



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



**EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA BAJO CONDICIONES
DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CUENCA DEL RIO LAMPA
PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA AL SISTEMA
DE RIEGO TOBECALEN, PUNO - 2023**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. MARISOL LISBETH HUANQUI SALAS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

JULIACA – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

**EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA BAJO CONDICIONES
DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CUENCA DEL RIO LAMPA
PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA AL SISTEMA
DE RIEGO TOBECALEN, PUNO - 2023**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. MARISOL LISBETH HUANQUI SALAS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL**

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

PRIMER MIEMBRO

Mgr. ARNALDO YANA TORRES

SEGUNDO MIEMBRO

Mgr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

ASESOR DE TESIS

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

: CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL – P22



RESOLUCIÓN DECANAL N° 434-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 09 de setiembre de 2024

VISTOS:

El **OFICIO N° 075-2024-D/EPISA/FICP-UANCV** del Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y Resolución Decanal N°355-2024 de fecha 22 de julio de 2024 sobre la aprobación del Informe Final del trabajo de Investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA BAJO CONDICIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CUENCA DEL RIO LAMPA PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA AL SISTEMA DE RIEGO TOBECALÉN, PUNO - 2023**; y el trámite solicitado por el Bachiller en **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** y;

CONSIDERANDO:

Que, el Bachiller: **MARISOL LISBETH HUANQUI SALAS**; ha solicitado fecha y hora para efectuar la sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA BAJO CONDICIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CUENCA DEL RIO LAMPA PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA AL SISTEMA DE RIEGO TOBECALÉN, PUNO - 2023**, para rendir el examen de sustentación del trabajo de Investigación (tesis) y optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, y;

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

* Presidente	:	Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
* 1er Miembro	:	Dr. ARNALDO YANA TORRES
* 2do Miembro	:	Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
* Asesor	:	Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

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

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - **APROBAR** Lugar, Día y Hora para que el (la) bachiller: **MARISOL LISBETH HUANQUI SALAS**; rendirá el Examen de Sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado **EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA BAJO CONDICIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CUENCA DEL RIO LAMPA PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA AL SISTEMA DE RIEGO TOBECALÉN, PUNO - 2023**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental** de acuerdo al siguiente detalle:

* FECHA	:	lunes 16 de setiembre de 2024
* HORA	:	09:00
* LUGAR	:	Aula 306 - pabellón de hidráulica

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

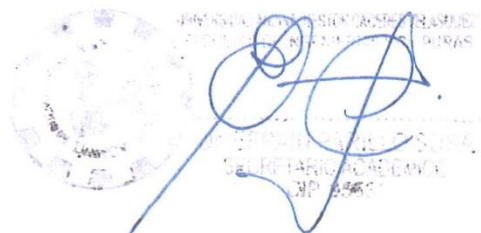
Regístrese, Comuníquese, Archívese.

C.c.
Arch. 2024
Interesado
Escuela Profesional



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

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790





RESOLUCIÓN DECANAL N° 355-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 22 de julio de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 132-2024-D-UI-FICP.UANCV**, del Director Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Ingeniería Sanitaria y Ambiental, **INFORME N° 015-2024-UI-CI-EPISA-FICP-UANCV** del Presidente del Sub Comité de Evaluación de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, **RESOLUCIÓN DECANAL N° 585-2023-D-FICP-UANCV** que aprueba el Proyecto de Investigación el **11 de julio de 2023** y el acta de revisión y calificación del Trabajo de Investigación (tesis) de fecha **12 de julio de 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el tema titulado: **EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA BAJO CONDICIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CUENCA DEL RIO LAMPA PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA AL SISTEMA DE RIEGO TOBECALEN, PUNO - 2023.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **MARISOL LISBETH HUANQUI SALAS**, ha presentado su Trabajo de Investigación (tesis) Titulado: **EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA BAJO CONDICIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CUENCA DEL RIO LAMPA PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA AL SISTEMA DE RIEGO TOBECALEN, PUNO - 2023.**

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

- * **Presidente** : **Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA**
- * **1er Miembro** : **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**
- * **2do Miembro** : **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**

Que, el Sub Comité de evaluación ha aprobado en su integridad el Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA BAJO CONDICIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CUENCA DEL RIO LAMPA PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA AL SISTEMA DE RIEGO TOBECALEN, PUNO - 2023.**

Que, la Oficina de Investigación ha aprobado con el Dictamen N° 404-2024, la originalidad del trabajo de investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA BAJO CONDICIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CUENCA DEL RIO LAMPA PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA AL SISTEMA DE RIEGO TOBECALEN, PUNO - 2023.**

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

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

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR, el informe final de **TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Tesis)**, del Bachiller: **MARISOL LISBETH HUANQUI SALAS**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA BAJO CONDICIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CUENCA DEL RIO LAMPA PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA AL SISTEMA DE RIEGO TOBECALEN, PUNO - 2023.**

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

ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER, como asesor del Trabajo de Investigación (tesis) al docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, al **Dr. EFRAIN PARILO SOSA**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese,

cc
archivo 2024
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 585-2023-D-FICP-UANCV

Juliaca, 11 de julio 2023

VISTOS:

El, **INFORME N° 298-2023-D-UI-FICP.UANCV**, del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **INFORME DE OPINIÓN TÉCNICA N° 037-2023-UI-CI-EPISA-FICP-UANCV** del responsable del Comité de Investigación, la **opinión técnica N° 006-2023-UANCV-FICP-UI-CI-EPISA** del presidente del sub comité de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental y el **ACTA DE REGISTRO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN** según reglamento interno de aseguramiento de la calidad de trabajos de investigación de fecha **19 de junio de 2023**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el tema titulado: **EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA BAJO CONDICIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CUENCA DEL RIO LAMPA PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA AL SISTEMA DE RIEGO TOBECALEN, PUNO - 2023**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **MARISOL LISBETH HUANQUI SALAS**, ha presentado su Proyecto de Investigación Titulado: **EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA BAJO CONDICIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CUENCA DEL RIO LAMPA PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA AL SISTEMA DE RIEGO TOBECALEN, PUNO - 2023**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

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

- * **Presidente** : **Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA**
- * **1er Miembro** : **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**
- * **2do Miembro** : **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**

Que, la sub comisión de evaluación ha concluido aprobar sin observación el Proyecto de Investigación titulado: **EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA BAJO CONDICIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CUENCA DEL RIO LAMPA PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA AL SISTEMA DE RIEGO TOBECALEN, PUNO - 2023**, y;

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el (la) Bachiller: **MARISOL LISBETH HUANQUI SALAS**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA BAJO CONDICIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CUENCA DEL RIO LAMPA PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA AL SISTEMA DE RIEGO TOBECALEN, PUNO - 2023**.

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

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la) docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **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.



Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCÁ
DECANO
CIP. 47760

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO

cc. archivo 2023 interesado (a)



EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA BAJO CONDICIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CUENCA DEL RIO LAMPA PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA AL SISTEMA DE RIEGO TOBECALÉN, PUNO - 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	5%
2	tesis.unap.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	2%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
5	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	1library.co Fuente de Internet	<1%

Submitted to Universidad Científica del Sur



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA BAJO CONDICIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CUENCA DEL RIO LAMPA PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA AL SISTEMA DE RIEGO TOBECALEN, PUNO -2023	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	MARISOL LISBETH HUANQUI SALAS
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70134942
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0003-0231-0483
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	OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02371550
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHORA PERALES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02442876

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: Lampa Distrito: Lampa Coordenadas: Latitud: 15°27'44.98"S Longitud: 70°15'1.45"O</p> <p>URL Maps: https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1W67vgjo1bRXclOp-JLmzZVdfrekFhdM&usp=sharing</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Junio 2023 – Agosto 2023
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	<p>Investigación Climática https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.10</p> <p>Oceanografía, Hidrología, Recursos hídricos https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.11</p>

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
 VICERRECTOR CACERES VELASQUEZ
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS EXACTAS
 DIRECTOR
 Dr. Efraín Parillo Sosa
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo MARISOL LISBETH HUANQUI SALAS, identificado con DNI Nro. 70134942, en mi condición de egresado de:

- [X] Escuela Profesional
[] Programa de Segunda Especialidad,
[] Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL

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

“EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA BAJO CONDICIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CUENCA DEL RIO LAMPA PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA AL SISTEMA DE RIEGO TOBECALEN, PUNO-2023”

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 29 de OCTUBRE del 2024

Firma del Asesor

Firma del Estudiante



Huella



DEDICATORIA

A mi Padre Eduardo en el cielo que algún día forjo el camino en mí, a mi madre Amelia por su amor y apoyo incondicional, a mis hermanos Beatriz, Edgar y Aldair, por el ejemplo, la perseverancia y la resiliencia, a Mélani mi princesa luz de mi vida. A la única familia que le debo todo el honor de ahora brillar en la cima del éxito.p



AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la vida en este mundo tan maravilloso, a mis padres por darme educación y amor, a mis hermanos por ser el ejemplo a seguir, la lealtad, la perseverancia y la resiliencia.

A los docentes que tuve en mi vida universitaria, por la paciencia y conocimientos obtenidos por cada uno de ellos.

Finalmente, al asesor por el tiempo y dedicación que puso para poder realizar este trabajo de investigación, y que la finalidad sea el aporte hacia nuestra sociedad, y que sirva de conocimiento



ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA..... iii

AGRADECIMIENTO iv

ÍNDICE DE CONTENIDO..... v

ÍNDICE DE TABLAS viii

ÍNDICE DE FIGURAS ix

RESUMEN xi

ABSTRACT xii

INTRODUCCIÓN xii

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. Problemas específicos 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

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

 1.5.1. Hipótesis Alternativa 4

 1.5.2. Hipótesis nula..... 4

1.6. Variables 4

 1.6.1. Variable independiente (VI) 4



1.6.2. Variable dependiente (VD)..... 4

1.7. Operacionalización de variables 5

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la investigación..... 6

 2.1.1. Antecedentes internacionales..... 6

 2.1.2. Antecedentes nacionales 8

 2.1.3. Antecedentes regionales 11

2.2. Bases teóricas 12

 2.2.1. Recurso hídrico 12

2.3. Marco Conceptual..... 25

CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1. Diseño de investigación 27

3.2. Tipo de investigación 27

3.3. Ubicación de la zona en estudio 27

3.4. Procedimiento metodológico..... 28

 3.4.1. Determinar el requerimiento hídrico del sistema de riego Tobecalén,
 Puno – 2023 28

 3.4.2. Determinar la disponibilidad hídrica actual en la cuenca del río
 Lampa.. 32

 3.4.3. Determinar la disponibilidad hídrica futura bajo las condiciones de
 cambio climático en la cuenca del río Lampa 35

3.5. Materiales y equipos 36

3.6. Técnicas e instrumentos 37



3.6.1. Técnicas 37

3.6.2. Instrumentos..... 37

3.7. Población y muestra 37

3.7.1. Población..... 37

3.7.2. Muestra 37

3.8. Análisis estadístico 37

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Resultados 38

4.1.1. Determinar el requerimiento hídrico del sistema de riego Tobecalén,
Puno – 2023 38

4.1.2. Determinar la disponibilidad hídrica actual en la cuenca del río
Lampa... 44

4.1.3. Determinar la disponibilidad hídrica futura bajo las condiciones de
cambio climático en la cuenca del río Lampa 65

4.3. Discusiones 68

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 69

BIBLIOGRAFÍA 71

ANEXOS 76



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Operacionalización de variables de la investigación	5
Tabla 2.	Escenarios climáticos al año 2100 - vías representativas de concentraciones "Representative Concentration Pathways" RCP ..	18
Tabla 3.	Parámetros de uso de suelo	23
Tabla 4.	Datos para la determinación de la lámina neta de riego	30
Tabla 5.	Escenarios climáticos (RCP).....	36
Tabla 6.	Cálculo de la evapotranspiración de referencia del cultivo.....	40
Tabla 7.	Datos climáticos de la cuenca del río Lampa	57
Tabla 8.	Área de uso de suelos en la cuenca del río Lampa.....	59
Tabla 9.	Coeficiente de cultivo de los usos de suelo de la cuenca del río Lampa	60
Tabla 10.	Capacidad del agua del suelo de los usos de suelo de la cuenca del río Lampa	61
Tabla 11.	Factor de resistencia de la escorrentía (RRF) de los usos de suelo de la cuenca del río Lampa	62
Tabla 12.	Datos fluviométricos – Río Lampa.....	63
Tabla 13.	Escenarios climáticos multianuales para los andes peruanos	65



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Agua superficial y subterránea	13
Figura 2.	Cuenca hidrográfica	14
Figura 3.	Evolución temporal del consumo de energía (derecha), consumo de combustibles fósiles (centro) y el uso primario de energía (izquierda) en los RCP	19
Figura 4.	Ubicación del área en estudio	28
Figura 5.	Datos climáticos para la cuenca del río Lampa del mes de enero	44
Figura 6.	Datos climáticos para la cuenca del río Lampa del mes de febrero ...	45
Figura 7.	Datos climáticos para la cuenca del río Lampa del mes de marzo	46
Figura 8.	Datos climáticos para la cuenca del río Lampa del mes de abril.....	47
Figura 9.	Datos climáticos para la cuenca del río Lampa del mes de mayo.....	48
Figura 10.	Datos climáticos para la cuenca del río Lampa del mes de junio.....	49
Figura 11.	Datos climáticos para la cuenca del río Lampa del mes de julio.....	50
Figura 12.	Datos climáticos para la cuenca del río Lampa del mes de agosto....	51
Figura 13.	Datos climáticos para la cuenca del río Lampa del mes de septiembre	52
Figura 14.	Datos climáticos para la cuenca del río Lampa del mes de octubre ..	53
Figura 15.	Datos climáticos para la cuenca del río Lampa del mes de noviembre	54
Figura 16.	Datos climáticos para la cuenca del río Lampa del mes de diciembre	55
Figura 17.	Uso de suelos de la cuenca del río Lampa	58
Figura 18.	Modelo WEAP de la cuenca del río Lampa	64
Figura 19.	Disponibilidad hídrica de la cuenca del río Lampa.....	64



Figura 20. Disponibilidad hídrica de la cuenca del río Lampa al año 2030 con un escenario climático estable "RCP 4.5"	66
Figura 21. Disponibilidad hídrica de la cuenca del río Lampa al año 2030 con un escenario climático estable "RCP 8.5"	67



RESUMEN

La investigación se efectuó a razón de que se desconoce el efecto del cambio climático con respecto a la disponibilidad hídrica en la cuenca del río Lampa; ante ello se planteó el objetivo general de la disponibilidad hídrica bajo condiciones del cambio climático en la cuenca del río Lampa para el abastecimiento de agua al sistema de riego Tobecalén, Puno - 2023; con procedimiento metodológico mediante la determinación del requerimiento hídrico requerido por el sistema de riego Tobecalén, según los lineamientos del MINAGRI; para posteriormente determinar la disponibilidad hídrica actual y futura al año 2030 empleando el método de humedad de suelo; con el uso de los datos climáticos (precipitación, temperatura y velocidad del viento) y datos de uso de suelos; para seguidamente aplicar dos escenarios climáticos (escenario estable "RCP4.5" y escenario con un nivel alto de GEI "RCP8.5"); todo ello realizado en el software WEAP. Siendo resultante que el sistema de riego requiere 127800m³ de agua al día; (1.47m³/s); presentando una disponibilidad hídrica de la cuenca del río Lampa al año 2022 de 4.41m³/s, así mismo la disponibilidad hídrica en el contexto del cambio climático al año 2030 será de 4.42m³/s para RCP 4.5 y 4.53m³/s para RCP 8.5. Concluyendo que la disponibilidad hídrica en los contextos climáticos en la cuenca del río Lampa, será suficiente para abastecer de agua al sistema de riego Tobecalén.

Palabras claves: Cambio climático, disponibilidad hídrica, sistema de riego, requerimiento hídrico.



ABSTRACT

The research was carried out because the effect of climate change on water availability in the Lampa river basin is unknown; therefore, the general objective of water availability under climate change conditions in the Lampa river basin for water supply to the Tobecalén irrigation system, Puno - 2023, was proposed; with methodological procedure by determining the water requirement required by the Tobecalén irrigation system, according to MINAGRI guidelines; to subsequently determine the current and future water availability to the year 2030 using the soil moisture method; with the use of climate data (precipitation, temperature and wind speed) and land use data; to then apply two climate scenarios (stable scenario "RCP4.5" and high GHG scenario "RCP8.5"); all performed in WEAP software. As a result, the irrigation system requires 127800m³ of water per day (1.47m³/s); presenting a water availability of the Lampa River basin in 2022 of 4.41m³/s, likewise the water availability in the context of climate change in 2030 will be 4.42m³/s for RCP 4.5 and 4.53m³/s for RCP 8.5. In conclusion, the water availability in the climatic contexts in the Lampa River basin will be sufficient to supply water to the Tobecalén irrigation system.

Keywords: Climate change, water availability, irrigation system, water requirement.



INTRODUCCIÓN

En consecuencia, del cambio climático, los contextos están variando hoy en día, lo que tiene variados efectos en los recursos hídricos del mundo (Aguilera, Silva, León, & Yáñez, 2022). Según el IPCC (2013), sostiene que la influencia significativa de las catástrofes relacionadas con el agua, como las inundaciones y sequías, se dejará sentir en los cambios de las precipitaciones y la temperatura. En consecuencia, los datos sobre la respuesta espaciotemporal al cambio climático en el agua son crucial para pronosticar la disponibilidad de agua futura y realizar estrategias de gestión adecuadas (Huang & Chen, 2020).

Debido a diversas causas, entre ellas su susceptibilidad a los cambios climáticos drásticos, que se manifiestan sobre todo en pérdidas económicas, los recursos hídricos de Perú se ven limitados. La inclusión de mecanismos adicionales que dificultan el crecimiento económico, como el agotamiento de reservas hídricas a razón de la escalada de temperatura provocado por la variación climática y sus cambios en los acontecimientos vegetativos de diversos cultivos, entre otros, pueden agravar estos efectos en este contexto (Araya, Meza, & Pasalacqua, 2018). En consecuencia, es fundamental estimar estos cambios en las zonas con recursos hídricos limitados y alta susceptibilidad climática que están experimentando graves perjuicios del cambio climático en el área agrícola, sobre todo en el sector agrícola, que pueden representar pérdidas económicas que podrían agravarse por la inclusión de otros componentes que repercuten negativamente en el desarrollo económico (Dzuba, Coronel, & Mancini, 2019). Estos están representados en pérdidas económicas, que pueden empeorar por la inclusión de otros elementos que tienen un efecto negativo en la economía,



como la reducción de la disponibilidad hídrica, la biodiversidad, la producción agrícola primaria y la productividad pesquera (León, 2017).

La cuenca del río Lampa, una de las que alimentan el lago Titicaca, es esencial para la actividad socioeconómica por su biodiversidad y características topográficas como los humedales. Sin embargo, al estar expuesta a variados fenómenos peligrosos, como fuertes lluvias u sequías, la cuenca es muy susceptible a las consecuencias del cambio climático. Por ello, es esencial evaluar cómo está afectando el cambio climático al recurso hídrico para gestionarlos adecuadamente y garantizar su estabilidad y sostenibilidad. Esto se debe a que se ven afectados diversos elementos, como la escorrentía, la evapotranspiración y la infiltración.

Además, el (IPCC), ha definido los RCP. Sudamérica experimentará un calentamiento de entre +1,8 °C y +6,8 °C en contextos de emisiones moderadas y elevadas (RCP 4,5 a 8,5). América Latina registraría temperaturas más elevadas. Además, las variaciones de las precipitaciones en el sudeste son un 25% superiores a las del sudeste (IPCC, 2013).

Los modelos hidrológicos es un mecanismo útil para determinar los impactos del clima en la hidrografía de cuencas hidrográficas porque proporcionan escenarios en base a la emisión de GEI (Dzuba, Coronel, & Mancini, 2019), con la entrada de antecedentes meteorológicos (temperatura, precipitación y velocidad del viento) y datos de suelo, la herramienta WEAP es un modelo que puede generar escenarios futuros basados en una situación de disponibilidad actual.

No obstante, con respecto a los escenarios climáticos, el IPCC (2013) ofrece una serie de escenarios para la previsión climática (Carvajal & Ramírez, 2022),



conocidos como Sendas de Concentración Representativa (RCP), RCP (2,5, 4,5, 6,0 y 8. 5). A excepción del escenario RCP2, todos los escenarios (RCP) muestran que la temperatura mundial a finales del siglo 21 será probablemente 1,5 °C más alta que entre 1850 y 1900 (IPCC, 2013), Los RCP reúnen un escenario de bajo nivel de GEI (RCP2.6), Los RCP incluyen 2 escenarios de estabilidad (RCP4.5 y 6.0), y un escenario de alivio (RCP2.6) y un contexto con emisiones excesivas de GEI (RCP8.5) (Araya, Meza, & Pasalacqua, 2018).

Por ello en este estudio se planteó como título: Evaluación de la disponibilidad hídrica bajo condiciones del cambio climático en la cuenca del rio lampa para el abastecimiento de agua al sistema de riego Tobecalén, Puno - 2023.

De igual manera, esta investigación se estructura en 4 capítulos, detallados:

PRIMER CAPITULO: Empieza por la introducción, se plantea la problemática de estudio, seguido de su hipótesis, su justificación y se describen los logros de los objetivos incluidos en el análisis.

SEGUNDO CAPITULO: Se exponen las razones del tema de estudio, fundamentos teóricos de acuerdo al proyecto.

TERCER CAPITULO: Se aborda los métodos de estudio detallando el tipo y diseño realizado, así como los instrumentos y técnicas utilizadas, la muestra y población seleccionados, al igual que los métodos y procesamiento para la recopilación de información.

CUARTO CAPITULO: Abarcan los logros obtenidos, y su discusión respectivamente. Asimismo, se incluyen las conclusiones, y sus respectivas recomendaciones



CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática.

Los problemas de abastecimiento y disponibilidad de agua han suscitado preocupación en todo el mundo porque son cruciales para preservar el medio ambiente, el estilo de vida rural-urbano y el equilibrio ecológico. La humanidad lleva décadas utilizando el agua con mayor rapidez, lo que ha provocado hambrunas, enfermedades, migraciones e incluso violencia en determinadas zonas (WWAP, 2019). La ONU proyecta que si no se hace nada, para el 2030, el consumo hídrico en el mundo sería 40% más que su suministro natural, indicando la mortalidad de más de 800.000 personas debido al consumo de agua en condiciones no seguras (FLOWEN, 2020).

El acelerado aumento de la población actual en Perú es una causa directa del deterioro de las fuentes naturales como el agua, así como del desigual abastecimiento de los recursos hídricos y de los prolongados periodos de estiaje. Estos factores hacen necesarias ideas creativas para fuentes alternativas para abastecer agua (Cabrera & Galeano, 2019).

La cuenca del río Lampa, un componente esencial del sistema hídrico del río Coata (ANA, 2009), se enfrenta a un panorama preocupante: un aumento sostenido de la temperatura. Esta tendencia, de no abordarse adecuadamente, podría tener graves consecuencias para la disponibilidad



de agua en la localidad, especialmente en las zonas rurales que necesitan indispensablemente este recurso para el riego de sus cultivos. La falta de comprensión de la dinámica entre el abastecimiento y la necesidad de agua en la cuenca del río Lampa aumenta el riesgo de agotamiento de la fuente hídrica. Este escenario, a su vez, podría conducir a un manejo fragmentado e insostenible de los recursos hídricos, con repercusiones negativas para la seguridad de los pobladores y el avance socioeconómico de la región. En este contexto, las conclusiones de este estudio se perfilan como herramientas valiosas para apoyar una gestión adecuada del agua en la cuenca del río Lampa.

