INDICADORES	INSTRUMENTO	
¿Cómo serán la tendencia de caudales en la cuenca Ramis, bajo la influencia de los modelos climáticos globales CMIP6?	Proyectar caudales en la cuenca Ramis, bajo la influencia de modelos climáticos globales del CMIP6	Los caudales estimados en la cuenca Ramis para el horizonte 2055, tienden a ser variables en relación de un año al otro.	VD: Escorrentías superficiales	Disponibilidad Hídrica	Caudales (m3/S)	SWAT	TIPO DE INVESTIGACION: Correlacional - Descriptivo DISEÑO DE INVESTIGACION: No experimental de corte transversal METODO DE INVESTIGACION: Aplicativo
			VI: Modelos Climáticos Globales	Variabilidad Climática	Precipitación (mm) Temperatura max y min (°C)	CMhyd	
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	VARIABLES	DIMENSION	INDICADORES	INSTRUMENTO	
¿Cuales métricas estadísticas se utilizarán para evaluar la precisión del modelo hidrológico en la cuenca Ramis?	Evaluar la precisión del modelo hidrológico utilizado métricas estadísticas	Las métricas estadísticas lograrán estimar rangos óptimos para la precisión del modelo a la cuenca Ramis.	VD: Rendimiento del modelo SWAT	Calibración y validación	Coefficiente de determinación (R2) Nash y Sutcliffe (NSE)	CUP- SWAT	
			VI: Cuenca del río Huancané	Datos simulados y observados	Caudales (m3)	SWAT	
¿Cómo será la tendencia de proyecciones	Evaluar la proyección del clima futuro de	El clima proyectado para el	VD: Proyección del clima futuro	Tendencias estadísticas	Δ% precipitación (mm)	Excel	



climáticas en la cuenca Ramis, para el horizonte 2055?	los Modelos Climáticos Globales del CEMIP6 en la cuenca Ramis, para el horizonte 2055	horizonte 2055, estará sobre los valores establecidos en e escenario base en la cuenca Ramis.			Δ% temperatura (°C)		
			VI: Modelos Climáticos Globales	Variabilidad Climática	Precipitación (mm) Temperatura max y min (°C)	CMhyd	
¿La variabilidad climática afectará de forma significativa o leve la disponibilidad de agua en la cuenca del Ramis?	Analizar cómo cambia la disponibilidad de agua en el horizonte 2055, a partir de la incidencia de la proyección del clima futuro de lo Modelos Climáticos Globales del CEMIP 6	La disponibilidad del agua para el horizonte 2055, variará de entre los rangos ± 50, con respecto al escenario base en la cuenca Ramis.	VD: Cambio de la disponibilidad de Agua	Caudales	Millones de Metros Cúbicos (MM3)	Excel	
			VI: Modelos Globales Climáticos del CEMIP6	Variabilidad Climática	Precipitación (mm)Temperatura max y min (°C)	CMhyd	

Anexo 2: Registro de caudales mensuales de la oquedad Ramis, provistos por SENAMHI.

AÑO	Promedio mensual de Caudales registrados en Puente Ramis											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1995	36.6	25.3	43.0	19.3	6.4	4.5	3.3	3.0	3.2	3.4	8.0	22.8
1996	21.2	29.6	20.1	14.6	5.9	3.3	2.4	2.0	2.6	2.8	4.6	4.5
1997	63.6	93.3	114.7	39.8	8.1	5.5	4.3	4.4	2.6	2.0	3.2	10.4
1998	8.8	43.8	31.1	23.3	5.7	3.3	2.6	2.1	2.7	4.1	8.7	4.9
1999	14.0	19.1	52.7	26.4	10.7	4.2	2.4	2.2	1.8	2.0	4.2	5.8
2000	20.0	44.6	60.6	10.4	5.1	4.9	3.2	2.4	3.1	4.3	3.9	4.7
2001	94.3	76.2	123.6	32.2	16.5	8.0	5.7	3.4	2.1	4.0	3.0	6.8
2002	19.7	70.9	81.8	27.6	12.4	4.4	4.8	2.7	4.2	5.1	5.2	8.2
2003	82.3	83.8	120.7	52.5	10.3	7.3	5.9	7.7	5.3	9.4	13.1	40.7
2004	139.0	88.7	21.0	15.7	8.7	5.2	4.7	4.0	4.1	4.1	6.2	9.6
2005	18.2	72.7	21.5	16.4	7.4	3.6	2.5	1.8	4.0	3.6	3.8	4.9
2006	77.3	42.7	35.3	27.6	9.3	5.1	3.3	2.0	1.2	4.1	4.3	9.3
2007	47.2	23.1	62.8	36.1	20.4	9.1	4.8	3.5	1.5	2.8	8.0	17.6
2008	29.4	33.6	30.0	5.8	1.4	1.7	1.6	1.4	3.8	3.3	4.9	9.8
2009	26.5	23.6	21.7	13.1	4.5	3.4	2.2	1.8	1.4	2.0	2.2	10.7
2010	35.9	34.4	29.2	11.1	3.6	2.0	1.3	1.1	2.4	2.4	3.5	7.9
2011	14.0	37.7	56.9	28.4	8.6	3.3	2.8	2.3	1.4	1.6	1.4	4.9
2012	28.1	96.3	66.1	37.4	10.7	4.6	2.7	2.7	2.4	6.4	5.6	10.9
2013	50.6	191.2	54.4	18.0	10.0	6.5	6.1	3.3	2.6	2.4	2.5	10.5
2014	32.2	80.2	48.7	40.4	27.5	10.3	2.1	2.2	2.5	2.8	4.1	8.5
2015	51.0	60.5	35.2	42.3	17.3	6.0	3.1	2.7	2.3	2.5	1.6	3.8
2016	27.8	108.5	36.2	14.5	4.7	3.1	3.0	2.7	3.1	3.2	5.3	14.8
Promedio	42.6	62.7	53.1	25.1	9.8	5.0	3.4	2.8	2.7	3.6	4.9	10.5



Firmado digitalmente por QUISPE SALAZAR Emily Milagros FAU
20131366028 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 14.07.2022 10:07:49 -05:00



Anexo 3: Caudales (m3/s) planeados en el horizonte 2025 – 2055 en la estación hidrométrica Puente Carretera Ramis

Cuadro1: Caudal promedio mensual del escenario MIROC6 SSP5-8.5.

Año	Caudal (m3/s) promedio mensual											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2025	17.6	49.8	23.9	5.1	1.3	0.4	0.2	0.2	0.7	1.7	1.8	5.4
2026	41.6	59.7	51.3	18.3	3.6	0.9	0.5	0.6	0.5	1.6	2.4	9.0
2027	39.3	79.6	47.8	22.5	6.2	1.4	0.6	0.5	0.9	2.1	2.4	5.1
2028	18.4	56.2	42.9	26.5	6.6	1.4	0.6	0.4	0.8	0.6	0.9	11.8
2029	24.6	50.7	60.0	21.0	3.6	1.0	0.5	0.4	0.4	1.6	2.3	11.2
2030	36.4	36.2	69.1	34.3	5.7	1.4	0.7	0.6	0.8	2.2	1.8	4.7
2031	11.5	33.1	43.5	12.7	2.2	0.6	0.3	0.3	0.8	2.3	3.1	2.9
2032	22.7	53.4	68.8	35.2	6.9	1.5	0.7	0.7	0.8	2.9	1.6	4.9
2033	51.3	63.7	55.9	46.3	7.9	1.9	0.9	0.6	1.2	2.6	2.9	6.9
2034	26.6	60.9	51.5	14.9	3.5	0.9	0.6	0.5	0.7	2.2	2.1	4.4
2035	34.6	64.1	60.5	31.3	5.9	1.4	0.6	0.6	0.9	1.6	2.1	7.6
2036	24.6	36.4	52.8	35.6	7.5	1.6	0.7	0.5	0.8	1.4	3.2	7.2
2037	22.6	35.8	56.9	26.6	4.2	1.0	0.6	0.5	0.5	2.3	2.2	9.2
2038	45.2	66.0	53.5	36.6	5.8	1.5	0.7	0.6	1.2	2.5	1.9	6.3
2039	31.3	71.5	56.2	16.3	3.8	1.0	0.6	0.7	1.4	1.1	2.9	6.5
2040	36.2	63.1	53.1	40.0	8.0	1.9	0.9	0.7	1.4	2.7	3.1	6.7
2041	33.2	61.8	116.2	31.4	5.7	1.6	0.9	0.6	1.0	3.1	3.4	5.7
2042	31.2	69.3	64.8	44.1	7.8	1.9	0.9	0.6	1.2	2.9	3.4	6.1
2043	25.6	69.9	72.7	26.6	4.7	1.3	0.7	0.6	1.2	1.4	2.1	6.4
2044	25.2	64.3	78.5	36.5	9.7	2.1	0.8	0.6	1.1	2.6	3.3	5.4
2045	17.6	76.0	72.2	16.2	4.2	1.2	0.6	0.7	0.9	2.2	2.4	3.0
2046	17.2	59.2	46.2	31.1	6.6	1.3	0.7	0.6	0.9	1.9	2.5	6.9
2047	46.6	100.7	66.5	33.0	6.1	1.6	0.8	0.6	1.2	3.0	3.5	6.3
2048	24.0	37.1	54.5	46.6	6.0	1.7	0.7	0.5	0.8	2.7	2.4	6.6
2049	24.4	50.6	41.1	15.6	3.3	0.9	0.5	0.3	0.4	2.1	4.3	6.3
2050	40.0	66.7	59.5	42.6	10.5	2.1	0.9	0.6	0.8	1.4	7.4	7.7
2051	52.7	56.4	66.7	33.6	6.0	2.0	1.0	0.6	1.3	1.4	2.3	4.0
2052	10.6	37.2	72.8	36.4	6.2	1.7	0.7	0.5	0.9	2.1	2.5	11.1
2053	56.7	60.1	54.9	23.3	5.0	1.3	0.7	0.7	1.3	2.6	3.6	5.4
2054	26.0	72.2	42.0	21.1	4.8	1.1	0.5	0.4	0.4	2.3	2.2	9.4
2055	56.5	50.4	66.5	61.6	10.3	2.4	1.2	0.6	1.1	1.3	3.8	6.0
Promedio	31.6	63.7	60.3	29.6	6.0	1.4	0.7	0.6	0.9	2.1	2.8	7.1

