



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 con
relación al abastecimiento de la población de Carhuamayo, Junín,
2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Lamadrid Jordan, Marcel Jorge (ORCID: 0000-0002-7663-5032)

Ninalaya Ayra, Helen Patricia (ORCID: 0000-0002-7989-3395)

ASESOR:

Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales (ORCID: 0000-0003-1504-2089)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA - PERÚ

2020

DEDICATORIA

A mis amados padres Elsa Ayra Fuero, Dominico Ayra Arzapalo y Macedonia Fuero Condor, por ser mi motor y motivo para salir adelante, por la confianza y el apoyo incondicional que siempre me ofrecen; a mis hermanos Henry y Beatriz por confiar en mí y alentarme en este gran paso en mi vida como profesional.

A mis padres Marcel Lamadrid Neyra y Vivian Jordan Herrera que me motivaron a alcanzar mis sueños en cada etapa de mi vida, siendo una fuente de apoyo incondicional y a mis tías por motivarme para poder culminar la carrera profesional.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por mantenernos con salud y guiarnos por el camino correcto.

A nuestro asesor Dr. Elmer Benites Alfaro por su apoyo, guía y confiar en nosotros en la realización de la tesis.

Al Dr. Juan Julio Ordoñez Gálvez por su valioso apoyo, disponibilidad de tiempo y paciencia en cada consulta realizada.

Al Geomático Johnny Huamani Unoc por su cooperación en el manejo de software y orientarnos en el desarrollo de la tesis.

A la Universidad César Vallejo y a nuestros maestros por la calidad de enseñanza en conocimientos y valores.

Al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI por brindarnos la información necesaria para el desarrollo del trabajo de investigación.

A la Municipalidad Distrital de Carhuamayo y sus amables pobladores por ser el pilar fundamental en la investigación.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	vi
Índice de gráficos	viii
Índice de figuras	ix
Resumen	xii
Abstract.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	34
3.1. Tipo y diseño de investigación	35
3.2. Variables y operacionalización	36
3.3. Población, muestra, muestreo.....	36
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	37
3.4.1. Validez y confiabilidad del instrumento	39
3.5. Procedimientos	40
3.5.1. Reconocimiento y diagnóstico de la zona de estudio	40
3.5.2. Delimitación de la microcuenca Yanacocha	42
3.5.3. Toma de muestras de agua, suelo y cobertura vegetal	44
3.5.4. Tratamiento de la información meteorológica.....	59
3.5.5. Regionalización de precipitación y temperatura para la microcuenca ..	62
3.5.6. Elaboración de isoyetas e isotermas.....	64
3.5.7. Modelo de balance hídrico	65
3.5.8. Determinación del crecimiento poblacional	69
3.5.9. Determinación de la dotación del agua	70
3.5.10. Determinación de la sostenibilidad hídrica	72
3.5.11. Encuesta poblacional sobre la cultura del agua	73
3.6. Método de análisis de datos.....	76

3.7. Aspectos éticos	76
IV. RESULTADOS	77
4.1. Caracterización de la zona de estudio	78
4.2. Mapa de la microcuenca Yanacocha	79
4.3. Calidad del agua de la laguna Yanacocha	80
4.4. Calidad del suelo del entorno de la laguna Yanacocha	80
4.5. Cobertura vegetal	81
4.5.1. Porcentaje de cobertura vegetal	81
4.5.2. Tipos de cobertura vegetal	85
4.6. Análisis y extensión de los parámetros meteorológicos	88
4.6.1. Estaciones meteorológicas convencionales	88
4.6.2. Parámetros meteorológicos	88
4.7. Generación de variables meteorológicas para la microcuenca	100
4.7.1. Mapa de estaciones virtuales.....	100
4.7.2. Datos de precipitación decadal para la microcuenca Yanacocha.....	101
4.7.3. Datos de temperatura decadal para la microcuenca Yanacocha.....	103
4.8. Mapa de isoyeta de la microcuenca Yanacocha (2020-2030)	109
4.9. Mapas de isoterma de la microcuenca Yanacocha (2020-2030)	110
4.10. Mapa de biotemperatura de la microcuenca Yanacocha (2020-2030)...	113
4.11. Mapa de evapotranspiración de microcuenca Yanacocha (2020-2030)	114
4.12. Mapa de balance hídrico de la microcuenca Yanacocha (2020-2030) ..	115
4.13. Escenarios de balance hidrológico (2020-2030).....	116
4.14. Proyección y escenarios de crecimiento poblacional (2020-2030)	117
4.15. Escenarios de dotación de agua	120
4.16. Sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030.....	120
4.16.1. Escenarios de demanda hídrica de Carhuamayo (2020-2030)	120
4.16.2. Escenarios de oferta hídrica de la laguna Yanacocha (2020-2030) .	121
4.16.3. Escenarios de sostenibilidad hídrica periodo 2020-2030.....	122
4.17. Nivel de cultura de agua de la población de Carhuamayo.....	123
4.18. Análisis inferencial de datos	140
V. DISCUSIÓN	146
VI. CONCLUSIONES	154
VII. RECOMENDACIONES	157

REFERENCIAS	159
ANEXOS	177

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Contenido de materia orgánica basada en el color del suelo	27
Tabla 2. Nivel de materia orgánica	27
Tabla 3. Criterios USDA para la interpretación del pH.....	28
Tabla 4. Rangos de pH y sus efectos en el suelo	28
Tabla 5. Nivel de salinidad del suelo	29
Tabla 6. Interpretación de la conductividad eléctrica en el suelo	29
Tabla 7. Etapas, técnicas e instrumentos del proyecto de investigación	38
Tabla 8. Promedio de validación de expertos.....	39
Tabla 9. Confiabilidad del cuestionario “cultura del agua”	40
Tabla 10. Valor promedio de profundidad de la laguna Yanacocha	41
Tabla 11. Registro para el muestreo de agua	48
Tabla 12. Registro para el muestreo de suelo	55
Tabla 13. Registro de imágenes satelitales para la microcuenca	57
Tabla 14. Dotación de agua por criterios.....	72
Tabla 15. Ubicación de la zona de estudio.....	78
Tabla 16. Resultados de la calidad del agua de la laguna Yanacocha	80
Tabla 17. Resultados de la calidad del suelo del entorno de la laguna	81
Tabla 18. Hectáreas de las coberturas de la microcuenca Yanacocha	81
Tabla 19. Tipos de cobertura vegetal y especies representativas	86
Tabla 20. Estaciones meteorológicas convencionales	88
Tabla 21. Registros de precipitación anual corregidos, completados (1970-2019) y proyectados (2020-2030)	92
Tabla 22. Ecuaciones para proyección de precipitación anual al 2030.....	91
Tabla 23. Ecuaciones para proyección de temperatura máxima anual al 2030	96
Tabla 24. Ecuaciones para proyección de temperatura mínima anual al 2030	97
Tabla 25. Registros de temperatura máxima anual completadas (1970-2019) y proyectadas (2020-2030)	98
Tabla 25. Registros de temperatura mínima anual completadas (1970-2019) y	

proyectadas (2020-2030)	99
Tabla 27. Coordenadas UTM y altitud de las estaciones virtuales	101
Tabla 28. Ecuaciones para análisis decadal de precipitación	101
Tabla 29. Precipitación promedio decadal (mm) para la microcuenca	102
Tabla 30. Ecuaciones para análisis decadal de temperatura máxima	103
Tabla 31. Temperatura máxima promedio decadal para la microcuenca	103
Tabla 32. Ecuaciones para análisis decadal de temperatura mínima	104
Tabla 33. Temperatura mínima promedio decadal para la microcuenca	105
Tabla 34. Ecuaciones para análisis decadal de temperatura promedio.....	106
Tabla 35. Temperatura promedio decadal para la microcuenca	106
Tabla 36. Promedio mensual de precipitación - Estación Junín (2005-2019)	107
Tabla 37. Promedio mensual de temperatura - Estación Junín (2005-2019)	108
Tabla 38. Balance hídrico decadal promedio	116
Tabla 39. Población censada de Carhuamayo (2000-2015).....	117
Tabla 40. Proyección poblacional del distrito de Carhuamayo (2016-2030)	118
Tabla 41. Escenarios de dotación de agua	120
Tabla 42. Escenarios de demanda hídrica (periodo 2020-2030)	120
Tabla 43. Escenarios de oferta hídrica (periodo 2020-2030).....	121
Tabla 44. Escenarios de sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha (periodo 2020-2030).....	122
Tabla 45. Rangos de nivel de cultura de agua	123
Tabla 46. Nivel de cultura del agua del distrito de Carhuamayo - 2019.....	124
Tabla 47. Resultado de encuestas sobre el cuidado de la laguna Yanacocha ...	124
Tabla 48. Resultado de encuestas sobre campañas para el cuidado del agua ..	125
Tabla 49. Resultado de encuestas sobre la contaminación de la laguna	126
Tabla 50. Resultado de encuestas sobre la preservación de la laguna	127
Tabla 51. Resultado de encuestas sobre el agotamiento del agua	128
Tabla 52. Resultado de encuestas sobre el consumo de agua domiciliar	129
Tabla 53. Resultado de encuestas sobre el uso necesario del agua	130
Tabla 54. Resultado de encuestas sobre el abastecimiento de agua	131
Tabla 55. Resultado de encuestas sobre la necesidad del agua para la vida.....	132
Tabla 56. Resultado de encuestas sobre el uso del agua en la agricultura	132
Tabla 57. Resultado de encuestas sobre el uso del agua en la ganadería.....	133

Tabla 58. Resultado de encuestas sobre la reutilización del agua	134
Tabla 59. Resultado de encuestas sobre la verificación de las conexiones.....	135
Tabla 60. Resultado de encuestas sobre el ahorro del agua.....	136
Tabla 61. Resultado de encuestas sobre el aprovechamiento de las lluvias	137
Tabla 62. Resultado de la encuesta según enfoques	138
Tabla 63. Prueba de normalidad	140
Tabla 64. Prueba de correlación entre la sostenibilidad y el balance hídrico	141
Tabla 65. Prueba de correlación entre la sostenibilidad y la oferta hídrica	142
Tabla 66. Prueba de correlación entre la sostenibilidad y la demanda hídrica ..	143
Tabla 67. Prueba de correlación entre la sostenibilidad hídrica y el nivel de cultura del agua	144
Tabla 68. Prueba de correlación entre la sostenibilidad hídrica con la oferta y demanda hídrica	145

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Porcentajes de los tipos de coberturas de la microcuenca.....	85
Gráfico 2. Comportamiento anual de precipitación (2005-2019).....	89
Gráfico 3. Corrección de la estación Cerro de Pasco.....	90
Gráfico 4. Acumuladas de Cerro de Pasco – Carhuacayan.....	90
Gráfico 5. Diagrama de Doble masa (Estación Patrón-Junín)	91
Gráfico 6. Tendencia de la precipitación anual (1970-2019)	93
Gráfico 7. Comportamiento de temperatura máxima media anual (2005-2019) ...	94
Gráfico 8. Diagrama de Doble masa Estación La Oroya - Estación Patrón	95
Gráfico 9. Diagrama de Doble masa Estación Yantac - Estación Patrón	95
Gráfico 10. Diagrama de Doble masa Estación Junín – Estación Patrón	95
Gráfico 11. Comportamiento de temperatura mínima anual (2005-2019)	96
Gráfico 12. Diagramas de Doble masa Estación Junín / Yantac vs Patrón.....	97
Gráfico 13. Tendencia de precipitación promedio decadal	102
Gráfico 14. Tendencia de temperatura máxima decadal	104
Gráfico 15. Tendencia de temperatura mínima decadal	105
Gráfico 16. Tendencia de temperatura promedio decadal.....	106
Gráfico 17. Variación de precipitación promedio mensual - Estación Junín	107

Gráfico 18. Variación de temperatura promedio mensual - Estación Junín	108
Gráfico 19. Escenarios del balance hídrico (periodo 2020-2030)	116
Gráfico 20. Diagrama de población de Carhuamayo vs años (2000–2015).....	117
Gráfico 21. Tendencia poblacional del distrito de Carhuamayo al 2030	118
Gráfico 22. Escenarios de población (periodo 2020-2030).....	119
Gráfico 23. Análisis de la encuesta sobre el cuidado de la laguna	125
Gráfico 24. Análisis de la encuesta sobre campañas para el cuidado del agua .	126
Gráfico 25. Análisis de la encuesta sobre la contaminación de la laguna	127
Gráfico 26. Análisis de la encuesta sobre la preservación de la laguna	128
Gráfico 27. Análisis de la encuesta sobre el agotamiento del agua	128
Gráfico 28. Análisis de la encuesta sobre el consumo de agua domiciliar	129
Gráfico 29. Análisis de la encuesta sobre el uso necesario del agua	130
Gráfico 30. Análisis de la encuesta sobre el abastecimiento de agua	131
Gráfico 31. Análisis de la encuesta sobre la necesidad del agua para la vida	132
Gráfico 32. Análisis de la encuesta sobre el uso del agua en la agricultura	133
Gráfico 33. Análisis de la encuesta sobre el uso del agua en la ganadería	134
Gráfico 34. Análisis de la encuesta sobre la reutilización del agua.....	135
Gráfico 35. Análisis de la encuesta sobre la verificación de las conexiones	136
Gráfico 36. Análisis de la encuesta sobre el ahorro del agua	137
Gráfico 37. Análisis de la encuesta sobre el aprovechamiento de lluvias	137

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Triangulo de textura	26
Figura 2. Vista satelital del área de estudio	40
Figura 3. Puntos de muestreo de profundidad de la laguna	41
Figura 4. Obtención del volumen de la laguna Yanacocha.....	41
Figura 5. Flujo de modelamiento para mapa de delimitación de microcuenca.....	43
Figura 6. Técnica de cuadrillas para lagunas	45
Figura 7. Herramientas y materiales para muestreo de agua	46
Figura 8. Georreferenciación de la laguna Yanacocha.....	46
Figura 9. Toma de muestra de agua de la laguna Yanacocha	47
Figura 10. Preservación de muestras de agua	48

Figura 11. Flujo de muestreo de agua.....	49
Figura 12. Muestreo no probabilístico del suelo por conveniencia.....	50
Figura 13. Técnica de cuarteo para muestras superficiales	51
Figura 14. Herramientas y materiales para muestreo de suelo	52
Figura 15. Limpieza, delimitación y calicata	53
Figura 16. Extracción de muestra y tamizado.....	53
Figura 17. Partición de muestra mediante el cuarteo	54
Figura 18. Almacenamiento y etiquetado de muestras.....	54
Figura 19. Flujo de muestreo de suelo	56
Figura 20. Flujo de modelamiento para mapa de cobertura vegetal	58
Figura 21. Ubicación de estaciones meteorológicas convencionales	59
Figura 22. Flujo de modelamiento para mapas de isoyetas e isotermas	65
Figura 23. Flujo de modelamiento para mapa de biotemperatura	67
Figura 24. Flujo de modelamiento para mapa de evapotranspiración	68
Figura 25. Flujo de modelamiento para mapa de balance hídrico	69
Figura 26. Actividad ganadera en la microcuenca.....	71
Figura 27. Encuestas sobre la cultura del agua en Carhuamayo	74
Figura 28. Diagrama de procedimiento	75
Figura 29. Mapa de la microcuenca Yanacocha.....	79
Figura 30. Mapa de cobertura vegetal del 1989	82
Figura 31. Mapa de cobertura vegetal del 1999	83
Figura 32. Mapa de cobertura vegetal del 2019	84
Figura 33. Vegetación de la microcuenca Yanacocha.....	86
Figura 34. Especies más comunes en la microcuenca Yanacocha	87
Figura 35. Mapa de las estaciones virtuales de la microcuenca Yanacocha	100

ANEXOS

- Anexo 1. Operacionalización de variables
- Anexo 2. Matriz de consistencia
- Anexo 3. Registro de ubicación de la zona de estudio
- Anexo 4. Registro para toma de muestras de agua, suelo y cobertura vegetal

Anexo 5. Registro de temperatura, precipitación y poblacional censada
Anexo 6. Cuestionario: Nivel de cultura del agua
Anexo 7. Registro de resultados
Anexo 8. Validación de instrumentos
Anexo 9. Registros fotográficos laguna Yanacocha – Junín
Anexo 10. Autorización de la Municipalidad Distrital de Carhuamayo
Anexo 11. Demarcación política de la cuenca del Mantaro
Anexo 12. Modelo para generar la microcuenca
Anexo 13. Requisitos mínimos para ensayos de muestra de agua
Anexo 14. Cadena de custodia de agua – ALAB
Anexo 15. Cadena de custodia de suelo – ALAB
Anexo 16. Análisis de agua del laboratorio acreditado ALAB
Anexo 17. Análisis de suelo del laboratorio acreditado ALAB
Anexo 18. Solicitud de registros históricos al SENAMHI
Anexo 19. Confirmación de entrega de datos meteorológicos
Anexo 20. Precipitación mensual (mm/mes) del periodo 1970-2019
Anexo 21. Temperatura máxima del aire (°C) del periodo 1970-2019
Anexo 22. Temperatura mínima del aire (°C) del periodo 1970-2019
Anexo 23. Modelo para generar mapas de isoyetas e isotermas
Anexo 24. Mapas de isoyetas promedio a nivel decadal
Anexo 25. Mapas de isotermas máximas a nivel decadal
Anexo 26. Mapas de isotermas mínimas a nivel decadal
Anexo 27. Mapas de isotermas promedios a nivel decadal
Anexo 28. Declaratoria de originalidad de autores
Anexo 29. Declaratoria de autenticidad del asesor
Anexo 30. Acta de sustentación de tesis
Anexo 31. Autorización de publicación en repositorio institucional
Anexo 32. Autorización de la versión final del trabajo de investigación
Anexo 33. Pantallazo del Software Turnitin

Resumen

El indebido uso del agua, el crecimiento poblacional, los efectos del cambio climático como la disminución de la precipitación, el aumento de la temperatura y la desaparición de los glaciares, hacen cada vez más escaso la disponibilidad del agua, y como consecuencia una mayor presión sobre los recursos hídricos superficiales. La laguna Yanacocha (Junín) es la principal fuente de suministro de agua del distrito de Carhuamayo. Siendo así, esta investigación buscó determinar la sostenibilidad hídrica de la laguna al 2030 con relación al abastecimiento de esta población. Para estimar los parámetros de precipitación y temperatura en la microcuenca Yanacocha, se realizó la regionalización del periodo 1970 al 2019 con información del SENAMHI. Además, se evaluó los indicadores de sostenibilidad (calidad del agua-suelo y cobertura vegetal), el nivel de cultura del agua de los pobladores y se estimó escenarios de sostenibilidad hídrica para el 2030 en función de la oferta y demanda hídrica. Los resultados mostraron 18 escenarios de sostenibilidad del agua entre optimistas, de estabilización y pesimistas, todos ellos favorables y positivos, con un nivel medio-alto de cultura del agua en la comunidad. Por lo tanto, este estudio permite a los tomadores de decisiones buscar estrategias de prevención para mitigar el impacto ambiental, social y económico.

Palabras clave: *Abastecimiento de agua, laguna, proyección climática, recurso hídrico, sostenibilidad*

Abstract

The misuse of water, population growth, the effects of climate change such as decreased precipitation, increased temperature and the disappearance of glaciers, make water availability increasingly scarce, and as a consequence increased pressure on surface water resources. Yanacocha Lagoon (Junín) is the main source of water supply for the district of Carhuamayo. Thus, this investigation sought to determine the water sustainability of the lagoon by 2030 in relation to the supply of this population. To estimate the parameters of precipitation and temperature in Yanacocha microbasin, the regionalization of the period 1970 to 2019 was carried out with information from SENAMHI. In addition, sustainability indicators were evaluated (water-soil quality and plant coverage), the level of water culture of the population and water sustainability scenarios were estimated for 2030 based on water supply and demand. The results showed 18 scenarios of water sustainability between optimists, stabilization and pessimists, all of them favourable and positive, with a medium-high level of water culture in the community. Therefore, this study allows decision makers to seek prevention strategies to mitigate environmental, social and economic impact.

Keywords: *Water supply, lagoon, climate projection, water resources, sustainability*

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los recursos más preciados e indispensables en la Tierra es el agua dulce, recurso esencial para mantener el funcionamiento adecuado del sistema ecológico, la biodiversidad y el desarrollo socioeconómico a nivel mundial. En el Perú el indebido uso de los recursos hídricos en diversas actividades como la industria, inadecuadas prácticas agrícolas, el crecimiento de la población y los efectos del cambio climático como la disminución de la precipitación en las latitudes medias, el aumento de la temperatura y la desaparición de los glaciares (IPCC, 2019), hacen cada vez más escasa la disponibilidad del agua, generándose una mayor presión sobre los recursos hídricos presentes en cuerpos de agua superficiales entre ellos los ríos, lagos, lagunas, lo cual afecta la calidad del agua y amenaza el desarrollo sostenible en el mundo (ONU-AGUA, 2019); además se presenta el problema de gobernanza del agua por la gran demanda de este recurso. (HENDRIKS y BOELENS, 2016).

La UNESCO (2019), dio a conocer que en el 2025 los dos tercios de la población tendrán problemas con el abastecimiento del agua y para el 2050 se incrementará la demanda de agua en un 55%. En consecuencia, en el año 2015 los países adoptaron como estrategia la Agenda 2030 sobre los diecisiete Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que se interrelacionan y refuerzan mutuamente, siendo fundamental las metas relacionadas con el agua como el objetivo 6 que pretende garantizar la gestión integral, la disponibilidad y el saneamiento del recurso hídrico en beneficio de todos, buscando contribuir con la salud, el bienestar de la sociedad, la conservación de la biodiversidad y ecosistemas, entre otros. (ONU-AGUA, 2019).

En el departamento de Junín, la cuenca que satisface del recurso hídrico para las poblaciones es el río Mantaro con una superficie de 34,546,51 Km², además la cuenca está conformada aproximadamente por 6,717 lagunas y lagos (ANA, 2015), encontrándose esta cuenca amenazada por el mal manejo del recurso agua en el área ganadera y por los vertimientos de pasivos ambientales mineros (ANA, 2018). Además, el INEI (2019) indicó que en las zonas rurales un 24,8% de la población no tiene acceso a agua por red pública, de los cuales el 4.7% disponen del agua proveniente de pozos, el 0.8% de camiones cisterna, el 4.6% de otras fuentes y el 14.6% de fuentes naturales como ríos, manantiales o lagunas siendo

estas muy importantes en todo el planeta. El área de estudio comprende la laguna Yanacocha que se localiza en la provincia y departamento de Junín, que es manejada como principal fuente de suministro de agua para los pobladores del distrito de Carhuamayo, mostrándose en los alrededores de la laguna la existencia tanto de fauna como de flora endémica, afloramiento de aguas, presencia de minerales y actividades agrícolas y ganaderas (Anexo 9).

Sin embargo, la falta de manejo, cuidado y uso irracional de la laguna Yanacocha, puede conllevar al desequilibrio del ecosistema, el deterioro paisajístico y un impacto socioeconómico, por lo tanto, es *importante* el estudio de la sostenibilidad hídrica debido al agotamiento del agua dulce que satisface las necesidades humanas básicas y que influye en el buen funcionamiento de los ecosistemas al permitir el equilibrio de los componentes físicos, biológicos y químicos de la laguna. Además, este trabajo de investigación tiene por *finalidad* determinar escenarios de sostenibilidad de la laguna Yanacocha al 2030 como fuente de abastecimiento de la comunidad de Carhuamayo que permita a los tomadores de decisiones buscar estrategias de prevención de manera que se minimice el impacto ambiental y social.

Es por ello que el presente trabajo de investigación procura resolver el siguiente problema general: ¿Cuál es la sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 con relación al abastecimiento de la población de Carhuamayo?, además de los problemas específicos: ¿Cómo la sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 se relaciona con el comportamiento de la precipitación y temperatura, para el abastecimiento de la población de Carhuamayo?, ¿Cómo la sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 se relaciona con la disponibilidad del recurso hídrico, para el abastecimiento de la población de Carhuamayo? y ¿Cómo la sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 se relaciona con la caracterización de la comunidad, para el abastecimiento de la población de Carhuamayo?.

Para justificar la investigación se tomó en cuenta que la laguna Yanacocha es la única fuente de abastecimiento para la población de Carhuamayo. Por ende, el aporte social de la investigación fue dar a conocer a la población la calidad del

agua de la laguna como fuente natural que provee de agua para las actividades cotidianas, además del comportamiento de la precipitación y temperatura en las últimas cinco décadas (1970 – 2019) y la proyección al 2030, así también se realizó encuestas para medir el nivel de percepción de los pobladores sobre la cultura del agua enfocada en la contaminación, valor, escasez, preservación y necesidad del agua, dicha información beneficiará a las autoridades de Carhuamayo en la toma de decisiones para optar por medidas preventivas ante cualquier escenario y la respuesta de la comunidad es recibir la información para trabajar de manera conjunta en la minimización de impactos para evitar la disminución de la disponibilidad del agua de la laguna en un futuro, logrando de manera conjunta contribuir con la sostenibilidad de la laguna Yanacocha.

Asimismo, la escasez de información respecto a las fuentes naturales de agua para el abastecimiento de poblaciones altoandinas son poco conocidas, siendo la realidad de la laguna Yanacocha en el distrito de Carhuamayo, brindando el estudio un aporte al conocimiento sobre la línea base respecto a la disminución decadal de la cobertura vegetal de la microcuenca Yanacocha (1989, 1999 y 2019), la calidad del agua y suelo de la laguna y su entorno respectivamente, el comportamiento de las variables meteorológicas decadales de la precipitación media y la temperatura mínima y máxima (1970 al 2019), la disponibilidad y demanda hídrica, además se brindó diferentes escenarios de sostenibilidad hídrica al 2030 de la laguna Yanacocha.

Para finalizar, el aporte práctico del proyecto fue determinar si la laguna como principal fuente de abastecimiento de la población será sostenible mediante escenarios de oferta y demanda hídrica para la década 2020-2030, por ende, esta investigación propone dieciocho escenarios con la finalidad de que los tomadores de decisiones puedan optar por el escenario más sostenible que permita mantener o incrementar este recurso natural para satisfacer las necesidades de los pobladores en un futuro, por lo tanto, la investigación sirve como base a la Municipalidad Distrital de Carhuamayo para promover estrategias y gestionar de manera integral los recursos hídricos, además de la preservación de las fuentes hídricas superficiales altoandinas.

En respuesta a los problemas se planteó como objetivo general: Determinar la sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 con relación al abastecimiento de la población de Carhuamayo, y como objetivos específicos: Evaluar la sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 con relación al comportamiento de la precipitación y temperatura, para el abastecimiento de la población de Carhuamayo; evaluar la sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 con relación a la disponibilidad del recurso hídrico, para el abastecimiento de la población de Carhuamayo y por último evaluar la sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 con relación a la caracterización de la comunidad, para el abastecimiento de la población de Carhuamayo.

De esta manera se procura verificar la hipótesis general: Existe sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 con relación al abastecimiento de la población de Carhuamayo y las hipótesis específicas: Existe sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 con relación al comportamiento de la precipitación y temperatura, para el abastecimiento de la población de Carhuamayo; existe sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 con relación a la disponibilidad del recurso hídrico, para el abastecimiento de la población de Carhuamayo y finalmente existe sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 con relación a la caracterización de la comunidad, para el abastecimiento de la población de Carhuamayo.

II. MARCO TEÓRICO

Los principales antecedentes para este trabajo de investigación son:

Referente a la sostenibilidad del recurso hídrico, JELINSKI, et al. (2019) elaboraron el estudio de sostenibilidad de la laguna Ranchos en una zona urbana, con el fin de analizar el estado de la laguna. Para ello se consideró aspectos topográficos, climáticos, hidráulicos, culturales y bióticos para identificar los factores que alteran la conservación, recuperación, aprovechamiento y calidad del recurso agua. Se aplicó el Modelo Digital de Elevación (MDE) que consistió en la delimitación de cuencas basadas en imágenes satelitales y el estudio hidrológico; además, para el balance hídrico se determinó que el ingreso de agua es mediante la precipitación y la escorrentía de las riberas, mientras que la salida por medio de la evapotranspiración. Asimismo, para la calidad del agua se evaluó los parámetros de pH, coliformes fecales, DBO₅, fósforo total, nitratos, la temperatura, turbidez, OD y sólidos disueltos totales. La calidad y cantidad del agua están relacionados a la cobertura vegetal, por ello se buscó determinar su porcentaje en la zona estudiada. Por otra parte, en la laguna se evidenció la existencia de afloramiento de vegetación macrófita entre totoras (*Typha angustifolia*), juncos (*Juncaceae*) y repollitos de agua (*Pistia stratiotes*), siendo este último el más abundante y de mayor tamaño lo cual dificulta el paso de la luz al cuerpo de agua, limitando la transferencia del oxígeno, sin embargo, esta especie consume nutrientes que previene la floración de algas que afectarían con mayor intensidad la calidad del agua. Se concluyó mantener un 25% de cobertura con la especie *Pistia stratiotes* para reducir el nivel de eutrofización y mejorar la calidad de este recurso, siendo necesario que OD sea superior al 70% de saturación y minimizar al máximo los coliformes fecales para lograr la sostenibilidad de la laguna.

Respecto a la evaluación del desempeño y la sostenibilidad del agua, PEÑA (2019) desarrolló una propuesta metodológica para la empresa Aguas de Mérida. Para ello se aplicó la medición de la gobernanza y gobernabilidad del agua, el incremento de la eficiencia energética e hidráulica y el modelo FPEIR (Fuerza Motriz-Presiones-Estado-Impacto-Respuesta); además la evaluación de desempeño y sostenibilidad se basó en 21 indicadores estratégicos, siendo los subcriterios ambientales el aprovechamiento y el uso eficiente del recurso hídrico, la contaminación y la conservación de cuencas, mientras que el subcriterio social

se orientó en la gobernabilidad del agua y el criterio económico (autogestión). Estos modelos utilizaron datos de la zona como; el crecimiento poblacional, cobertura, el caudal, la distribución, calidad y cantidad del agua, permitiendo la gestión ecoeficiente del agua para brindar servicios de agua potable. La sostenibilidad del recurso hídrico se basó en dos enfoques: el primer enfoque fue el sistemático que se fundamentó en el alcance ambiental y social, mientras que el segundo enfoque fue el conmensuralista donde las variables poseen un valor ya calculado, permitiendo estos modelos el continuo monitoreo del suministro de agua potable para los pobladores por ser un recurso vital y buscando de esta manera el cumplimiento de los ODS al 2030. Al término de esta investigación se concluyó que el sustento del agua se basa en la gestión integral ambiental, ya sea en los servicios de agua potable, agricultura, ganadería, riego, entre otros.

Igualmente, WANG, LI y LI (2019) evaluaron la sostenibilidad de los recursos hídricos en Beijing, China, con la finalidad de formular y elaborar políticas orientadas a la sostenibilidad. Beijing en el año 2016 presentó una mayor población y menor recurso hídrico (con un total de 3,506 millones de metros cúbicos), reflejando una extrema escasez de agua según las normas internacionales. Para la evaluación del estado sostenible del recurso agua se describieron: el modelo de Presión-Estado-Respuesta (PSR) para determinar el índice de sostenibilidad que se relaciona con el entorno y los recursos, el método del coeficiente de variación para calcular el índice de peso, y el método de extensión de la materia-elemento analizada de manera cualitativa y cuantitativa para medir el recurso hídrico. La investigación aplicó el modelo PSR, cuyo término “*Presión*” hace referencia a la contaminación antrópica, el “*Estado*” relacionado a la calidad del recurso agua y la “*Respuesta*” como medidas para la protección ambiental y manejo de los recursos hídricos. La investigación concluyó con la importancia de reforzar la conciencia ambiental de los pobladores sobre el ahorro del agua para promover una cultura sostenible de conservación.

Mientras que GRANCO, et al. (2019) evaluaron la toma de decisiones de la política y el cambio ambiental para la sostenibilidad de la cuenca del río Smoky Hill – Kansas (EE. UU.), abordando esta brecha con el modelo ABM (Agent-Based Model) que aplicó los sistemas naturales de la cuenca (SHRW). Se probó la práctica

de una política ambiental con el fin de proteger y conservar a los peces del SHRW, desarrollándose un ABM de prueba sobre datos de ecología, economía, hidrología y psicología social. La información utilizada para el submodelo hídrico usó los flujos de corrientes diarias del SHRW obteniendo escenarios de inundación, sequía y de clima futuro (2040 al 2060); por otro lado, el submodelo de decisión humana se basó en la encuesta sobre temas ambientales del agua y la vida silvestre, resultando en el aspecto psicológico social la existencia de una relación entre el comportamiento humano con el cambio del medio ambiente, ligada a las creencias, valores y factores culturales que son importantes en la toma de decisión de poner en práctica o no dicha política. Se concluyó que el modelo presenta un vínculo marcado entre las ciencias sociales y biofísicas que explican el problema de la sostenibilidad, además de acuerdo con los submodelos hidrológicos, la población tomará las medidas necesarias apoyadas de la política ambiental.

Desde otra perspectiva, HEREDIA (2017) realizó el trabajo gestión integral del recurso agua de la cuenca baja del río Zaña, proponiendo la elaboración y la ejecución de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH). Se elaboró un diagnóstico ambiental basado en la línea base (a nivel geología, geomorfología, cobertura vegetal y demografía), variables climáticas, calidad, disponibilidad y uso del agua; además, para evaluar el valor del agua en la comunidad se realizó una encuesta tipo likert. La caracterización del clima se basó en datos de la estación climatológica Cayaltí analizándose sus principales parámetros de temperatura máxima y mínima, humedad, insolación, viento y radiación. Por otro lado, el problema principal de la cuenca baja fue la sequía, mientras que la calidad del agua resultó aceptable debido a que no superaron los valores de la categoría 3 del ECA agua. También se propuso un programa de educación ambiental con el fin de fomentar la cultura del agua del río Zaña mediante la sensibilización y capacitación continua sobre el cuidado de las masas hídricas. Finalmente, los programas ambientales fueron estrategias fundamentales para lograr el desarrollo sostenible del agua al promover cambios en el comportamiento y actitud de la población para lograr la conservación del ambiente.

Además, AMENDAÑO (2018) propuso gestionar el recurso hídrico para la sostenibilidad de la vertiente la Merced en la provincia de Pichincha, Ecuador. Para

estudiar el recurso agua se consideró el estudio del entorno (línea base), mediante la observación, la entrevista y la georreferenciación, siendo la investigación de índole socioambiental con el fin de observar el comportamiento de la población y del clima, para ello se consideró como variables ambientales la climatología (precipitación), la formación geológica (tipo de suelo), y el caudal (m^3/s) y como variable social el crecimiento poblacional. La sostenibilidad del agua se determinó en función del balance hídrico empleando el método Thornthwaite, utilizando como ingreso principal la precipitación y como salida la evapotranspiración, teniendo como resultado un valor deficitario (demanda es mayor a la oferta), balanceada (demandada es equitativo a la oferta) y con exceso (la oferta es mayor a la demanda). El análisis pluviométrico de la estación Uyumbicho del año 1995 al 2015 (2740 m.s.n.m.) resultó con una precipitación anual promedio de 1310 mm (déficit en los meses de junio a agosto), variación bimodal (periodo húmedo y seco), temperatura promedio de $11.6^{\circ}C$ y con un 68% de crecimiento poblacional (2001-2010). Además, la demanda del agua proyectada al 2035 presentó con un incremento de 50% aproximadamente. La investigación dio medidas para la protección de la vertiente, proponiendo reducir los contaminantes y la erosión, así también mejorar el manejo integral del agua.

Ese mismo año, DÍAZ (2018) en la investigación sobre la sostenibilidad del agua como un desafío para Cuba, propuso una hoja de ruta con el fin de alcanzar la sostenibilidad hídrica en corto y mediano plazo mediante la gestión sostenible. La vulnerabilidad actual y futura del agua a lo largo del tiempo se debe al uso irracional del hombre debido al despilfarro del recurso, la contaminación, el incremento de la demanda (principalmente el agropecuario) y a factores naturales (intrusión salina en los acuíferos). Por ende, este modelo tomó en cuenta las características geológicas, la composición, cantidad y calidad del agua, además de los fenómenos hidrometeorológicos extremos (ciclones y sequías). Como resultado la precipitación media anual a nivel histórico tuvo un valor de 1335 mm, registrándose en los meses de mayo-octubre un 80% de lluvias y en zonas con mayor pluviosidad las lluvias sobrepasan los 3000 mm/año. Sin embargo, Cuba acumula a nivel anual un volumen de 30 Km^3 siendo demandado 7 Km^3 (23% de la oferta), reflejándose la gestión insostenible del recurso. En conclusión, los efectos

del cambio climático generan la disminución gradual de la precipitación, el incremento de la temperatura, así como del nivel del mar, siendo necesario fomentar la educación ambiental, la protección, la eficiencia y el ahorro del agua para lograr la sostenibilidad.

Asimismo, ZHOU (2019) buscó evaluar la interacción entre el hombre y la sostenibilidad hídrica del lago Taihu en China y proporcionar el soporte en la gestión integral del lago. La gestión ambiental integrada garantiza la sostenibilidad del sistema humano-natural acoplado, siendo este mecanismo dinámico la base para el funcionamiento sostenible del agua que se va deteriorando debido al aumento poblacional y la expansión urbana. El estudio aplicó el modelo integrado HAWS utilizando el software NetLogo con el cual estimó el estado temporal y espacial del entorno del lago y su sostenibilidad en base al crecimiento poblacional (2010-2025) resultando una tendencia creciente. El modelo consta de tres submódulos: SD (relacionado a la administración y actividades socioeconómico del agua); CA (predicción del uso del suelo) y MAS (simulación de los sistemas humanos-ambientales). Con respecto a la calidad del agua, el parámetro DQO aumentó de 36,90 mg a 40,84 mg originado por las industrias secundarias en las partes bajas de la región (zonas urbanas), mientras que en las zonas agrícolas la calidad del agua fue óptima. En conclusión el modelo HAWS logró determinar la interacción entre la sostenibilidad del agua y el hombre, además las medidas de gestión propuestas resolvieron los problemas ambientales de contaminación relacionados con el agua de la zona urbana.

También, XU, et al. (2019) investigaron sobre el desarrollo sostenible basado en la equidad óptima del agua del río Minjiang en china, con el fin de satisfacer las demandas regionales y mejorar la gestión del recurso agua. La clave de la sostenibilidad hídrica es el manejo de aguas residuales, la calidad del agua y la distribución razonable de este recurso, sin embargo, a medida que aumente la población, el calentamiento global y el deterioro de las infraestructuras se ponen en riesgo las estrategias actuales de la gestión del agua. Por ende, se requiere estudios para elaborar prácticas y políticas alternativas para la sostenibilidad del ecosistema acuático, desarrollándose un modelo de asignación de recursos hídricos multiobjetivo enfocado en la sostenibilidad, la equidad y la eficiencia, para

ello se utilizó el coeficiente de Gini y un criterio modificado de Bentham-Rawls que permitió el desarrollo sostenible del agua y su gestión para lograr el abasto de la población en el tiempo y espacio. Este modelo matemático tiene como indicadores la disponibilidad del agua, el volumen, requisitos ecológicos de la cuenca, la extracción del agua, la contaminación y la calidad hídrica. Se concluyó que el 10% de los pobladores no tienen conciencia ambiental, sin embargo, las estrategias expuestas en este artículo garantizaran la sostenibilidad del recurso hídrico en el presente y futuro.

De igual manera, LUO, et al. (2020) realizaron la evaluación histórica y los retos futuros para la gestión sostenible de los recursos hídricos de Egipto, con el fin de examinar las reformas de las políticas del recurso agua. Egipto es un país árido con una larga historia que sigue siendo dependiente del agua del río Nilo, complicándose este problema cada vez más debido a la urbanización y al crecimiento poblacional. Respecto al cambio climático, el Panel Intergubernamental del Cambio Climático - IPCC en su reporte del 2013 explicó que las precipitaciones anuales en la cuenca del río Nilo disminuyeron del año 1951 al 2010, mientras que en la región costera de Egipto la precipitación anual fue de 200 mm. Respecto al 2012, en el marco del crecimiento poblacional el uso del agua disponible en las provincias tiende a disminuir al 2025, mientras que la disponibilidad del Mar Rojo muestra una tendencia de aumento de 0,022 BCM (billones de metros cúbicos) al mismo año proyectado, resultando una tendencia decreciente en el uso del agua entre la gobernación de ambos años. Finalmente, como reto futuro para la gestión sostenible del agua se propuso mejorar la gobernanza de este recurso vital.

De mismo modo, LIN, et al. (2020) en la investigación desarrollo sostenible y restauración del medio ambiente del Lago Erhai (China) analizaron el mecanismo que conduce a la eutrofización y las restricciones del desarrollo sostenible del lago. Los factores que influyeron en la eutrofización del lago fueron la calidad, así como la cantidad de agua que ingresa, la degradación de la vegetación en el entorno del lago y la contaminación, resultando el índice de eutrofización en estado mesotrófico con índices de nitrógeno y fósforo disueltos en agua. Por lo tanto, para lograr la sostenibilidad del agua se propuso la construcción de cuencas hidrográficas verdes para asegurar la protección del ambiente y la conservación ecológica tomándose

en cuenta tres medidas: el sistema del control de la fuente contaminante, como fuente puntual (aguas residuales domésticas urbanas, ganado y avicultura) y la no puntual (escorrentía superficial urbana, agricultura y tierras de cultivo); el sistema para el tratamiento de la calidad del lago adoptó medidas integrales desde la generación, transporte y la entrada al lago, así como la purificación y la conservación del agua; y el sistema de restauración ecológica mediante las plantas acuáticas y la remediación microbiana. Finalmente, se logró la restauración ecológica del lago Erhai plantando especies acuáticas vasculares por su capacidad de autodepuración del medio lacustre como absorbentes de nitrógeno y fósforo.

Desde otro punto de vista, SCHWARB, et al. (2011) dieron a conocer un portal de datos para el análisis de tendencias climáticas regionales de una región altoandina en Perú como iniciativa Suizo-Peruano, con el fin de brindar registros históricos de más de 100 estaciones del Servicio Meteorológico e Hidrológico del Perú (SENAMHI) para la generación de una climatología regional en base a tendencias climáticas. El portal del Programa de Adaptación al Cambio Climático (PACC) permitió un acceso fácil a los metadatos diarios de cada estación, además de la altitud, latitud y longitud. Una primera prueba de homogeneidad está dada por la *curva de doble masa* (prueba de Craddock) que se obtiene trazando las cantidades acumuladas de un conjunto de estaciones vecinas (variabilidad interanual de la suma de precipitaciones), representando los puntos trazados a lo largo de una línea recta en condiciones de homogeneidad. Para completar datos de precipitación se requiere de una o más estaciones patrones con registros a largo plazo formando parejas de estaciones que permitan el llenado y corrección de datos faltantes, realizándose el mismo procedimiento para el llenado de la temperatura. Asimismo, otra función útil es la interpolación espacial de la precipitación y temperatura para generar mapas que den una mejor impresión de la dinámica del régimen de estos parámetros meteorológicos. Se concluyó que en las zonas altoandinas las series temporales climáticas a largo plazo con data fiable son escasas, por lo que se necesita generar una serie climática temporal confiable a largo plazo empleando métodos sencillos especialmente en países en desarrollo.

En China se evaluó la sostenibilidad de los recursos hídricos en regiones Kársticas (caso de Zunyi) que se encontraban por lo general afectados por

procesos geológicos. La sostenibilidad hídrica en dicha región fue evaluada por el método AHP (Analysis Hierarchy Process) para la toma de decisiones multicriterio que se basó en cuatro aspectos: el sistema de recursos hídricos cuya evaluación es afectada por la precipitación y la evaporación media anual (datos meteorológicos), el índice de sequía y producción de agua; el sistema de requerimientos de agua que es influenciada por la explotación y uso del agua industrial, agrícola y per cápita; el ecosistema, el cual muestra la relación entre el medio ambiente y el recurso hídrico, a través de los factores de cobertura vegetal, calidad de agua y espesor del suelo; y el sistema económico social el cual es influenciado por los indicadores económicos del PBI y el crecimiento poblacional. Se concluye que la evaluación de los cuatro aspectos fueron la base para evaluar la sostenibilidad del recurso hídrico en zonas geográficas Kársticas, resultando la investigación de gran beneficio para la conservación, protección y uso razonable del recurso hídrico (LI, et al., 2017).

También, SAHUKHAL y BAJRACHARYA (2019) explicaron el modelo bajo demanda competitiva para la sostenibilidad del recurso hídrico en Nepal. Tras los desafíos que plantea el cambio climático se buscó que la cantidad y calidad del río Kaligandaki del distrito de Myagdi se gestione de manera sostenible ya que la población de la región depende del río para la mayoría de sus actividades. Los resultados de los datos meteorológicos mostraron un aumento de la precipitación media anual de 0.284 mm/año, con mayores precipitaciones desde junio a agosto y las menores de noviembre a enero, por otro lado, la temperatura media y mínima aumentó en 0.05°C y 0.14°C por año respectivamente. Además, para la modelación de la demanda y el suministro de agua se utilizó el modelo WEAP de planificación y evaluación del agua que incluyó sólo las necesidades domésticas y agrícolas, basado en los datos del departamento de hidrología y meteorología de Nepal, que fueron evaluados a través de medidas estadísticas de calibración con error cuadrático (0.046%) y el coeficiente de determinación (0.79). Finalmente, el modelo mostró una situación potencial de escasez de suministro de agua en el futuro, creándose escenarios de disminución de descargas y la adopción de nuevas tecnologías para el desarrollo de micro represas de almacenamiento.

Desde otro enfoque, TALUKDER y HIPEL (2020) realizaron un diagnóstico sobre la gobernanza enfocado en la sostenibilidad hídrica transfronteriza en la cuenca de los Grandes Lagos. La revisión histórica demuestra que existe relación entre la gobernanza hídrica y la mitigación de tensiones sobre conflictos sociales, problemas climáticos y el crecimiento poblacional (aumento de demanda de agua), con la finalidad de cumplir con los ODS de una cuenca. Por otro lado, el estudio empleó ocho criterios para la sostenibilidad de Gilson (GSC) los cuales fueron: la integridad del sistema socio-ecológico que relaciona los sistemas humanos, biofísicos y ecológicos; la suficiencia de medios de vida que asegura que todos tengan lo suficiente para una vida decente sin comprometer a las generaciones futuras; la equidad intrageneracional para reducir la peligrosidad; la equidad intergeneracional son acciones para preservar y mejorar oportunidades para las generaciones futuras; el mantenimiento y eficiencia de los recursos garantiza medios de vida sostenibles y reduce las amenazas de largo plazo de los sistemas socio-ecológicos; el principio de democracia y civismo para la toma de decisiones de sostenibilidad; la precaución y la adaptación; y la integración inmediata a largo plazo de todos los criterios de sostenibilidad para obtener beneficios comunes. Finalmente, la gobernanza basada en la sostenibilidad de Gibson abordó temas sobre la resistencia de los ecosistemas, la conservación del hábitat, la adaptación e integración inmediata de la gestión del agua.

Por otra parte, MARENGO, et al. (2011) investigaron sobre la biodiversidad y el cambio climático en los Andes Tropicales buscando un panorama del cambio climático en las regiones andinas basado en proyecciones climáticas y estudios de observación. El cambio climático es un tema relevante en el contexto ambiental a nivel internacional, siendo las zonas andinas las más afectadas por las consecuencias de este cambio según proyecciones del IPCC. En los Andes septentrionales (Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú) se registró un incremento de + 0.8°C durante el siglo XX, además entre los años 1961-1990 tuvo una tendencia positiva de +0.11°C por década, triplicándose la tendencia en los últimos 25 años (+0.34°C por década). Por otro lado, es complicado obtener información sobre las tendencias sistemáticas de la precipitación; no obstante, se puede observar la variabilidad interanual e interdecadal. Cabe mencionar que el 60% de

la población peruana será afectada por una menor disponibilidad de agua debido a que uno de los ríos más afectados será el río Mantaro. Finalmente, el recurso hídrico como flujo natural hace referencia a la calidad, cantidad y caudal del agua necesario para mantener los ecosistemas y el abastecimiento continuo de la población, además este recurso será alterado por el cambio climático (variación de precipitación y temperatura) a nivel mundial a lo largo de los años.

Además, YAO, XU y CHEN (2019) elaboraron estrategias de asignación sostenible del agua bajo distintos escenarios climáticos en el lago Sancha de la cuenca del río Min en China. El aumento de la demanda del recurso hídrico en la India, Pakistán y China, además de las precipitaciones desiguales ponen en riesgo la sostenibilidad del agua, por ello se analizó la precipitación y la entrada incierta de corrientes en una cuenca basado en el análisis de escenarios. El estudio propuso el modelo Stackelberg-Nash-Cournot (SNC) que permitió simular las políticas necesarias para la asignación sostenible del recurso hídrico bajo diferentes situaciones climáticas basado en datos históricos del cambio climático y el uso del agua, con el fin de proponer diferentes estrategias de gestión del agua en situaciones de normalidad y sequías, resultando con el modelo una disminución del agua. Se concluyó que las estrategias para la gestión del agua aplicadas en las subáreas de Dongjiageng, Sancha y Xinmin resultaron un 80% de satisfacción y de utilidad económica por lo cual el comité del lago Sancha debería tomar en cuenta los factores de equilibrio y eficiencia de asignación del agua para la mejora de su gestión.

Por su parte, DÍAZ y MEZA (2017) realizaron la descripción de la sostenibilidad de los servicios de agua potable y saneamiento de la población Unión Minas en el distrito de Tambo - Ayacucho, iniciando la investigación con la caracterización del agua potabilizada y del sistema de saneamiento. El método que aplicaron estuvo basado en la observación directa para poder describir las características del entorno y del agua, además utilizaron encuestas con el fin de identificar la postura del usuario. Por otro lado, se desarrolló talleres para educar a los pobladores enfocados en la toma de decisión, prácticas limpias, ahorro y cuidado del agua. La estrategia del trabajo de investigación fue la implementación de un comité, donde participaron el JASS y la comunidad, con la responsabilidad

del mantenimiento del saneamiento y los servicios de agua potable, el control de la calidad y cantidad del recurso agua y la ejecución de capacitaciones sobre la sostenibilidad del agua teniendo como tema central la conservación y uso racional de este recurso. Se concluyó que la comunidad carece de conciencia ambiental sobre en el cuidado del recurso hídrico.

Mientras que RUOCCO (2018) explicó el desarrollo sostenible y el patrimonio natural en Uruguay, con el fin de relacionar los conceptos de patrimonio natural, ordenamiento territorial (OT) y el ambiente, todos ellos enfocados en los principios del desarrollo sostenible. La base del OT es administrar el territorio, tomando en cuenta los procesos ecológicos y la biodiversidad de la zona, mientras que el patrimonio natural comprende las áreas amenazadas y protegidas, en ambos casos se buscó establecer acciones de control y de preservación de los recursos naturales. Por ello, se aplicó los principios de sostenibilidad que es la gestión integrada, racional y planificada, teniendo en cuenta las necesidades de la comunidad, el valor ambiental, las áreas protegidas y el desarrollo económico. En conclusión existe una relación entre el OT, el patrimonio natural y el ambiente, enfocado en los principios de la sostenibilidad, asimismo el valor del patrimonio natural y paisajístico son importantes para conseguir el desarrollo sostenible, siendo necesario crear y desarrollar estrategias para el uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales principalmente del agua y proporcionar educación ambiental, investigaciones y monitoreos ambientales para asegurar la sostenibilidad de estos recursos.

Por el contrario, PÉREZ, et al. (2018) evaluaron la sostenibilidad a través de indicadores en la comunidad los Jazmines, Cuba, basándose en los métodos empíricos de observación, entrevistas y encuestas. Los problemas ambientales de la comunidad fueron causados por la acción antrópica directa o indirecta (deforestación, crecimiento poblacional, el vertimiento de desechos sólidos y sanitarios de las viviendas, la fragmentación de hábitats) y los efectos del cambio climático. Así también, el grupo social con mayor incidencia en los problemas ambientales fueron los jóvenes y adultos por la poca participación en actividades ambientales. Es fundamental el estudio del suelo por ser un recurso vital, ya que al ser contaminada afectan las aguas subterráneas por infiltración, amenazando la

sostenibilidad ambiental. Además, la deforestación conlleva a la pérdida de cobertura vegetal ocasionando que las lluvias impacten en el suelo generando erosión y arrastrando sedimentos hacia los ríos. Los resultados de la encuesta dieron a conocer que el 100% de la población vierte desechos sólidos en arroyos y ríos, también aplican fertilizantes que contaminan el agua y suelo. Se concluye que la educación ambiental, así como la participación y compromiso de los pobladores contribuyen a disminuir los aspectos negativos de la acción antrópica logrando la sostenibilidad hídrica.

En Perú, el CONAM (2006) en su trabajo Atlas Climático de la cuenca del río Mantaro buscó documentar las características climáticas de temperatura y precipitación del aire. Primero se procedió a la recopilación de datos hidrometeorológicos (precipitación y temperatura) de 87 estaciones localizadas dentro y alrededor de la cuenca del Mantaro (SENAMHI, Electro Perú, Electro Andes, IGP y NOAA a través del sitio web IRI). La información pasó por un control visual gráfico de los valores promedios de temperatura y precipitación acumulada mensual, mientras que los valores dudosos se compararon con los valores del mismo periodo (1960-2002) de estaciones próximas. Para elaborar los mapas de isoyetas mensuales se ubicó puntos adicionales de referencia a la red pluviométrica denominadas “estaciones virtuales”. En el análisis de temperatura, se adoptó como modelo la ecuación cuadrática con relación a la altitud y temperatura promedio para un periodo de 40 años (1960 al 2002).

Entre los resultados de la investigación, la precipitación en toda la cuenca se dio entre los meses de julio a marzo, registrándose en febrero sus máximos valores y disminuyendo bruscamente en abril, siendo en junio los valores mínimos (periodo de estiaje los meses de junio a agosto), por ende, de octubre hasta abril representaron el 83% de la precipitación anual, donde el 48% de las lluvias están distribuidas equitativamente de enero a marzo, con un promedio histórico de la precipitación anual acumulada en el extremo norte de 1000 mm/año. Además, 1970 fue un año húmedo teniendo como máximas lecturas de precipitación 1500 mm/año en la zona occidental y en 1992 se consideró año seco alcanzando sólo 300 mm/año de precipitación en la zona centro-occidente, resultando que la

precipitación acumulada en cada estación depende de la ubicación geográfica, existiendo una dependencia entre la altitud y la precipitación.

Por otro lado, en las estaciones que se encontraron por encima de los 3000 m.s.n.m., por lo general la temperatura anual mínima fue menor a 4°C registrándose los meses más fríos durante junio-julio y los máximos en enero-marzo, mientras que la temperatura máxima anual se registró principalmente en noviembre, alcanzando en las partes altas valores alrededor de 12°C, considerándose que en febrero son ligeramente más bajas y la temperatura anual media de la región occidental fue de 4°C, siendo los máximos valores en la cuenca en noviembre y los valores bajos en julio. Finalmente, esta investigación mostró por primera vez la distribución espacial de los parámetros hidrometeorológicos de temperatura y precipitación en la cuenca del río Mantaro.

De igual manera, el ANA (2010) evaluó el comportamiento de los recursos hídricos superficiales de la cuenca del río Mantaro. En el estudio se realizó la caracterización de la cuenca (físicas-ecológicas), el análisis de los parámetros meteorológicos (precipitación y temperatura) y la disponibilidad hídrica (oferta hídrica). La temperatura del aire fue obtenida mediante datos históricos de 181 estaciones virtuales (1960-1990), resultando para la temperatura mínima valores máximos en enero y marzo y los mínimos en junio y julio; mientras que la temperatura máxima obtuvo sus valores mínimos entre enero y febrero y los datos máximos en junio y noviembre y el promedio anual de temperatura del aire en las partes altas fue alrededor de 4,3°C (por encima de 4000 m.s.n.m.), cabe mencionar que el promedio multianual de temperatura media presentó valores máximos en noviembre que alcanzó hasta 9,0°C y los mínimos en julio registrando valores de hasta 6,9°C.

Por otro parte, para la precipitación se utilizó 9 estaciones cercanas a la zona de estudio (periodo variable entre 1970-2008) y para extender la data al periodo de estudio se aplicó el análisis gráfico y de doble masa, seguidamente se realizó el análisis de gradiente de precipitación en relación a la altitud para la zona de estudio y con dicha información se elaboró las isoyetas anuales y mensuales promedios; iniciándose la precipitación en julio incrementando gradualmente en agosto y

septiembre haciéndose más significativa a partir de octubre alcanzando sus valores máximos en febrero y disminuyendo bruscamente en abril para alcanzar sus valores mínimos en junio. Se concluye que la cuenca del Mantaro presentó a nivel estacional fuertes déficit de agua de julio a octubre, presentando una insuficiente disponibilidad para cubrir las necesidades poblacionales y para la agricultura, sin embargo, es posible realizar estudios de regulación del agua mediante medidas de cosecha de agua y micro embalses.

De acuerdo con ORDOÑEZ, et al. (2013), determinaron la relación del cambio climático con la disponibilidad hídrica de la subcuenca hidrológica del río Shullcas mediante la caracterización de parámetros hidromorfológicos, la demanda y oferta hídrica superficial. La disponibilidad hídrica superficial fue calculada por medio del Balance Hídrico (BH), para esto se generó una base de datos hidrometeorológicos a partir de 84 estaciones distribuidas heterogéneamente sobre la cuenca con un periodo de análisis de 45 años (1964-2009), mientras que el llenado de estaciones incompletas se realizó con la prueba de doble acumulación determinadas mediante “estaciones base” que tengan largas series. La disponibilidad hídrica futura se analizó a través de los escenarios de temperatura (máxima y mínima) y precipitaciones extremas entre los años 2020 al 2030, la información fue obtenida a través del modelo NCAR-CCSM de la plataforma Nacional Centre for Atmospheric Research de USA, donde se trabajó con los escenarios del 2012 hasta el 2035.

Además, la precipitación media anual de la subcuenca Shullcas fue de 757,0 mm, mientras que en la zona alta superó los 800 mm/año por encima de los 4300 m.s.n.m., asimismo, la mayor pluviometría se obtuvo en febrero y la menor en julio que corresponde al periodo seco (mayo-agosto), además el mes de noviembre resultó ser el más cálido y julio el más frío, con una temperatura media que oscilan entre -2°C y 14°C, la máxima entre 4°C y 22°C y la mínima entre -12 °C y 8 °C. El BH de la subcuenca presentó una deficiencia hídrica de mayo a octubre, siendo el mes de agosto el que tiene mayor déficit de precipitación y entre noviembre-abril se presentó un excedente hídrico ocasionado por un aumento pluviométrico, también para un mejor análisis se dividió la serie anual en dos etapas: la húmeda (octubre a abril) y la seca (mayo a setiembre). Se concluyó que los resultados de la

subcuenta del río Shullcas posee un comportamiento semejante a los valores generados por el modelo con los observados; por otro lado, las proyecciones buscan disminuir los riesgos para un desarrollo sostenible de los recursos, aprovechando oportunidades para implementar procesos de adaptación, mediante un plan de manejo anticipado para evitar la falta de disponibilidad hídrica.

El mismo año, DIAZ (2013) basó su trabajo en la caracterización y descripción de las temperaturas mínimas, máximas y de la precipitación pluvial en el departamento de Puno para las cuencas de los ríos llave y Coata. Para ello se utilizó información cartográfica (cartas nacionales, mapa de red de estaciones y modelos de elevación digital) e información meteorológica de 23 estaciones ubicados dentro y alrededor de la cuenca. Estos datos pasaron por un control de calidad con el fin de detectar datos anómalos, asimismo se procedió a la identificación de estaciones homogéneas para el llenado de registros incompletos. Por otro lado, no se contó con estaciones en la parte alta de la cuenca, obteniéndose información de esos puntos mediante la interpolación de regresión lineal múltiple, donde la cuenca alta presentó una mayor precipitación existiendo una relación marcada entre la precipitación y la altitud.

En la cuenca del río llave con una variación altitudinal de los 3805 a 5400 m.s.n.m., la precipitación total anual fue mayor en la cuenca alta (800 a 950 mm) y menor en la cuenca baja (600 a 650 mm); mientras que en la cuenca Coata (3800 a 5300 m.s.n.m.) la precipitación anual en la cuenca alta osciló entre 800 mm y 1000 mm y en la cuenca baja varió de 626 a 650 mm; mientras que para ambas cuencas las temperaturas máximas promedios presentaron poca variación para las estaciones de verano e invierno resultando 14,9°C y 15,6°C respectivamente, por otra parte, existieron variaciones considerables entre la temperatura media mínima con la máxima para ambas cuencas, obteniéndose en las estaciones de verano e invierno una variación de temperatura de 3.2°C a -5.6°C respectivamente. El estudio de la precipitación pluvial y la temperatura del aire de contribuyeron con conocimientos hidrometeorológicos y permitieron adoptar medidas de prevención y planificación.

Por otro lado, el SENAMHI (2011) realizó la elaboración de escenarios de temperatura y precipitación al año 2100 en la cuenca del Mantaro mediante el modelo Japonés TL959L60 basado en el escenario de emisiones A1B del IPCC y simulado en el Earth Simulator, que utilizó los valores de radiación de onda corta y larga, nubes, tiempo, arrastre por onda de gravedad y coordenadas, siendo mejorada a través del método Time-Slice obteniendo un modelo atmosférico de alta resolución referido a 30 años de análisis (1971 al 2000) donde los datos meteorológicos fueron recopilados de 14 estaciones. Resultando para el periodo de análisis del 2090 al 2100 una temperatura máxima proyectada con tendencia creciente de 3°C en la parte norte de la cuenca del Mantaro, la temperatura media para el 2050 tendrá un incremento de 1.3°C en el verano, la temperatura mínima varía entre 1°C a 4.2°C y la precipitación presentó en la zona norte de la cuenca una reducción de las lluvias en época de verano en 6%. Ante todos los escenarios mencionados se concluye que las zonas más sensibles de la cuenca del Mantaro son en los sectores adyacentes de la subcuenca del Shullcas y la zona norte de la cuenta del Mantaro siendo estos sectores afectados por el cambio climático.

Un año después el MINAM (2012) en el estudio de las proyecciones al 2030 de la zona norte de la cuenca del Mantaro, consideró el escenario de emisiones A1B del IPCC basados en modelos climáticos de escala regional, siendo mejorados los resultados con el método estadístico Time-Slice analizados con datos históricos de 1971-2000, resultando para las zonas de la cuenca por encima de los 4000 m.s.n.m. la temperatura promedio anual de 4°C, la temperatura máxima con un valor de 10°C y la temperatura mínima en - 2°C aproximadamente mientras que la precipitación mostró una tendencia decreciente; además tras la proyección del 2020 al 2039 centrados para el análisis del 2030, se dedujo que la precipitación oscilará entre 0 a -15%, mientras que en la zona sur la temperatura máxima aumentará en +0.1°C/década y la mínima en +0.4°C/década a excepción de algunas localidades del norte de la cuenca que presentarán tendencias negativas debido al incremento acentuado de las heladas. En conclusión las proyecciones climáticas a futuro son inciertas, pero no se les debe ignorar sino cuantificar con el fin de poder planificar estrategias que permitan prepararnos para un futuro incierto y evitar la inacción debido a la incertidumbre del que pasará respecto al cambio climático.

La investigación se fundamentó en las siguientes teorías:

La **sostenibilidad ambiental** es definida como la satisfacción presente y futura de las necesidades del hombre sin alterar los recursos y servicios provenientes de los ecosistemas, además este concepto incluye la conservación de los activos ambientales (biodiversidad, recursos hídricos, materias primas, entre otros), la gestión de desechos y la contaminación (NISHANT, KENNEDY y CORBETT, 2020).

La **dimensión ambiental de la sostenibilidad hídrica** enfatiza la integridad ecológica a través de la preservación y comprensión de los sistemas naturales, no obstante este sistema se ve afectado por distintos factores: la disponibilidad del agua superficial - subterránea que llega a agotarse por la mala gestión y el uso excesivo; la calidad del agua enfocado a la contaminación; los ecosistemas saludables que requieren de requisitos ambientales para garantizar la capacidad de los ecosistemas en el presente y futuro; y la mitigación de desastres relacionados con el agua (sequías e inundaciones) impulsado por factores ambientales como el cambio climático (KEMPER y PARTZSCH, 2019).

La **sostenibilidad hídrica** es un proceso coordinado que promueve el desarrollo de los recursos naturales principalmente del agua, con la finalidad de potenciar estos bienes equitativamente y sin perjudicarlos en el presente y futuro, que es mejorada mediante el manejo integral del agua, por otro lado, no se refiere solamente al estado final del recurso, sino al proceso continuo que crea un vínculo y una mayor comprensión entre las necesidades humanas y la naturaleza (SÁNCHEZ, GARCÍA y RAMA, 2018). Asimismo, ZHOU, XU y ZHANG (2018) lo definen como la gestión y el diseño de un sistema hídrico con la finalidad de contribuir a los objetivos presentes y futuros de la sociedad, garantizando la integridad ambiental, ecológica e hidrológica. La mejora y la evaluación de la sostenibilidad de los recursos hídricos pueden ayudar a predecir el desarrollo de la sostenibilidad hídrica futura.

La **fuentes de abastecimiento** se refiere a una fuente de agua natural (superficial o subsuperficial) de donde se extrae el recurso hídrico, para tratarlo y distribuirlo a la comunidad, además para que el sistema sea sostenible la fuente de

agua debe ser perenne para garantizar un abastecimiento, asimismo, para evaluar la sostenibilidad se mide mediante factores de calidad, la fuente del agua, entre otros (ELIAMRINGI y KAZUMBA, 2017).

El **abastecimiento de agua** para la población se define como el agua que se puede brindar al usuario que no represente un riesgo significativo para la salud durante el consumo, además la fuente mejorada del agua incluye las conexiones domiciliarias, tuberías públicas, manantiales protegidos y colecciones de agua de lluvias (OLUMANA, 2018). Cabe considerar que por lo general estas aguas son tratadas antes de su distribución mediante un sistema de saneamiento (OMAROVA, et al., 2019). Por otro lado, para FOSTER, et al. (2019) es el suministro del recurso hídrico para abastecer las necesidades de una comunidad, la extracción se da mediante un suministro entubado que asegura la calidad del agua superficial desde la fuente (servicio de alto nivel), mientras que el recojo manual del agua de la misma fuente se presume altamente insegura.

La **cuenca hidrográfica** es la unidad territorial delimitada por la línea divisoria donde el recurso hídrico cae por precipitación, se acumula y drenan superficialmente hacia un lago, río o mar (cauce común), este espacio incluye las zonas productivas, poblaciones, animales e infraestructuras, áreas de protección y conservación, siendo su delimitación independiente de las fronteras político-administrativo nacionales e internacionales (AMENDAÑO, 2018).

La **microcuenca** es la cuenca que está dentro de una subcuenca hidrográfica cuya área de drenaje es de 10 a 500 Km², siendo el área de aguas superficiales el que alimenta la red hidrográfica natural, de caudal intermitente o continuo, que pueden confluir en un páramo, río, depósito de agua natural o al mar. Las partes de una microcuenca engloba el área de captación (partes altas), de vertimiento (parte media) y de confluencia (parte baja) (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018).