1.2. Planteamiento del problema.

1.2.1. Problema general

¿Cuánto es la disponibilidad hídrica bajo condiciones del cambio climático en la cuenca del río Lampa para el abastecimiento de agua al sistema de riego Tobecalen, Puno - 2023?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuánto es el requerimiento hídrico del sistema de riego Tobecalen, Puno – 2023?
- ¿Cuánto es la disponibilidad hídrica actual en la cuenca del río Lampa?
- ¿Cuánto es la disponibilidad hídrica futura bajo las condiciones de cambio climático en la cuenca del río Lampa?



1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Determinar la disponibilidad hídrica bajo condiciones del cambio climático en la cuenca del río Lampa para el abastecimiento de agua al sistema de riego Tobecalén, Puno - 2023

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar el requerimiento hídrico del sistema de riego Tobecalén, Puno – 2023
- Determinar la disponibilidad hídrica actual en la cuenca del río Lampa
- Determinar la disponibilidad hídrica futura bajo las condiciones de cambio climático en la cuenca del río Lampa

1.4. Justificación de la investigación

La cuenca del río Lampa, vital fuente de agua para las comunidades rurales y urbanas del distrito homónimo, se enfrenta a una creciente escasez debido a las causas de la variación climática. Esta situación pone en riesgo la subsistencia de las personas dependientes del agua para sus actividades diarias, la ganadería, la agricultura, y el equilibrio ambiental de la región. El estudio tiene como objetivo lograr una gestión adecuada del agua a través de la modelación con el programa WEAP. que se utilizará para calcular cómo aquejará la alteración del clima en la proporción de agua utilizable en la cuenca de estudio; sus resultados se utilizarán como guía teórica para la supervisión de los cuerpos de agua ante las alteraciones climáticas,



también servirá de referencia para futuras investigaciones con características similares al estudio actual.

1.5. Hipótesis de la investigación

1.5.1. Hipótesis Alterna

La disponibilidad hídrica bajo condiciones del cambio climático en la cuenca del río Lampa para el abastecimiento de agua al sistema de riego Tobecalen será suficiente

1.5.2. Hipótesis nula

La disponibilidad hídrica bajo condiciones del cambio climático en la cuenca del río Lampa para el abastecimiento de agua al sistema de riego Tobecalen no será suficiente.

1.6. Variables

1.6.1. Variable independiente (VI)

- Disponibilidad hídrica bajo condiciones del cambio climático

1.6.2. Variable dependiente (VD)

- Abastecimiento de agua al sistema de riego Tobecalen



1.7. Operacionalización de variables

Tabla 1.

Operacionalización de variables de la investigación

<u>DIMENSIONES</u>	<u>INDICADOR</u>	<u>UNIDAD DE MEDIDA</u>	<u>METODOLOGIA</u>
Escenario climático estable	RCP 4.5	---	<u>Tipo de investigación</u>
Escenario climático pésimo; donde las emisiones de GEI son muy altos	RCP 8.5	---	Aplicativo
Demanda de agua requerida por el sistema de riego	Caudal	m3/s	<u>Diseño de investigación</u>
Disponibilidad hídrica actual	Datos climáticos Datos de uso de suelo	---	No experimental
Disponibilidad hídrica futura	Al año 2050	m3/s	
	Al año 2100	m3/s	



CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Parra (2016), en la investigación se examinaron las incidencias de las variaciones de temperatura y precipitación en escenarios climáticos futuros sobre el contenido de agua presente en una cuenca fluvial. La incidencia del climatica sobre la hidrologia en la cuenca del río Machángara se evaluó utilizando el modelo de simulación de recursos hídricos WEAP. Con el fin de crear simulaciones que pudieran compararse con la situación actual, la implementación del modelo envolvió la compilación de datos hidrológicos y climatológicos junto con la cartografía del área de estudio de manera que sirviera de ayuda a esta última. El software también permitió utilizar los contextos climáticos A2 y B2 para obtener información de los impactos a causa de la variación climático en el abastecimiento del agua, lo que ayudó a las empresas del agua a definir y crear propuestas de planificación y control a corto y medio periodo. Concluyendo que no habrá abundante agua para satisfacer el consumo poblacional en junio a agosto. Los gestores del agua pueden encontrar útil este estudio a la hora de tomar



acciones sobre el mejor modo de emplear los recursos disponibles, tanto presentes como futuros, y cómo gestionarlos adecuadamente a largos periodos.

Mellado (2019), en su estudio se desarrolló un modelo de empleo futuro del suelo para la cuenca del río Duqueco utilizando la guía IDRISI, en base a las variaciones en el uso del suelo entre 1994 a 2015. El modelo también calculó y aprobó el SWAT empleando la información históricas de 2 estaciones fluviométricas situadas en la cuenca para los años 1986 y 2016. Las conclusiones indican que la existencia de bosque autóctono y de terreno escarpado y en pendiente limitan la expansión forestal, mientras que la presencia en el pasado de plantaciones forestales y tierras agrícolas es la que más influye en los patrones espaciales de expansión forestal en la región estudiada. Tomando en cuenta sólo el escenario de cambio de suelos, el modelo hidrológico predijo una disminución promedio del caudal mensual de 3,4%, con las mayores disminuciones alcanzando potencialmente el 10% en las quebradas Cholguahue y Quillaco. Estacionalmente, se espera que las mayores reducciones ocurran en verano y otoño (6,3% y 5,7%). Según el modelo hidrológico, en el contexto climático más desfavorable, puede haber una disminución del 27% en la desembocadura del río Duqueco, de hasta el 40% en el río Arilahuen y del 30% en el otoño.

López & Manzano (2017), en estudio se realizó una modelación en el Valle de Galeana, Nuevo León, utilizando el WEAP para conocer la incidencia de los escenarios climáticos RCP 4.5, 8.5 sobre los recursos del agua para el año 2015 a 2030. Se crearon dos contextos



adaptativos: el primero establece la reducción del contenido de agua requerida para uso agrícola por medio de la variación progresiva de los regadíos; el segundo establece un plan del agua para incrementar la cantidad de infiltración del lugar de recargar a través de iniciativas de recuperación de suelos y reforestación. Los resultados demuestran la gravedad del estado del acuífero a la luz tanto del consumo actual de agua como de los escenarios climáticos, que tendrían un gran impacto en el acuífero en 2015, con el acuífero recibiendo una recarga mínima durante los meses húmedos habituales de agosto y septiembre del 0,96 y el 1,5% de su capacidad total, respectivamente. Se prevé una modesta recuperación a partir de 2023 hasta alcanzar una máxima recarga de 3,21 Mm³ en la estación lluviosa, suponiendo un escenario de adaptación a las mejoras en los sistemas de riego. El resultado indica un volumen de recuperación de 28 Mm³, es decir, el 18,65% del potencial máximo de almacenamiento del sistema, a pesar de que no conservan una recarga invariable y positiva. Este volumen reduce para diciembre, lo que hace imposible soportar el incremento de la agricultura en zonas con prácticas de elevado consumo hídrico.

2.1.2. Antecedentes nacionales

León (2017), examinó la conducta hidrológica potencial en la cuenca del río Piura empleando un método hidrológico proporcionado por el SWAT. Durante un período de 23 años (1986-2008), produjo niveles de Nash-Sutcliffe y sus respectivos coeficientes de estimación (R²) por encima del setenta y cinco por ciento, sugiere un rendimiento óptimo. Utilizando el generador climático MarkSim, se proyectaron las variables



climáticas primarias utilizando 2 contextos de forzamiento radiativo (RCP4.5 a 8.5) a partir de 2 modelos climáticos globales (MCG) de la Fase 5 del CMIP5: HADGGEM2-ES y CSSIRO-Mk3-6-0. El resultado fue la definición de cuatro escenarios futuros. Además del período anual, se examinaron las estaciones húmeda (octubre - abril), estaciones de sequía (mayo a septiembre). Los hallazgos demuestran que se presiente un incremento de la escorrentía del +71,8%, o alrededor de 55,9 m³/s, para la estación húmeda sobre la base de la tendencia media de todas las estimaciones, siendo octubre, noviembre y diciembre los que registran los mayores aumentos. Por el contrario, el periodo seco registra un descenso del -66,1%, es decir, de unos 12 m³/s, y las mayores caídas se producen en julio, agosto y septiembre.

Leon & Portuguez (2019), en la investigación Utilizando el modelo hidrológico SWAT, los investigadores evaluaron cómo podría incidir a la variación climática a la accesibilidad de agua superficiales en las subcuencas del río Piura, en Perú, durante el siglo 21. Se utilizó un periodo de (1986 a 2008) para calibrar y evaluar el modelo SWAT utilizando caudales mensuales en una localización y datos climáticos diarios en seis localizaciones. La información climática para HADGGEM2-ES y CSI-RRO-Mk3-6-0 se tomaron de los ejemplos climáticos globales (MCG) en contextos RCP4.5 8.5 para su uso en futuras evaluaciones. La información climática del periodo de referencia se emplearon para modificar los información oblicuos futuros (2025 a 2054), y el generador climático MarkSim se utilizó para disminuir la escala de los datos. Se presiente que el incremento de la



temperatura y lluvias en los escenarios climáticos sea de + 2,9°C y 39,3%, respectivamente, en comparación con el periodo visualizado. La evapotranspiración futura presenta una propensión a la baja, en la zona norte tiene un mínimo incremento de la cuenca. En concreto, la escurrentía media mensual de los 4 contextos hasta 2050 muestra que de octubre a abril experimentarán un incremento del + 72,8%, es decir, unos 56,9 m³/s, siendo noviembre el que experimente el mayor aumento. En consecuencia, se registra una disminución del 65,1%, lo que equivale a aproximadamente 12 m³/s, desde mayo hasta septiembre.

Olivera (2019), realizó el estudio en la subcuenca del río Shullcas, a partir de la evaluación a la accesibilidad y la necesidad de agua para el sector agrícola, con el propósito de analizar la accesibilidad de agua para su uso en la cuenca del río Shullcas. El estudio es una investigación transversal, descriptiva, aplicada y no experimental. Los resultados demostraron que la demanda de los cultivos se satisface con el actual suministro de agua; Pero según los contextos climáticos S1 y S2 para el 2039, habría 0,50 MMC de agua disponible para uso agrícola en las fechas de julio 26,68 MMC en las fechas de febrero en el contexto de variación climática S1, mientras que habría -0,30 MMC de agua disponible para uso agrícola en julio y un máximo de 35,08 MMC en el escenario climático S2.



2.1.3. Antecedentes regionales

Pilares & Montalvo (2018), la investigación tiene por objetivo crear un modelo para evaluar, bajo varios escenarios regionalizados de variaciones climático, la disposición de agua en el río Cabanillas (2.855 km²), que forma parte del lago Titicaca en la zona Altiplanica. A través del método WEAP, se modela la disponibilidad de agua con el fin de analizar cómo se conduce esta disponibilidad tomando en cuenta los efectos actuales y proyectados de los escenarios climáticos en el sistema de almacenamiento y las demandas hídricas. Se han aplicado un escenario RCP 8,5, y 4,5- disponemos de CANEESM2, CNRRM-CM5 y MPII-ESM-MR. El escenario futuro de 2099 fue el cimiento para la construcción del modelo. Sin embargo, el cambio climático incide favorablemente en las contribuciones de agua, revelándose un incremento de 16% a 20% en todos los contextos, destacando CANEESM2-RCP4.5 y CANEESM2-RCP8.5.

Lujano & Diaz (2016), en su estudio efectuó con el objetivo de valorar la disposición de agua a causa de la variación climática en la región del lago Titicaca (lado peruano). Se analizó las precipitaciones en la distribución modelada en el Hadley Center del Reino Unido empleando un cimiento climático de 1961 a 1990 y con proyecciones al 2071 al 2100. Para la modelación de caudales se empleó el modelo hídrico por mes de 2 elementos, cuyos análisis estadísticos fueron calibradas por la eficiencia de Nash y Sutcliffe. Los patrones del ciclo estacional fueron fielmente replicados por los resultados de precipitación, pero fueron sobreestimados al igual en las observaciones



anuales; los valores de BIAS para las cuencas de llave y Ramis, por ejemplo, fueron de 55,7% y 169,6%, respectivamente, en las cuencas sugirieron una disminucion de lluvias el zona de llave y un incremento del rio Ramis. El resultado de la calibración de los ríos Ramis y llave exhiben caudales respetables y buenos, con una eficiencia de Nash de 0,637 y 0,843, y un Nash de 0,78 y 0,91 en la fase de validación. El patrón de cambio en los modelos de descarga futura es similar a la precipitacion, con variaciones medias anuales en la cuenca del llave de $A2=-28,4\%$ y $B2=-27,4\%$ de reducción y en cuenca del Ramis de $A2=18,8\%$ y $B2=6,0\%$ de aumento. Se ha observado que la zona sur del área hidrográfica del Titicaca experimentaría la mayor disminución en el suministro de agua.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Recurso hídrico

Todos los cuerpos hídricos de la Tierra, comprendiendo los lagos, las capas de hielo, los ríos, los océanos, los manantiales y las lagunas, constituyen el recurso hídrico. Todo ser vivo tiene acceso a ella, y puede hallarse en la naturaleza de manera accesible, renovable y finita en el aire, los mares, en la superficie y debajo de ella (Aguilera, et. Al., 2022).

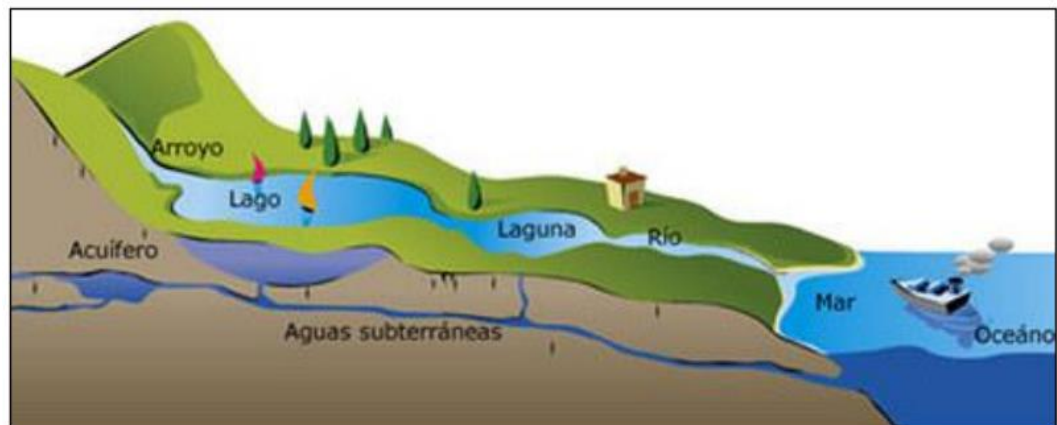
El agua es empleada por los humanos para diversos fines sociales, económicos y ambientales y es decisivo para desarrollar la vida, según variados estudios realizados por científicos y ordenaciones. Por ello, el recurso tiene que ser gestionado para su uso sostenible

(Ley N° 29338, 2017). El hecho de que el agua sea necesaria para la vida de todo ser vivo da una idea de su importancia. Este recurso, que fomenta el desarrollo social y económico, ha estado históricamente relacionado con el crecimiento de las ciudades; sin embargo, dentro de la misma situación histórica, no se han aplicado leyes de uso y conservación sostenibles (Gómez et al., 2020).

Existen dos categorías para el recurso: superficial y subterráneo. Los ríos, arroyos incluyen el recurso superficial, siendo el agua que viaja a través de la tierra muy brevemente y se deriva principalmente de la precipitación. Por el contrario, el recurso subterráneo puede encontrarse debajo, donde se filtra en el subsuelo y se sitúa en los espacios entre las superficies rocosas o las partículas del suelo (Alcalá et. al., 2021).

Figura 1.

Agua superficial y subterránea



FUENTE: (Alcalá & Alvarado, 2021)

Las cuencas hídricas preservan el almacenamiento de los recursos hídricos. Debido principalmente a factores geomorfológicos, las cuencas adyacentes en los mismos contextos climáticos presentan

flujos completamente variados. Este cambio se traduce en pérdidas de agua, un escenario que depende de los atributos físicos de la cuenca, así como de la meteorología (torre et. al., 2021)

Figura 2.

Cuenca hidrográfica



Fuente: (Alcalá & Alvarado, 2021)

El agua es necesaria para que las sociedades prosperen, de ahí que sea crucial estudiar su disponibilidad. Las cuencas son las mejores unidades geográficas para esta clase de estudios por su conexión con el agua y su delimitación natural (Barloa, Cadier, & Carrillo, 2022).

Estas unidades territoriales se emplean para la investigación del agua porque todos los sistemas naturales asociados al ciclo hidrológico precipitación, acumulación, infiltración, recarga hídricas subterráneas, absorción, escorrentía de aguas superficiales y

evapotranspiración se originan de manera interrelacionada (Barloa, et. al., 2022).

2.2.2. Disponibilidad Hídrica

La palabra "disponibilidad de agua" se alude al suministro utilizable de agua que está disponible para su uso a largo plazo, tanto a un valor superficial como también subterráneo, y que se emplea parcialmente para un determinado fin. La oferta utilizable se refiere a la cantidad hídrica que, tras las precipitaciones y después de satisfacer la demanda (ante ello, la necesidad de la vegetación), está utilizable para el uso humano en diversas actividades sociales, comerciales o culturales (Aguilera et. al., 2022).

2.2.3. Cambio climático y escenarios de cambio climático

2.2.3.1. Cambio climático

Una alteración del clima global y regional con respecto a la historia climática provocada por factores naturales y/o causados por la humanidad se denomina cambio climático. Las variaciones en las cantidades de radiación solar y de GEI en la atmósfera y cobertura terrestre son las causantes de este cambio (Parra, 2016). La temperatura mundial de los océanos aumentó 0,1°C entre 1961 y 2003, lo que indica tasas significativas de calentamiento en ese periodo. Estas tasas suelen crecer con el tiempo en escalas no lineales. Este aumento de la temperatura puso de manifiesto el cambio climático. Sin embargo, la verdadera trascendencia de



calcular la incidencia climática reside en sus efectos sobre la biodiversidad, los recursos hídricos, la agricultura y los fenómenos meteorológicos extremos (ONU, 2020). Según algunas previsiones, suponiendo que los combustibles fósiles sigan la primordial fuente de energía a escala mundial, se producirá un aumento variable de los difusores globales de GEI del 2000 al 2030, oscilaran del 25% al 90% (IPCC, 2007).

Los contextos climáticos son diversas representaciones de ocurrentes acontecimientos futuros, según el IPCC (2007). Estos escenarios son una herramienta útil para analizar el impacto que los impulsores tendrán en los difusores futuros y para estimar el grado de inseguridad para tal estudio. Por lo tanto, las situaciones cambian en un recurso vital sobre el estudio climático, fundamentalmente para la modelización climática, que ayuda en las evaluaciones de impacto y en la creación de tácticas de atenuación y adaptabilidad (Parra, 2016).

2.2.3.2. Escenarios de cambio climático

Según el (IPCC, 2007), los escenarios son pronósticos de la evolución de la sociedad y el ecosistema en el futuro, basadas en hipótesis sobre el crecimiento demográfico, la expansión económica, las leyes relativas al medio ambiente y el incremento de emisiones de GEI



Son la base de los escenarios climáticos dichas emisiones son el resultado de sistemas dinámicos considerablemente intrincados en los que inciden las normativas medioambientales, los avances tecnológicos y las variaciones en el panorama demográfico y socioeconómico. Por lo tanto, la selección de escenarios se elige con frecuencia para representar el rango de incertidumbre de las previsiones con la mayor precisión posible. Como sinónimo común de escenario se emplea "caracterización" (también conocida como precisión futura) (IPCC, 2013).

Los escenarios existentes muestran los efectos potenciales (económicos, ecológicos y físicos) y las soluciones para ayudar a tomar decisiones políticas. La IA creó dichos escenarios, que aplazan de los del AR4 del IPCC. Los científicos que colabora para crear estos nuevos escenarios está formado por miembros de las comunidades de creadores de escenarios de corrección, adaptación y socioeconómicos, así como por modernizadores climáticos (CIIFEN, 2014).

Según Parra (2016), los nuevos escenarios de emisiones incluyen los siguientes elementos.

- a) Proporcionan a las comunidades implicadas en el crecimiento socioeconómico y la adaptación un conocimiento exhaustivo para que puedan crear escenarios en base a posibles políticas futuras.

- b) Es posible distinguir entre sus impactos climáticos a largo plazo porque reflejan forzamientos radiativos suficientemente distintos.
- c) Trabajan con todos los escenarios de emisión, estabilidad y amortiguamiento que se encuentran en la literatura.

Los 4 nuevos escenarios se denominan RCP 2,6; 4,5; 6,0; 8,5, según el Forzamiento Radiativo (RF) que crean en el año 2100. Los tres escenarios del conjunto RCP (Representative Concentration Pathways) incluyen uno en el que los esfuerzos para mitigarlo dan como resultado un forzamiento considerablemente mínimo (RCP2.6), dos que son contextos establecidos (RCP4.5 y 6.0) y uno que tiene un forzamiento muy alto (RCP8.5). Las peculiaridades más notorias de dichos contextos se exhiben en la Tabla 2.

Tabla 2.

Escenarios climáticos al año 2100 - vías representativas de concentraciones "Representative Concentration Pathways" RCP

Nombre	Forzamiento radioactivo (FR)	Concentración de CO ₂ (ppm)	Temperatura anómala	Ruta
RCP 8.5	>8.5Wm ² en 2100	>1370 CO ₂ equivalente en 2100	4.9	Creciente
RCP 6.0	- 6 Wm ² en estabilización después del 2100	- 850 CO ₂ equivalente (estabilización después del 2100)	3	Estabilización sin excederse
RCP 4.5	- 4.5 Wm ² en estabilización después del 2100	- 650 CO ₂ equivalente (estabilización después del 2100)	2.4	Estabilización sin excederse

RCP 2.6	- 2.6 Wm ² antes del 2100 y luego declinaciones	después del 2100) - 490 CO ₂ equivalente a antes del 2100 y luego declinaciones	1.5	Pico y disminución
---------	---	--	-----	-----------------------

Fuente: (Parra, 2016)

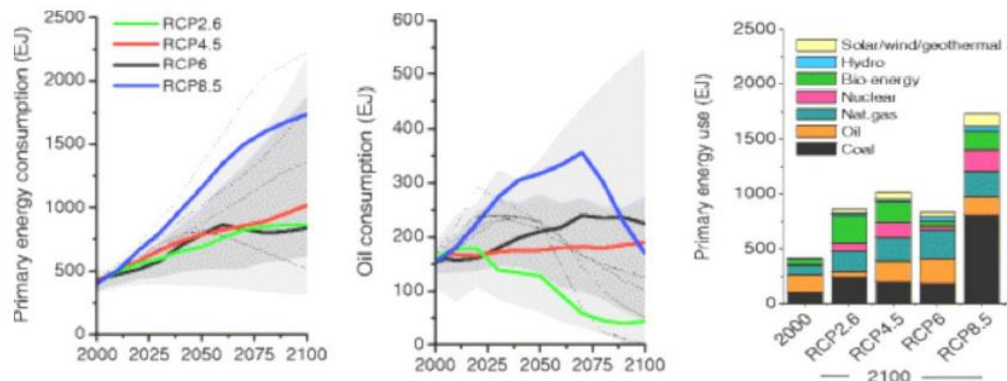
Los escenarios de emisiones más cruciales para cualquier modelización son los dos que se describen aquí, tomados de la quinta evaluación del IPCC (AR5) y denominados Trayectorias de Concentración Representativa (RCP) (CIIFEN, 2014)

a) Vía de concentración representativa - RCP 4.5

En este contexto estabilizador, el forzamiento alcanza los 4,5 W/m² respecto al año 2100, sin haber superado nunca este umbral. Para alcanzar este objetivo se consideran necesarias de medidas climáticas, el aumento de carbono. Según este escenario, en 2100 habría 8.700 millones de habitantes en la Tierra, frente a los 9.000 millones de 2065. El PIB mundial se multiplica por diez, pero las necesidades energéticas se multiplican por tres. La tecnología para capturar y almacenar carbono (CAC) avanza para hacer del sector eléctrico un sumidero neto de carbono, además de imponer la tarificación del carbono. Según este escenario, la emisión de GEI alcanzan su máximo en torno a 2040 y luego empiezan a descender hasta estabilizarse en 2080 (IPCC, 2013).