Cuadro 2: Caudal promedio mensual del escenario MIROC6 SSP2-4.5

Año	Caudal (m ³ /s) promedio mensual											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2025	24.8	72.8	57.4	7.8	1.5	0.8	0.4	0.4	0.8	1.8	1.4	5.0
2026	44.5	73.4	51.8	20.3	4.2	1.1	0.8	0.4	0.8	2.7	3.2	8.1
2027	27.9	51.8	73.4	23.7	4.0	1.1	0.8	0.5	0.8	2.2	3.1	8.4
2028	34.2	81.7	81.8	33.3	8.9	1.5	0.7	0.8	1.0	2.1	3.4	7.8
2029	31.4	88.4	89.7	44.7	10.8	2.2	1.1	0.9	1.7	2.3	3.2	7.5
2030	39.2	48.5	53.9	20.4	4.0	1.0	0.8	0.4	0.8	2.2	2.2	8.2
2031	35.8	35.9	63.2	30.1	8.1	1.4	0.8	0.8	1.0	1.9	2.4	5.8
2032	24.8	45.3	54.9	44.5	11.8	2.2	0.8	0.8	1.7	2.1	3.9	11.5
2033	87.3	92.8	75.2	38.4	8.7	1.8	1.0	0.7	1.2	2.2	3.8	8.4
2034	42.8	87.0	94.1	27.8	5.0	1.5	0.9	0.8	0.8	4.0	2.2	11.0
2035	47.3	74.5	88.7	43.5	7.8	1.9	1.0	0.9	1.1	2.8	4.0	8.9
2036	19.8	65.1	68.0	39.0	8.2	1.5	0.7	0.8	0.8	1.5	2.4	4.5
2037	31.8	81.1	72.9	29.8	9.7	2.1	0.8	0.8	0.8	1.7	2.7	11.8
2038	38.2	57.4	38.1	25.3	4.1	1.0	0.8	0.4	0.8	1.3	4.3	7.2
2039	47.8	88.2	100.8	33.8	8.8	1.8	0.9	0.7	1.3	2.9	3.7	7.1
2040	19.2	58.2	71.1	27.0	4.9	1.3	0.8	0.5	0.8	1.2	3.0	5.1
2041	41.3	62.7	43.3	22.9	4.8	1.1	0.8	0.4	1.0	2.8	2.4	7.1
2042	20.8	54.0	74.4	38.8	8.8	1.8	0.7	0.8	0.7	1.9	3.4	4.7
2043	9.1	38.4	31.7	13.4	2.4	0.5	0.3	0.2	0.5	0.9	3.1	4.3
2044	18.5	81.1	81.1	34.8	14.4	2.8	1.0	0.7	1.0	2.1	2.5	8.3
2045	39.4	88.4	82.9	87.4	9.7	2.8	1.1	0.7	0.9	2.0	2.8	4.3
2046	12.0	58.3	81.5	19.4	3.5	0.9	0.5	0.4	0.9	2.8	3.1	10.0
2047	71.4	105.8	53.5	22.5	4.3	1.3	0.7	0.8	0.8	2.2	3.8	9.4
2048	25.3	80.0	72.5	49.7	9.2	2.1	0.9	0.8	1.9	2.8	4.1	2.4
2049	47.5	78.4	79.8	47.2	10.3	2.1	0.9	0.8	1.2	3.1	2.1	5.4
2050	20.8	54.1	92.7	43.0	7.5	2.2	0.9	0.7	1.3	2.2	3.1	9.4
2051	50.8	71.2	43.5	28.4	8.9	1.8	0.7	0.5	0.9	1.8	2.7	7.2
2052	20.0	65.5	79.8	29.3	5.1	1.3	0.7	0.8	0.7	1.8	3.5	8.1
2053	18.2	39.0	53.8	42.8	8.1	1.8	0.7	0.5	0.8	3.0	3.5	8.2
2054	47.0	71.8	77.3	21.8	4.1	1.3	0.7	0.7	0.7	2.3	2.7	5.5
2055	45.4	64.7	61.5	39.5	8.2	1.8	0.8	0.7	0.9	1.8	2.4	7.8
Promedio	34.9	68.0	68.8	32.2	8.8	1.8	0.8	0.8	1.0	2.2	3.0	7.1



Cuadro 3: Caudal promedio mensual del escenario CNRH-ESM2-1 SSP5-8.5.

Año	Caudal (mca) promedio mensual											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2025	28.4	10.2	7.9	1.4	0.1	0.1	0.1	0.1	1.2	2.3	1.7	4.8
2026	74.7	19.0	11.2	3.3	1.1	0.3	0.1	0.3	1.1	2.8	11.6	104.8
2027	357.6	49.3	8.5	2.8	1.3	0.9	0.6	0.5	1.2	4.8	4.8	87.5
2028	378.7	68.5	65.8	27.0	4.8	1.7	0.8	0.7	1.8	2.5	2.8	14.3
2029	33.2	64.5	88.2	60.1	14.3	2.8	0.9	0.6	1.1	2.2	2.7	0.8
2030	97.2	1.2	48.8	60.8	32.0	4.2	0.8	0.4	0.7	2.3	4.7	88.8
2031	68.7	34.5	2.4	0.9	1.7	0.7	0.3	0.4	1.3	4.1	6.0	32.3
2032	70.2	13.3	6.9	2.7	0.6	0.3	0.2	0.4	0.9	1.7	7.3	41.0
2033	53.1	12.9	279.3	60.4	6.0	0.9	0.4	0.3	1.0	2.0	6.8	5.0
2034	1.1	2.7	2.3	1.5	3.5	0.1	0.0	0.1	1.2	3.1	2.1	7.6
2035	102.0	212.4	19.0	3.2	0.7	0.4	0.3	0.5	0.8	1.5	3.2	11.3
2036	214.6	24.7	47.7	12.0	3.8	1.1	0.4	0.3	1.0	2.5	3.1	27.5
2037	158.7	28.0	42.4	3.9	1.1	0.8	0.3	0.2	1.5	2.7	3.9	122.5
2038	198.4	57.2	228.6	47.3	7.0	2.2	1.0	0.8	1.2	2.2	3.8	23.1
2039	2.2	1.3	348.0	3.4	0.7	0.2	0.1	0.1	0.4	2.2	2.8	24.5
2040	0.8	14.9	6.8	0.4	0.4	0.1	0.0	0.1	1.5	2.4	5.0	17.3
2041	104.0	98.2	17.7	3.6	0.9	0.8	0.3	0.3	1.8	2.8	3.7	27.2
2042	177.5	58.4	6.0	2.1	1.2	0.3	0.1	0.2	0.9	2.3	5.1	19.2
2043	132.1	134.9	23.3	10.5	1.8	0.8	0.3	0.4	0.8	3.2	5.8	25.7
2044	27.5	11.5	7.8	1.8	0.4	0.2	0.1	0.1	0.8	2.3	2.8	1.9
2045	11.7	740.8	92.7	6.8	1.8	0.4	0.3	0.2	0.4	1.0	1.7	19.8
2046	10.1	32.0	6.2	34.9	24.0	2.7	0.5	0.2	1.5	2.5	5.0	10.8
2047	27.3	133.7	122.9	27.6	3.5	1.0	0.5	0.4	0.9	1.6	2.8	11.0
2048	31.2	3.3	173.2	19.9	2.3	0.4	0.2	0.3	1.1	2.7	2.3	14.4
2049	37.2	2.3	18.7	0.8	0.5	0.1	0.0	0.2	1.0	1.6	3.4	64.5
2050	748.7	321.5	72.2	12.1	3.7	2.0	1.3	1.0	1.8	2.9	8.2	18.8
2051	95.8	44.7	58.7	139.8	36.2	5.2	1.2	0.6	1.0	3.1	2.8	3.9
2052	118.5	54.1	6.3	2.9	3.3	0.2	0.1	0.2	1.0	1.9	3.7	4.2
2053	1.1	2.1	68.8	17.8	2.2	0.8	0.3	0.2	1.8	1.4	2.5	5.1
2054	1.8	0.7	2.8	0.1	0.4	0.1	0.0	0.1	0.3	4.0	3.5	8.2
2055	181.0	24.5	27.4	3.3	1.1	0.8	0.1	0.2	1.1	4.8	2.2	8.7
Promedio	114.2	72.9	61.7	18.5	5.2	1.0	0.4	0.3	1.1	2.5	4.1	27.5