La **caracterización del entorno** es la descripción del territorio en toda su extensión, su parte natural, periurbanas, urbanas y rural, así también comprende las zonas marítimas, terrestres y aguas subterráneas (GUERRERO, et al., 2010). El término caracterización se clasifica en tres clases: la visual, evolutiva y simbólica.

La caracterización visual es observar todos los aspectos que están alrededor del paisaje teniendo en cuenta la flora y la fauna, mientras que la evolutiva es la comparación de fotos de un antes y después identificando que aspectos del paisaje han evolucionado a través del tiempo, y la caracterización simbólica es el valor que le brinda la población al paisaje, ya sea sentimental o económica (MARIA, VILLA y GARCÍA, 2013).

La **cobertura vegetal** es la capa de vegetación (flora natural o cultivada) que permite el desarrollo de los cultivos o plantas que buscan aumentar la capacidad productiva y amortiguar las gotas de lluvia evitando la erosión del suelo (MINAGRI, 2017). Por otro lado, la cobertura del suelo es representada por la cobertura vegetal de plantas en crecimiento definida como las entidades y materiales biológicos que se visualizan sobre la superficie terrestre (CERRÓN, et al., 2020).

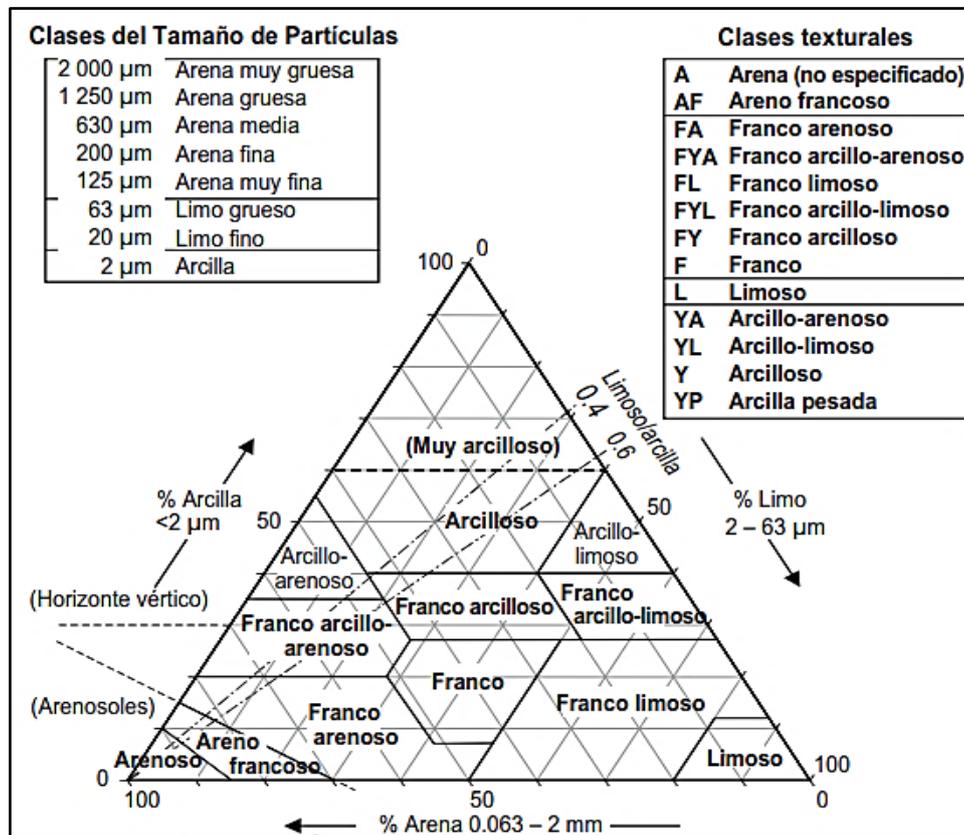
El **cálculo de la cobertura vegetal** es la medición de la vegetación en una cobertura o lugar que refleja un mayor significado ecológico de la biomasa en comparación al número de individuos (densidad). Además, monitorear la cobertura (vegetación) tiene por finalidad determinar los cambios significativos sobre el tiempo representadas mediante mapas o imágenes satelitales. Los métodos para el cálculo de cobertura dependen de la magnitud de los cambios de vegetación, con un margen de error mínimo (SOLIS, 2011).

Los **tipos de especies endémicas** son las variedades de especies que se desarrollan en una zona geográfica en particular, esta zona se puede determinar mediante los límites ecológicos y políticos (departamento o países). Otro concepto relacionado es la distribución acotada de especies, es decir, el investigador define el área del umbral donde se distribuirán las especies, conocida como distribución restringida que no son necesariamente las especies endémicas de la zona (YOUNG, 2007).

En **caracterización del suelo**, las diferencias de los horizontes en un perfil se distinguen por la variación en el color, estructura, textura, carbonatos libres, consistencia y cantidad de raíces; además, se debe realizar análisis en laboratorio sobre la densidad absoluta, pH, tamaño de partículas y la fertilidad del suelo (GLOBE, 2005). También, para estrategias de biorremediación se toma en cuenta

las propiedades del suelo más importantes: materia orgánica, textura, conductividad eléctrica y la capacidad de intercambio catiónico (HERNÁNDEZ, et al., 2006).

La **textura del suelo** es la propiedad física relacionada al tamaño de partículas, constituida por arcilla, arena y limo presente en el suelo, además la textura influye en la cantidad de agua, nutrientes, calor y aire que retiene una porción del suelo. Por otro lado, las clases texturales describen las clases de tamaños de partículas combinadas, además, se da en campo un estimado en porcentaje de arcilla, arena y limo que se relacionan con las clases texturales como se muestra en la gráfica triangular de la Figura 1 (FAO, 2009).



Fuente: FAO (2009)

Figura 1: *Triangulo de textura*

La **materia orgánica** (MO) es todo material de origen vegetal o animal descompuestos, sin descomposición y parcialmente descompuestos añadida al suelo. Si la MO se descompone completamente, se genera una sustancia húmeda, negra y rica en nutrientes conocida como humus. La cantidad de MO (horizontes

minerales) se estima por medio del color del suelo húmedo y/o seco a través de la tabla de Munsell, donde un color claro se debe a la mezcla de minerales y el color oscuro a sustancias orgánicas tomando en consideración la clase de textura del suelo como se visualiza en la Tabla 1 (FAO, 2009).

Tabla 1. *Contenido de materia orgánica basada en el color del suelo*

Color	Valor Munsell	Suelo húmedo			Suelo seco		
		A	AF, FA, F	FL, L, FYL, FY, FYA, YA, YL, Y	A	AF, FA, F	FL, L, FYL, FY, FYA, YA, YL, Y
(%)							
Gris claro	7				< 0,3	< 0,5	< 0,6
Gris claro	6,5				0,3–0,6	0,5–0,8	0,6–1,2
Gris	6				0,6–1	0,8–1,2	1,2–2
Gris	5,5			< 0,3	1–1,5	1,2–2	2–3
Gris	5	< 0,3	< 0,4	0,3–0,6	1,5–2	2–4	3–4
Gris oscuro	4,5	0,3–0,6	0,4–0,6	0,6–0,9	2–3	4–6	4–6
Gris oscuro	4	0,6–0,9	0,6–1	0,9–1,5	3–5	6–9	6–9
Gris negro	3,5	0,9–1,5	1–2	1,5–3	5–8	9–15	9–15
Gris negro	3	1,5–3	2–4	3–5	8–12	> 15	> 15
Negro	2,5	3–6	> 4	> 5	> 12		
Negro	2	> 6					

Fuente: FAO (2009)

Por otro lado, la MO en el suelo aumenta la retención de nutrientes y del agua, además el suelo se puede clasificar según su porcentaje de materia orgánica como se representa en la siguiente tabla.

Tabla 2. *Nivel de materia orgánica*

Riqueza en materia orgánica	Clasificación del suelo
< 1,0%	Muy Pobre
1,0 - 2,0 %	Pobre
2,0 - 2,5 %	Normal
2,5 – 3,5 %	Rico
>3,5 %	Muy Rico

Fuente: ORÚS, et al. (2011)

El **pH en la solución del suelo** refleja la presencia de iones de hidrógeno como medida de alcalinidad y acidez de un suelo, lo cual afecta la disponibilidad de

los nutrientes para diversos procesos mecánicos del suelo y para las plantas. En un suelo natural por lo general el pH se encuentra delimitado entre 5 a 8.5, estos valores intermedios presentan en mayor abundancia cationes intercambiables. Además, la variación del pH es un indicador relacionado a la liberación de metales pesados y tóxicos que reducen el proceso de la mineralización de la MO y con ello la disponibilidad de nutrientes que afecta la actividad de microorganismos (FAO, 2009). (Ver Tabla 3).

Tabla 3. *Criterios USDA para la interpretación del pH*

Valor del pH	Calificativo
6,0 – 6,6	Ligeramente ácido
6,6,- 7,3	Neutro
7,3 – 7,8	Mediamente básico
7,8 – 8,5	Moderadamente básico
8,5 – 9,0	Ligeramente alcalina

Fuente: ORÚS, et al. (2011)

Sin embargo, existe diferentes efectos en el suelo con relación al pH, como se puede visualizar en la Tabla 4.

Tabla 4. *Rangos de pH y sus efectos en el suelo*

Rango	Clasificación
< 5.5	Fuerte a extremadamente ácido. Posible toxicidad de Manganeseo (Mn) y Aluminio (Al), posibles deficiencias de Calcio (Ca), Fósforo (P), Molibdeno (Mo) y Magnesio (Mg). En la mayoría de los cultivos es necesario encalar.
5.5 - 5.9	Moderadamente ácido. Regular disponibilidad de Magnesio (Mg) y Calcio (Ca) y baja solubilidad en Fósforo (P). Algunos cultivos (leguminosas) requieren de encalado.
6.0 - 6.5	Ligeramente ácido. En la mayoría de los cultivos es la condición apropiada para el crecimiento.
6.6 - 7.3	Casi neutro o Neutro. Buena disponibilidad de Magnesio (Mg) y Calcio (Ca), moderada disponibilidad de Fósforo (P) y baja disponibilidad de micronutrientes (excepción del Molibdeno).
7.4 - 8.0	Suelo alcalino. Baja solubilidad de micronutrientes (excepción del Molibdeno) y del Fósforo (P); posible exceso de carbonatos, dificultando el crecimiento de diferentes cultivos. Es necesario aplicar enmiendas para tratar el suelo.
> 8	Muy alcalino. El exceso de Sodio (Na) impide el crecimiento de las plantas.

Fuente: FAO (2013)

La **conductividad eléctrica (CE)** de una disolución se define como la capacidad de transmitir la corriente eléctrica, siendo un indicador de calidad que permite determinar la concentración de componentes ionizados y de sales disueltas en el suelo. Estas sales son fundamentales para el crecimiento y desarrollo de las plantas, no obstante, el exceso de ellas perjudica su crecimiento. La representación de la CE en el Sistema Internacional es $1\text{dS/m}=1\text{mS/cm}=1\text{mmhos/cm}$ (ANDRADES, MOLINER y MASAGUER, 2015). (Ver Tabla 5 y 6).

Tabla 5. *Nivel de salinidad del suelo*

Conductividad eléctrica 1:5 (prueba previa de salinidad)	C.E (dS/m)	Calificativo
< 0,35	< 2	No salino
0,35 - 0,65	2 – 4	Ligeramente salino
0,65 - 1,15	4 – 8	Salino
>1,15	8 – 16	Muy salino

Fuente: ORÚS, et al. (2011)

Tabla 6. *Interpretación de la conductividad eléctrica en el suelo*

C.E (dS/m)	Interpretación – calificación
< 2	No hay problema de salinidad.
2 – 4	La salinidad comienza a reducir los rendimientos de cultivos sensibles. Necesario adoptar medida.
>4	El suelo se considera salino.
4 – 8	Reducción generalizada de cosecha más o menos acusada según cultivo, algunos pueden morir.
8 – 16	Sólo cultivo tolerante consigue desarrollarse.
>16	Pocas plantas sobreviven. Desalinización muy difícil

Fuente: ORÚS, et al. (2011)

La **calidad de agua** es el estado del recurso hídrico considerando los distintos usos del agua (doméstico, industrial, riego, bebidas de animales, entre otros) con el fin de no afectar la salud ambiental y de los seres vivos. Para evaluar la calidad del recurso agua orientada al consumo humano, se analizan los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que serán comparadas con los Estándares de Calidad del Agua (ECA) del país exigido o con las guías internacionales (EDUARDO Y SABROSO, 2017).

La **cantidad de agua** se le denomina al volumen de agua que sigue un sistema de entrada y salida, referida al recorrido de forma natural (cuenca, ríos, etc.) o artificial (sistema de saneamiento). Además, la cantidad del recurso hídrico se puede evidenciar en los sistemas hidrográficos dado que el tamaño de la cuenca está vinculado al volumen de agua que esta va a ofrecer (GÁLVEZ, 2011).

El **potencial de hidrógeno (pH)**, es el parámetro que cuantifica la variación de alcalinidad o acidez de una solución acuosa. Los valores oscilan entre 1 y 14 siendo un pH 7 el valor neutro (agua pura), para valores menores a 7 indican soluciones ácidas y valores mayores a 7 corresponde a soluciones alcalinas (MINAM, 2010).

El **oxígeno disuelto (OD)**, se considera a la cantidad de O₂ (oxígeno gaseoso) presente en el agua, expresada su presencia en miligramos de O por volumen de agua (mg/L), siendo este parámetro esencial para que exista vida en la mayoría de los organismos acuáticos. (ONU, 2013).

La **demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)**, se considera el parámetro biológico que mide la cantidad de oxígeno que necesita una comunidad microbiológica heterogénea para degradar la materia orgánica en un periodo de 5 días en una muestra de agua. La DBO₅ permite determinar que tan contaminada en materia orgánica se encuentra un cuerpo de agua (MINAM, 2010).

Los **coliformes fecales o termotolerantes** son microorganismos que provienen del tracto digestivo de animales, su presencia está relacionada con descargas de aguas residuales sin previo tratamiento por lo general del tipo doméstico (MINAM, 2010).

La **turbidez** en el agua es generada por cuerpos en suspensión como sedimentos producto de la erosión, arcillas, cieno, materiales orgánicas e inorgánicas, plancton, microorganismos y compuestos orgánicos solubles (coloreados), todas estas partículas poseen un tamaño que varía entre 0,1 a 1,000 nm de diámetro. Este parámetro se usa como indicador de calidad del agua y para identificar la presencia de organismos que ocasionan enfermedades. También se le llama turbidez cuando el agua tiene un aspecto nublado debido a la materia

suspendida que absorbe la luz, lo cual protege a los microorganismos de procesos de desinfección y genera la propagación de bacterias. (DIGESA, 2010).

La **precipitación** engloba a todas las aguas que están condensadas o enfriadas que caen y se depositan en la superficie terrestre o en las masas de agua. Ante este concepto para la hidrología, la precipitación es el aporte para las corrientes profundas y superficiales del cual se conoce su distribución en el espacio y tiempo (OLSSON, et al. 2015). Para analizar la precipitación se considera datos históricos de la zona, con el fin de conocer la intensidad de lluvias que se genera en el lugar y de tener conocimiento de cuánta agua se deposita (WDOWIKOWSKI, KAŻMIERCZAK Y LEDVINKA, 2016).

La **temperatura** es una variable que representa la cantidad de energía solar en el aire en un tiempo determinado. El cambio de temperatura es originado por la radiación solar que genera la variación de energía térmica del aire, lo cual puede producir cambios en el ambiente (MCGREGOR, 2015). LAKE (2015) lo describe como la percepción térmica de frío y calor debido a su mecanismo térmico, generando en la atmósfera un deterioro del ecosistema cuando se produce un cambio drástico de temperatura. Además, los factores climáticos que hacen variar la temperatura son la latitud, altitud y la proximidad al mar.

La **disponibilidad del recurso hídrico** es el balance neto del agua enfocado en el uso y explotación de este recurso natural (FAO, 2003). La Organización Meteorológica Mundial (2012) menciona que la disponibilidad está ligada a la precipitación con la finalidad de abastecer las masas de agua, por ende, se considera un factor primordial para suplir las necesidades del ser humano. En cuanto al enfoque hidrológico, considera este término referido a la demanda del agua acatando la base jurídica, distributiva, espacial y del tiempo. Además, está relacionada con el factor social que se enfoca en el acceso y la geografía del lugar (GILDEMEISTER, 2015). Por otro lado, RAMÍREZ y ANTERO (2014), lo definen como la disposición racional y la gestión adecuado del recurso hídrico, donde existe una relación entre la oportunidad de explotación y la del capital inmobiliario.

El **balance hídrico** en hidrología se refiere al principio de conservación de masas que implica la variación de almacenamiento, el cual consiste en medir la diferencia de los volúmenes de agua de entrada y salida condicionadas por el volumen almacenado en cuerpos de agua o en una cuenca natural, aplicada en cualquier tiempo y espacio.

$$\text{Variación del almacenamiento} = \text{ENTRADA} - \text{SALIDA}$$

Esta ecuación básicamente comprende la precipitación como factor de entrada y la evapotranspiración como salida (LOOR, 2017).

La **oferta hídrica** es el volumen de agua que ofrece la naturaleza, ya sea mediante los ríos, lagos, mares, lluvias entre otros y se puede estimar mediante modelos hidrológicos o por métodos de observación in situ dependiendo de las variaciones temporales y espaciales (ANA, 2016).

La **demanda hídrica** es la cantidad de agua requerida para los diferentes usos de la actividad económica desarrollada en la zona geográfica (ganadería, agricultura, entre otros) y para cubrir las necesidades de los pobladores. Se puede estimar mediante proyecciones y cálculos futuros, para cada actividad que utilice el recurso hídrico (ANA, 2016).

El **uso del agua** para la FAO (2018), es el beneficio que brinda el recurso hídrico lo cual permite desarrollar las actividades de una comunidad y no debe ser derrochada, por lo tanto, es necesario su administración por medio de la cuantificación. Por otra parte, la desigualdad de este recurso con relación al área geográfica se debe a la gran demanda del agua que sobrepasa el suministro disponible (BISWAS, 2016).

El **crecimiento poblacional** es un indicador de las tendencias de incremento de la densidad poblacional, que muestra el aumento de los habitantes a través del tiempo. La tasa de crecimiento poblacional se calcula teniendo como base los censos de años pasados o de información demográfica que son analizados por la regresión lineal de logaritmos naturales de aumento a lo largo del tiempo (SIBLY y HONE, 2002). Por otro lado, WEEKS (2015) considera que los datos del

censo tienen mayor importancia en los análisis estadísticos, para encontrar la variación de los habitantes a través de los años.

La **caracterización social** es la descripción de la población tomando en cuenta el crecimiento poblacional, actividades y la cultura, considerando los aspectos geográficos, demográficos y del comportamiento de la población, con el objetivo de determinar los requerimientos sociales y las diferentes formas de pensar enfocados a distintos temas (FAO, 2013).

La **conciencia ambiental** es un término que tienen relación con las acciones de protección y prevención de los ecosistemas dentro de la comunidad andina, siendo uno de los pilares de la cultura ambiental dado que el objetivo primordial es el cuidado de los recursos naturales. Las buenas prácticas forman parte de la cultura ambiental, es decir, si se genera más capacitaciones o sensibilización enfocados a la protección, prevención y buena gestión de los recursos naturales, se fortalece la conciencia ambiental en la población permitiendo llegar a la sostenibilidad de los recursos (ESPINAL, 2013).

El término **cultura del agua** está referida al valor histórico de una comunidad relacionada a la naturaleza, la sociedad, los patrones socioculturales y los valores compartidos que generan identidad en las personas. También está referida a una serie de costumbres, hábitos, valores y actitudes que posee una persona o una población respecto a la importancia del agua para su desarrollo, así también involucra la perspectiva que se tiene de la disponibilidad del recurso agua en su entorno, el ahorro y el cuidado de este. Se considera que mientras exista una relación mala o buena entre un grupo social y el agua, se habla de “cultura del agua” (ORTEAGA y PEÑA, 2016). Por otro lado, se entiende la *Nueva Cultura del Agua* como un movimiento social que busca combatir la crisis ambiental ocasionado por el hombre, siendo necesario que los pobladores realicen cambios en su modo de vida, así como en la comprensión y el valor socioambiental que le dan al recurso hídrico relacionado a lo espiritual y cultural, pasando de considerar que el agua sirve sólo como un factor productivo a considerarlo un activo eco-social (ARROJO, 2006).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El enfoque del trabajo de investigación fue de carácter mixto basada en la asociación de datos cuantitativos y cualitativos (HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ y BAPTISTA, 2014). En el estudio se generó la línea base del entorno de la laguna Yanacocha y la sostenibilidad hídrica mediante la oferta y la demanda hídrica como parte del enfoque cuantitativo; por otro lado, como parte del enfoque cualitativo se determinó el nivel de cultura del agua.

La investigación fue del tipo aplicada conocida como “activa”, “práctica” o “dinámica”, relacionada con la investigación básica debido a que se emplea los conocimientos previos y aportes teóricos en la aplicación directa para resolver problemas concretos existentes en beneficio de la población (VARGAS, 2009). Por consiguiente, empleando bases teóricas y prácticas sobre el muestreo de agua y suelo del entorno de la laguna, la elaboración de mapas, además del recojo de información de la población de Carhuamayo sobre el valor del agua; con todos estos indicadores se determinó la sostenibilidad hídrica.

Por otra parte, el diseño escogido para la investigación fue no experimental descriptivo, debido a que el investigador no manipula las variables ni interviene directamente, basándose en la observación de los fenómenos que ocurren en el contexto de manera natural para después analizar dicha información (BEHAR, 2010). En este estudio no se manipuló las variables (sostenibilidad del recurso hídrico y la fuente de abastecimiento de la población); sin embargo, se recopiló información de cada variable para analizar la sostenibilidad presente y futura de este recurso vital.

Finalmente, el trabajo fue de nivel correlacional. De acuerdo con MÁLAGA, VERA y OLIVEROS (2008), la correlación es visualizar y determinar el nivel o grado de relación no causal con el objetivo de comparar las variables, teniendo en cuenta sus comportamientos. El estudio buscó establecer la relación entre las variables de sostenibilidad del recurso hídrico con la fuente de abastecimiento de la población, considerando las dimensiones de caracterización de la población, la calidad, cantidad, disponibilidad y entorno de la laguna (suelo y vegetación).

3.2. Variables y operacionalización

La investigación identificó las siguientes variables de operacionalización:

- **Variable 1:** Sostenibilidad hídrica de la Laguna Yanacocha al 2030

La **sostenibilidad hídrica** según la Ley de Recursos Hídricos (Ley N°29338), considera que el principio de sostenibilidad promueve la conservación y aprovechamiento del agua, previniendo que se afecte la condición natural del entorno (ecosistema) y de la calidad ambiental. La gestión sostenible y uso del recurso agua implica el equilibrio del aspecto ambiental, sociocultural y económico en el desarrollo nacional, satisfaciendo las necesidades presentes y futuras (ANA, 2019).

- **Variable 2:** Abastecimiento de la población de Carhuamayo – Junín

La **fuerza de abastecimiento de agua** es un depósito natural dotada por la precipitación que es trasladada a un lugar de almacenamiento, para su tratamiento y posterior suministro a la población, para lo cual esta agua debe respetar los estándares de calidad para consumo humano; cabe mencionar que el origen del abastecimiento (fuente de captación) pueden ser subterráneas (acuíferos) o superficiales (mar, ríos y lagos), estas deben ser por lo general perennes para suplir la demanda (TUESCA, et al., 2015).

* La matriz de operacionalización de variables y la de consistencia se visualizan en el Anexo 1 y 2 respectivamente.

3.3. Población, muestra, muestreo

3.3.1. Población

La población es considerada como un conjunto o universo de la totalidad de casos, con características específicas y comunes en un lugar y tiempo determinado. (HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ y BAPTISTA, 2014).

En el estudio la población fue conformada por tres lagunas que se encuentran dentro de la microcuenca Yanacocha delimitada para el estudio en el departamento de Junín; estos cuerpos de agua ocupan un área de 166.86 Ha que es equivalente al 3.82% de la microcuenca. Por otro lado, se consideró como segunda población

la totalidad de pobladores del distrito de Carhuamayo con 6638 habitantes según el censo del INEI del 2017.

3.3.2. Muestra

La muestra es el subconjunto representativo de la población que son sometidas a la observación científica con el fin de lograr resultados válidos para el universo investigado (LOPÉZ y FACHELLI, 2015).

En la investigación la muestra estuvo conformado por la laguna Yanacocha que representa un 2.72% equivalente a 119 Ha de la microcuenca, siendo sus coordenadas UTM 391472.25 E y 8798961.43 N. Respecto a la segunda muestra se consideró la totalidad de pobladores del distrito de Carhuamayo con 6638 habitantes según el último censo del INEI del 2017, ubicándose el distrito en las siguientes coordenadas UTM 384084.31 E y 8792352.26 N.

3.3.3. Muestreo

El tipo de muestreo para el estudio fue por conveniencia, puesto que el investigador seleccionó la unidad muestral según la accesibilidad, el tiempo que posee la investigación y las características de la muestra para cumplir con los objetivos deseados (TAMAYO, 2001). En este trabajo de investigación de las tres lagunas de la microcuenca se eligió la laguna Yanacocha, por ser esta la fuente principal que abastece de agua a los pobladores de Carhuamayo, además de ser la más extensa y la que almacena un mayor volumen de agua.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

A continuación, se muestra el resumen de las etapas de investigación, técnicas e instrumentos en la Tabla 7:

Tabla 7. *Etapas, técnicas e instrumentos del proyecto de investigación*

ETAPA	FUENTE	TÉCNICA	INSTRUMENTO	RESULTADO
E1: Reconocimiento y diagnóstico de la zona de estudio	La laguna Yanacocha Población Carhuamayo	Observación	- <i>Ficha de observación</i> Registro de ubicación de la zona de estudio. (Anexo 3)	Conocimiento de la situación actual de la realidad problemática.
E2: Recolección de muestras del entorno de la laguna	La laguna Yanacocha y su entorno	Observación y medición directa	- <i>Ficha de observación</i> Registro para la toma de muestras de agua, suelo y cobertura vegetal. (Anexo 4)	Obtención de muestras del recurso hídrico y suelo e información de las imágenes satelitales de la cobertura vegetal.
E3: Análisis de muestras en laboratorio	La laguna Yanacocha y su entorno	Observación	- <i>Ficha de observación</i> Resultado de análisis de laboratorio acreditado. (Anexos 16 y 17)	Informe sobre parámetros del agua (físicoquímicos, microbiológicos) y la caracterización del suelo.
E4: Recopilación de información de elementos del clima y población	SENAMHI INEI	Revisión bibliográfica	- <i>Ficha bibliográfica</i> Registro de temperatura, precipitación y población censada (Anexo 5)	Información respecto a la precipitación y temperatura mensual, además de la población censada anual.
E5: Realización de encuestas a la población	Comunidad de Carhuamayo	Encuesta	- <i>Cuestionario</i> Nivel de cultura del agua. (Anexo 6)	Adquisición de información sobre la percepción de la cultura del agua en Carhuamayo.
E6: Procesamiento e interpretación de datos en gabinete	Datos obtenidos de los análisis	Análisis de resultados	- <i>Ficha de observación</i> Registro de resultados (Anexo 7)	Evaluación de la relación entre sostenibilidad hídrica y la fuente de abastecimiento de la población.

3.4.1. Validez y confiabilidad del instrumento

A. Validez

Validar un instrumento refleja en qué manera dicho instrumento de recojo de datos se ajusta a las necesidades de la investigación (HURTADO, 2012). Es por ello, que la validez de los instrumentos fueron sometidos al juicio de 3 expertos del tema a investigar (Tabla 8), quienes evaluaron las dimensiones e indicadores descritos en cada instrumento, realizando observaciones y recomendaciones, los cuales fueron subsanados (Ver Anexo 8).

Tabla 8. Promedio de validación de expertos

CUADRO DE VALIDACIÓN		
NOMBRES DE EXPERTOS	REGISTRO CIP N°	VALIDACIÓN (%)
DR. BENITES ALFARO, Elmer Gonzales	71998	95
DR. ORDOÑEZ GALVEZ, Juan Julio	89972	90
DR. JIMÉNEZ CALDERÓN, César Eduardo	42355	95
PROMEDIO DE VALIDEZ		93.3 %

B. Confiabilidad

Para la recopilación de información se emplearon las fichas de observación, bibliográficas y el cuestionario, elaborados en base al protocolo de monitoreo de la calidad de agua del ANA, la guía para muestreo de suelos del MINAM, imágenes satelitales del INPE de Brasil, así como datos del INEI y SENAMHI. Asimismo, las muestras de suelo y agua fueron analizados en el laboratorio certificado ALAB, dando credibilidad de la información recolectada.

Por otro lado, respecto el análisis de confiabilidad del cuestionario “*cultura del agua*” de la población se aplicó una prueba piloto. Según aconsejan los estadísticos la prueba piloto se calcula mediante el 15% del tamaño muestral; así también, para medir el nivel de confiabilidad de los ítems del instrumento se realizó el estadístico Alfa de Cronbach obtenido del programa SPSS Versión 25 (2017), donde un alfa mayor a 0,60 se aproxima a ser confiable mientras que mayor a 0,80 es altamente confiable (VALDERRAMA, 2013). El cuestionario estuvo conformado por 15

preguntas para conocer la perspectiva “cultura del agua” de la población de Carhuamayo, realizándose la prueba piloto a una población muestral de treinta y cinco pobladores.

Tabla 9. *Confiabilidad del cuestionario “cultura del agua”*

Estadísticas de fiabilidad	
N de elementos	Alfa de Cronbach
15	0,728

Interpretación: Tras la prueba de los 15 ítems del cuestionario “cultura del agua”, la Tabla 9 mostró un resultado de 0,728 que se aproxima a ser confiable.

3.5. Procedimientos

3.5.1 Reconocimiento y diagnóstico de la zona de estudio

Inicialmente para realizar la investigación se solicitó la autorización respectiva a la Municipalidad Distrital de Carhuamayo (Anexo 10), con la finalidad de acceder al entorno de la laguna Yanacocha para el levantamiento de información en campo, así como las facilidades para la aplicación de las encuestas. Inicialmente se realizó el reconocimiento y diagnóstico de la laguna Yanacocha y del distrito de Carhuamayo, ambos ubicados en el departamento y provincia de Junín (Figura 2).



Fuente: Google Earth (2020)

Figura 2. *Vista satelital del área de estudio*

Para la caracterización de la laguna Yanacocha como fuente principal de suministro del recurso agua para los pobladores de Carhuamayo, se buscó calcular el volumen de almacenamiento de la laguna, para ello se ingresó con un bote y una plomada al centro de la laguna para medir la profundidad de 6 puntos (Tabla 10) y así obtener un valor promedio que multiplicado por el área de la laguna obtenida del Google Earth (Figura 3) permitió determinar el volumen aproximado de ésta.

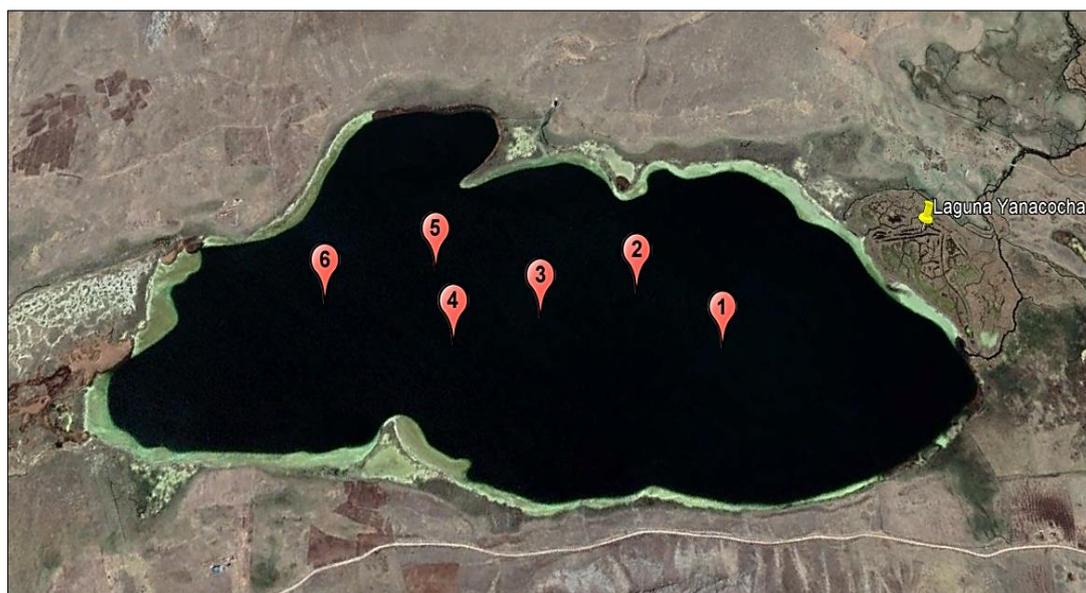


Figura 3. Puntos de muestreo de profundidad de la laguna

Tabla 10: Valor promedio de profundidad

Punto de Muestreo	Muestreo	Ubicación Coordenadas (UTM)	Profundidad (m)
1	F: 4/02/2020 H: 11:10	N: 8799267.00 E: 391980.00	17.50
2	F: 4/02/2020 H: 13:10	N: 8799243.00 E: 391740.00	19.80
3	F: 4/02/2020 H: 14:15	N: 8799054.00 E: 391585.00	15.20
4	F: 15/03/2020 H: 12:15	N: 8798881.00 E: 391451.00	15
5	F: 15/03/2020 H: 12:40	N: 8798983.00 E: 391310.00	12.50
6	F: 15/03/2020 H: 13:10	N: 8798762.23 E: 391138.21	10.20
Promedio			15.03



Figura 4. Obtención del volumen de la laguna Yanacocha

3.5.2 Delimitación de la microcuenca Yanacocha

El área de estudio de la investigación se encuentra dentro de la cuenca del Mantaro que tiene un área de 34 546, 51 km² ubicada en los Andes centrales del Perú y comprende los departamentos de Pasco, Ayacucho, Lima, Huancavelica y Junín (abarca 186 distritos y 21 provincias). Además, el río Mantaro recorre 735 Km desde su origen en el lago Junín (4080 m.s.n.m.) hasta su confluencia en el río Apurímac (480 m.s.n.m.) dando origen al río Ene, abarcando las provincias de Junín, Jauja, Yauli, Pasco, Huancayo, Concepción, Huanta, Huamanga, Huancavelica, Angaraes, Tayacaja y Acobamba (ver Anexo 11). Asimismo, la cuenca del Mantaro se subdivide en tres secciones: la cuenca alta que abarca desde el lago Junín (4100 m.s.n.m.) hasta Ingahuasi (3100 m.s.n.m.); la cuenca media desde Ingahuasi hasta Mayocc (2200 m.s.n.m.) y la cuenca baja desde Mayocc hasta la unión con el río Apurímac ubicada a 500 m.s.n.m. (ANA, 2010).

Por otra parte, un buen número de lagunas del Valle del Mantaro pertenecen a la cuenca alta sobre los 4000 m.s.n.m. (CONAM, 2006), ubicándose la laguna Yanacocha a 4360 m.s.n.m. Esta laguna es la fuente principal de abastecimiento de agua para la comunidad, utilizada para sus diferentes actividades y principalmente para el consumo humano. Además, por los alrededores de la laguna se pudo observar distintas especies de fauna y flora características del lugar, así como sus principales actividades que son la agricultura y ganadería.

Por lo tanto, para el desarrollo de la investigación se realizó la delimitación del área de estudio que abarca la laguna Yanacocha ubicada a 7,49 Km de distancia de la población de Carhuamayo, esta área por ser menor a 500 Km² se le consideró como microcuenca. Mediante el Google Earth se determinó que el punto de desfogue de la microcuenca denominada "Yanacocha" se encuentra próximo a la entrada del distrito de Carhuamayo, por lo cual se descargó las curvas de nivel (22l y 22k) del Geoservidor MINEDU. La delimitación de la microcuenca se realizó mediante el software ArcGIS 10.5, en el cual se elaboró el modelo de geoprocésamiento de la microcuenca, para ello inicialmente se creó un TIN (red irregular de representación vectorial de la superficie), donde se ingresó las curvas de nivel y se convirtió en ráster tipo DEM (Modelo de Elevación Digital), además para eliminar las

imperfecciones del DEM (celdas vacías del raster) se aplicó la herramienta Fill en Hydrology.

Seguidamente se determinó la dirección del flujo hidrológico de la pendiente (Flow Direction) y el flujo acumulado de todas las celdas (Flow Accumulation). Se procedió al uso de la herramienta Con que evalúa las condiciones de la expresión algebraica del mapa, siendo la expresión colocada “value > 20000”; a continuación, se generó un vector considerando el raster condicional y de acumulación de flujo, aplicando la herramienta Stream to Featura, luego se estableció los puntos a partir de los vértices con la herramienta Feature Vertices to Point. Adicionalmente, se empleó la herramienta Watershed que determina el área de la pendiente que contribuye con el flujo de agua dirigida a una salida común (drenaje) utilizando el ráster de vértices y Flow Direction, obteniéndose el modelo de la microcuenca (Anexo 12), finalmente se procedió a correr los procesos con la herramienta Run para obtener el mapa de delimitación de la microcuenca (Ver Figura 5).

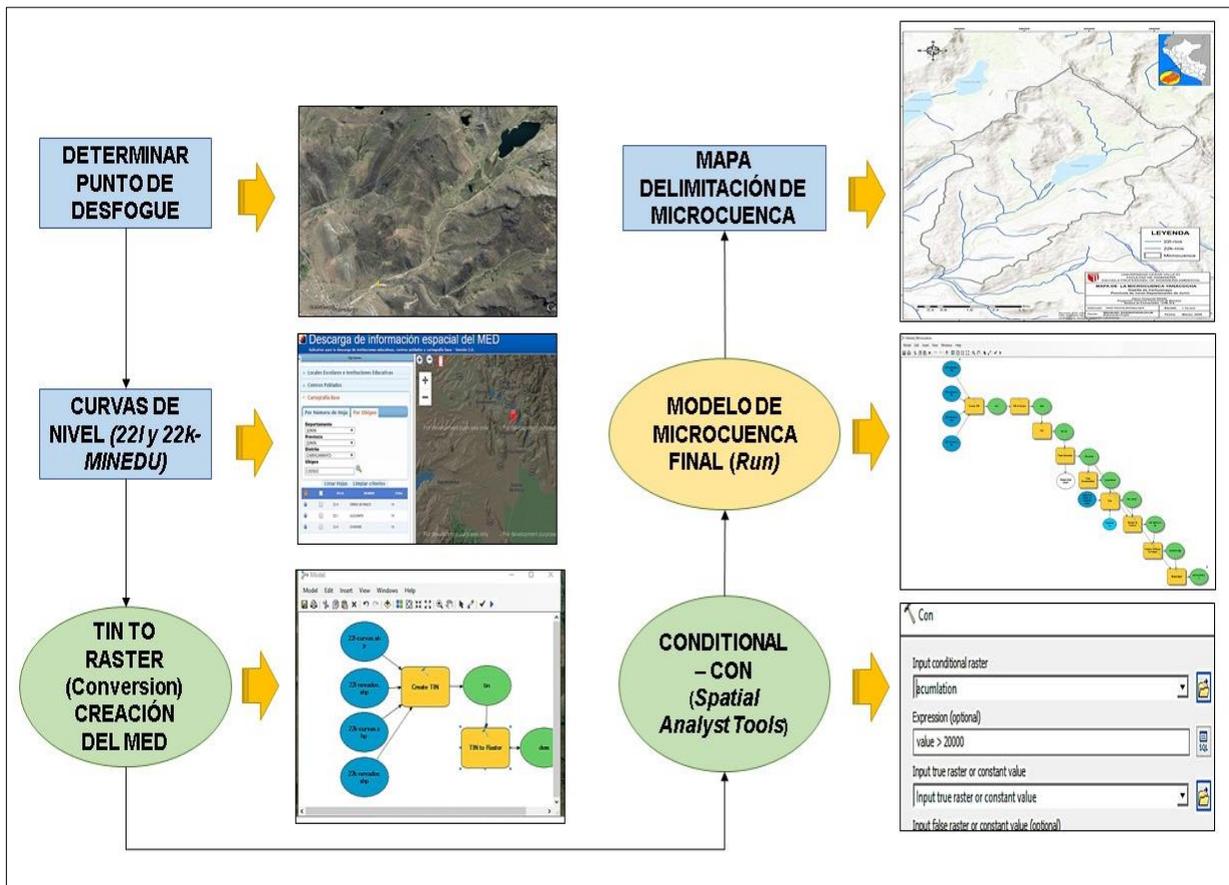


Figura 5. Flujo de modelamiento para obtener el mapa delimitación de microcuenca

3.5.3 Toma de muestras de agua, suelo y cobertura vegetal

El procedimiento para la obtención de las muestras serán las siguientes:

- Muestreo del agua de la laguna Yanacocha:

El muestreo de agua superficial se basó en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales – ANA (2016), considerándose que el tipo de muestra de agua de la laguna fue puntual (simple), que consistió en la extracción de una porción del recurso hídrico en un lugar o punto determinado para su análisis respectivo. Esta muestra representa las condiciones de la composición del cuerpo de agua y sus características en un tiempo establecido; además, cuando la composición de la fuente (aguas de suministro, superficiales y subterráneas) es parcialmente constante a través del tiempo, este tipo de muestra es representativa para un volumen más extenso.

Para el muestro de agua de la laguna Yanacocha como fuente de abastecimiento de Carhuamayo se realizó las siguientes etapas:

A) Premonitoreo

- Se realizó la planificación del monitoreo (gabinete) el cual consistió en la evaluación del lugar de estudio (recurso hídrico y microcuenca), además mediante el empleo del Google Earth Pro se ubicó el área de estudio y los puntos de acceso a la fuente natural a ser muestreada.

- Se estableció la red de puntos de monitoreo basado en la técnica de cuadrillas para lagunas (Figura 6) el cual consistió en realizar un cuadrante imaginario en la superficie de la laguna, para extraer muestras puntuales de 2 litros de cada vértice del cuadrante a una profundidad de 30 cm; se debe tomar en cuenta que los puntos a muestrear no se realicen en zonas turbias, ni en presencia de espumas superficiales y deben estar alejados de la orilla.

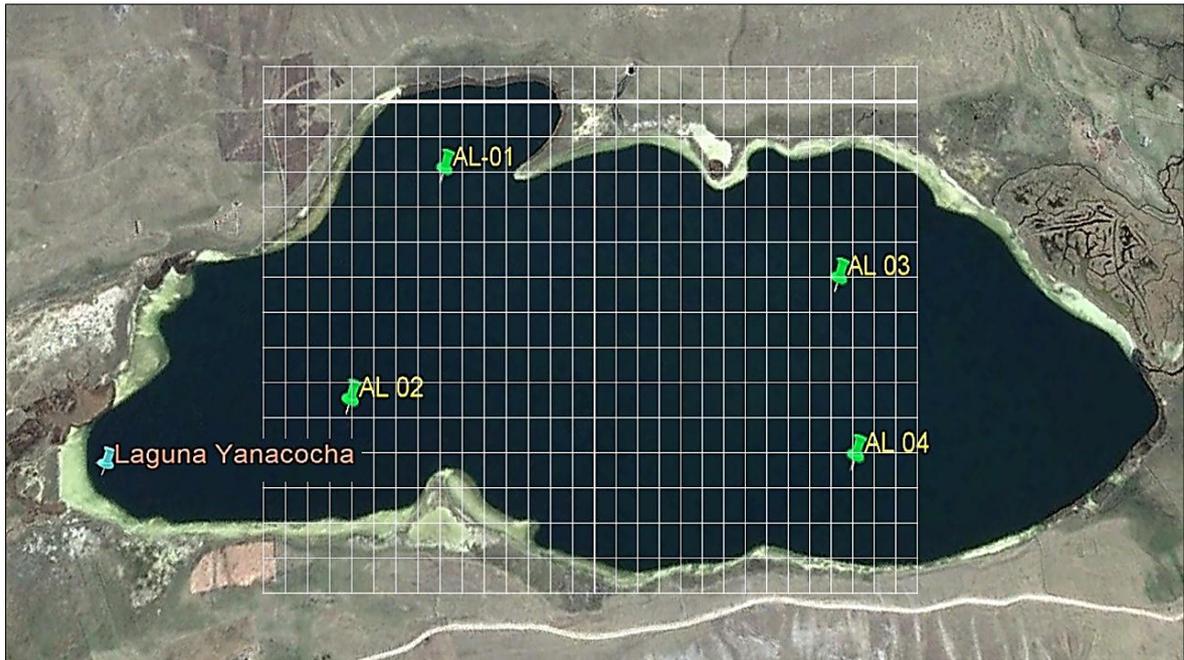


Figura 6. *Técnica de cuadrillas para lagunas*

- La laguna Yanacocha pertenece al grupo de agua natural (AN) y al subgrupo superficial, siendo muestreado ocho muestras puntuales cuya codificación se representó por AL-01 a AL-08. La frecuencia del monitoreo fue mensual (febrero y marzo) con el fin de identificar las variaciones durante la época de lluvias.
- La selección de los parámetros mínimos a ser analizados se basó en la categoría 1 (Subcategoría A1) y 4 (Subcategoría E1) asignada por el Autoridad Nacional del Agua (ANA) y los Estándares de Calidad Ambiental para Aguas (ECA-Agua), de los cuales se consideró como parámetros físicos-químicos la turbiedad, pH, OD, DBO₅ y el parámetro microbiológico de coliformes termotolerantes. Estas categorías permitieron evaluar la calidad del agua de la laguna, destinadas para el consumo humano y la conservación del ambiente acuático.
- Se preparó la indumentaria de seguridad, materiales y herramientas para realizar el muestreo del agua. (Ver Figura 7)

Herramientas-Materiales

- Cooler
- Ice pack
- Baldes (2L)
- Agua destilada
- Papel toalla
- Mascarilla
- Botas
- Guardapolvo
- Lapiceros
- Plumón indeleble
- Etiquetas
- Sogas
- Plomada
- Pabilo
- Guantes de nitrilo
- Bote inflable
- Inflador
- Parches de bote
- GPS
- Frascos de plástico (1000, 500 y 250 mL)
- Libreta de campo
- Cadena de custodia
- Ficha de registro
- Toca tipo tira



Figura 7. Herramientas y materiales para muestreo de agua

➤ Monitoreo

- Se realizó el reconocimiento de la laguna Yanacocha procediendo a la georreferenciación de la zona de muestreo (coordenadas UTM). Posterior a ello se etiquetó y rótulo los frascos de acuerdo con los parámetros a analizar. Tener en cuenta que antes del ingreso a la laguna se debe contar con los implementos de seguridad (Ver Figura 8).



Figura 8. Georreferenciación de la laguna Yanacocha

- Para la toma de muestra se ingresó a la laguna empleando un bote inflable hasta llegar al punto de muestreo, registrándose las coordenadas UTM y la hora. El parámetro de coliformes fecales se mide directamente en la laguna introduciendo el frasco hasta una profundidad de 30 cm aproximadamente, no se llena completamente el frasco con la muestra dejando al menos 2.5 cm de espacio. Por otro lado, se utilizó un balde para sacar una muestra representativa de 2 litros en dirección opuesta al caudal que se encuentra en movimiento, siendo llevada a la orilla con el fin de distribuirlo de acuerdo a los parámetros restantes, cabe mencionar que para los parámetros de turbidez, OD, pH y DBO₅ los frascos deben ser enjuagados 3 veces con la misma agua de la muestra (ver Figura 9), además se deben tomar en cuenta los criterios para almacenamiento y preservación de las muestras descritas en el Anexo 13.



Figura 9. Toma de muestra de agua de la laguna Yanacocha

- Como parte de la preservación y el traslado de muestras se empleó un cooler y 5 ice pack congelados con el fin de mantener refrigerada la muestra con una temperatura adecuada (Ver Figura 10).



Figura 10. Preservación de muestras de agua

- Se procedió al llenado de la ficha de observación (Tabla 11) y la cadena de custodia de calidad de agua (Anexo 14).

Tabla 11. Registro para el muestreo de agua

Responsable: Lamadrid Jordan, Marcel		Tipo de muestra: Puntual		Tipo de frasco		Temperatura de conservación: $\leq 6^{\circ}\text{C}$		Cantidad de muestra por punto: 2L	
Método de muestreo: Cuadrilla		Plástico		Clasificación		Grupo: Agua Natural (AN)			Subgrupo: Superficial (Laguna)
Punto de Muestreo	Muestreo	Ubicación		Parámetros de ensayo					Observaciones
		Coordenadas (UTM)		pH (1-14)	OD (mg/L)	DBO ₅ (mg/L)	Turbidez (NTU)	Col-termo tolerantes (NMP/100 ml)	
AL-01	F: 5/02/2020 H: 10:50	N: 8799082.89 E: 391114.01		X	X	X	X	X	Las muestras del agua extraídas fueron: incoloras, sin espuma e inodoros.
AL-02	F: 5/02/2020 H: 11:25	N: 8798647.00 E: 391228.00		X	X	X	X	X	
AL-03	F: 5/02/2020 H: 12:00	N: 8799377.78 E: 391885.95		X	X	X	X	X	
AL-04	F: 5/02/2020 H: 12:30	N: 8799108.00 E: 392112.00		X	X	X	X	X	
AL-05	F: 15/03/2020 H: 09:58	N: 8799089.00 E: 391158.00		X	X	X	X	X	
AL-06	F: 15/03/2020 H: 10:30	N: 8798678.00 E: 391194.00		X	X	X	X	X	
AL-07	F: 15/03/2020 H: 11:00	N: 8799337.00 E: 391901.00		X	X	X	X	X	
AL-08	F: 15/03/2020 H: 11:50	N: 8799152.00 E: 392109.00		X	X	X	X	X	

- Se transportó el cooler de Carhuamayo hacia Lima de manera cuidadosa tomando en cuenta el tiempo máximo de almacenamiento para asegurar la calidad de los resultados.

➤ **Posmonitoreo**

- Las muestras fueron analizadas en el laboratorio Analytical Laboratory E.I.R.L.- ALAB, que se encuentra acreditado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL-DA) y el Servicio de Acreditación Internacional - IAS, emitiendo el laboratorio el informe técnico de los resultados.

El flujo del muestreo del agua de la laguna Yanacocha se muestra a continuación (Figura 11).

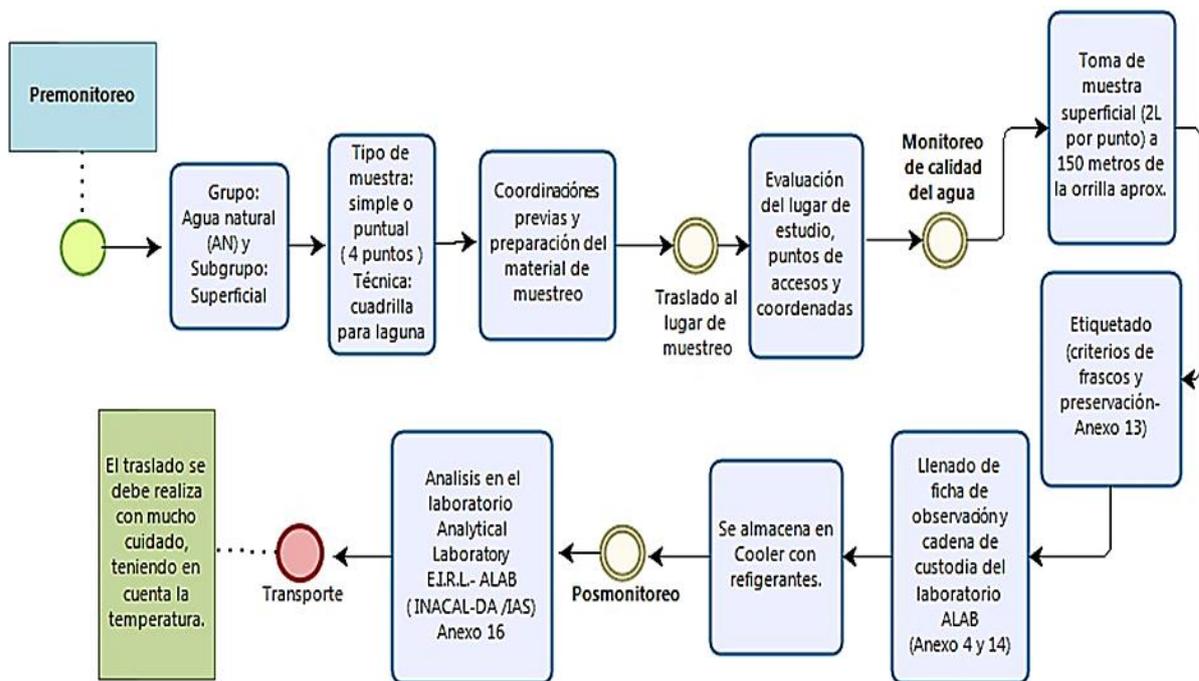


Figura 11. Flujo de muestreo de agua

- Muestreo del suelo del entorno de la laguna Yanacocha:

La metodología para muestrear el suelo se basó en la Guía para Muestreo de Suelos del MINAM (2014). La calidad del suelo fue evaluada mediante la toma de muestras de los alrededores de la laguna Yanacocha, siendo el tipo de muestreo de identificación que consiste en caracterizar el suelo de forma general, con el fin de identificar la existencia de algún contaminante mediante la extracción de

muestras representativas. Los pasos para el muestreo del suelo se realizaron de la siguiente manera:

A) Premuestreo

- Se realizó la evaluación preliminar (inspección del sitio) para identificar los posibles medios de contaminación del entorno de la laguna Yanacocha, observándose que el impacto antrópico en los alrededores de la laguna fue mínimo.
- Se procedió a la georreferenciación (UTM WGS 84) del sitio, para delimitar las zonas de interés de muestreo.
- Para elegir los puntos a ser analizados se consideró un muestreo no probabilístico por conveniencia, por lo cual el investigador selecciona un mínimo de puntos tomando en cuenta el acceso a la zona de estudio (ver Figura 12).

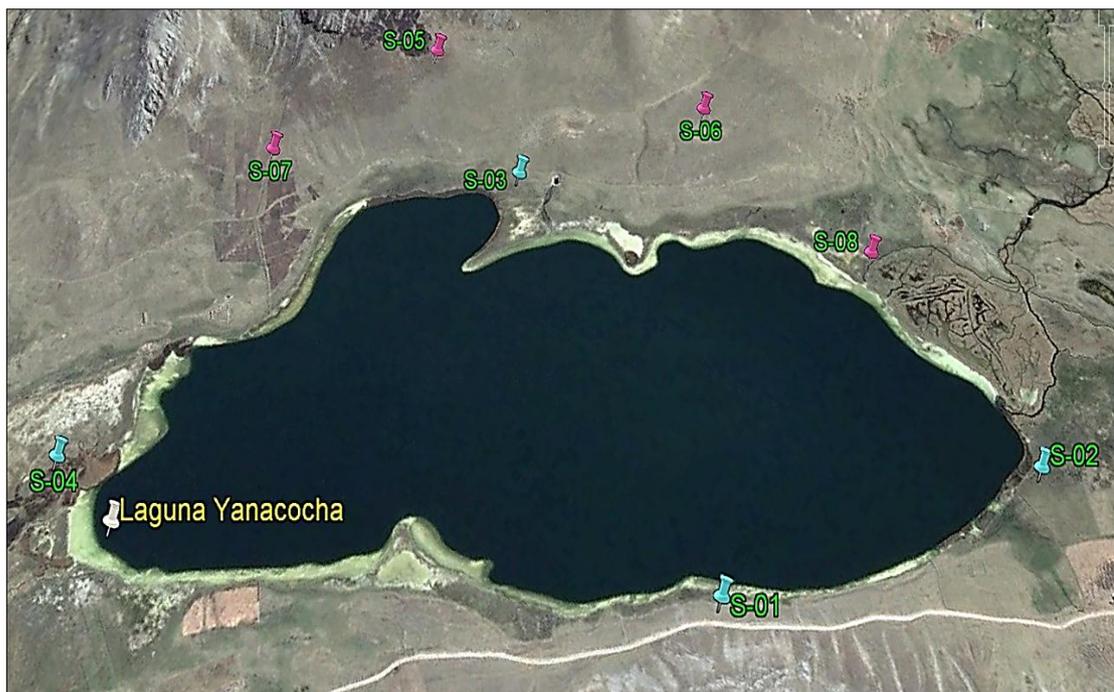
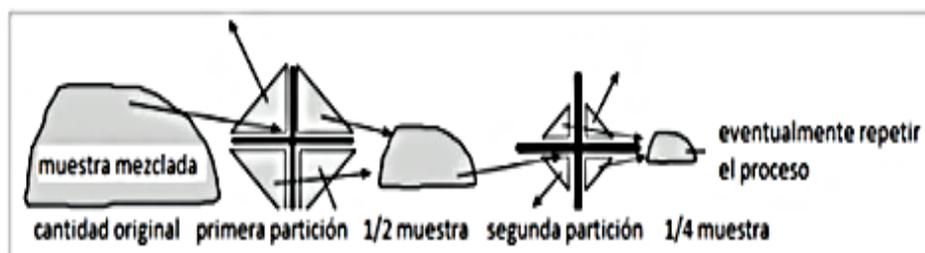


Figura 12. *Muestreo no probabilístico del suelo por conveniencia*

- Los puntos para el muestreo del suelo fueron ocho, cuya codificación se representó por la letra S-01 a S-08 y se encontraron adyacentes a la laguna. La cantidad de muestra a extraer por punto muestreado fue de 2 kilogramos.

Además, la frecuencia de extracción de las muestras fue mensual (febrero y marzo) con el fin de identificar posibles variaciones.

- Se extrajeron muestras simples de cada punto a muestrear siendo el diseño de muestreo las calicatas por ser un suelo de superficie suave. Por otro lado, respecto a la técnica se aplicó el muestreo para muestras superficiales, siendo indicado en la guía que la profundidad a sacar la muestra es de cincuenta centímetros aproximadamente por ser un suelo agrícola; sin embargo, cuando las muestras son de mayor volumen, serán sometidas a cuarteo (Figura 13) para disminuir el volumen y lograr muestras representativas.



Fuente: MINAM (2019)

Figura 13. *Técnica de cuarteo para muestras superficiales*

- Los parámetros a ser evaluados fueron la textura del suelo, la materia orgánica, la conductividad eléctrica (CE) y el pH.

B) Muestreo

- Se realizó el reconocimiento del entorno de la laguna Yanacocha con relación al suelo. Seguidamente se etiquetó y rótulo las bolsas ziploc de acuerdo con los parámetros a analizar.

- Previo a realizar el muestreo de suelo se contó con los implementos de seguridad, además, para la extracción de las muestras se utilizó los siguientes materiales y herramientas (ver figura 14).

Herramientas-Materiales

- Cooler
- GPS
- Espátula
- Wincha
- Botas
- Guardapolvo
- Mascarilla
- Guantes de nitrilo
- Bolsas indeleble
- Bolsas Ziploc (5x6 / 7x10)
- Pico y pala
- Etiquetas
- Cernidor
- Cal
- Cadena de custodia
- Ficha de registro
- Toca tipo tira



Figura 14. Herramientas y materiales para muestreo de suelo

- Para los puntos de muestreo se tomó en consideración las áreas parcialmente libres y sin rocas, que fueron georreferenciadas.

- Identificado el punto a muestrear se procedió a la limpieza del área retirando las piedras, para delimitar con cal el área de muestreo del cual se retiró la cobertura vegetal. Seguidamente se remarcó con cal el área de la calicata que fue delimitado con una wincha siendo el ancho 30 cm por 40 cm de largo. Posterior a ello del área de la calicata se extrajo 10 cm de capa superficial de tierra para después proseguir a la extracción de 50 cm de profundidad de tierra aproximadamente. (Ver Figura 15).





Figura 15. *Limpieza, delimitación y calicata*

- Después se procedió a extraer la muestra de suelo de las paredes de la calicata con la ayuda de una espátula, siendo colocado en una bolsa para ser cernida con el fin de eliminar restos de piedras y raíces. (Ver Figura 16).



Figura 16. *Extracción de muestra y tamizado*

- Para la obtención de una muestra representativa se procedió a realizar el cuarteo que consistió en la distribución uniforme de la muestra cernida y se procedió a la partición en cuatro partes proporcionales (forma de aspa o cruz) desechándose dos partes opuestas, y colocados en otra superficie para ser homogeneizada y repetir nuevamente el cuarteo para obtener la muestra final. (Ver Figura 17).

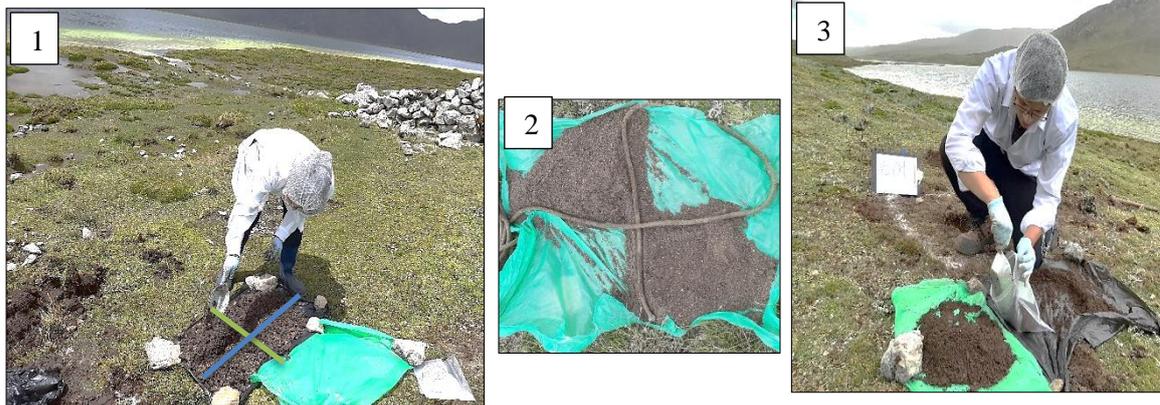


Figura 17. *Partición de muestra mediante el cuarteo*

- Teniendo la muestra representativa se procedió al guardado en las bolsas ziploc de acuerdo con los parámetros a analizar. La cantidad de suelo para cada parámetro fueron los siguientes: la materia orgánica y el pH de 200 gr cada uno y la conductividad eléctrica y textura de 500 gr cada una. Cabe mencionar que, para el traslado de las muestras, la preservación y las condiciones de almacenamiento se dieron a temperatura ambiente. (Ver Figura 18).



Figura 18. *Almacenamiento y etiquetado de muestras*

- Se procedió al llenado de la cadena de custodia (Anexo 15) y las fichas de observación. Finalmente, se transportó el cooler de Carhuamayo hacia Lima.

Tabla 12. Registro para el muestreo de suelo

Responsable: Ninalaya Ayra, Helen			Temperatura de conservación: T° ambiente (C°)				
Tipo de muestreo: Identificación			Muestra: Suelo		Cantidad de muestra por punto: 2 kg		
Método de muestreo: Cuarteo			Tipo de bolsa: Ziploc 5x6 / 7x10				
Punto de Muestreo	Muestreo	Ubicación Coordenadas (UTM)	Parámetros de ensayo				Observaciones
			pH (1-14)	MO (%)	C.E (μS/cm)	Clase de textura	
S-01	F: 4/02/2020	N: 8798896.73	X	X	X	X	Suelo húmedo, color marrón oscuro con abundante raíz
	H: 11:10	E: 392093.10					
S-02	F: 4/02/2020	N: 8799510.62	X	X	X	X	Suelo húmedo, color marrón oscuro
	H: 13:10	E: 392569.37					
S-03	F: 4/02/2020	N: 8799419.16	X	X	X	X	Suelo húmedo, color marrón oscuro
	H: 14:15	E: 391226.62					
S-04	F: 4/02/2020	N: 8798480.21	X	X	X	X	Suelo seco, color marrón oscuro con abundante raíz
	H: 15:11	E: 390739.75					
S-05	F: 15/03/2020	N: 8799520.51	X	X	X	X	Suelo húmedo, color marrón oscuro
	H: 12:15	E: 390900.49					
S-06	F: 15/03/2020	N: 8799809.47	X	X	X	X	Suelo seco, color marrón claro
	H: 12:40	E: 391540.15					
S-07	F: 15/03/2020	N: 8799100.90	X	X	X	X	Suelo seco, color marrón claro
	H: 13:10	E: 390691.66					
S-08	F: 15/03/2020	N: 8799735.29	X	X	X	X	Suelo seco, color marrón claro con abundante raíz
	H: 13:40	E: 392055.71					

C) Posmuestreo

- Las muestras de suelo fueron transportadas para su análisis en el laboratorio Analytical Laboratory E.I.R.L.- ALAB, que se encuentra acreditado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL-DA) y el Servicio de Acreditación Internacional - IAS, emitiendo el laboratorio el informe técnico de los resultados.

La Figura 19 muestra el flujo del muestreo de suelo del entorno de la laguna Yanacochoa.

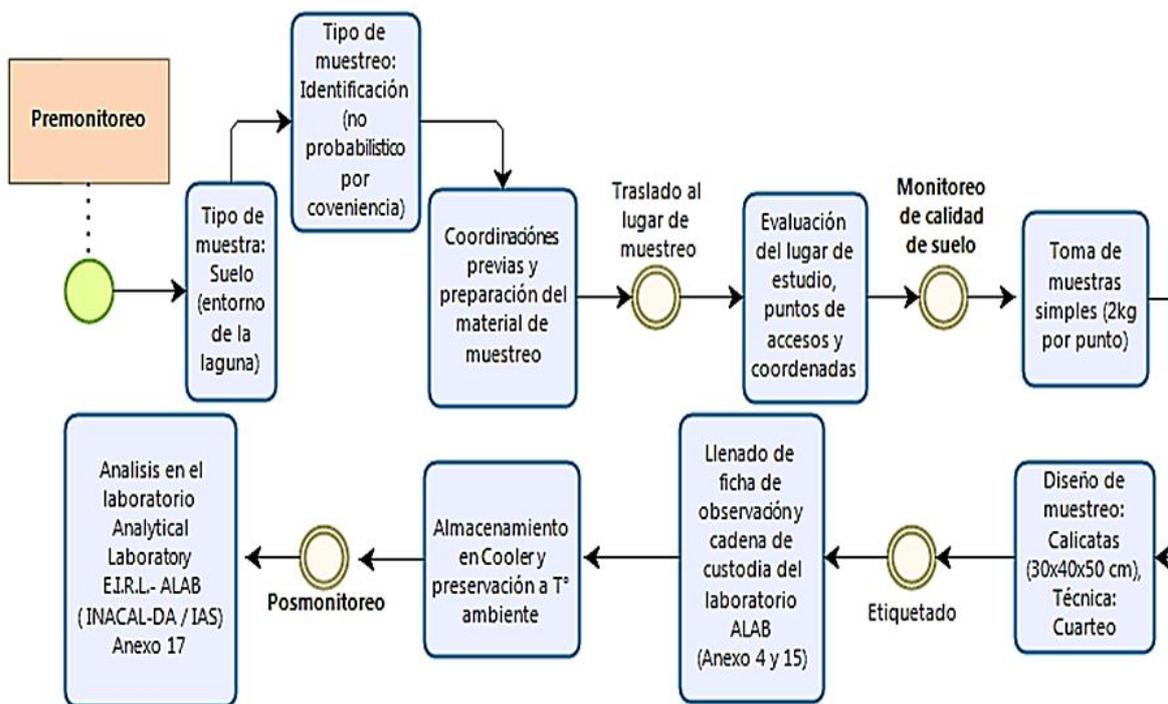


Figura 19. Flujo de muestreo de suelo

- Determinación de la cobertura vegetal de la microcuenca Yanacocha:

- **Cálculo de la cobertura vegetal**

Se elaboró los mapas de cobertura vegetal de la microcuenca Yanacocha, con la finalidad de evaluar la variación de la cobertura vegetal en porcentajes por décadas. Para la elaboración de los 3 mapas se descargó imágenes satelitales del Geoservidor INPE-Brasil (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) de los años 1989, 1999 y 2019, siendo estas imágenes adquiridas a través de los satélites Landsat 5, Landsat 7 y Landsat 8 respectivamente. (Ver Tabla 13)

El procesamiento y elaboración de los mapas se realizó mediante el software ArcGIS 10.5, siendo el método empleado la clasificación no supervisada que permite elaborar una base de datos cartográficos digitalizados que selecciona las diferentes coberturas vegetales mediante el análisis de separabilidad. Por otro lado, el método implica realizar una corrección mediante la interpretación visual considerando el uso de patrones de forma, tamaño, color, textura, tono y otros, además de información digital topográfica y de zonas de vida (SILVIA, et al., 2010).