Figura 3.

Evolución temporal del consumo de energía (derecha), consumo de combustibles fósiles (centro) y el uso primario de energía (izquierda) en los RCP



Fuente: (IPCC, 2013)

b) Vía de concentración representativa - RCP 8.5

Muestra un camino de transmisores y concentraciones significativas. El elevado crecimiento demográfico, el crecimiento comparativamente lento del PIB, las tasas moderadas de avance técnico y la eficiencia energética son algunos de sus principales supuestos socioeconómicos. Como consecuencia, existe una gran demanda de energía, lo que aumenta las emisiones de GEI. En dicho escenario no emplean políticas de variación climática (Parra, 2016).

2.2.4. Modelación hidrológica

Se trata de una tecnología que permite modelizar sistemas físicos mediante modelos basados en funciones matemáticas conceptuales y empíricas, posibilitando la simulación de caudales a partir de datos de cuenca. Las simulaciones asociadas con el agua se dividen en tres clasificaciones esenciales: modelos hidrológicos, las cuales



imitan la asociación de las condiciones meteóricas y escorrentía en la cuenca; modelos hidráulicos, que imitan el comportamiento de los caudales en los cauces para diferentes contextos; y modelos de planificación, que imitan el funcionamiento de los sistemas hídricos en la cuenca (León, 2017).

2.2.5. Sistemas de información geográfica (SIG) en recursos hídricos

Según la FAO (2000), los SIG son métodos informatizados para almacenar, tratar, procesar y analizar datos, dotados de hardware y software específicamente concebidos para operar información geográfica y sus correspondientes cualidades temáticas.

La modelización hidrológica y los (SIG) son necesarios para el manejo, ayudan a entender el crecimiento y la administración de los caudales hídricos. Para su manejo se necesita una extensa variedad de información espacial, entre ella, la topografía, el uso del suelo y el clima (Crespo et. al., 2019).

Los sistemas hidrológicos y el manejo hídricos a escala de cuenca ha hecho necesario manejar diversos tipos de datos espaciales para la evaluación y la gestión del agua (Crespo et. al., 2019).

Gracias a los SIG, es posible manejar datos geográficos de gran detalle geográfico y contenido informativo mediante algoritmos bien desarrollados. Sin embargo, antes de que puedan ser utilizados para la simulación hidrológica distribuida, una parte significativa de estos datos tiene que ser pre-procesada y convertida, en base a la cuenca (Parra, 2016).



2.2.6. Modelo WEAP

Son los instrumentos diseñados para ayudar a la toma de acciones con la finalidad de garantizar y satisfacer las numerosas demandas que se producen, en función de las necesidades actuales. Una de estos instrumentos es el programa WEAP, que ha obtenido una amplia aceptación en varias naciones de todo el mundo. Apoya investigaciones que completan la disponibilidad y demanda y calidad del agua, considerando las peculiaridades del suelo, así como las situaciones hidroclimatológicas de la cuenca, ya sea una cuenca o varias. WEAP integra estas variables para ofrecer una visión comprensiva y precisa de la gestión del agua, permitiendo así una planeación y la administración de capitales hídricos. Según (Aguilera, Silva, León, & Yáñez, 2022), este análisis es necesario para abordar los complejos desafíos asociados con la gestión del agua en diferentes contextos geográficos y climáticos.

2.2.6.1. Modo de uso del modelo WEAP

WEAP modela los siguientes elementos del balance hídrico: flujo base, escorrentía subperifical, escorrentía superficial, infiltración y evapotranspiración. Para determinar estos dispositivos del balance hídrico para todas las cuencas fundamentales que necesitan ser reconocidas en el modelo, WEAP necesita datos sobre la cubierta vegetal y el clima. Estas unidades fundamentales de modelación son equivalentes a las regiones para captar el modelo se relata

como unidades hidrológicas o cuencas, las cuales necesitan ser especificadas usando técnicas de delimitación de microcuencas. La metodología empleada permite obtener una caracterización completa de la cubierta vegetal, abarcando tanto la estimación del área ocupada por cada tipo de cobertura como su distribución espacial dentro de cada región de captación. (WEAP, 2009).

En este apartado, se resume de manera concisa los principales factores relacionados con la utilización del suelo que el modelo integra en su análisis:

Tabla 3.

Parámetros de uso de suelo

USO DE SUELO	
Área	Área de tierra para cada tipo de cobertura de tierra en la unidad hidrográfica.
Kc	El coeficiente de cultivo de una clase de tierra en relación con el cultivo de referencia.
Capacidad de agua en la zona de raíz (SW)	El factor de retención de agua de la capa superficial del suelo, medido en milímetros (mm).
Capacidad de agua profunda (DW)	Potencial de retener agua de la capa profunda del suelo (el fondo del cubo). Independientemente del tipo de uso, sólo hay un valor de captación, y nunca cambia. No se tiene en cuenta si existe un enlace de flujo entre un nodo de aguas subterráneas y el lugar de la demanda.
Factor de Resistencia al Ecurrimiento (RRF)	se emplea para regular la resistencia de la escorrentía superficial. disminuye a medida que aumentan los valores de este índice (de 0,1 a 10). Esta variable puede diferir entre la clase de suelo

Fuente: (WEAP, 2009)

Para la modelización se necesitan datos climáticos como precipitaciones, humedad, temperatura, velocidad del viento



finalmente, en el estudio del abastecimiento de agua debe incluirse datos sobre la estructura física actualmente existente para el uso y la gestión en la cuenca. Este enfoque integral permite una evaluación precisa y efectiva del recurso hídrico, tal como se establece en el marco del (WEAP, 2009).

2.2.6.2. Algoritmos de WEAP

3 algoritmos o módulos se utilizan en la simulación realizada por la simulación WEAP:

- a) Demandas
- b) Precipitación/escorrentía.
- c) Humedad del suelo

Tres algoritmos o módulos se utilizan en la simulación llevada a cabo por el modelo WEAP: 1. 1. Escorrentía y precipitación. 2. Solicitud. humedad en el suelo. Es indispensable tener en cuenta que la decisión de emplear cualquiera de estas técnicas dependerá del valor requerido de complejidad o profundidad, así como el contenido de información que ya es accesible (WEAP, 2009).

La metodología de la demanda es la más sencilla de estos 3 enfoques. Con el fin de estimar toda demanda de riego que pueda ser necesaria para cubrir la fracción de la necesidad evapotranspirativa que la precipitación no alcanza, este enfoque emplea coeficientes para estimar la evapotranspiración en cultivos. Sin embargo, los procesos



de escorrentía o infiltración no son simulados por esta técnica (WEAP, 2009).

Empleando el coeficiente de cultivo, el procedimiento lluvia-escorrentía también calcula su evapotranspiración de riego de cultivos. De acuerdo con el esquema topológico de la cuenca estudiada, la precipitación restante que no es absorbida por la evapotranspiración se modela como escorrentía al río o puede ser contribuida entre escorrentía al río (WEAP, 2009).

2.3. Marco Conceptual

a) Disponibilidad hídrica

La cantidad de agua que es accesible para fines municipales, industriales u agrícolas. La infraestructura del país, el progreso económico y la calidad influirán en la forma en que se utilice el agua (Olivera, 2019).

b) Precipitación

Es toda agua meteórica que precipita sobre la superficie, como (llovizna, lluvia, diluvio) y sólida (nieve, aguanieve, granizo), como precipitación depositada u oculta (rocío, escarcha blanca, escarcha,). Son el resultado de un cambio de presión o de temperatura (Olivera, 2019)

c) Cuenca

Son zonas con aguas superficiales con un área de drenaje mayor a 500 km², pueden converger en un efluente principal, depósito natural, pantano o en el mar si entran en una red hidrográfica natural con



variados ríos naturales que se unen en un curso mayor (Minambiente, 2022).

d) Raster

Raster es un método de almacenamiento y representación de datos que utiliza puntos individuales. Según (Campos, 2018), "cada uno de estos puntos contiene valores de atributos utilizados para el procesamiento de imágenes".

e) Escenarios de cambio climático

Es una estrategia para estimar sistemáticamente los cambios climáticos potenciales en el futuro; se basa en técnicas con principios científicos sólidos que se utilizan para comprender cómo responderán los diversos sistemas ambientales al cambio climático futuro (Olivera, 2019).

f) Simulación hidrológica

Recreación de ambientes y situaciones (Fingidas y controladas), imposibles de analizar sin ayuda de un ordenador (Araya et. al., 2018).



CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1. Diseño de investigación

Dado que la variable independiente no se modificará intencionalmente, el estudio tiene un diseño con base no experimental en el presente proyecto (Hernandez & Fernandez, 2014).

3.2. Tipo de investigación

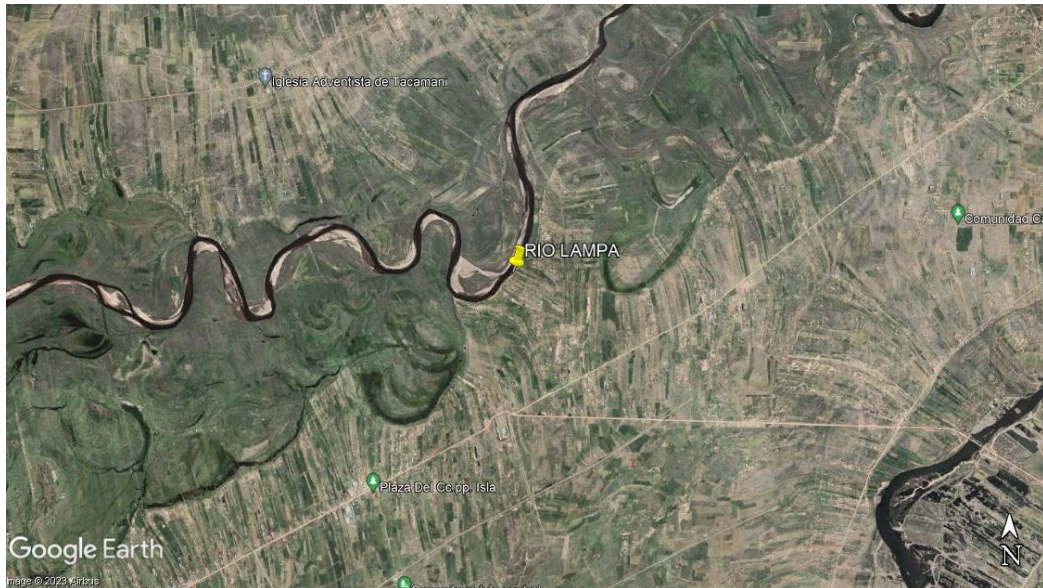
Este estudio se caracteriza por un enfoque aplicativo, orientado a abordar un problema real y aportar soluciones prácticas en el ámbito de la investigación de una disciplina específica. Las contribuciones de este trabajo se centran en esclarecer aspectos relevantes del problema en cuestión (Hernandez & Fernandez, 2014).

3.3. Ubicación de la zona en estudio

La indagación de la investigación se ejecutará en la cuenca del río Lampa, cuyas coordenadas geográficas específicas son una latitud de $15^{\circ}27'44.98''$ S y una longitud de $70^{\circ}15'1.45''$ O. Esta región se encuentra situada a una altitud de 3828 m.s.n.m. El estudio detallará las características físicas y geográficas de esta cuenca, proporcionando un análisis exhaustivo de los datos obtenidos en este contexto altitudinal y geográfico particular.

Figura 4.

Ubicación del área en estudio



3.4. Procedimiento metodológico

3.4.1. Determinar el requerimiento hídrico del sistema de riego Tobecalen, Puno – 2023

La determinación de la oferta hídrica del sistema de riego Tobecalen es un proceso fundamental para garantizar su correcto funcionamiento y la sostenibilidad del proyecto. La información obtenida en este análisis permitirá optimizar el uso del agua, un recurso escaso en la región, y contribuir al desarrollo agrícola de la zona.

Con el fin de alcanzar el objetivo planteado, se tomaron como referencia las directrices establecidas en la ley de origen (Ley N° 28585 - MINAGRI, 2016) del programa de riego tecnificado.

- **Evapotranspiración del cultivo**

El requerimiento hídrico de los cultivos y se determina a través evapotranspiración de referencia y el factor de cultivo, sobre una

extensión cubierta de vegetación. Por otro lado, el factor de cultivo es un coeficiente que relaciona las características particulares del cultivo

$$E_{tc} = E_{To} * K_c$$

Donde:

E_{tc} : Evapotranspiración del cultivo (mm/día)

E_{To}: Evapotranspiración del cultivo de referencia (mm/día)

K_c : Coeficiente único de cultivo (*K_c*=1 según (Palomino, 2016) para las zonas altoandinas)

El análisis del actual estudio, se adoptó la metodología de Penman-Monteith para valorar la evapotranspiración de referencia (*E_{To}*) de los sembríos. Esta metodología se considera como el enfoque modelo estándar para calcular la *E_{To}*, debido a su precisión y confiabilidad. Se utilizada para el cálculo la ecuación presenta a continuación.

$$E_{To} = \frac{0.408\Delta(Rn-G) + \gamma \frac{900}{T+273} \mu_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1+0.34\mu_2)}$$

Donde:

E_{To} : Evapotranspiración de referencia (mm/día)

R_n : Radiación neta en la superficie del cultivo (MJ/m²/día)

G : Flujo de calor del suelo (MJ/m²/día)

T : Temperatura media del aire a dos metros de altura (°C)

u₂ : Velocidad del viento a dos metros de altura (m/s)

e_s : Presión de vapor de saturación (kPa).

e_n : Presión real de vapor (kPa)

Δ : Pendiente de la curva de presión de vapor (kPa/°C) y

γ : Constante psicrométrica (kPa/°C).

- **Lamina neta de riego (Ln)**

Tal como indican Jara y Ramos (2018), el procedimiento se basa de acuerdo a la ecuación:

$$Ln = \frac{CC-PMP}{100} * h * n * da$$

Donde:

CC : Capacidad de campo (%)

PMP : Punto de marchitez permanente (%)

h : Altura de la raíz (m)

c : Coeficiente de agotamiento (%)

da : Densidad aparente (g/cm³)

Tabla 4.

Datos para la determinación de la lámina neta de riego

Textura	Capacidad de campo (%)	Punto de marchitez permanente (%)	Densidad aparente (g/cm ³)
Arenoso	12	5	1.13
Franco arenoso	16	7	1.42
Franco	31	13	1.58
Franco arcilloso	41	17	1.58
Arcilloso	48	19	2.23

Fuente: (Ramos & Luna, 2014).

- **Lamina bruta de riego (Lb)**

A partir de este valor, para definir las pérdidas del sistema se realiza un ajuste en la lámina de riego (Ln), a través la ecuación presentada:

$$Lb = Ln/Ef$$

Donde:

L_n : Lamina neta de riego (mm)

E_f : Eficiencia de riego (%)

- **Intervalo o frecuencia de riego**

El transcurso entre dos riegos consecutivos define la frecuencia de riego y se calcula el tiempo utilizando la ecuación permitiendo determinar el intervalo óptimo entre riegos para satisfacer las necesidades hídricas del cultivo.

$$I = L_n / ET_c$$

Donde:

L_n : Lamina neta de riego (mm)

ET_c : Evapotranspiración de cultivo (mm/día)

- **Tiempo de riego (T)**

Los autores Jara y Ramos (2018) señalan la importancia de determinar con precisión el tiempo de aplicación de la (L_b). Para ello, proponen el empleo de una ecuación específica, permitiendo calcular el tiempo necesario para aplicar la cantidad correcta de agua al cultivo, evitando así el riego deficiente o excesivo.

$$Tr = \frac{L_b}{P_{ms}}$$

Donde:

L_b : Lamina bruta de riego (mm)

I_a : Pluviometría del sistema (mm/hora)

- **Demanda de agua requerida para los cultivos**

Este valor permite deducir la cantidad de agua requerido para el riego, establecido dado en la ecuación:

$$Da = A * Lb$$

A : Área de riego (m²)

lb : Lamina bruta de riego (m)

3.4.2. Determinar la disponibilidad hídrica actual en la cuenca del río Lampa

En este estudio, se empleó el programa WEAP, Incluye un piloto hidrológico y estimado para la cuenca sobre la disposición mensual de agua del río Lampa, basándose en un balance de concurrencia y solicitud de agua, donde se evalúa la cantidad de agua en el río bajo diversos escenarios climáticos y de uso del agua, proporcionando datos valiosos para una administración sustentable del medio hídrico en la cuenca. La metodología empleada y los hallazgos logrados aportan al entendimiento de la dinámica hidrológica de la cuenca del río Lampa y facilitan la toma de decisiones informadas para su manejo eficiente.

- **Método para determinar la disponibilidad hídrica**

Entre los tres métodos mencionados, la humedad del suelo se distingue por su naturaleza unidimensional, lo que lo convierte en el más complejo de aplicar, se seleccionó para la presente investigación porque es el más fácil de utilizar y puede ajustarse



adecuadamente. La aplicación del plan se basa en la demarcación de la zona de investigación y sus principales afluentes, así como en la modelización de dos conjuntos primarios de datos (climáticos y aprovechamiento del suelo) para determinar el acceso del agua.

a) Delimitación de la cuenca- Para delimitar la cuenca se ha apoyado mediante las divisorias de la red principal de agua del río Lampa en el software ArcGIS. Esta metodología ha facilitado la precisión en la determinación de los límites hidrográficos, optimizando así el análisis geoespacial de la cuenca.

b) Datos climáticos- El modelo de recursos hídricos (WEAP) requiere valores meteorológicos por ello se recopilaron los datos más recientes, como la temperatura, humedad y las precipitaciones de estaciones meteorológicas del SENAMHI próximas a la región de investigación.

- **Precipitación (Precipitation):** se refiere a la información que contiene los promedios de precipitación de los meses anteriores de la estación climatológica del lugar de estudio.
- **Temperatura (Temperature):** se refiere a la base de datos que contiene las medias mensuales históricas de temperatura registradas por la estación climatológica del lugar de estudio.
- **Humedad Relativa (Humidity):** Se trata de la media mensual de la humedad en función del lugar de análisis, se puede encontrar el valor anual previsto de este parámetro. Si se dispone de datos mensuales, utilice el "Asistente para series temporales mensuales



- **Viento (Wind):** Las unidades para la velocidad media semanal del viento deben ser m/segundo o km/h. Si los datos son mensuales, utilice el "Asistente para series temporales mensuales".

c) Datos de uso de suelo- La recopilación sobre los tipos de uso de la tierra en este estudio proviene de un mapa de Cobertura Vegetal del Perú del MINAM en formato Shapefile. Procediendo al recorte para nuestra área de estudio en ArcGIS y el cálculo del área de cada variedad de suelo para la cuenca Lampa.

Así mismo en la región de investigación también se realizó la calibración de los datos de uso del suelo utilizando las características que se indican a continuación:

Coeficiente de Cultivo (Kc): Representa la relación entre la tasa de evaporación y transpiración real de un cultivo y la tasa de referencia de un cultivo estándar bajo condiciones climáticas uniformes.

Soil Water Capacity (SW): Se define como la cualidad intrínseca de un suelo para retener y guardar agua. Es crucial en la agricultura y la hidrología, influyendo en la disposición de agua en la infiltración y escorrentía en el ciclo hidrológico.

Deep Water Capacity (DW): Este parámetro indica el potencial del suelo lacustre para almacenar agua, influyendo en el ciclo hidrológico local y la disposición de recursos hídricos.

Runoff Resistance Factor (RRF): Se refiere al terreno capaz de aguantar el flujo de agua superficial. Es un parámetro crucial en el análisis de cuencas hidrográficas, determinando la eficacia de las medidas de control.



d) Simulación de disponibilidad hídrica actual-. Con los datos Climáticos del año 2022 y los parámetros calibrados del modelo WEAP, se procedió con la generación o simulación de disponibilidad hídrica mediante el método de humedad – suelo, un enfoque que permite evaluar el volumen de agua actual y su disponibilidad para diversos usos.

3.4.3. Determinar la disponibilidad hídrica futura bajo las condiciones de cambio climático en la cuenca del río Lampa

Posteriormente a la estimación hídrica disponible se realizó su modelamiento a un escenario futuro al año 2030 considerando el cambio climático. Este proceso involucró una serie de pasos metodológicos específicos para anticipar las posibles modificaciones en la disponibilidad de agua, facilitando así una evaluación más acertada de las causas potenciales en los insumos hídricos ante las condiciones climáticas futuras.

- **Creación de escenarios de cambio climático**

En una distribución mensual, se seleccionaron los periodos de modelación de 2022 a 2030 para la entrada de datos la simulación de la disposición hídrica de la cuenca del río Lampa con el software.

Empleando 2 escenarios climáticos, el primero toman los esfuerzos de atenuación resultan en un nivel de estabilización o escenario climático estable (RCP4.5), y el otro donde las emisiones de GEI aumentan o alcanzan niveles muy altos (RCP8.5).

Tabla 5.*Escenarios climáticos (RCP)*

Nombre	Forzamiento radioactivo (FR)	Concentración de CO ₂ (ppm)	Temperatura anómala	Precipitación Anómala
RCP 8.5	>8.5Wm ² en 2100	>1370 CO ₂ equivalente en 2100	3.0 °C	2 – 3 %
RCP 4.5	- 4.5 Wm ² en estabilización después del 2100	- 650 CO ₂ equivalente (estabilización después del 2100)	0.4 °C	0.2 – 0.5%

Fuente: SENAMHI (2022)

Se estimó la disponibilidad de recursos hídricos para los años 2050 y 2100, considerando dos escenarios de variaciones climáticas mediante la aplicación del software WEAP (RCP 4.5 y 8.5). Este análisis prospectivo resulta crucial para comprender y gestionar los posibles impactos del cambio climático en la disponibilidad de agua.