Cuadro 4: Caudal promedio mensual del escenario CNRH-ESM2-1 SSP2-4.5.

Año	Caudal (m ³ /s) promedio mensual											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2025	64.0	14.9	46.2	13.7	2.2	0.5	0.2	0.2	1.0	3.5	12.7	99.2
2026	176.5	112.2	12.0	5.4	1.5	0.7	0.4	0.3	1.0	3.1	6.3	27.2
2027	122.5	33.9	17.7	85.0	22.9	4.2	1.0	0.5	0.7	2.3	3.5	41.5
2028	217.0	142.7	434.8	89.3	12.5	3.0	1.5	1.1	1.8	2.3	6.0	57.3
2029	119.6	64.6	241.3	14.4	2.6	0.8	0.5	0.5	1.1	2.4	10.2	68.5
2030	220.7	73.3	20.4	4.9	1.6	0.7	0.5	0.4	0.7	2.3	5.5	29.4
2031	26.9	34.2	5.9	4.1	1.4	0.2	0.1	0.3	1.4	2.6	3.6	30.5
2032	174.7	50.8	62.7	6.3	1.2	0.5	0.3	0.3	0.8	2.2	4.5	60.5
2033	114.0	104.5	14.0	2.7	0.9	0.6	0.3	0.3	0.7	2.6	3.2	48.4
2034	43.9	111.1	28.7	6.4	1.4	0.6	0.3	0.3	1.0	2.3	3.2	12.4
2035	152.1	209.6	19.2	2.4	1.4	0.4	0.2	0.3	1.0	1.6	3.5	47.4
2036	127.8	350.4	240.1	179.2	19.3	3.8	1.4	0.8	1.8	1.2	2.2	5.8
2037	26.3	1.6	0.7	13.9	0.8	0.2	0.1	0.1	1.0	4.2	6.3	66.1
2038	140.1	58.1	75.7	16.0	2.7	0.9	0.6	0.4	0.9	2.3	4.0	24.5
2039	88.5	51.8	62.3	8.1	1.6	0.6	0.3	0.3	0.7	4.1	5.8	34.3
2040	33.6	38.0	13.2	1.7	0.3	0.2	0.2	0.2	1.0	2.6	4.7	9.7
2041	264.3	56.7	124.7	34.8	7.3	1.6	0.6	0.5	0.8	4.2	7.1	42.5
2042	16.8	10.5	153.5	14.8	3.4	0.5	0.3	0.2	0.8	3.7	7.6	84.6
2043	263.1	36.0	27.2	9.3	2.1	0.8	0.6	0.5	0.9	3.3	5.1	4.3
2044	1.2	7.6	8.3	1.6	0.4	0.1	0.0	0.0	1.1	2.6	1.5	3.2
2045	193.3	63.3	15.8	3.6	1.9	0.2	0.1	0.1	1.0	3.7	4.3	3.1
2046	5.1	16.5	3.2	0.7	0.4	0.0	0.0	0.1	1.0	3.6	2.5	14.1
2047	203.1	150.0	39.1	6.2	1.7	1.0	0.5	0.4	0.8	1.6	4.6	11.7
2048	59.2	18.9	6.6	11.0	11.0	0.5	0.1	0.2	0.8	1.3	1.1	5.0
2049	13.8	12.3	58.3	16.6	2.5	0.4	0.2	0.1	0.4	2.2	4.2	70.5
2050	412.4	46.8	22.9	3.4	1.1	0.5	0.3	0.3	0.9	1.4	5.8	24.1
2051	105.1	15.5	75.7	10.0	0.6	0.4	0.2	0.2	1.0	3.1	3.4	5.5
2052	0.9	57.4	8.1	3.0	0.5	0.2	0.0	0.1	0.7	3.3	4.1	37.8
2053	370.8	56.1	97.2	22.8	8.4	1.3	0.7	0.5	1.6	2.1	4.2	2.8
2054	9.2	67.7	26.6	5.0	0.8	0.2	0.1	0.2	0.8	3.1	4.6	11.4
2055	13.9	2.7	145.2	14.2	1.8	0.5	0.2	0.1	0.7	2.1	6.3	16.8
Promedio	121.9	66.7	66.0	19.5	3.6	0.8	0.4	0.3	0.9	2.7	4.9	32.9



Anexo 4: Datos meteorológicos de precipitaciones y temperatura obtenidos del producto PISCO (Peruvian Interpolated data of the SENAMHI's Climatological and hydrological Observations), PISCOp v2.1 y PISCOp v1.1

Cuadro 5: Precipitación Acopiada de la Estación Meteorológica Ananea

FECHA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total, general
1996	132.20	98.60	56.20	28.60	19.00	0.00	0.50	31.40	17.00	27.90	62.50	23.33	497.23
1997	144.70	100.00	114.80	37.90	9.10	0.00	1.40	14.40	18.10	23.40	48.60	110.30	622.70
1998	77.00	102.70	77.50	35.00	0.50	6.20	0.00	0.50	8.90	120.80	83.00	46.50	558.60
1999	136.90	103.90	103.60	46.70	12.60	1.40	2.90	1.50	40.70	41.90	54.70	67.50	614.30
2000	93.50	97.80	95.40	23.70	7.10	18.10	4.10	12.70	20.40	75.00	26.10	112.50	586.40
2001	132.70	46.20	86.40	49.90	62.60	0.80	13.20	13.60	11.90	50.20	63.70	59.80	591.00
2002	65.90	125.70	105.10	42.30	10.10	0.70	27.20	19.70	39.50	48.80	115.30	74.40	674.70
2003	184.90	71.40	114.50	52.30	4.20	9.40	0.00	8.60	13.10	79.30	43.10	85.80	666.60
2004	236.30	136.10	79.40	39.80	11.70	21.40	6.00	11.40	31.20	45.80	60.20	83.80	763.10
2005	79.60	152.60	56.00	17.80	1.10	0.20	0.00	14.00	7.90	51.90	63.00	148.00	592.10
2006	165.00	83.10	61.30	62.60	2.80	5.40	0.00	20.80	29.20	71.30	69.20	98.10	668.80
2007	118.10	79.20	96.90	33.60	16.30	0.00	9.80	0.00	14.70	39.70	61.90	89.60	559.80
2008	168.20	62.70	60.30	40.60	24.70	2.80	1.80	7.70	7.10	48.30	56.00	133.70	613.90
2009	135.10	79.90	63.70	52.60	17.60	0.00	0.00	0.00	16.60	26.80	125.30	98.50	616.10
2010	115.40	95.00	103.20	22.60	14.40	0.00	5.90	0.10	2.50	38.40	40.40	88.90	526.80
2011	98.10	109.00	142.30	33.90	0.00	10.10	1.70	4.80	67.90	59.20	14.40	101.10	642.50
2012	76.30	106.80	84.50	88.10	4.80	9.00	6.80	0.00	18.70	22.20	69.60	163.90	650.70
2013	178.10	90.10	69.60	12.00	4.70	3.80	7.20	16.50	11.20	86.20	71.90	80.10	631.40
2014	145.90	124.40	114.60	40.40	16.30	2.40	23.50	8.60	52.80	42.80	60.60	105.00	737.30
2015	160.80	87.80	111.60	88.00	44.70	7.20	33.60	31.90	24.30	39.60	64.32	85.50	779.32
Total, general	2644.70	1953.00	1796.90	848.40	284.30	98.90	145.60	218.20	453.70	1039.50	1253.82	1856.33	12593.35