Tabla 13. *Registro de imágenes satelitales para la microcuenca*

COBERTURA VEGETAL				
Geoservidor	Años de estudio	Satélites	Fecha de las imágenes satelitales	Fecha de descarga de las imágenes satelitales
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais INPE-Brasil	1989	Landsat 5	13/05/1989	10/02/2020
	1999	Landsat 7	30/07/1999	15/02/2020
	2019	Landsat 8	03/07/2019	20/02/2020

Los pasos para la obtención de los mapas fueron los siguientes:

- Se procedió a combinar las bandas 543 para los años 1989 y 1999, mientras que el 2019 se combinó las bandas 654 usando la herramienta Composite Bands (*Raster Processing*), seguido se realizó la clasificación no supervisada para la obtención de las áreas de las 3 coberturas (cuerpo de agua, suelo y vegetación) con la herramienta Iso Cluster empleando 20 interacciones. El raster generado se subió en la herramienta Maximum Likelihood Classification (*Multivariate*) para proceder al cambio de colores según el área de cobertura.
- Luego el ráster obtenido se convierte en polígono, que mediante la tabla de atributos se seleccionó las áreas menores a 2 Ha para eliminarlos pasándolas a las áreas más extensas. Seguidamente se unificó las clases empleando la herramienta Dissolve (*Generalization*) seleccionando el campo Gridcode para determinar el nombre y el área (Ha) de cada cobertura.
- Para la corrección de los mapas se ha realizado la edición visual con el fin de eliminar las sombras y quedar con las 3 clases trabajadas de agua, suelo y vegetación, resultando los mapas de cobertura vegetal de la microcuenca Yanacocha para los años 1989, 1999 y 2019.

El modelamiento de para obtener los mapas de cobertura vegetal se basaron en el flujo de la Figura 20.

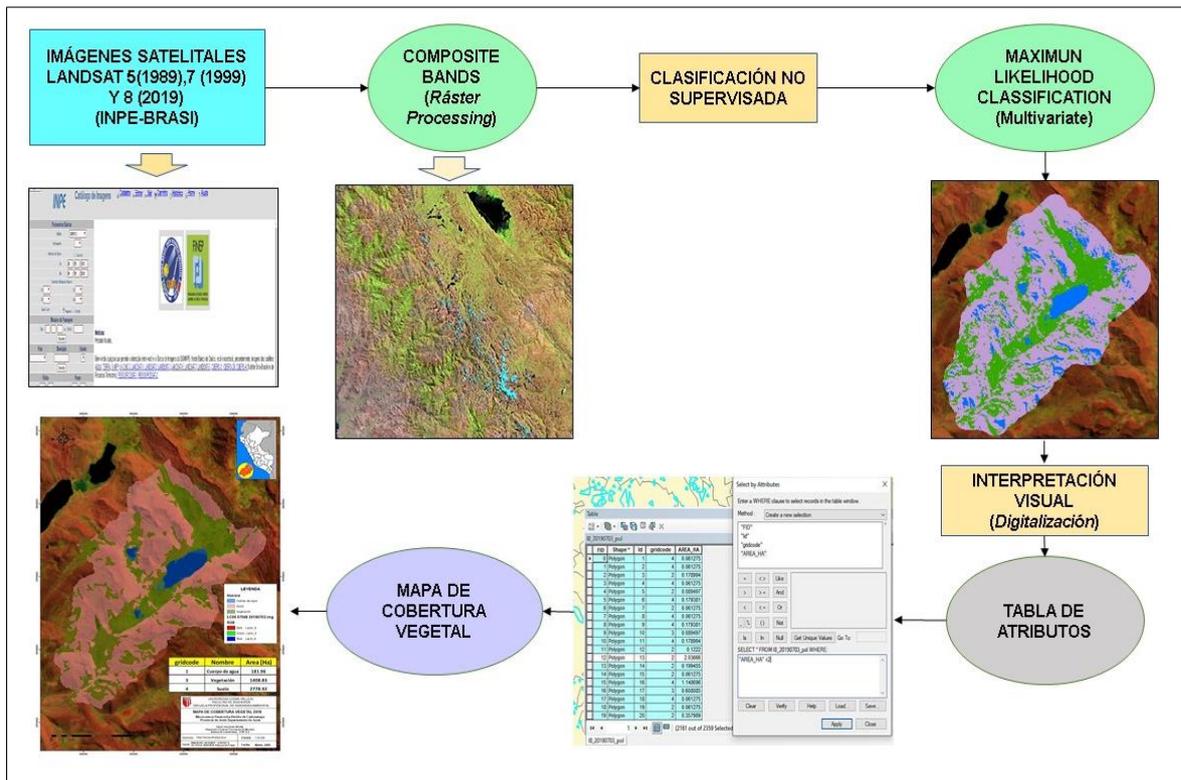


Figura 20. Flujo de modelamiento para obtener mapa de cobertura vegetal

- **Tipos de cobertura vegetal**

La cuenca del Mantaro posee una gran variedad florística representada por 1460 especies de fanerógamas agrupadas en 120 familias y 560 géneros aproximadamente, cabe mencionar que de todos los valles interandinos del Perú, el valle del Mantaro es la que posee mayor diversidad de endemias florísticas en las zonas altoandinas, sin embargo, existen muchas especies que no han sido identificadas. Por otra parte, la zona baja, media y alta de la cuenca del río Mantaro posee características propias para la flora, clima y la orográfica. Además, según la Clasificación Ecológica del Perú este valle posee diferentes formaciones ecológicas influenciadas por la temperatura, altitud y precipitación (ANA, 2010).

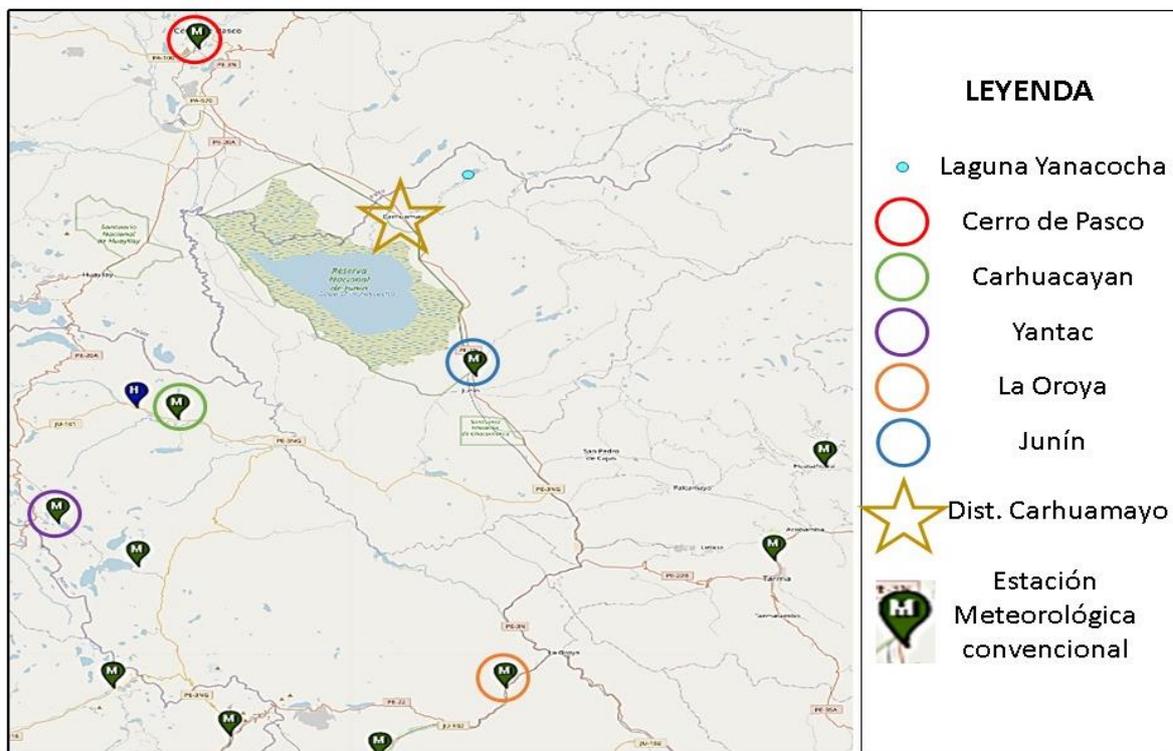
Debido a la gran variedad florística del valle del Mantaro de la cual forma parte la microcuenca Yanacocha, el presente trabajo dio a conocer las especies endémicas más representativas en la zona de estudio basada en el Plan Maestro de la Reserva Nacional de Junín 2008-2012, para ello se realizó un recorrido a lo largo de la microcuenca para la identificación de especies mediante la observación.

3.5.4 Tratamiento de la información meteorológica

Como parte de la determinación de la sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacochoa se necesitó contar con información de la oferta y demanda hídrica. Para determinar la oferta hídrica fue necesario contar con parámetros meteorológicos de temperatura (máxima y mínima) y precipitación mensual de un determinado periodo, con el fin de analizar el comportamiento multianual.

- Selección de estaciones meteorológicas convencionales

Dentro de la microcuenca Yanacochoa generada para el estudio no se evidenció la presencia de estaciones meteorológicas, por lo cual se buscó crear estaciones virtuales para la microcuenca basada en estaciones cercanas al lugar de estudio, para ello se revisó la plataforma del Servicio de Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI para la selección de las estaciones meteorológicas convencionales que se encuentran en las inmediaciones de la microcuenca como se observa en la Figura 21.



Fuente: Plataforma SENAMHI (2020)

Figura 21. Ubicación de las estaciones meteorológicas convencionales

Identificada las cinco estaciones meteorológicas convencionales de interés se procedió a solicitar los registros históricos (con control de calidad) al SENAMHI (Anexo 18), dicha información fue recepcionada el día 20 de febrero del 2020 (Anexo 19).

- Análisis de consistencia, completación y extensión de datos históricos

El Programa de Adaptación al Cambio Climático (PACC) como iniciativa Suizo-Peruana, dieron a conocer que en las regiones altoandinas, la medición adecuada de datos meteorológicos y el mantenimiento de estaciones suele ser un reto por ser los recursos humanos y financieros limitados, teniendo una serie de datos incompletas y poco homogéneas, siendo necesario verificar su verosimilitud, completar y homogeneizar la información para la detección y la sustitución de valores inverosímiles, ya que en regiones remotas la variabilidad climática espacial es compleja debido a las fuertes influencias topográficas (SCHWARB, et al., 2011).

Se debe tomar en cuenta que los valores inverosímiles pueden deberse a problemas técnicos de la estación o a una mala lectura, considerándose como un valor perdido que puede corregirse mediante una estimación a través de la interpolación.

A) Precipitación

El comportamiento hidrológico en una microcuenca es determinada por un elemento básico que es la precipitación, por lo cual debe ser analizado su comportamiento a nivel multianual, regional y estacional. Cabe mencionar que cada estación acumula una cantidad diferente de precipitación que depende de la ubicación geográfica (ligero aumento en estaciones de la parte norte y oeste de la cuenca) y la altitud (mayor precipitación en estaciones ubicadas en la zona alta de la cuenca), asimismo considera otros factores como exposición al sol, dirección del viento, influencia de la brisa, etc.

Para el análisis de precipitación se trabajó con cuatro estaciones meteorológicas convencionales: La Oroya, Cerro de Pasco, Carhuacayan y Junín.

- **Análisis de consistencia**

Este análisis consistió en identificar posibles valores de precipitación inconsistentes, saltos (falta de datos) y las no homogeneidades de los datos históricos para proceder a cuantificarlos si es necesario, de esta manera obtener la confiabilidad de los registros (menor riesgo) y que sean representativos del lugar de estudio, para ello se utilizó el análisis gráfico, las curvas de doble masa y las pruebas estadísticas.

- **Análisis de gráfico:** Primero se realizó el análisis gráfico para ello se elaboró un gráfico de histogramas cuyas coordenadas están en función de las precipitaciones anuales con relación al tiempo.

- **Análisis de doble masa:** Inicialmente se determinó el periodo de análisis para el grupo de estaciones a trabajar que vario entre el 1970 al 2019, cuya data de precipitación mensual faltante fue reemplazada por el valor mensual promedio soló para los años con menos de 6 datos faltantes. Este método consiste en calcular un patrón de los datos anuales de precipitación basada en la estación con series más largas y homogéneas, para ello se elaboró gráficas de línea con los valores de precipitación acumulada de cada estación para identificar las estaciones con mejor tendencia, de estas estaciones se saca su valor promedio para determinar la precipitación acumulada promedio (estación patrón) que será graficada con la precipitación acumulada de la estación de interés a ser llenado para un periodo determinado, resultando una línea recta con pendiente constante. Por otro lado, si se muestra un quiebre en la recta quiere decir que los datos de las estaciones no son consistentes y deben ser corregidos por medio de la ecuación de regresión lineal.

- **Completación y extensión de datos**

Para el cálculo del balance hídrico se requiere de largos registros pluviométricos que faciliten la estimación de valores anuales de precipitación, sin embargo, es usual la falta de estos datos por ello se debe disponer de un método para estimarlas. Asimismo, posterior al análisis de consistencia de las series históricas, se procedió al llenado de las estaciones con registros incompletos mediante

métodos matemáticos y estadísticos que aseguren al investigador que no se altere la base de los datos sustancialmente. El modelo estadístico utilizado fue el de regresión lineal simple mediante la gráfica de dispersión que contiene una recta denominada línea de regresión, que es empleada para el llenado de la data incompleta y con ello generar la extensión de datos de precipitación para un periodo determinado.

La expresión matemática de la regresión lineal simple para calcular los valores de precipitación faltantes se expresa en la ecuación (1):

$$Y_i = \alpha + \beta X_i \quad \text{----- (1)}$$

Dónde:

Y_i: Variable aleatoria dependiente

X_i: Variable aleatoria independiente

β: Pendiente de la recta a determinarse

α: Punto intersección entre la línea de regresión y el eje "Y"

B) Temperatura

Para determinar la disponibilidad del agua de la microcuenca se requiere conocer la temperatura máxima y mínima que incide en el área de estudio. Este parámetro se altera debido a los factores climáticos de latitud, altitud y cercanía al mar.

El análisis de consistencia, la completación y la extensión de los datos de temperatura máxima y mínima siguieron el mismo procedimiento de la precipitación considerando las estaciones de análisis: Junín, Cerro de Pasco, La Oroya y Yantac.

3.5.5 Regionalización de precipitación y temperatura para la microcuenca

- Generación de mapa de estaciones virtuales

Para determinar la sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha se requiere conocer la disponibilidad hídrica superficial de la microcuenca del mismo nombre, para lo cual se necesitó generar una base de datos de precipitación y temperatura

representativa del lugar de estudio. Por ello, mediante el empleo del software ArcGis 10.5 se estableció la distribución de 8 estaciones virtuales (en el límite y al interior de la microcuenca), con la finalidad de conocer la altitud de cada una de las estaciones generadas para proceder a la regionalización.

- Regionalización para la generación de estaciones virtuales

La ausencia de estaciones meteorológicas en los límites y dentro de la microcuenca Yanacocha conllevan a la ausencia de registros de precipitación anual y temperatura promedio máxima y mínima en la zona de interés. La presente investigación considera estimar estos parámetros mediante el método de regionalización, basándose en los totales anuales de las estaciones completadas y homogeneizadas (estaciones La Oroya, Cerro de Pasco, Carhuacayán, Junín y Yantac operados por el SENAMHI), consideradas estas estaciones las más favorables para la regionalización de los parámetros por localizarse en las inmediaciones de la microcuenca Yanacocha.

Para determinar los valores de precipitación y temperatura a nivel decadal para las 8 estaciones virtuales generadas para la microcuenca, se empleó como método estadístico la regresión lineal simple el cual consistió en generar una ecuación modelo basado en la dependencia y relación de ambas variables meteorológicas con la altitud, resultando de la ecuación potencial un coeficiente de determinación (R^2) y correlación (R) que a más se acerca al valor 1 (100%) hace referencia a un buen grado de correlación entre la variable meteorológica y la altitud. Por lo mencionado, se realizó el análisis de gradiente térmico y de precipitación con relación a la altitud, para predecir la distribución de los parámetros analizados a nivel decadal para las ocho estaciones virtuales generadas en la microcuenca.

A) Precipitación

De la red de estaciones meteorológicas de la cuenca del río Mantaro se seleccionó las estaciones de Cerro de Pasco, La Oroya, Carhuacayán y Junín para trabajar con los registros de precipitación media anual de estas estaciones a nivel decadal.

B) Temperatura

El análisis de gradiente térmico se realizó en base a las estaciones meteorológicas convencionales de Cerro de Pasco, Yantac, Junín y La Oroya.

3.5.6 Elaboración de isoyetas e isotermas

Para la elaboración de los mapas de isoyetas e isoterma se utilizó el software ArcGIS 10.5. Inicialmente se estandarizó los datos en Excel que contengan la información de coordenadas (norte y este), altitud, precipitación media, temperatura máxima y mínima anual correspondiente a las estaciones virtuales por década generadas. Como primer paso se procedió a cargar la delimitación de la microcuenca Yanacocha; seguidamente la data de las estaciones virtuales (tabla Excel) se carga al ArcMap con la herramienta Add XY Data, siendo el sistema de coordenadas WGS 1984 UTM zona 18S, una vez creada se exportó la tabla como shapefile. Para elaborar los mapas de isoyetas e isoterma se utilizó la herramienta de interpolación Kriging (Spatial Analyst Tools), en esta herramienta se cargó la data de las estaciones virtuales y en el campo Z se colocó lo que se desea interpolar, ya sea temperatura o precipitación por década, asimismo el modelo incluye la opción Contour (Surface) donde el intervalo entre isolíneas fue cada 50 mm, mientras que en las isotermas fue cada 0.1°C, ambos mapas fueron trabajados con un grillado de 0.05 Km x 0.05 Km (50 metros) con un formato de impresión A3 y escala 1/35 000 para una mejor representación visual.

En la Figura 22 se observa el flujo de modelamiento para elaborar mapas de isoyetas e isotermas empleándose el mismo modelo para ambas (Anexo 23).

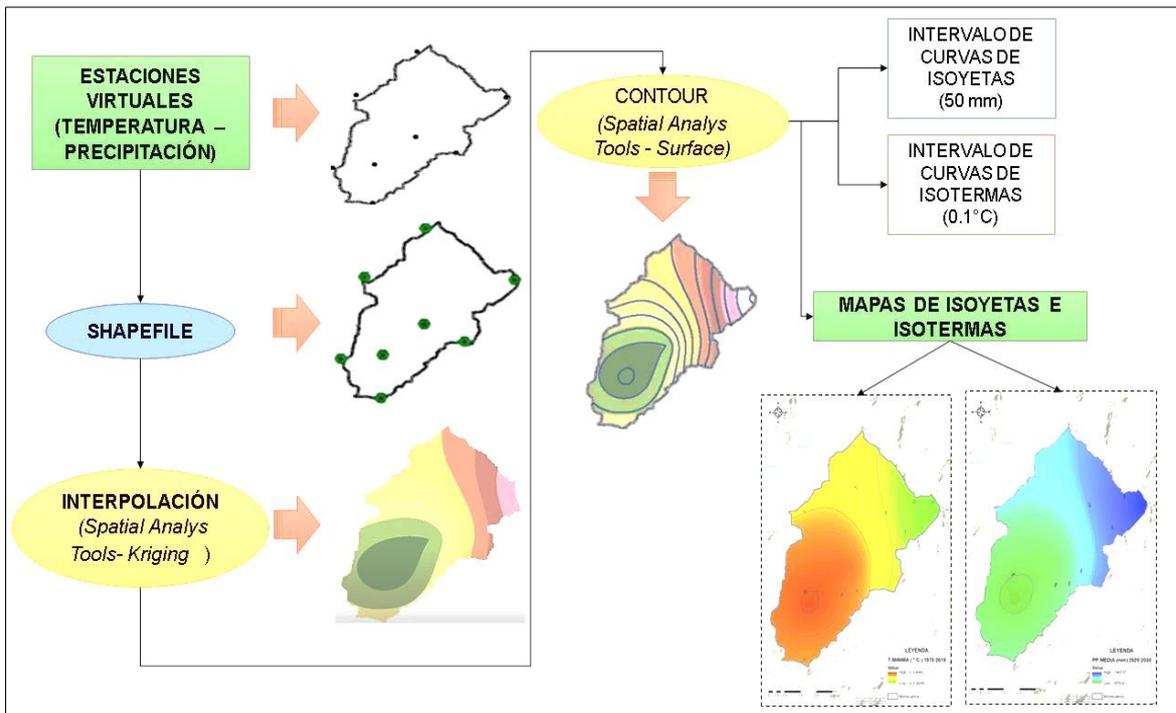


Figura 22. Flujo de modelamiento para generar mapas de isoyetas e isotermas

3.5.7 Modelo de balance hídrico

Para evaluar los recursos hídricos de una microcuenca se requiere estimar correctamente el balance hidrológico, es decir la manera en la que el agua es recibida por precipitación y la forma de cómo se reparte mediante escorrentía, evapotranspiración e infiltración (ARÉVALO y AZARTE, 2011).

La ecuación que generalmente se emplea en el balance hidrológico para periodos largos se expresa de la siguiente de manera:

$$ESC = PPT - EVT \quad \text{-----} \quad (2)$$

Dónde:

ESC: Representa las aportaciones de la Red Fluvial (mm)

PPT: Precipitación media (mm)

EVTr: Evapotranspiración real (mm)

La ecuación (2) permitió calcular el balance hídrico anual, el cual se expresa como el estado de humedad de la microcuenca relacionado con la precipitación de

ingreso y descontándose las pérdidas por la transpiración de las plantas o la evaporación directa, permitiendo esta ecuación identificar los años secos, normales o húmedos para analizar el recurso hídrico en función a la demanda.

Para determinar la evapotranspiración se seleccionó el método Holdridge, que se aplica cuando las altitudes son mayores a 3500 m.n.s.m. con una temperatura promedio de 6 °C y temperaturas mínimas inferiores a 0 °C (MONTENEGRO, 2018), por lo mencionado la microcuenca Yanacocha se ubica en la zona del Páramo Pluvial - Subalpino Tropical (pp - SaT) con una altitud de 4360 m.s.n.m. y con temperaturas promedios menores a 6° C, por estas características de la zona se aplicó el método de Holdridge para calcular la evapotranspiración, que se encuentra relacionado con la biotemperatura.

- Cálculo de biotemperatura

La biotemperatura es considerada la temperatura del aire que oscila entre 0°C a 30°C, permitiendo determinar la intensidad y el ritmo de los procesos fisiológicos de la flora (traspiración, fotosíntesis y la respiración), además de la evaporación del agua contenida en la vegetación y el suelo (MONTENEGRO, 2018). Para el método de Holdridge la biotemperatura se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$Biotemperatura = \frac{T^{\circ}max}{(T^{\circ}max - T^{\circ}min)} \times \frac{T^{\circ}max}{2} \quad \text{----- (3)}$$

Dónde:

T° max: Temperatura máxima (°C)

T° min: Temperatura mínima (°C)

La biotemperatura se determinó mediante el software ArcGIS 10.5, después de haber obtenido las isotermas máximas y mínimas decadales de las estaciones virtuales (Shapefile), se empleó la herramienta Raster Calculator (Map Algebra) donde se aplicó la ecuación (3) mediante el cual se estimó este parámetro (Ver Figura 23).

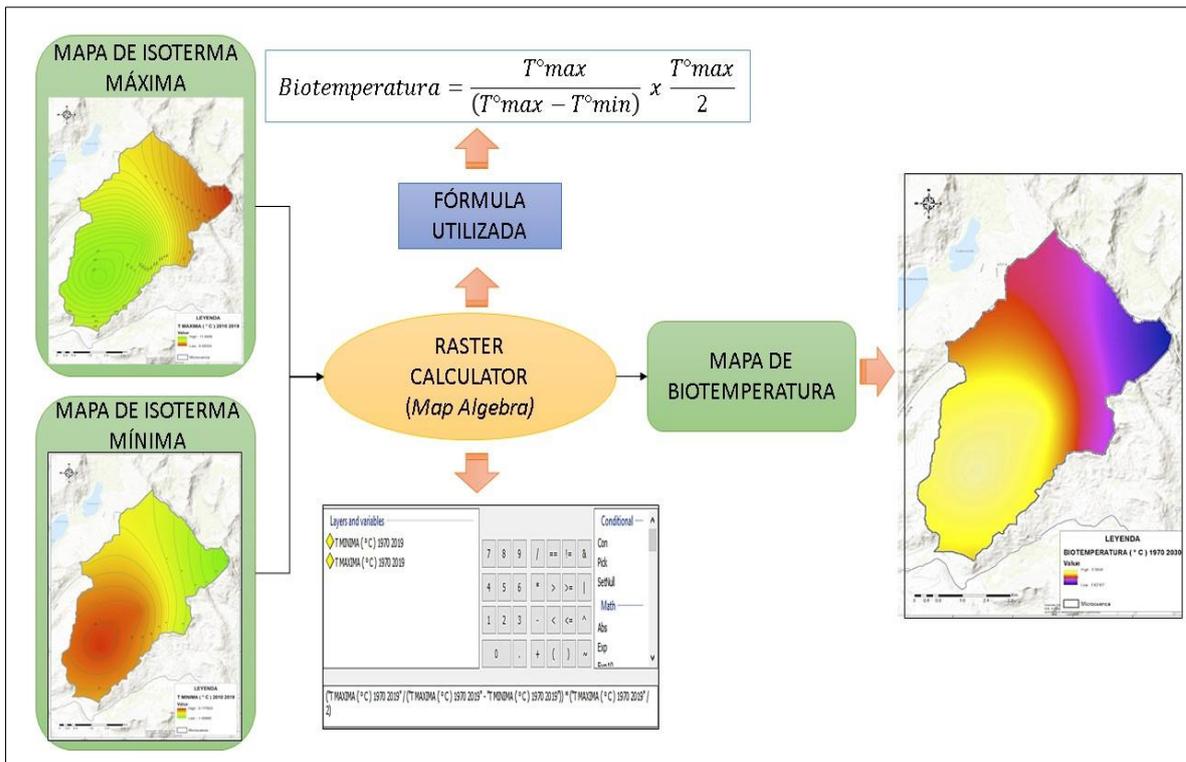


Figura 23. Flujo de modelamiento para generar mapa de biotemperatura

- Cálculo de evapotranspiración

La evapotranspiración es la adición de la transpiración y la evaporación de las superficies de las plantas y del suelo respectivamente. Para calcular la evapotranspiración de referencia (ET_o) se empleó el método indirecto, aplicando una fórmula empírica y datos meteorológicos que permitieron estimar la capacidad de evaporación del área de estudio (MONTENEGRO, 2018).

En esta investigación se aplicó el método de Holdridge para calcular la evapotranspiración (ET_o(H_o)) mediante la siguiente ecuación:

$$ET_o(H_o) = kH_o \times T_{med} \quad \text{----- (4)}$$

Dónde:

ET_o(H_o): Evapotranspiración (mm)

T_{med}: Temperatura (biotemperatura anual) (°C)

KH_o: Constante anual según Holdridge para 365 días es 58.93

La ET_{HO} se desarrolló en el software ArcGIS 10.5 posterior al cálculo de la biotemperatura (Shapefile), siendo calculada mediante la herramienta Raster Calculator (Map Algebra) donde se aplica la ecuación (4) como se representa en la Figura 24.

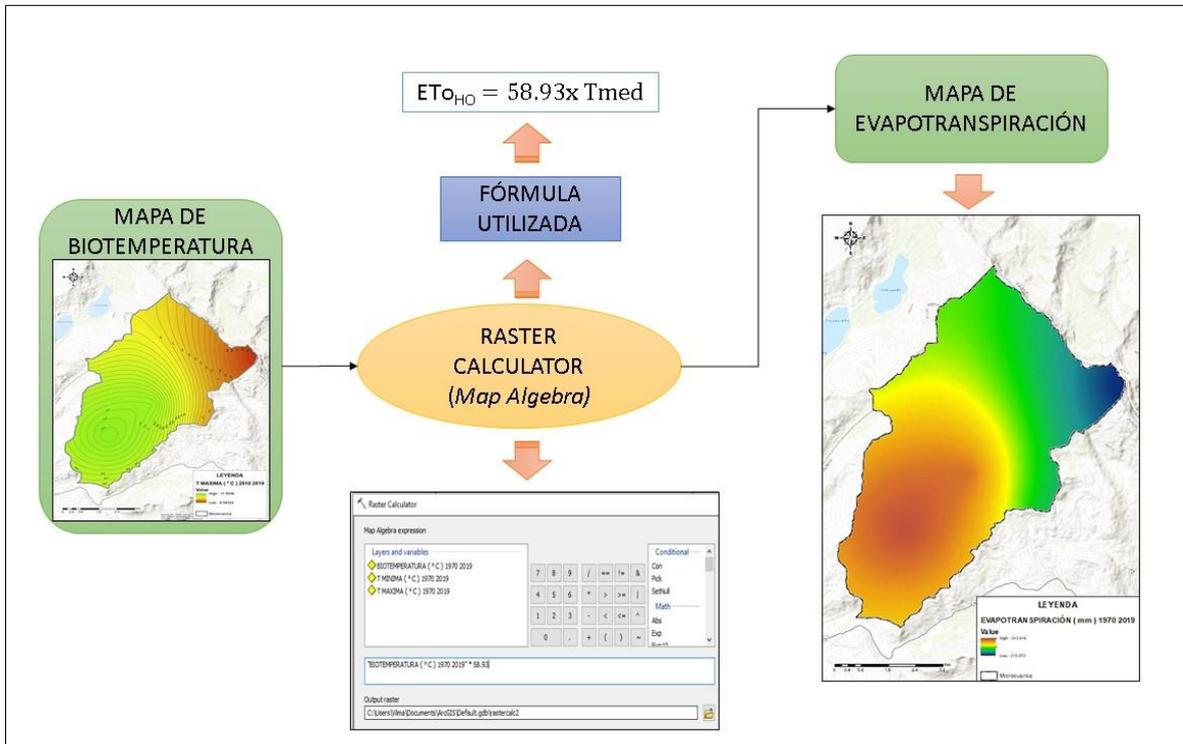


Figura 24. Flujo de modelamiento para generar mapa de evapotranspiración

- Cálculo del balance hidrológico

El balance hídrico es el equilibrio de toda el agua que ingresa y sale del sistema hídrico en un periodo determinado de tiempo. Para el cálculo del balance hídrico se utilizó la ecuación del balance hidrológico que es la siguiente:

$$BH = PP - ETP \quad \text{----- (5)}$$

Dónde:

BH: Balance hídrico (mm)

PP: Precipitación media (mm)

ETP: Evapotranspiración (mm)

El análisis del BH en la presente investigación se realizó a nivel decadal (ArcGIS 10.5) para lo cual se empleó los Shapefile de las isoyetas y la evapotranspiración, mediante la herramienta Raster Calculator (Map Algebra), como se expresa en la ecuación (5) obteniéndose el resultado del balance hídrico (Ver Figura 25).

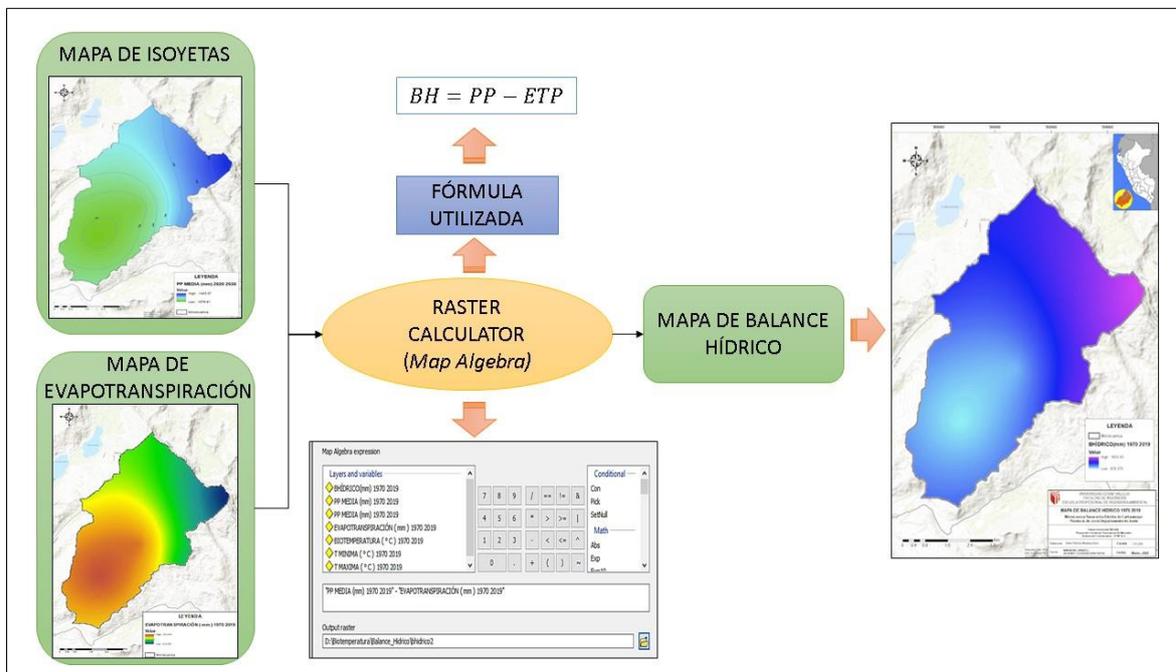


Figura 25. Flujo de modelamiento para generar mapa de balance hídrico

3.5.8 Determinación del crecimiento poblacional

Para proyectar la población futura es necesario tener datos históricos poblacionales de la zona, ante esto ROGRIGO y MOLINA (2010) indicaron que las proyecciones son modelos predictivos con expresiones lógicas – matemáticas que dan respuesta a las características de las variables que son implicadas en el modelo, siendo el más utilizado el de regresión lineal simple donde la ecuación lineal está conformada por variables predictoras (X) y de respuesta (Y). Desde otro punto de vista, las proyecciones poblacionales son instrumentos esencialmente utilizados para planear estrategias y dar a conocer la demanda futura del agua, alimento, transporte y energía (GUERRERO, 2013).

La proyección poblacional de Carhuamayo al 2030 se basó en el modelo de regresión lineal simple que requiere de datos históricos los cuales fueron descargados de la plataforma virtual del Instituto Nacional de Estadística e

Informática (INEI), obteniéndose para el distrito de Carhuamayo datos poblacionales del 2000 al 2015. Para realizar las proyecciones se empleó la ecuación lineal con la cual se completó la data poblacional hasta el 2030.

Por otro lado, la demanda hídrica es influenciada por la cantidad de la población, por ende, la presente investigación propondrá escenarios para posibles situaciones futuras de crecimiento o decrecimiento poblacional tomando en cuenta un 10% más o menos de la población promedio del 2020 al 2030.

3.5.9 Determinación de la dotación del agua

Para estimar la demanda hídrica de la población de Carhuamayo fue necesario determinar la cantidad de agua para el consumo humano, así como para sus diferentes actividades. Cabe mencionar que en Carhuamayo la población realiza actividades agropecuarias, sembrándose principalmente en la agricultura papa y maca, mientras que la ganadería y pastoreo está orientada a la crianza de vacuno, ovino y camélidos americanos (llama y alpaca) con fines comerciales y de alimentación poblacional, siendo necesario para ambas actividades el recurso hídrico de la microcuenca (Figura 26). Por ello mediante entrevistas con los pobladores y el recorrido por la zona de estudio se observó que la población no emplea un sistema de riego para la agricultura, sino que espera la temporada de lluvias para poder sembrar (agricultura de secano); por otro lado, en la ganadería los animales se abastecen del agua almacenado en los oconales característicos de las zonas altoandinas en Perú. Por lo explicado, es complicado determinar cuanta demanda hídrica implica la actividad agrícola y ganadera en Carhuamayo, por ende, para estimar el porcentaje de uso de agua para estas actividades se empleó una encuesta que permitió conocer la frecuencia y el número de pobladores que realicen estas actividades.

Por otro lado, el SEMAPAC entidad encargada de la administración del agua del distrito de Carhuamayo no cuenta con información sobre el consumo de agua diario por poblador, además las viviendas no poseen medidores. Ante esta dificultad se tomó en consideración al Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento – MVCS (2006) que da a conocer mediante el Reglamento Nacional de Edificación (DS N° 011- 2006 - VIVIVENDA) que si en la zona no existe ningún estudio de

consumo de agua se justifica mediante la dotación hídrica que se basa en estudios de consumo de agua según la cantidad de población, clima, servicio de saneamiento, por actividades y entre otros, que deben ser justificados y sustentados a través de la información estadística.



Figura 26. *Actividad ganadera en la microcuenca*

El presente trabajo buscó determinar la demanda de agua mediante dos escenarios de dotación. El primer escenario se basó en los parámetros de diseños de infraestructura de agua y saneamiento para centros poblados rurales del Ministerio de Finanzas y Economía – MEF (2004), siendo los valores de dotación para la Costa de 50 - 60 lt/hab/día, Sierra de 40 - 50 lt/hab/día y Selva entre los 60 - 70 lt/hab/día. El segundo escenario se fundamentó en el DS N° 011-2006 - VIVIVENDA del MVCS (2006) donde se menciona que la dotación hídrica se determina de acuerdo con las características climáticas del lugar de estudio, siendo 180 lt/hab/día en climas fríos y para climas cálidos y templados de 220 lt/hab/día; estas dos dotaciones son aplicables para zonas que cuenten por lo menos con un sistema de conexión en los domicilios.

Por lo mencionado anteriormente, para estimar la demanda hídrica de Carhuamayo se tomó en consideración dos escenarios de dotación de agua: la dotación del MEF para la “sierra” y la dotación del MVCS para “clima frío” (Ver Tabla 14).

Tabla 14. *Dotación de agua por criterios*

Dotación de agua		
Entidades	lt/ha/día	Criterios
MEF	40-50	Sierra
MVCS	180	Clima frío

Fuente: MEF (2004) y MVCS (2006)

3.5.10 Determinación de la sostenibilidad hídrica

La sostenibilidad hídrica desde un enfoque ambiental hace referencia al aumento de este recurso natural para satisfacer las necesidades humanas presentes y futuras, procurando en la actualidad la gestión correcta de este sin alterarlo (SCHEMAN y OSBURN, 2014). Para la investigación, la sostenibilidad hídrica se determinó en función al concepto del balance hídrico que relaciona las variables de entrada y salida, por ello se planteó como variable de entrada la disponibilidad del agua de la laguna Yanacocha (oferta hídrica) y la salida enfocada en el uso del agua y el crecimiento poblacional (demanda hídrica), ante esto se realizó una resta de ambas variables resultando la siguiente expresión:

$$\text{Sostenibilidad hídrica} = \text{Oferta hídrica} - \text{Demanda hídrica} \text{ ----- (6)}$$

La ecuación (6) permitió determinar la sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 para el abastecimiento de agua a los pobladores de Carhuamayo, por otro lado, ante posibles variaciones futuras de aumento o disminución del volumen de agua de la laguna y de la población se realizó escenarios futuros en función de la demanda (dotación de agua y cantidad poblacional) y oferta hídrica (disponibilidad del agua de la laguna) del lugar de estudio.

Los resultados de las proyecciones al 2030 mediante escenarios buscó minimizar los riesgos que puede afrontar la laguna Yanacocha, tras la implementación de un plan de manejo anticipado para mantener la disponibilidad hídrica.

3.5.11 Encuesta poblacional sobre la cultura del agua

Para recolectar información respecto a la perspectiva de la población de Carhuamayo sobre la importancia del recurso hídrico, se aplicó la técnica encuesta y su instrumento el cuestionario denominado “Nivel de cultura del agua” (Anexo 6). Para la formulación de las 15 preguntas de la encuesta se consideró enfoques relacionados a la contaminación, preservación, valor, escasez y necesidad del agua, con el fin de medir el nivel de cultura del agua como alto, medio o bajo, considerándose necesario conocer esta información para comprender la manera de pensar y sentir de la población. Además, en el cuestionario se incluyeron cuatro preguntas abiertas respecto al uso del recurso hídrico a nivel domiciliario, agrícola, ganadera y para otros usos, con la finalidad de conocer en qué actividad se usa más el agua.

Por otro lado, el tamaño de la muestra del universo o población a ser encuestada fue del tipo finito. De acuerdo con HERRERA (2015), la fórmula para la población finita (7) se aplica cuando se conoce el número total de habitantes. Para establecer la muestra representativa del estudio, se consideró el número total de pobladores de Carhuamayo siendo 6638 habitantes según el censo del INEI (2017), una confiabilidad de 95%, la proporción de 0,5 y el error de estimación del 5%.

- Fórmula:

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{E^2 \times (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q} \quad \text{----- (7)}$$

- Datos para determinar la muestra de una población finita:

$N = 6638$	<i>Tamaño de universo o población</i>
$Z = 1,96$	<i>Distribución normal (estándar inversa)</i>
$E = 0,05$	<i>Error de estimación</i>
$p = 0,5$	<i>Probabilidad de ocurrencia</i>
$q = 1 - p = 0,5$	<i>Probabilidad de no ocurrencia</i>

- Resolviendo la ecuación (7)

$$n = \frac{6638 \times 1,96^2 \times 0,5 \times 0,5}{0,05^2 \times (6638 - 1) + 1,96^2 \times 0,5 \times 0,5}$$

n = 350 habitantes

El tamaño de la muestra estuvo conformado por 350 pobladores de Carhuamayo.

Con la finalidad de conocer la percepción de la población en función a la cultura del agua se tomó en cuenta los siguientes criterios:

- Inclusión: Habitantes oriundos de Carhuamayo de ambos géneros, cuya edad varía entre los 17 y 70 años.
- Exclusión: Las personas visitantes al lugar de estudio, además aquellas que se encuentren fuera del rango de edad establecido.

Las encuestas fueron realizadas del 03/01/2020 al 05/01/2020 tomándose en consideración los criterios de inclusión y exclusión (Ver Figura 27).



Figura 27. Encuestas sobre la cultura del agua en Carhuamayo

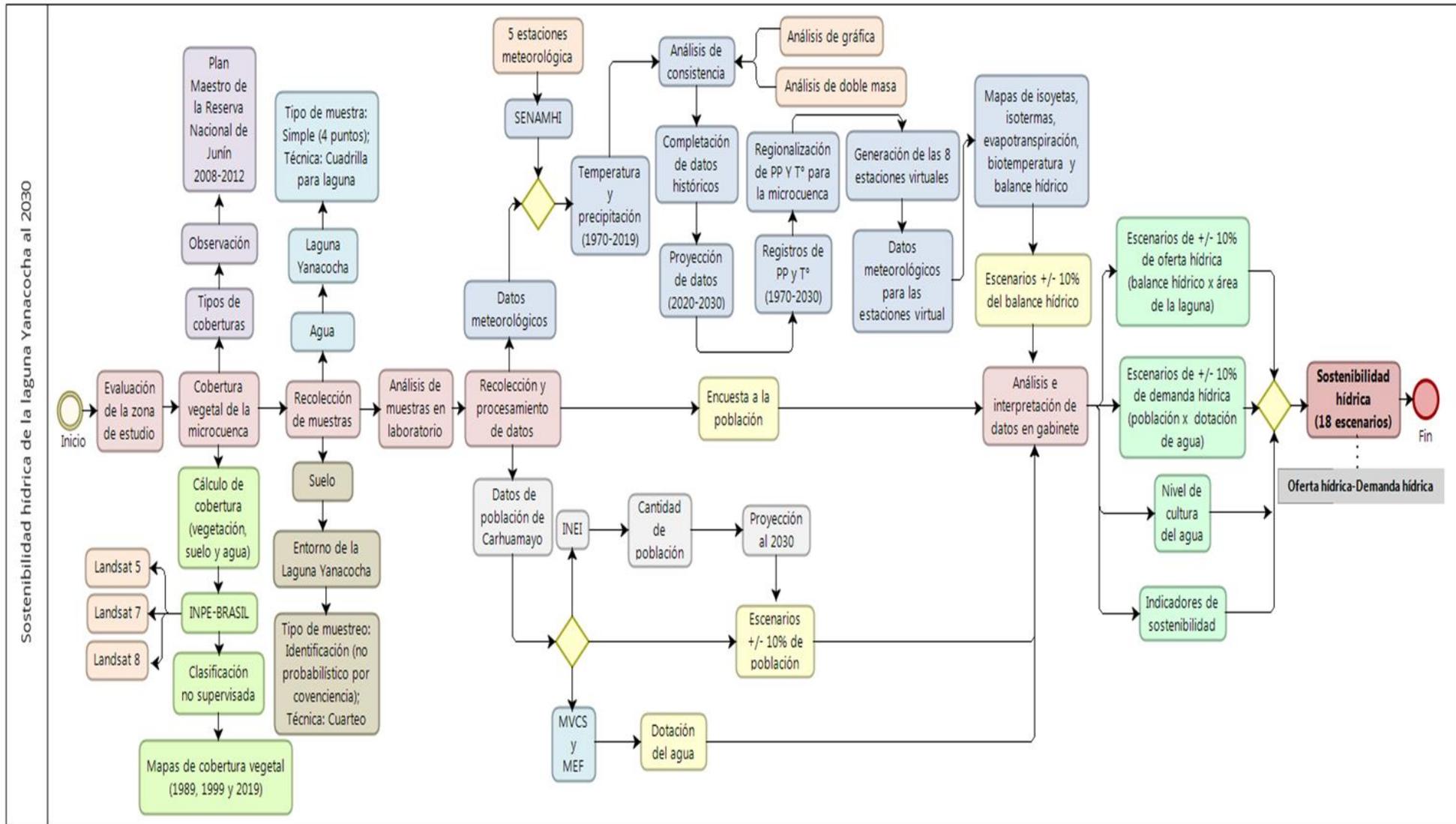


Figura 28. Diagrama de procedimiento

3.6. Métodos de análisis de datos

Para el análisis de los datos de la investigación se utilizó la estadística descriptiva para analizar los datos mediante la observación; así también mediante la estadística inferencial, que es un conjunto de métodos y procedimientos para poder inferir cualidades, tendencias y conclusiones, siendo necesario realizar una prueba para comprobar si los datos cuentan con una distribución normal (RUSTON, 2016). Asimismo, todos los datos fueron sistematizados y clasificados para ser analizados y procesados por softwares, teniendo en cuenta las unidades de análisis relacionados a las variables. Así también se empleó el programa Excel que permite los cálculos estadísticos, contables o financieros (CALDERÓN, 2015), además del uso del sistema de información geográfica - software ArcGis 10.5 como herramienta de análisis para la obtención de mapas en formato digital y la aplicación del programa SPSS como herramienta utilizado para la interpretación, análisis y comparación de datos tanto en un nivel descriptivo como inferencial (HALI, 2015).

3.7. Aspectos éticos

Este trabajo de investigación tomó en cuenta los procedimientos basados en la resolución del Consejo Universitario N°0126-2017 / UCV con respecto al código de ética a considerar en el desarrollo del trabajo (Capítulo 3), donde se mencionan las etapas y los pasos para la publicación de la investigación; asimismo para la formulación de la tesis se consideró la RR N°0089-2019-UCV que explica los aspectos generales a considerar para la redacción de la investigación. También, se definió la línea de investigación basada en la RCU N°200-2018 / UCV, se respetó la norma ISO 690 para la redacción de las citas y bibliografías, finalmente se pasó el trabajo por el turnitin. Por otro lado, para el análisis de suelo y agua se emplearon equipos que fueron calibrados y validados por especialistas del laboratorio acreditado ALAB, teniendo en cuenta la Resolución Presidencial Ejecutivo N°060-2017-INACAL/PE, siendo la información generada aceptable y corroborable. Los investigadores se comprometen a trabajar con información confiable, respetar el derecho de autor y la autenticidad de los resultados, el respeto por la biodiversidad y el medio ambiente, así como por las convicciones morales y políticas durante el desarrollo de la tesis.

IV. RESULTADOS

4.1 Caracterización de la zona de estudio

La Tabla 15 da a conocer los resultados del reconocimiento y diagnóstico del distrito de Carhuamayo y de la laguna Yanacocha.

Tabla 15. *Ubicación de la zona de estudio*

Departamento: Junín		Provincia: Junín		Distrito: Carhuamayo	
Unidad de muestreo:	Población de Carhuamayo	Unidad de muestreo:	Agua, Suelo y vegetación		
Nombre	Carhuamayo	Nombre	Laguna Yanacocha		
Ubicación del área de estudio			Ubicación del área de estudio		
Coordenadas WGS 84 / Zona 18L	N: 8792254.00 E: 384277.00	Coordenadas WGS 84 / Zona 18L	N: 8798284.00 E: 390919.00		
Altitud (m.s.n.m.)	4,126	Altitud (m.s.n.m.)	4,360		
Cantidad de habitantes	6,638 (INEI, 2017)	Área (Ha)	119		
		Volumen (m ³)	17,830,525		
Fecha - Hora	15/12/2019 - 10:50	Fecha - Hora	16/12/2019 - 11:10		
Observaciones:	Clima frío con fuertes vientos y radiación solar parcial	Observaciones:	Clima frío con presencia de lluvias y fuertes vientos		

La ciudad de Carhuamayo comprende una zona rural-urbana, ubicada a 4126 m.s.n.m., conformada por 6638 habitantes. Posee un clima templado-frío con variaciones estacionales marcadas de invierno que comprende los meses de junio a agosto (periodo de estiaje) y verano (lluvioso, frígido y seco) de setiembre a abril.

El Gobierno Regional de Junín (2015), indicó que las actividades que intervienen en el desarrollo económico del departamento son de tres tipos: la primaria se basa en la extracción de la materia prima para consumo o comercialización como la agricultura, la ganadería, entre otros; la secundaria son las actividades industriales y la terciaria es la prestación de servicios como transporte, comercio y otros servicios. La municipalidad distrital de Carhuamayo (2015), dio a conocer que las actividades económicas son básicamente del tipo primario mediante la agricultura y ganadería (17.72%), tipo terciario representado por el comercio al por menor (16.90%) y el transporte y comunicaciones (15.58%).

4.2 Mapa de la microcuenca Yanacocha

Para el desarrollo de la investigación se realizó la delimitación del área de estudio que abarca la laguna Yanacocha (4360 m.s.n.m.) y a Carhuamayo, ambas distanciadas a 7.49 Km, esta área por ser menor a 500 Km² se le consideró como microcuenca. Como resultado se obtuvo el mapa de la microcuenca Yanacocha con un área de 43.7 km² a una escala de 1:35000. (Ver Figura 29).

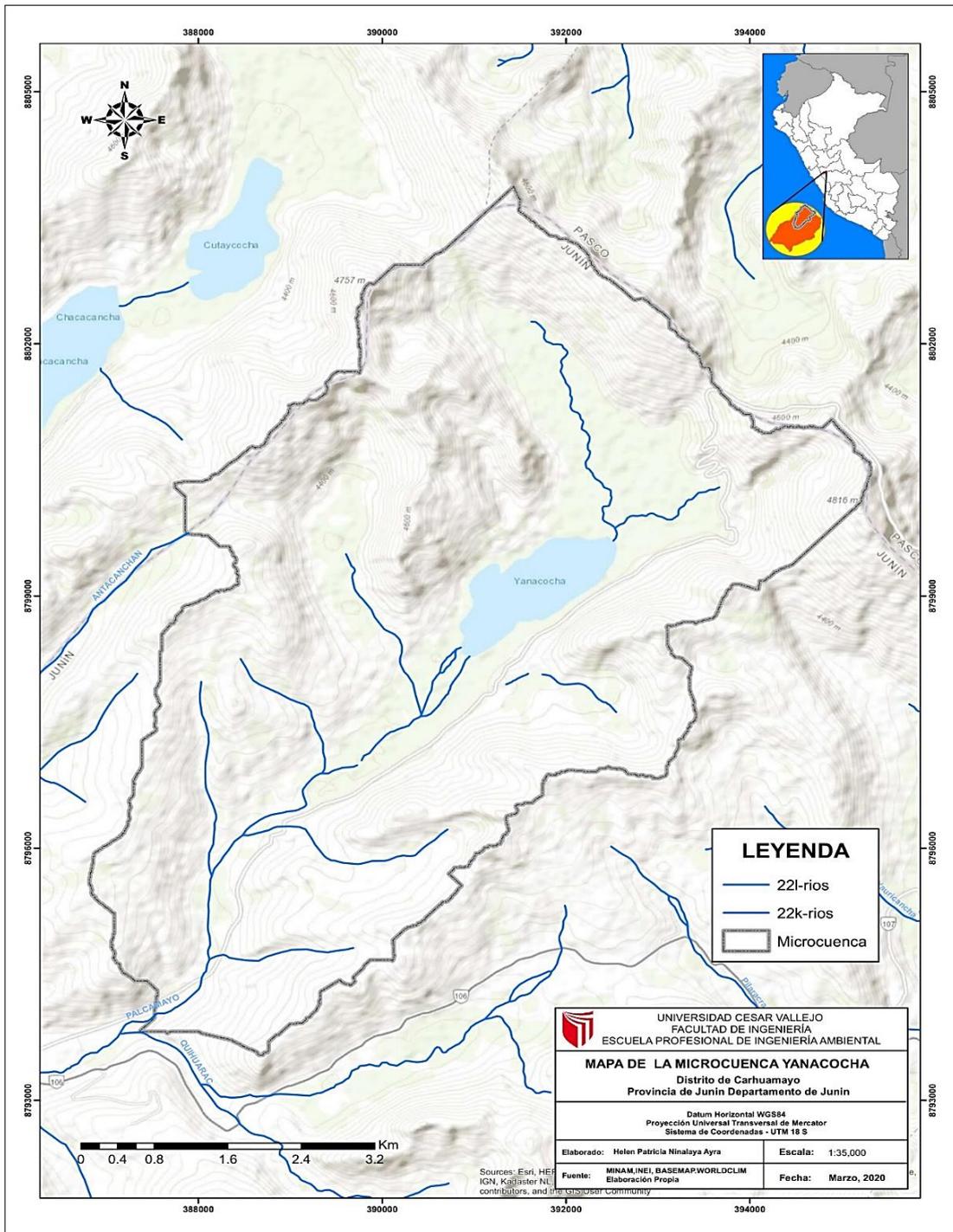


Figura 29. Mapa de la microcuenca Yanacocha

4.3 Calidad del agua de la laguna Yanacocha

En la Tabla 16 se muestran los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológico del agua de la laguna Yanacocha emitidos por el laboratorio acreditado Analytical Laboratory E.I.R.L.- ALAB (Ver Anexo 16).

Tabla 16. Resultados de la calidad del agua

Parámetros	Puntos de muestreo de agua									ECA / Agua (D.S 004-2017)	
	AL-01	AL-02	AL-03	AL-04	AL-05	AL-06	AL-07	AL-08	Promedio	C1/ S-A1	C4 / E1
pH (1-14)	8.50	8.54	8.52	8.53	7.98	7.90	7.95	7.94	8.23	6.5 a 8.5	6,5 a 9,0
OD (mg/L)	4.3	5.6	4.9	4.9	7.8	7.7	7.6	7.6	6.30	≥ 6	≥ 5
DBO5 (mg/L)	4.2	5.9	5.5	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	2.58	3	5
Turbidez (NTU)	1.0	0.90	0.90	1.8	0.90	0.70	0.50	1.50	1.03	5	***
Col-termo tolerantes (NMP/100 ml)	11.0	4.5	4.5	2.0	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	3.20	20	1 000

C1: Categoría 1 (Poblacional y Recreacional)

S-A1: Subcategoría A1 para aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección

C4: Categoría 4 (Conservación del ambiente acuático)

E1: Lagunas y lagos

***: Significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría

Nota: Los resultados <2.0 y <1.8 consideran para el promedio un valor de 1 y 0.9 respectivamente.

Según los resultados del laboratorio las muestras presentaron valores promedios de pH = 8.23, OD = 6.50 mg/L, Coliformes termo tolerantes = 3.20 NMP/100 ml y DBO5= 2.58 mg/L, siendo valores aceptables para las subcategorías S-A1 y E1, además el valor promedio de la Turbidez fue de 1.03 NTU estando dentro de los valores aceptables de la subcategoría S-A1. En percepción general el agua de la laguna Yanacocha están dentro de los Estándares de Calidad del agua en las categorías 1 (Poblacional y Recreacional) y 4 (Conservación del ambiente acuático).

4.4 Calidad del suelo del entorno de la laguna Yanacocha

En la Tabla 17 se visualiza los resultados de la calidad del suelo del entorno de la laguna Yanacocha reportados estos análisis por el laboratorio acreditado Analytical Laboratory E.I.R.L.- ALAB (Ver Anexo 17) con valores promedios de los parámetros de pH, Materia Orgánica y Conductividad Eléctrica.

Tabla 17. Resultados de la calidad del suelo

Parámetros	Puntos de muestreo del suelo									Guía de Fertilización
	S-01	S-02	S-03	S-04	S-05	S-06	S-07	S-08	Promedio	
pH (1-14)	6.82	7.68	7.95	7.03	8.27	8.17	7.97	7.82	7.71	7,3 – 7,8 (Ligeramente básico)
Materia Orgánica (%)	13.39	22.50	10.20	10.63	2.75	4.45	7.43	11.50	10.36	>3,5 % (Muy rico)
C.E (uS/cm)	185.20	184.50	186.30	112.20	504.00	145.00	205.60	203.00	215.73	< 2 dS/m (No salino)
Clase de textura	Franco limoso	Arcillo arenoso	Arcillo limoso	Arcillo limoso	Arcillo arenoso	Arcillo limoso	Franco limoso	Arcillo limoso	-	-

Para el análisis de los resultados de la calidad del suelo se empleó la guía de fertilización con subproductos orgánicos (ORÚS, et al. 2011). Las muestras presentaron un pH promedio de 7.71 resultando un suelo ligeramente básico por la baja solubilidad de nutrientes y presencia de carbonatos que dificultan el crecimiento de los cultivos; respecto a la MO presentó un promedio de 10.36% resultando ser un suelo muy rico en materia orgánica; la conductividad eléctrica promedio fue 215.73 uS/cm siendo indicador de un suelo sin problemas de salinidad; y la clase de textura del suelo resultó Franco-limoso y Arcillo-limoso-arenoso teniendo una capacidad media/alta de almacenamiento de nutrientes y de agua, entre media a baja permeabilidad y la compacidad del suelo de media a alta.

4.5 Cobertura vegetal

4.5.1 Porcentaje de cobertura vegetal

En la Tabla 18 se visualiza los resultados de la variación decadal de la cobertura vegetal en hectáreas y porcentajes para los años 1989, 1999 y 2019, ilustradas en las Figuras 30, 31 y 32 para una mejor visualización.

Tabla 18. Hectáreas de las coberturas de la microcuenca Yanacocha

Cálculo de cobertura vegetal				
Año de estudio	Nombre	Área (Ha)	Porcentaje (%)	Total (Ha)
1989	Cuerpo de agua	160.13	3.67	4369.71
	Vegetación	2590.97	59.29	
	Suelo	1618.61	37.04	
1999	Cuerpo de agua	164.86	3.78	4369.71
	Vegetación	2334.04	53.41	
	Suelo	1870.81	42.81	
2019	Cuerpo de agua	166.86	3.82	4369.71
	Vegetación	1296.80	29.68	
	Suelo	2906.05	66.50	

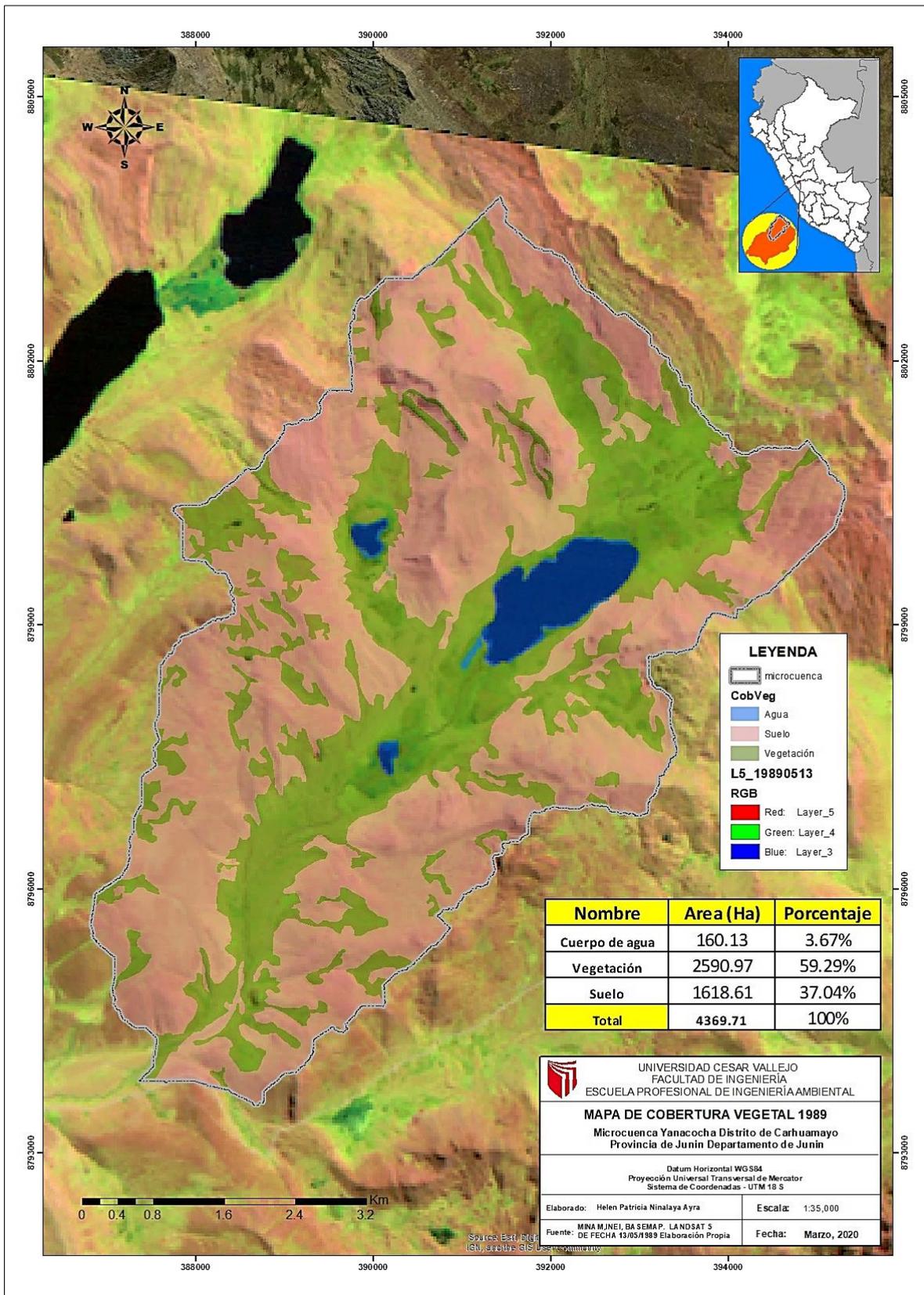


Figura 30. Mapa de cobertura vegetal del 1989

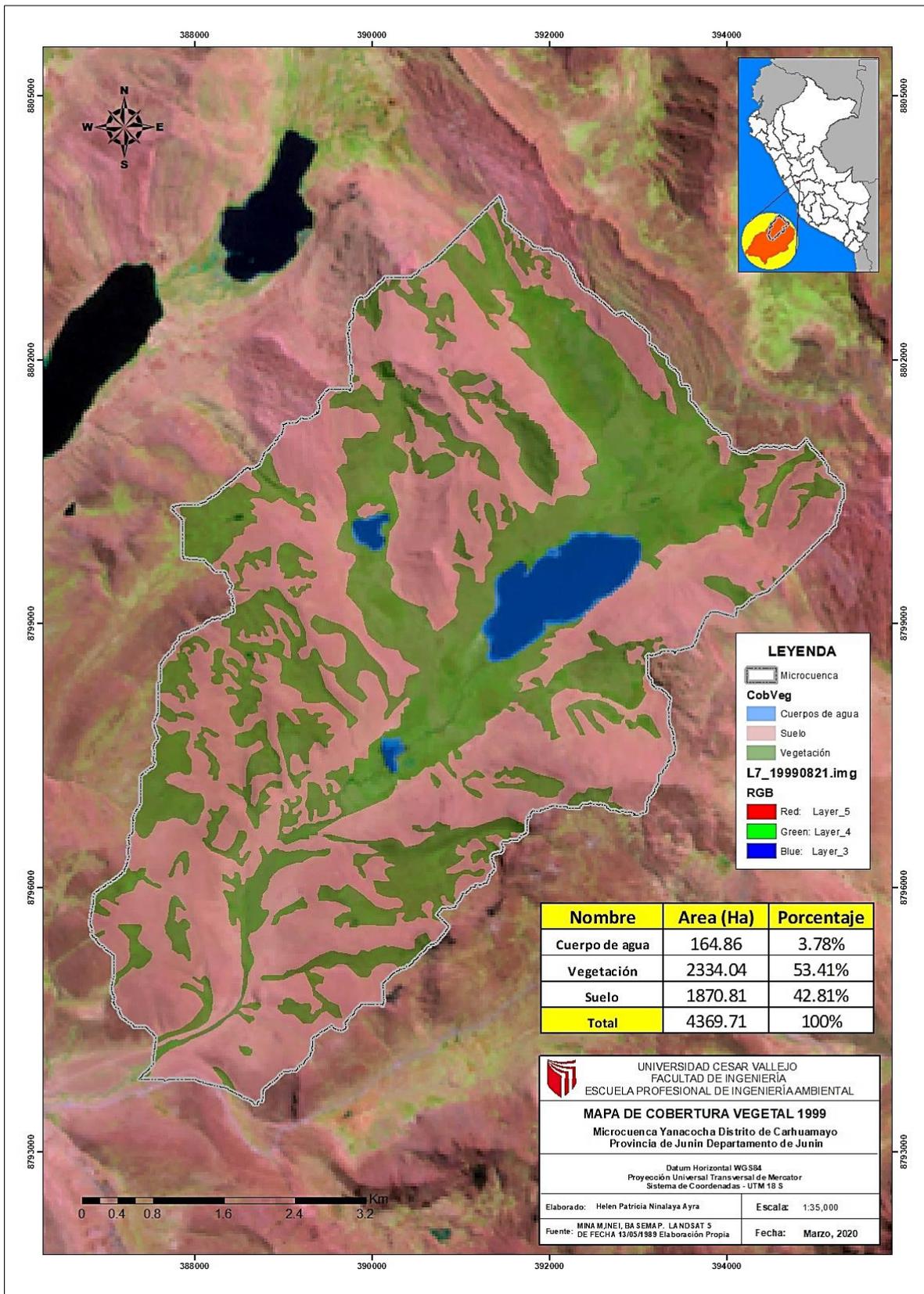


Figura 31. Mapa de cobertura vegetal del 1999

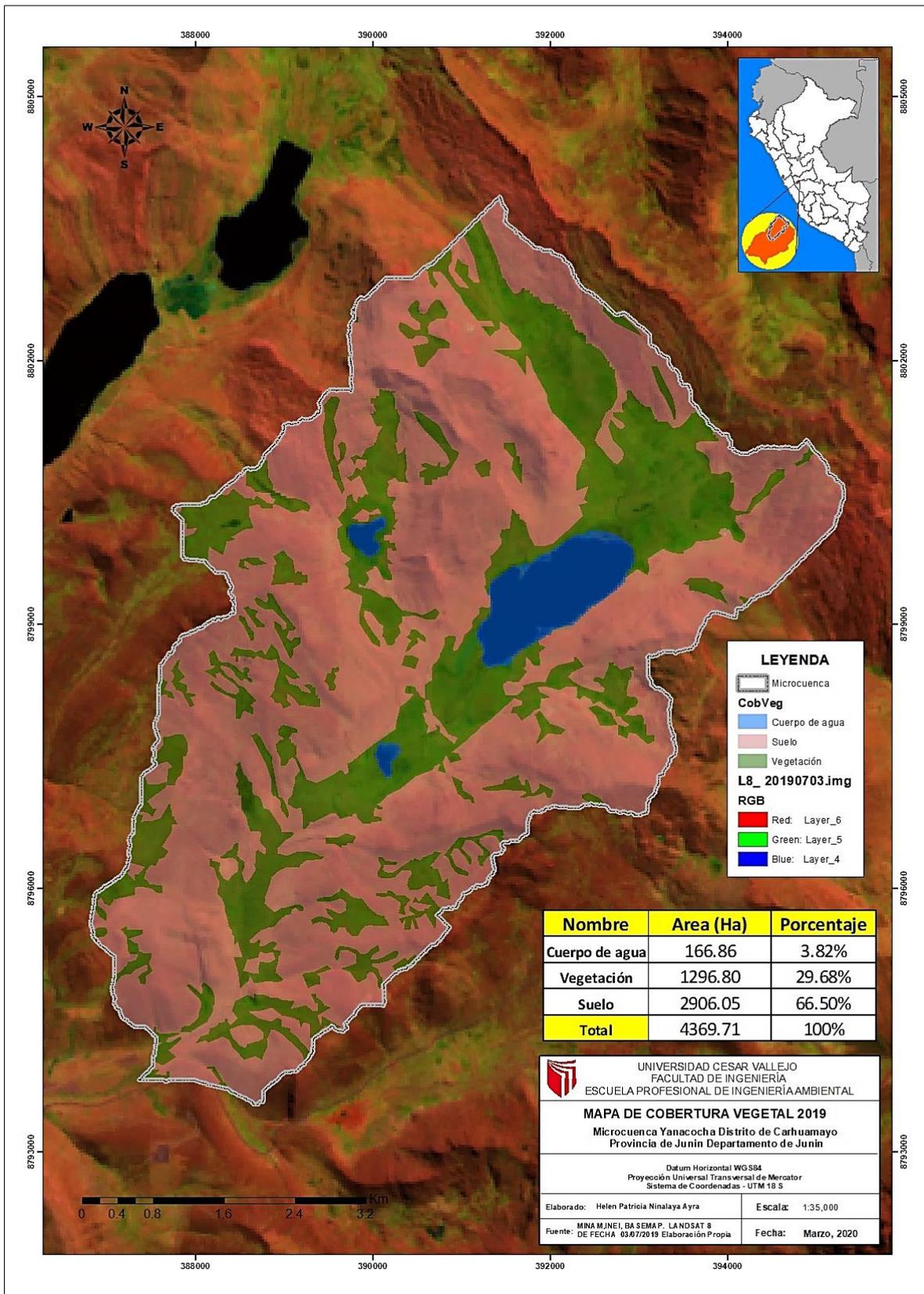


Figura 32. Mapa de cobertura vegetal del 2019

En el Gráfico 1 se observa que el porcentaje de vegetación va decreciendo de 59.29% en 1989, 53.41% en 1998 hasta 29.68% en el 2019, evidenciándose una disminución de cobertura vegetal de 29.61% entre los años 1989 al 2019, lo cual conllevó al incremento de la cobertura de suelo; sin embargo, la cobertura de agua muestra un ligero incremento de 0.15% desde 1989 al 2019 esto puede deberse a los mecanismos asociados de la laguna y la vegetación que generan evaporación y vapor de agua lo cual permite la permanencia de los cuerpos de agua.