3.5. Materiales y equipos

Para desarrollar este trabajo de investigación, se ha utilizado los siguientes recursos:

Materiales

- Útiles de escritorio
- Precipitación en el área en estudio
- Temperatura en el área en estudio
- Velocidad del viento en el área en estudio

Equipos

- Cámara digital
- Laptop



3.6. Técnicas e instrumentos

3.6.1. Técnicas

- Evaluación de estudios previos

3.6.2. Instrumentos

- Software ArcGIS
- Software WEAP

3.7. Población y muestra

3.7.1. Población

Dentro del contexto de esta investigación, se procede a delimitar la población objeto de investigación, la cual se define como el conjunto geográfico comprendido por la cuenca del río Lampa. Este enfoque poblacional se fundamenta en la relevancia del área de estudio para los propósitos investigativos.

3.7.2. Muestra

Por lo que la muestra a estudiar este dado a juicio del investigador; siendo en este caso la misma especificada que la población; siendo así la cuenca del río Lampa

3.8. Análisis estadístico

H₁: La disponibilidad hídrica bajo condiciones del cambio climático en la cuenca del río Lampa para el abastecimiento de agua al sistema de riego Tobecalen será suficiente

H₀: La disponibilidad hídrica bajo condiciones del cambio climático en la cuenca del río Lampa para el abastecimiento de agua al sistema de riego Tobecalen no será suficiente

Para contrastar las hipótesis se usará la estadística descriptiva mediante tablas y figuras.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Resultados

4.1.1. Determinar el requerimiento hídrico del sistema de riego Tobecalén, Puno – 2023

- Evapotranspiración del cultivo

$$E_{tc} = E_{To} * K_c \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

E_{tc} : Evapotranspiración del cultivo (mm/día)

E_{To} : Evapotranspiración del cultivo de referencia (mm/día)

K_c : Coeficiente único de Cultivo ($K_c=1$ según (Palomino, 2016))

En el análisis presente, se emplea el método de Penman-Monteith para valorar la Evapotranspiración de cultivo de referencia, es una metodología ampliamente utilizada y recomendada basado en la ecuación presentada a continuación:

$$E_{to} = \frac{0,408\Delta(Rn-G) + \gamma \frac{900}{T+273} \mu_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1+0,34\mu_2)} \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde:

- ETo** : Evapotranspiración de referencia ($mm\ día^{-1}$)
- Rn** : Radiación neta en la superficie del cultivo ($MJ\ m^{-2}día^{-1}$)
- G** : Flujo de calor del suelo ($MJ\ m^{-2}día^{-1}$)
- T** : Temperatura media del aire a dos metros de altura ($^{\circ}C$)
- u2** : Velocidad del viento a dos metros de altura ($m\ s^{-1}$)
- es** : Presión de vapor de saturación (KPa),
- en** : Presión real de vapor (Kpa)
- Δ : Pendiente de la curva de presión de vapor ($kPa\ ^{\circ}C^{-1}$) y
- γ : es la constante psicrométrica ($kPa\ ^{\circ}C^{-1}$).

La Tabla 6 presenta los niveles de la evapotranspiración en relación al cultivo (Eto) mensual mediante el procedimiento de Penman-Monteith. Se observa el valor de Eto más destacado pertenece al mes de enero (2.56 mm/día), seguido de diciembre (2.48 mm/día), noviembre (2.49 mm/día) y octubre (2.38 mm/día). A partir de mayo, los valores de Eto disminuyen gradualmente hasta alcanzar un mínimo en junio (1.94 mm/día). A partir de julio, la tendencia se invierte y los valores de Eto aumentan hasta diciembre. La evapotranspiración de referencia de cultivo (Eto) presenta una variación estacional durante el año, con niveles elevados en los meses secos y cálidos (enero, diciembre, noviembre y octubre) y valores más bajos en los meses húmedos y fríos (junio). El análisis de Penman-Monteith permite valorar de manera precisa la Eto, lo cual es fundamental en la agricultura para la disposición eficaz del agua de riego.

Tabla 6.

Cálculo de la evapotranspiración de referencia del cultivo

Símbolo	Parámetros de diseño	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
μ_2	Velocidad del viento a 2m. De altura (m/s)	3.13	2.89	2.99	2.90	2.88	3.13	3.21	3.60	3.62	3.62	3.56	3.11
γ	Constante psicrometrica (Kpa/°C)	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Δ	Pendiente de la curva de Presión de vapor (Kpa/°C)	0.09	0.09	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.06	0.07	0.07	0.08	0.08
e_s	Presión de vapor de saturación (Kpa)	1.48	1.44	1.39	1.38	1.30	1.10	1.02	1.17	1.32	1.24	1.37	1.31
e_a	Presión real de vapor (Kpa)	1.14	1.16	1.12	1.15	1.06	0.88	0.79	0.94	1.07	0.97	1.05	0.99
R_n	Radiación neta en la superficie del cultivo (MJ/m2/dia)	8.74	8.22	7.74	7.67	7.88	7.36	8.20	9.26	9.42	9.08	8.95	8.50
G	Flujo de calor del suelo (MJ/m2/dia)	0.27	0.00	-0.10	-0.08	-0.35	-0.55	-	0.19	0.50	-	0.41	-
T	Temperatura media del aire a 2m de altura (°C)	11.47	11.48	10.77	10.20	7.72	3.78	2.74	4.12	7.67	6.84	9.78	9.52
EVAPOTRANSPIRACION PROMEDIO DIARIA		2.56	2.37	2.24	2.13	2.15	1.94	2.01	2.15	2.33	2.38	2.49	2.48

Para determinar el requerimiento hídrico, se tomó como referencia el mes de enero, el cual presenta la mayor evapotranspiración de referencia (Eto) con un nivel de **2.56 mm/día**.

La Tabla 6 presenta información relacionados a la elaboración a través de la **radiación solar extraterrestre (Ra)** e **insolación máxima diaria (n)**, estos valores son obtenidos mediante con las indicaciones del libro "Cálculo de la Evapotranspiración de Cultivo" (2022) y se detallan en los **Anexos 2 y 3**.

Reemplazando en la Ec. 1:

$$Etc = 2.56 * 1.00$$

$$Etc = 2.56 \text{ mm/día}$$

En promedio, la evapotranspiración en los cultivos es de 2.56 milímetros por día.

- **Lámina neta de riego (Ln)**

La siguiente ecuación nos permite estimar la lámina neta de riego:

$$Ln = \frac{CC - PMP}{100} * h * n * da \quad (\text{Ec. 3})$$

Donde:

CC : Capacidad de campo (%) – Tabla 4

PMP : Punto de marchitez permanente (%) – Tabla 4

h : Altura de la raíz (m)

c : Coeficiente de agotamiento (%)

da : Densidad aparente (g/cm³) – Tabla 4

Reemplazando en la Ec. 3:

$$Ln = \frac{CC - PMP}{100} * h * n * da$$
$$Ln = \frac{41 - 17}{100} * 0.15 * 25 * 1.58$$
$$Ln = 1.42 \text{ mm/día}$$

Para que los cultivos puedan prosperar y desarrollarse adecuadamente, se requiere un nivel de humedad mínimo de 1.42 milímetros por día.

- **Lamina bruta de riego (Lb)**

De acuerdo con Jara y Ramos (2018), el sistema de riego por aspersión ha demostrado una eficiencia de riego del 100%.

$$Lb = \frac{Ln}{Ef} \quad (\text{Ec. 4})$$

Donde:

Ln : Lamina neta de riego (mm)

Ef : Eficiencia de riego (100%)

Reemplazando en la Ec. 4:

$$Lb = \frac{1.42}{100}$$

$$Lb = 1.42 \text{ mm/día}$$

- **Tiempo de riego (Tr)**

Antes de activar el sistema de riego, es fundamental establecer el tiempo adecuado de aplicación de la (Lb), medido en hrs. Para calcular este tiempo, se utiliza la ecuación presentada:

$$Tr = \frac{Lb}{Pms} \quad (\text{Ec. 6})$$

Donde:

Lb : Lamina bruta de riego (mm/día)

Ia : Pluviometría del sistema (mm/hora)

Reemplazando en la Ec. 6:

$$Tr = \frac{1.42}{10}$$

$$Tr = 0.14 \text{ horas}$$

Se asume un tiempo estimado de 14 minutos de riego para cada cultivo

- **Demanda de agua requerida para el cultivo**

Aplicando este valor a la siguiente ecuación, podemos determinar la cantidad de acumulación de agua necesario para el riego.

$$Da = A * Lb \quad (\text{Ec. 7})$$

Donde:

A : Área de riego (m²)

lb : Lamina bruta de riego (m)

Reemplazando en la Ec. 7:

$$Da = 90000 * 1.42$$

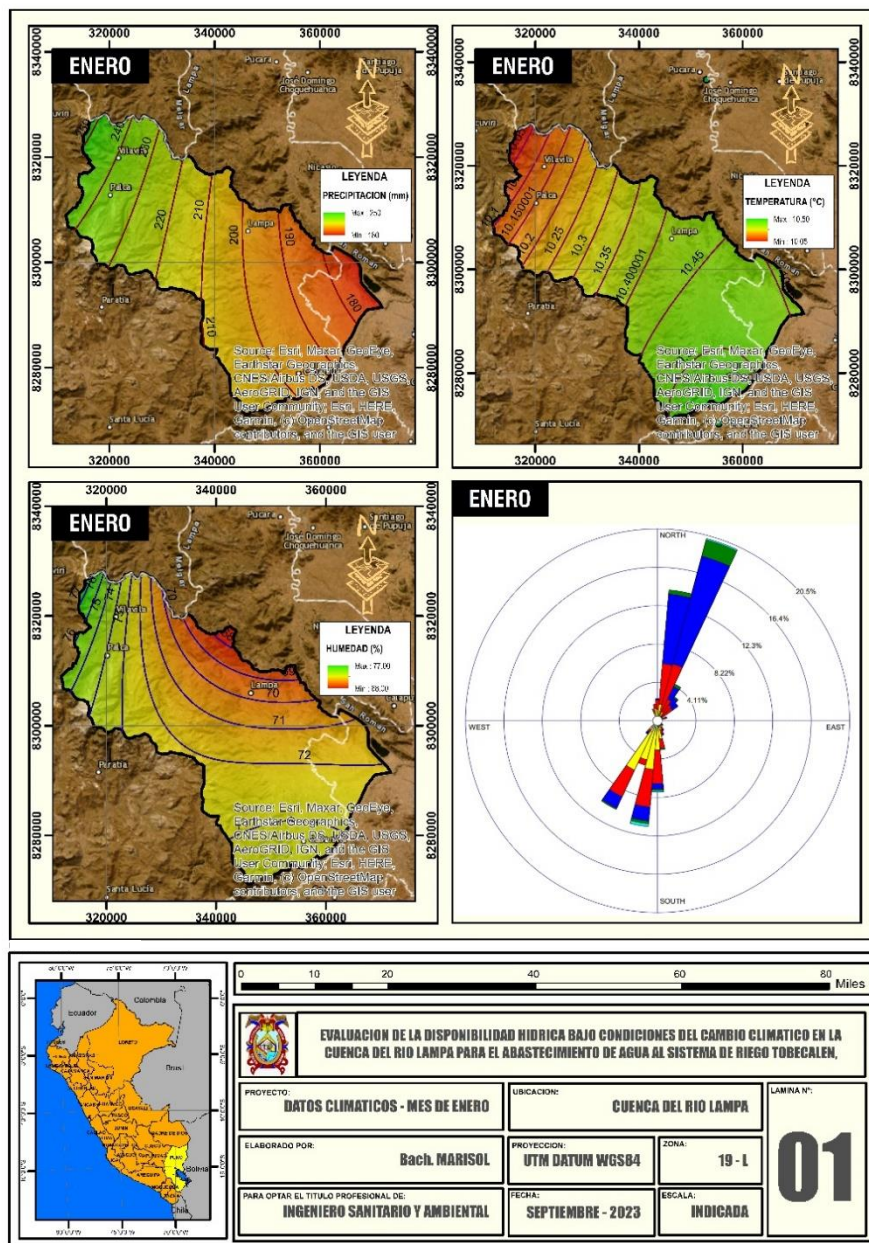
$$Da = 127800 \text{ m}^3$$

El cálculo preciso de las especificaciones hídricas de los cultivos dentro del sistema de riego Tobecalen, que abarca una extensión de 90000m², es fundamental para garantizar su óptimo desarrollo. Se estima que esta cantidad asciende a 127800m³ diarios, lo que equivale a una tasa de flujo de 1.47m³/s.

4.1.2. Determinar la disponibilidad hídrica actual en la cuenca del río Lampa
Lampa

a) Determinación de los parámetros climáticos

Figura 5. Datos climáticos para la cuenca del río Lampa del mes de enero

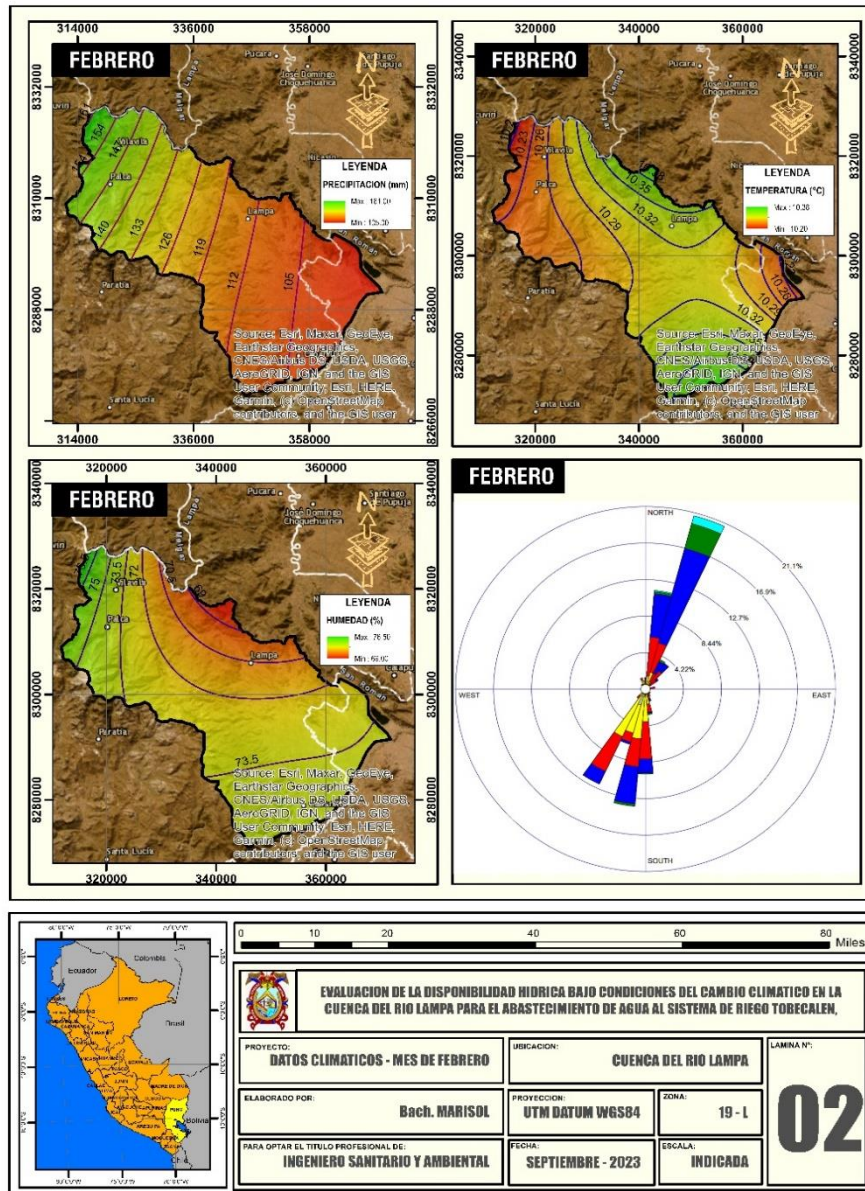


La figura 5 muestra los datos climáticos de la cuenca del río Lampa para el mes de enero. Estos datos revelan que la precipitación en la región durante este mes fluctúa entre 180mm a 250mm; además una temperatura que fluctúa entre 10.05°C a 10.50°C; también una humedad relativa que fluctúa entre 68.00% a

77.00%, y registra una velocidad de 4.77/s de viento de Noreste hacia el Suroeste.

Figura 6.

Datos climáticos para la cuenca del rio Lampa del mes de febrero

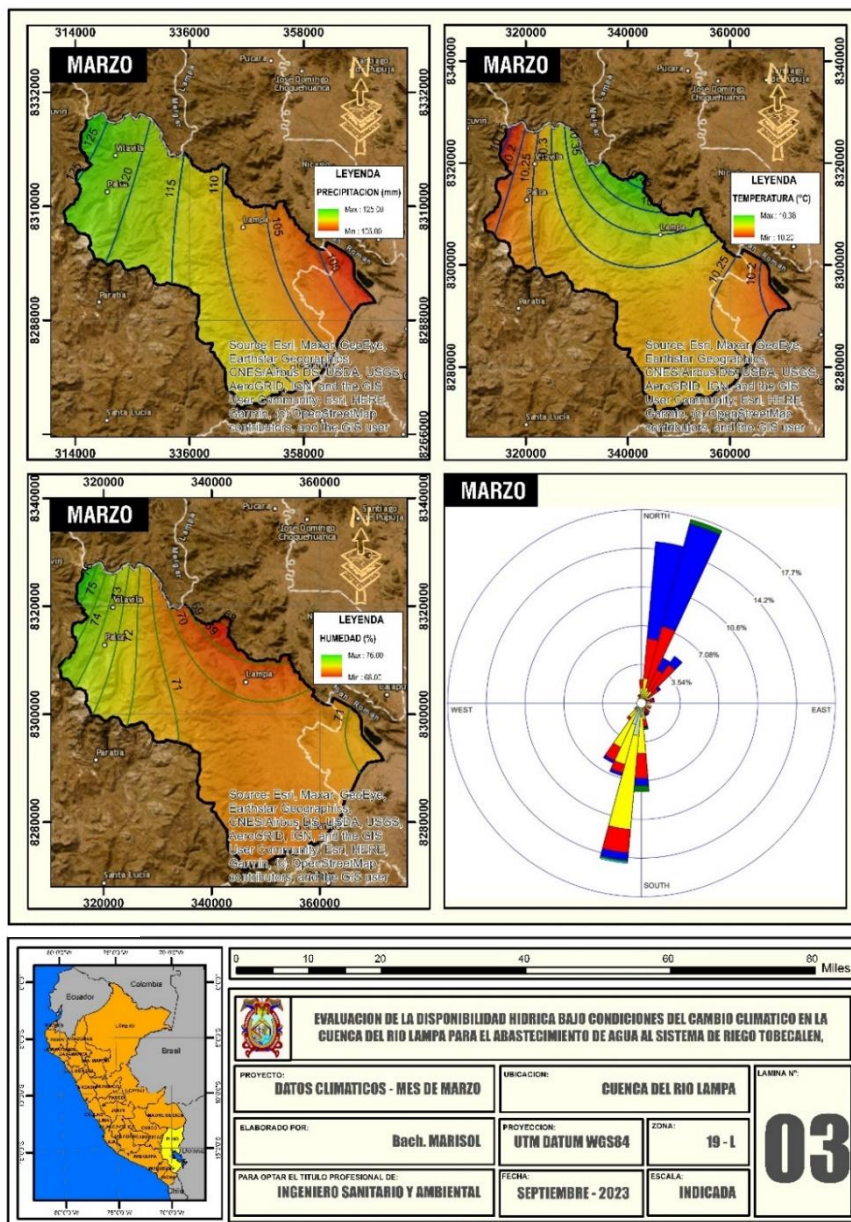


En la figura 6, se exhibe la información climática para la cuenca del rio Lampa detallado para el mes de febrero estos datos revelan que la precipitación en la región durante este mes fluctúa entre 105mm a 161mm; además una temperatura que fluctúa entre 10.20°C a 10.38°C; también una humedad relativa

que fluctúa entre 76.50% a 69.00%, registrando una velocidad de 4.63m/s de viento, con dirección de Noreste hacia el Suroeste. La imagen está dividida en cuatro secciones, cada una de las cuales muestra un mapa diferente.

Figura 7.

Datos climáticos para la cuenca del rio Lampa del mes de marzo

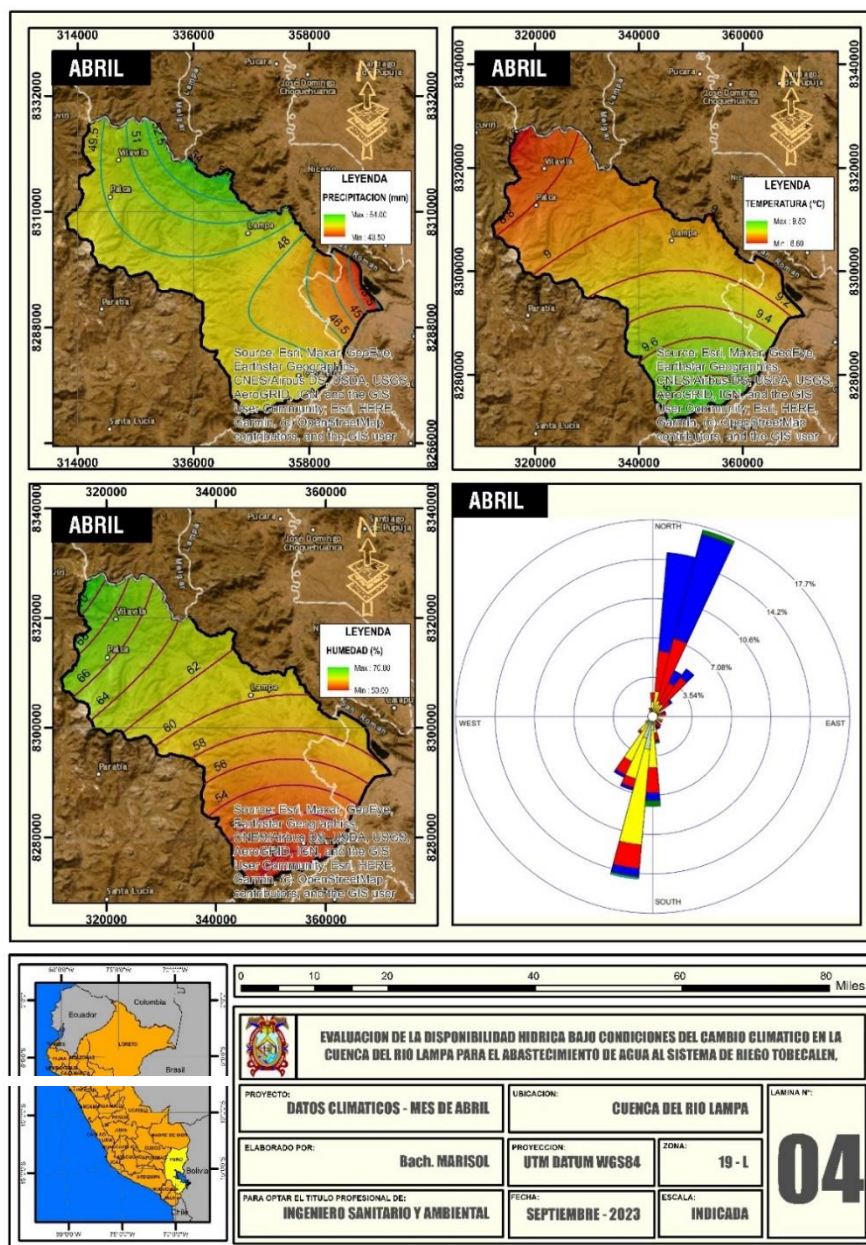


En la figura 7, se exhibe la información climáticos para la cuenca del rio Lampa detallado para el mes de marzo, estos datos revelan una precipitación que fluctúa entre 105mm a 125mm; además una temperatura que fluctúa entre 10.20°C a

10.38°C; también una humedad relativa que fluctúa entre 68.00% a 76.00%, y con una velocidad del viento de 4.17m/s de Noreste hacia el Suroeste.