Cuadro 6: Precipitación Acopiada de la Estación Meteorológica Arapa

FECHA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total general
1996	155.70	38.70	85.80	9.30	13.00	0.00	5.00	4.70	22.50	40.70	46.20	92.80	514.40
1997	193.20	129.90	141.80	55.40	2.50	0.00	0.00	18.70	36.80	31.80	107.00	78.90	796.00
1998	91.60	107.60	131.60	59.00	0.00	4.30	0.00	1.40	0.90	42.70	72.60	34.40	546.10
1999	92.90	91.90	119.00	83.60	5.70	3.60	0.00	0.00	42.30	72.20	52.30	33.10	596.60
2000	187.80	102.20	68.00	2.90	15.60	15.60	1.60	27.50	6.40	93.90	11.40	89.90	622.80
2001	210.00	209.40	129.40	57.90	27.00	3.20	9.20	9.00	9.60	75.70	45.20	131.70	917.30
2002	90.40	198.80	91.70	70.30	47.80	6.50	23.60	20.40	17.70	119.10	54.20	107.30	847.80
2003	179.20	82.60	145.80	37.70	7.80	11.40	0.00	3.50	19.20	19.40	59.80	74.60	641.00
2004	219.00	144.40	125.40	35.60	8.40	5.60	7.80	17.10	43.80	4.60	57.60	70.60	739.90
2005	90.00	154.80	83.80	20.50	1.00	0.00	0.00	5.20	22.80	60.00	68.20	126.80	633.10
2006	131.83	36.40	55.20	18.40	0.00	2.60	0.00	1.40	19.00	67.60	67.40	80.60	480.43
2007	77.80	48.80	158.80	98.20	15.80	1.80	1.00	1.20	59.80	17.00	68.30	81.80	630.30
2008	146.20	74.90	53.00	0.00	8.60	0.40	0.00	0.00	7.60	52.20	42.10	150.80	535.80
2009	41.10	139.10	113.00	44.40	0.00	0.00	3.60	0.00	11.60	35.20	82.00	113.50	583.50
2010	105.80	181.80	55.40	35.70	10.80	0.00	0.00	0.00	0.00	17.70	16.10	111.40	534.70
2011	90.80	185.30	76.30	6.70	8.30	0.60	7.60	0.90	48.60	78.90	56.90	196.80	757.70
2012	117.40	154.90	98.50	53.60	0.00	0.00	0.00	9.70	0.40	37.50	34.80	149.00	655.80
2013	149.10	133.50	104.80	24.60	30.90	9.90	3.20	11.90	12.00	45.50	34.20	144.80	704.40
2014	115.40	93.50	64.20	20.10	1.00	0.00	6.10	24.70	73.20	41.00	61.50	143.30	644.00
2015	167.30	67.40	70.10	66.20	4.20	1.80	4.00	5.30	51.90	59.90	48.91	102.99	650.00
Total general	2652.53	2375.90	1971.60	800.10	208.40	67.30	72.70	162.60	506.10	1012.60	1086.71	2115.09	13031.63



Cuadro 7: Precipitación Acopiada de la Estación Meteorológica Ayaviri

FECHA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total general
1996	181.60	122.90	61.00	19.80	6.20	0.00	0.00	4.10	5.30	24.50	61.10	101.00	587.50
1997	139.00	194.90	181.30	8.40	1.40	0.00	0.00	14.70	0.00	109.61	114.40	107.40	871.11
1998	106.50	90.10	115.20	26.60	0.00	0.50	0.00	1.90	0.50	55.50	96.90	66.30	560.00
1999	92.80	156.30	129.70	111.60	7.00	0.00	0.00	0.00	22.60	43.20	31.50	54.90	649.60
2000	136.80	224.60	108.60	5.90	6.20	1.60	4.10	7.10	2.50	119.80	8.60	76.90	702.70
2001	228.10	111.20	99.90	39.00	22.70	2.90	1.30	10.80	11.30	34.80	21.40	100.80	684.20
2002	162.60	197.40	68.00	60.60	21.50	5.20	12.40	11.20	21.30	106.30	87.90	94.70	849.10
2003	201.00	103.20	163.20	42.70	9.60	0.00	0.00	10.50	15.10	29.30	25.20	135.60	735.40
2004	250.60	151.40	86.60	40.20	3.90	0.80	4.30	15.40	50.90	24.30	68.70	153.00	850.10
2005	70.60	224.90	130.20	26.30	0.30	0.00	0.00	4.50	4.80	94.80	83.00	67.00	706.40
2006	177.50	65.90	105.60	44.50	0.00	0.60	0.00	2.10	2.80	79.90	78.50	144.30	701.70
2007	110.80	77.90	162.40	61.30	11.20	0.00	0.00	0.60	23.70	18.30	68.60	112.60	647.40
2008	172.70	121.60	58.30	8.90	1.80	0.50	0.00	0.40	1.90	43.00	44.60	177.90	631.60
2009	91.80	123.80	89.80	40.70	4.80	0.00	0.90	0.20	25.20	32.00	94.40	118.70	622.30
2010	192.50	125.20	87.90	67.20	15.20	0.00	0.00	0.80	0.40	26.10	30.30	69.80	615.40
2011	71.60	164.10	132.70	66.60	12.60	1.40	7.50	2.10	10.80	31.10	96.00	143.30	739.80
2012	142.60	159.50	169.40	73.30	7.60	0.00	0.50	0.00	2.90	20.70	50.70	191.30	818.50
2013	154.80	180.90	142.50	27.90	8.10	8.00	1.10	8.90	13.60	39.00	40.30	172.70	797.80
2014	137.70	123.80	78.50	13.70	0.80	0.00	2.50	10.00	32.50	91.40	52.90	145.70	689.50
2015	150.90	77.80	88.80	77.10	3.20	1.20	6.90	2.30	27.50	22.90	60.67	144.42	663.70
Total general	2972.50	2797.40	2259.60	862.30	144.10	22.70	41.50	107.60	275.60	1046.51	1215.67	2378.32	14123.81