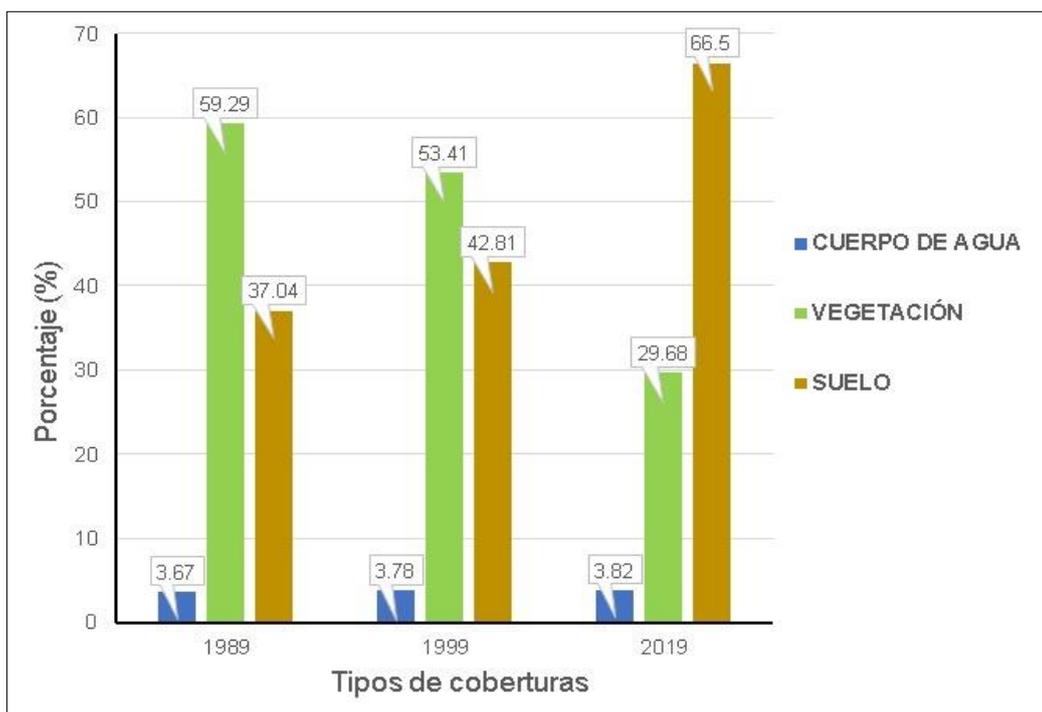


Gráfico 1. *Porcentajes de los tipos de coberturas de la microcuenca Yanacocha*

4.5.2 Tipos de cobertura vegetal

El lugar de estudio delimitado por la microcuenca Yanacocha se encuentra distribuido en la altiplanicie de Junín, identificándose como zona de vida para la microcuenca el Páramo pluvial – Subalpino Tropical (pp-SaT), esto debido a las características de altitud que varía entre los 4000 hasta los 4500 m.s.n.m., la temperatura promedio anual entre 3°C y 6°C y la precipitación promedio anual varía entre los 1100 a los 1300 mm, con un clima superhúmedo frío y presencia de praderas altoandinas, rodeadas principalmente por gramíneas (Ver Figura 33).



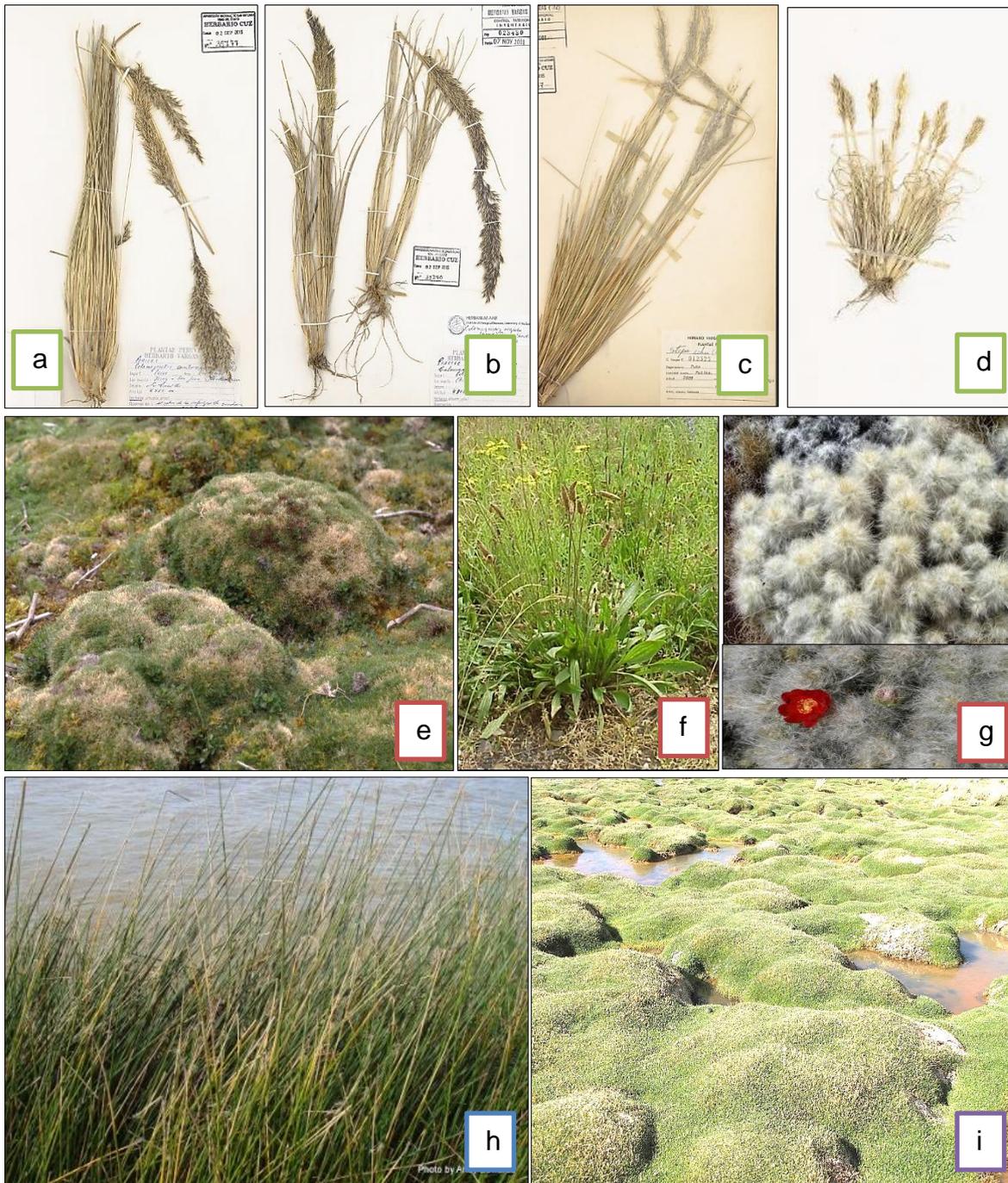
Figura 33. Vegetación de la microcuenca Yanacocha

La identificación de las especies endémicas de flora para la microcuenca Yanacocha se basó en el Plan Maestro de la Reserva Nacional de Junín (2008-2012), siendo los tipos más frecuentes de cobertura vegetal en la zona de amortiguamiento: césped de puna (13.31%), totorales, oconales o bofedales (19.94%), pajonales (47.13%), entre otros (INRENA, 2008). A continuación, se muestran las especies representativas de la microcuenca Yanacocha (Tabla 19).

Tabla 19. Tipos de cobertura vegetal y especies representativas

Familia	Nombres científicos	Nombre común
Pajonal		
Poaceae	<i>Calamagrostis antoniana</i>	Ocscha
	<i>Calamagrostis vicunarum</i>	Sora huayta
	<i>Calamagrostis rigida</i>	Waylla ichu
	<i>Stipa ichu</i>	Ichu
Césped de Puna		
Plantaginaceae	<i>Plantago sp</i>	Llantén
Cactaceae	<i>Opuntia floccosa</i>	Huarajo quicha
Gramíneas	<i>Aciachne pulvinata</i>	Paco - paco
Canllares		
Urticaceae	<i>Urtica dioica</i>	Ortiga mayor
Onagraceae	<i>Oenothera multicaulis</i>	Chupa sangre
Bofedales		
Juncaceae	<i>Distichia sp</i>	Oconal
Total		
Cyperaceae	<i>Schoenoplectus</i>	Junco o Totorá
	<i>Calidornicus</i>	
Flora aprovechable		
Brassicaceae	<i>Lepidium meyenii</i>	Maca
Solanaceae	<i>Solanum tuberosum</i>	Papa
	<i>andigenum</i>	
Asteraceae	<i>Chuquiraga spinosa</i>	Huamanpinta

Fuente: INRENA, 2008



Fuente: INRENA (2008)

Figura 34. Especies más comunes en la microcuenca Yanacocha. Pajonales: (a) Ocscha (*Calamagrostis antoniana*), (b) Waylla ichu (*Calamagrostis rígida*), (c) Ichu (*Stipa ichu*), (d) Sora Huayta (*Calamagrostis vicunarium*); Cespel de Puna: (e) Paco paco (*Aciachne pulvinata*), (f) Llantén (*Plantago sp*), (g) Huarajo quicha (*Opuntia floccosa*); Totoral: (h) Junco o Totorá (*Schoenoplectus californicus*); Bofedales: (i) Oconal (*Distichia sp*).

4.6 Análisis y extensión de los parámetros meteorológicos

4.6.1 Estaciones meteorológicas convencionales

Se seleccionó las estaciones de Cerro de Pasco, Junín, Carhuacayán, Yantac y La Oroya (Tabla 20) debido a que estas 5 estaciones presentaron un comportamiento similar de precipitación, temperatura, altitud, longitud, latitud, proximidad con la microcuenca Yanacocha y entre estaciones seleccionadas; además la Organización Meteorológica Mundial recomienda que para estudios de climatología se considera un promedio de treinta años, por esta razón las estaciones elegidas contaron con datos históricos con un periodo variable de 49 años (1970 – 2019), este registro de datos fue homogeneizada y extendida para obtener un periodo común entre 1970 al 2019.

Tabla 20. *Estaciones meteorológicas convencionales*

Estaciones	Ubicación Política			Ubicación Geográfica		Altitud (m.s.n.m.)	Periodo de registro
	Dpto.	Prov.	Dist.	LONG	LAT		
LA OROYA	Junín	Yauli	Santa Rosa de Sacco	75° 57' 34"	11° 34' 7"	3910	1970-2019
CERRO DE PASCO	Pasco	Pasco	Chaupimarca	76° 15' 1"	10° 41' 37"	4260	1970-2019
CARHUACAYÁN	Junín	Yauli	Santa Barbara de Carhuacayán	76° 17' 6.17"	11° 12' 9.62'	4127	1970-2019
JUNÍN	Junín	Junín	Junín	75° 59' 19.6"	11° 8' 35.8"	4120	2005-2019
YANTAC	Junín	Yauli	Marcapomacocha	76° 24' 16.31"	11° 20' 44.97"	4617	1970-2019

Fuente: SENAMHI (2020)

Las tablas de los datos meteorológicos de precipitación y temperatura (máxima y mínima) proporcionadas por el SENAMHI se muestra en los Anexos 20, 21 y 22.

4.6.2 Parámetros meteorológicos

A) Precipitación

Para el análisis gráfico de la precipitación se trabajó con cuatro estaciones meteorológicas convencionales: La Oroya, Cerro de Pasco, Carhuacayán y Junín, de los cuales se realizó un histograma de precipitación acumulada anual con el propósito de visualizar tendencias, saltos y comportamientos similares durante el periodo analizado. Entre las 4 estaciones de interés se contó con datos que

coinciden del 2005 a 2019, elaborándose el gráfico de líneas de dicho periodo para evidenciar el comportamiento y similitud entre estas.

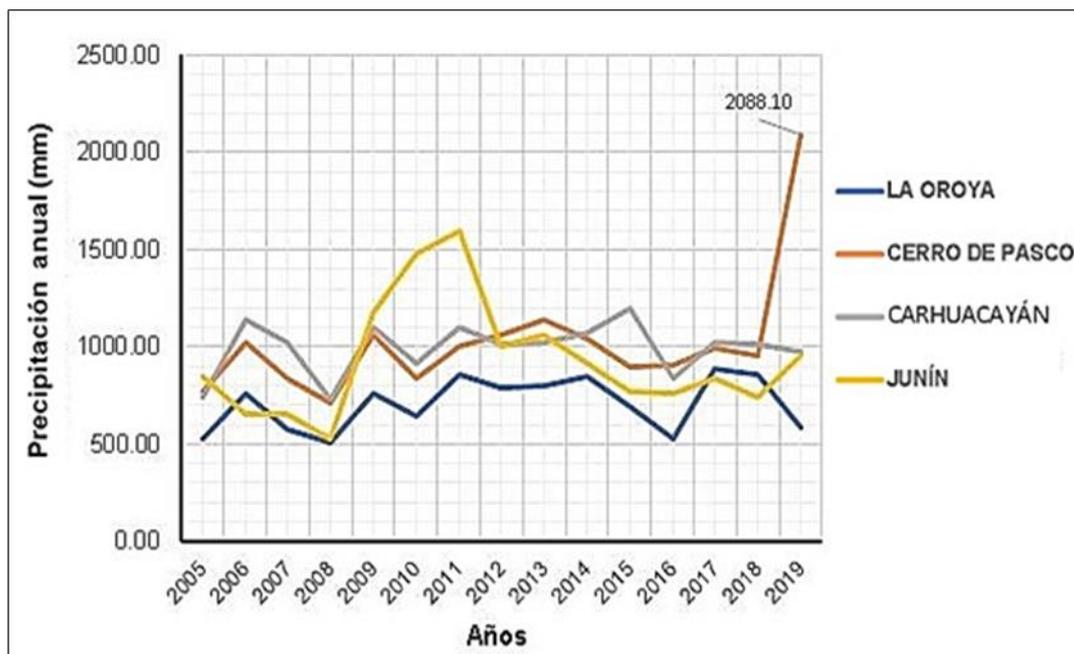


Gráfico 2. Comportamiento anual de precipitación (2005-2019)

Respecto al Gráfico 2 se puede observar que las 4 estaciones convencionales presentaron un comportamiento similar a excepción del año 2019 de la estación Cerro de Pasco que presentó una precipitación anual elevada de 2088.10 mm, lo cual pudo deberse a fallas técnicas de la estación o una mala lectura, siendo necesario corregir valores de precipitación total anual de la estación Cerro de Pasco para los años 2010, 2011 y 2019 mediante la siguiente expresión:

$$P_{\text{Cerro de Pasco}} = 0.8245 \cdot P_{\text{Junín}} + 258.41$$

En el Gráfico 3 se muestra la corrección de la estación Cerro de Pasco para poder realizar el análisis de doble masa:

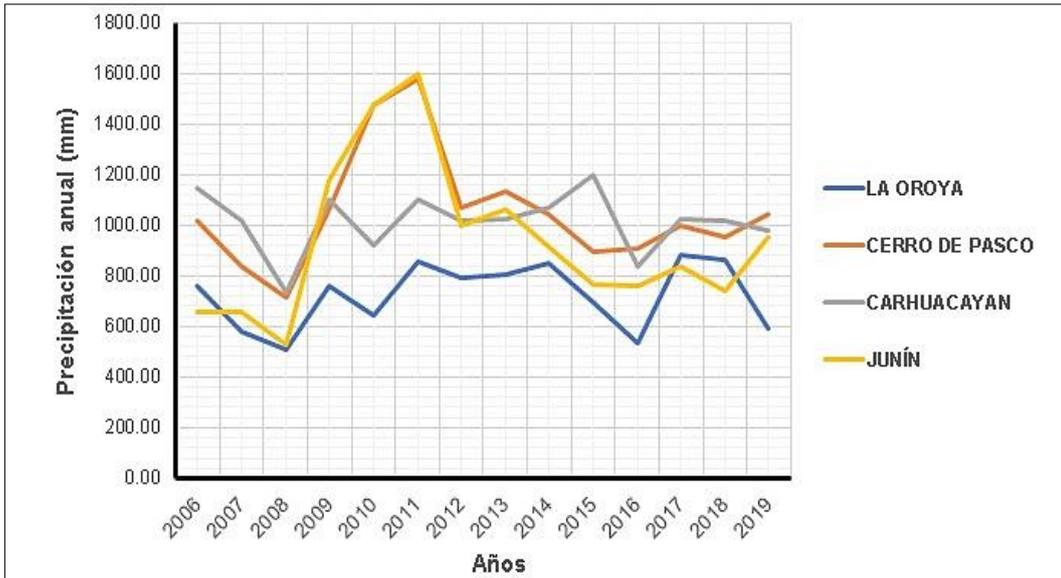


Gráfico 3. Corrección de la estación Cerro de Pasco

Para agrupar las estaciones en el análisis de doble masa se consideró la cercanía entre ellas, las estaciones con la ubicación más cercana a la microcuenca Yanacocha y la variación de altitud, por lo que se eligió las estaciones de Cerro de Pasco y Carhuacayán, sin embargo, fue necesario completar los saltos del periodo de 1982-1984 de la estación Carhuacayán mediante las precipitaciones acumuladas de ambas estaciones para el periodo 1970-1981 representadas por la siguiente ecuación de regresión lineal simple:

$$P_{\text{Carhuacayán}} = 0.7899 \cdot P_{\text{Cerro de Pasco}} + 276.31$$

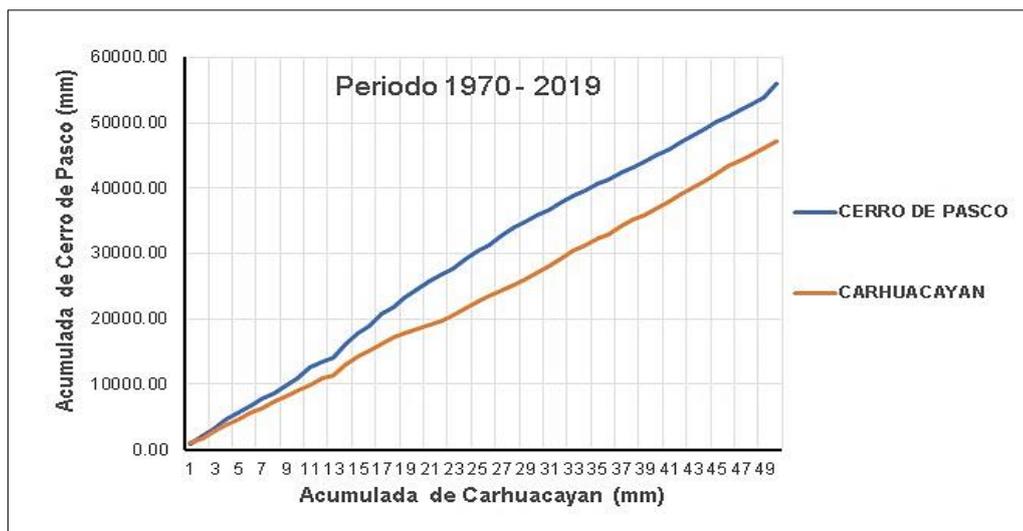


Gráfico 4. Acumuladas de Cerro de Pasco – Carhuacayán

En el Gráfica 4 se evidenció que las precipitaciones anuales acumuladas de las series históricas de Carhuacayán y Cerro de Pasco presentaron tendencias similares para el periodo de 1970 al 2019, debido a esto se procedió al cálculo del promedio de ambas estaciones y a partir de dicho promedio se calculó el promedio acumulado de precipitación conocida como estación patrón que fue graficada con la precipitación acumulada de la estación Junín, resultando una ecuación lineal con pendiente constante y un coeficiente de determinación alto (Ver Gráfico 5).

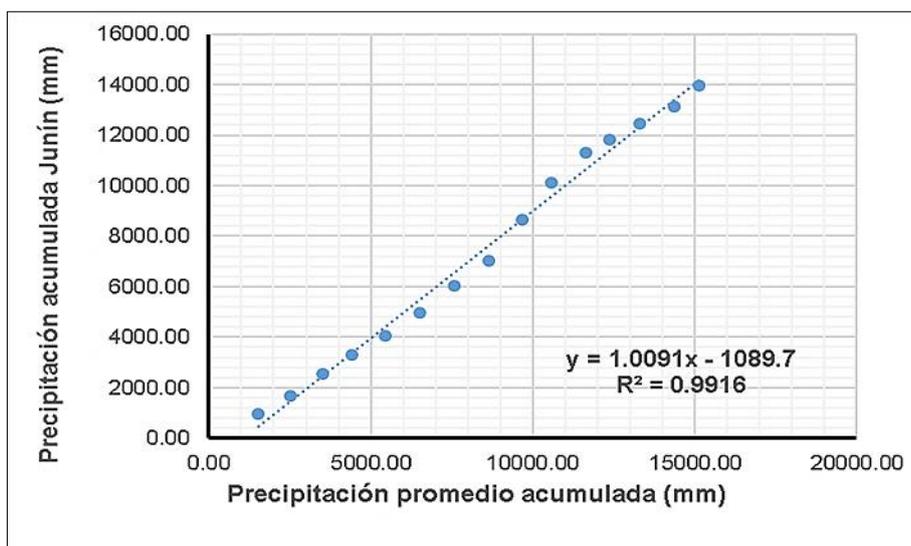


Gráfico 5. *Diagrama de Doble masa (Estación Patrón-Junín)*

Con la ecuación de la regresión lineal del análisis de doble masa se procedió a la completación de los datos de la estación Junín de 1970 al 2004. La Tabla 21 presenta el registro resumen de los datos de precipitación anual corregidos y completados para el periodo 1970-2019. Finalmente, con el registro de datos homogeneizados para el periodo en común de 1970 al 2019, se procedió a realizar la proyección al 2030 de los datos de precipitación anual para las cuatro estaciones que se basó en las ecuaciones de la Tabla 22.

Tabla 22. *Ecuaciones para proyección de precipitación anual al 2030*

ESTACIONES	ECUACIONES
Cerro de Pasco	$y = -4.4651x + 1236.7$
Carhuacayán	$y = 2.4013x + 882.03$
Junín	$y = -3.306x + 1103.2$
La Oroya	$y = 3.5109x + 508.25$

Tabla 21. Registros de precipitación anual corregidos, completados (1970-2019) y proyectados (2020-2030)

ESTACIONES					ESTACIONES				
AÑO	LA OROYA	CERRO DE PASCO	CARHUACAYÁN	JUNÍN	AÑO	LA OROYA	CERRO DE PASCO	CARHUACAYÁN	JUNÍN
1970	565.82	800.07	987.80	902.07	2001	785.60	1032.70	1076.70	1064.30
1971	610.94	1251.02	804.40	1037.06	2002	764.70	961.40	1194.40	1087.71
1972	848.23	1171.74	953.60	1072.34	2003	515.00	944.90	891.20	926.40
1973	573.44	1449.56	1165.40	1319.38	2004	576.60	969.10	892.20	1139.13
1974	549.29	1077.40	841.90	968.38	2005	527.00	774.70	745.40	852.70
1975	717.77	952.90	855.30	912.33	2006	761.40	1019.20	1144.78	655.40
1976	507.89	1015.87	815.34	923.94	2007	579.90	836.90	1020.80	656.50
1977	528.07	970.85	898.70	943.28	2008	506.40	715.10	736.20	528.30
1978	655.09	1201.43	897.10	1058.81	2009	763.30	1063.60	1100.10	1181.70
1979	764.05	1129.45	883.60	1015.68	2010	645.70	1475.70	920.70	1476.40
1980	511.34	1576.75	866.20	1232.59	2011	856.50	1576.29	1099.00	1598.40
1981	736.48	925.82	945.70	944.27	2012	791.80	1067.00	1015.31	1000.60
1982	510.52	512.28	447.62	484.32	2013	803.20	1135.50	1026.70	1060.70
1983	306.37	2033.20	1606.02	1836.17	2014	848.30	1042.40	1071.90	913.00
1984	847.91	1755.00	1386.27	1584.93	2015	696.90	897.90	1200.90	769.10
1985	359.71	1023.60	839.29	939.92	2016	531.80	908.70	836.90	759.35
1986	631.48	1867.40	1061.90	1477.98	2017	884.30	999.00	1021.90	840.60
1987	347.89	1217.00	910.70	1073.53	2018	860.20	954.45	1015.20	739.40
1988	488.91	1370.20	767.80	1078.73	2019	590.60	1042.67	976.60	951.20
1989	485.08	1250.80	610.10	938.92	2020	687.31	1008.98	1004.49	934.63
1990	342.97	1322.80	517.50	928.52	2021	690.82	1004.51	1006.89	931.33
1991	285.53	932.30	761.60	854.66	2022	694.33	1000.05	1009.30	928.02
1992	255.79	794.40	645.00	726.25	2023	697.84	995.58	1011.70	924.71
1993	571.42	1515.70	1224.50	1382.57	2024	701.35	991.12	1014.10	921.41
1994	521.10	1299.70	955.10	1137.66	2025	704.86	986.65	1016.50	918.10
1995	373.40	913.20	882.90	906.22	2026	708.38	982.19	1018.90	914.80
1996	349.40	1403.45	742.50	1082.74	2027	711.89	977.72	1021.30	911.49
1997	514.90	1214.60	821.60	1027.36	2028	715.40	973.26	1023.70	908.18
1998	407.90	844.40	825.10	842.35	2029	718.91	968.79	1026.10	904.88
1999	694.40	989.60	1098.80	1053.70	2030	722.42	964.33	1028.51	901.57
2000	736.80	942.50	1156.80	1059.20	Promedio	617.09	1098.29	956.47	1000.75
					Máximo	884.30	2033.20	1606.02	1836.17
					Mínimo	255.79	512.28	447.62	484.32

Datos completados
 Datos corregidos
 Datos proyectados

El Gráfico 6 muestra las tendencias de la precipitación acumulada anual de las estaciones La Oroya, Cerro de Pasco, Carhuacayán y Junín durante el periodo 1970-2019 las cuales mostraron una tendencia decreciente al 2019. Por otro lado, algunos años en Perú sufrieron las consecuencias del Fenómeno “El Niño” que ocasionó el incremento de la temperatura de las aguas superficiales del mar (costa norte) agregada a las características orográficas de los Andes peruanos, que generaron abundante evaporación trayendo como consecuencia persistentes lluvias que a su vez dieron origen a los huaicos e inundaciones, este fenómeno cíclico se manifiesta en intervalos de dos a siete años con diferente intensidad. En el territorio peruano se registró este fenómeno de manera catastrófica en los años 1891, 1925, 1982-1983 y 1997-1998 que ocasionaron inundaciones, aluviones, huaicos, lluvias torrenciales, vientos y pérdida de vidas humanas. Ante lo mencionado, tomando en cuenta la recurrencia y el tipo de intensidad de este fenómeno en el país, se evidenció un incremento marcado de precipitación entre los años 1982-1983 (fenómeno muy intenso ocasionada en la costa norte), mientras que en 1992 se consideró un año seco, los años 1886-1987, 1994 y 1997-1998 presentaron lluvias moderadas a leves decrecientes para las cuatro estaciones. Cabe mencionar que el fenómeno catastrófico ocurrido en 1997-1998 se dio en la sierra sur del país que presentó una situación contraria debido al flujo de aire muy seco que presenta por encima de los Andes del sur que impide el normal ingreso del aire húmedo lo cual provocó sequías que afectaron la zona central del país.

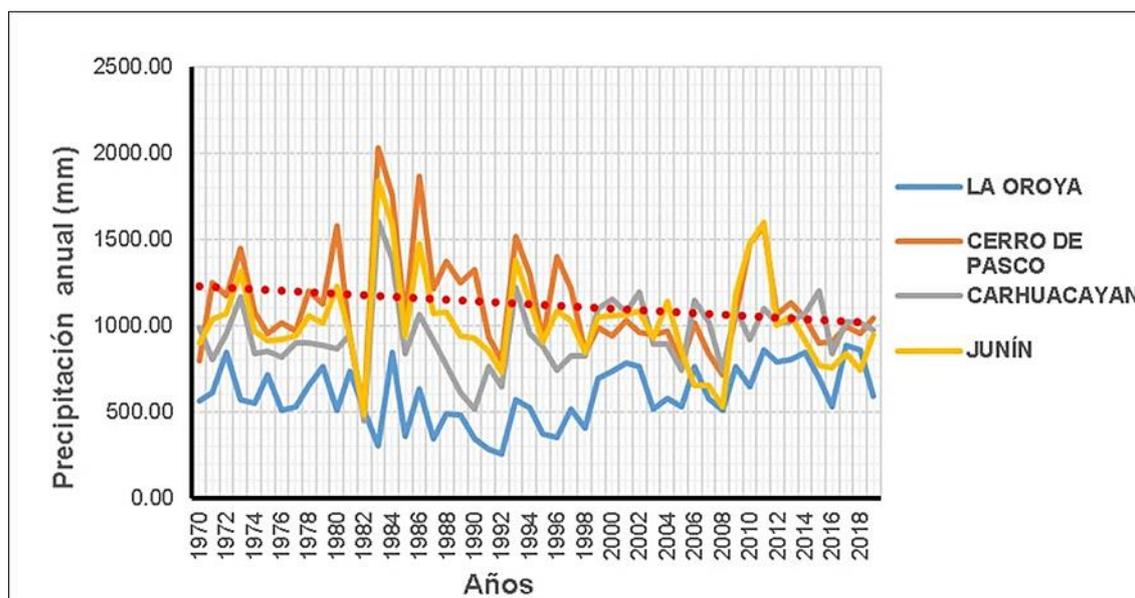


Gráfico 6. *Tendencia de la precipitación anual (1970-2019)*

B) Temperatura máxima

Para el análisis gráfico de la temperatura máxima se trabajó con las estaciones meteorológicas convencionales: La Oroya, Cerro de Pasco, Yantac y Junín, de los cuales se realizó el gráfico de líneas de la temperatura máxima promedio anual para el periodo 2005-2019, con el propósito de visualizar tendencias, saltos y comportamientos similares entre ellas.

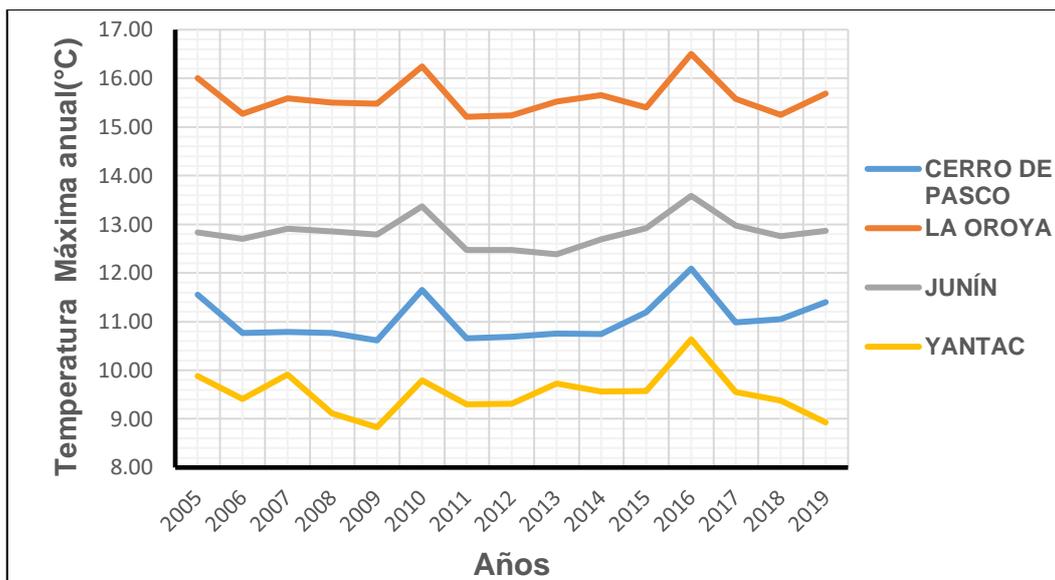


Gráfico 7. Comportamiento de temperatura máxima promedio anual (2005-2019)

Con relación al Gráfico 7 se puede observar que las 4 estaciones convencionales presentaron un comportamiento similar, sin ser necesario una corrección. Para realizar el análisis de doble masa se tomó como criterios la variación de altitudes, la cantidad de datos históricos, la cercanía entre estaciones y al lugar de estudio, por lo que se consideró a la estación Cerro de Pasco como la estación base. A partir de esta estación se calculó el acumulado de la temperatura máxima promedio anual, generando una estación patrón que fue graficada con las temperaturas acumuladas de las estaciones Junín, Yantac y La Oroya respectivamente, resultando tres ecuaciones lineales para cada grupo de estaciones, cabe resaltar que la ecuación lineal fue de pendiente constante y posee un coeficiente de determinación cercano a 1 como se muestra a continuación en los Gráficos 8,9 y 10.

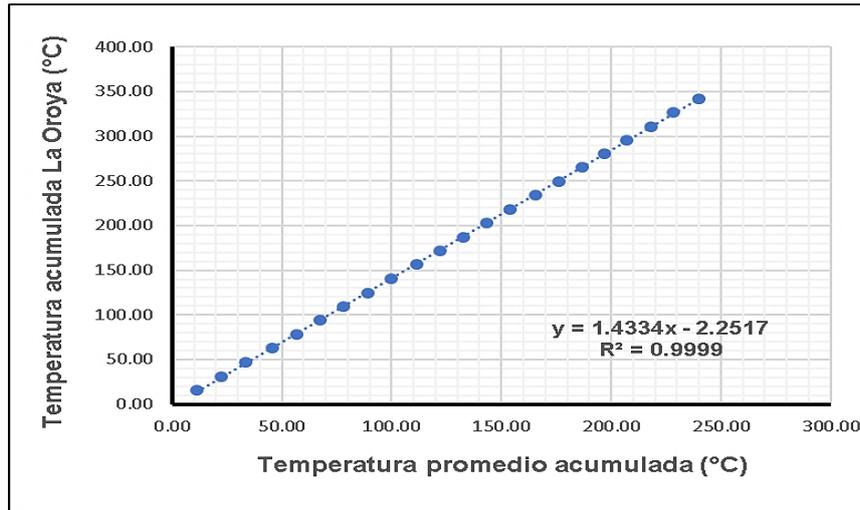


Gráfico 8. Diagrama de Doble masa Estación La Oroya - Estación Patrón

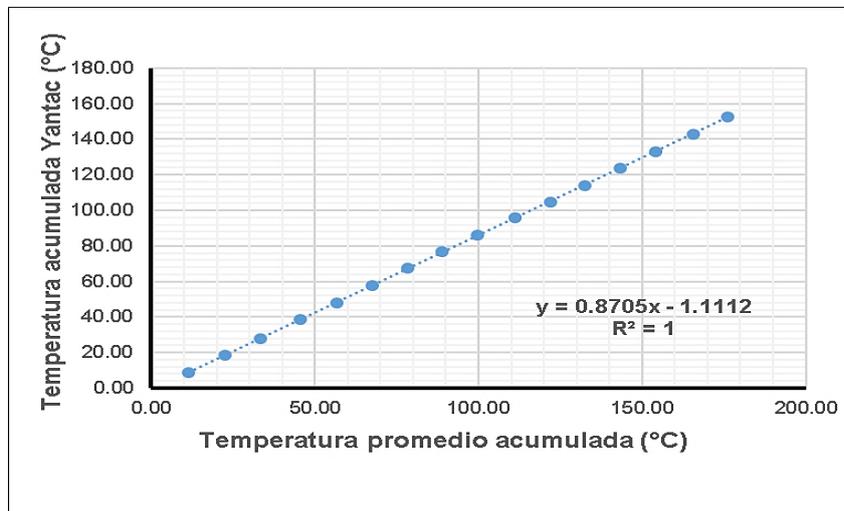


Gráfico 9. Diagrama de Doble masa Estación Yantac - Estación Patrón

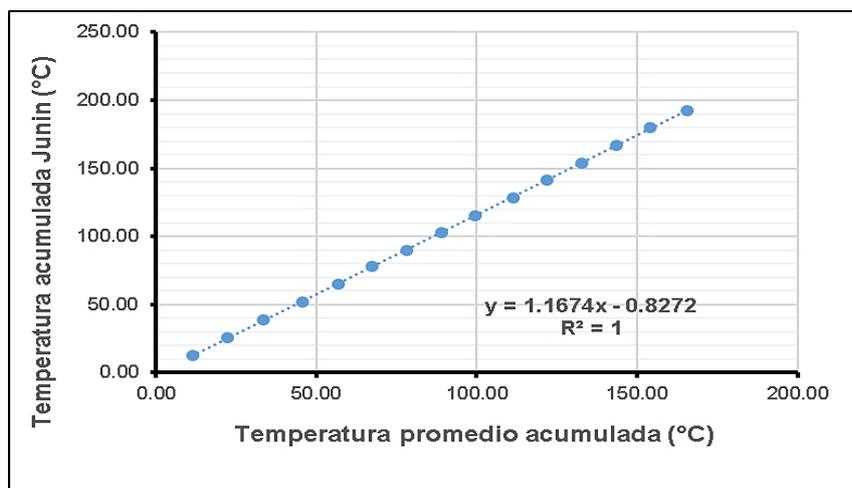


Gráfico 10. Diagrama de Doble masa Estación Junín - Estación Patrón

Con las ecuaciones generadas por el modelo de regresión lineal del análisis de la doble masa se procedió a la completación de los datos faltantes de las estaciones de Junín (1970 al 2004), La Oroya (1970 al 1997) y Yantac (1970 al 2003). Por otro lado, la proyección al 2030 de los datos de temperatura máxima anual para las cuatro estaciones se basó en las ecuaciones de la Tabla 23:

Tabla 23. Ecuaciones para proyección de temperatura máxima anual al 2030

ESTACIONES	ECUACIONES
Cerro de Pasco	$y = 0.012x + 10.421$
Yantac	$y = 0.0078x + 9.1154$
Junín	$y = 0.012x + 12.198$
La Oroya	$y = 0.0119x + 15.027$

C) Temperatura mínima

En el análisis gráfico de la temperatura mínima anual se trabajó con las mismas estaciones trabajadas en el análisis de la temperatura máxima, de las cuales se generó un histograma a nivel anual mediante el gráfico de líneas, con el fin de visualizar los comportamientos, saltos y tendencias entre ellas, trabajándose con un periodo común de 14 años (2005 al 2019).

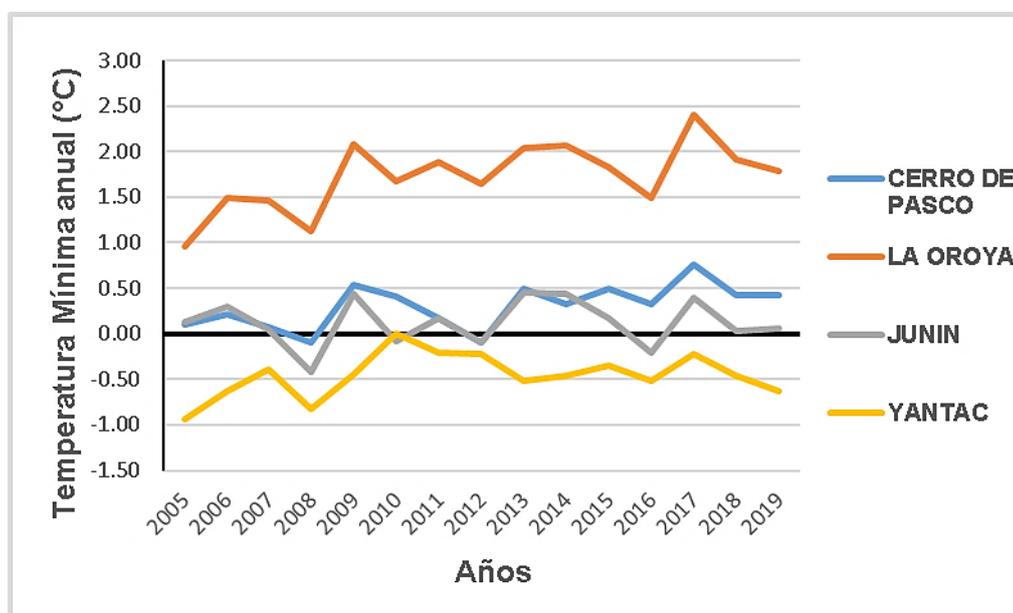


Gráfico 11. Comportamiento de temperatura mínima promedio anual (2005-2019)

En el Gráfico 11 se puede evidenciar que las 4 estaciones convencionales presentaron un comportamiento similar, considerándose como estación base la estación Cerro de Pasco para el análisis de doble masa por cumplir con los criterios de cercanía a la microcuenca, series largas históricas (1970-2019), variación de altitud y comportamiento similar con las demás estaciones. A partir de ello se calculó el acumulado de la temperatura mínima (estación patrón) que fue graficada con la temperatura mínima acumulada de las estaciones de Junín y Yantac respectivamente, obteniéndose lineales de tendencia con pendiente constante y con coeficientes de determinación cercano a 1 como se puede visualizar a en el Gráfico 12:

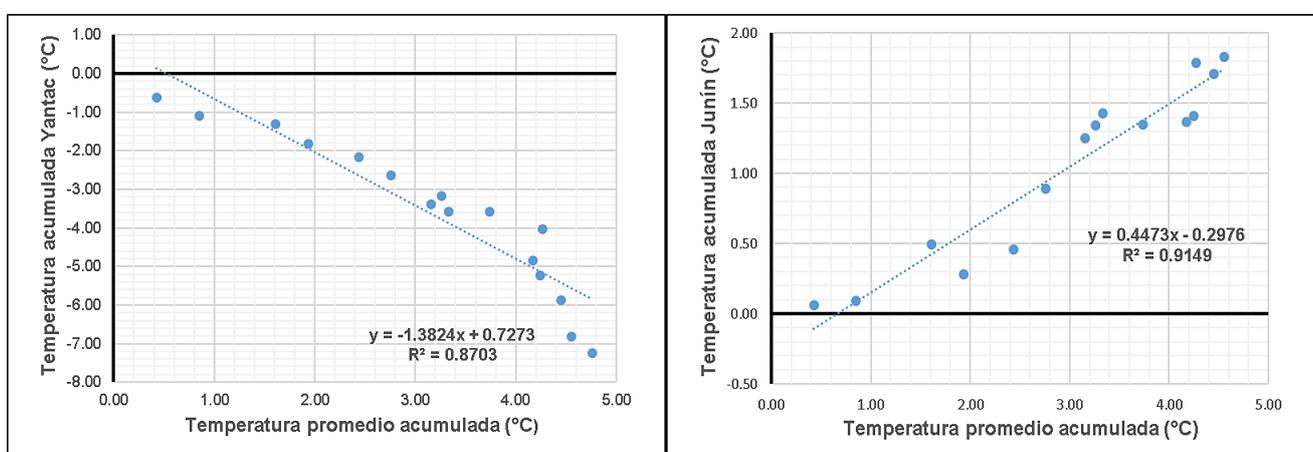


Gráfico 12. Diagramas de Doble masa Estación Junín / Yantac vs Estación Patrón

Con las ecuaciones de la regresión lineal se procedió a la completación de los datos de las estaciones de Junín (1970 – 2004) y de Yantac (1970 – 2003). Por otro parte, la proyección de datos al 2030 de la temperatura mínima anual de las 4 estaciones se basó en las ecuaciones de la Tabla 24:

Tabla 24. Ecuaciones para proyección de temperatura mínima anual al 2030

ESTACIONES	ECUACIONES
Cerro de Pasco	$y = 0.004x + 0.1106$
Yantac	$y = -0.0038x - 0.182$
Junín	$y = 0.0011x + 0.0614$
La Oroya	$y = 0.0165x + 0.9299$

A continuación, las Tablas 25 y 26 presentan los registros resumen de temperatura máxima y mínima anual completadas (1970-2019) y proyectadas (2020-2030).

Tabla 25. Registros de temperatura máxima anual completadas (1970-2019) y proyectadas (2020-2030)

ESTACIONES					ESTACIONES				
AÑO	CERRO DE PASCO	LA OROYA	YANTAC	JUNÍN	AÑO	CERRO DE PASCO	LA OROYA	YANTAC	JUNÍN
1970	10.70	15.34	9.32	12.49	2001	10.15	15.10	8.84	11.85
1971	10.66	15.28	9.28	12.45	2002	10.14	15.29	8.83	11.84
1972	10.64	15.25	9.26	12.42	2003	10.65	15.67	8.68	12.43
1973	10.58	15.16	9.21	12.35	2004	10.41	15.32	9.90	12.21
1974	10.42	14.94	9.07	12.17	2005	11.55	16.01	9.88	12.84
1975	10.44	14.97	9.09	12.19	2006	10.77	15.27	9.41	12.70
1976	10.46	14.99	9.10	12.21	2007	10.79	15.59	9.92	12.91
1977	10.61	15.21	9.23	12.38	2008	10.77	15.50	9.11	12.86
1978	10.88	15.59	9.47	12.70	2009	10.61	15.48	8.83	12.78
1979	10.87	15.58	9.46	12.69	2010	11.65	16.25	9.79	13.36
1980	10.80	15.48	9.40	12.61	2011	10.66	15.21	9.30	12.47
1981	10.48	15.02	9.12	12.23	2012	10.69	15.24	9.31	12.47
1982	10.38	14.87	9.03	12.11	2013	10.75	15.53	9.73	12.38
1983	10.62	15.23	9.25	12.40	2014	10.74	15.65	9.57	12.69
1984	10.62	15.23	9.25	12.40	2015	11.20	15.40	9.57	12.92
1985	10.62	15.23	9.25	12.40	2016	12.09	16.50	10.64	13.59
1986	10.33	14.80	8.99	12.06	2017	10.99	15.58	9.55	12.98
1987	10.27	14.72	8.94	11.99	2018	11.05	15.25	9.37	12.75
1988	10.28	14.74	8.95	12.00	2019	11.40	15.68	8.93	12.87
1989	10.47	15.01	9.12	12.23	2020	11.03	15.63	9.51	12.81
1990	10.62	15.22	9.24	12.40	2021	11.04	15.64	9.52	12.82
1991	10.64	15.25	9.26	12.42	2022	11.06	15.66	9.53	12.84
1992	10.82	15.51	9.42	12.63	2023	11.07	15.67	9.54	12.85
1993	10.55	15.12	9.18	12.31	2024	11.08	15.68	9.55	12.86
1994	10.72	15.36	9.33	12.51	2025	11.09	15.69	9.55	12.87
1995	10.29	14.75	8.96	12.02	2026	11.10	15.70	9.56	12.88
1996	10.80	15.48	9.40	12.60	2027	11.12	15.72	9.57	12.90
1997	10.96	15.04	9.54	12.79	2028	11.13	15.73	9.58	12.91
1998	11.56	15.81	10.06	13.49	2029	11.14	15.74	9.58	12.92
1999	10.17	15.46	8.85	11.87	2030	11.15	15.75	9.59	12.93
2000	10.98	15.32	9.55	12.81	Promedio	10.79	15.39	9.36	12.57
					Máxima	12.09	16.50	10.64	13.59
					Mínimo	10.14	14.72	8.68	11.84

Datos completados Datos proyectados

Tabla 26. Registros de temperatura mínima anual completadas (1970-2019) y proyectadas (2020-2030)

ESTACIONES					ESTACIONES				
AÑO	CERRO DE PASCO	YANTAC	JUNÍN	LA OROYA	AÑO	CERRO DE PASCO	YANTAC	JUNÍN	LA OROYA
1970	0.11	-0.15	0.05	1.24	2001	0.07	-0.10	0.03	1.49
1971	0.24	-0.33	0.11	1.01	2002	0.53	-0.73	0.24	1.77
1972	0.23	-0.32	0.10	1.14	2003	0.28	1.00	0.13	1.35
1973	0.15	-0.20	0.07	1.30	2004	0.21	-0.43	0.00	1.34
1974	0.17	-0.23	0.08	1.03	2005	0.10	-0.94	0.12	0.95
1975	0.18	-0.24	0.08	1.13	2006	0.21	-0.63	0.30	1.50
1976	0.21	-0.28	0.09	1.07	2007	0.07	-0.39	0.05	1.46
1977	0.18	-0.25	0.08	1.21	2008	-0.10	-0.83	-0.43	1.12
1978	0.18	-0.25	0.08	1.14	2009	0.53	-0.45	0.44	2.08
1979	0.36	-0.50	0.16	1.12	2010	0.41	0.01	-0.08	1.67
1980	0.21	-0.29	0.09	1.18	2011	0.18	-0.20	0.17	1.88
1981	0.19	-0.27	0.09	1.21	2012	-0.10	-0.22	-0.09	1.65
1982	0.09	-0.13	0.04	1.22	2013	0.50	-0.52	0.45	2.04
1983	0.09	-0.12	0.04	1.26	2014	0.32	-0.47	0.44	2.06
1984	0.04	-0.05	0.02	1.29	2015	0.50	-0.35	0.17	1.83
1985	0.17	-0.23	0.07	1.18	2016	0.32	-0.52	-0.21	1.50
1986	0.24	-0.34	0.11	1.24	2017	0.76	-0.22	0.40	2.40
1987	0.20	-0.27	0.09	1.18	2018	0.43	-0.45	0.03	1.92
1988	0.18	-0.24	0.08	1.03	2019	0.43	-0.63	0.06	1.78
1989	0.16	-0.22	0.07	1.04	2020	0.31	-0.38	0.12	1.77
1990	0.17	-0.24	0.08	1.19	2021	0.32	-0.38	0.12	1.79
1991	0.15	-0.21	0.07	0.97	2022	0.32	-0.38	0.12	1.80
1992	0.15	-0.21	0.07	1.05	2023	0.33	-0.39	0.12	1.82
1993	0.17	-0.23	0.07	1.25	2024	0.33	-0.39	0.12	1.84
1994	0.14	-0.20	0.06	1.13	2025	0.33	-0.39	0.12	1.85
1995	0.06	-0.08	0.03	1.16	2026	0.34	-0.40	0.12	1.87
1996	0.08	-0.11	0.04	1.76	2027	0.34	-0.40	0.12	1.88
1997	0.32	-0.44	0.14	0.90	2028	0.35	-0.41	0.13	1.90
1998	0.62	-0.85	0.28	1.30	2029	0.35	-0.41	0.13	1.92
1999	-0.21	0.29	-0.09	0.93	2030	0.35	-0.41	0.13	1.93
2000	-0.25	0.34	-0.11	0.85					
					Promedio	0.23	-0.30	0.09	1.44
					Máxima	0.76	1.00	0.45	2.40
					Mínimo	-0.25	-0.94	-0.43	0.85

Datos completados

Datos proyectados

4.7 Generación de variables meteorológicas para la microcuenca

4.7.1 Mapa de estaciones virtuales

Se elaboró el mapa con las ocho estaciones virtuales distribuidas de manera homogénea dentro y en los límites de la microcuenca Yanacochoa (ver Figura 35).

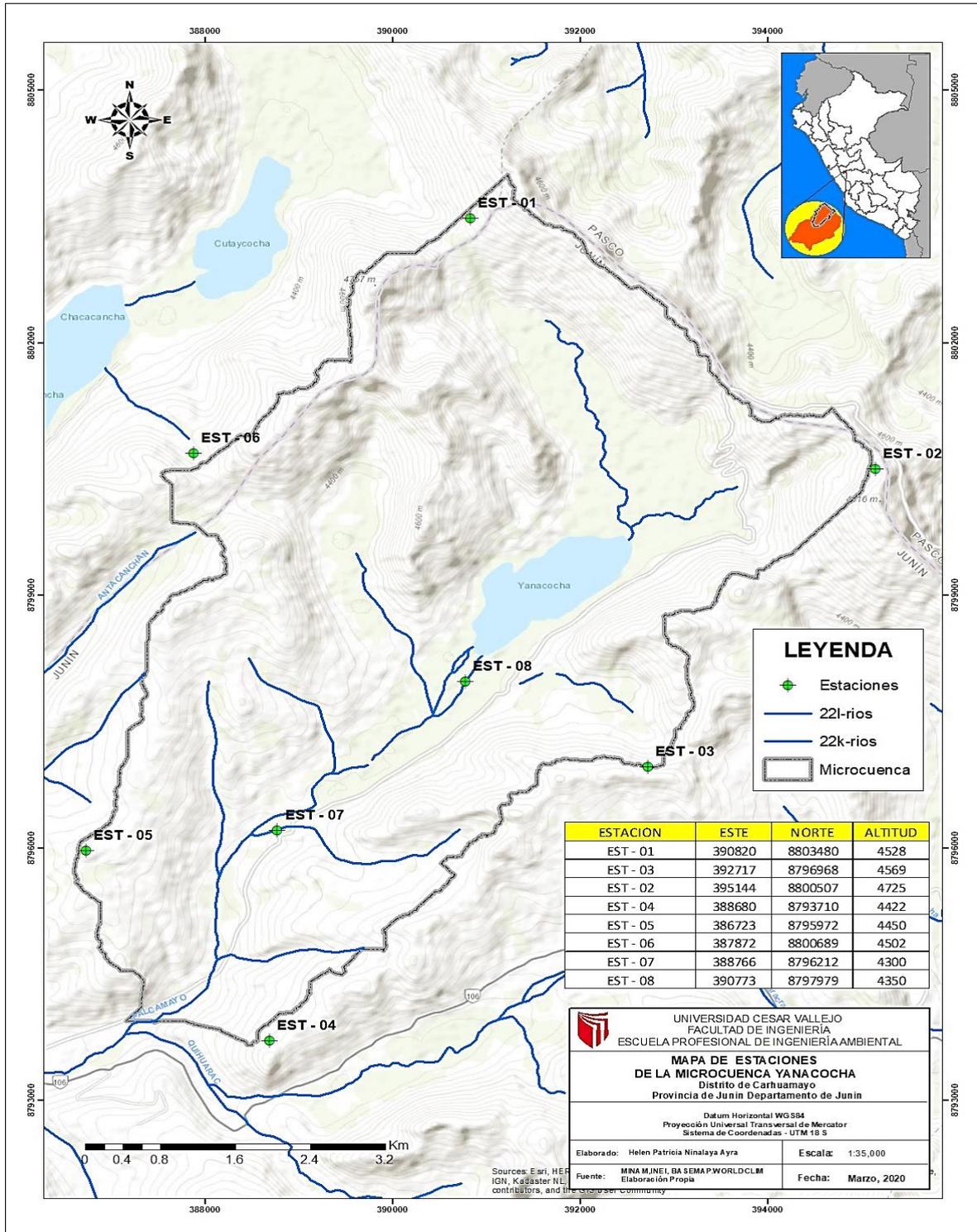


Figura 35. Mapa de las estaciones virtuales de la microcuenca Yanacochoa

Como se muestra en la Figura 35 se obtuvo ocho estaciones virtuales para la microcuenca Yanacocha cuya información se visualiza en la Tabla 27.

Tabla 27. *Coordenadas UTM y altitud de las estaciones virtuales*

CÓDIGO ESTACIÓN	ESTE (E)	NORTE (N)	ALTITUD (msnm)
EST-01	390820	8803480	4528
EST-02	392717	8796968	4569
EST-03	395144	8800507	4725
EST-04	388680	8793710	4422
EST-05	386723	8795972	4450
EST-06	387872	8800689	4502
EST-07	388766	8796212	4300
EST-08	390773	8797979	4350

4.7.2 Datos de precipitación decadal para la microcuenca Yanacocha

Para predecir la distribución de la precipitación promedio a nivel decadal para la microcuenca Yanacocha se realizó la regionalización en base a las estaciones de La Oroya, Cerro de Pasco, Carhuacayán y Junín que fueron previamente completadas, homogeneizadas y extendidas al 2030, de las cuales se obtuvo los promedios decadales de precipitación de cada estación y mediante el método estadístico de regresión lineal simple de las cuatro estaciones para cada década se obtuvo las ecuaciones lineales que permitieron relacionar las variables de la altitud con la precipitación de cada estación virtual. A continuación, se muestra cada una de las ecuaciones para el análisis decadal y su coeficiente de determinación respectiva que se acerca a 1 haciendo referencia a un buen grado de correlación entre ambas variables (Ver Tabla 28).

Tabla 28. *Ecuaciones para análisis decadal de precipitación*

DÉCADA	ECUACIÓN	R ²
1970-1979	$y = 1.3634x - 4680.9$	$R^2 = 0.9324$
1980-1989	$y = 2.3741x - 8749$	$R^2 = 0.9283$
1990-1999	$y = 2.0077x - 7390.8$	$R^2 = 0.9357$
2000-2009	$y = 0.8718x - 2705.7$	$R^2 = 0.6946$
2010-2019	$y = 1.0533x - 3350.4$	$R^2 = 0.9727$
2020-2030	$y = 0.8658x - 2647$	$R^2 = 0.7931$

Una vez remplazada las altitudes de cada estación en las ecuaciones por década se obtuvo los valores de precipitación decadal de cada estación y el valor promedio por década como se puede observar en la Tabla 29, además la variación de precipitación a nivel decadal se muestra en los mapas de isoyetas (Ver Anexo 24).

Tabla 29. *Precipitación promedio decadal (mm) para la microcuenca*

DÉCADA	EST-01	EST-02	EST-03	EST-04	EST-05	EST-06	EST-07	EST-08	PROMEDIO
1970-1979	1492.21	1548.03	1760.86	1347.57	1386.23	1456.59	1181.72	1249.89	1427.89
1980-1989	2000.29	2097.49	2468.09	1748.42	1815.75	1938.26	1459.63	1578.34	1888.28
1990-1999	1699.53	1781.72	2095.13	1486.53	1543.47	1647.07	1242.31	1342.70	1604.81
2000-2009	1241.58	1277.27	1413.36	1149.09	1173.81	1218.80	1043.04	1086.63	1200.45
2010-2019	1418.66	1461.78	1626.21	1306.92	1336.79	1391.14	1178.79	1231.46	1368.97
2020-2030	1273.11	1308.56	1443.71	1181.26	1205.81	1250.49	1075.94	1119.23	1232.26

El Gráfico 13 muestra que la precipitación promedio decadal tiende a disminuir existiendo mayores precipitaciones en la década 1980-1989 para después ir experimentando procesos de descenso continuo llegando hasta la década 2020-2030 donde las tendencias decrecientes se siguen manteniendo. Cabe mencionar que las precipitaciones significativas de la década 1980-1989 se deben al Fenómeno del Niño de los años 1982 y 1983.

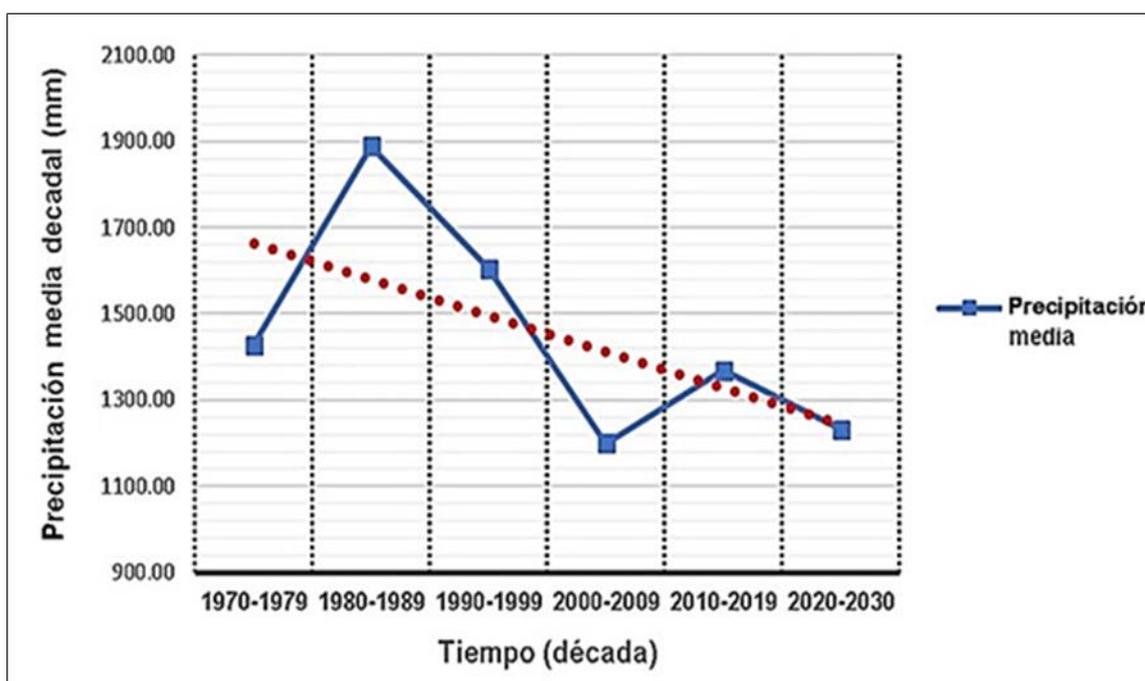


Gráfico 13. *Tendencia de precipitación promedio decadal*

4.7.3 Datos de temperatura decadal para la microcuenca Yanacocha

La predicción de la temperatura máxima y mínima promedio decadal mediante la regionalización se basó en las estaciones: Cerro de Pasco, La Oroya, Yantac y Junín previamente completadas y extendidas al 2030.

A) Temperatura máxima

En la Tabla 30 se visualiza las ecuaciones para el análisis decadal de la temperatura máxima promedio y los coeficientes de determinación respectivos que se acercan a 1 siendo interpretado como un buen grado de correlación entre la altitud de la estación virtual y la temperatura máxima.

Tabla 30. *Ecuaciones para análisis decadal de temperatura máxima*

DÉCADA	ECUACIÓN	R ²
1970-1979	$y = -0.0083x + 46.793$	R ² = 0.901
1980-1989	$y = -0.0081x + 46.036$	R ² = 0.901
1990-1999	$y = -0.0082x + 46.746$	R ² = 0.9049
2000-2009	$y = -0.0086x + 48.301$	R ² = 0.9
2010-2019	$y = -0.0083x + 47.291$	R ² = 0.9144
2020-2030	$y = -0.0085x + 48.134$	R ² = 0.9144

Una vez remplazada las altitudes de cada estación en las ecuaciones por década se obtuvo los valores de temperatura máxima de cada estación y el valor promedio por década (Tabla 31) y para una mejor visualización del comportamiento de este parámetro ver los mapas de isotermas máximas a nivel decadal en Anexo 25.