Figura 8.

Datos climáticos para la cuenca del rio Lampa del mes de abril

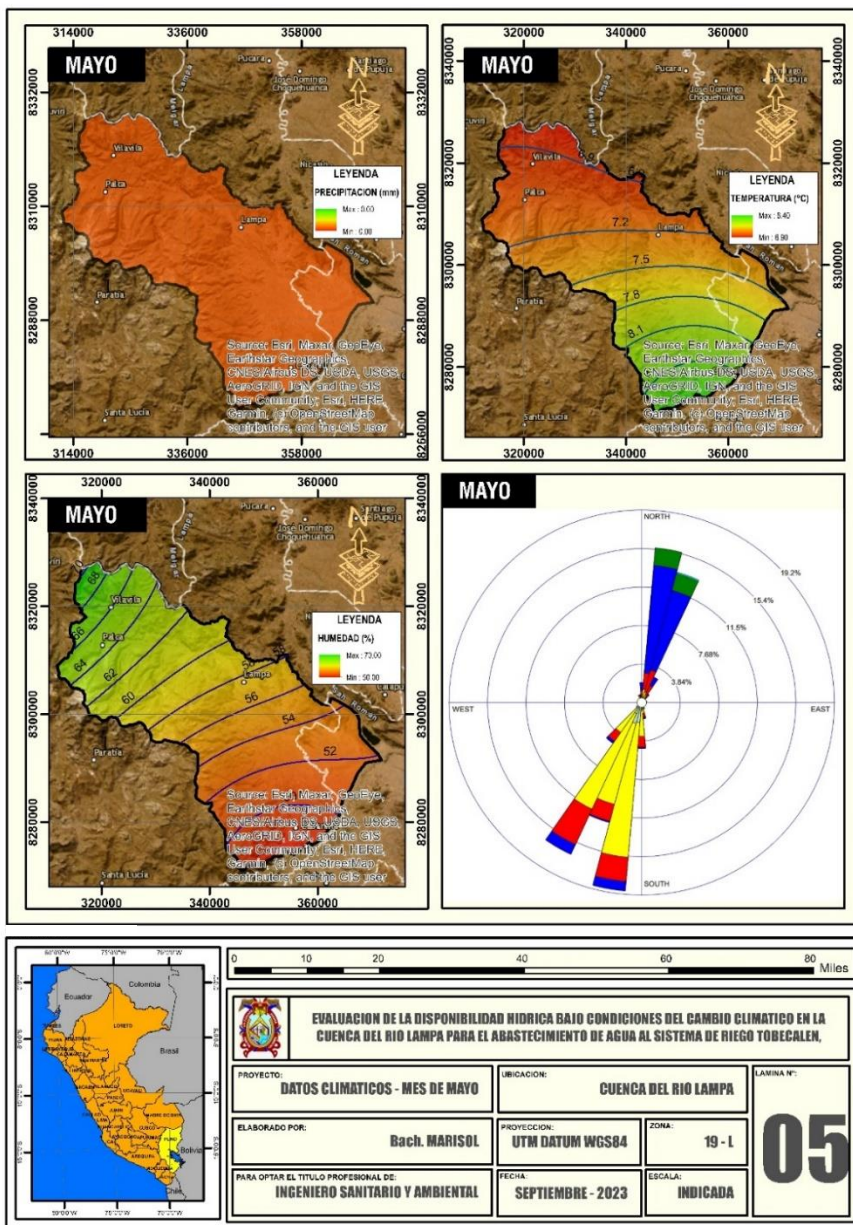


En la figura 8, se exhibe la información climática para la cuenca del rio Lampa para el mes de abril; manifestando una precipitación que fluctúa entre 43.50mm a 54.00mm; además una temperatura que fluctúa entre 8.60°C a 9.80°C; también

una humedad relativa que fluctúa entre 50.00% a 70.00%, y con una velocidad del viento de 3.98m/s de Noreste hacia el Suroeste.

Figura 9.

Datos climáticos para la cuenca del río Lampa del mes de mayo

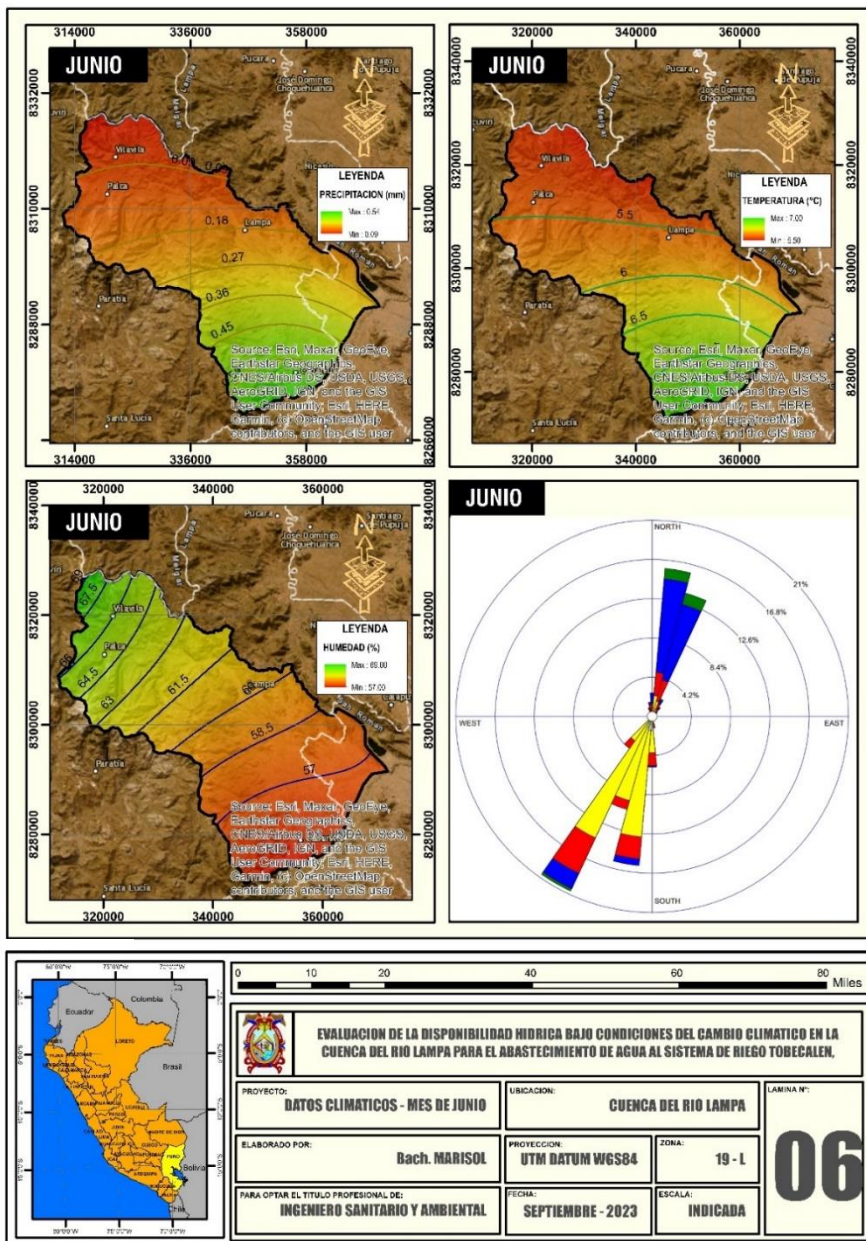


En la figura 9, se exhibe la información climática para la cuenca del río Lampa del mes de mayo; manifestando una precipitación de 0mm; además una temperatura que fluctúa entre 6.90°C a 8.40°C; también una humedad relativa

que fluctúa entre 50.00% a 70.00%, y con una velocidad del viento de 4.22m/s de Noreste hacia el Suroeste.

Figura 10.

Datos climáticos para la cuenca del río Lampa del mes de junio

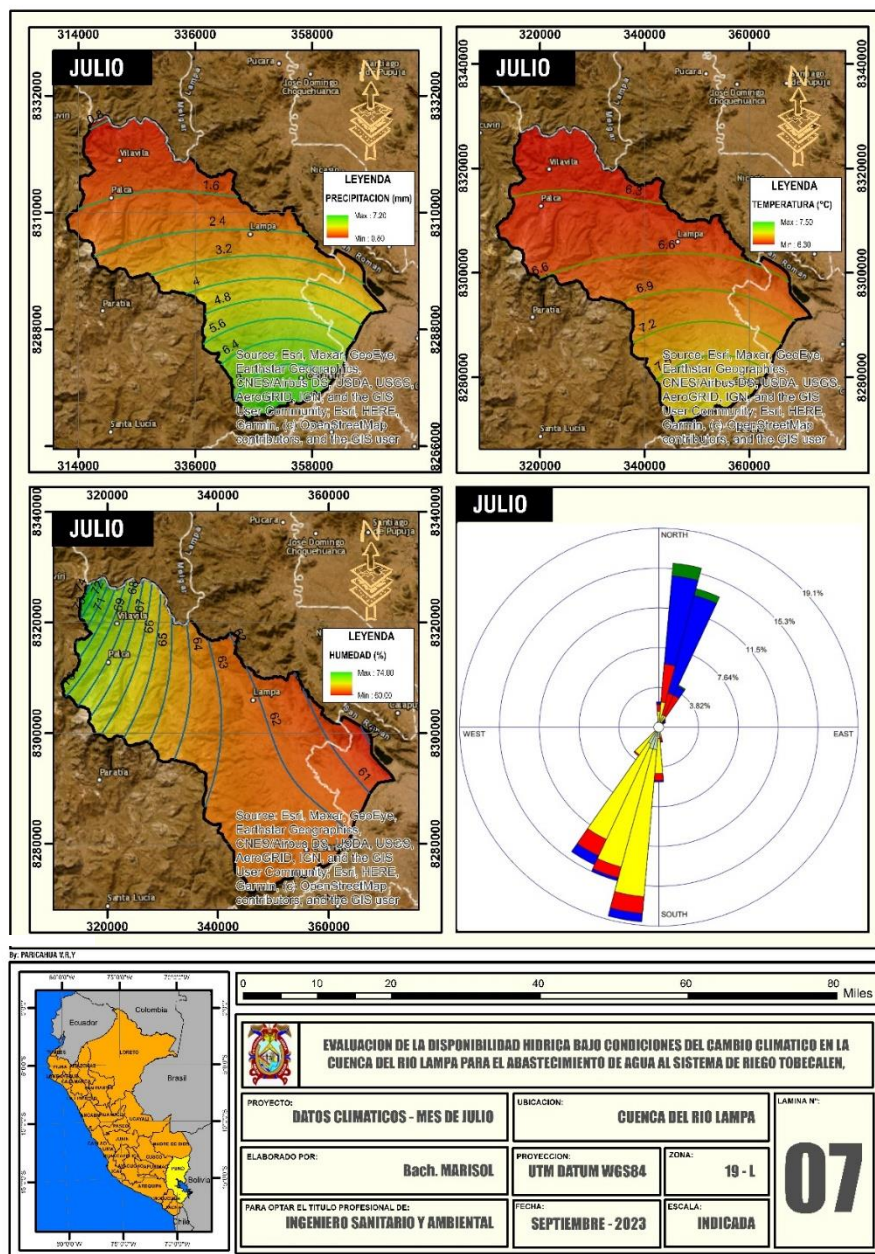


En la figura 10, se exhibe la información climática para la cuenca del río Lampa manifestado para junio; presentando una precipitación que fluctúa entre 0.09mm a 0.54mm; además una temperatura que fluctúa entre 5.50°C a 7.00°C; también

una humedad relativa que fluctúa entre 57.00% a 69.00%, y con una velocidad del viento de 4.17m/s de Noreste hacia el Suroeste.

Figura 11.

Datos climáticos para la cuenca del rio Lampa del mes de julio

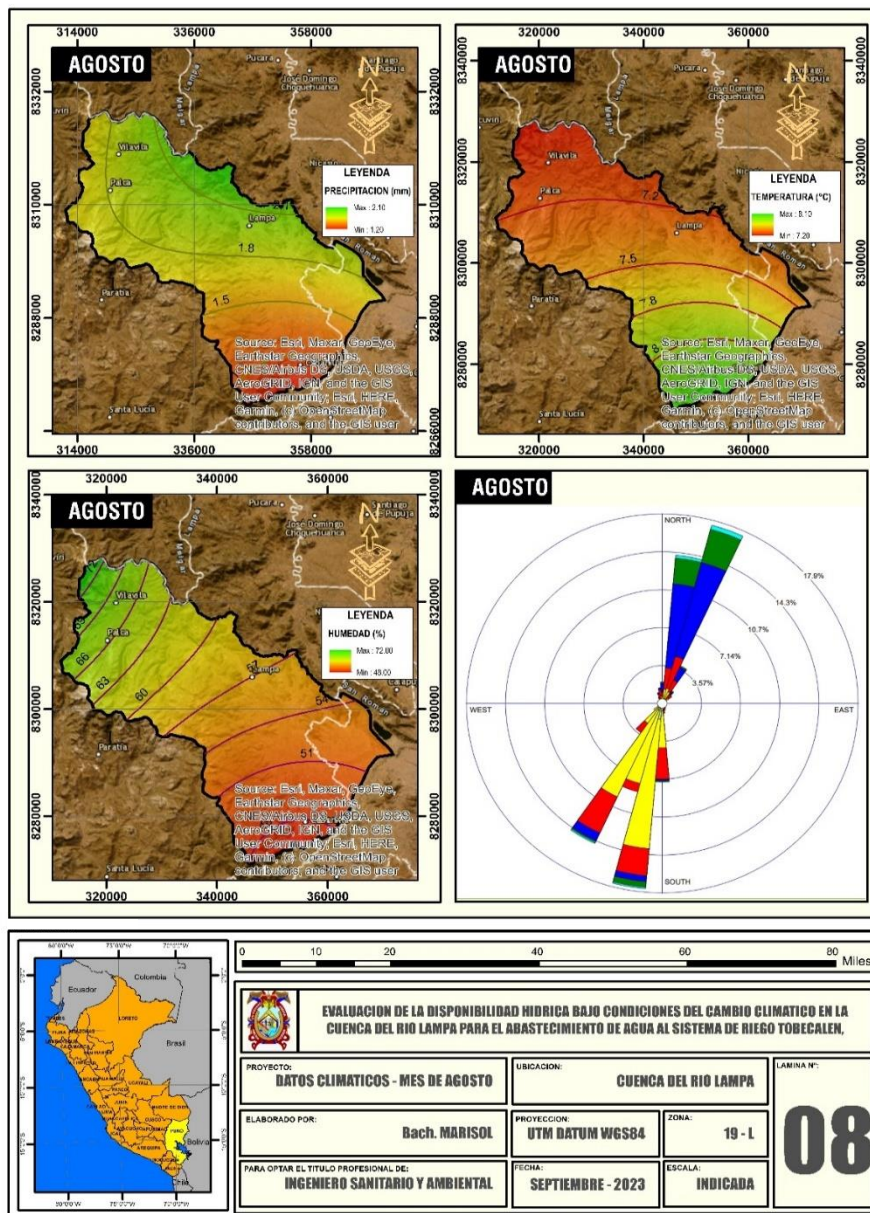


En la figura 11, se exhibe la información climática para la cuenca del rio Lampa del mes de julio; manifestando que presenta una precipitación que fluctúa entre 0.80mm a 7.20mm; además una temperatura que fluctúa entre 6.30°C a 7.50°C;

también una humedad relativa que fluctúa entre 60.00% a 74.00%, y con velocidad del viento de 3.93m/s de Noreste hacia el Sureste.

Figura 12.

Datos climáticos para la cuenca del río Lampa del mes de agosto

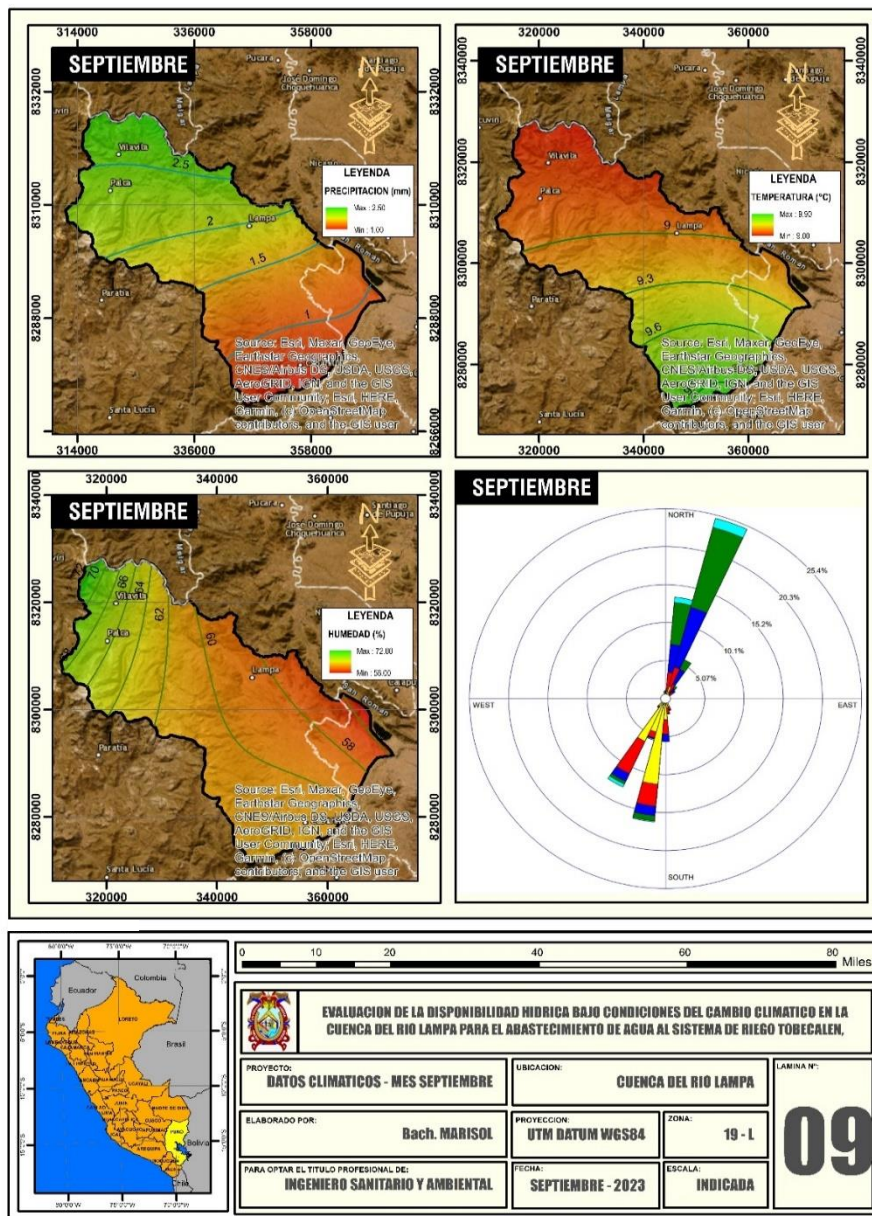


En la figura 12, se exhibe la información climática para la cuenca del río Lampa del mes de agosto; manifestando que presenta una precipitación que fluctúa entre 1.20mm a 2.10mm; además una temperatura que fluctúa entre 7.20°C a

8.10°C; también una humedad relativa que fluctúa entre 48.00% a 72.00%, y con una velocidad del viento de 4.57m/s de Noreste hacia el Suroeste.

Figura 13.

Datos climáticos para la cuenca del rio Lampa del mes de septiembre

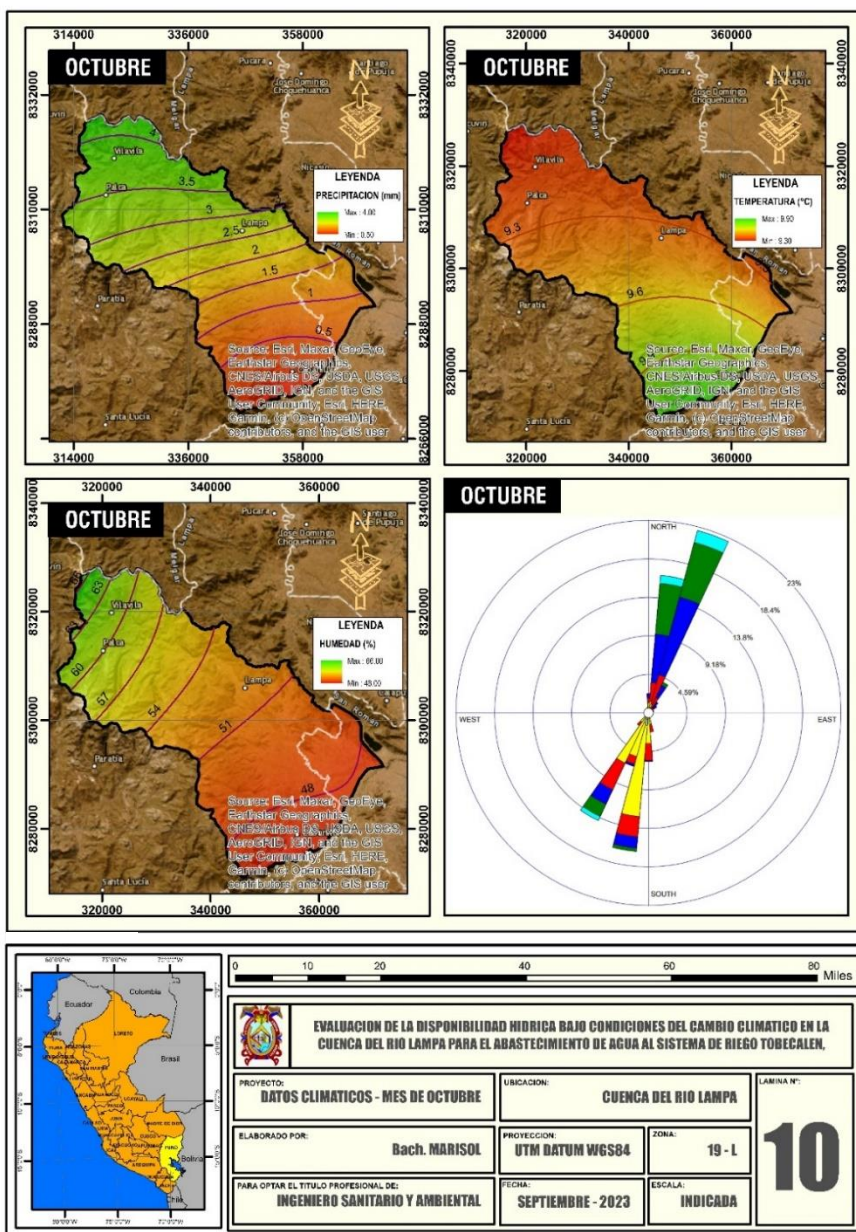


En la figura 13, se exhibe la información climática para la cuenca del rio Lampa del mes de septiembre; manifestando que presenta una precipitación que fluctúa entre 1.00mm a 2.50mm; además una temperatura que fluctúa entre 9.00°C a

9.90°C; también una humedad relativa que fluctúa entre 56.00% a 72.00%, y con una velocidad del viento de 4.92m/s de Noreste a Suroeste.