Cuadro 8: Precipitación Acopiada de la Estación Meteorológica Azángaro

FECHA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total general
1996	142.50	67.90	121.90	15.70	15.00	0.30	2.00	3.10	11.20	35.20	59.50	64.00	538.30
1997	150.40	151.30	139.10	30.10	7.80	0.00	0.00	13.10	32.10	36.90	134.60	100.50	795.90
1998	95.00	71.40	77.20	24.60	0.00	10.50	0.00	0.00	11.00	58.00	76.30	17.60	441.60
1999	99.80	68.00	134.60	52.00	3.50	1.00	0.00	0.50	30.60	69.30	31.80	23.20	514.30
2000	132.40	114.00	51.30	8.40	2.90	8.00	0.50	38.80	0.70	79.80	26.10	65.30	528.20
2001	195.40	94.80	168.00	16.00	20.20	0.00	4.40	8.00	16.60	44.90	42.50	166.60	777.40
2002	157.40	116.40	155.40	49.10	10.30	1.90	10.80	9.20	15.00	187.30	87.10	170.60	970.50
2003	149.90	95.30	109.10	59.00	4.70	5.70	0.60	5.10	8.00	33.00	42.40	118.20	631.00
2004	227.40	93.90	48.00	22.80	15.90	0.10	2.90	16.50	39.70	11.65	62.60	71.60	613.05
2005	42.50	171.80	78.50	28.60	0.30	0.00	0.00	5.00	19.60	60.00	34.30	97.84	538.44
2006	188.70	36.90	75.38	17.20	0.20	1.30	0.00	2.50	11.50	60.60	60.60	71.10	525.98
2007	97.11	54.50	164.70	80.60	12.50	0.30	0.70	0.80	60.70	17.10	62.80	85.30	637.11
2008	98.40	91.90	43.80	1.10	3.10	0.00	0.00	0.00	22.80	44.10	61.60	171.62	538.42
2009	130.00	91.90	72.20	33.30	4.40	0.00	0.40	0.00	14.20	28.30	91.10	85.40	551.20
2010	162.60	95.10	63.10	41.90	7.70	0.00	0.30	2.30	0.00	25.70	24.50	70.70	493.90
2011	96.70	176.36	61.00	23.60	0.40	0.00	5.50	3.90	67.90	46.80	33.60	76.20	591.96
2012	99.70	103.30	101.60	49.40	14.60	0.00	0.00	1.30	6.70	47.70	34.60	93.60	552.50
2013	156.30	149.60	152.30	25.80	26.30	1.60	0.40	10.60	1.50	44.80	34.00	155.30	758.50
2014	92.40	93.40	94.20	33.90	5.40	0.00	0.90	37.60	48.40	51.20	35.00	150.70	643.10
2015	135.50	98.00	65.30	31.70	6.70	0.60	2.90	8.30	42.20	74.30	60.21	118.84	644.56
Total general	2650.11	2035.76	1976.68	644.80	161.90	31.30	32.30	166.60	460.40	1056.65	1095.21	1974.20	12285.92



Cuadro 9: Precipitación Acopiada de la Estación Meteorológica Capachica

FECHA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total general
1996	244.90	111.30	47.10	34.50	14.90	0.00	4.40	26.10	5.60	22.00	70.40	88.50	669.70
1997	255.30	217.40	132.20	79.40	2.50	0.00	0.00	22.90	59.30	35.60	103.10	41.30	949.00
1998	102.20	124.50	136.40	36.20	0.00	8.20	0.00	0.00	1.80	12.40	57.40	12.10	491.20
1999	184.80	229.00	236.10	91.50	0.90	0.00	0.00	0.00	42.90	76.40	30.60	64.70	956.90
2000	157.00	145.00	169.10	9.50	20.00	0.00	1.00	35.20	10.70	84.10	0.00	68.80	700.40
2001	214.10	172.70	219.40	75.40	9.00	2.60	12.20	31.00	29.00	73.30	35.70	106.50	980.90
2002	111.50	232.70	163.80	85.90	12.00	2.00	16.70	13.70	62.40	146.10	89.70	109.20	1045.70
2003	250.80	147.20	174.60	36.10	18.30	6.80	2.40	3.40	43.70	31.50	25.60	138.00	878.40
2004	202.40	182.90	105.30	48.90	6.20	0.80	12.70	23.70	39.80	17.20	29.20	91.10	760.20
2005	113.80	216.50	101.30	21.10	0.00	0.00	0.00	2.60	34.60	74.90	67.70	108.70	741.20
2006	265.10	65.70	131.50	33.70	0.60	6.20	0.00	9.20	32.00	25.90	75.40	62.00	707.30
2007	76.50	34.70	160.90	47.20	4.20	0.00	3.20	6.40	41.70	9.00	75.30	128.90	588.00
2008	208.60	77.60	124.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	44.00	12.40	176.70	644.20
2009	94.90	162.30	91.20	52.60	0.80	0.00	3.50	0.00	6.80	31.70	72.10	72.50	588.40
2010	178.60	181.80	38.90	41.80	8.10	0.00	0.00	4.60	3.20	30.50	0.00	185.40	672.90
2011	116.90	227.14	102.70	14.50	2.30	0.00	6.60	0.00	26.30	6.50	57.80	205.40	766.14
2012	181.30	233.70	152.70	25.10	0.00	3.40	0.00	13.30	1.20	11.00	36.80	178.90	837.40
2013	158.70	236.00	158.40	12.90	7.70	5.10	9.20	11.60	12.20	58.10	33.30	165.30	868.50
2014	170.20	72.90	105.10	37.90	0.00	0.00	1.20	28.30	80.90	53.70	19.90	95.20	665.30
2015	160.20	124.70	190.50	101.60	2.00	0.00	5.00	3.40	38.30	64.90	41.49	64.86	796.95
Total general	3447.80	3195.74	2742.10	885.80	109.50	35.10	78.10	235.40	572.40	908.80	933.89	2164.06	15308.69



Cuadro 10: Precipitación Acopiada de la Estación Meteorológica Chuquibambilla

FECHA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total, general
1996	162.20	111.90	97.80	61.90	1.40	0.00	0.00	5.00	6.60	11.80	57.10	98.50	614.20
1997	205.10	204.30	192.70	63.80	4.00	0.00	0.00	16.50	31.00	44.90	111.60	121.70	995.60
1998	128.70	131.50	151.40	22.50	0.00	2.00	0.00	2.00	8.80	72.60	107.30	50.90	677.70
1999	114.10	162.60	139.90	146.80	9.80	0.00	1.40	1.70	20.30	58.10	28.00	94.10	776.80
2000	183.40	180.60	120.70	14.40	17.30	6.50	7.00	5.30	6.90	96.00	17.40	139.10	794.60
2001	238.60	127.30	126.90	25.10	19.30	1.20	4.70	7.50	10.80	40.40	18.20	69.90	689.90
2002	156.80	175.50	113.60	105.10	29.20	2.00	13.50	13.60	20.20	94.20	102.50	128.00	954.20
2003	137.90	154.80	245.00	43.60	4.30	3.30	0.00	12.60	23.30	19.20	33.60	97.60	775.20
2004	215.60	137.00	95.70	42.60	1.10	2.10	3.30	21.90	59.60	9.30	58.30	142.50	789.00
2005	88.10	213.70	95.10	39.00	0.20	0.00	0.20	7.90	0.50	118.30	75.70	97.90	736.60
2006	188.80	115.60	94.60	20.50	0.00	3.20	0.00	3.20	3.80	48.00	90.50	208.30	776.50
2007	95.60	96.90	130.80	81.90	3.50	0.00	4.60	0.00	22.10	21.10	67.20	72.90	596.60
2008	149.70	96.60	44.10	2.90	2.90	1.00	0.00	2.50	0.00	37.80	47.40	235.80	620.70
2009	114.10	90.40	137.60	65.20	0.00	0.00	0.00	0.00	14.40	19.10	84.80	131.10	656.70
2010	187.60	112.40	139.40	73.00	15.20	0.00	0.00	0.00	0.00	18.40	58.20	102.30	706.50
2011	122.80	180.70	122.40	72.50	13.70	7.80	9.70	6.80	37.20	31.00	87.70	164.20	856.50
2012	171.10	149.60	138.60	67.40	0.00	0.00	0.00	0.00	11.90	22.60	86.90	174.60	822.70
2013	211.30	174.40	129.90	36.30	3.60	16.00	6.70	7.40	5.30	57.30	44.60	215.80	908.60
2014	151.00	173.70	107.30	41.40	2.40	0.00	1.10	34.20	38.30	103.90	78.90	211.50	943.70
2015	234.70	82.30	127.80	91.60	4.20	0.00	4.50	5.50	39.90	40.50	44.11	171.45	846.57
Total, general	3257.20	2871.80	2551.30	1117.50	132.10	45.10	56.70	153.60	360.90	964.50	1300.01	2728.15	15538.87