Tabla 31. *Temperatura máxima promedio decadal para la microcuenca*

DÉCADA	EST-01	EST-02	EST-03	EST-04	EST-05	EST-06	EST-07	EST-08	PROMEDIO
1970-1979	9.21	8.87	7.58	10.09	9.86	9.43	11.10	10.69	9.60
1980-1989	9.36	9.03	7.77	10.22	9.99	9.57	11.21	10.80	9.74
1990-1999	9.62	9.28	8.00	10.49	10.26	9.83	11.49	11.08	10.01
2000-2009	9.36	9.01	7.67	10.27	10.03	9.59	11.32	10.89	9.77
2010-2019	9.71	9.37	8.08	10.59	10.36	9.93	11.60	11.19	10.10
2020-2030	9.65	9.30	7.97	10.55	10.31	9.87	11.58	11.16	10.05

El Gráfico 14 muestra que la temperatura máxima decadal mantiene una tendencia creciente a lo largo de las décadas, mostrándose un pequeño incremento por debajo de 1°C desde 1970 al 2019.

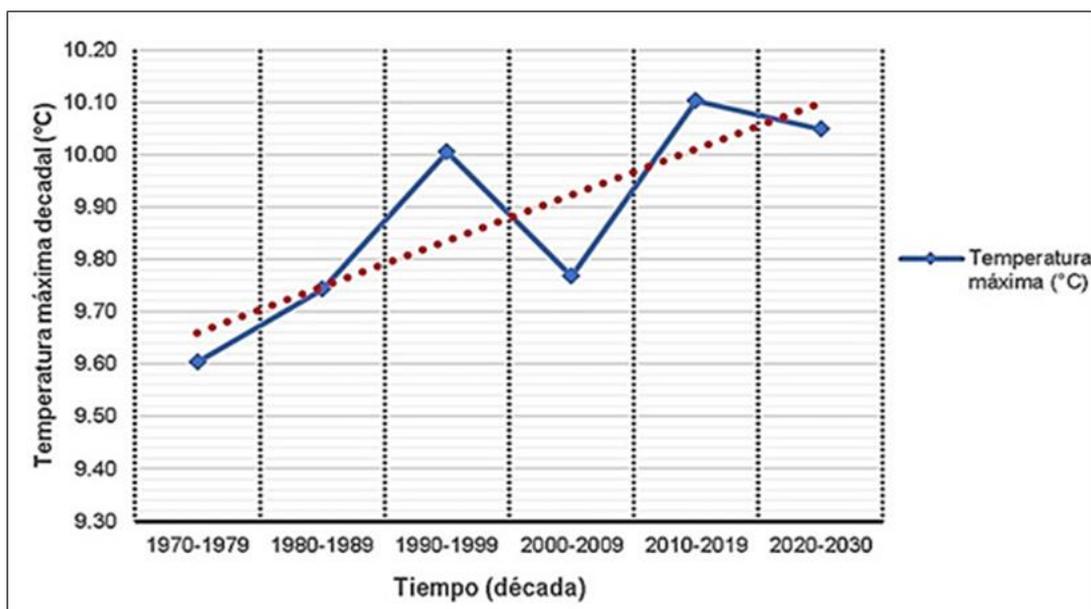


Gráfico 14. *Tendencia de temperatura máxima decadal*

B) Temperatura mínima

En la Tabla 32 se observa las ecuaciones para el análisis decadal de la temperatura mínima promedio y los coeficientes de determinación respectivos que muestran un buen grado de correlación entre la altitud de la estación virtual y la temperatura mínima.

Tabla 32. *Ecuaciones para análisis decadal de temperatura mínima*

DÉCADA	ECUACIÓN	R ²
1970-1979	$y = -0.0018x + 7.8121$	R ² = 0.7696
1980-1989	$y = -0.0017x + 7.6521$	R ² = 0.7175
1990-1999	$y = -0.0016x + 7.071$	R ² = 0.6847
2000-2009	$y = -0.0021x + 9.3517$	R ² = 0.7405
2010-2019	$y = -0.0028x + 12.224$	R ² = 0.7353
2020-2030	$y = -0.0028x + 12.316$	R ² = 0.7437

La Tabla 33 muestra los valores de temperatura mínima de cada estación y el valor promedio decadal para la microcuenca Yanacocha y para una mejor visualización del comportamiento decadal de las isotermas mínimas a lo largo de la microcuenca ver Anexo 26.

Tabla 33. *Temperatura mínima promedio decadal para la microcuenca*

DÉCADA	EST-01	EST-02	EST-03	EST-04	EST-05	EST-06	EST-07	EST-08	PROMEDIO
1970-1979	-0.34	-0.41	-0.69	-0.15	-0.20	-0.29	0.07	-0.02	-0.25
1980-1989	-0.05	-0.11	-0.38	0.14	0.09	0.00	0.34	0.26	0.04
1990-1999	-0.17	-0.24	-0.49	0.00	-0.05	-0.13	0.19	0.11	-0.10
2000-2009	-0.16	-0.24	-0.57	0.07	0.01	-0.10	0.32	0.22	-0.06
2010-2019	-0.45	-0.57	-1.01	-0.16	-0.24	-0.38	0.18	0.04	-0.32
2020-2030	-0.36	-0.48	-0.91	-0.06	-0.14	-0.29	0.28	0.14	-0.23

El Gráfico 15 muestra que la temperatura mínima decadal para la microcuenca mostró una tendencia ligeramente decreciente a lo largo de las décadas, mostrándose una disminución menor a 1°C desde 1970 al 2019, esto debido a que la temperatura mínima en las zonas con mayor altitud de la cuenca del Mantaro presenta un ciclo anual bien definido, sin embargo, en los últimos años se ha evidenciado temperaturas mínimas más bajas en época de helada.

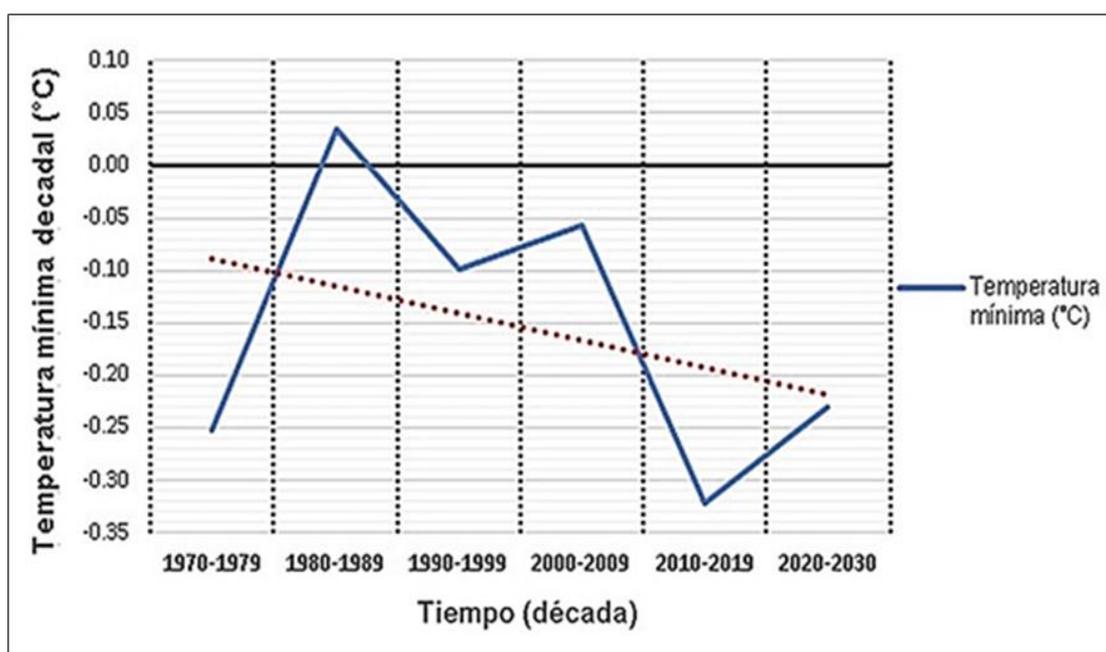


Gráfico 15. *Tendencia de temperatura mínima decadal*

C) Temperatura promedio

La temperatura promedio decadal fue calculado con las ecuaciones de la Tabla 34 las cuales presentaron coeficientes de determinación con un buen grado de correlación entre la altitud y la temperatura media.

Tabla 34. Ecuaciones para análisis decadal de temperatura promedio

DÉCADA	ECUACIÓN	R ²
1970-1979	$y = -0.005x + 27.268$	R ² = 0.8945
1980-1989	$y = -0.0049x + 26.883$	R ² = 0.8846
1990-1999	$y = -0.005x + 27.216$	R ² = 0.8895
2000-2009	$y = -0.0053x + 28.605$	R ² = 0.8827
2010-2019	$y = -0.0056x + 29.917$	R ² = 0.8951
2020-2030	$y = -0.0056x + 30.225$	R ² = 0.8947

La Tabla 35 muestra los valores de temperatura promedio de cada estación y el valor promedio decadal para la microcuenca Yanacocha y los mapas de isotermas promedios decadales de la microcuenca se visualizan en Anexo 27.

Tabla 35. Temperatura promedio decadal para la microcuenca

DÉCADA	EST-01	EST-02	EST-03	EST-04	EST-05	EST-06	EST-07	EST-08	PROMEDIO
1970-1979	4.63	4.42	3.64	5.16	5.02	4.76	5.77	5.52	4.87
1980-1989	4.70	4.50	3.73	5.22	5.08	4.83	5.81	5.57	4.93
1990-1999	4.58	4.37	3.59	5.11	4.97	4.71	5.72	5.47	4.81
2000-2009	4.61	4.39	3.56	5.17	5.02	4.75	5.82	5.55	4.86
2010-2019	4.56	4.33	3.46	5.16	5.00	4.71	5.84	5.56	4.83
2020-2030	4.87	4.64	3.77	5.46	5.31	5.02	6.15	5.87	5.13

El Gráfico 16 se observa que la temperatura promedio decadal para la microcuenca presentó una tendencia constante de 1970 al 2019, sin embargo las proyecciones muestran un ligero incremento menor a 1°C durante la década 2020-2030.

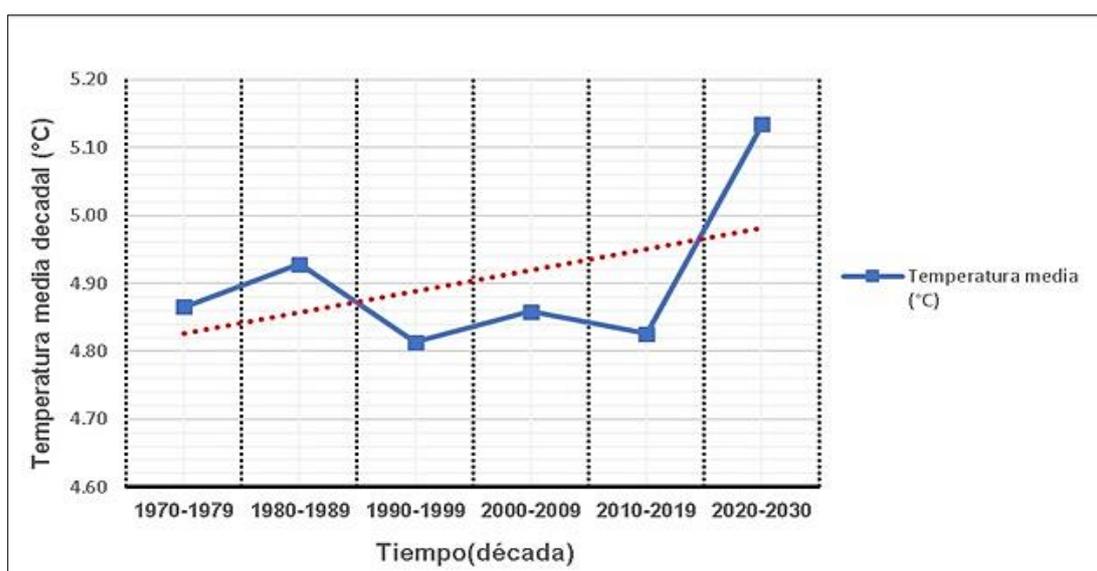


Gráfico 16. Tendencia de temperatura promedio decadal

D) Análisis estacional de la microcuenca Yanacocha

La caracterización climática mensual para la microcuenca Yanacocha se basó en la estación meteorológica de Junín, realizándose el análisis promedio mensual de la precipitación y temperatura entre los años 2005-2019, ya que esta estación es la más próxima a la microcuenca de estudio.

La Tabla 36 indica los valores de precipitación promedio mensual del periodo 2005-2019, los datos de precipitación mensual por años de la estación Junín se encuentran en Anexo 20.

Con relación al Gráfico 17 se observa que el periodo lluvioso (húmedo) se da entre los meses de setiembre a abril con valores máximos en el mes de febrero (146.87 mm), disminuyendo bruscamente en abril, con valores mínimos desde mayo a agosto que oscilan entre 15 mm a 16 mm correspondiente al periodo seco o de estiaje (invierno). Por otra parte, en la cuenca del Mantaro el 83% de las lluvias anuales se dan entre los meses de octubre a abril, siendo representado por un 48% las lluvias entre los meses de enero a marzo (CONAM, 2006).

Tabla 36. Promedio mensual de precipitación - Estación Junín (2005-2019)

PRECIPITACIÓN DE LA ESTACIÓN JUNÍN (2005-2019)												
VARIABLE (mm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
PRECIPITACIÓN MEDIA	141.47	146.87	123.48	68.01	37.14	15.45	15.05	15.46	43.79	70.00	120.00	141.00

Fuente: SENAMHI (2020)

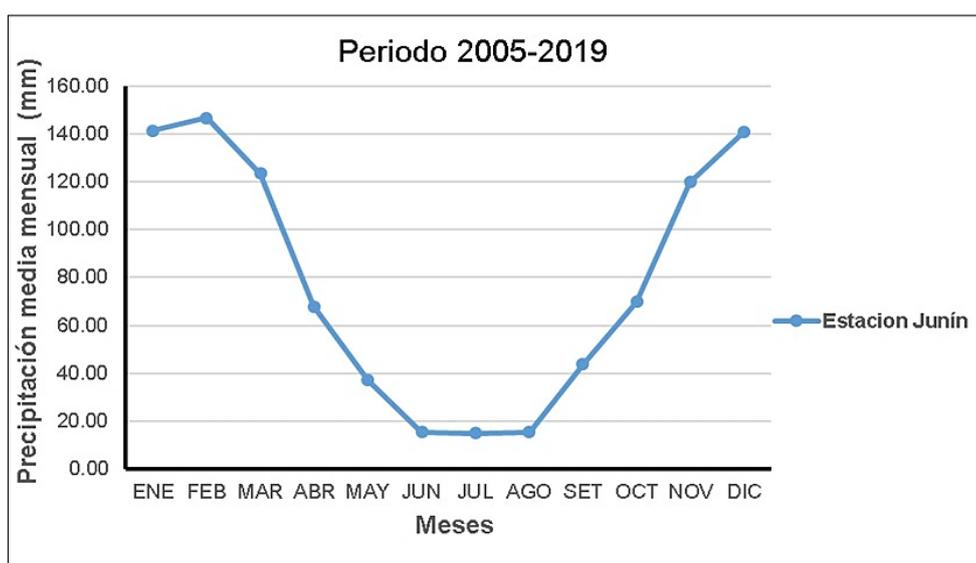


Gráfico 17. Variación de precipitación promedio mensual - Estación Junín

La Tabla 37 muestra los valores promedios de temperatura máxima, media y mínima mensual del periodo 2005 al 2019. La data completa de la estación Junín por años se observa en los Anexos 21 y 22.

Tabla 37. Promedio mensual de temperatura - Estación Junín (2005-2019)

TEMPERATURA PROMEDIO DE LA ESTACIÓN JUNÍN (2005-2019)												
VARIABLE (C°)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
TEMPERATURA MÁXIMA	12.54	12.20	12.08	12.60	13.05	12.82	12.83	13.38	13.14	13.12	13.53	12.71
TEMPERATURA MÍNIMA	2.52	2.63	2.77	1.34	-0.35	-2.55	-3.66	-3.17	-1.20	0.46	0.87	1.81
TEMPERATURA MEDIA	7.53	7.42	7.43	6.97	6.35	5.16	4.58	5.11	5.97	6.79	7.20	7.26

Fuente: SENAMHI (2020)

En el Gráfico 18 la temperatura mínima promedio mensual por lo general está por debajo de los 3°C, siendo junio, julio y agosto los meses más fríos mientras que los valores máximos se dan de enero a marzo, esta variable presenta un ciclo anual bien definido; respecto a la temperatura máxima promedio mensual se registró que el mes de noviembre fue el más cálido con un valor de 13.53°C y febrero y marzo fueron ligeramente más bajas con 12.08°C existiendo durante el año una pequeña variación por debajo de 2°C y la temperatura media mensual osciló entre 4°C y 8°C.

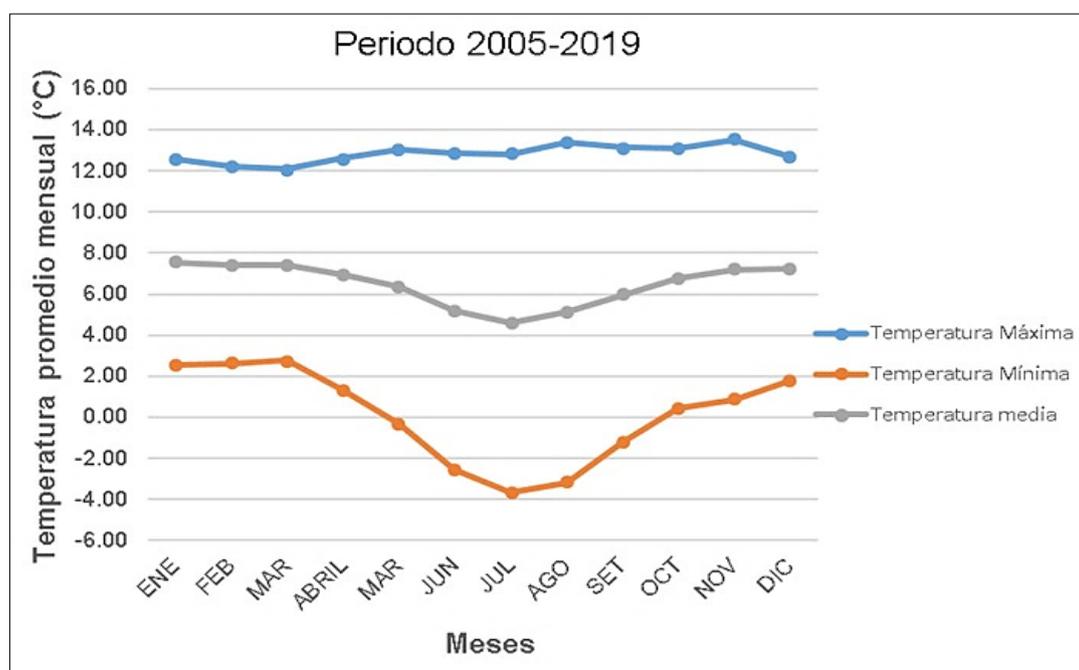
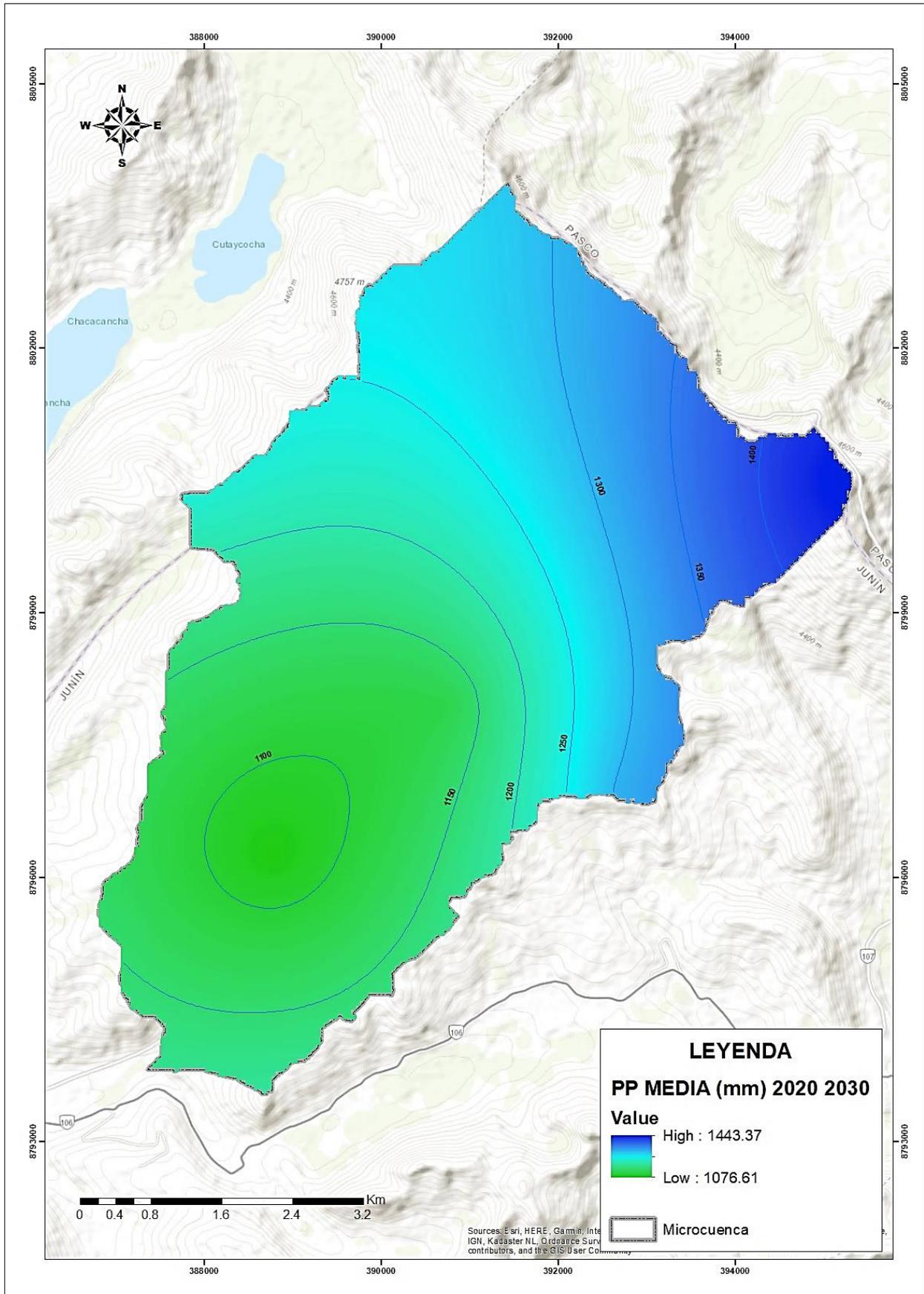
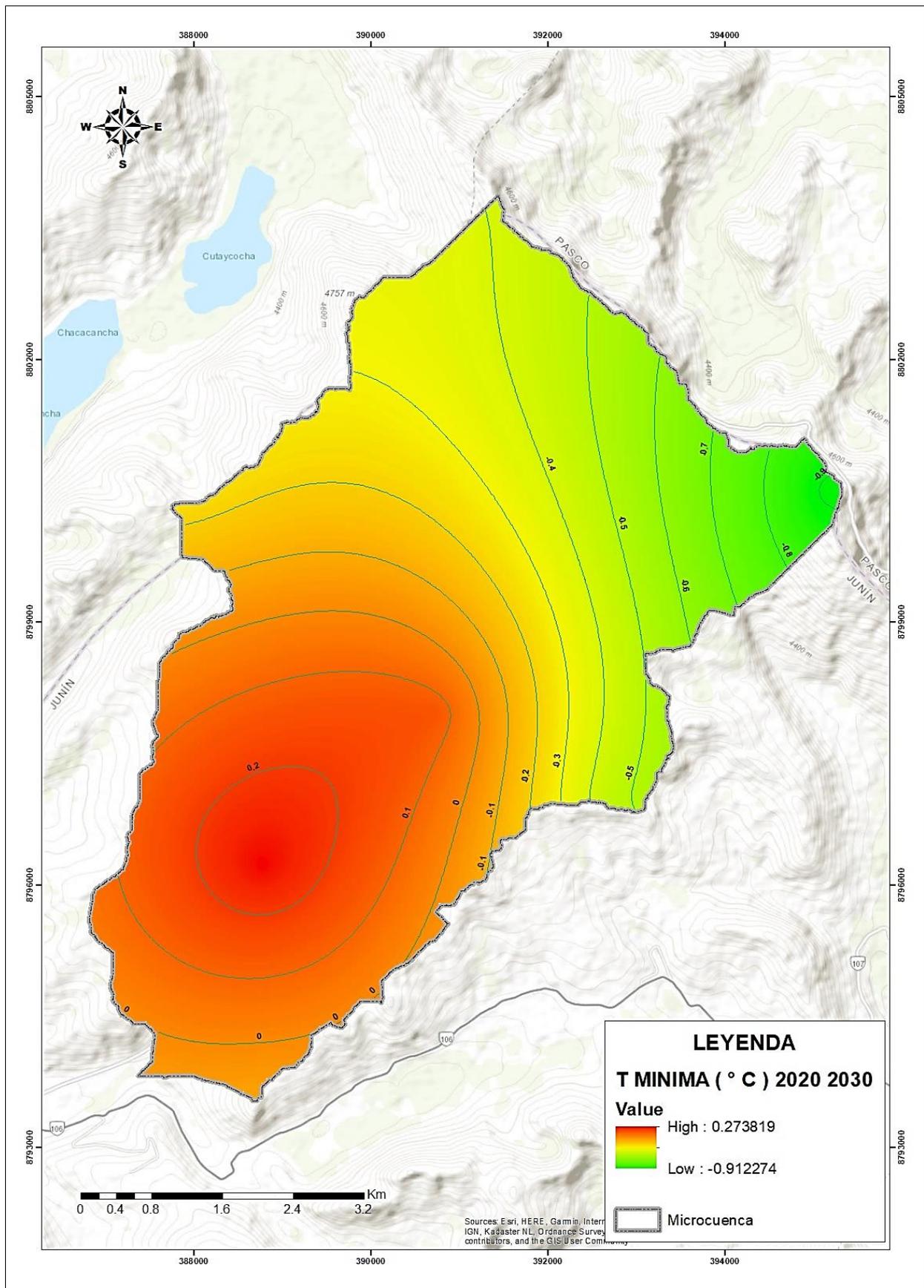


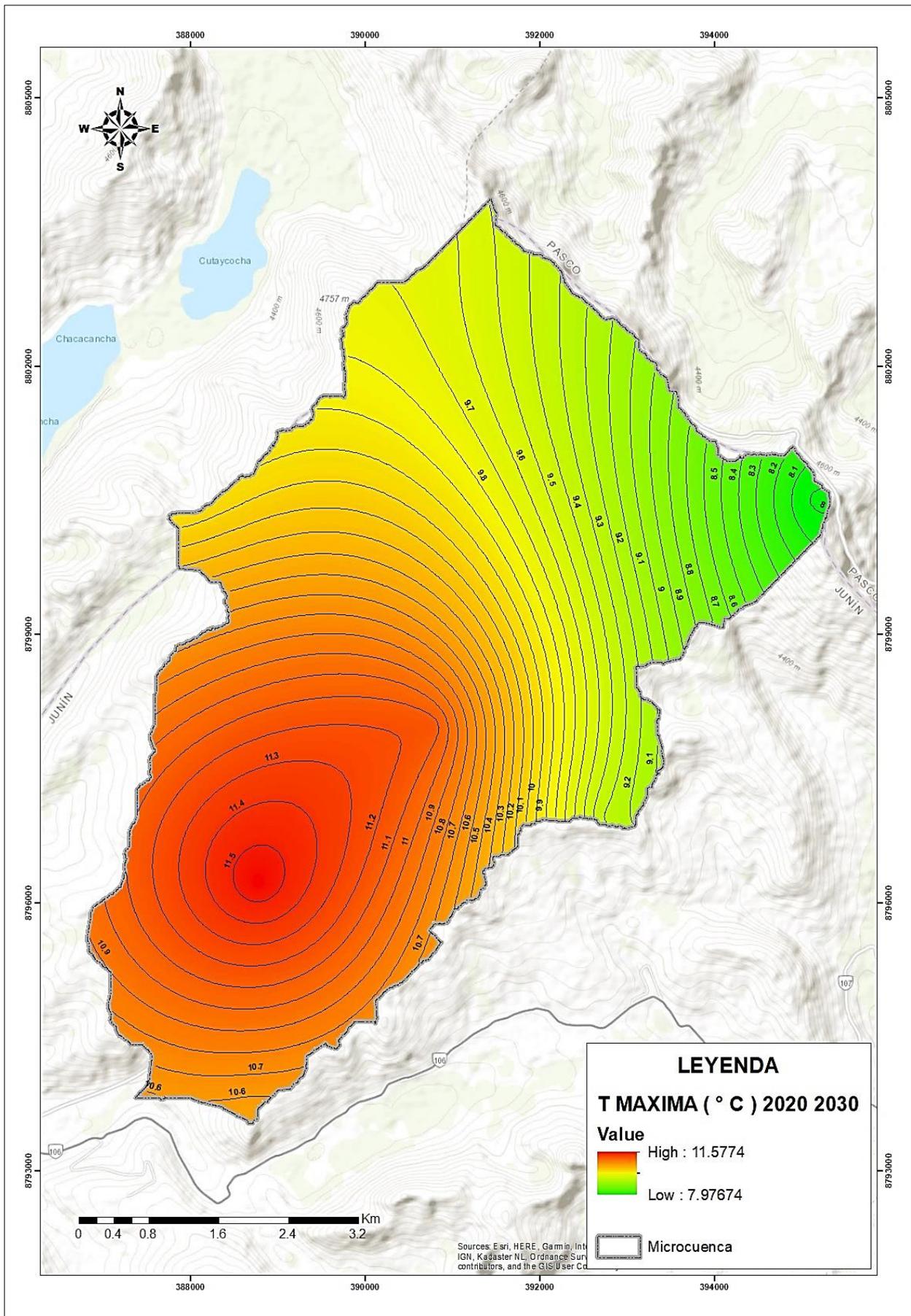
Gráfico 18. Variación de temperatura promedio mensual - Estación Junín

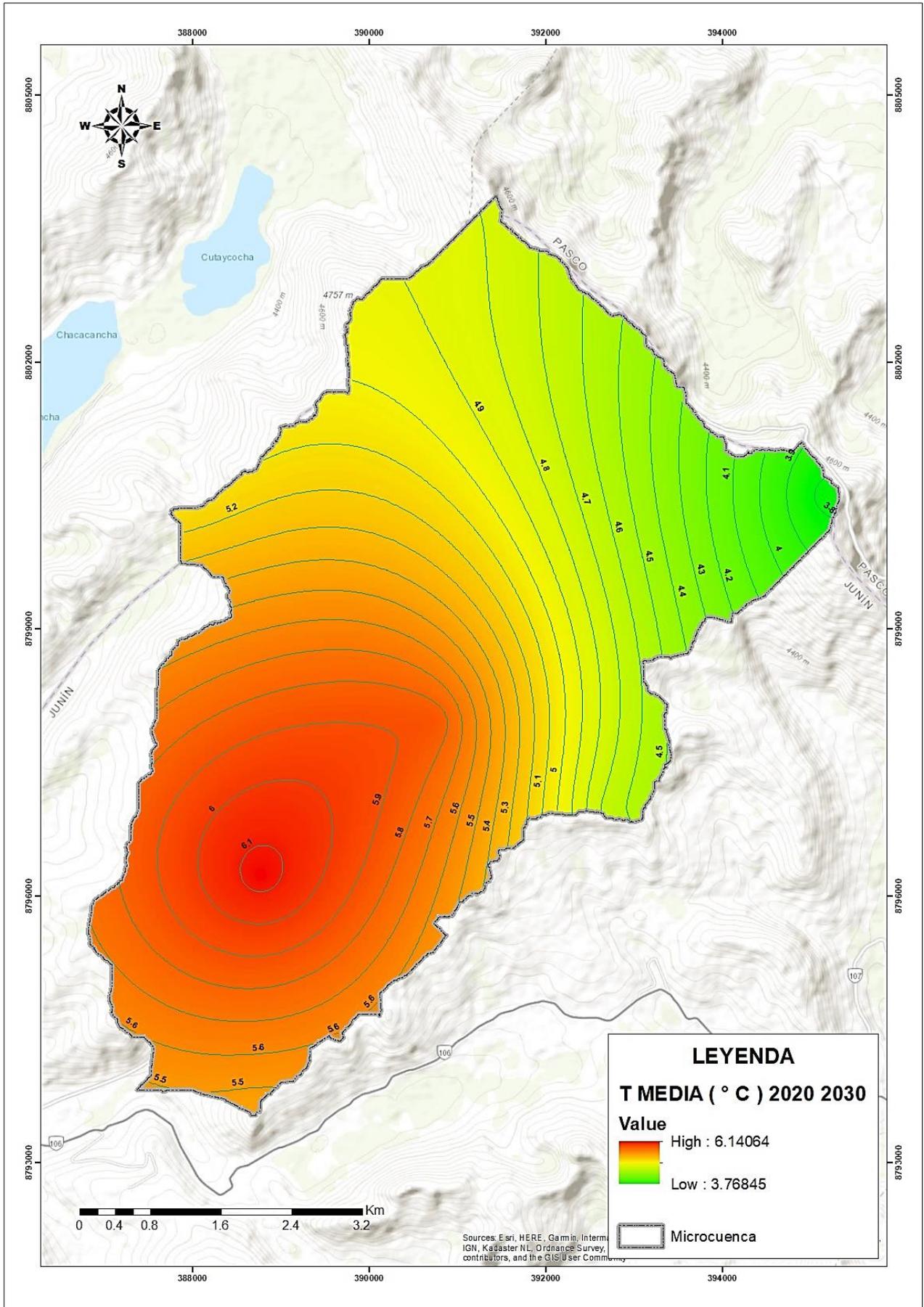
4.8 Mapa de isoyeta de la microcuenca Yanacochoa (2020-2030)



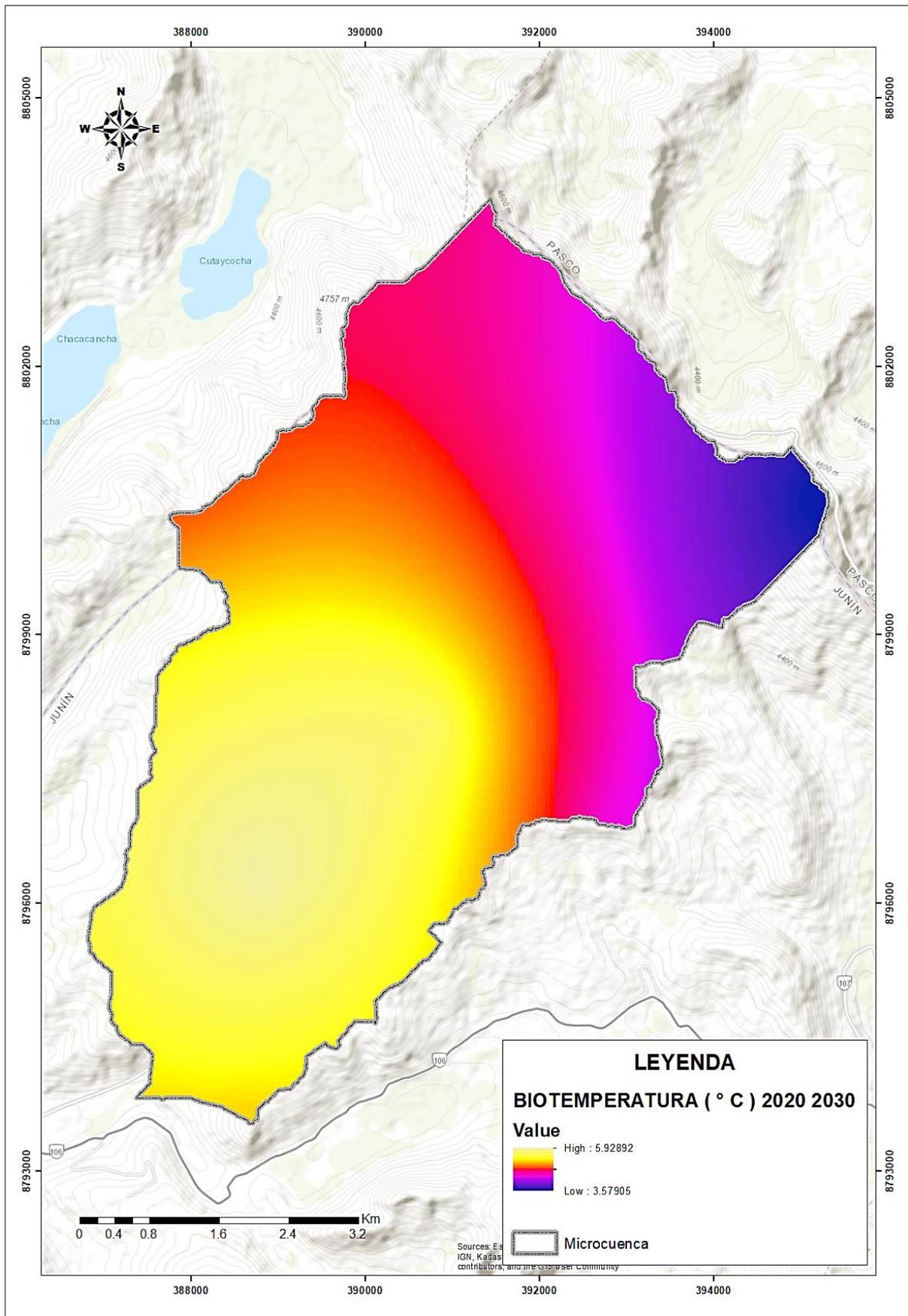
4.9 Mapas de isoterma de la microcuenca Yanacochoa (2020-2030)



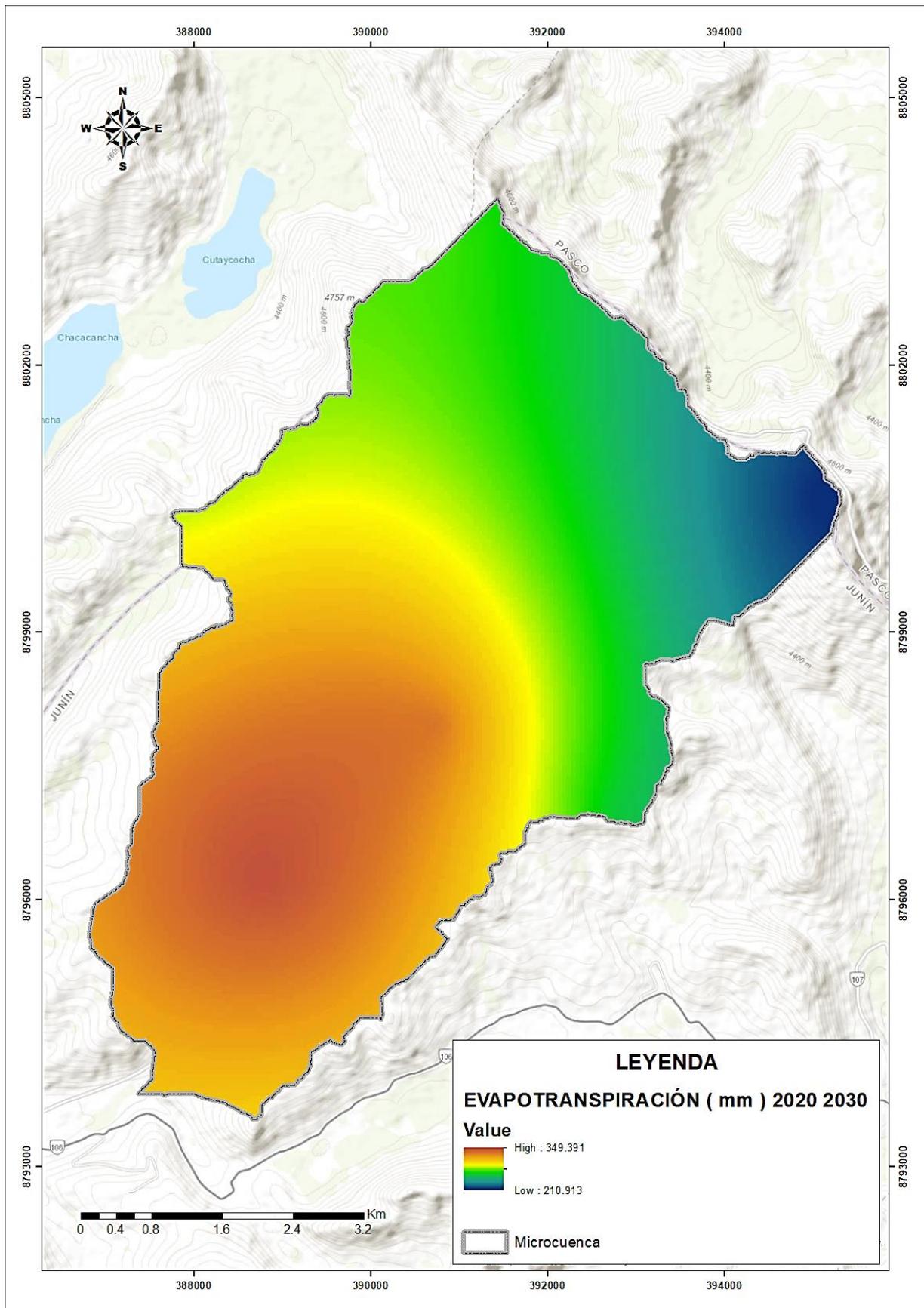




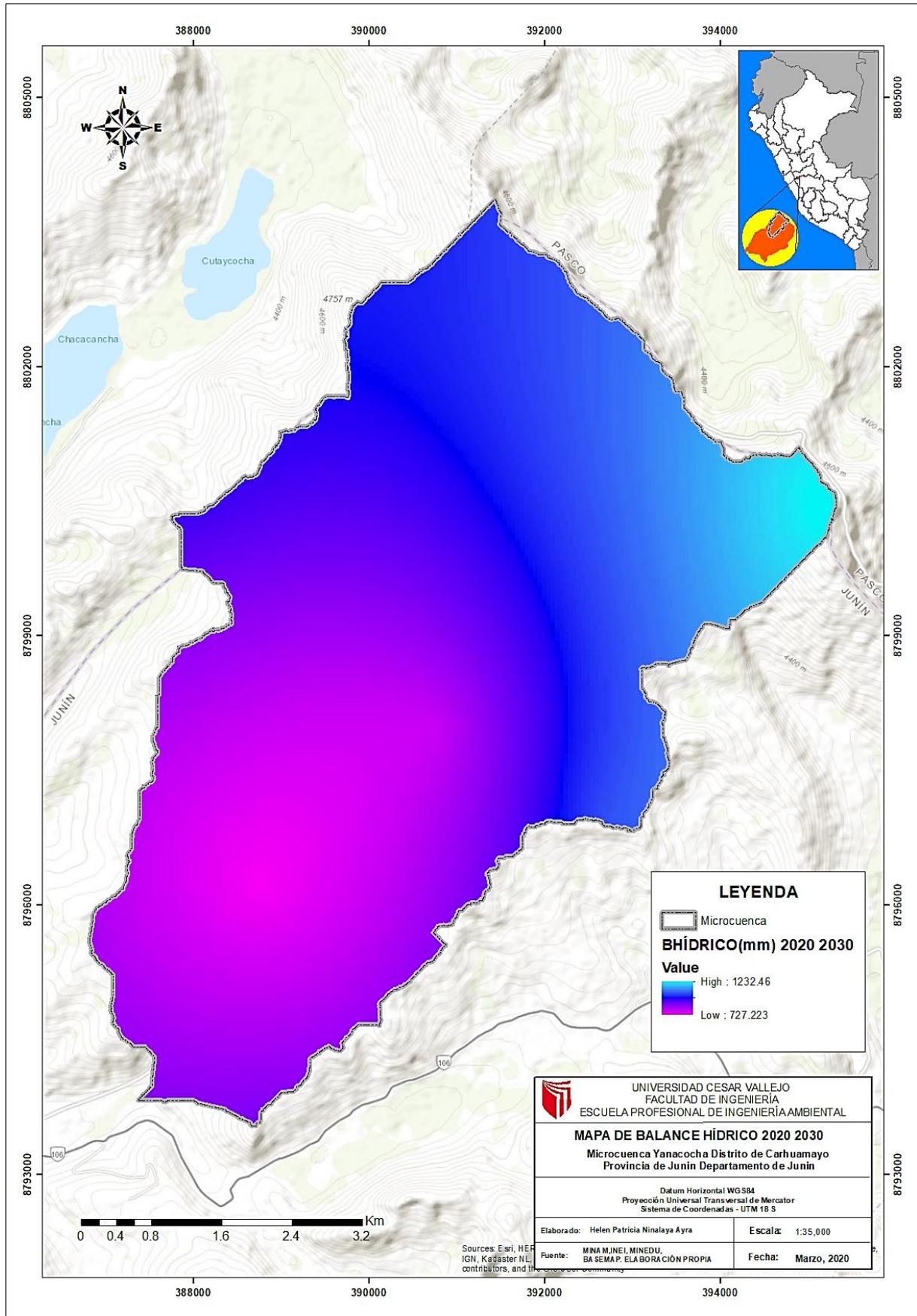
4.10 Mapa de biotemperatura de la microcuenca Yanacocha (2020-2030)



4.11 Mapa de evapotranspiración de microcuenca Yanacochoa (2020-2030)



4.12 Mapa de balance hídrico de la microcuenca Yanacocha (2020-2030)



4.13 Escenarios de balance hidrológico (2020-2030)

La Tabla 38 muestra los datos de los mapas del balance hídrico a nivel decadal, respecto a los rangos máximos y mínimos, así como el valor promedio.

Tabla 38. *Balance hídrico decadal promedio*

Década	Rangos		
	Máxima	Mínimo	Promedio
1970-1979	1555.49	853.876	1204.68
1980-1989	1875.96	903.466	1389.71
1990-1999	1872.12	899.854	1385.99
2000-2009	1202.54	700.719	951.63
2010-2019	1414.05	832.685	1123.37
2020-2030	1232.46	727.223	979.84

En el Gráfico 19 se observa que el balance hídrico promedio proyectado del 2020 al 2030 fue de 979.84 mm, además para una mejor toma de decisión se proyectó dos escenarios respecto a la década proyectada, resultando 1077.83 mm (10% más) y 881.86 (10% menos).

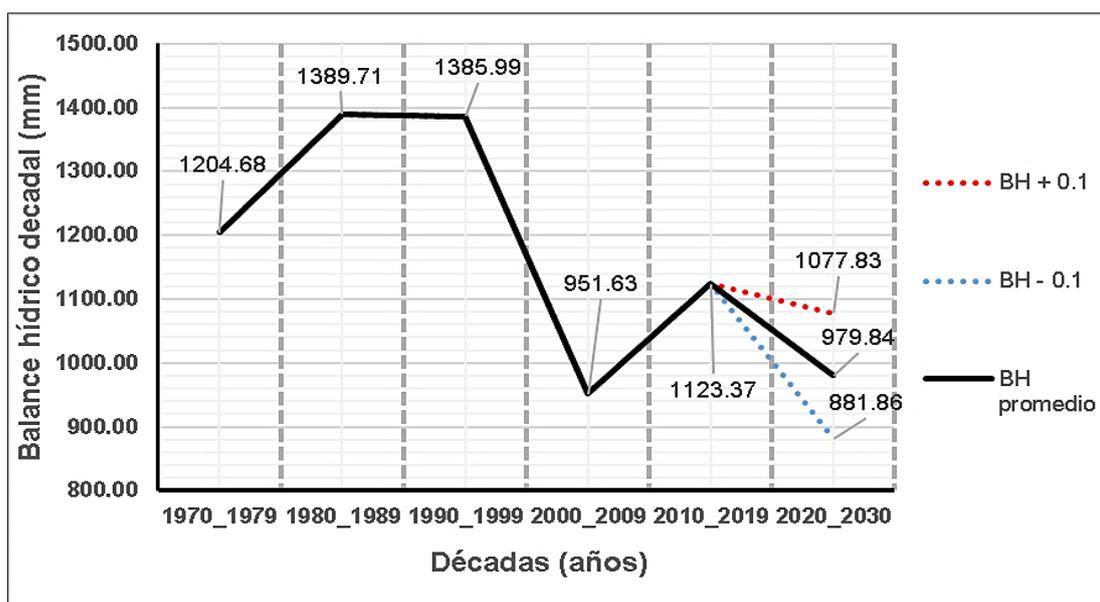


Gráfico 19. *Escenarios del balance hídrico (periodo 2020-2030)*

Dónde:

BH + 0.1: Balance hídrico promedio más 10%

BH - 0.1: Balance hídrico promedio menos 10%

4.14 Proyección y escenarios de crecimiento poblacional (2020-2030)

Para realizar la proyección de la población al 2030 del distrito de Carhuamayo se tomó en cuenta los censos de la base de datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), de las cuales solo se obtuvo información del periodo 2000 al 2015 (Ver Tabla 39).

Tabla 39. *Población censada de Carhuamayo (2000–2015)*

POBLACIÓN CENSADA											
Departamento:	Junín		Distrito:	Junín		Provincia:	Carhuamayo				
Altitud (m.s.n.m.)	4,126		Coordenadas (UTM)	N:8792254.00			E:384277.00				
Años	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Población	9410	9338	9259	9174	9083	8985	8880	8767	8651	8532	8411
Años	2011	2012	2013	2014	2015						
Población	8290	8167	8040	7913	7784						

Fuente: INEI (2017)

Con el fin de conocer cuánta agua demandará la población al 2030 fue necesario determinar la cantidad de población en dicho año por lo cual se realizó la proyección 2020-2030 elaborada a basa de la población censada del 2000 al 2015, para ello se empleó el modelo de regresión lineal simple donde la ecuación lineal representa la relación entre los datos de la población con los años, resultando la línea de tendencia con pendiente constante y con R^2 de 0.9941 que indica una buena relación entre ambas variables (Ver Gráfico 20).

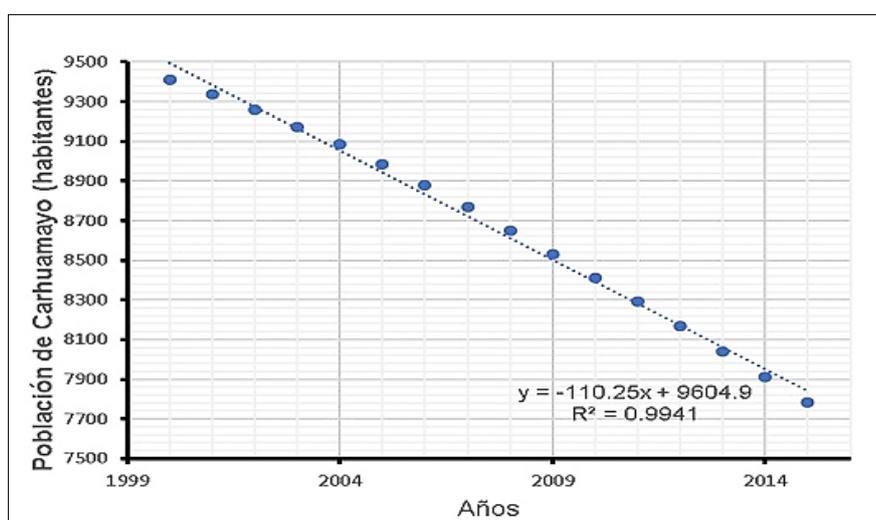


Gráfico 20. *Diagrama de población de Carhuamayo vs años (2000–2015)*

Con la ecuación de la regresión lineal se realizó la extensión de los datos de la población de Carhuamayo siendo proyectadas para el periodo 2016 – 2030 como se muestra en los registros de la Tabla 40 y la representación visual del 2000 al 2030 en el Gráfico 21.

Tabla 40. *Proyección poblacional del distrito de Carhuamayo (2016-2030)*

Años	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Población	7731	7620	7510	7400	7290	7179	7069

Años	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Población	6959	6849	6738	6628	6518	6408	6297	6187

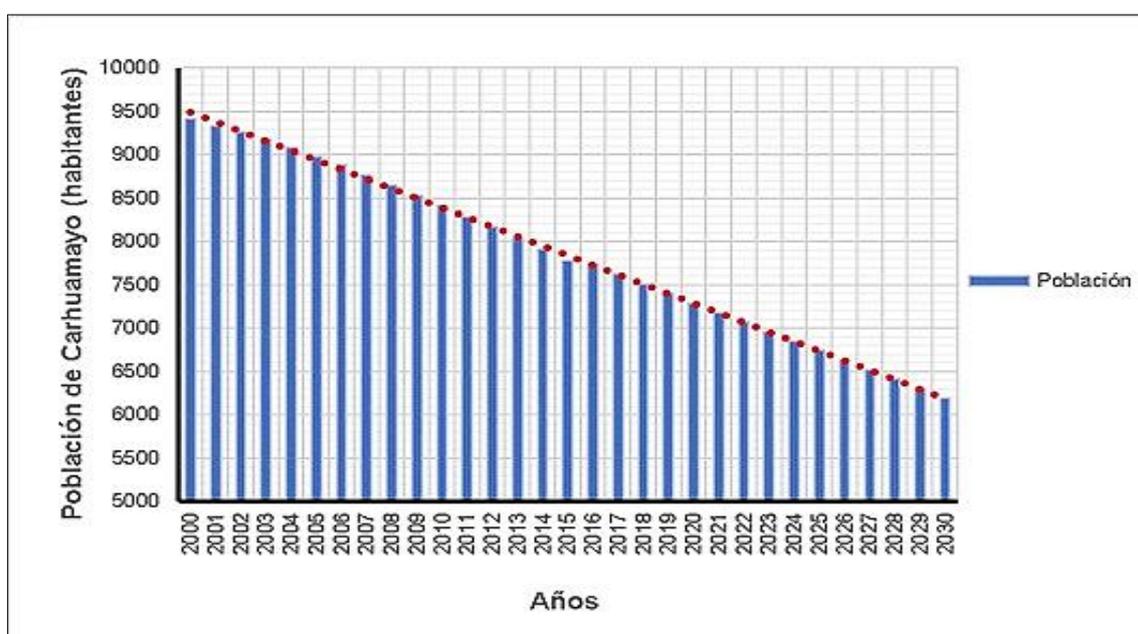


Gráfico 21. *Tendencia poblacional del distrito de Carhuamayo al 2030*

En la gráfica anterior se visualiza que durante el periodo 2000–2015 (datos del INEI) el distrito de Carhuamayo presentó un decrecimiento poblacional de 17.28%, sin embargo, los datos del censo pueden contener error debido a que la población que migra no actualiza su lugar de residencia. Por otro lado, las posibles causas de este decrecimiento pudieron ser los procesos migratorios del campo a la ciudad, originados por la búsqueda de mejores oportunidades de vida con el fin de acceder a una mejor educación (falta de universidades en el distrito), mayores opciones de

empleo y mejores condiciones de vida. Asimismo del 2016 al 2019 se mostró un descenso continuo de la población llegando al periodo 2020-2030 donde la tendencia decreciente se mantiene.

Cabe resaltar que las proyecciones no son datos fijos, debido que se pueden presentar variaciones al 2030, por ese motivo se formuló los posibles escenarios de incremento o decrecimiento poblacional elaborados a partir de la serie histórica donde se identificó que la densidad poblacional disminuyó en un 10%. Por lo mencionando, en la presente investigación se trabajó con el valor promedio del periodo 2020-2030 que resultó 6738 habitantes al cual se le aplicó los escenarios de incremento y decrecimiento en 10% como se aprecia en el Gráfico 22.

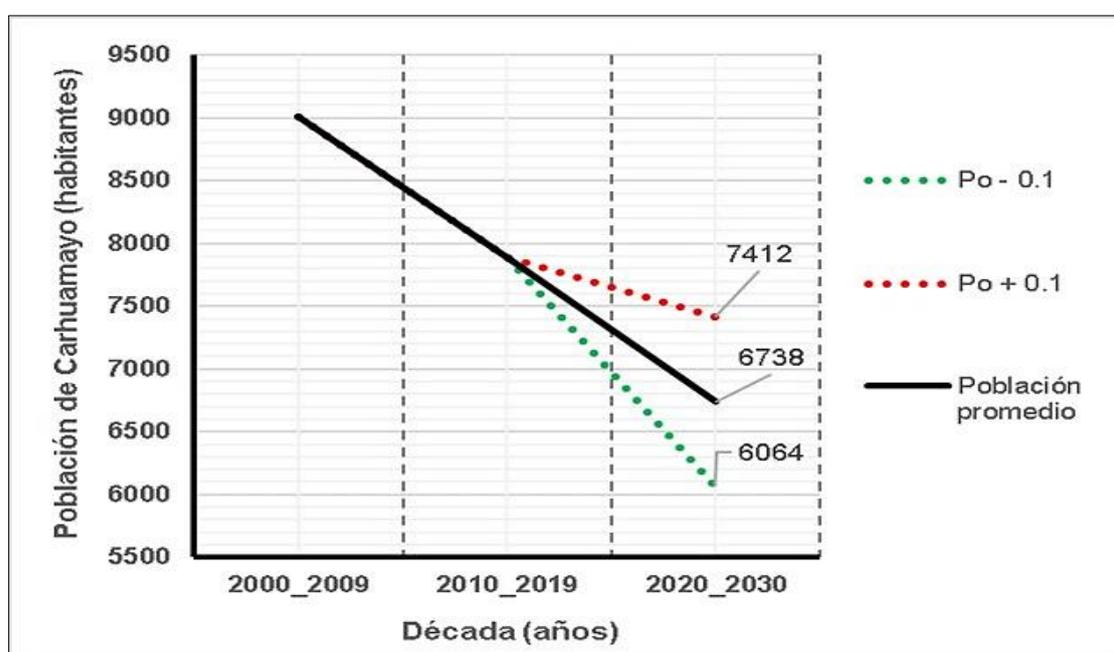


Gráfico 22. Escenarios de población (periodo 2020-2030)

Dónde:

Po + 0.1: Población promedio más 10%

Po - 0.1: Población promedio menos 10%

Los resultados para los escenarios de población para el periodo 2020-2030 fueron de 7412 habitantes (10% más) y 6064 habitantes (10% menos).

4.15 Escenarios de dotación de agua

Para la investigación se trabajó con la dotación de agua de 50 lt/hab/día del Ministerio de Economía y Finanzas y de 180 lt/hab/día del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento como se visualiza en la Tabla 41.

Tabla 41. *Escenarios de dotación de agua*

INSTITUCIONES	DOTACIÓN DE AGUA		
	lt/hab/día	CRITERIOS	m ³ /hab/año
MVCS	180	Clima frío	65.7
MEF	50	Sierra	18.25

4.16 Sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030

Para determinar la sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha se relacionó los datos de la demanda poblacional obtenidos mediante la población y la dotación de agua, con la oferta hídrica de la laguna determinada por el balance hídrico y el área de la laguna.

4.16.1 Escenarios de demanda hídrica de Carhuamayo (2020-2030)

La Tabla 42 muestra los resultados del producto de los escenarios poblacionales con las dotaciones del agua del periodo 2020 al 2030, obteniéndose diferentes escenarios de demanda hídrica.

Tabla 42. *Escenarios de demanda hídrica (periodo 2020-2030)*

DEMANDA HÍDRICA				
ESCENARIO DE POBLACIÓN (hab)		ESCENARIOS DE DOTACIÓN DE AGUA (m ³ /hab/año)		DEMANDA HÍDRICA (m ³ /hab/año)
Po + 10% 7412	MVCS	65.7		486,955.26
	MEF	18.25		135,265.35
Po promedio 6738	MVCS	65.7		442,686.6
	MEF	18.25		122,968.5
Po - 10% 6064	MVCS	65.7		398,417.94
	MEF	18.25		110,671.65

Dónde:

DH: Demanda hídrica

ESC PO: Escenarios de población

ESC DO: Escenarios de dotación de agua

Po – 10%: Población promedio (2020-2030) menos un 10%

Po + 10%: Población promedio (2020-2030) más un 10%

Con respecto a la tabla anterior se observa que si en el año 2030 la población de Carhuamayo es aproximadamente de 7412 habitantes (Po + 10%) y la dotación de agua para ese año es de 65.7 m³/hab/año se prevé una demanda hídrica poblacional de 486955.26 m³, siendo la mayor demanda hídrica de los escenarios; por otro lado, si la población al año proyectado es de 6064 habitantes (Po – 10%) y la dotación es de 18.25 m³/hab/año se prevé una menor demanda hídrica de 110671.65 m³, por lo tanto, el aumento o disminución de la población y la dotación de agua son directamente proporcional a la demanda hídrica.

4.16.2 Escenarios de oferta hídrica de la laguna Yanacocha (2020-2030)

El cálculo de la oferta hídrica se expresó mediante la relación del balance hídrico con el área de estudio, con el fin de brindar posibles escenarios con respecto al aumento o disminución del agua de la laguna Yanacocha al 2030, tomando en cuenta que el área de la laguna Yanacocha es constante. En la Tabla 43 se visualiza los escenarios de la oferta hídrica con un 10% más y menos sobre el balance hídrico.

Tabla 43. *Escenarios de oferta hídrica (periodo 2020-2030)*

OFERTA HÍDRICA				
ESCENARIO DE BH	(mm)	ÁREA DE LA LAGUNA (m ²)	OFERTA HÍDRICA	
			lt	m ³
BH + 10%	1,077.83		1,278,655,825.54	1,278,655.83
BH promedio	979.84	1,186,329.00	1,162,414,386.85	1,162,414.39
BH – 10%	881.86		1,046,172,948.17	1,046,172.95

Dónde:

BH + 10%: 10% más del balance hídrico promedio

BH - 10%: 10% menos del balance hídrico promedio

Con respecto a la tabla anterior se identificó que con un escenario en 10% más del balance hídrico promedio, se prevé una oferta hídrica de 1,278,655.83 m³ para el 2030, mientras que el escenario con menos 10% se estimó 1,046,172.95 m³ teniendo una diferencia de 232,482.88 m³, por otro lado, en el escenario con el valor promedio resultó 1,162,414.39 m³ de oferta hídrica.

4.16.3 Escenarios de sostenibilidad hídrica periodo 2020-2030

Para determinar la sostenibilidad de la laguna Yanacocha se utilizó los escenarios de la oferta y demanda hídrica, de las cuales mediante el concepto del balance hidrológico se calculó los escenarios de sostenibilidad al 2030, como se visualiza en la Tabla 44.

Tabla 44. *Escenarios de sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha (periodo 2020-2030)*

ESCENARIOS DE SOSTENIBILIDAD HÍDRICA DEL 2020 - 2030 DE LA LAGUNA YANACOCHA							
OFERTA HÍDRICA		DEMANDA HÍDRICA					SOSTENIBILIDAD HÍDRICA = OH - DH (m ³)
ESCENARIOS DE OFERTA HÍDRICA (m ³)	ESCENARIOS DE POBLACIÓN	ESCENARIO DE DOTACIÓN DE AGUA (m ³ /hab/año)		DEMANDA HÍDRICA = ESC PO * ESC DO (m ³)			
OH+10%	1,278,655.83	Po+10%	7412	MVCS	65.7	486,955.26	791,700.57
				MEF	18.25	135,265.35	1,143,390.48
		Po promedio	6738	MVCS	65.7	442,686.60	835,969.23
				MEF	18.25	122,968.50	1,155,687.33
		Po-10%	6064	MVCS	65.7	398,417.94	880,237.89
				MEF	18.25	110,671.65	1,167,984.18
OH Promedio	1,162,414.39	Po+10%	7412	MVCS	65.7	486,955.26	675,459.13
				MEF	18.25	135,265.35	1,027,149.04
		Po promedio	6738	MVCS	65.7	442,686.60	719,727.79
				MEF	18.25	122,968.50	1,039,445.89
		Po-10%	6064	MVCS	65.7	398,417.94	763,996.45
				MEF	18.25	110,671.65	1,051,742.74
OH-10%	1,046,172.95	Po+10%	7412	MVCS	65.7	486,955.26	559,217.69
				MEF	18.25	135,265.35	910,907.60
		Po promedio	6738	MVCS	65.7	442,686.60	603,486.35
				MEF	18.25	122,968.50	923,204.45
		Po-10%	6064	MVCS	65.7	398,417.94	647,755.01
				MEF	18.25	110,671.65	935,501.30

Del análisis realizado se determinó que los dieciocho escenarios resultaron favorables positivos mostrando sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha, es decir al 2030 se prevé disponibilidad hídrica suficiente para abastecer a los pobladores de Carhuamayo. De la tabla anterior con el escenario de oferta hídrica más un 10% adicional, el escenario de población con menos 10% y una dotación de agua de 18.25 m³/hab/año se estima una mayor sostenibilidad de la laguna de 1,167,984.18 m³; mientras que el escenario menos conveniente es cuando la oferta hídrica menos un 10%, la población más un 10% más y una dotación de agua de 65.7 m³/hab/año la sostenibilidad hídrica será menor con 559,217.69 m³. Respecto a la oferta hídrica promedio o de estabilización, la población menos un 10% y una dotación de agua de 18.25 m³/hab/año se prevé una mayor sostenibilidad de 1,051,742.74 m³, mientras que con la oferta hídrica promedio, la población más un 10% y la dotación de agua de 65.7 m³/hab/año la sostenibilidad hídrica será menor con 675,459.13 m³. Sin embargo, en la actualidad el distrito no cuenta con una gestión sostenible del agua, y esto se evidencia en los meses de verano o periodo de estiaje, siendo escaso el agua que llega a los domicilios.

4.17 Nivel de cultura de agua de la población de Carhuamayo

La investigación buscó conocer mediante encuestas la percepción respecto a la cultura del agua de 350 pobladores de Carhuamayo (muestra representativa), en base a los conocimientos referidos a la contaminación, preservación, valor, escasez y necesidad del agua que poseen; el nivel de cultura del agua de la población muestreada se determinó mediante el programa SPSS, para ello fue necesario establecer los niveles como alto (54 – 69), medio (49 – 53) y bajo (36 – 48), calculadas de acuerdo al puntaje obtenido de cada encuesta como se visualiza en la Tabla 45:

Tabla 45. *Rangos de nivel de cultura de agua*

NIVEL	INTERVALO
Bajo	36 - 48
Medio	49 - 53
Alto	54 - 69

En la Tabla 46 muestra que 118 encuestados (33.7%) poseen un nivel de cultura del agua bajo, con un puntaje entre 36 y 48, pudiendo ser ocasionado por la falta de concientización impartida a la población, además en el distrito de Carhuamayo las campañas ambientales son escasas, por lo general una vez al año difundidas por las emisoras radiales Súper A y la Nueva Zona; por otro lado, 132 encuestados (37.7%) presentaron un nivel medio (dentro del puntaje 49 y 53) y por último 100 pobladores (28.6%) contaron con un nivel alto esta con un puntaje de 54 y 69, este último porcentaje representado por la población longeva mostraron durante las encuestas y entrevistas un gran cariño y apego por la laguna, además poseían conocimientos sobre la reutilización, cuidado del agua así como de los conflictos sociales por este recurso valioso que hay en la zona de estudio.