Figura 14.

Datos climáticos para la cuenca del río Lampa del mes de octubre

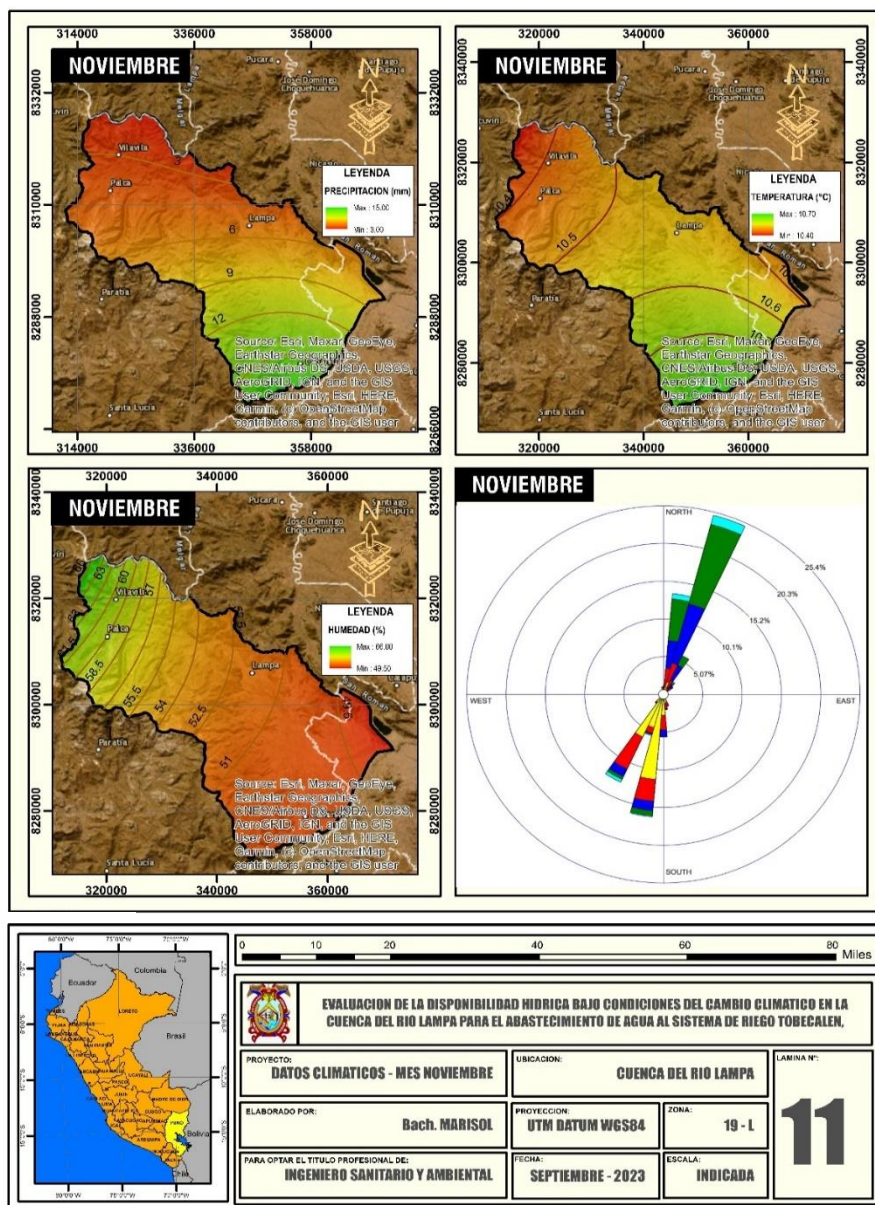


En la figura 14, se exhibe la información climática para la cuenca del río Lampa del mes de octubre; manifestando que presenta una precipitación que fluctúa entre 0.50mm a 4.00mm; además una temperatura que fluctúa entre 9.30°C a

9.90°C; también una humedad relativa que fluctúa entre 48.00% a 66.00%, y con velocidad del viento de 5.38m/s de Noreste hacia el Suroeste.

Figura 15.

Datos climáticos para la cuenca del río Lampa del mes de noviembre

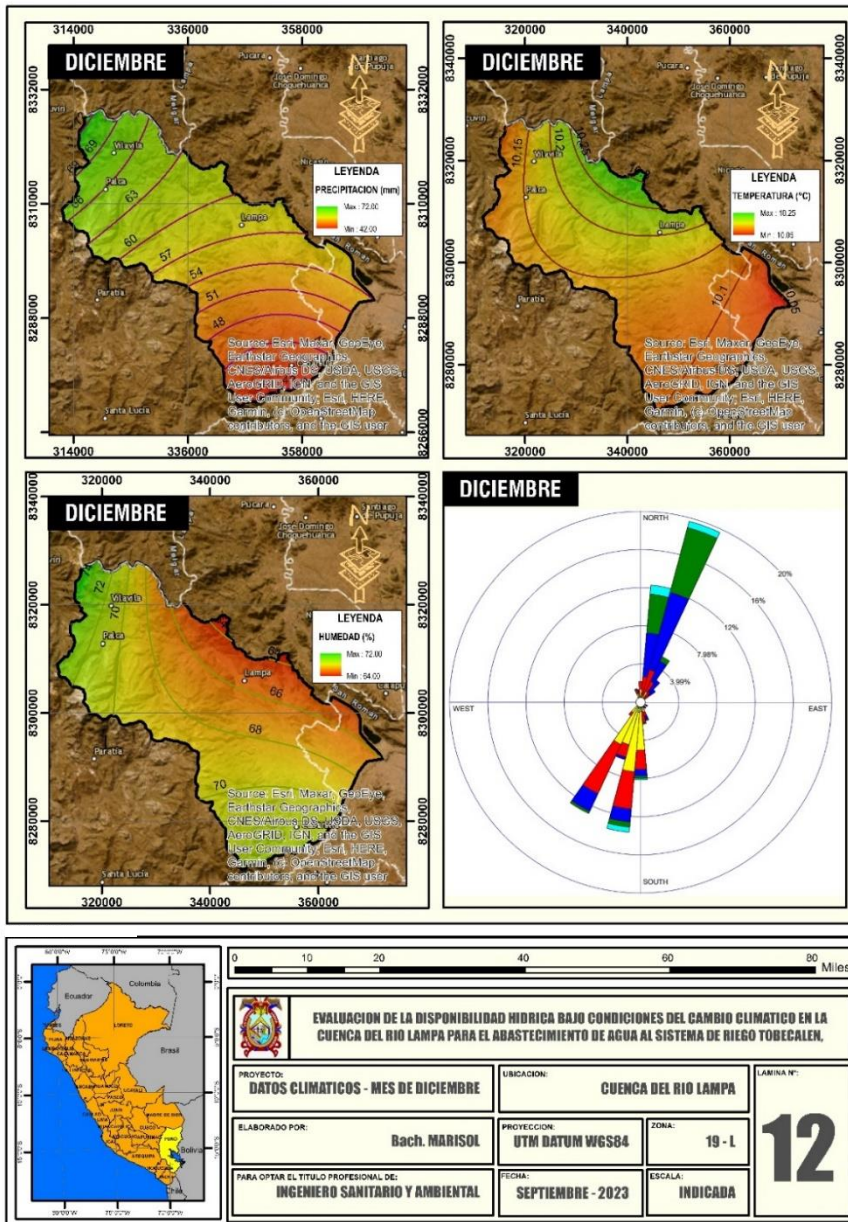


En la figura 15, se exhibe la información climática para la cuenca del río Lampa detallado del mes de noviembre; manifestando que ostenta una precipitación que fluctúa entre 3.00mm a 15.00mm; además una temperatura que fluctúa entre

10.40°C a 10.70°C; también una humedad relativa que fluctúa entre 49.50% a 66.00%, y con velocidad del viento de 5.53m/s de Noreste a Suroeste.

Figura 16.

Datos climáticos para la cuenca del río Lampa del mes de diciembre



En la figura 16, se exhibe la información climática para la cuenca del río Lampa especificado del mes de diciembre; manifestando una precipitación que fluctúa entre 42mm a 72mm; además una temperatura que fluctúa entre 10.05°C a



10.25°C; también una humedad relativa que fluctúa entre 64.00% a 72.00%, con velocidad del viento de 5.35m/s de Noreste hacia el Suroeste.

Debido a que la región está influenciada por patrones climáticos, los datos climáticos para la zona de investigación (la cuenca del río Lampa) varían de mes a mes.

La Tabla 7 presenta un resumen de los registros climáticos de la cuenca del río Lampa, los cuales constituyen la información fundamental para estimar la disposición actual de agua en la región empleando el software WEAP.



Tabla 7.

Datos climáticos de la cuenca del rio Lampa

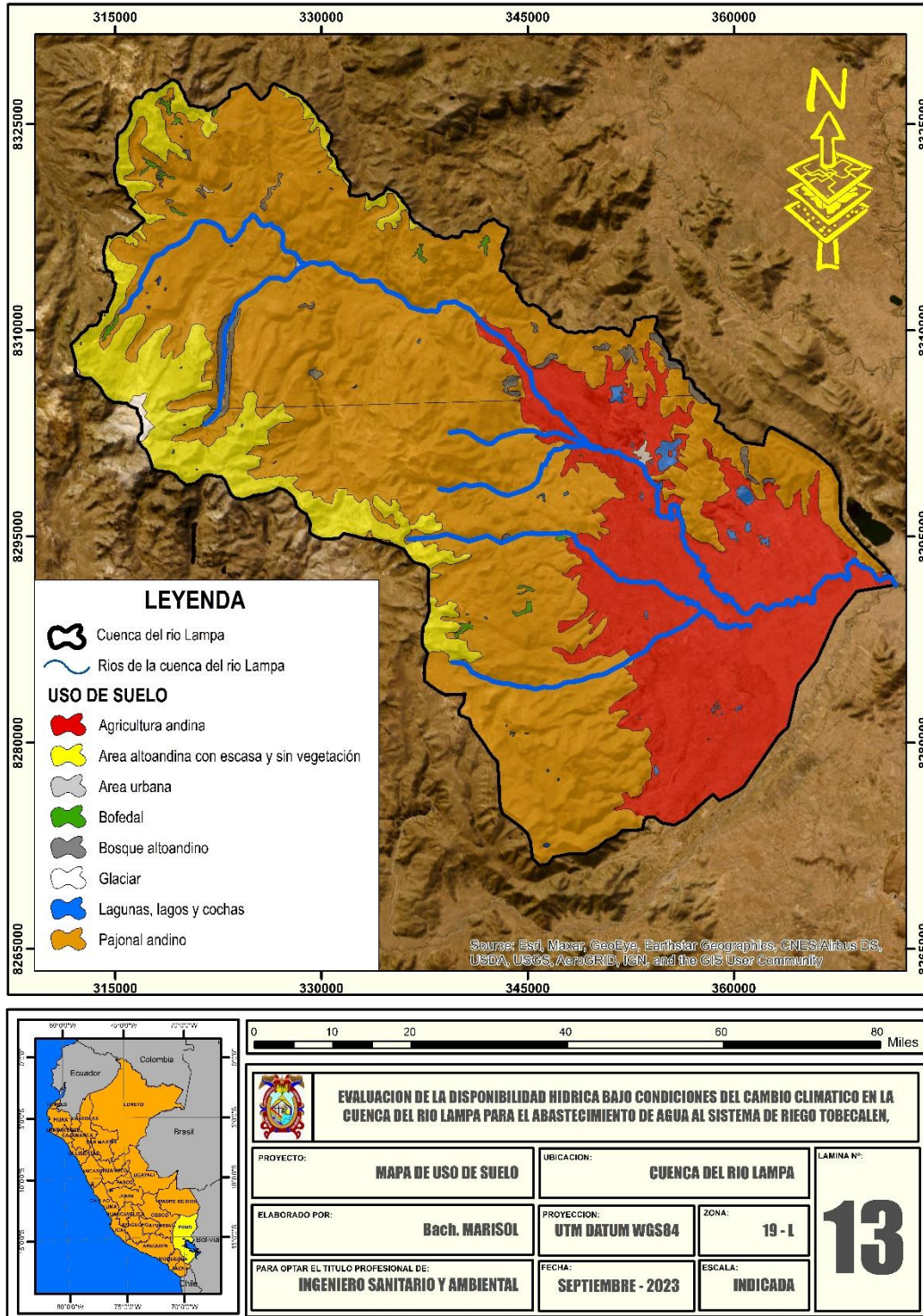
Datos climáticos de la cuenca del rio Lampa												
Datos climáticos	Meses del año - 2022											
	Ene.	Febr.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Precipitación (mm)	215	128	115	50	0	0.32	4.00	1.65	1.75	2.25	9.00	57.00
Temperatura (°C)	10.27	10.29	10.29	8.66	6.90	6.25	6.60	7.60	9.45	9.60	10.55	10.15
Humedad (%)	72.00	72.75	72.00	60.00	60.00	63.00	67.00	60.00	64.00	57.00	57.75	68.00
Velocidad del viento (m/s)	4.77	4.63	4.17	3.98	4.22	4.17	3.93	4.57	4.92	5.38	5.53	5.35
Dirección del Viento	NE – SO											

b) Determinación de los datos de uso de suelo

- **Área-** La cuenca del rio Lampa abarca 1583.79km², todo ello está caracterizado por los diferentes usos de suelo; que a continuación se ilustra:

Figura 17.

Uso de suelos de la cuenca del río Lampa



En la figura 17, se visualiza la utilización de suelo de la cuenca del río Lampa; indicando que presenta diferentes usos de suelos; siendo en este caso de; las áreas alto andina presentado escasa vegetación, áreas urbanas; bofedal, bosque alto andino, glaciario, lagunas, lagos, cochas y pajonal andino.

La Tabla 8 se visualiza la distribución del área de uso de suelos en la cuenca del río Lampa. El pajonal andino es el tipo de suelo con mayor extensión, abarcando el 61.61% del área total (975.77 km²). Le sigue la agricultura andina con el 25.85% del área (409.41 km²). Las áreas de alto andino con escasa y sin vegetación, urbana, bofedales, bosque alto andino, glaciares y lagunas, lagos y cochas representan porcentajes menores, como se puede observar en la tabla. La evaluación del área de uso de suelos en la cuenca del río Lampa revela que el pajonal andino y la agricultura andina son los tipos de suelo predominantes en la región. Esta información es relevante para la proyección del uso del suelo.

Tabla 8.

Área de uso de suelos en la cuenca del río Lampa

N°	Uso de suelos	Área (km ²)	Área (%)
1	Agricultura andina	409.41	25.85
2	Área altoandina con escasa y sin vegetación	165.82	10.47
3	Área urbana	1.74	0.11
4	Bofedal	5.38	0.34
5	Bosque altoandino	15.36	0.97
6	Glaciar	2.53	0.16
7	Lagunas, lagos y cochas	7.92	0.50
8	Pajonal andino	975.77	61.61
TOTAL		1583.79	100.00

- **Coeficientes de uso de suelo (Kc)**

En la tabla 9, se exhibe el coeficiente de cultivo (Kc), correspondiente a diferentes tipos de utilización de suelo dentro de la cuenca del río Lampa. Se observa que, para la agricultura andina, caracterizada por su extenso cultivo, el Kc es de 1.00, reflejando un nivel estándar de necesidad hídrica. Similarmente, en áreas alto andinas con escasa o nula vegetación, el Kc también se sitúa en 1.00, indicando una demanda mínima de agua. Por otro lado, el entorno urbano presenta un Kc ligeramente mayor, alcanzando 1.25, sugiriendo una mayor exigencia de recursos hídricos para mantener la vegetación y los espacios verdes urbanos. Para ecosistemas como los bofedales, los bosques alto andinos, los glaciares, las lagunas, lagos y cochas, así como los pajonales andinos, el Kc se mantiene en 1.25 a 1.00, señalando una demanda moderada a alta de agua para sostener su biodiversidad y funcionalidad ambiental.

Tabla 9.

Coeficiente de cultivo de los usos de suelo de la cuenca del río Lampa

N°	Uso de suelos	Coeficiente de Cultivo (Kc)
1	Agricultura andina	1.00
2	Área altoandina con escasa y sin vegetación	1.00
3	Área urbana	1.25
4	Bofedal	1.50
5	Bosque altoandino	1.25
6	Glaciar	1.25
7	Lagunas, lagos y cochas	1.25
8	Pajonal andino	1.00

Fuente: (ANA, 2019)

- **Capacidad de agua del suelo (SW)**

En la tabla 10, una detallada recopilación del potencial de agua del suelo (SW) en la cuenca del río Lampa. Se precisa que distintos usos de suelo exhiben diferentes niveles de capacidad de agua del suelo. Por ejemplo, en áreas dedicadas a la agricultura andina, se registra un valor de SW de 200, mientras que en zonas de alta montaña con escasa vegetación este valor se eleva a 600. Asimismo, se destaca que en áreas urbanas el SW alcanza los 300, mientras que en bofedales y pajonales andinos se registra un valor de 600. En contraste, zonas como bosques alto andinos, glaciares y cuerpos de agua como lagunas, lagos y cochas muestran valores de SW más bajos, situándose en torno a 100. Este análisis detallado proporciona una comprensión clara de la distribución del potencial de agua del suelo en diferentes tipos de paisajes dentro de la cuenca del río Lampa.

Tabla 10.

Capacidad del agua del suelo de los usos de suelo de la cuenca del río Lampa

N°	Uso de suelos	Capacidad de agua del suelo (SW)
1	Agricultura andina	200
2	Área altoandina con escasa y sin vegetación	600
3	Área urbana	300
4	Bofedal	600
5	Bosque altoandino	300
6	Glaciar	100
7	Lagunas, lagos y cochas	100
8	Pajonal andino	600

Fuente: Según el modelo (WEAP, 2009)

- **Capacidad de agua profunda (DW)**

Según la ANA (2019); en su informe de las regiones alto andinas, ejemplificadas por la cuenca del río Lampa en este estudio, exhiben una significativa capacidad de agua profunda (DW) estimada en 3600 unidades, lo que refleja su potencial hidrológico considerable.

- **Factor de resistencia de la escorrentía (RRF)**

En la tabla 11, presenta el valor del factor de solidez de la escorrentía (RRF), de la cuenca del río Lampa, indicando que los usos de suelo: 1) Agricultura andina; presentan un RRF de 7.00 2) Área alto andina con escasa y sin vegetación presentan un RRF de 1.5; 3) Área urbana presentan un SW de 1.5; 4) Bofedal presentan un RRF de 1.50; 5) Bosque alto andino presentan un RRF de 1.00; 6) Glaciar presentan un RRF de 2.00, 7) Lagunas, lagos y cochas presentan un S RRF de 0.50 y 8) Pajonal andino presentan un RRF de 1.50.

Tabla 11.

Factor de resistencia de la escorrentía (RRF) de los usos de suelo de la cuenca del río Lampa

N°	Uso de suelos	Factor de resistencia de la escorrentía (RRF)
1	Agricultura andina	7.00
2	Área altoandina con escasa y sin vegetación	1.50
3	Área urbana	1.50
4	Bofedal	1.50

5	Bosque altoandino	1.00
6	Glaciar	2.00
7	Lagunas, lagos y cochas	0.50
8	Pajonal andino	1.50

Fuente: (ANA, 2019)

c) Hidrología de la cuenca del río Lampa

Según la data el ANA (2022), el caudal del río lampa es lo especificado en la siguiente tabla:

Tabla 12.

Datos fluviométricos – Río Lampa.

Datos fluviométricos - 2022												
Mes	Ene.	Febr.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Caudal (m³/s)	5.79	8.91	5.28	5.36	3.52	3.16	3.07	3.13	3.05	3.01	3.05	2.81

FUENTE: ANA (2022)

d) Disponibilidad hídrica de la cuenca del río Lampa al año 2022

Los datos previamente descubiertos fueron utilizados para determinar la disponibilidad de agua. Estos datos se insertaron en el programa WEAP para construir un diseño conceptual del modelo, que se especificó para la cuenca del río Lampa y se representa a continuación:

Figura 18.

Modelo WEAP de la cuenca del río Lampa

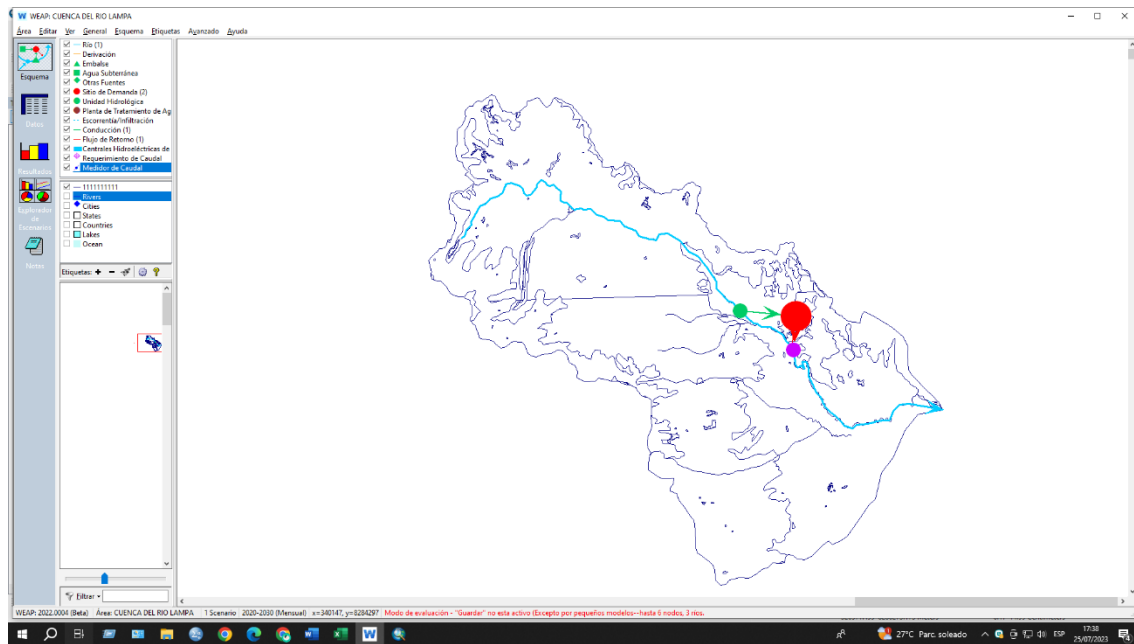
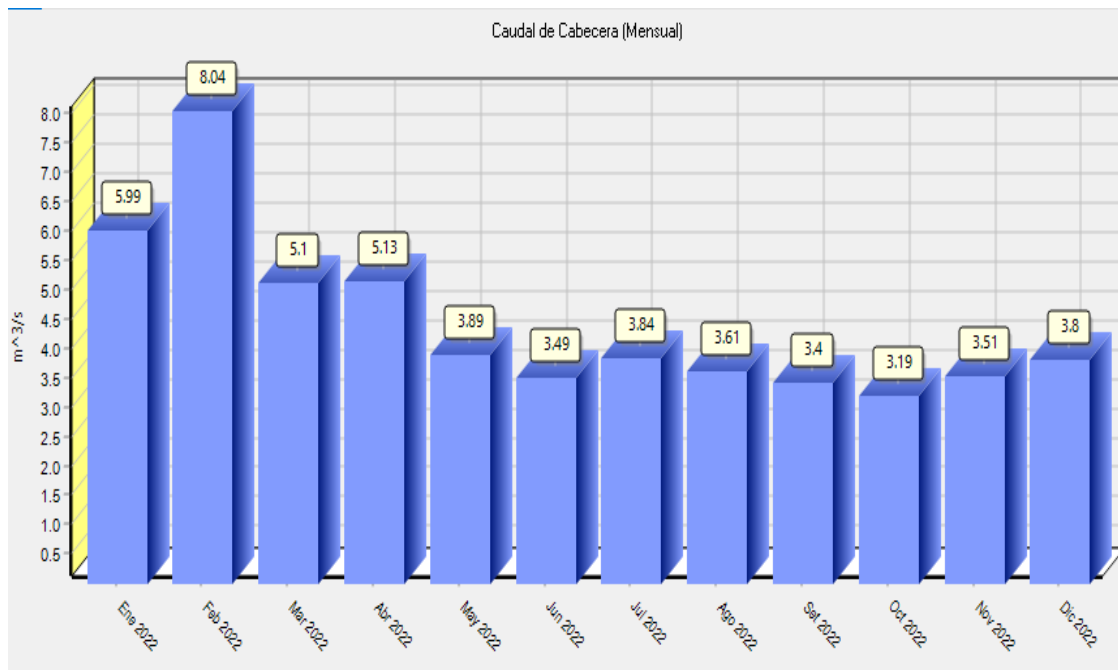


Figura 19.