Cuadro 11: Precipitación Acopiada de la Estación Meteorológica Crucero

FECHA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total general
1996	162.60	134.60	122.90	51.70	36.30	0.00	0.00	19.70	14.00	26.40	103.90	76.70	748.80
1997	205.30	331.80	197.80	42.60	16.10	0.00	0.00	13.90	14.60	42.40	94.50	31.30	990.30
1998	37.30	93.40	157.20	67.10	0.40	4.40	0.00	0.70	2.30	119.90	101.70	37.60	622.00
1999	141.00	120.00	171.10	67.30	31.70	0.80	0.50	0.00	55.70	44.90	64.40	118.00	815.40
2000	111.80	61.10	67.10	4.10	7.40	9.20	5.00	5.90	10.70	87.50	23.80	107.20	500.80
2001	170.30	65.10	135.30	27.10	17.60	0.00	16.10	11.30	21.30	87.10	50.20	89.30	690.70
2002	52.50	166.90	91.80	22.50	11.40	1.00	21.20	10.00	25.80	71.00	74.90	149.50	698.50
2003	161.80	87.30	113.80	59.00	10.10	14.30	0.00	13.20	15.10	65.10	54.00	56.10	649.80
2004	114.20	59.30	38.00	46.60	7.80	10.10	4.10	1.30	10.80	32.60	70.30	67.10	462.20
2005	88.10	114.50	54.00	19.40	4.70	0.00	3.40	8.30	5.80	45.80	44.50	91.20	479.70
2006	156.40	45.90	53.90	34.00	0.90	4.90	0.00	14.20	17.90	32.50	105.40	94.70	560.70
2007	127.20	40.00	83.20	19.40	6.90	0.50	1.70	0.00	14.80	59.10	40.90	55.80	449.50
2008	135.30	48.10	60.90	21.80	14.30	0.00	0.00	5.30	3.90	57.30	43.60	123.40	513.90
2009	81.70	73.00	37.90	24.60	8.80	0.00	4.10	0.00	51.20	10.60	67.40	57.30	416.60
2010	147.80	101.10	116.30	5.80	12.20	0.00	0.90	1.30	2.80	46.30	22.20	92.10	548.80
2011	54.10	61.20	73.70	15.70	4.80	2.60	0.00	4.80	59.20	49.50	28.20	79.40	433.20
2012	148.20	91.80	67.40	27.80	0.00	18.40	0.50	0.60	18.90	16.80	77.60	119.40	587.40
2013	135.40	141.40	41.80	23.10	20.00	14.80	0.00	17.40	9.70	78.10	56.80	103.10	641.60
2014	102.50	67.90	61.00	18.40	3.50	0.20	4.40	0.00	36.70	38.70	21.50	85.20	440.00
2015	99.80	67.20	76.30	115.00	20.20	0.00	21.20	41.10	20.60	68.00	48.82	92.99	671.22
Total general	2433.30	1971.60	1821.40	713.00	235.10	81.20	83.10	169.00	411.80	1079.60	1194.62	1727.39	11921.12



Cuadro 12: Precipitación Acopiada de la Estación Meteorológica Llalli

FECHA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total, general
1996	176.60	163.40	117.30	60.90	16.60	0.00	0.00	3.90	9.80	25.10	41.80	158.00	773.40
1997	258.80	142.20	185.50	83.00	5.00	0.00	0.00	14.10	39.20	28.00	82.40	121.80	960.00
1998	218.60	175.90	90.00	37.60	0.00	1.10	0.00	9.10	5.30	80.20	73.20	89.80	780.80
1999	164.00	178.60	181.00	146.10	7.40	1.70	0.00	1.80	28.70	89.90	21.20	116.10	936.50
2000	241.50	184.80	127.70	18.50	24.10	5.10	9.00	12.40	7.80	115.80	23.00	104.40	874.10
2001	266.40	126.30	181.30	47.80	24.20	0.00	3.70	5.20	25.13	75.91	34.55	69.20	859.69
2002	155.80	150.40	132.00	56.00	30.20	0.60	16.00	11.00	23.20	115.80	92.00	104.50	887.50
2003	153.20	124.20	164.70	24.60	3.90	2.00	0.00	8.40	29.40	17.60	29.00	118.00	675.00
2004	207.10	118.80	105.40	50.40	7.00	4.00	11.00	15.80	26.00	17.90	50.90	172.70	787.00
2005	82.70	302.60	120.10	51.60	0.20	0.00	1.40	2.40	6.70	64.70	80.30	102.00	814.70
2006	261.10	142.60	178.60	80.90	0.00	8.20	0.00	8.90	10.60	30.90	77.10	151.00	949.90
2007	118.30	130.60	292.50	73.50	21.30	0.40	8.60	0.00	42.70	21.60	66.70	138.70	914.90
2008	220.10	136.90	102.40	0.30	4.30	4.50	0.00	2.10	20.80	52.90	14.80	236.10	795.20
2009	87.10	173.80	135.30	56.00	7.40	0.00	0.10	0.00	18.10	37.30	131.80	159.00	805.90
2010	188.50	201.80	101.40	79.00	5.20	0.00	0.40	0.00	0.00	25.00	70.00	171.00	842.30
2011	136.80	228.10	165.70	131.80	16.70	1.50	12.80	10.20	22.20	18.70	58.60	225.30	1028.40
2012	204.40	179.10	140.80	134.10	4.80	0.00	0.00	0.00	5.50	33.50	76.40	222.40	1001.00
2013	225.80	184.60	128.50	41.20	13.00	30.30	10.50	24.60	13.70	53.30	57.20	172.10	954.80
2014	125.70	109.90	76.10	43.10	1.10	0.00	3.60	13.90	34.30	136.10	48.10	128.20	720.10
2015	186.00	105.20	83.70	107.60	1.00	0.00	7.20	3.70	28.90	35.70	50.54	144.44	753.98
Total, general	3678.50	3259.80	2810.00	1324.00	193.40	59.40	84.30	147.50	398.03	1075.91	1179.58	2904.74	17115.17



Cuadro 13: Precipitación Acopiada de la Estación Meteorológica Muñani

FECHA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total general
1996	153.90	70.10	68.80	34.90	18.70	0.00	0.00	8.50	8.10	29.90	104.20	61.40	558.50
1997	181.60	103.50	217.40	38.30	3.20	0.00	0.00	22.30	29.40	33.80	80.10	32.50	742.10
1998	62.50	96.40	106.40	39.20	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	54.10	64.40	47.80	473.80
1999	83.60	40.50	125.20	35.90	28.10	0.00	0.00	0.00	35.70	34.50	35.90	92.90	512.30
2000	119.80	98.10	81.40	9.10	0.00	19.40	0.00	10.60	20.20	126.80	20.50	108.60	614.50
2001	173.00	109.20	163.20	19.50	26.30	1.60	10.30	7.50	21.40	61.30	57.00	87.00	737.30
2002	90.30	115.90	104.50	42.50	5.70	4.40	16.50	4.90	27.90	90.00	58.00	125.70	686.30
2003	225.10	102.30	108.20	43.40	4.60	9.10	0.00	13.00	30.50	73.20	68.00	117.40	794.80
2004	281.70	129.10	117.20	66.70	25.20	1.80	0.80	21.00	28.30	39.80	65.70	133.70	911.00
2005	98.60	224.20	84.60	28.00	2.40	0.00	1.20	1.10	8.60	80.10	68.30	125.10	722.20
2006	204.10	36.40	57.40	87.40	0.00	0.00	0.00	6.60	31.60	62.20	82.70	144.10	712.50
2007	104.00	15.60	119.10	57.80	21.40	0.00	0.00	0.00	24.40	10.60	38.40	55.40	446.70
2008	132.80	65.42	42.70	10.00	1.90	0.00	0.00	0.00	8.90	67.70	31.40	154.50	515.32
2009	77.70	100.10	39.10	26.60	0.00	0.00	4.40	0.00	23.80	18.50	69.00	85.50	444.70
2010	171.90	138.50	69.50	25.00	10.20	0.00	0.00	3.70	0.00	60.60	21.70	86.00	587.10
2011	110.90	164.30	78.10	26.20	2.00	0.00	7.20	16.20	70.30	70.10	20.30	98.60	664.20
2012	153.60	93.00	83.50	65.40	0.00	1.80	0.20	0.00	6.50	18.00	35.00	155.84	612.84
2013	173.10	94.50	69.90	17.30	14.90	2.80	1.00	7.60	7.70	61.80	45.00	91.20	586.80
2014	118.30	82.90	76.20	32.70	8.00	0.00	5.50	10.20	68.80	27.60	38.80	81.00	550.00
2015	139.30	71.00	83.70	71.50	13.80	0.00	0.00	21.80	56.80	30.90	57.68	94.69	641.17
Total general	2855.80	1951.02	1896.10	777.40	186.40	43.90	47.10	155.00	508.90	1051.50	1062.08	1978.93	12514.13