Tabla 46. *Nivel de cultura del agua del distrito de Carhuamayo-2019*

NIVEL	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)	PORCENTAJE ACUMULADO
Nivel bajo	118	33.7	33.7
Nivel medio	132	37.7	71.4
Nivel alto	100	28.6	100.0
Total	350	100.0	

La encuesta estuvo conformada por 15 preguntas, a continuación se detalla cada una de ellas:

Pregunta 1: ¿Te identificas con el cuidado de la laguna Yanacocha?

En la Tabla 47 se da a conocer la cantidad de pobladores y el porcentaje que representa para cada una de las escalas.

Tabla 47. *Resultado sobre el cuidado de la laguna Yanacocha*

ESCALA	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
NUNCA	22	6.3
CASI NUNCA	6	1.7
A VECES	13	3.7
CASI SIEMPRE	87	24.9
SIEMPRE	222	63.4
Total	350	100.0

Con relación al Gráfico 23 se observó que el 63.4% indicaron que siempre se identifican con el cuidado de la laguna Yanacocha, el 24.9% señalaron casi siempre, el 3.7% optaron por la opción a veces, el 1.7% mencionaron que casi nunca y el 6.3% no consideraron importante el cuidado de la laguna Yanacocha, es decir que de los 350 encuestados 309 personas se identificaron con el cuidado de la laguna Yanacocha, mientras que 22 habitantes no mostraron interés sobre el cuidado.

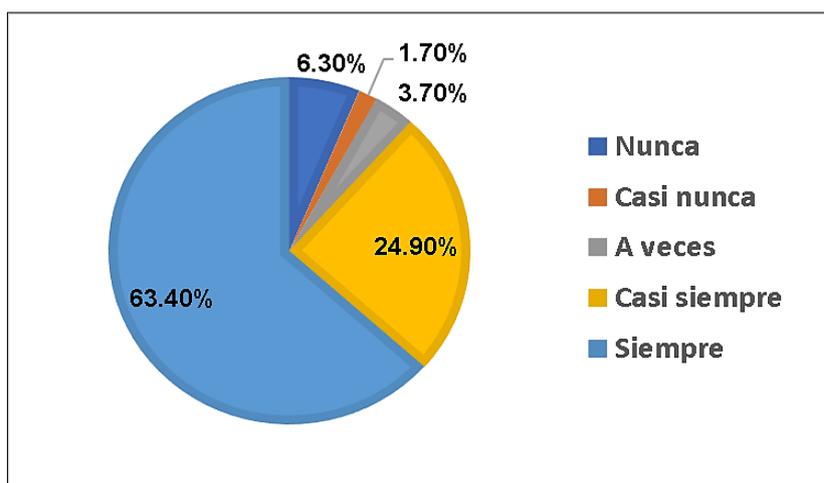


Gráfico 23. Análisis sobre el cuidado de la laguna Yanacocha

Pregunta 2: ¿Participa en campañas para el cuidado del agua?

En la Tabla 48 se da a conocer la cantidad de pobladores y el porcentaje que representa para cada una de las escalas.

Tabla 48. Resultado sobre campañas para el cuidado del agua

ESCALA	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
NUNCA	56	16.0
CASI NUNCA	30	8.6
A VECES	81	23.1
CASI SIEMPRE	114	32.6
SIEMPRE	69	19.7
Total	350	100.0

Según el Gráfico 24 el 19.7% participaron en campañas sobre el cuidado del agua ya sea organizado por la municipalidad de Carhuamayo o por organización vecinal, el 32.6% casi siempre asisten a las campañas, el 23.1% a veces participan de campañas, el 8.6% casi nunca y el 16% no asisten a ninguna campaña ambiental.

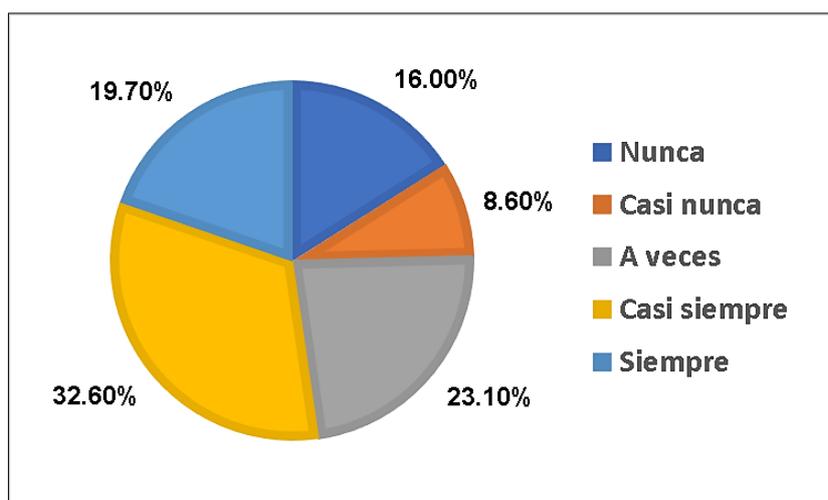


Gráfico 24. Análisis sobre campañas para el cuidado del agua

Pregunta 3: ¿Vota residuos sólidos y/o líquidos en los cuerpos de agua?

En la Tabla 49 se da a conocer la cantidad de pobladores que contaminan el recurso hídrico y el porcentaje que representa cada escala.

Tabla 49. Resultado sobre la contaminación de la laguna Yanacocha

ESCALA	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
NUNCA	305	87.1
CASI NUNCA	15	4.3
A VECES	15	4.3
CASI SIEMPRE	10	2.9
SIEMPRE	5	1.4
Total	350	100.0

Se observó en el Gráfico 25 que el 87.1% (305 pobladores) indicaron que nunca botaron residuos a los cuerpos de agua, por otro lado, el 1.4% mencionaron que siempre botan residuos. Según las encuestas los pobladores dieron a conocer que disponen sus residuos sólidos según los horarios establecidos (2 veces por semana) para su recojo por el camión recolector municipal, además consideraron inadecuado contaminar la laguna por ser la única fuente de suministro de agua del distrito.

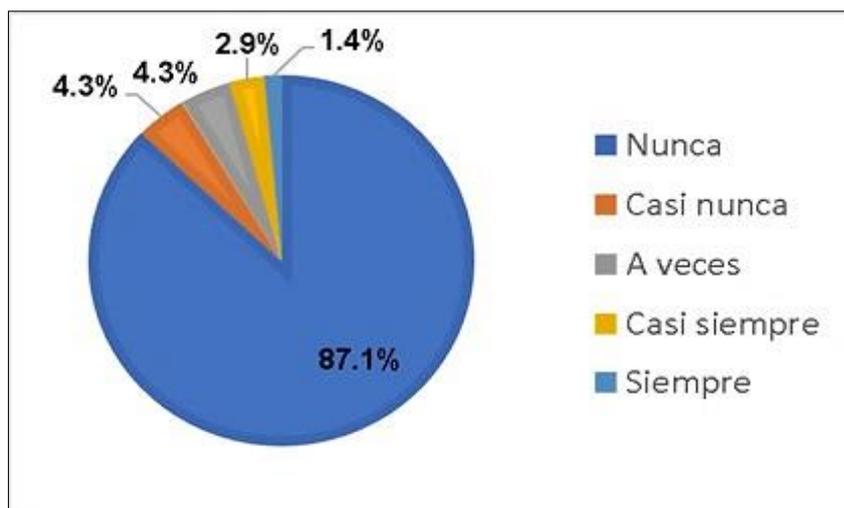


Gráfico 25. Análisis sobre la contaminación de la laguna Yanacocha

Pregunta 4: ¿Considera fundamental la preservación de la laguna Yanacocha como fuente de abastecimiento?

En la Tabla 50 se da a conocer la cantidad de pobladores y el porcentaje que tiene interés por preservar la laguna Yanacocha.

Tabla 50. Resultado sobre la preservación de la laguna

ESCALA	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
CASI NUNCA	1	0.3
A VECES	7	2.0
CASI SIEMPRE	77	22.0
SIEMPRE	265	75.7
Total	350	100.0

Con respecto al Gráfico 26 se identificó que 265 personas (75.7%) consideraron fundamental preservar siempre la laguna Yanacocha es decir cuidarlo y mantenerlo en todo momento, mientras que un 22% indicaron que casi siempre, por otro lado, con un menor porcentaje de 2% y 0.3% las opciones a veces y casi nunca.

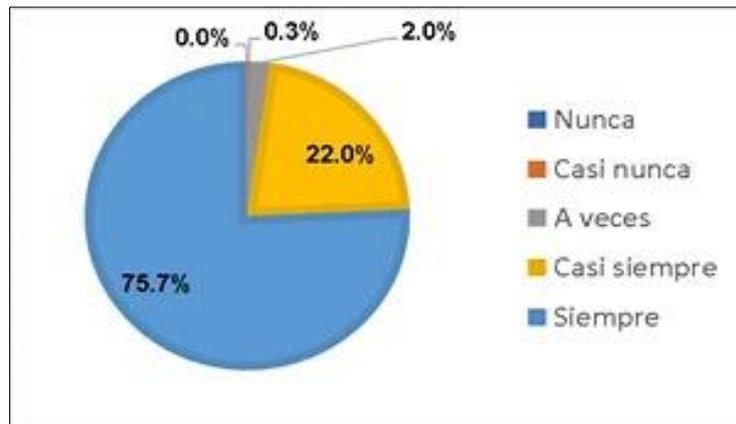


Gráfico 26. Análisis sobre la preservación de la laguna

Pregunta 5: ¿Consideras que el agua se acabará pronto si no la cuidamos?

En la Tabla 51 se da a conocer la cantidad de pobladores y el porcentaje que consideran que el agua se puede agotar si no lo cuidamos.

Tabla 51. Resultado sobre el agotamiento del agua

ESCALA	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
NUNCA	4	1.1
CASI NUNCA	4	1.1
A VECES	19	5.4
CASI SIEMPRE	106	30.3
SIEMPRE	217	62.0
Total	350	100.0

Se observó en el Gráfico 27 que 217 pobladores (62%) indicaron que el agua se agotará si no lo cuidamos, por otro lado, el 1% mencionaron que nunca se agotará el recurso hídrico.

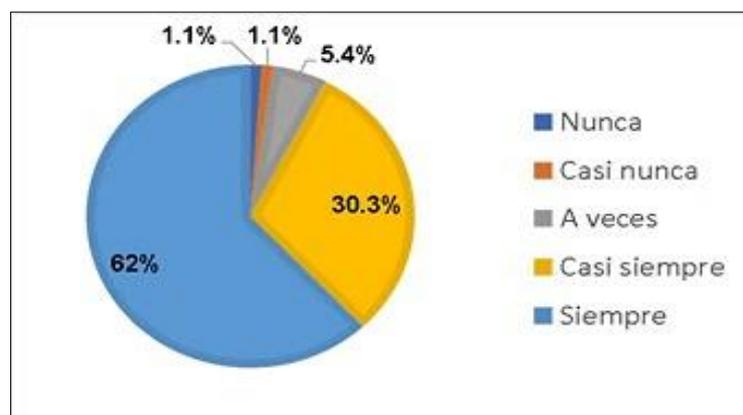


Gráfico 27. Análisis sobre el agotamiento del agua

Pregunta 6: ¿Considera que el volumen de agua que llega a su domicilio es suficiente para satisfacer sus necesidades?

En la Tabla 52 se da a conocer la cantidad de pobladores y el porcentaje que consideran que el volumen de agua que llega al domicilio es o no es suficiente.

Tabla 52. Resultado sobre el consumo de agua domiciliar

ESCALA	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
CASI NUNCA	8	2.3
A VECES	146	41.7
CASI SIEMPRE	128	36.6
SIEMPRE	68	19.4
Total	350	100.0

En el Gráfico 28 se identificó que el 19.4% de la población consideraron que el volumen de agua que llega a sus domicilios es suficiente para satisfacer sus necesidades, el 36.6% indicaron que casi siempre llega un volumen aceptable, el 41.7% mencionaron que a veces llega el agua siendo mayor este problema en época de sequía durante junio, julio y agosto; mientras que el 2.3% consideraron que casi nunca llega el agua a sus domicilios.

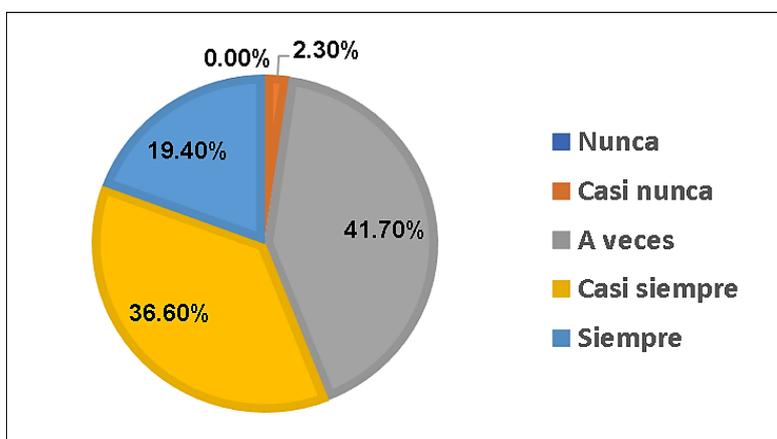


Gráfico 28. Análisis sobre el consumo de agua domiciliar

Pregunta 7: ¿Considera usted que en su día cotidiano emplea el agua para lo necesario?

En la Tabla 53 se da a conocer la cantidad de pobladores que usan el agua para lo necesario y su porcentaje por cada escala.

Tabla 53. Resultado sobre el uso necesario del agua

ESCALA	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
CASI NUNCA	2	0.6
A VECES	87	24.9
CASI SIEMPRE	177	50.6
SIEMPRE	84	24.0
Total	350	100.0

Se visualizó en el Gráfico 29 que el 24% de la población consideraron que siempre se usa el agua para lo necesario, por otro lado, el 50.6% mencionaron que casi siempre utilizan el recurso hídrico para lo esencial y el 0.6% indicaron casi nunca ya que consideraron que el agua nunca se agotará y pueden utilizar cuando lo necesiten. Según los encuestados indicaron que usan el agua para lo necesario, especialmente en la época de sequía (junio y julio).

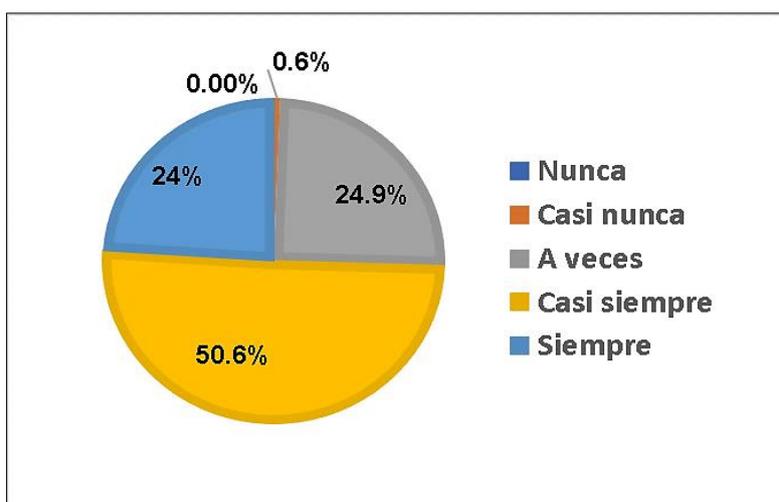


Gráfico 29. Análisis sobre el uso necesario del agua

Pregunta 8: ¿La comunidad de Carhuamayo tiene problemas con el abastecimiento del agua?

En la Tabla 54 se da a conocer la cantidad de pobladores que consideraron que hay problemas con el abastecimiento del agua y su porcentaje por cada escala.

Tabla 54. Resultado sobre el abastecimiento de agua

ESCALA	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
NUNCA	34	9.7
CASI NUNCA	20	5.7
A VECES	59	16.9
CASI SIEMPRE	145	41.4
SIEMPRE	92	26.3
Total	350	100.0

En el Gráfico 30 se visualizó que el 26.3% de los encuestados mencionaron que siempre hay problemas con el abastecimiento del agua es decir llega poca presión de agua a los domicilios, el 41.4% indicaron que casi siempre existe conflictos con el abastecimiento del recurso hídrico, debido que durante el día se presentan cortes de agua, mientras que 9.7% indicaron que nunca hubo problemas con el abastecimiento del agua.

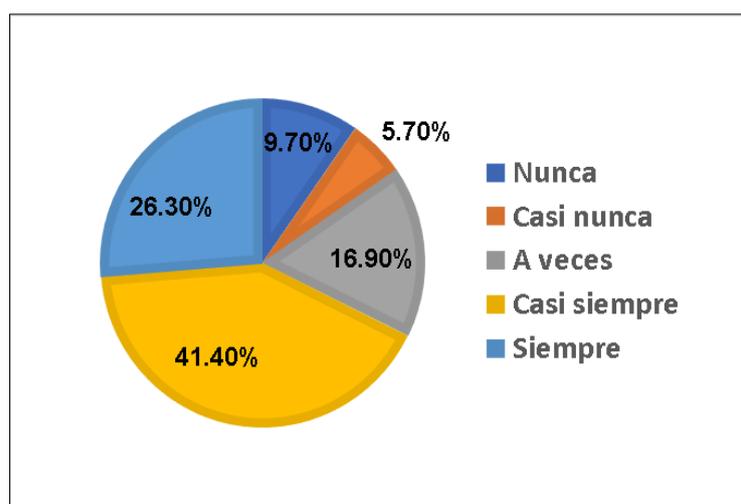


Gráfico 30. Análisis sobre el abastecimiento de agua

Pregunta 9: ¿Cree usted que el agua es necesario para que exista vida?

En la Tabla 55 se da a conocer la cantidad de pobladores y el porcentaje que consideran que el agua es necesario para que exista vida.

Tabla 55. Resultado sobre la necesidad del agua para la vida

ESCALA	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
A VECES	4	1.1
CASI SIEMPRE	42	12.0
SIEMPRE	304	86.9
Total	350	100.0

En el Gráfico 31 se visualiza que el 86.90% de los encuestados mencionaron que el agua es necesario e importante para que exista vida, el 12% indicaron que casi siempre es necesario, mientras que 1.1% señalaron que el agua no es necesario para la vida.

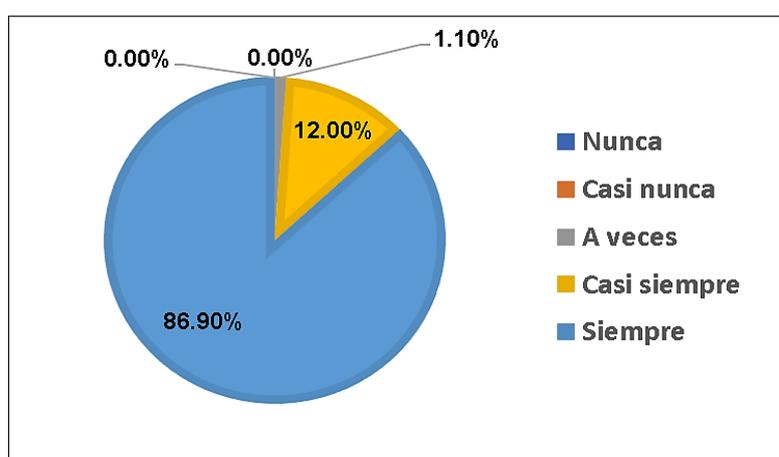


Gráfico 31. Análisis sobre la necesidad del agua para la vida

Pregunta 10: ¿Utiliza el agua para actividades agrícolas?

En la Tabla 56 se da a conocer la cantidad de pobladores que utilizan el agua para las actividades agrícolas y su porcentaje por cada escala

Tabla 56. Resultado sobre el uso del agua en la agricultura

ESCALA	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
NUNCA	266	76.0
CASI NUNCA	11	3.1
A VECES	41	11.7
CASI SIEMPRE	14	4.0
SIEMPRE	18	5.1
Total	350	100.0

Según el Gráfico 32 el 5.1% utilizan el agua para la siembra de la papa y maca que son regadas por las lluvias (agricultura de secano), y para la siembra de pastos en algunas ocasiones hacen uso adicional del agua transportada en cilindros, por otro lado, el 76.0% indicaron que nunca usaron el agua para la agricultura, dado que la mayoría solo se dedican al comercio.

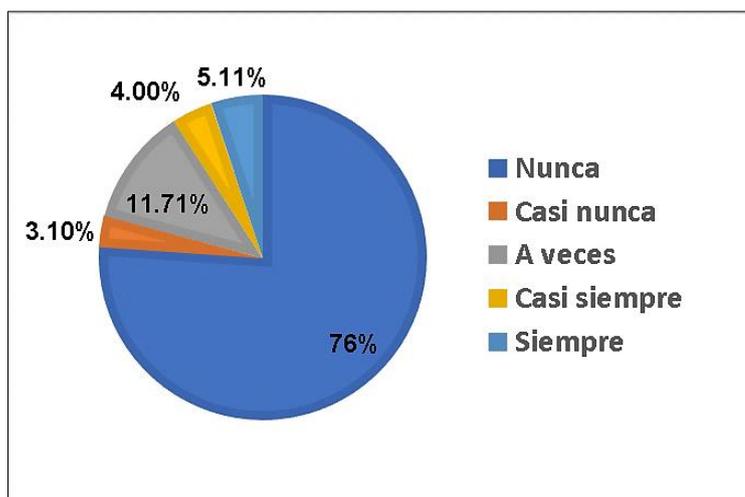


Gráfico 32. Análisis sobre el uso del agua en la agricultura

Pregunta 11: ¿Utiliza el agua para actividades ganaderas?

En la Tabla 57 se da a conocer la cantidad de pobladores que utilizan el agua para las actividades ganaderas y el porcentaje de cada escala.

Tabla 57. Resultado sobre el uso del agua en la ganadería

ESCALA	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
NUNCA	277	79.1
CASI NUNCA	11	3.1
A VECES	36	10.3
CASI SIEMPRE	6	1.7
SIEMPRE	20	5.7
Total	350	100.0

Con respecto al Gráfico 33 el 5.7% de los 350 encuestados fueron ganaderos que siempre emplean el recurso hídrico de canales de agua, oconales o de la laguna para la crianza de sus ganados (vacuno, ovino y camélidos sudamericanos), por otro lado, el 79.1% no se dedicaron a la ganadería.

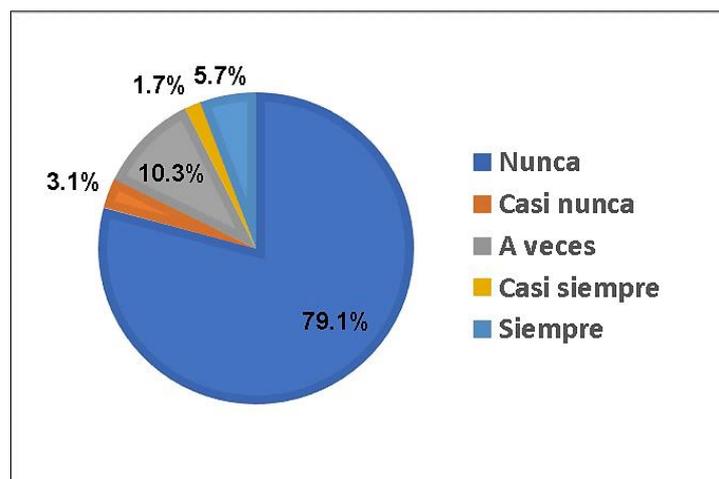


Gráfico 33. Análisis sobre el uso del agua en la ganadería

Pregunta 12: ¿Reutilizas el agua para otras actividades?

En la Tabla 58 se da a conocer la cantidad de pobladores y el porcentaje que reutilizan el agua para otras actividades.

Tabla 58. Resultado sobre la reutilización del agua

ESCALA	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
NUNCA	163	46.6
CASI NUNCA	19	5.4
A VECES	60	17.1
CASI SIEMPRE	47	13.4
SIEMPRE	61	17.4
Total	350	100.0

En el Gráfico 34 se identificó que el 17.4% de la población siempre reutilizan el agua de las lluvias para la limpieza del hogar y el riego de las áreas verdes, mientras que el 17.1% indicaron que a veces reutilizan el recurso hídrico y el 46.6% mencionaron que nunca han reutilizado el agua, esto quiere decir que la mayoría de los encuestados necesitan mayor concientización ambiental sobre la importancia de la reutilización del agua.

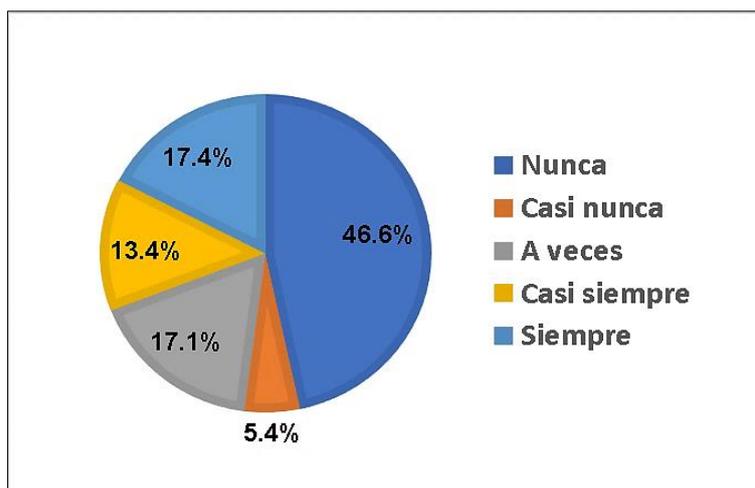


Gráfico 34. Análisis sobre la reutilización del agua

Pregunta 13: ¿Verificas el estado de las duchas, tuberías y grifos para evitar fugas de agua?

En la Tabla 59 se da a conocer la cantidad de pobladores que verifican el estado de las conexiones domiciliarias y el porcentaje de cada escala.

Tabla 59. Resultado sobre la verificación de las conexiones domiciliarias

ESCALA	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
NUNCA	11	3.1
CASI NUNCA	9	2.6
A VECES	32	9.1
CASI SIEMPRE	144	41.1
SIEMPRE	154	44.0
Total	350	100.0

En el Gráfico 35 se identificó que el 44% de los encuestados siempre verifican y tienen en buen estado de las duchas, tuberías y grifos para evitar fugas de agua, el 41.1% casi siempre lo revisan y el 3.1% mencionaron que nunca revisan el estado de las conexiones ya que si hay fugas no habrá problema porque el agua de la laguna no se agotará.

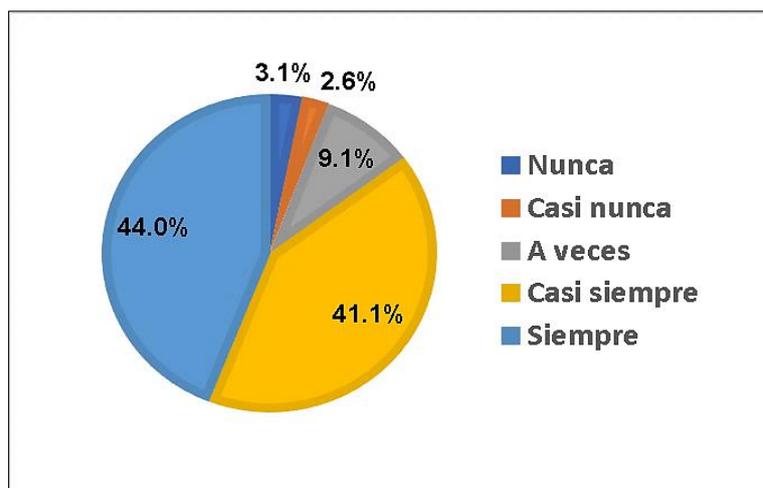


Gráfico 35. Análisis sobre la verificación de las conexiones domiciliarias

Pregunta 14: ¿Cierras el caño cuando te lavas las manos?

En la Tabla 60 se da a conocer la cantidad de pobladores que ahorran agua y el porcentaje respectivo.

Tabla 60. Resultado sobre el ahorro del agua

ESCALA	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
NUNCA	29	8.3
CASI NUNCA	9	2.6
A VECES	36	10.3
CASI SIEMPRE	133	38.0
SIEMPRE	143	40.9
Total	350	100.0

En el Gráfico 36 se evidenció que el 40.9% de los encuestados siempre cierran el caño durante y después del lavado de manos, el 38% mencionaron que casi siempre realizan esa acción y el 8.3% indicaron que nunca cierran el caño durante el lavado de las manos lo cual genera un mayor gasto de agua. En esta pregunta se deduce que el gran porcentaje de pobladores buscan el ahorro del agua mediante buenas prácticas.

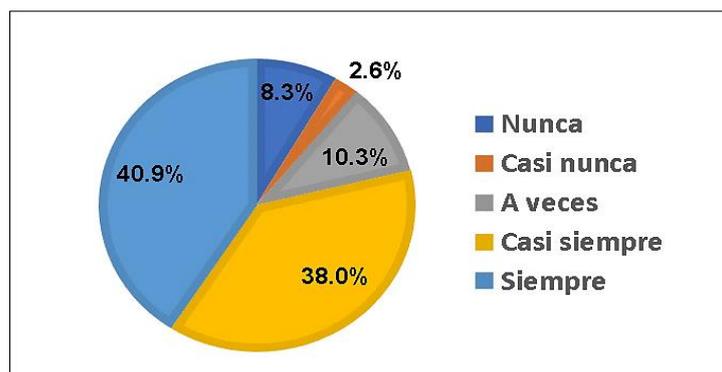


Gráfico 36. Análisis sobre el ahorro del agua

Pregunta 15: ¿Aprovechas el agua de las lluvias para otras actividades?

En la Tabla 61 se da a conocer la cantidad de pobladores y el porcentaje que reaprovechan el agua de las lluvias en sus actividades diarias.

Tabla 61. Resultado sobre el aprovechamiento del agua de lluvias

ESCALA	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
NUNCA	130	37.1
CASI NUNCA	26	7.4
A VECES	72	20.6
CASI SIEMPRE	74	21.1
SIEMPRE	48	13.7
TOTAL	350	100.0

Se visualizó en el Gráfico 37 que un 13.7% siempre reutilizan el agua de las lluvias para la limpieza y riego de sus áreas verdes, mientras que el 21.1% casi siempre reaprovechan el agua de las lluvias, el 20.6% a veces, el 7.4% casi nunca y el 37.1% mencionaron que nunca reutilizan el agua de las lluvias.

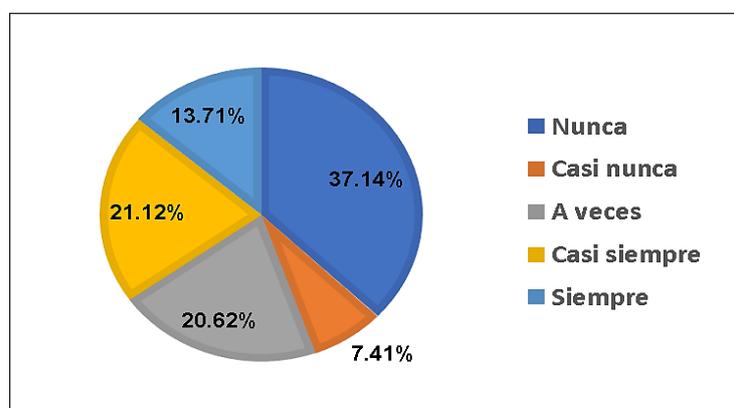


Gráfico 37. Análisis sobre el aprovechamiento del agua de lluvias

La Tabla 62 es el resumen de las 15 preguntas encuestadas a los pobladores de Carhuamayo según los enfoques de: conservación, valor, contaminación, necesidad y escasez del agua.

Tabla 62. Resultado de la encuesta según enfoques

ÍTEMS	PORCENTAJE (%)				
	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
Enfoque: Conservación del agua					
¿Te identificas con el cuidado de la laguna Yanacocha?	6.3	1.7	3.7	24.9	63.4
¿Considera fundamental la preservación de la laguna Yanacocha como fuente de abastecimiento?	0	0.3	2	22	75.7
¿Verificas el estado de las duchas, tuberías y grifos para evitar fugas de agua?	3.1	2.6	9.1	41.1	44
Enfoque: Valor del agua					
¿Participa en campañas para el cuidado del agua?	16	8.6	23.1	32.6	19.7
¿Considera que el agua se acabará pronto si no la cuidamos?	1.1	1.1	5.4	30.3	62
¿Cree usted que el agua es necesario para que exista vida?	0	0	1.1	12	86.9
¿Reutilizas el agua para otras actividades?	46.6	5.4	17.1	13.4	17.4
¿Cierras el caño cuando te lavas las manos?	8.3	2.6	10.3	38	40.9
Enfoque: Contaminación del agua					
¿Usted vota residuos sólidos y/o líquidos en los cuerpos de agua?	87.1	4.3	4.3	2.9	1.4
Enfoque: Necesidad del agua					
¿Considera que el volumen de agua que llega a su domicilio es suficiente para satisfacer sus necesidades?	0	2.3	41.7	36.6	19.4
¿Utiliza el agua para actividades agrícolas?	76	3.1	11.7	4	5.1
¿Utiliza el agua para actividades ganaderas?	79.1	3.1	10.3	1.7	5.7
¿Aprovechas el agua de las lluvias para otras actividades?	37.1	7.4	20.6	21.1	13.7
Enfoque: Escasez del agua					
¿Considera usted que en su día cotidiano emplea el agua para lo necesario?	0	0.6	24.9	50.6	24
¿La comunidad de Carhuamayo tiene problemas con el abastecimiento del agua?	9.7	5.7	16.9	41.4	26.3

Del resultado general de la encuesta según el enfoque de conservación del agua, se evidenció que la población mostró interés en preservar la laguna Yanacocha, ya que es la única fuente de suministro de agua del distrito, además esta laguna tiene un significado cultural y espiritual para los pobladores de Carhuamayo siendo la laguna considerada como la “Yacumama” o “Madre agua”; mientras que, el enfoque sobre el valor del agua reflejó que los pobladores tienen conocimiento de la importancia del recurso hídrico que es fundamental para la vida, mediante actitudes, costumbres, prácticas y enseñanzas que son impartidas desde el hogar, con el fin de cuidar el agua para no agotarla. Por otro lado, para el enfoque sobre la contaminación del agua, el 87.1% de los encuestados indicaron que nunca disponen sus residuos sólidos en las masas de agua menos en la laguna Yanacocha por ser la única fuente de agua para el consumo del distrito, por ello disponen los residuos sólidos según los horarios establecidos (2 veces por semana) para el recojo mediante el camión recolector municipal.

Por otro parte, respecto al enfoque sobre la necesidad del recurso hídrico el 41.7% de los encuestados mencionaron que el volumen del agua en época de verano es suficiente, sin embargo, en la época de invierno (estiaje) es insuficiente, ya que el volumen del agua de la laguna disminuye por la ausencia de las lluvias, por ello el agua se racionaliza mediante el corte diario a partir de las 4 p.m., además el 5.1% y 5.7% representaron la población agrícola y ganadera respectivamente indicando que siempre emplean el agua de las lluvias y de la laguna para sus actividades, mientras que el 76% y 79.1% no se dedican a la agricultura ni a la ganadería respectivamente, sino al comercio empleando el agua para el uso doméstico. Finalmente, para el enfoque sobre la escasez del agua, la comunidad indicó que durante el día se emplea lo necesario para cocinar los alimentos y se lava la ropa por lo general una vez a la semana, mientras que el 41.4%, mencionó tener problemas con el abastecimiento del agua durante la época de estiaje (junio, julio y agosto).

Ante este análisis resultó que el nivel de cultura respecto al agua de los encuestados es de nivel medio a alto (232 personas), por ende, es posible fortalecer la cultura del agua por medio de la sensibilización y la educación ambiental que permiten la comprensión y el valor socioambiental del agua.

4.18 Análisis inferencial de datos

- **Prueba de normalidad**

La prueba corresponde a los dieciocho escenarios de la sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha para el año 2030 para abastecer a los pobladores del distrito de Carhuamayo donde:

Si Pvalue (sig) > $\alpha = 0.05$, los valores pertenecen a una distribución normal

Si Pvalue (sig) < $\alpha = 0.05$, los valores no pertenecen a una distribución normal

Tabla 63. Prueba de normalidad

Sostenibilidad Hídrica	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	0.111	18	0,200*	0.956	18	0.522

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS (2020)

De acuerdo la Tabla 63 la prueba seleccionada fue la de Shapiro-Wilk, debido a que se trabajó con menos de 50 datos (tamaño de la muestra), además la significancia de las variables de la sostenibilidad hídrica fue 0.522 siendo mayor al nivel de significancia (sig) 0.05, indicando que los datos corresponden a una distribución normal.

- **Hipótesis específica 1**

Debido a que la muestra pertenece a una distribución normal, se empleó las pruebas paramétricas, donde se aplicó el estadístico de correlación de Pearson puesto que se desea determinar el grado de correlación entre la sostenibilidad hídrica de la laguna con la precipitación y la temperatura, cabe resaltar que estos parámetros meteorológicos están dentro del análisis del balance hidrológico, por ende, se realizó la correlación con este indicador.

H1: Existe sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 con relación al comportamiento de la precipitación y temperatura, para el abastecimiento de la población de Carhuamayo.

Ho: No existe sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 con relación al comportamiento de la precipitación y temperatura, para el abastecimiento de la población de Carhuamayo.

Tabla 64. Prueba de correlación entre la sostenibilidad y el balance hídrico

		Correlaciones	
		Sostenibilidad Hídrica	Balance Hídrico
Sostenibilidad Hídrica	Correlación de Pearson	1	,505*
	Sig. (bilateral)		0.032
	N	18	18
Balance Hídrico	Correlación de Pearson	,505*	1
	Sig. (bilateral)	0.032	
	N	18	18

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Fuente: SPSS (2020)

En la Tabla 64 se observó que la significancia estadística de la prueba de Pearson para la variable de sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha con el balance hídrico dio como resultado 0.032, siendo menor que el nivel α de 0.05, por ende, se acepta la hipótesis de investigación que indica que existe relación entre la sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 y el comportamiento de la precipitación y temperatura. Además, el índice Rho de Spearman para el balance hídrico resulto 0.505 teniendo una moderada correlación (0.40-0.60) con la sostenibilidad hídrica, por lo tanto, es necesario conocer el balance hídrico que indicada el equilibrio de este recurso natural, que ingresa mediante la precipitación y sale por evapotranspiración de la microcuenca siendo indicador de la sostenibilidad futura del agua.

- **Hipótesis específica 2**

Para poder contrastar la segunda hipótesis se utilizó el estadístico de correlación de Pearson, puesto que se desea determinar la existencia de correlación entre la sostenibilidad hídrica de la laguna con la disponibilidad del recurso hídrico, esta última variable fue representado por el indicador oferta hídrica para responder a las siguientes hipótesis:

H1: Existe sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 con relación a la disponibilidad del recurso hídrico, para el abastecimiento de la población de Carhuamayo.

Ho: No existe sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 con relación a la disponibilidad del recurso hídrico, para el abastecimiento de la población de Carhuamayo.

Tabla 65. Prueba de correlación entre la sostenibilidad y la oferta hídrica

Correlaciones			
		Sostenibilidad Hídrica	Oferta Hídrica
Sostenibilidad Hídrica	Correlación de Pearson	1	,505*
	Sig. (bilateral)		0.032
	N	18	18
Oferta Hídrica	Correlación de Pearson	,505*	1
	Sig. (bilateral)	0.032	
	N	18	18

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Fuente: SPSS (2020)

Según los resultados de la Tabla 65 la significancia estadística de la prueba de Pearson para las variables de sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha con la oferta hídrica resultó 0.032 siendo menor que el nivel α de 0.05, por lo cual se acepta la hipótesis de investigación indicando que existe sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha con relación a la disponibilidad del agua para el abastecimiento de la comunidad de Carhuamayo. Por otro lado, el índice Rho de Spearman para la oferta hídrica resultó 0.505 existiendo una correlación moderada con la sostenibilidad hídrica, sin embargo, en la realidad existe una relación muy marcada entre ambas, ya que la permanencia de la laguna en el tiempo permitirá el equilibrio ecológico y el abastecimiento de agua a los pobladores de Carhuamayo en el presente y futuro.

- **Hipótesis específica 3**

En la contrastación de la tercera hipótesis, se aplicó el estadístico de correlación de Pearson, para comprobar la existencia de correlación entre la sostenibilidad hídrica de la laguna con la caracterización de la población, cabe mencionar que esta dimensión será representada por los indicadores de demanda hídrica de los pobladores de Carhuamayo y el nivel de cultura de agua que poseen, como se representa en las Tablas 66 y 67 respectivamente.

H1: Existe sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 con relación a la caracterización de la población, para el abastecimiento de la población de Carhuamayo.

Ho: No existe sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 con relación a la caracterización de la población, para el abastecimiento de la población de Carhuamayo.

Tabla 66. *Prueba de correlación entre la sostenibilidad y la demanda hídrica*

		Correlaciones	
		Sostenibilidad Hídrica	Demanda Hídrica
Sostenibilidad Hídrica	Correlación de Pearson	1	-,863**
	Sig. (bilateral)		0.000
	N	18	18
Demanda Hídrica	Correlación de Pearson	-,863**	1
	Sig. (bilateral)	0.000	
	N	18	18

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: SPSS (2020)

En la Tabla 66 el nivel de significancia resultó 0.000 siendo menor que la significancia de 0.05, mientras que el índice Rho de Spearman para la demanda hídrica resultó -0.863 siendo una correlación negativa perfecta que se acerca a 1, es decir que a menor demanda hídrica poblacional mayor será la sostenibilidad del agua de la laguna Yanacocha.

Tabla 67. Prueba de correlación entre la sostenibilidad hídrica y el nivel de cultura del agua

Correlaciones			
		Sostenibilidad Hídrica	Nivel de cultura del agua
Sostenibilidad Hídrica	Correlación de Pearson	1	-,580*
	Sig. (bilateral)		0.012
	N	18	18
Nivel de cultura del agua	Correlación de Pearson	-,580*	1
	Sig. (bilateral)	0.012	
	N	18	18

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Fuente: SPSS (2020)

La Tabla 67 mostró un nivel de significancia de 0.012 menor a 0.05, mientras que el índice Rho de Spearman para el nivel de cultura del agua resultó -0.580 siendo una correlación negativa fuerte moderada, que indica que a menor nivel de cultura de agua mayor será la sostenibilidad hídrica, sin embargo, en la realidad existe una fuerte relación entre ambas ya que la actividad antrópica influye en gran magnitud en la conservación, contaminación, valor, uso y escasez del recurso hídrico. Ante lo explicado, el indicador de demanda hídrica y el nivel de cultura de agua mostraron una significancia menor a 0.05, de modo que se admite la hipótesis de investigación, donde se indica que existe sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 con relación a la caracterización de la población, para el abastecimiento de la población de Carhuamayo.

- **Prueba de hipótesis general**

La contrastación de esta hipótesis se basó en la prueba de correlación de Pearson, con la finalidad de verificar si existe correlación entre la sostenibilidad hídrica con el abastecimiento para la población de Carhuamayo, este último fue representado por la oferta y demanda hídrica.

H1: Existe sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 con relación al abastecimiento de la población de Carhuamayo.

Ho: No existe sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 con relación al abastecimiento de la población de Carhuamayo.

Tabla 68. *Prueba de correlación entre la sostenibilidad hídrica con la oferta y demanda hídrica*

		Correlaciones		
		Sostenibilidad Hídrica	Oferta Hídrica	Demanda Hídrica
Sostenibilidad Hídrica	Correlación de Pearson	1	,505*	-,863**
	Sig. (bilateral)		0.032	0.000
	N	18	18	18
Oferta Hídrica	Correlación de Pearson	,505*	1	0.000
	Sig. (bilateral)	0.032		1.000
	N	18	18	18
Demanda Hídrica	Correlación de Pearson	-,863**	0.000	1
	Sig. (bilateral)	0.000	1.000	
	N	18	18	18

* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: SPSS (2020)

La Tabla 68 muestra los valores de la significancia para las variables de sostenibilidad hídrica y los indicadores de oferta y demanda hídrica que resultaron menor a 0.05, por ende, se acepta la hipótesis de investigación (H1) que indica que existe sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 con relación al abastecimiento de la población de Carhuamayo. Asimismo, el índice Rho de Spearman resultó positivo para la oferta hídrica y negativo para la demanda hídrica, esto quiere decir que la sostenibilidad de la laguna Yanacocha al 2030 se dará si existe menos demanda hídrica (un uso racional del agua) y una mayor disponibilidad del recurso agua de la laguna (oferta hídrica).

V. DISCUSIÓN

En relación con la cobertura vegetal de la microcuenca Yanacocha, del análisis de 1989 al 1999 se mostró una disminución de 6% y en las dos décadas siguientes (1999-2019) disminuyó en 24%, incrementándose la superficie del suelo debido al aumento de la actividad agropecuaria intensiva, el avance urbanístico en la microcuenca, la falta de manejo del suelo y los posibles efectos del cambio climático, que han venido alterando el equilibrio ecológico afectando el hábitat de animales silvestres como la vicuña; el estudio coincidió con PEÑA (2019) respecto al análisis multitemporal en la subcuenca del río Mucujún (Venezuela), del 2004 al 2015 se incrementó el área de los centros poblados en 6.53% siendo desplazado la cobertura de pastizales que decreció de 333.3 Ha (2004) a 129.9 Ha (2015), esta disminución y el cambio de uso del suelo modifican el ciclo hidrológico y alteran la calidad del agua, asociados estos impactos a la falta de control, vigilancia y el no cumplimiento del plan operativo de la cuenca; además cualitativamente LIN, et al., (2020) evaluó la degradación de la cobertura vegetal en el entorno del lago Erhai (China), debido a la continua expansión poblacional para realizar actividades agrícolas y el uso intensivo de fertilizantes (fosforo y nitrógeno), lo cual ocasionó la disminución de la calidad del recurso suelo y agua; mientras que el aumento de las construcciones de infraestructuras y carreteras ocasionaron la deforestación que conllevó a la desaparición o disminución de la biodiversidad y la erosión del suelo.

Desde otro enfoque PÉREZ, et al. (2018) evaluó los impactos ambientales de la deforestación antrópica que ocasionan la fragmentación del ecosistema, la erosión del suelo, el desplazamiento de la vegetación nativa, la pérdida de la biodiversidad debido a la degradación de los hábitats, el lavado del suelo por la precipitación y el arrastre de partículas sólidas (sedimentos) en dirección a los cuerpos de agua. En comparación con los autores, la pérdida de la cobertura verde (pastizales) en la microcuenca Yanacocha fue ocasionada por el sobrepastoreo de la ganadería intensiva que compacta el suelo (pérdida de oxígeno) dificultando el crecimiento de la vegetación; la expansión urbana a favor de la estructura construida que impide la infiltración o absorción de las precipitaciones que recargan las masas de agua alterando el ciclo hidrológico; el incremento de la temperatura debido a la disminución de la capa vegetal que retiene la humedad (ciclo hídrico); la disminución de la precipitación y la temperatura mínima ocasionan la pérdida de

la cobertura verde que debido a la acción de los vientos y las lluvias erosionan el suelo; siendo importante la recuperación de la cobertura vegetal con el fin de regular el ciclo hídrico y la oferta de los servicios ecosistémicos, además de evitar la erosión del suelo y el desequilibrio ecológico.

El análisis de calidad del agua de la laguna Yanacocha (cuenca alta del río Mantaro) muestreadas en los meses de febrero y marzo (altas precipitaciones) se obtuvieron los valores promedios de 8.23 de pH , 6.50 mg/L de OD, 3.20 NMP/100mL de coliformes termotolerantes y 2.58 mg/L de DBO₅, estos parámetros no superaron el ECA-Agua respecto a la categoría 1 (subcategoría A1) y 4 (subcategoría E1), mientras que HEREDIA (2017) sobre la calidad del agua analizada en la cuenca baja del río Zaña en Lambayeque resultó 7.53 de pH, 8.61 mg/L de OD, 11 x 10² NMP/100mL de coliformes termotolerantes y 2 mg/L de DBO₅ que no superaron la categoría 3 del ECA-Agua. Tras la comparación con HEREDIA (2017), la laguna Yanacocha como fuente principal de agua para el abastecimiento del distrito de Carhuamayo resultó ser apta para el consumo poblacional, además por ubicarse en la cabecera de cuenca a 8 kilómetros del distrito, el impacto de la contaminación antrópica es menor, por ende se debe preservar este ambiente acuático para su sostenibilidad futura; mientras que, en la cuenca baja del río Zaña debido a la alta demanda de este recurso para uso agrícola y la contaminación por el uso de plaguicidas de etiqueta roja y agroquímicos en los cultivos, conllevó a la degradación de la calidad del agua por infiltración limitando la disponibilidad de este recurso para el consumo poblacional, siendo apta para uso de riego y consumo de animales.

Por otro lado, JELINSKI, et al. (2019) analizaron la calidad del agua de la laguna artificial de Rancho en Argentina (zona urbana) respecto a los parámetros de pH, coliformes fecales, DBO₅, fósforo total, nitratos, la temperatura, turbidez, OD y sólidos disueltos totales donde el Índice de Calidad del Agua (ICA) resultó 56.32 siendo clasificado como agua regular para fines recreativos y turísticos mas no para consumo humano, además la presencia de *Pistia stratiotes* (repollito de agua) como mal menor en la superficie previnieron la floración de algas que generan mayor eutrofización degradando la calidad del agua. En comparación con el autor respecto a la vegetación macrófita, la poca presencia de totora en la laguna Yanacocha no

afectó la calidad del agua ya que no superaron el ECA-Agua (categoría 1 y 4), mientras que la laguna el Rancho debido a la presencia abundante de repollito de agua no fue apta para consumo humano, sin embargo, el exceso de esta macrófita podría conllevar a una mayor eutrofización y menor calidad del agua.

La calidad del suelo del entorno de la laguna Yanacocha, muestreadas en febrero y marzo (periodo de lluvias) se obtuvieron los valores promedios de 7.71 de pH (ligeramente básico), con 10.36% de materia orgánica (rico en M.O) y 215.73 uS/cm de conductividad eléctrica (no salino), resultando con características de un suelo no contaminado, en concordancia con PEÑA (2019) es su estudio cualitativo sobre el análisis del suelo de los alrededores del río Mucujún (Venezuela), indicó que los problemas de contaminación del suelo producto de la actividad agrícola por la aplicación de fertilizantes, está asociada a la pérdida de la calidad del agua por infiltración, de igual manera PÉREZ, et al. (2018) consideraron que el suelo es un elemento básico del medio natural, por ser el componente más vulnerable y sensible a la contaminación siendo un amortiguador natural del transporte de los contaminantes hacia las aguas subterráneas. Por lo mencionado anteriormente, los análisis de calidad del agua y suelo de la laguna Yanacocha y su entorno respectivamente resultaron no estar contaminadas evidenciándose una relación entre los dos recursos, ya que el agua se encuentra dentro de las categorías 1 y 4 del ECA-Agua, además el suelo posee alto contenido de materia orgánica que permite la captura y mayor almacenamiento del agua en la laguna, así también actúa como un filtro que evita el paso de los contaminantes a las aguas freáticas.

Para la climatología de la microcuenca Yanacocha (zona norte de la cuenca del Mantaro) se empleó la técnica de regionalización basada en 5 estaciones meteorológicas para predecir valores promedios decadales de 1970 al 2019, obteniéndose que la precipitación decadal osciló de 1200.45 mm a 1888.28 mm, la temperatura máxima entre 9.60°C a 10.10°C, la temperatura mínima entre 0.04°C a -0.32°C y la temperatura promedio de 4.81°C a 4.93°C, asimismo el CONAM (2006) en su estudio sobre la caracterización climática de la cuenca del río Mantaro basado en datos históricos (1960-2002), trabajó los valores de precipitación y temperatura en base a 87 y 27 estaciones meteorológicas respectivamente, mediante la técnica de regionalización generando los valores promedios

multianuales faltantes, resultando para la parte norte de la cuenca una precipitación histórica promedio de 1000 mm/año, la temperatura mínima osciló entre -2°C a -4°C , la temperatura máxima fue de 12°C y la temperatura media alrededor de 4°C . Por ende, los resultados obtenidos mediante esta técnica para la microcuenca Yanacocha coincidieron con los datos meteorológicos del CONAM, debido a que la precipitación, la temperatura máxima, mínima y media de la microcuenca forman parte de la climatología de la cuenca alta del río Mantaro.

Respecto al promedio decadal proyectado al 2030 a partir de 50 años de análisis (1970-2019) para la microcuenca Yanacocha se estimó que la precipitación promedio será de 1232.26 mm disminuyendo en 10% al promedio de la década 2010-2019, además se prevé para el 2030 la temperatura máxima en 10.05°C , la mínima disminuirá en 0.1°C resultado -0.23°C y la media incrementará en $+0.3^{\circ}\text{C}$ siendo 5.13°C respecto a la década anterior; por lo tanto, del análisis del periodo 1970 al 2030 se prevé la tendencia decreciente de la precipitación, mientras que las temperaturas promedio y la máxima mantienen una tendencia creciente no mayor 1°C y la mínima una tendencia decreciente menor a 1°C . Los resultados de la investigación coincidieron con las proyecciones meteorológicas de la cuenca del río Mantaro al 2100 en base a 30 años de análisis (1971 al 2000) reportados por el SENAMHI (2011), resultando para la proyección del 2090-2100 en la zona norte de la cuenca la tendencia creciente de la temperatura máxima en $+3^{\circ}\text{C}$, la mínima oscilará entre 1°C a 4.2°C y se prevé que la precipitación disminuirá en época de verano; mientras que la temperatura media para el 2050 se estima un incremento en $+1.3^{\circ}\text{C}$ en verano.

A su vez el MINAM (2012) en el estudio del cambio climático de la misma cuenca proyectado al 2030 en base a 30 años de análisis (1971-2000), para la zona norte de la cuenca se prevé que la precipitación oscilará entre 0 a -15%, mientras que en la zona sur la temperatura máxima aumentará en $+0.1^{\circ}\text{C}/\text{década}$ y la mínima en $+0.4^{\circ}\text{C}/\text{década}$ a excepción de algunas localidades del norte de la cuenca que presentarán tendencias negativas debido al incremento acentuado de las heladas, cabe mencionar que la temperatura mínima será menor en invierno y mayor en primavera y otoño. Por consiguiente, el análisis de seis décadas (1970 al 2030) para la microcuenca Yanacocha coincidieron con las proyecciones meteorológicas

de la cuenca del Mantaro elaborados por el SENAMHI (2011) y el MINAM (2012), evidenciándose que la microcuenca no está exenta de los efectos del cambio climático que conllevan al incremento de la temperatura máxima y media, la disminución de la temperatura mínima siendo más frías en verano con fuertes heladas que podrían afectar a la ganadería y a la salud de las personas, además la disminución de la precipitación a nivel decadal influirá en la crisis hídrica futura, siendo evidente que los cambios de temperatura y precipitación se irán exacerbando en frecuencia y magnitud pudiendo ocasionar la insostenibilidad de la microcuenca.

Referente a la oferta hídrica promedio decadal (2020-2030) de la laguna Yanacocha (4341 m.s.n.m.), determinado a través de escenarios de balance hídrico y el área de la laguna, resultaron escenarios: optimista de 1,278,655.83 m³, estabilización de 1,162,414.39 m³ y pesimista de 1,046,172.95 m³, donde se prevé que habrá disponibilidad hídrica al 2030; de igual manera en el análisis cualitativo del ANA (2010) indicó que la subcuenca del río Yauli a 4574 m.s.n.m. (cuenca del Mantaro) contaba con disponibilidad del agua siendo el indicador el balance hídrico, destinado su uso con fines energéticos para las industrias mineras de la zona; mientras que en la subcuenca del río Shullcas (4241 m.s.n.m.) existió un mayor balance hídrico de enero a abril (altas precipitaciones), habiendo suficiente disponibilidad de agua que pueden regular el déficit de los meses de junio a octubre empleadas para uso agrícola y poblacional. Por otro lado, respecto a la disponibilidad hídrica al 2030 para la cuenca del Mantaro APAÉSTEGUI, et al. (2017) en el estudio de perspectivas y situación del agua en Perú, prevén que las zonas más vulnerables de la cuenca se ubican en la parte norte y adyacente a la subcuenca del río Shullcas por encima de los 4000 m.s.n.m., donde se estimó la reducción de la precipitación y el aumento de temperatura.

En contraste con ambas investigaciones se determinó que las subcuencas del río Yauli y Shullcas presentaron disponibilidad hídrica en el 2010, pero este recurso fue limitado para usos específicos debido a la cantidad y calidad del agua disponible, sin embargo al 2030 en la subcuenca del río Shullcas y la zona norte de la cuenca se prevé que el cambio climático afectará la disponibilidad del agua limitando su aprovechamiento para el uso doméstico, agrícola y ganadera; mientras

que los escenarios de disponibilidad hídrica proyectados para la microcuenca resultaron positivos y favorables al 2030, empero si no se mantiene la calidad del agua sin contaminación como resultó en la presente investigación, el uso del agua de la laguna no será apta para el consumo poblacional, esto se debe a que la disponibilidad del agua es vulnerable frente a las actividades antrópicas y al cambio climático, siendo fundamental esta disponibilidad para la regulación de los ecosistemas naturales y del clima, así como para el abastecimiento de la población.

La estimación de la demanda hídrica promedio decadal de la laguna Yanacocha (4341 m.s.n.m.) al 2030 fue determinado a través de escenarios de población y dotación del agua, mostrándose la tendencia decreciente de la población de Carhuamayo siendo un posible factor la constante migración del campo (zona rural) a la ciudad (zona urbana); resultando escenarios optimistas de 486,955.26 - 135,265.35 m³/hab/año, los valores promedios de 442,686.6 - 122,968.5 m³/hab/año y los valores pesimistas de 398,417.94 - 110,671.65 m³/hab/año, por lo tanto, debido a la posible disminución poblacional se utilizará menos agua de la laguna; en concordancia con el ANA (2010) en la subcuenca del río Shullcas (4241 m.s.n.m.), resultó un incremento de la población por las olas migratorias de forma drástica y rápida que ocasionaron conflictos económicos y sociales por la falta del recurso hídrico, asimismo tras la proyección al 2025 se prevé un requerimiento de 25.97 Hm³ para uso poblacional, por ende se demandará de más fuentes de agua para cubrir dicha necesidad futura.

Respecto a lo mencionado anteriormente APAÉSTEGUI, et al. (2017) mencionaron que la vertiente del Pacífico concentra el 65% de la demografía nacional, cuyo uso de agua equivale al 66.39% de la demanda nacional (23 521,5 Hm³), existiendo escases hídrica por la alta densidad poblacional, mientras que en la vertiente del Amazonas o Atlántico se mostró una menor densidad poblacional con una gran disponibilidad del agua. Mediante la comparación de la investigación con los autores se prevé que la laguna Yanacocha cubrirá la demanda hídrica poblacional al 2030, sin embargo, la falta de la cultura del agua, el ineficiente manejo del recurso hídrico y el crecimiento demográfico desmedido conllevarán a la disminución de la disponibilidad del agua de la laguna Yanacocha para satisfacer la demanda poblacional de Carhuamayo.

Para finalizar con relación al nivel de cultura de agua determinado mediante la encuesta, resultó que el 87.1% de los encuestados no contaminan los cuerpos de agua, el 75% consideraron fundamental la preservación de la laguna Yanacocha, el 86.9% creen que el agua es necesario para la vida, el 41.1% tienen conocimiento de los problemas de abastecimiento del agua y el 13.7% reaprovechan el agua de las lluvias, ante estas respuestas la población de Carhuamayo contó con un nivel medio a alto de cultura del agua, además se coincide con HEREDIA (2017) con respecto a la perspectiva poblacional sobre el valor del agua en la cuenca baja del río Zaña en Lambayaque, el 54.2% de los agricultores consideraron que el agua que reciben para riego es de buena calidad, el 58.3% coincidieron que el problema más resaltante en la cuenca fue la sequía, mientras que el 66.7% la mala distribución del agua y el 56.5% de la población consideraron que el agua está contaminada debido a la aplicación de agroquímicos de etiqueta amarilla – roja y las descargas de aguas residuales domésticas.

Por otro lado, PÉREZ, et al. (2018) tras la aplicación de encuestas en la comunidad Los Jazmines en Cuba resultó que el 100% de los encuestados reconocieron el vertimiento de desechos líquidos y sólidos en los cuerpos de aguas, además de ser conscientes de los impactos negativos que genera la aplicación de fertilizantes químicos que alteran la calidad del agua, suelo y la salud de los pobladores, así también, identificaron que el efecto más notorio del cambio climático son las sequías que conlleva a la pérdida de los cultivos. De los estudios de los autores mencionados, la población de Zaña y Los Jazmines fueron conscientes de la escasez, contaminación y necesidad del agua, mientras que la población de Carhuamayo resultó con una cultura del agua medio a alto, esto debido a que los pobladores son conscientes en el uso adecuado del agua y tienen respeto por la laguna Yanacocha y su entorno, siendo un pensamiento heredado de sus ancestros por ser su principal fuente de suministro no solo para fines domésticos y agropecuarios sino con fines de construcción de identidad, por lo cual es importante fortalecer la conciencia ciudadana referente a la problemática del cambio climático mediante la construcción de una cultura del agua que permitirá que el estado gestione de manera más eficiente y eficaz.

VI. CONCLUSIONES

1. Se prevé que habrá sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 con relación al comportamiento de la precipitación y la temperatura en la microcuenca del mismo nombre, siendo la precipitación promedio del periodo 2010 al 2019 de 1369.97 mm con proyección que disminuirá en 10% al 2030 con una cantidad de 1232.26 mm, respecto al análisis anterior se prevé que la temperatura mínima disminuirá en 0.1°C siendo -0.23°C, la temperatura media incrementará en +0.3°C estimándose en 5.13°C y la temperatura máxima se prevé alrededor de 10.05°C; además de las 6 décadas de estudio (1970 al 2030), la precipitación mostró una tendencia decreciente, creciente para las temperaturas máxima y promedio y decreciente para la temperatura mínima, siendo la variación de la temperatura no mayor a 1°C, esto como probable consecuencia del cambio climático que afecta al ciclo hidrológico y con ello la cantidad y calidad del agua de la laguna, empero la continua alteración de estos parámetros meteorológicos al transcurrir de los años perjudicará la sostenibilidad hídrica futura para el abastecimiento de la población de Carhuamayo.
2. La sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha está relacionada con la disponibilidad hídrica tras la estimación de la oferta hídrica promedio 2020-2030, que determina cuánta agua disponible queda en la laguna, estimándose los escenarios de oferta hídrica optimista, estabilización y pesimista con valores de 1,278,655.83 m³, 1,162,414.39 m³ y 1,046,172.95 m³ respectivamente, por lo que se prevé que habrá disponibilidad de agua en la laguna para cubrir las necesidades de los pobladores de Carhuamayo al 2030, además de garantizar la integridad ambiental, hidrológica y ecológica.
3. La sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 mostró estar influenciada por la caracterización de la comunidad de Carhuamayo, este último debido a la tendencia poblacional decreciente al año proyectado y un nivel medio a alto respecto a la cultura del agua de la población debido a las actitudes, prácticas y conocimientos ancestrales heredados sobre el valor del agua, sus diversos usos y la importancia de su conservación, disminuyendo el conflicto hídrico futuro por la disponibilidad en cantidad, calidad y acceso a este recurso vital.

4. Se prevé que existirá sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 para abastecer a la población de Carhuamayo, determinado mediante las estimaciones de escenarios de demanda y oferta hídrica de la década 2020-2030, siendo estimado 18 escenarios de sostenibilidad hídrica entre optimistas, de estabilización y pesimistas que resultaron ser favorables y positivos, esto se debe a la posible disminución de la población, la disponibilidad hídrica de la laguna y el nivel medio-alto de la cultura del agua, por lo cual es importante la conservación y la gestión sostenible del recurso hídrico, con el fin de evitar el agotamiento del agua dulce en el futuro.

VII. RECOMENDACIONES

- En el análisis climático del presente estudio solo se empleó las variables de temperatura y precipitación, sin embargo, debido a la falta de disponibilidad de datos como: la velocidad del viento, la humedad relativa, horas del sol, caudal y escurrimiento, no se tomaron en cuenta estas variables que hubieran contribuido a una mejor caracterización de las condiciones climáticas en la microcuenca.
- En la estimación de los escenarios de la sostenibilidad hídrica no se tomaron en cuenta algunos componentes ambientales como el índice de contaminación antrópica, gases de efecto invernadero, el cambio climático entre otros, recomendándose la estimación de nuevos escenarios de estos componentes.
- Para combatir el déficit del agua que sufre la sierra altoandina en los meses de estiaje, se recomienda utilizar los conocimientos ancestrales empleando la tecnología hidráulica milenaria mediante el sistema de cosecha de agua como por ejemplo: mini reservorios familiares, represas altoandinas, cochas, amunas y andenería a fin de aumentar la disponibilidad hídrica.
- Se recomienda realizar estudios de sostenibilidad hídrica con más décadas proyectadas de los parámetros meteorológicos de precipitación y temperatura; así también considerar los eventos extremos (sequías y heladas) que afecten la disponibilidad hídrica, como base para la planificación y gestión eficiente del agua.
- Para fortalecer la cultura respecto al agua en la población se recomienda la sensibilización masiva a través de medios de comunicación (radios y redes sociales) sobre las buenas prácticas y el valor del agua; además se recomienda la capacitación a los docentes sobre la cultura y la gestión del agua con el fin de incorporar estos temas en el programa curricular de la educación básica para forjar futuros ciudadanos con conocimiento, compromiso y conciencia ambiental respecto a la preservación del recurso hídrico.