Disponibilidad hídrica de la cuenca del río Lampa



En la figura 19, se aprecia la disponibilidad hídrica de la cuenca del río Lampa del año 2022, indicando la disposición hídrica para el mes de: Enero con

5.99m³/s; Febrero con 8.04m³/s; Marzo con 5.10m³/s; Abril con 5.13m³/s; Mayo con 3.89m³/s; Junio con 3.49m³/s; Julio con 3.84m³/s; Agosto con 3.61m³/s; Septiembre con 3.40m³/s; Octubre con 3.19m³/s; Noviembre con 3.51m³/s; y diciembre con 3.80m³/s. La disponibilidad hídrica de un río es un factor crucial para diversas actividades humanas, un conocimiento preciso de los patrones mensuales y anuales de caudal permite una administración adecuada de los suministros hídricos y de su uso.

4.1.3. Determinar la disponibilidad hídrica futura bajo las condiciones de cambio climático en la cuenca del río Lampa

a) Creación de escenarios de cambio climático

Se utilizaron las precipitaciones y temperaturas mensuales de las áreas de investigación, ya elaboradas, para crear dos vías de cantidades representativas (RCP) en escenarios de variaciones climático. Estas RCP incluían un escenario estable (RCP4.5), que se considera el estado más beneficioso en términos de la liberación de gases de efecto invernadero, y un contexto muy malo (RCP8.5), que es el escenario con el mayor nivel de emisiones de GEI, ambos para el año 2030.

Tabla 13.

Escenarios climáticos multianuales para los andes peruanos

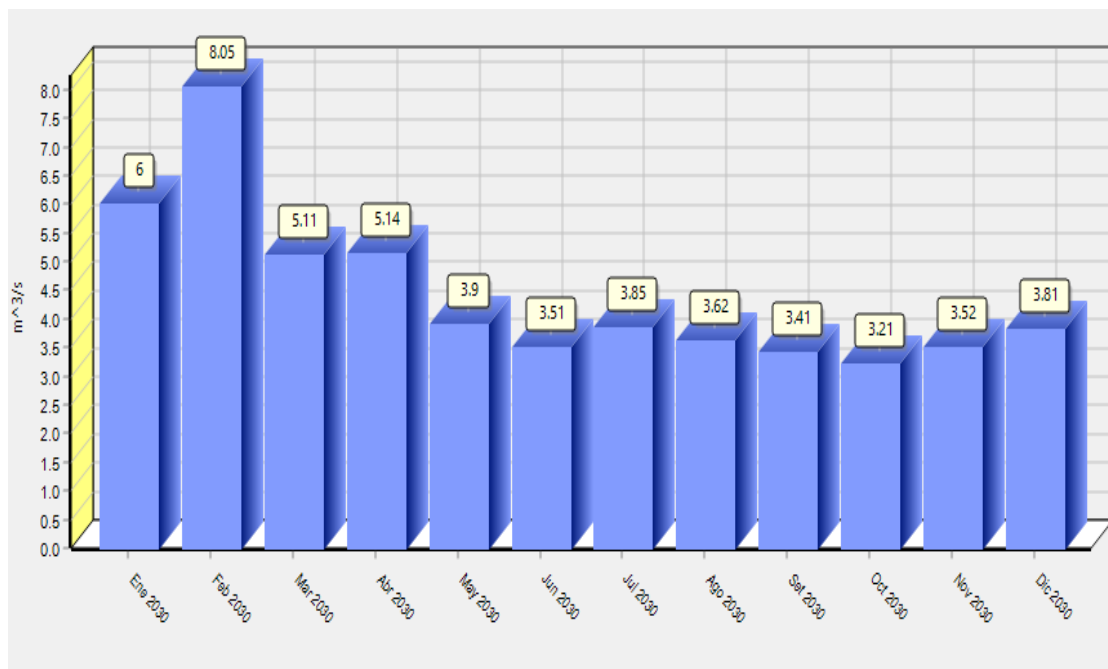
RCP	FR	Tendencia	CO ₂ al año 2100	Aumento de precipitación (año)	Aumento de temperatura (año)
RCP4.5	2.6 W/m ²	Estable	650ppm	0.2 – 0.5%	0.4 °C
RCP8.5	8.5 W/m ²	Creciente	1370 ppm	2 – 3 %	3.0 °C

Fuente: SENAMHI (2022)

b) Disponibilidad hídrica futura al año 2030

Figura 20.

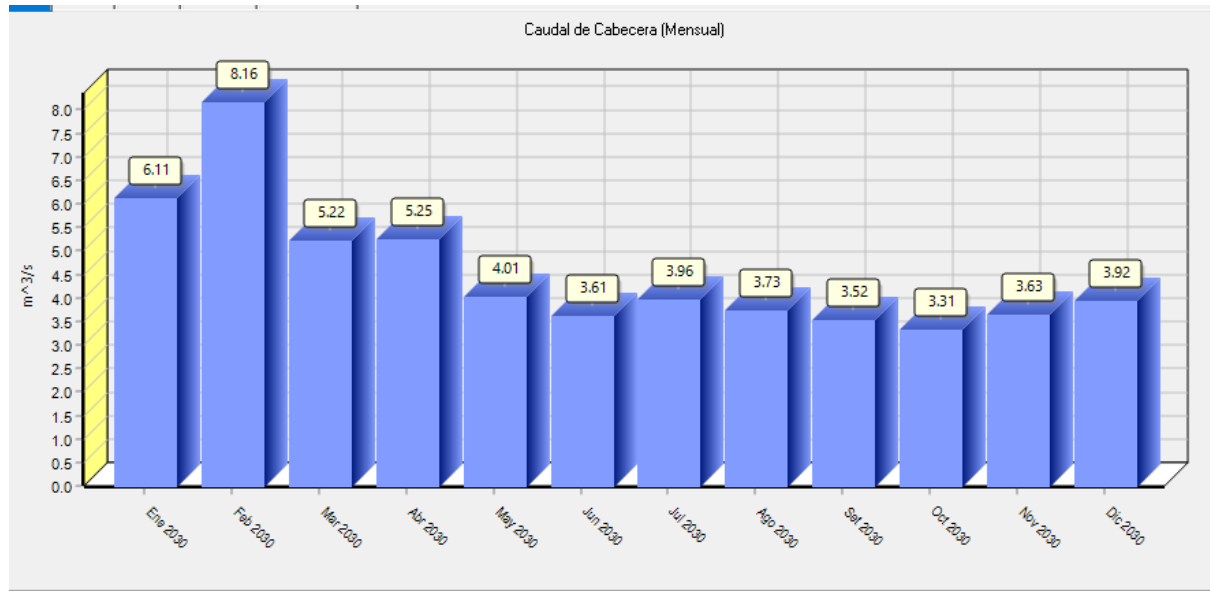
Disponibilidad hídrica de la cuenca del río Lampa al año 2030 con un escenario climático estable "RCP 4.5"



En la figura 20, se exhibe la disposición hídrica de la cuenca del río Lampa al año 2030 en un contexto climático equilibrado "RCP 4.5", indicando que la disposición hídrica para cada mes: Enero con 6.00m³/s; Febrero con 8.05m³/s; Marzo con 5.11m³/s; Abril con 5.14m³/s; Mayo con 3.90m³/s; Junio con 3.51m³/s; Julio con 3.85m³/s; Agosto con 3.62m³/s; Septiembre con 3.41m³/s; Octubre con 3.21m³/s; Noviembre con 3.52m³/s; y diciembre con 3.81m³/s. se observa un sistema hidrológico con un pico de caudal en el mes de febrero, lo que sugiere que este mes corresponde a la temporada de mayor aporte de agua, probablemente debido a las lluvias en la cuenca. A partir de ahí, el caudal disminuye gradualmente hasta alcanzar su punto más bajo en octubre, que parecen ser los meses más secos.

Figura 21.

Disponibilidad hídrica de la cuenca del río Lampa al año 2030 con un escenario climático estable "RCP 8.5"



En la figura 21, se exhibe la disposición hídrica de la cuenca del río Lampa al año 2030 en un contexto climático equilibrado "RCP 8.5, indicando que la disposición hídrica para cada mes: Enero con 6.11m³/s; Febrero con 8.16m³/s; Marzo con 5.22m³/s; Abril con 5.25m³/s; Mayo con 4.01m³/s; Junio con 3.61m³/s; Julio con 3.96m³/s; Agosto con 3.73m³/s; Septiembre con 3.52m³/s; Octubre con 3.31m³/s; Noviembre con 3.63m³/s; y diciembre con 3.92m³/s.



4.3. Discusiones

Los resultados comparados con Olivera (2019), es diferente porque proyecta el contenido de agua que estará disponible en la subcuenca del río Shullcas desde 2019 hasta 2039; encuentro que la disponibilidad oscilará entre 1.27 m³/s en un escenario estable (RCP4.5) y 1.49 m³/s en un escenario terrible (RCP8.5); esta disponibilidad de agua será mayor que su año base de 2019; esto se debe principalmente al cambio climático, que fomenta mayores precipitaciones y provoca la obstrucción de los flujos hídricos; Así también con respecto a Pilares Hualpa, y otros (2018), son diferentes en el proyecto la disposición de agua para la cuenca del río Cabanillas del Altiplano Puneño en los años 2018 a 1999, presentando una disponibilidad de agua tanto en los contextos climático equilibrado "RCP 4.5" como en el contexto muy malo "RCP 4.5" superior a la disponibilidad hídrica base en 2018, que fue de 6.43m³/s. Este aumento se debe al cambio climático, que tiende a aumentar la t. Dadas las posibles mejoras futuras en la disponibilidad de agua, los gobiernos regionales y municipales deberían coordinar la preparación de una metodología de adaptación para el cambio climático que tenga en cuenta las características fisiográficas y geográficas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Primero:** Según sus resultados se concluye que la disponibilidad hídrica bajo los contextos climáticos en la cuenca del río Lampa, será suficiente para suministrar de agua al sistema de riego Tobecalén
- Segundo:** Según los resultados se concluye que el requerimiento hídrico requerido por el sistema de riego Tobecalén, es de 127800m³ en un día equivalente a 1.47m³/s; todo ello para una extensión de cultivos de 90000m².
- Tercero:** Según los resultados se concluye que la disponibilidad de agua actual (año 2022) en la cuenca del río Lampa; según el método humedad del suelo, modelado en el software WEAP es en promedio es de 4.41m³/s; respectivamente; no obstante se puede decir que esta disponibilidad hídrica no permanece en el área en estudio; porque se desplaza por la escorrentía e infiltración hacia las zonas de baja pendiente de la cuenca, provocando el aumento del caudal en ríos, incidiendo en provocar inundaciones donde la topografía sea mínima.
- Cuarto:** De acuerdo con los hallazgos, se infiere que la cantidad de agua disponible para el año 2030 frente a un escenario climático estable "RCP 4.5" será de 4.42m³/s en promedio; mientras que a un escenario climático pésimo "RCP 8.5" será de 4.53m³/s en promedio; siendo superior la disponibilidad hídrica futura bajo un escenario pésimo donde los gases de efecto invernadero serán superiores.



RECOMENDACIONES

Primero: Se recomienda llevar a cabo investigaciones adicionales sobre las proyecciones de cambio climático en la región y a nivel nacional, con el fin de establecer un punto de referencia sobre las variaciones climáticas y su repercusión en la disponibilidad hídrica de las diferentes cuencas hidrográficas. Estas iniciativas contribuirían a salvaguardar el suministro de agua en el futuro para fines de riego, abastecimiento humano y otros usos sustentables.

Segundo: A la luz de los posibles aumentos futuros de la disponibilidad de agua, los gobiernos regionales y municipales deberían coordinarse para crear una estrategia de adaptación al cambio climático que incluya el diseño medidas para la recogida de agua de lluvia y la mejora de la retención de la disponibilidad de agua en el futuro.

Tercero: Se recomienda en respuesta al cambio climático, los organismos de gobierno local deben reforestar las cabeceras de cuenca con árboles nativos como Queñua, Colle y Tola, así como implementar zanjas de infiltración, qochas y galerías filtrantes, entre otras medidas, para mejorar la disponibilidad de agua en la cuenca del río Lampa. Asimismo, deberán considerar la realización de las obras antes de la temporada de lluvias.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Aguilera, C., Silva, M., León, M., & Yáñez, F. (2022). *Impacts of climate change on water availability and agricultural production in Southern Chile*. 2022: Agricultural Water Management, 259, 107255. doi:<https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.107255>
- Aguilera, H. M. (2019). *Impacts of climate change on the availability of water resources in hydrographic basins of Mexico*. Tecnología y Ciencias del Agua, 10(3), 5-22. doi: <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2019-03-01>
- Alcalá, J., & Alvarado, A. (2021). *Impacts of climate change on the hydrologic regime of a tropical high-altitude basin in central Mexico*. Water, 13(13), 1793. doi: <https://doi.org/10.3390/w13131793>
- ANA. (2009). *Evaluation of Water Resources in the Ilave River Basin*. Puno.
- ANA. (2019). *Evaluation of water resources*. Puno: Autoridad Nacional del Agua.
- Araya, D., Meza, J., & Pasalacqua, N. (2018). *Hydrological vulnerability analysis due to climate change in Chile's Bío Bío river basin by high-resolution spatial modeling of the SRES scenarios*. Water, 10(12), 1786. doi:<https://doi.org/10.3390/w10121786>
- Barloa, A., Cadier, E., & Carrillo, J. (2022). *Assessing the impacts of climate change on streamflow and water resources availability in the Rio Grande Basin, Mexico*. Journal of Water and Climate Change, 13(3), 1000-1016. doi:<https://doi.org/10.2166/wcc.2022.096>



- Cabrera, E., & Galeano, A. (2019). *Impacts of climate change on water availability for agriculture in the arid and semi-arid regions of Chile*. doi:Water, 11(10), 2142. <https://doi.org/10.3390/w11102142>
- Camilo, D., Brito, S., Carvalho, G., & Rolim, J. (2022). *Climate change impacts on irrigated agriculture in the Guadiana Basin, Spain*. *Agricultural Water Management*, 259, 107204. doi:<https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.107204>
- Campos, D. (2018). *Impacto del cambio climático en la disponibilidad de agua en la cuenca del río San Pedro Mezquital, México*. *Ingeniería Hidráulica en México*, 33(1), 29-42. doi:<https://doi.org/10.24850/j-ihmen-2018-01-03>
- Carvajal, A., & Ramírez, F. (2022). *Impacts of climate change on water availability in a tropical Andean basin in southern Ecuador*. *Water*, 14(2), 207. doi:<https://doi.org/10.3390/w14020207>
- CIIFEN. (2014). *Metodología para la Estimación de Vulnerabilidad en Ecuador, Perú y Bolivia*. Región de los Andes Tropicales: Climate change and biodiversity information project for the promotion of public conservation and adaptation policies in the Tropical Andes region.
- Córdova, B. (2018). *"Research instruments"*. Lima: San Marcos de Aníbal Jesús Paredes Galván.
- Crespo, A., Ramos, I., Meza, J., & Merino, M. (2019). *Impacts of climate change on groundwater resources in a semi-arid region of Chile*. *Hydrology*, 6(4), 93. doi:<https://doi.org/10.3390/hydrology6040093>



- Dai, C., & Guo, H. C. (2019). *Projecting future water demand for agricultural irrigation in response to climate change in the Bosten Lake Basin, Northwest China*. *Journal of Hydrology*, 578, 124042. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.124042>
- de la Torre, R., Almeida, D., & Pérez, E. (2021). *Climate change impacts on water availability in the Guadalquivir River Basin, Peru*. *Water*, 13(11), 1571. doi:<https://doi.org/10.3390/w13111571>
- Dzuba, M., Coronel, A., & Mancini, A. (2019). *Impact of climate change on water availability for agricultural use in the Salado River Basin, Argentina*. *Science of the Total Environment*, 826, 154157. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154157>
- FLOWEN. (23 de Diciembre de 2020). *Water and Sanitation in times of COVID-19. Flowen*.
- Gómez, C., Baquedano, A., & Ochoa, J. (2020). *Impacts of climate change on water resources in the Mendoza River Basin, Argentina*. *Water*, 12(8), 2177. doi:<https://doi.org/10.3390/w12082177>
- Hasson, S., Saeed, F., & Khan, A. (2020). *Assessment of water demand and potential impacts of climate change on crop water requirement in the arid area of Balochistan, Pakistan*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(14), 5051. doi:<https://doi.org/10.3390/ijerph17145051>
- Hernandez, R., & Fernandez, C. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico: McGrawHill Education.



- Huang, S., & Chen, X. (2020). *Assessment of water resources sustainability under climate change scenarios in a semi-arid region*. Environmental Research, 190, 110008. doi:<https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110008>
- IPCC. (2007). *Emissions scenarios*. Ginebra: Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Ley N° 29338. (2017). *Ley de Recursos Hídricos*. Lima: Congreso de la republica.
- López, T., & Manzano, M. (2017). Water availability under climate change scenarios in the Galaena Valley, Nuevo León, Mexico. *Tecnología y Ciencias del Agua*.
- Mellado, M. (2019). *Analysis of water availability for the Duqueco River basin considering climate change scenarios and an expansion of forest plantations towards the year 2030*. Concepcion - Chile.
- Minambiente. (2022). *Microcuencas*. Minambiente.
- ONU. (2020). *“Warming of the climate system is unequivocal”*: Highlights from the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Ginebra: United Nations.
- Ortiz, G., & Gómez, A. (2020). *Evaluation of the impact of climate change on water availability in the Grijalva River basin, Mexico*. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 36(4), 887-901. doi:<https://doi.org/10.20937/RICA.53514>
- Parra, M. (2016). *Implement the WEAP modeling system as a tool to determine the impact of Climate change on water availability in the Machangara River Basin*. Machangara - Ecuador.



Rodríguez, K., Wilhelmi, O., & Arfanatis, S. (2019). *Impacts of climate change on water availability in the Rio Bravo/Grande basin, Mexico-United States.*

Tecnología y Ciencias del Agua, 10(6), 5-28.

doi:<https://doi.org/10.24850/j-tyca-2019-06-01>

Sánchez, R., & Díaz, C. (2018). *Impact of climate change on water availability in the Balsas River basin, Mexico.* Revista Internacional de Contaminación

Ambiental,

34(3),

423-434.

doi:<https://doi.org/10.20937/RICA.2018.34.03.05>

WEAP. (2009). *Guía de Modelación WEAP*,.