Cuadro 14: Precipitación Acopiada de la Estación Meteorológica Progreso

FECHA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total, general
1996	141.40	68.80	94.60	21.40	10.80	0.00	1.40	3.00	4.60	33.00	50.90	125.40	555.30
1997	189.80	135.80	197.20	48.00	12.60	0.00	0.00	13.60	17.00	49.00	110.70	60.20	833.90
1998	100.20	69.20	52.80	17.50	0.00	7.70	0.00	1.20	2.20	103.70	88.70	32.61	475.81
1999	108.30	125.60	136.60	37.80	0.50	0.00	0.00	0.00	16.60	35.80	54.30	65.70	581.20
2000	126.90	114.10	105.10	9.60	1.40	1.20	1.60	2.40	17.00	108.00	17.60	99.60	604.50
2001	151.80	111.00	132.40	30.60	21.40	0.00	5.50	0.00	14.20	59.40	62.70	57.40	646.40
2002	117.00	107.00	94.40	149.20	8.80	1.80	25.40	4.40	25.60	131.60	87.60	134.60	887.40
2003	181.60	114.90	134.80	60.20	7.00	7.60	0.50	7.00	15.40	14.80	16.10	80.60	640.50
2004	240.40	160.20	61.80	50.60	7.40	0.00	4.80	22.80	40.60	13.00	53.80	118.80	774.20
2005	52.50	199.00	54.70	35.40	0.50	0.00	1.20	2.80	3.80	65.90	62.20	86.40	564.40
2006	144.20	46.90	64.60	50.20	0.00	2.10	0.00	3.40	37.00	41.50	63.60	79.50	533.00
2007	130.20	58.10	152.60	60.50	14.40	0.60	0.50	0.00	25.80	19.40	75.40	51.00	588.50
2008	130.30	73.00	52.40	4.60	6.20	0.00	0.00	0.00	7.60	49.60	26.50	155.60	505.80
2009	112.10	90.90	59.70	15.30	5.20	0.00	4.60	0.80	9.20	19.20	111.80	104.60	533.40
2010	153.80	118.80	71.60	40.80	8.60	0.00	0.00	2.60	0.00	24.80	8.60	121.20	550.80
2011	93.20	153.80	130.80	51.20	2.10	0.00	6.20	11.00	61.20	59.20	37.60	104.60	710.90
2012	137.60	159.40	109.20	25.20	9.60	0.00	0.00	0.00	14.60	14.40	29.00	173.20	672.20
2013	135.60	180.80	121.40	43.60	8.00	3.80	0.90	4.20	8.60	81.40	30.40	116.90	735.60
2014	100.60	136.40	98.70	19.20	1.20	0.00	0.00	13.60	56.60	45.80	26.20	104.50	602.80
2015	179.20	84.80	73.90	50.80	12.40	6.60	0.00	9.20	32.00	46.00	66.06	152.63	713.58
Total, general	2726.70	2308.50	1999.30	821.70	138.10	31.40	52.60	102.00	409.60	1015.50	1079.76	2025.04	12710.19



Cuadro 15: Precipitación Acopiada de la Estación Meteorológica Pucara

FECHA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total general
1996	158.40	82.10	122.60	38.60	22.10	0.00	0.50	4.40	15.70	43.40	50.40	93.10	631.30
1997	160.30	126.30	166.50	21.30	2.70	0.00	0.00	3.60	23.30	59.00	142.10	118.00	823.10
1998	86.10	118.40	108.60	70.50	0.00	8.60	0.00	1.50	2.70	71.40	51.90	31.60	551.30
1999	83.80	111.60	147.70	73.60	10.60	0.00	1.00	6.80	22.30	78.10	24.50	46.20	606.20
2000	126.90	143.30	107.90	11.70	4.20	4.10	0.10	29.00	0.30	106.60	35.60	105.70	675.40
2001	302.90	117.90	224.90	33.60	18.10	1.80	4.80	9.90	5.00	35.20	29.80	108.30	892.20
2002	144.70	197.80	113.30	72.40	14.90	3.90	20.90	21.50	31.40	137.30	72.50	192.00	1022.60
2003	188.30	98.60	122.20	30.50	10.40	6.80	0.00	8.80	26.20	44.80	54.00	137.70	728.30
2004	302.70	227.50	104.10	55.20	6.90	4.00	8.20	26.50	48.00	7.50	68.10	136.70	995.40
2005	63.00	164.80	123.30	37.70	0.00	0.00	0.00	14.70	6.20	103.20	73.40	112.00	698.30
2006	240.70	90.20	124.60	32.60	0.00	0.20	0.00	0.60	5.00	47.20	68.10	104.60	713.80
2007	63.20	62.30	197.60	110.70	15.50	0.00	3.50	0.00	37.40	27.00	63.30	65.30	645.80
2008	174.60	79.90	62.40	4.10	3.90	0.00	0.00	0.90	24.20	51.40	63.50	165.20	630.10
2009	70.20	98.40	131.80	18.20	0.00	0.00	0.00	0.10	6.90	42.90	104.90	137.70	611.10
2010	198.10	138.70	66.40	38.20	6.00	0.00	0.00	0.20	1.20	27.90	27.90	121.30	625.90
2011	77.70	169.50	80.40	27.90	17.70	0.20	8.20	0.00	33.00	44.40	24.10	136.30	619.40
2012	125.00	176.10	121.60	61.00	0.00	0.00	0.00	4.60	6.20	12.20	39.80	168.90	715.40
2013	122.80	139.50	171.10	20.40	27.70	7.70	0.40	15.60	7.80	58.30	29.90	231.60	832.80
2014	115.00	129.10	65.30	49.50	1.00	0.00	6.40	29.80	42.80	70.10	54.60	131.60	695.20
2015	133.30	105.10	60.90	78.10	4.30	0.60	6.60	6.40	27.20	48.80	62.62	114.45	648.37
Total general	2937.70	2577.10	2423.20	885.80	166.00	37.90	60.60	184.90	372.80	1116.70	1141.02	2458.25	14361.97



Cuadro 16: Precipitación Acopiada de la Estación Meteorológica Santa Rosa

FECHA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total general
1996	190.00	188.20	150.10	56.70	9.80	0.00	10.70	12.90	21.20	72.50	110.90	180.40	1003.40
1997	172.26	162.60	218.92	12.68	0.00	0.00	0.00	14.64	0.00	63.10	164.70	158.90	967.79
1998	145.60	125.60	134.60	34.04	0.00	2.60	0.00	5.00	9.10	127.50	114.10	46.60	744.74
1999	138.20	164.60	276.00	65.20	10.30	0.00	0.00	0.00	26.60	54.70	16.40	98.20	850.20
2000	187.10	139.60	108.00	19.00	3.20	5.90	2.80	7.10	10.50	180.20	24.60	151.50	839.50
2001	242.80	163.70	125.00	28.90	34.90	0.00	8.80	5.20	15.50	37.96	25.90	56.40	745.06
2002	153.50	168.60	130.90	84.80	27.80	11.30	12.10	2.40	24.10	107.10	89.30	123.60	935.50
2003	155.10	130.90	186.30	37.70	10.60	2.30	0.10	11.90	14.80	24.40	26.10	112.80	713.00
2004	220.70	113.30	96.40	50.70	0.00	2.60	2.20	20.30	35.60	15.20	80.70	122.80	760.50
2005	71.20	202.50	112.00	35.80	0.00	0.00	2.60	10.80	2.00	67.00	84.80	105.60	694.30
2006	227.10	103.20	102.50	61.90	1.00	8.10	0.20	7.20	8.90	43.20	73.70	215.20	852.20
2007	105.40	104.60	227.20	65.90	9.60	1.20	3.00	0.00	43.01	53.70	81.60	84.70	779.91
2008	161.30	79.10	80.00	12.60	4.40	2.80	0.00	2.60	5.00	59.40	57.20	192.00	656.40
2009	120.20	135.90	72.40	28.40	2.30	0.00	1.30	0.10	13.30	36.00	126.10	142.00	678.00
2010	276.30	150.00	132.00	28.90	8.10	1.30	0.00	0.80	10.60	18.03	44.30	119.70	790.03
2011	109.10	208.20	176.70	55.70	12.10	3.60	6.40	1.20	47.80	41.20	47.20	139.60	848.80
2012	154.00	191.80	177.90	111.50	0.00	0.00	0.00	1.10	19.60	27.80	70.40	186.40	940.50
2013	219.40	141.00	118.00	31.00	7.90	9.00	1.80	6.40	7.60	65.40	73.20	148.50	829.20
2014	159.80	136.10	74.80	29.90	1.20	0.00	2.60	15.10	27.60	94.90	33.30	139.30	714.60
2015	199.40	93.90	119.30	79.50	0.00	1.60	4.20	4.00	20.20	40.30	49.48	196.61	808.48
Total general	3408.46	2903.40	2819.02	930.83	143.20	52.30	58.80	128.74	363.01	1229.59	1393.98	2720.81	16152.12