REFERENCIAS

- AMENDAÑO, E. Propuesta de gestión del recurso hídrico de la vertiente La Merced para el desarrollo sostenible, provincia de Pichincha, cantón Mejía, parroquia. [en línea]. Ecuador. 2018. [Fecha de consulta: 16 de septiembre 2019]. Disponible en:
http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/15286/TESIS_AMENDAÑO_ERIKA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- ANA. El agua en cifras [en línea]. Perú. 2018. [Fecha de consulta: 16 de septiembre 2019]. Disponible en: <http://www.ana.gob.pe/contenido/el-agua-en-cifras>.
- ANA. Evaluación de Recursos Hídricos en la Cuenca del Mantaro. [en línea]. Perú. 2015. [Fecha de consulta: 16 de septiembre 2019]. Disponible en:
http://siar.regionjunin.gob.pe/sites/default/files/archivos/public/docs/evaluacion_mantaro-ed02.pdf
- ANA. Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales [en línea]. 2016. [Fecha de consulta: 9 de septiembre 2019]. Disponible en:
https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/protocolo_nacional_para_el_monitoreo_de_la_calidad_de_los_recursos_hidricos_superficiales.pdf
- ANA. Ley de Recursos Hídricos - Ley N° 29338, [en línea]. Perú. 2019. [Fecha de consulta: 10 de abril del 2020]. Disponible en:
<http://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/228/ANA0000044.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ANA. Priorización de cuencas para la gestión de los recursos hídricos. [en línea]. Perú. 2016. [Fecha de consulta: 17 de abril del 2020]. Disponible en:
https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/priorizacion_de_cuencas_para_la_gestion_de_los_recursos_hidricos_ana.pdf
- ANA. Evaluación de recursos hídricos superficiales en la cuenca del río Mantaro. [en línea]. Perú. 2010. [Fecha de consulta: 14 de abril del 2020]. Disponible en:

<http://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/1968/ANA0000838.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- ANDRADES, M., MOLINER, A. y MASAGUER, A. Métodos didácticos para análisis de suelos. [en línea]. España. 2015. [Fecha de consulta: 19 de abril del 2020]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=580696>
- APAÉSTEGUI, J., PEÑA, F., GRIMAC, M., TAMARIZ, A. y BERNEX, N. El Agua en el Perú: Situación y Perspectivas. [en línea]. Perú. 2017 [Fecha de consulta: 07 de junio del 2020]. Disponible en: <https://ciga.pucp.edu.pe/publicaciones/el-agua-en-el-peru-situacion-y-perspectivas/>
- ARÉVALO, H y AZARTE, J. Mapas Balance Hídrico superficial del Titicaca. [en línea]. Perú. 2011. [Fecha de consulta: 14 de mayo del 2020]. Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/docTec-2013-balance-hidr-supe-titicaca-2011.pdf>
- ARROJO, P. El reto ético de la nueva cultura del agua: funciones, valores y derechos en juego. [en línea]. Barcelona, España: Paidós Ibérica. 2015. [Fecha de consulta: 20 de septiembre 2019]. ISBN: 9788449318573: Disponible en: <https://www.marcialpons.es/libros/el-reto-etico-de-la-nueva-cultura-del-agua/9788449318573/>
- BISWAS, A.K. Water Availability and Use. Water Resources of North America [en línea], no. April 2018, pp. 163-174. DOI 10.1007/978-3-662-10868-0_19.2016 [Fecha de consulta 22 de noviembre 2019] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/324226678_Water_Availability_and_use/link/5ac66a4ba6fdcc8bfc7f74cd/download.
- CALDERÓN, H. Manual de Microsoft Excel. [en línea]. Perú, 2015. [Fecha de consulta: 6 de octubre del 2019]. Disponible en: https://www.autoreseditores.com/book_preview/pdf/000002432.pdf?1418200200
- CERRÓN, J., CASTILLO, J., BONNESOEUR, V., PERALVO, M. y MARHEZ, S. Relación entre árboles, cobertura y uso de la tierra y servicios hidrológicos en los

- Andes Tropicales. [en línea]. Perú. 2019 [Fecha de consulta: 17 de abril del 2020].
 Disponible en: http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/suelos/2014/suelo_cobertura.pdf
- DÍAZ, J.A. El agua en Cuba: un desafío a la sostenibilidad. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental* [en línea]. 2018. [Fecha de consulta: 28 de septiembre 2019]. ISSN 1680-0338. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Jose_Diaz-Duque.
 - DÍAZ, H. Guía para la Descripción del Área de Influencia. Descripción de los componentes suelo, flora y fauna de ecosistemas terrestres en el SEIA. [en línea]. 2015. [Fecha de consulta: 26 de septiembre 2019]. Disponible en: https://www.sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2016/02/08/guia_ecosistemas_terrestres.pdf
 - DIAZ, R. Estudio de caracterización climática de la precipitación pluvial y temperatura del aire para las cuencas de los ríos Coata e llave. [en línea]. Perú. 2013. [Fecha de consulta: 03 de abril del 2020]. Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-4.pdf>
 - DIAZ, D. y MEZA, G. Universidad Nacional Del Centro Del Perú «Sostenibilidad Del Servicio Del Agua Potable Y Saneamiento De La Comunidad De Union Minas, Distrito De Tambo La Mar-Ayacucho-2016. Para Optar El Título Profesional De Licenciado En Antropología. [en línea]. Perú. 2017. [Fecha de consulta: 23 de septiembre del 2019]. Disponible en: [http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4040/Diaz Tristán - Meza Huaman.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4040/Diaz%20Tristán%20-%20Meza%20Huaman.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
 - DIGESA. Parámetros Organolépticos. [en línea]. Perú. 2010. [Fecha de consulta: 28 de marzo del 2020]. Disponible en: http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf

- ELIAMRINGI, L. y KAZUMBA, S. Assessment of sustainability of rural water supply services in Tanzania: The case study of Dodoma region. [en línea]. Tanzania. 2017. [Fecha de consulta: 27 de abril del 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.2166/ws.2016.141>
- ESPINAL J, 2013. El Estado y la educación Ambiental Comunitaria en el Perú. [en línea], vol. 30, no. 4, pp. 141-147. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/amp/v30n4/a17v30n4.pdf>.
- FAO. Captación y Almacenamiento De Agua De Lluvia [en línea]. 2013. [Fecha de consulta: 2 de octubre 2019]. ISBN 9789253075805. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/019/i3247s/i3247s.pdf>.
- FAO, Guía para la descripción de suelos. [en línea]. Roma. 2009. [Fecha de consulta: 28 de marzo del 2020].
Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-a0541s.pdf>
- FAO. Review of world water resources by country. [en línea]. 2003. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/005/y4473e/y4473e06.htm>.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Water Accounting for Water Governance and Sustainable Development. [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 9789251304273. 2018. [Fecha de consulta 22 de noviembre 2019]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/l8868EN/i8868en.pdf>.
- FAO. El manejo del suelo en la producción de hortalizas con buenas prácticas agrícolas. [en línea]. Paraguay. 2013. [Fecha de consulta: 01 de mayo del 2020].
Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i3361s.pdf>
- FOSTER, T., RAND, E., SAMI, E., BRIEANA, D., KOHLITZ, J. y WILLETTS, J. Does the source of water for piped supplies affect child health? Evidence from rural Vanuatu. [en línea]. Pacífico Sur. 2019. [Fecha de consulta: 27 de abril del 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.2166/washdev.2019.161>

- GALEANA, J., ROMERO, N. y ORDÓÑEZ, J. Análisis dimensional de la cobertura vegetal-uso de suelo en la cuenca del río Magdalena. [en línea]. México. 2009. [Fecha de consulta: 23 de abril del 2020].
Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/cfm/v34n105/v34n105a7.pdf>

- GÁLVEZ J. Cartilla técnica ¿Qué es una cuenca hidrológica? «Contribuyendo al desarrollo de una cultura del agua y la gestión integral del recurso hídrico». [en línea]. 2011. [Fecha de consulta: 25 de septiembre 2019]. Disponible en: https://www.gwp.org/globalassets/global/gwpsam_files/publicaciones/varios/cuenca_hidrolologica.pdf.

- GILDEMEISTER, J.C.S. Política y estrategia nacional de recursos hídricos [en línea]. Perú. 2015. [Fecha de consulta: 23 de septiembre 2019]. Disponible en: http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/default_images/politica_y_estrategia_nacional_de_recursos_hidricos_ana.pdf.

- GLOBE. Investigación de Suelos. [en línea]. EE. UU. 2005. [Fecha de consulta: 19 de abril del 2020]. Disponible en: https://www.globet.org/documents/10157/381040/soil_chap_es.pdf

- GOBIERNO REGIONAL DE JUNÍN. Memoria descriptiva del estudio económico del departamento de Junín a escala 1:100000. [en línea]. Perú. 2015. [Fecha de consulta: 24 de abril del 2020]. Disponible en: http://siar.regionjunin.gob.pe/sites/default/files/archivos/public/docs/medio_socioeconomico_-_estudio_socioeconomico2.pdf

- GRANCO, G., HEIER STAMM, J.L., BERGTOLD, J.S., DANIELS, M.D., SANDERSON, M.R., SHESHUKOV, A.Y., MATHER, M.E., CALDAS, M.M., RAMSEY, S.M., LEHRTER II, R.J., HAUKOS, D.A., GAO, J., CHATTERJEE, S., NIFONG, J.C. y AISTRUP, J.A. Evaluating environmental change and behavioral decision-making for sustainability policy using an agent-based model: A case study for the Smoky Hill River Watershed, Kansas. *Science of The Total Environment* [en línea]. 2019. [Fecha de consulta: 23 de septiembre del 2019]. ISSN 00489697. DOI 10.1016/j.scitotenv.2019.133769.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.133769>

- GUERRERO J, GHISLANZONI M, ROMERO D, CÁCERES F, GIMÉNEZ DE AZCARATE F y MOREIRA M. Identificación y caracterización del paisaje mediante parámetros visuales del relieve. REDIAM. Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos. [en línea]. 2010. [Fecha de consulta: 23 de septiembre 2019]. pp. 841-860. Disponible en: <https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/66636/GUERRERO.PDF?sequence=1>
- GUERRERO, V. Las estimaciones y las proyecciones demográficas como herramientas para el diseño de políticas de población. [en línea]. México. 2013. [Fecha de consulta: 16 de mayo del 2020]. Disponible en: <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/8/3538/15.pdf>
- HALI S. Guía de spss para Windows. [en línea]. 2015. [Fecha de consulta: 23 de octubre del 2019]. Disponible en: https://www.um.es/docencia/pguardio/documentos/spss_1.pdf
- HENDRIKS, J. y BOELENS, R. Acumulación de Derechos de Agua en el Perú. Anthropologica Del Departamento De Ciencias Sociales, vol 34 no 37. [en línea].2016. [Fecha de consulta: 14 de marzo del 2020]. Disponible en: <Http://dx.doi.org/https://doi.org/10.18800/anthropologica.201602.001>
- HEREDIA, G. Gestión integrada del recurso hídrico en la cuenca baja del Río Zaña. [en línea]. 2017. [Fecha de consulta: 9 de octubre del 2019]. Disponible en: <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/6057>
- HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ y BAPTISTA. Metodología de la investigación. México. Editorial: McGraw Hill. [en línea].2014. [Fecha de consulta: 23 de septiembre 2019]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/38757804/Metodologia-de-La-Investigacion-Hernandez-Fernandez-Batista-6ta-Edicion>
- HERNÁNDEZ, E., GUTIÉRREZ, M., RUBIÑOS, J. y ALVARADO, J. Caracterización del suelo y plantas de un sitio contaminado con hidrocarburos.

- [en línea]. México. 2006. [Fecha de consulta: 19 de abril del 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/573/57324403.pdf>
- HERRERA, M. Fórmula para cálculo de la muestra poblaciones finita. [en línea]. 2015. [Fecha de consulta: 23 de octubre 2019]. Disponible en: <https://investigacionpediahr.files.wordpress.com/2011/01/formula-para-cc3a1lculo-de-la-muestra-poblaciones-finitas-var-categorica.pdf>
 - HURTADO, J. Metodología de la investigación: guía para una comprensión holística de la ciencia (4a. ed.). Bogotá-Caracas: Ciea-Sypal y Quirón.2012
 - INEI. Formas de Acceso al Agua y Saneamiento Básico. [en línea]. Perú.2019. [Fecha de consulta: 23 de septiembre del 2019]. Disponible en: <https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin-el-agua-3.pdf>
 - INEI. Resultados definitivos. Censos Económicos Junín 2018 [en línea]. 2018. pp. 62. [Fecha de consulta: 04 de octubre del 2019]. ISSN 1098-6596. DOI 978-989-25-0181-9. Disponible en: https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digiales/Est/Lib1576/12TOMO_01.pdf
 - INRENA. Plan Maestro de la Reserva Nacional de Junín 2008 – 2012. [en línea]. Perú. 2008. [Fecha de consulta: 17 de mayo del 2020]. Disponible en: <http://sis.sernanp.gob.pe/biblioteca/?publicacion=1802>
 - IPCC. La tierra se encuentra sujeta a la presión del ser humano y del cambio climático, pero es parte de la solución. [en línea]. Suiza. 2019. [Fecha de consulta: 29 de abril del 2020]. Disponible en: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/08/2019-PRESS-IPCC-50th-IPCC-Session_es.pdf
 - JAZMINES, L. Evaluación de indicadores de sostenibilidad Pinar del Río, Cuba. 2018 [en línea], pp.732-754. [Fecha de consulta: 04 de octubre del 2019]. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/329051012_Evaluacion_de_indicadores_de_sostenibilidad_en_la_comunidad_Los_Jazmines_Vinales_Pinar_del_Rio_Cuba

- JELINSKI, G., SOSIO, V., PAREDES, S. y COLLI, G. Estudio de base de la laguna de ranchos para la gestión sostenible de un recurso natural bajo presión antrópica en área urbana. [en línea]. 2019. [Fecha de consulta: 04 de octubre del 2019]. pp. 550-556. Disponible en:
http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/75506/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- KEMPER, L. y PARTZSCH, L. Saving Water while Doing Business: Corporate Agenda-Setting and Water Sustainability. [en línea]. Alemania. 2019. [Fecha de consulta: 27 de abril del 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/w11020297>
- KOO, G.P.H. “Gestión integrada del recurso hídrico en la cuenca baja del Río Zaña”. [en línea]. 2017. [Fecha de consulta: 9 de octubre del 2019]. Disponible en:
<http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/1440/BC-TES-TMP-274.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- LAKE, A. Unless we act now the impact of climate change on children [en línea]. 2015. S.l.: s.n. ISBN 9789280648263. [Fecha de consulta 22 de noviembre 2019] Disponible en:
https://www.unicef.org/publications/files/Unless_we_act_now_The_impact_of_climate_change_on_children.pdf.
- LI, B., WANG, G., DING, H. y CHEN, Y. An evaluation method of the sustainability of water resource in karst region: a case study of Zunyi, China. *Applied Water Science*. China. 2017 [en línea], vol. 7, no. 3, pp. 1391-1397. [Fecha de consulta: 9 de octubre del 2019]. ISSN 2190-5487. DOI 10.1007/s13201-015-0362-3. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13201-015-0362-3>
- LIN, S., SHEN, S., ZHOU, A. y LYU, H. Sustainable development and environmental restoration in Lake Erhai, China. [en línea]. China. 2020. [Fecha

de consulta: 13 de abril del 2020]. Disponible en:
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120758>

- LOMBARDI, G. V., STEFANI, G., PACI, A., BECAGLI, C., MILIACCA, M., GASTALDI, M., GIANNETTI, B.F. y ALMEIDA, C.M.V.B. The sustainability of the Italian water sector: An empirical analysis by DEA. *Journal of Cleaner Production*, vol. 227, pp. 1035-1043. ISSN 09596526. [en línea].2019. [Fecha de consulta: 9 de octubre del 2019]. DOI10.1016/j.jclepro.2019.04.283.
Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii>
- LOOR, Y. Estudio del balance hídrico superficial de las cuencas hidrográficas sector San Juan y San Bartolomé en el área de interceptación con el bosque y vegetación protector Aguarongo. [en línea]. Ecuador. 2017 [Fecha de consulta: 17 de abril del 2020]. Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/14459>
- LOPÉZ, P. y FACHELLI, S. Metodología de la investigación social cuantitativa. [en línea]. Barcelona. 2015. [Fecha de consulta: 30 de abril del 2020]. Disponible en: https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2017/185163/metinvsoccua_cap2-4a2017.pdf
- LUO, P., SUN, Y., WANG, S., WANG, S., JIQIANG, L., ZHOU, M., NAKAGAMI, K., TAKARA, K. y NOVER, D. Historical assessment and future sustainability challenges of Egyptian water resources management. [en línea]. Egipto. 2020. [Fecha de consulta: 10 de abril del 2019]. DOI 10.1016/j.jclepro.2020.121154.
Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652620312014?via%3Dihub>
- MÁLAGA, J., VERA, G. y OLIVEROS, R. Tipos, Métodos y Estrategias de investigación científica [en línea]. 2008. [Fecha de consulta: 9 de octubre del 2019]. Disponible:
http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/articulos/imarpe/oceanografia/adj_model_a_pa-5-145-tam-2008-investig.pdf.
- MARENGO, J., PABÓN, J., DIAZ, A., ROSA, G., ÁVALOS, G., MONTEALEGRE, E., VILLACIS, M., SOLMAN, S. y ROJAS, M. Climate Change and Biodiversity in

the Tropical Andes. [en línea]. EE. UU. 2011. [Fecha de consulta: 12 de abril del 2020]. Disponible en:

https://www.researchgate.net/profile/Sebastian_Herzog/publication/224886350_Climate_change_and_biodiversity_in_the_tropical_Andes/links/09e414fa306f62518b000000/Climate-change-and-biodiversity-in-the-tropical-Andes.pdf#page=123

- MARÍA L, VILLA O. y GARCÍA J. Caracterización del paisaje del Valle de Mexicali según sus habitantes Aproximaciones textuales a la topofilia. [en línea]. 2013. [Fecha de consulta: 9 de octubre del 2019]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/694/69429400002.pdf>
- MCGREGOR, G.R. Heatwaves and Health: Guidance on Warning-System Development [en línea]. 2015. [Fecha de consulta 22 de noviembre 2019]. ISBN 9789263111425.
Disponible en:
http://www.who.int/globalchange/publications/WMO_WHO_Heat_Health_Guidance_2015.pdf.
- MEF. Parámetros de diseños de infraestructura de agua y saneamiento para centros poblados rurales. [en línea]. Perú. 2004. [Fecha de consulta: 15 de mayo del 2020]. Disponible en:
https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/instrumentos_metod/saneamiento/_3_Parametros_de_dise_de_infraestructura_de_agua_y_saneamiento_CC_PP_rurales.pdf
- MINAM. Guía para el muestreo de suelos. [en línea]. Perú. 2014. [Fecha de consulta: 16 de octubre del 2019]. Disponible en:
<http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wpcontent/uploads/sites/22/2013/10/GUIA-PARA-EL-MUESTREO-DE-SUELOS-final.pdf>
- MINAM. Guía de evaluación de riesgos ambientales. [en línea]. Perú. 2010. [Fecha de consulta: 25 de marzo del 2020]. Disponible en:
http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wpcontent/uploads/sites/22/2013/10/guia_riesgos_ambientales.pdf

- MINAM. Decreto Supremo N°004-2017-MINAM Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua. [en línea]. Perú. 2017. [Fecha de consulta: 24 de abril del 2020]. Disponible en <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones>

- MINAM. Cambio climático en la cuenca del Río Mantaro, Junín. Proyecciones para el año 2030. [en línea]. Perú. 2012. [Fecha de consulta: 06 de julio del 2020]. Disponible en: <https://www.care.org.pe/wp-content/uploads/2015/06/Cambio-clim--tico-en-la-cuenca-del-R--o-Mantaro-Baja.pdf>

- MINAGRI. El suelo y la cobertura vegetal. [en línea]. Perú. 2017. [Fecha de consulta: 17 de abril del 2020]. Disponible en: http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/suelos/2014/suelo_cobertura.pdf

- MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Guía metodológica para la formulación de los planes de manejo ambiental de microcuencas – pmam. [en línea]. Colombia. 2018. [Fecha de consulta: 17 de abril del 2020]. Disponible en: <http://www.andi.com.co/Uploads/GU%C3%8DA%20PMA%20de%20Microcuenca.pdf>

- MOLINA R. Fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano [en línea]. Colombia. 2015. [Fecha de consulta: 10 de octubre del 2019]. ISBN 9789587416152. Disponible en: https://previa.uclm.es/profesorado/igarrido/tecnocooperacion/Modulo_4_ISF_vdef.pdf

- MONTENEGRO, J. Cálculo de la evapotranspiración a partir de información agrometeorológica de la estación ma-56. [en línea]. Ecuador. 2018. [Fecha de consulta: 14 de mayo del 2020]. Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/14305>

- MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CARHUAMAYO. Mejoramiento de pistas y veredas de la Av. Ramon Castilla lado derecho del barrio de Santa María del distrito de Carhuamayo provincia de Junín - Junín. [en línea]. Perú. 2015. [Fecha

de consulta: 24 de abril del 2020]. Disponible en: ofi5.mef.gob.pe › appFs › Download › f=3042_OPIMPJUNIN_2014

- MVCS. Reglamento Nacional de Edificación, DS N° 011- 2006 – VIVIVENDA. [en línea]. Perú. 2006. [Fecha de consulta: 15 de mayo del 2020]. Disponible en: http://ww3.vivienda.gob.pe/Direcciones/Documentos/RNE_Actualizado_Sol_Saneamiento.pdf
- NISHANT, R., KENNEDY, M. y CORBETT, J. Artificial intelligence for sustainability: Challenges, opportunities, and a research agenda. [en línea]. Canadá. 2020. [Fecha de consulta: 27 de abril del 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102104>
- OLSSON, T., JAKKILA, J., VEIJALAINEN, N., BACKMAN, L., KAUROLA, J. y VEHVILÄINEN, B. Impacts of climate change on temperature, precipitation and hydrology in Finland - Studies using bias corrected Regional Climate Model data. Hydrology and Earth System Sciences [en línea], vol. 19, no. 7, pp. 3217-3238. 2015 [Fecha de consulta 22 de noviembre 2019]. ISSN 16077938. DOI 10.5194/hess-19-3217-2015. Disponible en: <https://www.hydrol-earth-syst-sci.net/19/3217/2015/hess-19-3217-2015.pdf>.
- OLUMANA, M. Safe Drinking Water: Concepts, Benefits, Principles and Standards. [en línea]. Sudáfrica. 2018. [Fecha de consulta: 27 de abril del 2020]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/323921983_Safe_Drinking_Water_Concepts_Benefits_Principles_and_Standards
- OMAROVA, A., TUSSUPOVA, K., HJORTH, P., KALISHEV. y DOSMAGAMBETOVA, R. Water Supply Challenges in Rural Areas: A Case Study from Central Kazakhstan. [en línea]. Kazajstán. 2019. [Fecha de consulta: 27 de abril del 2020]. Disponible en: 10.3390/ijerph16050688
- ONU. Glosario de estadística del medio ambiente de las Naciones Unidas [en línea]. EE. UU. 2013. [Fecha de consulta: 25 de marzo del 2020]. Disponible en:

https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1140/cap11.pdf

- ONU-AGUA. Informe de políticas de ONU-AGUA sobre el Cambio Climático y el Agua. Suiza. [en línea]. China. 2019. [Fecha de consulta: 13 de abril del 2020]. Disponible en: www.unwater.org › UN-Water_PolicyBrief_Water_Climate-Change_ES
- ORDOÑEZ, J., OBANDO, O., OROZCO, F., CARRANZA, J., ARÉVALO, A., VILLASIS, R., MORENO, C. y CASAVARDE, R. Disponibilidad hídrica actual y futura en la subcuenca del río Shullcas. [en línea]. Perú. 2013. [Fecha de consulta: 27 de marzo del 2020]. Disponible en : <https://www.care.org.pe/wp-content/uploads/2015/06/Disponibilidad-hidrica-actual-y-futura-Shullcas.pdf>.
- ORTEAGA, D. y PEÑA, A. Comunicación para fomentar la “cultura del agua” en México. 2016 [en línea], pp. 223-246. [Fecha de consulta: 26 de octubre del 2019]. Disponible en:
<http://www.scielo.org.mx/pdf/comso/n26/0188-252X-comso-26-00223.pdf>
- ORÚS, F., BETRÁN, J., IGUÁCEL, F. y LÓPEZ, V. Fertilización con subproductos orgánicos (Hacia una gestión sostenible de los nutrientes en la agricultura). [en línea]. España. 2011. [Fecha de consulta: 30 de abril del 2020]. Disponible en:
https://digital.csic.es/bitstream/10261/49631/1/LopezMV_InfTecn_2011.pdf
- OWIKOWSKI, M., KAŻMIERCZAK, B. y LEDVINKA, O. Maximum daily rainfall analysis at selected meteorological stations in the upper Lusatian Neisse River basin. *Meteorology Hydrology and Water Management* [en línea], vol. 4, no. 1, pp. 53-63. 2016. ISSN 2299-3835. DOI 10.26491/mhwm/63361. [Fecha de consulta 22 de noviembre 2019] Disponible en: <http://www.mhwm.pl/Maximum-daily-rainfall-analysis-at-selected-meteorological-stations-in-the-upper,63361,0,2.html>.
- PEÑA, K. Desarrollo de una metodología para la evaluación del desempeño y la sostenibilidad ambiental en la gestión del agua potable. Caso de Estudio: Aguas

- de Mérida C.A. (Venezuela) [Tesis doctoral]. [en línea]. España. 2019. [Fecha de consulta: 9 de octubre del 2019]. DOI 10.4995/Thesis/10251/122313. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/122313>
- PÉREZ, E., LINARES, E., MÁRQUEZ, D., VENTO, R. y PÉREZ, N. Evaluación de indicadores de sostenibilidad en la comunidad “Los Jazmines”, Viña, Pinar del Río, Cuba. 2018 [en línea], pp.732-754. [Fecha de consulta: 04 de octubre del 2019]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/329051012_Evaluacion_de_indicadores_de_sostenibilidad_en_la_comunidad_Los_Jazmines_Vinales_Pinar_del_Rio_Cuba
 - RAMÍREZ, V. y ANTERO, J. Evolución de las teorías de explotación de recursos naturales: hacia la creación de una nueva ética mundial. *Luna Azul* [en línea]. 2014. [Fecha de consulta: 24 de octubre del 2019]. DOI 10.17151/luaz.2014.39.17. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n39/n39a17.pdf>
 - ROGRIGO, M y MOLINA, G. El modelo de regresión lineal. [en línea]. España. 2010. [Fecha de consulta: 16 de mayo del 2020]. Disponible en: http://ocw.uv.es/ciencias-de-la-salud/pruebas-1/1-3/t_09nuevo.pdf
 - RUOCCO, G. Patrimonio natural y desarrollo sostenible en Uruguay. [en línea]. Uruguay. 2018. [Fecha de consulta: 15 de septiembre del 2019] Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6878470>
 - RUSTON, A. Estadística Descriptiva, Probabilidad e Inferencia [en línea]. 2016. [Fecha de consulta: 16 de septiembre del 2019]. ISBN 9789561907904. Disponible en: http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/120284/Rustom_Antonio_Estadistica_descriptiva.pdf?sequence=1
 - SAHUKHAL, R. y BAJRACHARYA, T.R. Modeling water resources under competing demands for sustainable development: A case study of Kaligandaki Gorge Hydropower Project in Nepal. *Water Science and Engineering* [en línea].

2019. [Fecha de consulta: 17 de octubre del 2019]. ISSN 24058106. DOI 10.1016/j.wse.2019.03.002.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.wse.2019.03.002>.

- SÁNCHEZ, A., GARCÍA, J. y RAMA, M. Sustainable Water Resources Management: A Bibliometric Overview. [en línea]. España. 2018. [Fecha de consulta: 27 de abril del 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/w10091191>.
- SCHWARB, M., ACUÑA, D., KONZELMANM, T., ROHRER, M., SALZMANN, N., LOPEZ, B. y SILVESTRE, E. A Data portal for regional climatic trend analysis in the Peruvian High Andes region. [en línea]. Switzerland. 2011. [Fecha de consulta: 12 de abril del 2020]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/228814995_A_data_portal_for_regional_climatic_trend_analysis_in_a_Peruvian_High_Andes_region
- SCHEMAN, A. y OSBURN, A., 2014. GLOSARIO AMBIENTAL. [en línea], vol.39, no. 7, pp. 605. ISSN 10762752. DOI 10.1097/00043764-199707000-00001. Disponible en: <http://www.ecoestrategia.com/articulos/glosario/glosario.pdf>
- SENAMHI. Escenarios de Cambio Climático en la Cuenca del Río Mantaro para el año 2100. [en línea]. Perú. 2011. [Fecha de consulta: 06 de julio del 2020]. Disponible en: <https://www.care.org.pe/wp-content/uploads/2015/06/6-PRAA-Escenarios-de-Cambio-Climatico-Cuenca-del-Mantaro-al-2100-Junin.pdf>
- SIBLY, R.M. y HONE, J. Population growth rate and its determinants: An overview. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences [en línea] 2002, vol. 357, no. 1425, pp. 1153-1170. ISSN 09628436. DOI 10.1098/rstb.2002.1117. [Fecha de consulta 22 de noviembre 2019]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/11065962_Population_growth_rate_and_its_determinants_An_overview.
- SILVIA, D., CAMPILLO, M., ALCÁNTARA, A. y OLTHOFF, A. Clasificación no supervisada de la cobertura de suelo de la región sierra de tabasco mediante imágenes landsat etm+. [en línea]. Argentina. 2010. [Fecha de consulta: 24 de

- abril del 2020]. Disponible en:
<http://www.scielo.org.mx/pdf/uc/v27n1/v27n1a3.pdf>
- SOLIS, N. Determinación de cobertura vegetal de dos herbáceas y dos gramíneas utilizando tres técnicas de muestreo (PCC, IMC, VMC) en pastizales nativos en Saltillo Coahuila. [en línea]. México. 2011. [Fecha de consulta: 18 de abril del 2020]. Disponible en:
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4805/T18637%20%20%20%20%20%20TIPA%20%20%20%20%20%20SOLIS,%20NORBERTO%20%20TESIS.pdf?sequence=1>
 - TAMAYO, G. Diseños muestrales en la investigación. Semestre económico [en línea]. 2001.vol. 4, no. 7, pp. 12. [Fecha de consulta: 20 de septiembre del 2019]. ISSN 0120-6346. Disponible en:
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5262273.pdf>
 - TALUKDER, B. y HIPEL, K. Diagnosis of sustainability of trans-boundary water governance in the Great Lakes basin.[en línea]. Canadá. 2020. [Fecha de consulta: 12 de abril del 2020]. Disponible:
<https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.104855>
 - TUESCA, R., ÁVILA, H., SISA, A. y PARDO, D. Fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano [en línea]. Colombia. 2015. [Fecha de consulta: 12 de noviembre del 2019]. ISBN 9789587416152. Disponible en:
https://previa.uclm.es/profesorado/igarrido/tecnocooperacion/Modulo_4_ISF_vdef.pdf
 - UNESCO. Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos. [en línea]. Francia .2019. [Fecha de consulta: 12 de noviembre del 2019]. Disponible en:
<https://www.acnur.org/5c93e4c34.pdf>
 - UCV. Resolución de Consejo Universitario 0200-2018/UCV. Líneas de investigación de las carreras profesionales de pregrado y de los programas de postgrado. [en línea]. 2018. [Fecha de consulta: 22 de noviembre del 2019]. Disponible en: <https://www.ucv.edu.pe/datafiles/RCUN%C2%B0200-2018-UCV->

%C3%BAltimo%20L%C3%8DNEAS%20DE%20INVESTIGACI%C3%93N%20V
ERIFICADO%20OKKKKKKKK%20JUNIO%20(1).pdf

- UCV. Resolución de Consejo Universitario N°0126-2017/UCV. Código de ética en investigación de la Universidad Cesar Vallejo. [en línea]. 2017. [Fecha de consulta: 23 de noviembre del 2019]. Disponible en: <https://www.ucv.edu.pe/datafiles/C%C3%93DIGO%20DE%20%C3%89TICA.pdf>
- UCV. Resolución Rectoral N°0089-2019/UCV. Guía de elaboración del trabajo de investigación y tesis para el pre-grado y postgrado de la Universidad Cesar Vallejo. [en línea]. 2017. [Fecha de consulta: 23 de noviembre del 2019]. Disponible en: https://trilce.ucv.edu.pe/Modulos/downloadDrive.aspx?id=1orSuFwAMWSy-7LsuvPh7tK2lw_WhuKuf&name=39215_7000263184_09-02-2019_140156_pm_resolucion_089.pdf
- VALDERRAMA, S. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. [en línea]. Perú. 2013. [Fecha de consulta: 03 de mayo del 2020]. ISBN: 9786123028787. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/335731707/Pasos-Para-Elaborar-Proyectos-de-Investigacion-Cientifica-Santiago-Valderrama-Mendoza>
- VARGAS, Z. La investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. [en línea]. 2009. [Fecha de consulta: 12 de noviembre del 2019]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>
- WANG, Q., LI, S. y LI, R. Evaluating water resource sustainability in Beijing, China: Combining PSR model and matter-element extension method. *Journal of Cleaner Production* [en línea]. 2019. vol. 206, pp. 171-179. [Fecha de consulta: 12 de noviembre del 2019]. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2018.09.057. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652618327719?via%3Dihub>

- WEEKS, J.R. Population growth as a ponzi scheme. [en línea], vol. 39, pp. 3023-3030. 2015. [Fecha de consulta 22 de noviembre 2019], Disponible en: <https://unfccc.int/sites/default/files/360.pdf>.

- WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. Technical material for water resources assessment [en línea]. 2012. [Fecha de consulta 22 de noviembre 2019] ISBN 9789263110954. Disponible en: http://www.wmo.int/pages/prog/hwrp/publications/Technical_report_series/1095_en_4_Web.pdf.

- XU, J., LY, C., YAO, L. y HOU, S. Intergenerational equity based optimal water allocation for sustainable development: A case study on the upper reaches of Minjiang River, China. *Journal of Hydrology* [en línea]. 2019. vol. 568, pp. 835-848. [Fecha de consulta: 22 de noviembre del 2019] ISSN 00221694. DOI 10.1016/j.jhydrol.2018.11.010.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.11.010>

- YAO, L., XU, Z. y CHEN, X. Sustainable water allocation strategies under various climate scenarios: A case study in China. [en línea]. China. 2019. [Fecha de consulta: 12 de abril del 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.04.055>

- YOUNG, B. Distribución de las especies endémicas en la vertiente oriental de los Andes en Perú y Bolivia. [en línea]. Perú. 2007 [Fecha de consulta: 18 de abril del 2020]. Disponible en:
http://www.regionamazonas.gob.pe/sicre/documentos/archivos/3_Especies_endemicas.pdf

- ZHOU, J., XU, Q. y ZHANG, X. Water Resources and Sustainability Assessment Based on Group AHP-PCA Method: A Case Study in the Jinsha River Basin. [en línea]. China. 2018. [Fecha de consulta: 27 de abril del 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/w10121880>

- ZHOU, X. Spatial explicit management for the water sustainability of coupled human and natural systems. [en línea]. China. 2019. [Fecha de consulta: 13 de abril del 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.05.020>

ANEXOS

Anexo 1. Operacionalización de variables

TÍTULO	VARIABLE 1	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD / ESCALA
"Sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 con relación al abastecimiento de la población de Carhuamayo, Junín, 2020"	Sostenibilidad hídrica de la Laguna Yanacocha al 2030	La ley de recursos hídricos lo define como la conservación y aprovechamiento del recurso hídrico, previniendo la afectación de la condición natural del entorno y de la calidad ambiental, implicando el equilibrio socioambiental para satisfacer las necesidades presentes y futuras. (ANA, 2019).	La sostenibilidad hídrica fue medida en base a tres aspectos: la calidad del agua de la laguna (es la pureza del agua), la caracterización del suelo y la cobertura vegetal de la microcuenca.	Cobertura vegetal de la microcuenca	Cálculo de cobertura vegetal	%
					Tipos de cobertura vegetal	6
				Caracterización del suelo del entorno de la laguna	CE	µS/cm
					Materia orgánica	%
					pH	Unidad (0-14)
					Textura	Arena – Limo - Arcilla
				Calidad de agua de la laguna	pH	Unidad (0-14)
					OD	mg/L
					DBO ₅	mg/L
					Turbidez	NTU
	Col.Termotolerantes	NMP/100 ml				
	VARIABLE 2	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD / ESCALA
	Abastecimiento de la población de Carhuamayo - Junín	TUESCA, et al. (2015) define que el origen del abastecimiento es el punto de captación conocida como la fuente de abastecimiento subterráneo (acuífero) o superficial (mar, río y lagos) que es dotada por la precipitación para suplir la demanda población.	El abastecimiento de la población consideró tres factores: el comportamiento de la precipitación y temperatura (presente y futura), la disponibilidad del agua (oferta hídrica) y la caracterización de la comunidad (demanda hídrica y nivel de cultura de agua), siendo la laguna Yanacocha la fuente de abastecimiento de agua de la investigación.	Comportamiento de la precipitación y temperatura (presente-futura)	Precipitación	mm
					Temperatura	C°
Disponibilidad del recurso hídrico				Oferta hídrica	m ³	
				Caracterización de la comunidad	Demanda hídrica	m ³
Nivel de cultura del agua	Alto – Medio - Bajo					

Anexo 2. Matriz de consistencia

“Sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 con relación al abastecimiento de la población de Carhuamayo, Junín, 2020”						
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE 1	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD / ESCALA
¿Cuál es la sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 con relación al abastecimiento de la población de Carhuamayo?	Determinar la sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 con relación al abastecimiento de la población de Carhuamayo.	Existe sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 con relación al abastecimiento de la población de Carhuamayo.	Sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030	Cobertura vegetal de la microcuenca	Cálculo de cobertura vegetal	%
					Tipos de cobertura vegetal	6
				Caracterización del suelo del entorno de la laguna	CE	µS/cm
					Materia orgánica	%
					pH	Unidad (0-14)
					Textura	Arena-Limo-Arcilla
				Calidad de agua de la laguna	pH	Unidad (0-14)
					OD	mg/L
					DBO ₅	mg/L
					Turbidez	NTU
Col.Termotolerantes	NMP/100 ml					
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	VARIABLE 2	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD / ESCALA
¿Cómo la sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 se relaciona con el comportamiento de la precipitación y temperatura, para el abastecimiento de la población de Carhuamayo?	Evaluar la sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 con relación al comportamiento de la precipitación y temperatura, para el abastecimiento de la población de Carhuamayo.	Existe sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 con relación al comportamiento de la precipitación y temperatura, para el abastecimiento de la población de Carhuamayo.	Abastecimiento de la población de Carhuamayo - Junín	Comportamiento de la precipitación y temperatura (presente-futura)	Precipitación	mm
					Temperatura	C°
¿Cómo la sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 se relaciona con la disponibilidad del recurso hídrico, para el abastecimiento de la población de Carhuamayo?	Evaluar la sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 con relación a la disponibilidad del recurso hídrico, para el abastecimiento de la población de Carhuamayo.	Existe sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 con relación a la disponibilidad del recurso hídrico, para el abastecimiento de la población de Carhuamayo.	Abastecimiento de la población de Carhuamayo - Junín	Disponibilidad del recurso hídrico	Oferta hídrica	m ³
¿Cómo la sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 se relaciona con la caracterización de la comunidad, para el abastecimiento de la población de Carhuamayo?	Evaluar la sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 con relación a la caracterización de la comunidad, para el abastecimiento de la población de Carhuamayo.	Existe sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 con relación a la caracterización de la comunidad, para el abastecimiento de la población de Carhuamayo.		Caracterización de la comunidad	Demanda hídrica	m ³
					Nivel de cultura del agua	Alto-Medio-Bajo

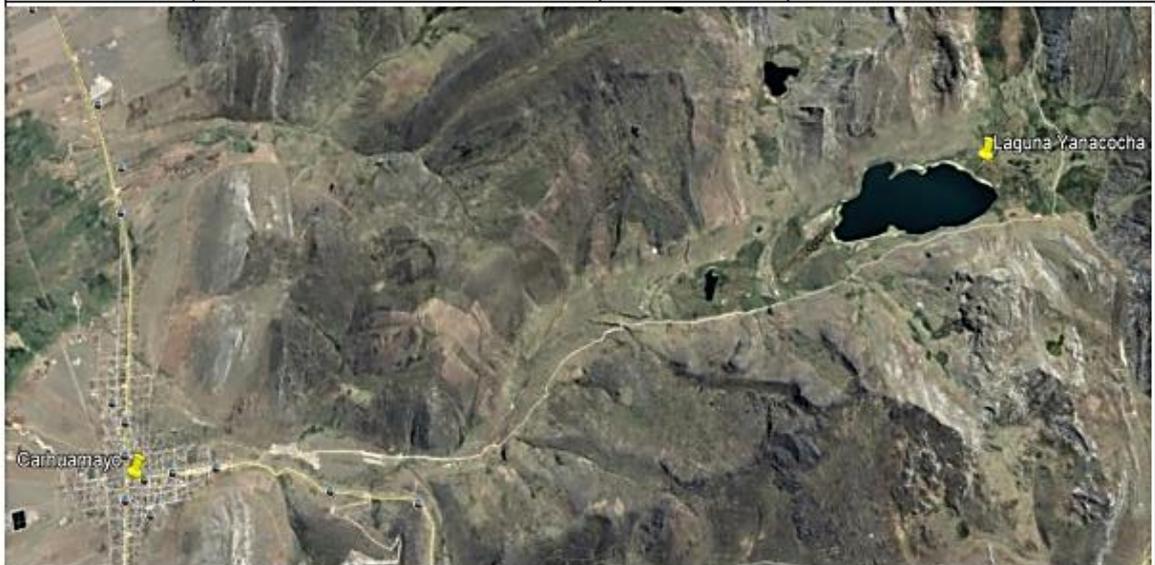
INSTRUMENTOS

Anexo 3. Registro de ubicación de la zona de estudio



Registro de ubicación de la zona de estudio

Departamento:		Provincia:		Distrito:	
Unidad de muestreo:		Unidad de muestreo:			
Nombre		Nombre			
Ubicación del área de estudio			Ubicación del área de estudio		
Coordenadas WGS 84	N	Zona	Coordenadas WGS 84	N	Zona
	E	Altitud		E	Altitud
Cantidad de habitantes		Año del Censo-INEI	Área (Ha)		Volumen (m ³)
Fecha		Hora	Fecha		Hora
Nombre del responsable			Nombre del responsable		
Observaciones			Observaciones		




 Dr. Elmer G. Benites Alfaro

ORCID ID: 0000-0003-1504-2089
 Scopus ID de autor: 57216176765
 Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020
 DNI No 07867259. Telf.: 987212209


 Dr. Juan Julio Ordoñez Galvez

Juan Julio Ordoñez Galvez
 CIP: 89972


 Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
 CIP. 42355

Anexo 4. Registro para la toma de muestras de agua, suelo y cobertura vegetal



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Registro para la toma de muestras de agua, suelo y cobertura vegetal

MUESTREO DE AGUA									
Responsable:					Temperatura de conservación: $\leq 6^{\circ}\text{C}$				
Tipo de muestra:			Tipo de frasco		Clasificación			Cantidad de muestras por punto	
Método de muestreo:			V	P	Grupo: Agua Natural (AN)		Sub-grupo: Superficial (Lago)		2 L
Punto de Muestreo	Muestreo	Ubicación		Parámetros de ensayo					
		Coordenadas (UTM)		pH (1-14)	OD (mg/L)	DBO ₅ (mg/L)	Turbidez (NTU)	Col-termo tolerantes (NMP/100 ml)	Observaciones
AL-01	F:	N:							
	H:	E:							
AL-02	F:	N:							
	H:	E:							
AL-03	F:	N:							
	H:	E:							
AL-04	F:	N:							
	H:	E:							
MUESTREO DE SUELO									
Responsable:					Temperatura de conservación: T° ambiente (C°)				
Tipo de muestreo:					Muestra: SUELO			Cantidad de muestras por punto	
Método de muestreo:					Tipo de bolsa: Bolsa ziploc 5x6 / 7x10			2 kg	
Punto de Muestreo	Muestreo	Ubicación		Parámetros de ensayo					
		Coordenadas (UTM)		pH (1-14)	MO (%)	C.E (μS/cm)	Clase de textura	Observaciones	
S-01	F:	N:							
	H:	E:							
S-02	F:	N:							
	H:	E:							
S-03	F:	N:							
	H:	E:							
S-04	F:	N:							
	H:	E:							
COBERTURA VEGETAL									
Geo Servidor	Años de estudio	Satélites		Fecha de las imágenes satelitales			Fecha de descarga de las imágenes satelitales		
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais INPE-Brasil	1989								
	1999								
	2019								

Dr. Elmer G. Benites Alfaro

ORCID ID: 0000-0003-1504-2089
Scopus ID de autor: 57216176765
Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020

DNI No 07867259.

Telf.: 987212209

Dr. Juan Julio Ordoñez Galvez

Juan Julio Ordoñez Galvez
CIP: 89972

Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
CIP. 42355

Anexo 6. Cuestionario: Nivel de cultura del agua



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Cuestionario: Nivel de cultura del agua

- Edad:

- Ocupación:

- Sexo:

- Fecha:

N°	Ítems	Nunca (1)	Casi nunca (2)	A veces (3)	Casi siempre (4)	Siempre (5)
01	¿Te identificas con el cuidado de la laguna Yanacocha?					
02	¿Participa en campañas para el cuidado del agua?					
03	¿Usted vota residuos sólidos y/o líquidos en los cuerpos de agua?					
04	¿Considera fundamental la preservación de la laguna Yanacocha como fuente de abastecimiento?					
05	¿Considera que el agua se acabará pronto si no la cuidamos?					
06	¿Considera que el volumen de agua que llega a su domicilio es suficiente para satisfacer sus necesidades?					
07	¿Considera usted que en su día cotidiano emplea el agua para lo necesario?					
08	¿La comunidad de Carhuamayo tiene problemas con el abastecimiento del agua?					
09	¿Cree usted que el agua es necesario para que exista vida?					
10	¿Utiliza el agua para actividades agrícola?					
11	¿Utiliza el agua para actividades ganaderas?					
12	¿Reutilizas el agua para otras actividades?					
13	¿Verificas el estado de las duchas, tuberías y grifos para evitar fugas de agua?					
14	¿Cierras el caño cuando te lavas las manos?					
15	¿Aprovechas el agua de las lluvias para otras actividades?					
Uso del recurso hídrico						
¿Cuánto de agua emplea en la agricultura?						
¿Cuánto de agua emplea en la ganadería?						
¿Cuánto de agua utiliza en su domicilio?						
¿Cuánto de agua emplea en otras actividades?						
Observaciones:						


Dr. Elmer G. Benites Alfaro

ORCID ID: 0000-0003-1504-2089
Scopus ID de autor: 57216176765
Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020

DNI No 07867259.

Telf.: 987212209


Dr. Juan Julio Ordoñez Galvez

Juan Julio Ordoñez Galvez
CIP: 89972


Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
CIP. 42355

Anexo 7. Registro de resultados



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Registro de resultados

ANÁLISIS DE AGUA						
Laboratorio: Analytical Laboratory E.I.R.L (ALAB)				Informe de ensayo N°:		
Puntos de muestreo			AL-01	AL-02	AL-03	AL-04
Parámetros	Norma de referencia	Tamaño de muestra	F:	F:	F:	F:
			H:	H:	H:	H:
pH (1-14)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+B, 23 rd Ed. 2017	125mL				
OD (mg/L)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-OG, 23rd Ed. 2017	500mL				
DBO5 (mg/L)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B,23 rd Ed. 2017	1L				
Turbidez (NTU)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B23rd Ed. 2017	125mL				
Col-termo tolerantes (NMP/100 ml)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F.2, 23rd Ed. 2017	250mL				
ANÁLISIS DE SUELO						
Laboratorio: Analytical Laboratory E.I.R.L(ALAB)				Informe de ensayo N°:		
Puntos de muestreo			S-01	S-02	S-03	S-04
Parámetros	Norma de referencia	Tamaño de muestra	F:	F:	F:	F:
			H:	H:	H:	H:
pH (1-14)	NOM-021-RECNAT-2000 /AS-18	250g				
Materia Orgánica	NOM-021-RECNAT-2000 AS-07	1kg				
C.E	EPA SW-846, Method 9045D, Revision 4	250g				
Clase de textura		500g				
CUESTIONARIO: NIVEL DE CULTURA DEL AGUA						
Alto	Medio		Bajo			



Registro de resultados

COBERTURA VEGETAL DE LA MICROCUENCA				
Tipos de especies endémicas representativas de la zona - Flora				
-				-
-				-
-				-
-				-
Cálculo de cobertura vegetal				
Año de estudio	Nombre	Área (Ha)	Porcentaje	Total
1989	Cuerpo de agua			
	Vegetación			
	Suelo			
1999	Cuerpo de agua			
	Vegetación			
	Suelo			
2019	Cuerpo de agua			
	Vegetación			
	Suelo			

COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA					
Precipitación			Temperatura	Max	Min
Estaciones	Carhuacayan	Cerro de Pasco	La Oroya	Junín	Yantac
Longitud	76° 17' 6.17"	76° 15' 1"	75° 57' 34"	75° 59' 19.6"	76° 24' 16.31"
Latitud	11° 12' 9.62"	10° 41' 37"	11° 34' 7"	11° 8' 35.8"	11° 20' 44.97"
Altitud (m.s.n.m)	4127	4260	3910	4120	4617
Año	Datos de promedio multianual				
Promedio					
POBLACIÓN CENSADA					
Departamento		Distrito		Provincia	
Altitud		Coordenadas (UTM)	N:	E:	
Años					
Población					


Dr. Elmer G. Benites Alfaro

ORCID ID: 0000-0003-1504-2089
Scopus ID de autor: 57216176765
Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020

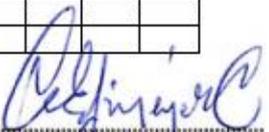
DNI No 07867259.

Telf.: 987212209


Dr. Juan Julio Ordoñez Galvez

Juan Julio Ordoñez Galvez
CIP: 89972




Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
CIP. 42355



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Benites Alfaro, Elmer
 1.2. Cargo e institución donde labora: DTC UCV- Ing Químico / Gestión Ambiental
 1.3. Nombre del instrumento donde se elabora: Registro de ubicación de la zona de estudio
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Nimalaya Ayra, Helen y Lamadrid Jordan, Marcel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE					ACEPTABLE				
		40	45	#	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100		
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													95%		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													95%		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													95%		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													95%		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												90%			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													95%		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													95%		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													95%		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													95%		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													90%		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
 Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

94%

Lima, 06 de mayo del 2020

Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 ORCID ID: 0000-0003-1504-2089
 Scopus ID de autor: 57216176765
 Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI N°07867259. Telf.: 987212209



SOLICITUD: Validación de instrumento de recojo de información.

Dr. Benites Alfaro, Elmer

Nosotros Nimalaya Ayra, Helen y Lamadrid Jordan, Marcel identificados con DNI N°72281472 y N°77083091 respectivamente, alumnos de la EAP de Ingeniería Ambiental, a usted con el debido respeto nos presentamos y le manifestamos:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que se viene elaborando titulada: "Sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 con relación al abastecimiento de la población de Carhuamayo, Junín, 2020", solicitamos a Ud. se sirva a validar los instrumentos que se adjunta bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto se adjunta los siguientes documentos:

- Matriz de operacionalización de variables
- Instrumento
- Ficha de evaluación

Por tanto:

A usted, rogamos acceder a nuestra petición.

Lima, 05 mayo del 2020

Nimalaya Ayra, Helen

Lamadrid Jordan, Marcel



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Benites Alfaro, Elmer
1.2. Cargo e institución donde labora: DTC. UCV- Ing Químico / Gestión Ambiental
1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro para la toma de muestras de agua, suelo y cobertura vegetal
1.4. Autor(A) de Instrumento: Ninalaya Ayra, Heleny y Lamadrid Jordan, Marcel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Table with 10 rows (CRITERIOS) and 11 columns (INDICADORES, INACEPTABLE, MINIMAMENTE ACEPTABLE, ACCEPTABLE). Rows include CLARIDAD, OBJETIVIDAD, ACTUALIDAD, ORGANIZACIÓN, SUFFICIENCIA, INTENCIONALIDAD, CONSISTENCIA, COHERENCIA, METODOLOGIA, and PERTINENCIA.

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Lima, 06 de mayo del 2020

Signature of Dr. Elmer G. Benites Alfaro

Dr. Elmer G. Benites Alfaro
ORCID ID: 0000-0003-1504-2089
Scopus ID de autor: 57216176765
Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020
DNI No 07867259. Telf.: 987212209



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Benites Alfaro, Elmer
1.2. Cargo e institución donde labora: DTC. UCV- Ing Químico / Gestión Ambiental
1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de datos de temperatura, precipitación y población censada
1.4. Autor(A) de Instrumento: Ninalaya Ayra, Heleny y Lamadrid Jordan, Marcel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Table with 10 rows (CRITERIOS) and 11 columns (INDICADORES, INACEPTABLE, MINIMAMENTE ACEPTABLE, ACCEPTABLE). Rows include CLARIDAD, OBJETIVIDAD, ACTUALIDAD, ORGANIZACIÓN, SUFFICIENCIA, INTENCIONALIDAD, CONSISTENCIA, COHERENCIA, METODOLOGIA, and PERTINENCIA.

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

93%

Lima, 06 de mayo del 2020

Signature of Dr. Elmer G. Benites Alfaro

Dr. Elmer G. Benites Alfaro
ORCID ID: 0000-0003-1504-2089
Scopus ID de autor: 57216176765
Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020
DNI No 07867259. Telf.: 987212209



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Benites Alfaro, Elmer
 1.2. Cargo e institución donde labora: DTC. UCV- Ing Químico / Gestión Ambiental
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Cuestionario de Nivel de cultura del agua del agua
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Registro de resultados
 Ninalaya Ayra, Heleny y Lamadrid Jordan, Marcel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	MINIMAMENTE ACEPTABLE												
		40	45	#	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													95%
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													95%
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													95%
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													95%
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													95%
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													95%
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													95%
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													95%
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													95%
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													95%

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Lima, 06 de mayo del 2020

Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 ORCID ID: 0000-0003-1504-2089
 Scopus ID de autor: 57216176765
 Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020

DNI No 07867259. Telf.: 987212209



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Benites Alfaro, Elmer
 1.2. Cargo e institución donde labora: DTC. UCV- Ing Químico / Gestión Ambiental
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Cuestionario: Nivel de cultura del agua
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Ninalaya Ayra, Heleny y Lamadrid Jordan, Marcel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	MINIMAMENTE ACEPTABLE												
		40	45	#	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													95%
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													95%
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													95%
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													95%
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													90%
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													95%
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													95%
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													95%
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													95%
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													90%

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

94%

Lima, 06 de mayo del 2020

Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 ORCID ID: 0000-0003-1504-2089
 Scopus ID de autor: 57216176765
 Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020

DNI No 07867259. Telf.: 987212209



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Jiménez Calderón, Cesar
 1.2. Cargo e institución donde labora: **DOCENTE A TIEMPO COMPLETO - UCY**
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de resultados
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Ninalaya Ayra, Helen y Lamadrid Jordan, Marcel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE							
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													✓
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													✓
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													✓
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													✓
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													✓
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													✓
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													✓
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													✓
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													✓

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

95 %

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Si

95 %

Lima, 19 de mayo del 2020

Dr. Cesar Eduardo Jiménez Calderón
C.P. 42355

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
DNI No..... Telf:.....



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Jiménez Calderón, Cesar
 1.2. Cargo e institución donde labora: **DOCENTE A TIEMPO COMPLETO - UCY**
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Cuestionario: Nivel de cultura del agua
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Ninalaya Ayra, Helen y Lamadrid Jordan, Marcel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE							
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													✓
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													✓
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													✓
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													✓
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													✓
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													✓
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													✓
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													✓
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													✓

IX. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

95 %

X. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Si

95 %

Lima, 19 de mayo del 2020

Dr. Cesar Eduardo Jiménez Calderón
C.P. 42355

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
DNI No..... Telf:.....



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Ordoñez Galvez, Juan Julio
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de ubicación de la zona de estudio
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Ninalaya Ayra, Helen y Lamadrid Jordán, Marcel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE					ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100		
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
NO

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 06 de mayo del 2020

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 Dr. Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI N° 68447308. Tel.: 528 1648...



SOLICITUD: Validación de instrumento de recojo de información.

Dr. Ordoñez Galvez, Juan Julio

Nosotros Ninalaya Ayra, Helen y Lamadrid Jordán, Marcel identificados con DNI N°72281472 y N°77083091 respectivamente, alumnos de la EAP de Ingeniería Ambiental, a usted con el debido respeto nos presentamos y le manifestamos:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que se viene elaborando titulada: "Sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 con relación a abastecimiento de la población de Carnuamayo, Junín, 2020", solicitamos a Ud. se sirva a validar los instrumentos que se adjunta bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto se adjunta los siguientes documentos:

- Matriz de operacionalización de variables
- Instrumento
- Ficha de evaluación

Por tanto:

A usted, rogamos acceder a nuestra petición.

Lima, 05 mayo del 2020

Ninalaya Ayra, Helen

Lamadrid Jordán, Marcel



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Ordoñez Galvez, Juan Julio
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de datos de temperatura, precipitación y población censada
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: Nimalaya Aym, Helen y Lamadrid Jordán, Marce

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE					ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100		
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													X		
5. SUFFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													X		
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													X		

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 06 de mayo del 2020

Dr. Juan Julio Ordoñez Galvez

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
DNI No...08447308. Telf.:528 1648...



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Ordoñez Galvez, Juan Julio
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro para la toma de muestras de agua, suelo y cobertura vegetal
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: Nimalaya Aym, Helen y Lamadrid Jordán, Marce

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE					ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100		
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													X		
5. SUFFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													X		
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													X		

V. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

VI. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 06 de mayo de 2020

Dr. Juan Julio Ordoñez Galvez

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
DNI No 08447308. Telf.:5281648

Anexo 9. Registros fotográficos laguna Yanacocha – Junín



Laguna Yanacocha - Junín



Canal hacia Carhuamayo



Flora y fauna del entorno de la laguna



Pasivos mineros no rehabilitados



Orilla de la laguna Yanacocha

Anexo 10. Autorización de la Municipalidad Distrital de Carhuamayo



Municipalidad Distrital de Carhuamayo
Gestión Edil 2019 - 2022
Orden y Firmeza



“Año de la Lucha Contra la Corrupción y la Impunidad”

CONSTANCIA DE AUTORIZACIÓN

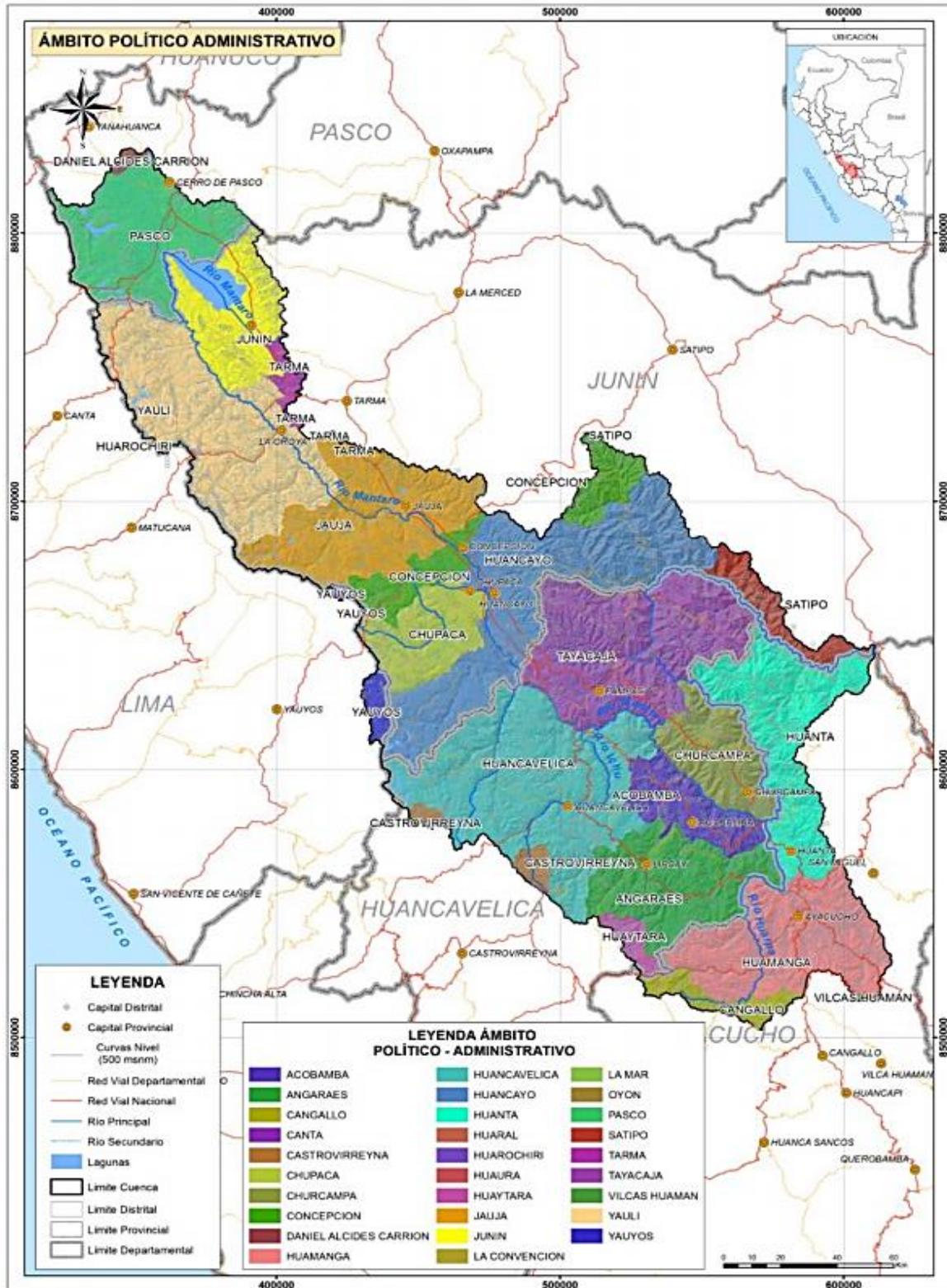
La Alcaldesa de la Municipalidad Distrital de Carhuamayo, autoriza a:

NINALAYA AYRA, Helen Patricia con código de matrícula N.º 6700285737 y LAMADRID JORDAN, Marcel Jorge con código de matrícula N.º 6700279972, estudiantes de pregrado de la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Cesar Vallejo - Lima - Norte, para que puedan realizar el levantamiento de información en campo, así como las facilidades para realizar la tesis titulada “Sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 con relación al abastecimiento de la población de Carhuamayo, Junín, 2020”.