WWAP. (2019). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos. No Dejar a Nadie atrás.*



ANEXOS



Anexo 1. Matriz de consistencia

<u>PROBLEMA</u>	<u>OBJETIVO</u>	<u>HIPÓTESIS</u>	<u>VARIABLES</u>	<u>DIMENSIONES</u>	<u>INDICADOR</u>	<u>UNIDAD DE MEDIDA</u>	<u>METODOLOGIA</u>	<u>TECNICAS E INSTRUMENTOS</u>
General ¿Cuánto es la disponibilidad hídrica bajo condiciones del cambio climático en la cuenca del río Lampa para el abastecimiento de agua al sistema de riego Tobocalen, Puno - 2023?	General Determinar la disponibilidad hídrica bajo condiciones del cambio climático en la cuenca del río Lampa para el abastecimiento de agua al sistema de riego Tobocalen, Puno - 2023	Hipótesis Alternativa La disponibilidad hídrica bajo condiciones del cambio climático en la cuenca del río Lampa para el abastecimiento de agua al sistema de riego Tobocalen será baja	Independiente Disponibilidad hídrica bajo condiciones del cambio climático	Escenario climático estable	RCP 4.5	---	Tipo de investigación Aplicativo	Técnicas - Revisión bibliográfica - Observacional
Específicas ¿Cuánto es el requerimiento hídrico requerido por el sistema de riego Tobocalen, Puno – 2023? ¿Cuánto es la disponibilidad hídrica actual en la cuenca del río Lampa? ¿Cuánto es la disponibilidad hídrica futura bajo las condiciones de cambio climático en la cuenca del río Lampa?	Específicas Determinar el requerimiento hídrico requerido por el sistema de riego Tobocalen, Puno – 2023. Determinar la disponibilidad hídrica actual en la cuenca del río Lampa Determinar la disponibilidad hídrica futura bajo las condiciones de cambio climático en la cuenca del río Lampa	Hipótesis Nula La disponibilidad hídrica bajo condiciones del cambio climático en la cuenca del río Lampa para el abastecimiento de agua al sistema de riego Tobocalen no será baja	Dependiente Abastecimiento de agua al sistema de riego Tobocalen	Caudal del sistema de riego	Periodo de análisis (año 2000 al 2023)	m3/s		Instrumentos: - Software ArcGIS - Software WEAP
				Disponibilidad hídrica actual	Datos climáticos	---		
					Datos de uso de suelo	---		
				Disponibilidad hídrica futura	Al año 2050	m3/s		
					Al año 2100	m3/s		



Anexo 2. Cálculo de la evapotranspiración de referencia Eto

PARAMETROS DE DISEÑO
EVAPOTRANSPIRACION DE REFERENCIA (Eto)

METODO PENMAN-MONTEITH													
Simbolo	Parametros de diseño	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
μ_2	Velocidad del viento a 2m. De altura (m/s)	3.13	2.89	2.99	2.90	2.88	3.13	3.21	3.60	3.62	3.62	3.56	3.11
γ	Constante psicometrica (Kpa/°C)	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Δ	Pendiente de la curva de Presion de vapor (Kpa/°C)	0.09	0.09	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.06	0.07	0.07	0.08	0.08
e_s	Presion de vapor de saturacion (Kpa)	1.48	1.44	1.39	1.38	1.30	1.10	1.02	1.17	1.32	1.24	1.37	1.31
e_a	Presion dreal de vapor (Kpa)	1.14	1.16	1.12	1.15	1.06	0.88	0.79	0.94	1.07	0.97	1.05	0.99
R_n	Radiacion neta en la superfiie del cultivo (Ml/m2/dia)	8.74	8.22	7.74	7.67	7.88	7.36	8.20	9.26	9.42	9.08	8.95	8.50
G	Flujo de calor del suelo (Ml/m2/dia)	0.27	0.00	-0.10	-0.08	-0.35	-0.55	-0.15	0.19	0.50	-0.12	0.41	-0.04
T	Temperatura media del aire a 2m de altura (°C)	11.47	11.48	10.77	10.20	7.72	3.78	2.74	4.12	7.67	6.84	9.78	9.52
EVAPOTRANSPIRACION PROMEDIO DIARIA		2.56	2.37	2.24	2.13	2.15	1.94	2.01	2.15	2.33	2.38	2.49	2.48
DIA POR MES		31	29	31	30	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.000	30.000	31.000
EVAPOTRANSPIRACION MENSUAL		79.26	68.84	69.53	63.90	66.61	58.23	62.32	66.79	70.03	73.71	74.83	76.84
Para cuestiones de diseño hidraulico se asume el mes que tuvo mayor evapotranspiracion													



Anexo 3. Cuadro de radiación solar extraterrestre (Ra) para diferentes latitudes

$$R_a = \frac{24 * 60}{\pi} G_{sc} d_r [\omega_s \sin(\varphi) \sin(\delta) + \cos(\varphi) \cos(\delta) \sin(\omega)] \quad (Ec. 21)$$

(valores en MJ m² día⁻¹)²

Hemisferio Norte												Lat. grad.	Hemisferio Sur											
Ene.	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic		Ene.	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic
0,0	2,6	10,4	23,0	35,2	42,5	39,4	28,0	14,9	4,9	0,1	0,0	70	41,4	28,6	15,8	4,9	0,2	0,0	0,0	2,2	10,7	23,5	37,3	45,3
0,1	3,7	11,7	23,9	35,3	42,0	38,9	28,6	16,1	6,0	0,7	0,0	68	41,0	29,3	16,9	6,0	0,8	0,0	0,0	3,2	11,9	24,4	37,4	44,7
0,6	4,8	12,9	24,8	35,6	41,4	38,8	29,3	17,3	7,2	1,5	0,1	66	40,9	30,0	18,1	7,2	1,5	0,1	0,5	4,2	13,1	25,4	37,6	44,1
1,4	5,9	14,1	25,8	35,9	41,2	38,8	30,0	18,4	8,5	2,4	0,6	64	41,0	30,8	19,3	8,4	2,4	0,6	1,2	5,3	14,4	26,3	38,0	43,9
2,3	7,1	15,4	26,6	36,3	41,2	39,0	30,6	19,5	9,7	3,4	1,3	62	41,2	31,5	20,4	9,6	3,4	1,2	2,0	6,4	15,5	27,2	38,3	43,9
3,3	8,3	16,6	27,5	36,6	41,2	39,2	31,3	20,6	10,9	4,4	2,2	60	41,5	32,3	21,5	10,8	4,4	2,0	2,9	7,6	16,7	28,1	38,7	43,9
4,3	9,6	17,7	28,4	37,0	41,3	39,4	32,0	21,7	12,1	5,5	3,1	58	41,7	33,0	22,6	12,0	5,5	2,9	3,9	8,7	17,9	28,9	39,1	44,0
5,4	10,8	18,9	29,2	37,4	41,4	39,6	32,6	22,7	13,3	6,7	4,2	56	42,0	33,7	23,6	13,2	6,6	3,9	4,9	9,9	19,0	29,8	39,5	44,1
6,5	12,0	20,0	30,0	37,8	41,5	39,8	33,2	23,7	14,5	7,8	5,2	54	42,2	34,3	24,6	14,4	7,7	4,9	6,0	11,1	20,1	30,6	39,9	44,3
7,7	13,2	21,1	30,8	38,2	41,6	40,1	33,8	24,7	15,7	9,0	6,4	52	42,5	35,0	25,6	15,6	8,8	6,0	7,1	12,2	21,2	31,4	40,2	44,4
8,9	14,4	22,2	31,5	38,5	41,7	40,2	34,4	25,7	16,9	10,2	7,5	50	42,7	35,6	26,6	16,7	10,0	7,1	8,2	13,4	22,2	32,1	40,6	44,5
10,1	15,7	23,3	32,2	33,8	41,8	40,4	34,9	26,6	18,1	11,4	8,7	48	42,9	36,2	27,5	17,9	11,1	8,2	9,3	14,6	23,3	32,8	40,9	44,5
11,3	16,9	24,3	32,9	39,1	41,9	40,6	35,4	27,5	19,2	12,6	9,9	46	43,0	36,7	28,4	19,0	12,3	9,3	10,4	15,7	24,3	33,5	41,1	44,6
12,5	18,0	25,3	33,5	39,3	41,9	40,7	35,9	28,4	20,3	13,9	11,1	44	43,2	37,2	29,3	20,1	13,5	10,5	11,6	16,8	25,2	34,1	41,4	44,6
13,8	19,2	26,3	34,1	39,5	41,9	40,8	36,3	29,2	21,4	15,1	12,4	42	43,3	37,7	30,1	21,2	14,6	11,6	12,8	18,0	26,2	34,7	41,6	44,6
15,0	20,4	27,2	34,7	39,7	41,9	40,8	36,7	30,0	22,5	16,3	13,6	40	43,4	38,1	30,9	22,3	15,8	12,8	13,9	19,1	27,1	35,3	41,8	44,6
16,2	21,5	28,1	35,2	39,9	41,8	40,8	37,0	30,7	23,6	17,5	14,8	38	43,4	38,5	31,7	23,3	16,9	13,9	15,1	20,2	28,0	35,8	41,9	44,5
17,5	22,6	29,0	35,7	40,0	41,7	40,8	37,4	31,5	24,6	18,7	16,1	36	43,4	38,9	32,4	24,3	18,1	15,1	16,2	21,2	28,8	36,3	42,0	44,4
18,7	23,7	29,9	36,1	40,0	41,6	40,8	37,6	32,1	25,6	19,9	17,3	34	43,4	39,2	33,0	25,3	19,2	16,2	17,4	22,3	29,6	36,7	42,0	44,3
19,9	24,8	30,7	35,5	40,0	41,4	40,7	37,9	32,8	26,6	21,1	18,5	32	43,3	39,4	33,7	26,3	20,3	17,4	18,5	23,3	30,4	37,1	42,0	44,1
21,1	25,8	31,4	36,8	40,0	41,2	40,6	38,0	33,4	27,6	22,2	19,8	30	43,1	39,6	34,3	27,2	21,4	18,5	19,6	24,3	31,1	37,5	42,0	43,9
22,3	26,8	32,2	37,1	40,0	40,9	40,4	38,2	33,9	28,5	23,3	21,0	28	43,0	39,8	34,8	28,1	22,5	19,7	20,7	25,3	31,8	37,8	41,9	43,6
23,4	27,8	32,8	37,4	39,9	40,6	40,2	38,3	34,5	29,3	24,5	22,2	26	42,8	39,9	35,3	29,0	23,5	20,8	21,8	26,3	32,5	38,0	41,8	43,3
24,6	28,8	33,5	37,6	39,7	40,3	39,9	38,3	34,9	30,2	25,5	23,3	24	42,5	40,0	35,8	29,8	24,6	21,9	22,9	27,2	33,1	38,3	41,7	43,0
25,7	29,7	34,1	37,8	39,5	40,0	39,6	38,4	35,4	31,0	26,6	24,5	22	42,2	40,1	36,2	30,6	25,6	23,0	24,0	28,1	33,7	38,4	41,4	42,6
26,8	30,6	34,7	37,9	39,3	39,5	39,3	38,3	35,8	31,8	27,7	25,6	20	41,9	40,0	36,6	31,3	26,6	24,1	25,0	28,9	34,2	38,6	41,2	42,1
27,9	31,5	35,2	38,0	39,0	39,1	38,9	38,2	36,1	32,5	28,7	26,8	18	41,5	40,0	37,0	32,1	27,5	25,1	26,0	29,8	34,7	38,7	40,9	41,7
28,9	32,3	35,7	38,1	38,7	38,6	38,5	38,1	36,4	33,2	29,6	27,9	16	41,1	39,9	37,2	32,8	28,5	26,2	27,0	30,6	35,2	38,7	40,6	41,2
29,9	33,1	36,1	38,1	38,4	38,1	38,1	38,0	36,7	33,9	30,6	28,9	14	40,6	39,7	37,5	33,4	29,4	27,2	27,9	31,3	35,6	38,7	40,2	40,6
30,9	33,8	36,5	38,0	38,0	37,6	37,6	37,8	36,9	34,5	31,5	30,0	12	40,1	39,6	37,7	34,0	30,2	28,1	28,9	32,1	36,0	38,6	39,8	40,0
31,9	34,5	36,9	37,9	37,6	37,0	37,1	37,5	37,1	35,1	32,4	31,0	10	39,5	39,3	37,8	34,6	31,1	29,1	29,8	32,8	36,3	38,5	39,3	39,4
32,8	35,2	37,2	37,8	37,1	36,3	36,5	37,2	37,2	35,6	33,3	32,0	8	38,9	39,0	37,9	35,1	31,9	30,0	30,7	33,4	36,6	38,4	38,8	38,7
33,7	35,8	37,4	37,6	36,6	35,7	35,9	36,9	37,3	36,1	34,1	32,9	6	38,3	38,7	38,0	35,6	32,7	30,9	31,5	34,0	36,8	38,2	38,2	38,0
34,6	36,4	37,6	37,4	36,0	35,0	35,3	36,5	37,3	36,6	34,9	33,9	4	37,6	38,3	38,0	36,0	33,4	31,8	32,3	34,6	37,0	38,0	37,6	37,2
35,4	37,0	37,8	37,1	35,4	34,2	34,6	36,1	37,3	37,0	35,6	34,8	2	36,9	37,9	38,0	36,4	34,1	32,6	33,1	35,2	37,1	37,7	37,0	36,4
36,2	37,5	37,9	36,8	34,8	33,4	33,9	35,7	37,2	37,4	36,3	35,6	0	36,2	37,5	37,9	36,8	34,8	33,4	33,9	35,7	37,2	37,4	36,3	35,6



Anexo 4. Cuadro de la insolación máxima diaria

$$N = \frac{24}{\pi} \omega_s \quad (\text{Ec. 34})$$

Hemisferio Norte												Lat. grad.	Hemisferio Sur											
Ene.	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.		Ene.	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
0,0	6,6	11,0	15,6	21,3	24,0	24,0	17,6	12,8	8,3	2,3	0,0	70	24,0	17,4	13,0	8,4	2,7	0,0	0,0	6,4	11,2	15,7	21,7	24,0
1,1	7,3	11,1	15,3	19,7	24,0	22,3	17,0	12,7	8,7	4,1	0,0	68	21,9	16,7	12,9	8,7	4,3	0,0	1,7	7,0	11,3	15,3	19,9	24,0
3,9	7,8	11,2	14,9	18,7	22,0	20,3	16,4	12,7	9,0	5,2	1,9	66	20,1	16,2	12,8	9,1	5,3	2,0	3,7	7,6	11,3	15,0	18,8	22,1
5,0	8,2	11,2	14,7	17,9	20,3	19,2	16,0	12,6	9,3	6,0	3,7	64	19,0	15,8	12,8	9,3	6,1	3,7	4,8	8,0	11,4	14,7	18,0	20,3
5,7	8,5	11,3	14,4	17,3	19,2	18,4	15,7	12,6	9,5	6,6	4,8	62	18,3	15,5	12,7	9,6	6,7	4,8	5,6	8,3	11,4	14,5	17,4	19,2
6,4	8,8	11,4	14,2	16,8	18,4	17,7	15,3	12,5	9,7	7,1	5,6	60	17,6	15,2	12,6	9,8	7,2	5,6	6,3	8,7	11,5	14,3	16,9	18,4
6,9	9,1	11,4	14,1	16,4	17,8	17,2	15,1	12,5	9,9	7,5	6,2	58	17,1	14,9	12,6	9,9	7,6	6,2	6,8	8,9	11,5	14,1	16,5	17,8
7,3	9,3	11,5	13,9	16,0	17,3	16,8	14,8	12,4	10,1	7,9	6,7	56	16,7	14,7	12,5	10,1	8,0	6,7	7,2	9,2	11,6	13,9	16,1	17,3
7,7	9,5	11,5	13,8	15,7	16,8	16,4	14,6	12,4	10,2	8,2	7,1	54	16,3	14,5	12,5	10,2	8,3	7,2	7,6	9,4	11,6	13,8	15,8	16,9
8,0	9,7	11,5	13,6	15,4	16,5	16,0	14,4	12,4	10,3	8,5	7,5	52	16,0	14,3	12,5	10,4	8,6	7,5	8,0	9,6	11,6	13,7	15,5	16,5
8,3	9,8	11,6	13,5	15,2	16,1	15,7	14,3	12,3	10,4	8,7	7,9	50	15,7	14,2	12,4	10,5	8,8	7,9	8,3	9,7	11,7	13,6	15,3	16,1
8,6	10,0	11,6	13,4	15,0	15,8	15,5	14,1	12,3	10,6	9,0	8,2	48	15,4	14,0	12,4	10,6	9,0	8,2	8,5	9,9	11,7	13,4	15,0	15,8
8,8	10,1	11,6	13,3	14,8	15,5	15,2	14,0	12,3	10,7	9,2	8,5	46	15,2	13,9	12,4	10,7	9,2	8,5	8,8	10,0	11,7	13,3	14,8	15,5
9,1	10,3	11,6	13,2	14,6	15,3	15,0	13,8	12,3	10,7	9,4	8,7	44	14,9	13,7	12,4	10,8	9,4	8,7	9,0	10,2	11,7	13,3	14,6	15,3
9,3	10,4	11,7	13,2	14,4	15,0	14,8	13,7	12,3	10,8	9,6	9,0	42	14,7	13,6	12,3	10,8	9,6	9,0	9,2	10,3	11,7	13,2	14,4	15,0
9,5	10,5	11,7	13,1	14,2	14,8	14,6	13,6	12,2	10,9	9,7	9,2	40	14,5	13,5	12,3	10,9	9,8	9,2	9,4	10,4	11,8	13,1	14,3	14,8
9,6	10,6	11,7	13,0	14,1	14,6	14,4	13,5	12,2	11,0	9,9	9,4	38	14,4	13,4	12,3	11,0	9,9	9,4	9,6	10,5	11,8	13,0	14,1	14,6
9,8	10,7	11,7	12,9	13,9	14,4	14,2	13,4	12,2	11,1	10,1	9,6	36	14,2	13,3	12,3	11,1	10,1	9,6	9,8	10,6	11,8	12,9	13,9	14,4
10,0	10,8	11,8	12,9	13,8	14,3	14,1	13,3	12,2	11,1	10,2	9,7	34	14,0	13,2	12,2	11,1	10,2	9,7	9,9	10,7	11,8	12,9	13,8	14,3
10,1	10,9	11,8	12,8	13,6	14,1	13,9	13,2	12,2	11,2	10,3	9,9	32	13,9	13,1	12,2	11,2	10,4	9,9	10,1	10,8	11,8	12,8	13,7	14,1
10,3	11,0	11,8	12,7	13,5	13,9	13,8	13,1	12,2	11,3	10,5	10,1	30	13,7	13,0	12,2	11,3	10,5	10,1	10,2	10,9	11,8	12,7	13,5	13,9
10,4	11,0	11,8	12,7	13,4	13,8	13,6	13,0	12,2	11,3	10,6	10,2	28	13,6	13,0	12,2	11,3	10,6	10,2	10,4	11,0	11,8	12,7	13,4	13,8
10,5	11,1	11,8	12,6	13,3	13,6	13,5	12,9	12,1	11,4	10,7	10,4	26	13,5	12,9	12,2	11,4	10,7	10,4	10,5	11,1	11,9	12,6	13,3	13,6
10,7	11,2	11,8	12,6	13,2	13,5	13,3	12,8	12,1	11,4	10,8	10,5	24	13,3	12,8	12,2	11,4	10,8	10,5	10,7	11,2	11,9	12,6	13,2	13,5
10,8	11,3	11,9	12,5	13,1	13,3	13,2	12,8	12,1	11,5	10,9	10,7	22	13,2	12,7	12,1	11,5	10,9	10,7	10,8	11,2	11,9	12,5	13,1	13,3
10,9	11,3	11,9	12,5	12,9	13,2	13,1	12,7	12,1	11,5	11,0	10,8	20	13,1	12,7	12,1	11,5	11,1	10,8	10,9	11,3	11,9	12,5	13,0	13,2
11,0	11,4	11,9	12,4	12,8	13,1	13,0	12,6	12,1	11,6	11,1	10,9	18	13,0	12,6	12,1	11,6	11,2	10,9	11,0	11,4	11,9	12,4	12,9	13,1
11,1	11,5	11,9	12,4	12,7	12,9	12,9	12,5	12,1	11,6	11,2	11,1	16	12,9	12,5	12,1	11,6	11,3	11,1	11,1	11,5	11,9	12,4	12,8	12,9
11,3	11,6	11,9	12,3	12,6	12,8	12,8	12,5	12,1	11,7	11,3	11,2	14	12,7	12,4	12,1	11,7	11,4	11,2	11,2	11,5	11,9	12,3	12,7	12,8
11,4	11,6	11,9	12,3	12,6	12,7	12,6	12,4	12,1	11,7	11,4	11,3	12	12,6	12,4	12,1	11,7	11,4	11,3	11,4	11,6	11,9	12,3	12,6	12,7
11,5	11,7	11,9	12,2	12,5	12,6	12,5	12,3	12,1	11,8	11,5	11,4	10	12,5	12,3	12,1	11,8	11,5	11,4	11,5	11,7	11,9	12,2	12,5	12,6
11,6	11,7	11,9	12,2	12,4	12,5	12,4	12,3	12,0	11,8	11,6	11,5	8	12,4	12,3	12,1	11,8	11,6	11,5	11,6	11,7	12,0	12,2	12,4	12,5
11,7	11,8	12,0	12,1	12,3	12,3	12,3	12,2	12,0	11,9	11,7	11,7	6	12,3	12,2	12,0	11,9	11,7	11,7	11,7	11,8	12,0	12,1	12,3	12,3
11,8	11,9	12,0	12,1	12,2	12,2	12,2	12,1	12,0	11,9	11,8	11,8	4	12,2	12,1	12,0	11,9	11,8	11,8	11,9	12,0	12,1	12,2	12,2	12,2
11,9	11,9	12,0	12,0	12,1	12,1	12,1	12,1	12,0	12,0	11,9	11,9	2	12,1	12,1	12,0	12,0	11,9	11,9	11,9	12,0	12,0	12,1	12,1	12,1
12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0

¹ Los valores de N durante el día 15^{avo} del mes, proveen una buena estimación (error <1%) de N promediada sobre todos los días del mes. Solamente en casos de latitudes muy elevadas (mayores a 55° N o S) y durante los meses invernales, las desviaciones podrían ser mayores al 1 %.

Anexo 5. Validación de Juicio de Expertos

Investigador: MARISOL LISBETH HUANQUI SALAS		D.N.I. N°: 70134942				
Título de la investigación: EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA BAJO CONDICIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CUENCA DEL RIO LAMPA PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA AL SISTEMA DE RIEGO TOBECALEN, PUNO - 2023						
Instrumento e Indicador: Software ArcGIS - Software WEAP						
Universidad: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez						
Experto: Arelmi Beltramé Tito				D.N.I. N°: 02439564		
Grado académico: Doctor (x) Magíster () Otros () Especifique:						
Institución donde labora:						
INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-50%	Bueno 51-70%	Muy Bueno 71-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Utiliza lenguaje apropiado			X		
OBJETIVIDAD	Expresa conducta observable			X		
ACTUALIDAD	Acorde al avance de la ciencia y tecnología			X		
ORGANIZACIÓN	Persigue una organización lógica			X		
SUFICIENCIA	La cantidad de ítems presenta calidad y es suficiente			X		
CONSISTENCIA	Sustenta aspectos teóricos, científicos acordes a la tecnología educativa			X		
COHERENCIA	Variables, dimensiones e indicadores están relacionados			X		
METODOLOGÍA	Persigue los objetivos a lograr en la investigación			X		
PERTINENCIA	Es adecuado al tipo de investigación			X		
PROMEDIO DE VALIDACIÓN				100%		

Considerar las siguientes observaciones

Fecha de evaluación (d-m-a): Juliaca, 01/07/2024

UNIVERSIDAD ANDINA
"NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
Dra. Arelmi Beltramé Tito
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

Firma




VALIDEZ DE INSTRUMENTO

Investigador: MARISOL LISBETH HUANQUI SALAS		D.N.I. N°: 70134942				
Título de la investigación: EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA BAJO CONDICIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CUENCA DEL RIO LAMPA PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA AL SISTEMA DE RIEGO TOBECALEN, PUNO - 2023						
Instrumento e Indicador: Software ArcGIS - Software WEAP						
Universidad: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez						
Experto: Arelmi Beltramé Tito		D.N.I. N°: 02439564				
Grado académico: Doctor (x) Magíster () Otros () Especifique:						
Institución donde labora:						
INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-50%	Buena 51-70%	Muy Buena 71-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Utiliza lenguaje apropiado			X		
OBJETIVIDAD	Expresa conducta observable			X		
ACTUALIDAD	Acorde al avance de la ciencia y tecnología				X	
ORGANIZACIÓN	Persigue una organización lógica			X		
SUFICIENCIA	La cantidad de ítems presenta calidad y es suficiente			X		
CONSISTENCIA	Sustenta aspectos teóricos, científicos acordes a la tecnología educativa			X		
COHERENCIA	Variables, dimensiones e indicadores están relacionados			X		
METODOLOGÍA	Persigue los objetivos a lograr en la investigación			X		
PERTINENCIA	Es adecuado al tipo de investigación			X		
PROMEDIO DE VALIDACIÓN					70%	

Considerar las siguientes observaciones

Ninguna

Fecha de evaluación (d-m-a): Juliaca, 11 / 03 / 2024



Jimmy Casasaca Paychamaca
INGENIERO CIVIL
CIP: 340785

Firma



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 29-10-2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: MARISOL LISBETH HUANQUI SALAS

Dirección: JR. PUNO M2L L18 NICASIO

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70134942

Teléfono: 984411876 email: marisollis2017@gmail.com

Nombres y Apellidos:

Dirección:

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°:

Teléfono: email:

Facultad y/o Escuela de Posgrado: FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL

Título o Grado Académico a optar: TITULO PROFESIONAL DE 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: EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA BASO CONDICIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CUENCA DEL RIO LAMPA PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA AL SISTEMA DE RIEGO TOBECALEN, PUNO-2023

Palabras claves, (3 a 5 términos): CAMBIO CLIMATICO, ABASTECIMIENTO DE AGUA, SISTEMA DE RIEGO

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

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 - P22


Firma de Autor



huella digital

29-10-2024
Fecha