Cuadro 17: Precipitación Acopiada de la Estación Meteorológica Taraco

FECHA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total, general
1996	190.20	146.40	109.00	27.80	0.00	0.00	0.00	17.80	44.10	22.00	61.60	92.00	710.90
1997	123.60	98.60	58.40	64.60	0.00	6.40	0.00	0.00	0.00	54.60	85.00	34.30	525.50
1998	109.30	69.40	87.50	52.90	0.00	5.70	0.00	0.50	4.20	65.20	141.80	35.60	572.10
1999	99.38	96.00	115.80	67.20	5.80	0.00	0.00	0.00	37.40	56.20	26.00	38.60	542.38
2000	135.00	73.40	74.00	2.40	8.00	19.30	0.00	5.00	5.60	81.20	1.80	54.00	459.70
2001	111.80	109.80	144.00	11.80	9.60	2.80	0.00	2.20	6.60	37.00	31.00	79.60	546.20
2002	93.60	126.20	63.80	33.40	6.40	0.00	12.00	0.20	39.00	109.20	34.50	53.60	571.90
2003	196.58	100.20	102.40	14.40	10.00	4.80	0.00	4.00	25.00	21.80	32.20	78.20	589.58
2004	157.20	127.00	107.00	37.60	9.40	5.20	4.60	19.80	20.20	8.80	49.60	47.20	593.60
2005	78.40	110.60	105.40	26.60	0.00	0.00	0.00	1.00	21.20	75.00	71.20	108.20	597.60
2006	187.91	47.80	66.20	16.20	1.40	2.00	0.00	1.40	26.60	50.60	44.60	125.60	570.31
2007	89.20	46.20	123.50	76.60	6.20	1.20	0.60	1.80	36.80	18.80	64.40	69.80	535.10
2008	154.00	60.00	57.80	0.00	1.40	0.00	0.00	0.00	3.80	37.40	34.00	98.40	446.80
2009	67.00	150.00	50.40	6.40	0.00	0.00	0.00	0.00	20.20	31.40	60.20	72.00	457.60
2010	103.00	151.40	63.80	39.60	18.40	0.00	0.00	0.00	3.60	24.00	7.40	121.80	533.00
2011	53.60	156.40	69.60	1.20	8.40	1.20	8.40	4.40	35.40	57.20	37.40	133.20	566.40
2012	120.60	105.20	76.00	50.20	0.00	0.00	0.00	1.80	5.00	24.80	33.60	131.80	549.00
2013	136.40	144.80	71.40	21.40	9.80	3.20	14.00	13.60	3.80	46.20	27.00	169.40	661.00
2014	116.60	96.00	56.00	25.20	2.80	0.00	18.40	28.60	72.80	16.80	27.20	121.40	581.80
2015	125.00	88.20	70.60	74.00	4.20	0.00	5.20	5.60	44.00	53.20	41.91	74.32	586.23
Total, general	2448.37	2103.60	1672.60	649.50	101.80	51.80	63.20	107.70	455.30	891.40	912.41	1739.02	11196.70

VALIDACION DE INSTRUMENTO

TITULO: PROYECCIÓN DE CAUDALES DE LA CUENCA RAMIS, USANDO DATA DEL PROYECTO DE INTERCOMPARACIÓN DE MODELOS ACOPLADOS EN SU SEXTA FASE

OPINIÓN DE EXPERTO

I. DATOS DEL EXPERTO

NOMBRE DEL VALIDADOR:	MARYESTEFANY FELY HEREDIA PANCA
ESPECIALIDAD DEL VALIDADOR:	ING. SANITARIO Y AMBIENTAL
AUTOR DEL INSTRUMENTO:	RONY NANDO QUISPE CONDORI

II. PUNTOS DE VALIDACION

DIMENSIONES	INDICADORES	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE
		0 – 20%	21 – 40%	41 – 60%	61 – 80%	81–100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					97 %
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en base a la realidad local					97 %
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia					99 %
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					98 %
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en calidad y calidad					95 %
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para la mejora de las unidades de estudio					96 %
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos - científicos					99 %
8. COHERENCIA	Entre los índices indicadores y las dimensiones					95 %
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnostico					95 %

III. OPINION DE APLICATIBILIDAD:

- El instrumento cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación.....
- El instrumento no cumple puntual mente con los requisitos para su aplicación.....

IV. PROMEDIO DE VALORACION:

96.77%



Maryestefany Fely Heredia Panca
ING. SANITARIO Y AMBIENTAL
CIP: N° 345583



VALIDACION DE INSTRUMENTO

TITULO: PROYECCIÓN DE CAUDALES DE LA CUENCA RAMIS, USANDO DATA DEL PROYECTO DE INTERCOMPARACIÓN DE MODELOS ACOPLADOS EN SU SEXTA FASE

OPINIÓN DE EXPERTO

I. DATOS DEL EXPERTO

NOMBRE DEL VALIDADOR:	ERIK RODRIGO QUISPE LLANOS
ESPECIALIDAD DEL VALIDADOR:	ING. SANITARIO Y AMBIENTAL
AUTOR DEL INSTRUMENTO:	RONY NANDO QUISPE CONDORI

II. PUNTOS DE VALIDACION


DIMENSIONES	INDICADORES	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE
		0 – 20%	21 – 40%	41 – 60%	61 – 80%	81–100%
10. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					98 %
11. OBJETIVIDAD	Esta expresado en base a la realidad local					98%
12. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia					99%
13. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					98%
14. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en calidad y calidad					95%
15. INTENCIONALIDAD	Adecuado para la mejora de las unidades de estudio					98%
16. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos - científicos					99%
17. COHERENCIA	Entre los índices indicadores y las dimensiones					95%
18. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnostico					95%

III. OPINION DE APLICATIBILIDAD:

- El instrumento cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación.....
- El instrumento no cumple puntual mente con los requisitos para su aplicación.....

IV. PROMEDIO DE VALORACION:

97.22%


 Erik Rodrigo Quispe Llanos
 ING. SANITARIO Y AMBIENTAL



VALIDACION DE INSTRUMENTO

TITULO: PROYECCIÓN DE CAUDALES DE LA CUENCA RAMIS, USANDO DATA DEL PROYECTO DE INTERCOMPARACIÓN DE MODELOS ACOPLADOS EN SU SEXTA FASE

OPINIÓN DE EXPERTO

I. DATOS DEL EXPERTO

NOMBRE DEL VALIDADOR:	NIBIA ELSIE APAZA APAZA
ESPECIALIDAD DEL VALIDADOR:	ING. SANITARIO Y AMBIENTAL
AUTOR DEL INSTRUMENTO:	RONY NANDO QUISPE CONDORI

II. PUNTOS DE VALIDACION

DIMENSIONES	INDICADORES	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE
		0 – 20%	21 – 40%	41 – 60%	61 – 80%	81 – 100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					99 %
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en base a la realidad local					97 %
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia					99 %
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					98 %
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en calidad y calidad					95 %
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para la mejora de las unidades de estudio					96 %
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos - científicos					95 %
8. COHERENCIA	Entre los índices indicadores y las dimensiones					95 %
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnostico					95 %

III. OPINION DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación.....
- El instrumento no cumple puntual mente con los requisitos para su aplicación.....

IV. PROMEDIO DE VALORACION:

96.55%


 Nibia Elsie Apaza Apaza
 ING. SANITARIO Y AMBIENTAL
 CIP. N° 361757



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 07-10-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: RONY NANDO QUISPE CONDORI
Dirección: URB. CIUDAD NUEVA E5-14 JR. 06 DE MARZO
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 73477082
Teléfono: 981650970 email: ronynk57@gmail.com

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

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL
Título o Grado Académico a optar: INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL
Asesor: Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

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

Título: PROYECCIÓN DE CAUDALES DE LA CUENCA RAMIS,
USANDO DATA DEL PROYECTO DE INTERCOMPARACIÓN
DE MODELOS ACOPLADOS EN SU SEXTA FASE

Palabras claves, (3 a 5 términos): MODELOS, CAUDALES, CUENCA, SWAT, RAMIS

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

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entré otros relacionados.
² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

Autorizo su publicación (marque con una X)

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

Sí autorizo
 No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL -PZZ

Firma de Autor



huella digital

07-10-2025

Fecha