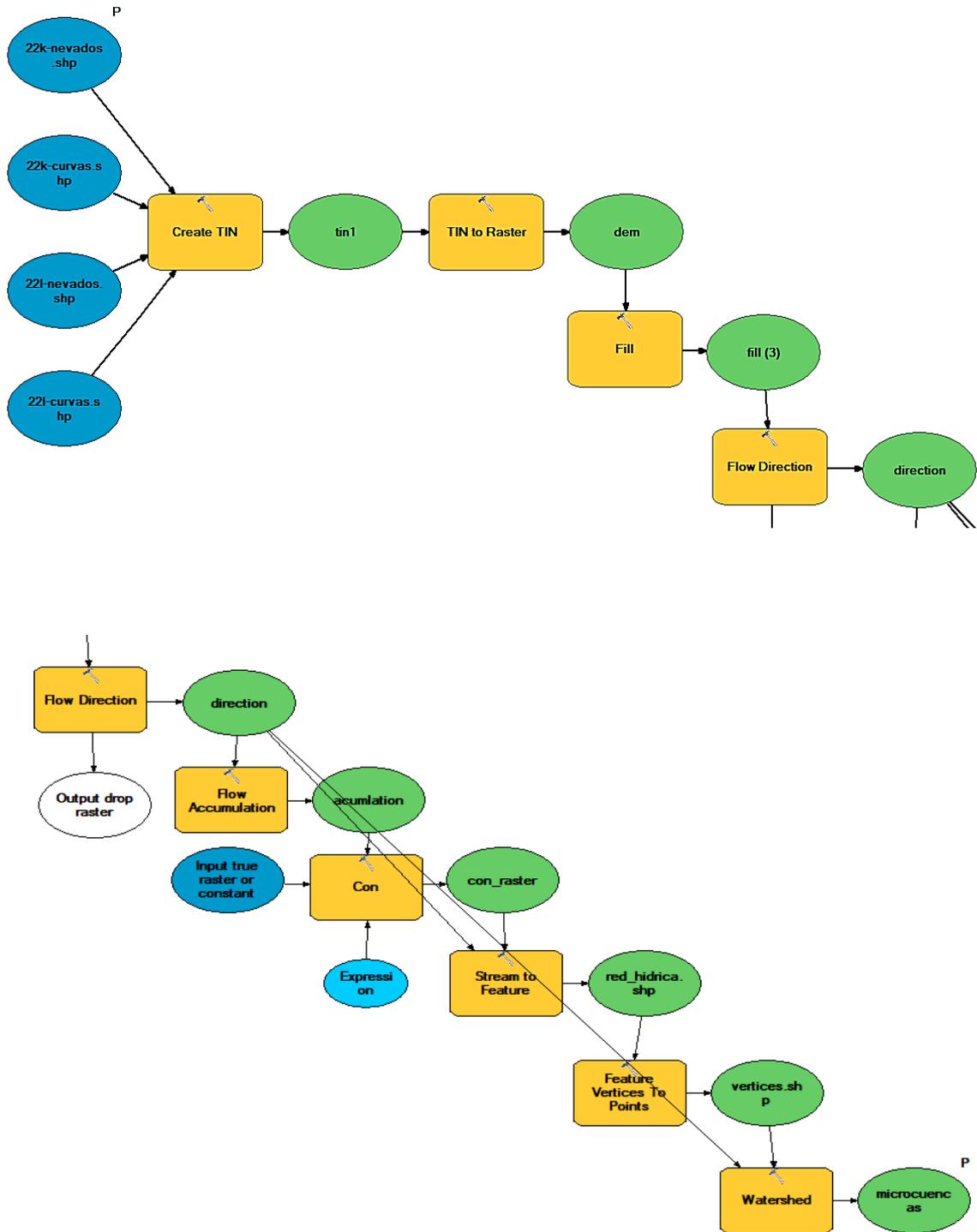
Carhuamayo, Diciembre 17 de 2019



Anexo 11. Demarcación política de la cuenca del Mantaro



Anexo 12. Modelo para generar la microcuencia



Fuente: Elaboración propia (2020)

Anexo 13. Requisitos mínimos para ensayos de muestra de agua

Parámetro	Tipo de envase	Condicionamiento del frasco	Tamaño de la muestra	Condiciones de almacenamiento y preservación	Tiempo máximo almacenamiento
Físicos y químicos					
pH	Plástico o vidrio	Enjuagar 3 veces el frasco	100 mL	Analizar inmediato y Refrigerar $\leq 6^{\circ}\text{C}$	15 minutos
Turbidez	Plástico pavonado o vidrio ámbar	Enjuagar 3 veces el frasco	100 mL	Refrigerar $\leq 6^{\circ}\text{C}$	48 horas
Oxígeno disuelto	Botella de Winkler	Enjuagar 3 veces el frasco	500mL	Fijar el oxígeno con 1 mL del reactivo I (Sol. MnSO_4) y 1mL del reactivo II (Álcali Yoduro), almacenar en botellas oscuras.	4 días
DBO_5	Plástico o vidrio	Enjuagar 3 veces el frasco	1 L	Llenar el frasco sin dejar burbujas y sellarla. Almacenarla en botellas oscuras. Refrigerar $\leq 6^{\circ}\text{C}$	24-48 horas
Microbiológico					
Coliforme termotolerantes	Plástico o Vidrio estéril	No es necesario enjuagar	250 mL	Refrigerar $\leq 10^{\circ}\text{C}$, sin congelar. No llenar completamente el frasco, dejar al menos 2.5 cm de espacio.	24 horas

Fuente: ALAB (2020)

Anexo 14. Cadena de custodia de agua – ALAB

CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ AGUA		S: FC-026-21.4.2 H: M: 2019-Sep-07																	
Datos del cliente Razón Social: Persona de contacto: HELEN NINALAYA AVRA Correo / Teléfono: 991242925 Nombre del proyecto: TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LAGUNA YANACOCHA		Orden de servicio: 05-20-0275 Plan de Monitoreo: Cadena de custodia: LAGUNA YANACOCHA Pág. 1 de 1 Informe de ensayo: IC-20-0982 Procedencia o lugar de muestreo: LAGUNA YANACOCHA - CARHUAYAN - JUN																	
Presencia																			
Item	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	Muestreo	Clasificación		Ubicación	N° Frascos		Turb. des	PH	OD	OROS	Col. Fecal	PARAMETRO IN SITU				OBSERVACIONES	
				Grupo	Sub-grupo		Coordenadas (UTM)	V						P	T° Mts (°C)	pH (Unidad de pH)	Salinidad (ppt)		CE (us/cm)
1	AL-01	H-20 02814	F: 5/02/2020 H: 7:50 am	AN	Superficial	N: 8199082.8 E: 391114.01	X	X	X	X	X	X							AGUA COLOR TRANSPARENTE INODORO
2	AL-02	H-20 02815	F: 5/02/2020 H: 11:25 am	AN	Superficial	N: 8298642.0 E: 391228.0	X	X	X	X	X	X							AGUA TRANSPARENTE INODORO
3	AL-03	H-20 02816	F: 5/02/2020 H: 12:00 pm	AN	Superficial	N: 8297372.76 E: 391825.95	X	X	X	X	X	X							AGUA TRANSPARENTE INODORO
4	AL-04	H-20 02817	F: 5/02/2020 H: 12:30 pm	AN	Superficial	N: 8294108.0 E: 392112.0	X	X	X	X	X	X							AGUA TRANSPARENTE INODORO
5			F: H:			E: N:													
6			F: H:			E: N:													
7			F: H:			E: N:													

Descripción de equipos utilizados: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Item</th> <th>Código interno del equipo</th> <th>Nombre de equipo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo	1			2			3			4			5			6			7			8			Clasificación de la Matriz Agua, Ref: MTP 214.042 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>GRUPO</th> <th>SUB-GRUPO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AM: Agua Helada</td> <td>SISTEMAS Muestras - Termos</td> </tr> <tr> <td>AS: Agua Residua</td> <td>SUPERFICIAL Río, Lago, Laguna Residuo Ambiental</td> </tr> <tr> <td>AR: Agua de Uso y Consumo Público</td> <td>DOMESTICA - INDUSTRIAL - MUNICIPAL</td> </tr> <tr> <td>AB: Agua de Frio</td> <td>BIEDA (Piscina, Insa, Evaporador) TERCER Y CUARTO NIVEL</td> </tr> <tr> <td>AP: Agua de Pocos</td> <td>MINI - SALDRES - SALMUERA - AGUA INYECCION Y REINYECCION</td> </tr> <tr> <td></td> <td>CIRCULACION EMPUJAMIENTO - AGUA DE CALORIAS ALIMENTACION DE CALIFORNIA - AGUA DE RESERVA AGUA PURIFICADA - AGUA DE INYECCION Y REINYECCION</td> </tr> </tbody> </table>		GRUPO	SUB-GRUPO	AM: Agua Helada	SISTEMAS Muestras - Termos	AS: Agua Residua	SUPERFICIAL Río, Lago, Laguna Residuo Ambiental	AR: Agua de Uso y Consumo Público	DOMESTICA - INDUSTRIAL - MUNICIPAL	AB: Agua de Frio	BIEDA (Piscina, Insa, Evaporador) TERCER Y CUARTO NIVEL	AP: Agua de Pocos	MINI - SALDRES - SALMUERA - AGUA INYECCION Y REINYECCION		CIRCULACION EMPUJAMIENTO - AGUA DE CALORIAS ALIMENTACION DE CALIFORNIA - AGUA DE RESERVA AGUA PURIFICADA - AGUA DE INYECCION Y REINYECCION	Leyenda V: Vaso P: Plástico T° Mts: Temperatura de Muestra T° Amb: Temperatura ambiente CE: Conductividad Eléctrica OD: Oxígeno Disuelto		Muestreado por: <input type="checkbox"/> ALAB <input checked="" type="checkbox"/> Cliente
Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo																																													
1																																															
2																																															
3																																															
4																																															
5																																															
6																																															
7																																															
8																																															
GRUPO	SUB-GRUPO																																														
AM: Agua Helada	SISTEMAS Muestras - Termos																																														
AS: Agua Residua	SUPERFICIAL Río, Lago, Laguna Residuo Ambiental																																														
AR: Agua de Uso y Consumo Público	DOMESTICA - INDUSTRIAL - MUNICIPAL																																														
AB: Agua de Frio	BIEDA (Piscina, Insa, Evaporador) TERCER Y CUARTO NIVEL																																														
AP: Agua de Pocos	MINI - SALDRES - SALMUERA - AGUA INYECCION Y REINYECCION																																														
	CIRCULACION EMPUJAMIENTO - AGUA DE CALORIAS ALIMENTACION DE CALIFORNIA - AGUA DE RESERVA AGUA PURIFICADA - AGUA DE INYECCION Y REINYECCION																																														
Observaciones de recepción de muestras:		Recepción de muestra: RECEPCIÓN DE MUESTRAS 06 FEB 2020 10:20		Condiciones de recepción: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Temperatura de conservación</th> <th>T amb (°C)</th> <th>T mb (°C)</th> <th>C</th> <th>NC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td>30</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Temperatura de conservación	T amb (°C)	T mb (°C)	C	NC			30																																		
Temperatura de conservación	T amb (°C)	T mb (°C)	C	NC																																											
		30																																													
		Código de equipo de verificación: GL-CAB-06		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>C</th> <th>NC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Embalaje adecuado de muestras:</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">/</td> </tr> <tr> <td>Registro correcto de cadena:</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">/</td> </tr> </tbody> </table>			C	NC	Embalaje adecuado de muestras:	C	/	Registro correcto de cadena:	C	/																																	
	C	NC																																													
Embalaje adecuado de muestras:	C	/																																													
Registro correcto de cadena:	C	/																																													



CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ AGUA

L: FC-0PE-2T-A2
R: 01
LV: 2018-Sep-3T

Datos del cliente

Razón Social:
Persona de contacto: Helen Ninalaya Ayra
Nombre del proyecto: Trabajo de Investigación de Laguna Yanacocha

Orden de servicio: 05-20-0643
Plan de Monitoreo:
Cadena de custodia: EC-20-1897 Pag. 1 de 1
Informe de ensayo: IG-20-1894
Procedencia o lugar de muestra: Laguna Yanacocha - Conchamayo - Junin

Table with columns: Descripción de la muestra (Punto de muestreo, Código de laboratorio, Muestreo), Clasificación (Grupo, Sub-grupo), Ubicación (Coordenadas UTM), N° Frascos (V, P), Parámetros de ensayo (Turbidez, PH, OD, DBO5, Col. Total), Parámetro in situ (T° Mts, pH, CE, OD, Cloro Libre, Cloro Total), Observaciones.

Descripción de equipos utilizados:

Table with columns: Item, Código interno del equipo, Nombre de equipo

Clasificación de la Matriz Agua, Ref: NTP 214.042

Table with columns: Grupo, Sub-Grupo, and list of water types (Agua Mineral, Agua Potable, etc.)

Leyenda

Legend table with symbols and descriptions: V Vidrio, P Plástico, T° Mts Temperatura de Muestra, etc.

Muestreado por: ALAB Cliente

Condiciones de recepción:

Table with columns: Temperatura de conservación, T amb, T ref, C, NC, Código de equipo de verificación, Embalaje adecuado de muestras, Registro comedido de cadena.

Muestreado por: Marcel Comandrid
Cliente: Helen Ninalaya Ayra
Fecha Hora: 15/03/2020 9:00 am
Firma: Marcel Comandrid



Anexo 16. Análisis de agua del laboratorio acreditado ALAB



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACION INACAL - DA
CON EL REGISTRO N° LE - 096



INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-0982

I.- DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: HELEN PATRICIA NINALAYA AYRA /MARCEL JORGE LAMADRID JORDAN
2.-DIRECCIÓN	: AV. CASCANUECES URB. LOS CEDROS MZ. E-10 LT. 24 /URB. SAN VALENTIN MZ. D LI.14 S.M.P
3.-PROYECTO	: TESIS "SOSTENIBILIDAD HÍDRICA DE LA LAGUNA YANACOCCHA AL 2030 CON RELACIÓN AL ABASTECIMIENTO DE LA POBLACIÓN DE CARHUAMAYO, JUNÍN, 2020"
4.-PROCEDENCIA	: LAGUNA YANACOCCHA- CARHUAMAYO- JUNIN
5.-SOLICITANTE	: HELEN PATRICIA NINALAYA AYRA
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: OS-20-0275
7.-PLAN DE MONITOREO	: MUESTREO PUNTUAL - TÉCNICA DE CUADRILLA.
8.-MUESTREADO POR	: EL CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2020-02-14

II.-DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: AGUA
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 4
3.-FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 2020-02-06
4.-PERIODO DE ENSAYO	: 2020-02-06 al 2020-02-14


José Luis Chipana Chipana

Químico
Director Técnico
CQP 1104


Lindsay Sidney Noé Cruz

Por Supervisora de Microbiología y Parasitología

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-0982

III.-METODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TITULO
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) ²	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F.2, 23rd Ed. 2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
Demanda Bioquímica de Oxígeno ¹	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Oxígeno Disuelto ¹	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O G, 23rd Ed. 2017	Oxygen (Dissolved). Membrana Electrode Method
pH ¹	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017	pH Value Electrometric Method
Turbidez ¹	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B 23rd Ed. 2017	Turbidity. Nephelometric Method.

¹EPA* : U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

²SMEWW* : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

¹ Ensayo Acreditado por el INACAL- DA

² Ensayo acreditado por el IAS

¹ El ensayo indicado no ha sido acreditado por el INACAL-DA

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-0982

IV. RESULTADOS

ITEM	1	2	3	4		
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-20-02814	M-20-02815	M-20-02816	M-20-02817		
CÓDIGO DEL CLIENTE	AL-01	AL-02	AL-03	AL-04		
COORDENADAS:	E: 0391114.01	E: 0391228.0	E: 0391885.95	E: 0392112.0		
UTM WGS 84:	N: 8799082.89	N: 8798647.0	N: 8799377.78	N: 8799108.0		
PRODUCTO:	AGUA NATURAL					
SUB-PRODUCTO:	SUPERFICIAL					
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	PROTOCOLO NACIONAL PARA EL MONITOREO DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HIDRICOS SUPERFICIALES - ANA (2016). (MUESTREO PUNTUAL – TÉCNICA DE CUADRILLA)					
MUESTREO	FECHA:	5/02/2020	5/02/2020	5/02/2020	5/02/2020	
	HORA:	10:50	11:25	12:00	12:30	
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M.	RESULTADOS			
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP)	NMP/100mL	1.8	11.0	4.5	4.5	2.0
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.0	4.2	5.9	5.5	<2.0
Oxígeno Disuelto ¹	mg/L	0.1	4.3	5.6	4.9	4.9
pH ¹	Unid. pH	0.01	8.50	8.54	8.52	8.53
Turbidez	NTU	0.01	1.00	0.90	0.90	1.80

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, *c* = Menor que el L.C.M.

¹ El ensayo indicado no ha sido acreditado por el INACAL-DA

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.

Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-1894

I.- DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: HELEN PATRICIA NINALAYA AYRA / MARCEL JORGE LAMADRID JORDAN
2.-DIRECCIÓN	: AV. CASCANUECES URB. LOS CEDROS MZ. E 10 LT. 24 / URB. SAN VALENTIN MZ. D LT.14 S.M.P
3.-PROYECTO	: TESIS "SOSTENIBILIDAD HÍDRICA DE LA LAGUNA YANACocha AL 2030 CON RELACIÓN AL ABASTECIMIENTO DE LA POBLACIÓN DE CARHUAMAYO, JUNÍN, 2020"
4.-PROCEDENCIA	: LAGUNA YANACocha – CARHUAMAYO – JUNÍN
5.-SOLICITANTE	: HELEN PATRICIA NINALAYA AYRA
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: OS-20-0645
7.-PLAN DE MONITOREO	: NO APLICA
8.-MUESTREO POR	: EL CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2020-05-04

II.-DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: AGUA
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 4
3.-FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 2020-03-16
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2020-03-16 al 2020-05-04


Marco A. Valencia Huerta

Ing. Químico
Gerente General
CIP 152207


Rosa Vilma Romo Salome

Biólogo
Supervisora de Microbiología y Parasitología
CBP 9568

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-1894

III.-METODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TITULO
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) ²	SMEWW-APHA-AWWA -WEF Part 9221 F.2, 23 rd Ed. 2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
Demanda Bioquímica de Oxígeno ¹	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Oxígeno Disuelto ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O G, 23rd Ed. 2017	Oxygen (Dissolved). Membrana Electrode Method
pH ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23 rd Ed. 2017	pH Value Electrometric Method
Turbidez ¹	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B 23rd Ed. 2017	Turbidity. Nephelometric Method.

"SMEWW" : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

¹ Ensayo Acreditado por el INACAL- DA

² Ensayo acreditado por el IAS

⁽¹⁾ El ensayo indicado no ha sido acreditado por el INACAL-DA e IAS

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-1894

IV. RESULTADOS

ITEM	1	2	3	4
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-20-05678	M-20-05679	M-20-05680	M-20-05681
CÓDIGO DEL CLIENTE:	AL-01	AL-02	AL-03	AL-04
COORDENADAS:	E: 391158.00	E: 391194.00	E: 391901.00	E: 392109.00
UTM WGS 84:	N: 8799089.00	N: 8799678.00	N: 8799337.00	N: 8799152.00
PRODUCTO:	AGUA NATURAL			
SUB PRODUCTO:	SUPERFICIAL			
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA			
MUESTREO	FECHA:	2020-03-15	2020-03-15	2020-03-15
	HORA:	09:58	10:30	11:00
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M.	RESULTADOS	
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP)	NMP/100mL	1.8	<1.8	<1.8
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.0	<2.0	<2.0
Oxígeno Disuelto	mg/L	0.1	7.8	7.7
pH	Unid. pH	0.01	7.98	7.90
Turbidez	NTU	0.01	0.90	0.70

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.

Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

"FIN DE DOCUMENTO"

Anexo 17. Análisis de suelo del laboratorio acreditado ALAB

	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON EL REGISTRO N° LE - 096	
		Registro N° LE - 096
INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-1010		
I.- DATOS DEL SERVICIO		
1.-RAZÓN SOCIAL	: HELEN PATRICIA NINALAYA AYRA / MARCEL JORGE LAMADRID JORDAN	
2.-DIRECCIÓN	: AV. CASCANUECES URB. LOS CEDROS MZ. E-10 LT. 24 / URB. SAN VALENTIN MZ. D.LT.14 S.M.P	
3.-PROYECTO	: TESIS "SOSTENIBILIDAD HIDRICA DE LA LAGUNA YANACOCCHA AL 2030 CON RELACION AL ABASTECIMIENTO DE LA POBLACION DE CARHUAMAYO, JUNIN, 2020"	
4.-PROCEDENCIA	: ENTORNO DE LAGUNA YANACOCCHA - CARHUAMAYO - JUNIN	
5.-SOLICITANTE	: HELEN PATRICIA NINALAYA AYRA	
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: OS-20-0275	
7.-PLAN DE MONITOREO	: MUESTREO DE IDENTIFICACIÓN (MI)	
8.-MUESTREADO POR	: EL CLIENTE	
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2020-02-19	
II.-DATOS DE ÍTEM DE ENSAYO		
1.-PRODUCTO	: SUELO	
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 4	
3.-FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 2020-02-07	
4.-PERIODO DE ENSAYO	: 2020-02-07 al 2020-02-19	
 José Luis Chipana Chipana Químico Director Técnico CQP 1104		
Prolongación Zarumilla Mz 2D lote 3 Bellavista - Callao Telf. +51 7130636 / 453 1389 / 940 598 588 Email. ventas@alab.com.pe www.alab.com.pe		
		Página 1 de 3

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-1010

III. METODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Conductividad ¹	NOM-021-RECNAT-2000 /AS-18	Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos.
Materia Orgánica ¹	NOM-021-RECNAT-2000 AS-07	Materia organica
Potencial de hidrógeno ¹	EPA SW-848, Method 9045D, Revision 4	Soil and waste pH

¹EPA¹ : U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

²NOM² : Norma Oficial Mexicana

¹ Ensayo Acreditado por el INACAL- DA

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-1010

IV. RESULTADOS

ITEM	1	2	3	4		
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-20-02876	M-20-02877	M-20-02878	M-20-02879		
CÓDIGO DEL CLIENTE	S-01	S-02	S-03	S-04		
COORDENADAS	E: 0392093.10	E: 0392569.37	E: 0391226.62	E: 390739.75		
UTM WGS 84	N: 8796896.73	N: 8799510.62	N: 8799419.16	N: 8798480.21		
PRODUCTO	SUELO					
INSTRUCTIVO DE MUESTREO	GUÍA PARA MUESTREO DE SUELOS DEL MINAN (2014) – TÉCNICA DE MUESTREO CUARTEO					
MUESTREO	FECHA	2020-02-04	2020-02-04	2020-02-04	2020-02-04	
	HORA	11:10	01:10	02:15	03:11	
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M.	RESULTADOS			
Conductividad	µS/cm	0.01	185.20	184.50	186.30	112.20
Materia Orgánica	%	0.1724	13.39	22.50	10.20	10.63
Potencial de hidrógeno	Unid. pH	0.01	6.82	7.58	7.95	7.03

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, *C* = Menor que el L.C.M.

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.

Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

"FIN DE DOCUMENTO"

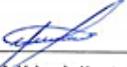
INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-1897

I.- DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: HELEN PATRICIA NINALAYA AYRA / MARCEL JORGE LAMADRID JORDAN
2.-DIRECCIÓN	: AV. CASCANUECES URB. LOS CEDROS MZ. E-10 LT. 24 / URB. SAN VALENTIN MZ. D LT.14 S.M.P
3.-PROYECTO	: TESIS "SOSTENIBILIDAD HÍDRICA DE LA LAGUNA YANACOCCHA AL 2030 CON RELACIÓN AL ABASTECIMIENTO DE LA POBLACIÓN DE CARHUAMAYO, JUNÍN, 2020"
4.-PROCEDENCIA	: ENTORNO DE LAGUNA YANACOCCHA - CARHUAMAYO - JUNIN
5.-SOLICITANTE	: HELEN PATRICIA NINALAYA AYRA
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: OS-20-0845
7.-PLAN DE MONITOREO	: MUESTREO DE IDENTIFICACIÓN (MI)
8.-MUESTREADO POR	: EL CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2020-04-26

II.-DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: SUELO
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 4
3.-FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 2020-03-16
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2020-03-16 al 2020-04-26


Marco A. Valencia Huerta
Ing. Químico
Gerente General
N° CIP 152207

Prolongación Zarumilla Mz 2D lote 3 Bellavista - Callao
Telf. +51 7130636 / 453 1389 / 940 598 588
Email. ventas@alab.com.pe
www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-1897

III.-METODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Conductividad ¹	NOM-021-RECNAT-2000 (AS-18)	Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos.
Materia Orgánica ¹	NOM-021-RECNAT-2000 AS-07	Materia organica
Potencial de hidrógeno ¹	EPA SW-846, Method 9045D, Revision 4	Soil and waste pH

¹EPA¹ : U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

¹NOM¹ : Norma Oficial Mexicana

¹ Ensayo Acreditado por el INACAL- DA

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-1897

IV. RESULTADOS

ITEM	1	2	3	4		
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-20-05688	M-20-05689	M-20-05690	M-20-05691		
CÓDIGO DEL CLIENTE	S-01	S-02	S-03	S-04		
COORDENADAS	E: 0390900.49	E: 0391540.15	E: 0390691.66	E: 0392055.71		
UTM WGS 84	N: 8799520.51	N: 8799809.47	N: 8799100.90	N: 8799735.29		
PRODUCTO:	SUELO					
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	GUÍA PARA MUESTREO DE SUELOS DEL MINAN (2014) – TÉCNICA DE MUESTREO CUARTEO					
MUESTREO	FECHA:	2020-03-15	2020-03-15	2020-03-15	2020-03-15	
	HORA:	12:15	12:40	13:10	13:40	
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M.	RESULTADOS			
Conductividad	µS/cm	0.01	504.00	145.00	205.60	203.00
Materia Orgánica	%	0.1724	2.75	4.45	7.43	11.50
Potencial de hidrógeno	Unid. pH	0.01	8.27	8.17	7.97	7.82

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, *<= Menor que el L.C.M.

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.

Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

"FIN DE DOCUMENTO"

RESULTADO DE ANALISIS SUELO: CLASE DE TEXTURA

Muestra: Suelo

Procedencia: Entorno de la laguna Yanacocha- Carhuamayo- Junin-Perú-2020.

Lugar de Análisis: Laboratorio de Edafología y Suelos - Universidad Cesar Vallejo. Filial Norte-Lima.

Método de análisis: Análisis de textura de Tacto.

Tesistas: Ninalaya Ayra, Helen Patricia y Lamadrid Jordan, Marcel Jorge.

1. Determinación de clase de textura.

Responsable: Ninalaya Ayra, Helen

Temperatura de conservación: Ambiente.

Tipo de muestreo: Aleatorio

Muestra: Suelo

Método de muestreo: Cuarteo

Punto de Muestreo	Muestreo	Ubicación Coordenadas (UTM)	Parámetros de ensayo	
			Clase de textura	Observaciones
S-01	F: 4/02/2020	N: 8798896,73	Franco limoso	Suelo húmedo, color marrón oscuro con abundante raíz
	H: 11:10	E: 392093.10		
S-02	F: 4/02/2020	N: 8799510.62	Arcillo arenoso	Suelo húmedo, color marrón oscuro
	H: 13:10	E: 392569.37		
S-03	F: 4/02/2020	N: 8799419.16	Arcillo limoso	Suelo húmedo, color marrón oscuro
	H: 14:15	E: 391226.62		
S-04	F: 4/02/2020	N: 8798480.21	Arcillo limoso	Suelo seco, color marrón oscuro con abundante raíz
	H: 15:11	E: 390739.75		
S-05	F: 15/03/2020	N: 8799520.51	Arcillo arenoso	Suelo húmedo, color marrón oscuro
	H: 12:15	E: 390900.49		
S-06	F: 15/03/2020	N: 8799809.47	Arcillo limoso	Suelo seco, color marrón claro
	H: 12:40	E: 391540.15		
S-07	F: 15/03/2020	N: 8799100.90	Franco limoso	Suelo seco, color marrón claro
	H: 13:10	E: 390691.66		
S-08	F: 15/03/2020	N: 8799735.29	Arcillo limoso	Suelo seco, color marrón claro con abundante raíz
	H: 13:40	E: 392055.71		

NOTA: Cantidad de muestra por punto: 2 kg, almacenado en bolsas Ziploc 5x6 / 7x10. Adecuadamente almacenadas.


Qco. Sigfredo Alexander Quimbaya Paetán

Sigfredo A. Quimbaya Paetán
QUIMICO
CQP 536

GERENCIA GENERAL DEL SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ – SENAMHI
Presente. –

Marcel Jorge Lamadrid Jordan con N° DNI: 77083091, Dirección: Urb. San Valentin Mz. D Lt.14 S.M.P - Lima, Telf. 980236190 y correo electrónico: marceljorgelama@gmail.com; estudiante de Pregrado de la Universidad Cesar Vallejo – Lima Norte de la carrera de Ingeniería Ambiental.

Ante usted me presento y expongo:

Que, para la obtención del título profesional de pregrado en la carrera antes mencionada me encuentro en la realización de la tesis titulada: **"Sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 con relación al abastecimiento de la población de Carhuamayo, Junín, 2020"**. Esta tesis de investigación se realiza en el departamento de Junín, distrito de Carhuamayo, en donde la laguna Yanacocha es la única fuente de suministro del recurso hídrico para los pobladores, que en caso de verse afectada (disminución o desaparición), los 6638 habitantes (INEI, 2018) se verían seriamente afectados. Por ello la importancia de conocer la sostenibilidad de esta laguna en el tiempo proyectado y contribuir con esta investigación en su conservación. Asimismo, la investigación se fundamenta en distintos aspectos como: la línea base de la laguna y su entorno, crecimiento poblacional (INEI), datos de precipitación y temperatura (SENAMHI) y encuestas a la población de Carhuamayo respecto a la cultura del agua. En ese sentido, se solicita a su digna persona brindar datos hidrometeorológicos de temperatura y precipitación de la Estación Junín por ser la más cercana al lugar de estudio, para poder realizar las proyecciones de ambos parámetros al año 2030 y con dicha información se determinará la sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha hasta ese año.

Solicito la siguiente información:

ESTACIÓN	PARÁMETROS	ESCALA	PERÍODOS
JUNIN Long. 75 ° 59 - Lat. 11 ° 8 Alt. 4120 m.s.n.m. Dist. JUNIN Prov. JUNIN Dpto. JUNIN	PRECIPITACION TOTAL	MENSUAL	2006 - 2019
	TEMPERATURA MÁXIMA	MENSUAL	2006 - 2019
	TEMPERATURA MÍNIMA	MENSUAL	2006 - 2019
	MEDIA MENSUAL	MENSUAL	2006 - 2019

Por lo expuesto, agradeceré a usted atender lo solicitado.

Lima, 13 de enero del 2020

.....
Marcel Jorge Lamadrid
Firma del Usuario



0141414 anexo 457
Jug. Gamane



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Los Olivos, 09 de enero del 2020

CARTA N° 006-2020-UCV-CAP/IN

Señor:
Ing. JOSÉ PERCY BARRÓN LÓPEZ
Gerente General
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI)
Jr. Cahuipe 785, Jesús María
Presente. –

**ASUNTO: SOLICITO RECOPIACIÓN DE DATOS
HIDROMETEOROLÓGICOS**

Por medio del presente, es grato dirigirme a Usted a fin de saludarlo muy cordialmente y a la vez presentar el siguiente estudiante, que se encuentran cursando la carrera de Ingeniería Ambiental.

APELLIDOS Y NOMBRES	DNI
LAMADRID JORDAN, MARCEL JORGE	77083091

En tal sentido recurrimos a usted para solicitar la autorización para la recopilación de datos hidrometeorológicos de la Estación Junín para el desarrollo de su tesis titulada: **"Sostenibilidad Hídrica de la Laguna Yanacocha al 2030 con Relación al Abastecimiento de la Población de Carhuamayo, Junín 2020"**, ya que es importante dicha información para el trabajo de investigación, la cual cumple con el programa de estudios.

Seguro de contar con su apoyo, aprovecho la oportunidad para expresarle las muestras de mi especial consideración y estima.

Atentamente,



.....
Mgtr. Verónica Tello Mendivil
Coordinadora
Escuela Profesional de Ing. Ambiental
Universidad César Vallejo - Lima Norte



Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



GERENCIA GENERAL DEL SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERU - SENAMHI
Presente. -

Marcel Jorge Lamadrid Jordan con N° DNI: 77083091, Dirección: Urb. San Valentín Mz. D Lt.14 S.M.P - Lima, Telf: 980236190 y correo electrónico: marceljorgelama@gmail.com; estudiante de Pregrado de la Universidad Cesar Vallejo - Lima Norte de la carrera de Ingeniería Ambiental.

Ante usted me presento y expongo;

Que, para la obtención del título profesional de pregrado en la carrera antes mencionada me encuentro en la realización de la tesis titulada: **"Sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha al 2030 con relación al abastecimiento de la población de Carhuamayo, Junín, 2020"**. Esta tesis de investigación se realiza en el departamento de Junín, distrito de Carhuamayo, en donde la laguna Yanacocha es la única fuente de suministro de recurso hídrico para los pobladores, que en caso de verse afectada (disminución o desaparición), los 6638 habitantes (INEI, 2018) se verían seriamente afectados. Por ello la importancia de conocer la sostenibilidad de esta laguna en el tiempo proyectado y contribuir con esta investigación en su conservación. Asimismo, la investigación se fundamenta en distintos aspectos como: la línea base de la laguna y su entorno, crecimiento poblacional (INEI), datos de precipitación y temperatura (SENAMHI) y encuestas a la población de Carhuamayo respecto a la cultura del agua. En ese sentido, se solicita a su digna persona brindar datos hidrometeorológicos con *control de calidad* de temperatura y precipitación de algunas estaciones cercanas al lugar de estudio, para poder realizar las **proyecciones** de ambos parámetros al año 2030 así como el **mapa de isolinias de precipitación** y con dicha información se determinará la sostenibilidad hídrica de la laguna Yanacocha.

Solicito la siguiente información:

ESTACIÓN	PARÁMETROS	ESCALA	PERÍODOS
JUNIN Long. 75°59'19,6" Lat. 11°8'35,8" Alt. 4120 m.s.n.m. Dist. JUNIN Prov. JUNIN Dpto. JUNIN	PRECIPITACION TOTAL MENSUAL	MENSUAL	1970 - 2006
	TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA MENSUAL	MENSUAL	1970 - 2006
	TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA MENSUAL	MENSUAL	1970 - 2006
CARHUACAYAN Long. 76° 17'6.17" Lat. 11°12'9.62" Alt. 4127 m.s.n.m. Dist. SANTA BARBARA DE CARHUACAYAN Prov. YAULI Dpto. JUNIN	PRECIPITACION TOTAL MENSUAL	MENSUAL	1970 - 2019
	TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA MENSUAL	MENSUAL	1970 - 2019
	TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA MENSUAL	MENSUAL	1970 - 2019

ESTACIÓN	PARÁMETROS	ESCALA	PERÍODOS
YANTAC Long. 76°24'16.31" Lat. 11°20'44.97" Alt. 4617 m.s.n.m. Dist. MARCAPOMACOCHA Prov. YAULI Dpto. JUNIN	PRECIPITACION TOTAL MENSUAL	MENSUAL	1970 - 2019
	TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA MENSUAL	MENSUAL	1970 - 2019
	TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA MENSUAL	MENSUAL	1970 - 2019
LA OROYA Long. 75°57'34" Lat. 11°34'7" Alt. 3910 m.s.n.m. Dist. SANTA ROSA DE SACCO Prov. YAULI Dpto. JUNIN	PRECIPITACION TOTAL MENSUAL	MENSUAL	1970 - 2019
	TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA MENSUAL	MENSUAL	1970 - 2019
	TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA MENSUAL	MENSUAL	1970 - 2019
CERRO DE PASCO Long. 76°15'1" Lat. 10°41'37" Alt. 4260 m.s.n.m. Dist. CHAUPIMARCA Prov. PASCO Dpto. PASCO	PRECIPITACION TOTAL MENSUAL	MENSUAL	1970 - 2019
	TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA MENSUAL	MENSUAL	1970 - 2019
	TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA MENSUAL	MENSUAL	1970 - 2019

Por lo expuesto, agradeceré a usted atender lo solicitado.

Lima, 12 de febrero del 2020



Firma del Usuario

Anexo 19. Confirmación de entrega de datos meteorológicos

TESISTA MARCEL JORGE LAMADRID JORDAN   

Luis Felipe Gamarra Chavarry (UACOB) -lgamarra@senamhi.gob.pe
 para mí, xt ellom, Manuel, Milagros    📧 20 Feb. 2020 14:47

TESISTA MARCEL JORGE LAMADRID JORDAN:

Reciba el cordial saludo del SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERU - SENAMHI, a fin de remitirle los datos mensuales de las estaciones JUNIN, CARHUACAYAN, YANTAC, LA OROYA Y CERRO DE PASCO, solicitadas según el expediente N° 1219, a la espera de su confirmación en cuanto a la recepción del presente y hacerle recordar que una vez concluida y aprobada su tesis hacer llegar un ejemplar para nuestra biblioteca especializada, saludos.

Exp. 1219



Luis Felipe Gamarra Chavarry
DIRECTOR DE FUNDAMENTO, COORDINACIÓN Y CONTROL
GERENCIA GENERAL
SENAMHI - PERÚ

D. A. Cabaide TIS, Jesús Melis - Um
E: 011 514141 Areco - C.
E: lgamarra@senamhi.gob.pe
W: www.senamhi.gob.pe

SENAMHI es una institución reconocida con el nivel de entidad de gobierno sub-central por sus actividades asociadas. [Pulsar](#) - [Noticia](#)

5 archivos adjuntos



Anexo 20. Precipitación mensual (mm/mes) del periodo 1970-2019

UNIDAD DE ATENCIÓN AL CIUDADANO Y GESTIÓN DOCUMENTAL - SENAMHI

CUENCA HIDROGRÁFICA: RÍO MANTARO VARIABLE: PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm)
 ESTACIÓN: YANTAC DPTO: JUNÍN
 CÓDIGO: 155121

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

LONG: 76° 24' 16.31"
 ALT: 4617 MSNM
 LAT: 11° 20' 44.97"

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	SUMA ANUAL
1970	190.50	121.90	93.60	174.60	35.70	10.30	8.20	5.60	75.10	47.30	37.00	161.90	961.70
1971	80.00	147.50	155.60	50.00	9.50	1.00	4.60	9.70	27.20	102.90	32.80	159.70	780.50
1972	129.90	121.50	176.60	115.50	5.80	26.00	36.20	8.50	75.80	60.00	49.30	106.00	911.10
1973	208.30	153.00	157.70	110.80	43.50	11.60	12.50	15.10	61.60	85.40	65.70	128.90	1054.10
1974	136.60	187.50	108.60	96.00	3.10	8.30	10.20	43.20	62.90	18.40	26.40	31.20	732.40
1975	145.90	235.60	346.80	61.70	318.20	29.20	0.00	38.40	101.90	139.10	99.80	152.00	1668.60
1976	285.80	165.40	172.10	54.00	45.50	9.30	12.30	16.70	42.80	23.30	37.80	98.70	963.70
1977	100.70	145.10	81.50	30.60	56.80	0.00	2.10	1.40	31.20	78.30	141.90	82.40	752.00
1978	131.10	147.20	135.70	26.80	3.70	28.80	26.40	40.40	66.40	29.30	73.40	130.00	839.20
1979	53.30	172.00	223.70	57.80	19.00	6.80	16.90	9.50	12.20	17.50	54.60	36.50	679.80
1980	45.60	89.40	211.00	25.20	19.80	5.20	23.90	6.80	53.50	145.90	100.10	72.60	799.00
1981	159.10	223.70	133.50	51.60	5.20	5.50	3.70	25.70	58.30	33.50	75.00	100.02	874.82
1982	70.10	84.40	67.60	43.20	3.00	0.70	11.90	36.10	26.30	57.40	88.60	66.50	555.80
1983	91.00	68.10	104.00	47.50	8.70	13.30	0.00	1.40	22.80	36.20	41.80	124.40	559.20
1984	82.70	174.90	157.00	27.70	19.80	14.60	3.40	6.40	32.30	40.20	23.00	22.80	604.80
1985	29.70	84.30	93.00	113.80	61.40	34.70	2.90	7.80	38.30	0.00	50.00	40.70	556.60
1986	55.20	75.00	98.10	45.40	19.70	0.00	17.90	15.60	17.60	16.60	36.50	78.40	476.00
1987	105.40	94.60	47.60	14.30	5.20	4.00	10.60	12.80	12.40	16.00	35.70	65.60	424.20
1988	108.10	138.30	83.40	73.60	8.80	0.00	0.60	2.00	4.90	33.90	30.10	93.60	577.30
1989	107.90	113.60	126.70	50.00	22.30	29.70	17.00	55.90	41.50	52.20	19.30	19.00	655.10
1990	111.10	21.50	65.40	29.20	44.10	69.90	3.90	16.90	42.30	97.90	97.80	91.50	691.50
1991	36.60	81.90	103.20	39.60	31.50	17.70	19.40	0.20	33.30	72.20	40.90	20.80	497.30
1992	34.50	51.00	106.50	40.40	13.40	17.80	11.30	24.50	8.50	70.90	40.70	2.70	422.20
1993	95.40	110.60	88.70	95.80	25.50	8.50	7.00	27.00	4.40	34.90	81.90	58.00	637.70
1994	92.40	90.50	103.70	60.20	25.60	9.80	9.10	16.70	31.60	35.80	64.20	78.40	618.00
1995	91.20	47.00	110.10	33.00	22.30	4.10	3.40	12.30	84.50	58.60	75.70	63.60	605.80
1996	117.80	124.50	98.90	60.10	23.40	0.50	1.10	21.20	47.00	52.30	56.00	99.50	702.30
1997	114.60	199.80	70.20	41.60	27.80	0.00	10.10	62.10	67.10	42.80	136.60	153.90	926.60
1998	167.50	175.30	138.80	50.70	5.30	30.70	0.00	24.50	39.00	108.90	41.20	84.20	866.10
1999	126.40	289.50	133.70	128.30	29.20	41.40	23.40	6.20	57.50	65.80	105.00	130.70	1137.10
2000	240.10	189.40	188.10	51.30	40.90	1.40	15.40	59.60	57.70	130.40	96.60	170.90	1241.80
2001	196.40	257.10	244.20	46.50	23.30	5.90	22.20	25.30	60.30	78.30	109.60	58.60	1127.70
2002	99.70	73.00	183.30	81.70	37.70	13.70	34.70	24.10	65.20	65.00	123.70	84.00	885.80
2003	98.60	166.10	185.80	105.60	43.10	9.90	11.00	32.10	22.40	35.50	74.10	213.90	998.10
2004	32.00	143.20	95.70	25.30	33.05	11.03	8.80	29.80	30.05	112.20	75.90	135.20	732.23
2005	75.90	130.00	114.00	43.90	14.70	6.10	2.00	20.70	24.00	33.10	33.40	120.90	618.70
2006	182.40	102.60	224.60	86.40	1.40	20.10	7.90	47.10	46.50	89.00	97.80	198.00	1103.80
2007	125.20	86.90	116.50	64.80	33.40	3.80	5.70	12.80	50.60	100.80	47.50	69.20	717.20
2008	155.70	150.80	119.70	56.60	5.70	10.80	10.40	13.40	22.50	77.70	70.00	72.50	765.80
2009	129.40	175.40	145.90	99.70	48.00	4.90	13.60	33.70	56.20	98.00	149.80	204.90	1159.50
2010	153.00	114.90	163.90	132.10	4.70	12.70	4.00	15.50	30.30	54.30	131.10	129.30	945.80
2011	120	139.5	151.7	58.2	22.9	0	28.4	10.7	67.2	49.7	90.3	124	862.60
2012	101.1	94	116.4	127.2	18.7	19.2	15.2	0	69.4	63.4	70	98	792.60
2013	104.6	107	142.5	38.4	29.4	33.4	32.5	8.4	31.8	103.9	60.3	100.4	792.60
2014	94.8	90.7	139	59.1	49.8	10.1	42.3	20.1	93	104.4	62.7	184.9	950.90
2015	130	143.2	186.7	108.7	61	38	10.1	51.2	60.9	90.5	126.9	163.5	1170.70
2016	52.3	167.3	126.6	99.2	40.8	16.6	21.1	3.1	65.8	97.6	27.5	133.7	851.60
2017	288.1	183.4	200.3	133.4	137	8.4	3.2	41.7	79.1	120.9	102	121.1	1418.60
2018	198.8	96.1	180	198.9	70.1	51.6	67.7	65.8	48	228.5	89.9	122.4	1417.80
2019	189.8	179	154	50.5	31.1	9.9	13.1	0	66.9	77.5	153.3	200.3	1125.40
PROMEDIO	121.45	134.48	139.44	70.33	34.19	14.54	13.59	21.71	46.56	69.68	73.02	105.20	
MÁXIMO	288.10	289.50	346.80	198.90	318.20	69.90	67.70	65.80	101.90	228.50	153.30	213.90	
MÍNIMO	29.70	21.50	47.60	14.30	1.40	0.00	0.00	0.00	4.40	0.00	19.30	2.70	

Valores completados: Promedio mensual

UNIDAD DE ATENCIÓN AL CIUDADANO Y GESTIÓN DOCUMENTAL - SENAMHI

CUENCA HIDROGRÁFICA: RÍO MANTARO

VARIABLE: PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm)

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

ESTACIÓN: CERRO DE PASCO

DPTO: PASCO

LONG: 76° 15' 1"

CÓDIGO: 593

ALT: 4260 MSNM

LAT: 10° 41' 37"

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	SUMA ANUAL
1970	119.55	108.60	109.75	53.08	33.96	23.69	13.60	27.91	44.22	77.51	94.81	93.39	800.07
1971	186.94	169.81	171.61	82.99	53.10	37.05	21.27	43.64	69.14	121.20	148.25	146.03	1251.02
1972	175.09	159.05	160.73	77.73	49.73	34.70	19.92	40.87	64.75	113.52	138.85	136.78	1171.74
1973	216.60	196.75	198.84	96.16	61.53	42.93	24.64	50.56	80.11	140.43	171.78	169.21	1449.56
1974	209.70	190.50	192.50	93.10	59.60	32.00	29.50	42.50	42.50	56.50	35.00	94.00	1077.40
1975	122.00	207.00	116.00	65.00	59.60	18.50	15.50	30.00	52.50	59.00	62.30	145.50	952.90
1976	151.80	137.89	139.35	67.39	43.12	30.09	17.27	35.44	56.14	98.42	120.38	118.59	1015.87
1977	145.07	131.78	133.18	64.41	41.21	28.75	16.51	33.87	53.65	94.05	115.05	113.33	970.85
1978	179.53	163.08	164.81	79.70	50.99	35.58	20.43	41.91	66.40	116.39	142.37	140.25	1201.43
1979	168.77	153.30	154.93	74.93	47.94	33.45	19.20	39.40	62.42	109.42	133.84	131.84	1129.45
1980	235.61	214.02	216.29	104.60	66.92	46.70	26.81	55.00	87.14	152.75	186.85	184.06	1576.75
1981	138.34	125.67	127.00	61.42	39.30	27.42	15.74	32.29	51.16	89.69	109.71	108.07	925.82
1982	76.55	69.53	70.27	33.98	21.74	15.17	8.71	17.87	28.31	49.63	60.71	59.80	512.28
1983	309.00	197.00	310.00	178.00	59.60	92.00	30.00	46.00	110.00	206.00	269.60	226.00	2033.20
1984	252.00	434.00	272.00	102.00	42.00	55.00	31.00	57.00	68.00	132.00	220.00	90.00	1755.00
1985	136.00	92.00	142.00	80.00	26.00	48.00	68.00	44.00	77.60	10.00	161.00	139.00	1023.60
1986	261.00	202.00	200.00	85.00	69.00	24.00	15.00	119.00	174.00	222.00	234.00	262.40	1867.40
1987	239.90	157.90	162.20	51.90	73.90	36.70	41.20	31.40	67.90	89.10	100.30	164.60	1217.00
1988	231.90	156.00	122.70	143.80	31.70	7.20	0.00	12.60	46.80	210.60	165.20	241.70	1370.20
1989	195.70	162.60	222.00	102.40	31.90	91.40	24.90	36.40	100.40	111.00	96.30	75.80	1250.80
1990	259.70	157.10	129.00	69.10	52.50	74.30	7.30	12.60	96.70	102.70	182.70	179.10	1322.80
1991	89.50	44.20	219.70	66.70	44.70	47.50	12.10	0.70	57.60	163.00	128.20	58.40	932.30
1992	100.00	78.10	106.00	76.00	8.50	29.90	3.20	48.50	62.60	93.20	24.60	163.80	794.40
1993	209.70	140.50	170.70	139.90	64.90	1.90	12.00	41.90	53.60	219.10	254.10	207.40	1515.70
1994	234.80	194.60	149.00	109.10	69.20	47.50	51.80	32.00	54.40	121.00	103.10	133.20	1299.70
1995	109.00	109.10	196.70	72.20	40.20	6.20	7.40	0.60	48.40	88.40	129.10	105.90	913.20
1996	209.71	190.50	192.52	93.10	59.57	41.56	23.86	48.96	77.56	135.96	166.31	163.83	1403.45
1997	209.70	190.50	192.50	93.10	59.60	41.60	23.90	49.00	25.00	72.80	125.30	131.60	1214.60
1998	91.50	214.20	110.50	72.20	14.50	11.40	0.00	1.50	25.40	130.50	103.70	69.00	844.40
1999	135.60	176.80	146.30	68.90	32.50	21.60	5.90	3.30	87.40	70.70	116.60	124.00	989.60
2000	189.10	153.10	132.50	42.80	43.60	5.50	11.40	29.00	25.10	118.20	48.20	144.00	942.50
2001	178.90	142.90	160.00	52.70	62.00	5.70	32.40	13.30	34.50	97.80	88.90	163.60	1032.70
2002	37.00	172.50	150.10	72.80	44.30	10.90	41.70	11.60	52.00	136.20	100.50	131.80	961.40
2003	124.20	125.60	174.70	114.00	39.20	26.20	5.00	20.20	50.70	24.80	98.40	141.90	944.90
2004	69.60	163.90	69.10	62.00	36.70	30.60	24.00	29.60	112.60	88.70	130.80	151.50	969.10
2005	93.60	138.40	159.20	53.30	12.20	6.80	7.80	20.30	32.20	79.70	85.90	85.30	774.70
2006	97.20	110.40	150.40	97.00	13.30	37.90	5.60	15.10	62.70	169.00	134.20	126.40	1019.20
2007	92.80	76.40	183.90	80.50	63.90	0.00	17.10	5.40	30.40	88.00	101.10	97.40	836.90
2008	135.80	94.10	50.20	63.70	11.60	26.80	6.20	13.20	58.40	103.30	68.80	83.00	715.10
2009	119.40	116.40	188.20	54.20	34.70	30.30	23.00	58.80	21.40	68.80	135.40	213.00	1063.60
2010	178.00	123.30	126.50	59.90	17.00	2.00	9.60	0.00	23.70	101.20	73.10	120.00	834.30
2011	165.80	164.00	149.30	65.70	25.60	0.00	15.60	12.90	60.30	74.00	76.50	191.70	1001.40
2012	152.60	166.60	88.40	104.70	44.20	16.60	5.70	7.30	53.60	106.80	116.70	203.80	1067.00
2013	190.40	134.70	177.00	85.30	46.70	26.60	21.40	35.60	52.50	168.30	77.80	119.20	1135.50
2014	200.00	165.20	156.00	71.10	45.20	22.00	19.70	8.30	73.70	63.40	92.90	124.90	1042.40
2015	139.00	65.00	130.50	98.00	43.10	15.70	19.50	8.90	56.60	76.30	124.40	120.90	897.90
2016	167.00	164.60	107.00	76.20	23.70	20.00	9.70	33.50	32.70	135.70	20.60	118.00	908.70
2017	160.30	180.20	134.20	88.80	66.90	0.50	7.70	7.10	57.10	58.30	122.00	115.90	999.00
2018	139.30	100.60	118.30	80.80	36.20	17.70	16.20	26.00	58.00	100.30	120.80	140.25	954.45
2019	366.00	313.60	324.70	149.50	79.50	12.20	21.80	9.70	50.90	125.70	178.90	455.60	2088.10
PROMEDIO	167.93	155.91	158.59	82.62	43.97	27.96	18.56	28.85	59.82	108.82	121.92	144.49	
MÁXIMO	366.00	434.00	324.70	178.00	79.50	92.00	68.00	119.00	174.00	222.00	269.60	455.60	
MÍNIMO	37.00	44.20	50.20	33.98	8.50	0.00	0.00	0.00	21.40	10.00	20.60	58.40	

Valores completados: Promedio mensual Plataforma SENAMHI

UNIDAD DE ATENCIÓN AL CIUDADANO Y GESTIÓN DOCUMENTAL - SENAMHI

CUENCA HIDROGRÁFICA: RÍO MANTARO
 ESTACIÓN: CARHUACAYAN
 CÓDIGO: 15511

VARIABLE: PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm)
 DPTO: JUNÍN

UBICACIÓN GEOGRÁFICA
 LONG: 76° 17' 6.17"
 ALT: 4127 MSNM
 LAT: 11° 12' 9.62"

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	SUMA ANUAL
1970	260.80	144.50	139.10	29.30	25.30	16.30	14.30	24.30	64.00	72.50	48.70	148.70	987.80
1971	47.10	194.30	109.70	31.30	22.50	6.10	5.00	45.60	36.30	124.90	55.10	126.50	804.40
1972	123.80	127.30	243.30	111.90	20.00	3.60	20.00	5.80	73.10	68.70	49.40	106.70	953.60
1973	183.10	192.60	151.00	89.90	24.90	17.30	37.10	25.50	66.40	130.70	102.20	144.70	1165.40
1974	130.00	226.80	91.50	72.60	5.30	21.20	16.80	45.40	45.60	50.10	48.50	88.10	841.90
1975	137.80	129.20	192.60	29.40	106.80	10.60	13.60	16.00	47.00	48.60	51.80	71.90	855.30
1976	163.60	151.60	160.30	60.40	57.10	12.10	5.30	14.59	46.05	10.90	78.80	54.60	815.34
1977	124.80	168.70	140.00	73.00	12.50	8.00	5.30	6.70	59.30	36.30	130.10	134.00	898.70
1978	151.10	162.30	84.00	56.80	21.40	12.60	22.40	26.40	89.90	96.90	117.90	55.40	897.10
1979	65.50	161.00	177.50	56.70	19.40	0.00	0.00	11.30	84.80	66.00	90.30	151.10	883.60
1980	130.20	93.90	213.50	14.60	34.90	0.00	4.10	6.40	19.00	172.60	90.10	86.90	866.20
1981	176.40	272.30	81.70	51.50	0.00	0.00	16.00	0.00	8.40	101.30	154.50	83.60	945.70
1985	130.40	150.00	148.40	74.50	35.00	14.05	13.00	16.00	45.14	0.00	73.50	139.30	839.29
1986	164.70	187.20	150.90	163.00	28.80	0.00	10.20	24.60	72.40	27.00	35.70	197.40	1061.90
1987	140.20	154.90	166.90	63.60	37.70	32.90	45.00	20.50	14.40	57.60	86.30	90.70	910.70
1988	204.10	95.60	85.70	63.10	36.10	4.30	0.00	0.00	0.00	84.90	84.00	110.00	767.80
1989	172.70	191.10	94.80	48.40	14.50	4.40	2.50	0.00	2.50	18.80	34.10	26.30	610.10
1990	63.20	39.80	47.20	13.80	40.60	31.40	22.50	11.60	87.10	60.40	48.80	51.10	517.50
1991	60.90	57.50	228.10	40.00	16.40	25.00	2.50	0.00	86.40	76.00	96.10	72.70	761.60
1992	15.90	97.90	174.10	43.00	4.50	24.00	3.60	0.00	0.00	164.00	69.00	49.00	645.00
1993	141.20	203.90	145.20	111.40	21.40	4.80	1.80	14.10	83.10	117.20	201.60	178.80	1224.50
1994	225.50	80.00	120.50	150.60	20.20	8.10	15.70	12.60	7.70	85.40	163.70	65.10	955.10
1995	96.40	129.50	159.00	107.10	29.90	0.00	0.00	3.80	31.30	121.00	79.90	125.00	882.90
1996	101.10	105.90	128.70	110.50	45.00	2.70	0.90	8.40	9.20	42.40	85.00	102.70	742.50
1997	119.30	242.60	98.10	61.50	5.90	8.30	6.50	0.00	45.50	28.10	90.60	115.20	821.60
1998	110.00	160.50	127.20	68.90	26.60	2.50	0.00	0.00	94.10	95.60	41.00	98.70	825.10
1999	153.50	220.10	156.30	146.30	55.50	15.80	37.00	2.40	79.90	82.90	69.60	79.50	1098.80
2000	261.60	171.60	167.30	71.50	60.30	2.00	25.00	26.60	17.70	146.00	73.50	133.70	1156.80
2001	207.10	121.90	212.70	61.60	39.20	8.10	13.40	5.80	97.00	88.90	94.00	127.00	1076.70
2002	76.80	254.10	192.50	131.40	27.00	29.50	17.50	14.20	56.40	83.00	157.20	154.80	1194.40
2003	118.70	114.90	187.20	90.90	52.10	15.40	0.00	16.80	49.40	52.70	49.30	143.80	891.20
2004	52.70	138.40	78.80	28.80	69.80	19.70	11.70	66.60	47.10	133.20	76.50	168.90	892.20
2005	90.80	102.10	138.70	67.00	42.50	0.60	0.00	23.90	17.00	101.30	56.90	104.60	745.40
2006	193.50	108.60	168.30	77.08	13.30	22.70	4.00	25.70	60.40	121.10	100.50	249.60	1144.78
2007	125.70	150.60	262.10	97.70	43.90	0.00	0.00	3.80	20.80	122.80	59.30	134.10	1020.80
2008	135.30	90.80	123.80	45.10	2.40	5.90	1.00	7.80	37.50	142.70	38.20	105.70	736.20
2009	164.00	146.00	252.10	77.30	56.50	3.30	8.90	22.30	26.70	106.50	146.30	90.20	1100.10
2010	178.10	162.30	143.70	52.10	14.90	4.70	3.20	9.00	19.20	80.40	96.00	157.10	920.70
2011	97.50	224.00	140.30	91.30	59.70	0.00	22.80	13.20	65.40	38.60	124.30	221.90	1099.00
2012	128.90	150.01	92.30	154.40	42.00	3.80	8.50	7.20	105.80	74.70	93.50	154.20	1015.31
2013	150.30	155.40	206.20	83.30	40.00	23.00	19.20	31.60	45.10	87.20	63.30	122.10	1026.70
2014	204.40	161.60	161.20	72.10	75.50	4.00	9.30	15.50	63.60	67.20	98.80	138.70	1071.90
2015	167.60	87.00	159.50	136.80	88.30	68.40	22.40	29.20	75.00	85.40	113.40	167.90	1200.90
2016	63.70	125.80	124.30	122.30	50.00	49.00	29.00	12.90	33.10	82.90	23.00	120.90	836.90
2017	173.70	169.70	162.80	53.70	50.80	49.00	24.60	18.00	27.30	70.40	83.10	138.80	1021.90
2018	142.30	134.20	122.40	122.70	50.80	51.10	44.00	19.50	29.70	81.80	89.50	127.20	1015.20
2019	131.70	155.80	114.70	87.10	52.10	38.90	38.90	28.40	23.80	68.70	92.60	143.90	976.60
PROMEDIO	137.40	150.34	149.49	78.03	36.16	14.58	13.29	15.74	47.16	82.47	85.22	120.40	
MÁXIMA	261.60	272.30	262.10	163.00	106.80	68.40	45.00	66.60	105.80	172.60	201.60	249.60	
MÍNIMA	15.90	39.80	47.20	13.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.00	26.30	

Valores completados: Promedio mensual Plataforma SENAMHI

UNIDAD DE ATENCIÓN AL CIUDADANO Y GESTIÓN DOCUMENTAL - SENAMHI

CUENCA HIDROGRÁFICA: RÍO MANTARO

VARIABLE: PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm)

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

ESTACIÓN: LAOROYA

DPTO: JUNÍN

LONG: 75° 57' 34"

CÓDIGO: 604

ALT: 3910 MSNM

LAT: 11° 34' 7"

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	SUMA ANUAL
1970	80.83	92.30	81.98	40.41	20.01	7.19	11.30	11.68	31.74	53.47	55.10	79.80	565.82
1971	87.28	99.66	88.52	43.63	21.60	7.76	12.21	12.61	34.28	57.74	59.50	86.17	610.94
1972	121.18	138.37	122.90	60.58	29.99	10.77	16.95	17.50	47.59	80.16	82.61	119.63	848.23
1973	81.92	93.54	83.08	40.95	20.28	7.28	11.46	11.83	32.17	54.19	55.85	80.88	573.44
1974	78.47	89.60	79.59	39.23	19.42	6.98	10.97	11.34	30.82	51.91	53.49	77.47	549.29
1975	102.54	117.09	104.00	51.26	25.38	9.12	14.34	14.81	40.27	67.84	69.90	101.23	717.77
1976	72.56	82.85	73.59	36.27	17.96	6.45	10.15	10.48	28.49	48.00	49.46	71.63	507.89
1977	75.44	86.14	76.51	37.71	18.67	6.71	10.55	10.90	29.63	49.91	51.43	74.48	528.07
1978	93.59	106.86	94.91	46.78	23.16	8.32	13.09	13.52	36.75	61.91	63.80	92.39	655.09
1979	109.15	124.64	110.70	54.56	27.02	9.70	15.26	15.77	42.86	72.21	74.41	107.76	764.05
1980	73.05	83.41	74.09	36.52	18.08	6.49	10.22	10.55	28.69	48.33	49.80	72.12	511.34
1981	105.21	120.14	106.71	52.60	26.04	9.35	14.71	15.20	41.32	69.60	71.72	103.87	736.48
1982	72.93	83.28	73.97	36.46	18.05	6.48	10.20	10.54	28.64	48.25	49.72	72.00	510.52
1983	43.77	49.98	44.39	21.88	10.83	3.89	6.12	6.32	17.19	28.95	29.84	43.21	306.37
1984	121.13	138.32	122.85	60.55	29.98	10.77	16.94	17.50	47.57	80.13	82.57	119.59	847.91
1985	51.39	58.68	52.12	25.69	12.72	4.57	7.19	7.42	20.18	34.00	35.03	50.73	359.71
1986	90.21	103.01	91.49	45.10	22.33	8.02	12.62	13.03	35.43	59.68	61.50	89.06	631.48
1987	49.70	56.75	50.40	24.84	12.30	4.42	6.95	7.18	19.52	32.88	33.88	49.07	347.89
1988	69.85	79.75	70.84	34.92	17.29	6.21	9.77	10.09	27.43	46.21	47.61	68.96	488.91
1989	69.30	79.13	70.28	34.64	17.15	6.16	9.69	10.01	27.21	45.84	47.24	68.42	485.08
1990	49.00	55.95	49.69	24.49	12.13	4.36	6.85	7.08	19.24	32.41	33.40	48.37	342.97
1991	40.79	46.58	41.37	20.39	10.10	3.63	5.70	5.89	16.02	26.99	27.81	40.27	285.53
1992	36.54	41.73	37.06	18.27	9.04	3.25	5.11	5.28	14.35	24.17	24.91	36.08	255.79
1993	84.09	96.02	85.28	42.04	20.81	7.48	11.76	12.15	38.20	45.50	56.90	71.20	571.42
1994	106.70	129.90	43.20	22.80	9.80	6.80	5.00	7.20	39.90	35.80	51.10	62.90	521.10
1995	51.40	87.30	82.70	14.10	1.50	0.00	13.40	2.20	14.10	29.90	30.10	46.70	373.40
1996	52.90	68.20	51.30	52.60	8.60	0.00	0.00	5.40	9.80	26.70	35.70	38.20	349.40
1997	75.60	104.00	45.50	26.60	8.00	0.70	1.50	26.20	62.60	44.00	48.80	71.40	514.90
1998	95.70	70.30	48.60	28.90	7.30	0.50	0.00	0.00	2.00	47.50	57.80	49.30	407.90
1999	112.90	151.80	90.20	61.80	10.70	3.70	18.40	4.90	35.90	44.10	54.30	105.70	694.40
2000	150.70	136.20	100.90	39.10	43.00	6.60	15.60	27.20	30.20	58.20	27.30	101.80	736.80
2001	119.40	63.50	127.70	48.20	57.20	16.70	43.50	11.20	42.40	73.60	88.90	93.30	785.60
2002	31.90	114.00	138.80	46.60	25.20	0.00	37.80	28.00	68.00	77.40	77.70	119.30	764.70
2003	43.80	93.30	94.40	74.60	23.80	0.00	1.80	23.10	43.70	30.90	24.20	61.40	515.00
2004	27.80	93.20	73.90	17.40	30.00	30.10	16.00	6.20	48.10	67.50	65.90	100.50	576.60
2005	63.00	58.90	96.70	24.00	26.00	0.00	10.70	8.10	35.60	71.20	51.80	81.00	527.00
2006	110.70	85.90	151.10	49.20	7.30	32.00	0.00	20.10	14.70	105.30	97.40	87.70	761.40
2007	77.00	62.60	104.00	69.90	27.40	0.30	6.30	0.00	12.60	86.50	54.30	79.00	579.90
2008	81.90	98.80	43.60	19.50	20.50	12.40	1.50	12.90	25.80	57.70	43.20	88.60	506.40
2009	109.50	65.50	80.30	89.70	39.80	8.20	19.90	20.10	20.70	70.70	112.70	126.20	763.30
2010	118.60	148.90	76.90	29.60	7.70	9.10	8.50	3.70	50.10	28.80	53.70	110.10	645.70
2011	155.60	142.30	122.30	71.70	15.10	6.50	17.00	4.00	28.90	65.90	61.60	165.60	856.50
2012	98.20	90.30	38.00	127.50	3.60	16.40	7.70	1.70	25.70	72.80	130.80	179.10	791.80
2013	171.70	131.80	112.40	55.80	29.30	8.60	12.30	57.50	32.40	64.00	36.60	90.80	803.20
2014	158.90	135.00	160.60	70.40	37.20	0.00	29.70	1.10	36.30	50.10	70.30	98.70	848.30
2015	122.40	168.90	85.00	48.00	23.10	1.50	11.00	10.00	34.00	53.00	56.00	84.00	696.90
2016	48.40	99.50	90.00	60.40	11.90	18.00	5.80	5.50	15.40	64.90	33.50	78.50	531.80
2017	147.40	182.70	111.00	72.40	37.80	7.40	1.40	21.60	48.30	47.20	63.40	143.70	884.30
2018	100.10	91.30	130.10	51.50	19.00	28.70	19.10	32.40	183.10	89.50	78.40	37.00	860.20
2019	69.00	89.40	90.90	54.40	31.10	6.20	12.40	0.80	31.00	54.00	67.90	83.50	590.60
PROMEDIO	87.22	97.75	85.53	45.13	20.44	7.72	11.53	12.20	34.54	54.75	56.82	84.17	
MÁXIMO	171.70	182.70	160.60	127.50	57.20	32.00	43.50	57.50	183.10	105.30	130.80	179.10	
MÍNIMO	27.80	41.73	37.06	14.10	1.50	0.00	0.00	0.00	2.00	24.17	24.20	36.08	

Valores completados: Promedio mensual

UNIDAD DE ATENCIÓN AL CIUDADANO Y GESTIÓN DOCUMENTAL - SENAMHI

CUENCA HIDROGRÁFICA: RÍO MANTARO VARIABLE: PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm)
 ESTACIÓN JUNÍN DPTO: JUNÍN
 CÓDIGO: 111583

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

LONG: 75° 59' 19.6"
 ALT: 4120 MSNM
 LAT: 11° 8' 35.8"

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	SUMA ANUAL
2005	141.47	146.87	123.48	68.01	37.14	15.45	0.00	15.46	17.50	89.51	46.60	151.21	852.70
2006	92.40	72.60	99.90	28.30	13.70	20.50	2.50	12.90	30.30	103.30	81.10	97.90	655.40
2007	114.20	96.50	97.30	64.50	20.50	0.00	12.60	6.80	43.00	71.80	55.80	73.50	656.50
2008	99.30	104.80	35.90	14.20	16.30	8.20	9.60	7.50	35.20	86.20	44.20	66.90	528.30
2009	116.10	72.10	122.60	60.50	37.20	42.40	49.60	55.80	26.80	141.20	149.40	308.00	1181.70
2010	321.00	240.20	162.40	83.80	67.20	1.00	16.20	0.00	86.00	92.80	136.20	269.60	1476.40
2011	241.20	375.80	203.60	103.40	41.80	0.00	13.80	20.60	62.80	141.80	119.00	274.60	1598.40
2012	149.60	144.60	79.00	141.20	25.00	36.20	8.20	0.00	29.20	59.60	109.20	218.80	1000.60
2013	145.80	159.60	155.60	90.10	53.80	37.60	19.20	33.00	45.00	129.40	79.20	112.40	1060.70
2014	163.00	177.90	127.70	44.80	65.80	7.40	21.20	20.40	52.00	55.00	62.40	115.40	913.00
2015	130.60	95.00	88.00	45.00	57.20	16.60	9.80	8.00	52.70	52.20	90.30	123.70	769.10
2016	63.60	146.87	123.48	64.60	29.80	1.60	18.20	24.60	32.80	98.00	58.80	97.00	759.35
2017	134.60	127.60	144.60	87.40	46.80	8.60	0.00	4.40	54.20	49.60	64.60	118.20	840.60
2018	116.80	84.00	140.20	55.40	18.20	11.80	21.40	19.60	57.20	91.60	62.60	60.60	739.40
2019	92.40	158.60	148.40	69.00	26.60	24.40	23.40	2.80	32.20	80.60	112.40	180.40	951.20
PROMEDIO	141.47	146.87	123.48	68.01	37.14	15.45	15.05	15.46	43.79	89.51	84.79	151.21	
MÁXIMO	321.00	375.80	203.60	141.20	67.20	42.40	49.60	55.80	86.00	141.80	149.40	308.00	
MÍNIMO	63.60	72.10	35.90	14.20	13.70	0.00	0.00	0.00	17.50	49.60	44.20	60.60	

Valores completados: Promedio mensual Plataforma SENAMHI

Anexo 21. Temperatura máxima del aire (°C) del periodo 1970-2019

UNIDAD DE ATENCIÓN AL CIUDADANO Y GESTIÓN DOCUMENTAL - SENAMHI

CUENCA HIDROGRÁFICA: RÍO MANTARO VARIABLE: TEMPERATURA MÁXIMA MENSUAL (C°)

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

ESTACIÓN: CERRO DE PASCO

DPTO: PASCO

LONG: 76° 15' 1"

CÓDIGO: 593

ALT: 4260 MSNM

LAT: 10° 41' 37"

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Promedio
1970	10.40	10.21	10.04	10.60	11.14	10.68	10.51	11.05	11.01	11.03	11.25	10.50	10.70
1971	10.36	10.17	10.00	10.56	11.10	10.64	10.47	11.01	10.97	10.99	11.21	10.45	10.66
1972	10.34	10.15	9.98	10.54	11.07	10.62	10.45	10.99	10.95	10.97	11.19	10.43	10.64
1973	10.28	10.09	9.92	10.48	11.01	10.56	10.39	10.92	10.88	10.90	11.12	10.37	10.58
1974	10.13	9.95	9.78	10.33	10.85	10.41	10.24	10.76	10.72	10.74	10.96	10.22	10.42
1975	10.15	9.96	9.79	10.34	10.87	10.42	10.26	10.78	10.74	10.76	10.98	10.24	10.44
1976	10.17	9.98	9.81	10.36	10.88	10.44	10.27	10.80	10.76	10.78	10.99	10.26	10.46
1977	10.31	10.12	9.95	10.51	11.04	10.59	10.42	10.95	10.91	10.93	11.15	10.40	10.61
1978	10.57	10.38	10.20	10.78	11.32	10.86	10.69	11.23	11.19	11.21	11.44	10.67	10.88
1979	10.57	10.37	10.20	10.77	11.31	10.85	10.68	11.23	11.18	11.20	11.43	10.66	10.87
1980	10.50	10.30	10.13	10.70	11.24	10.78	10.61	11.15	11.11	11.13	11.35	10.59	10.80
1981	10.19	10.00	9.83	10.38	10.91	10.46	10.29	10.82	10.78	10.80	11.02	10.28	10.48
1982	10.09	9.90	9.73	10.28	10.80	10.36	10.19	10.71	10.67	10.69	10.91	10.17	10.38
1983	10.33	10.14	9.96	10.52	11.06	10.61	10.44	10.97	10.93	10.95	11.17	10.42	10.62
1984	10.33	10.14	9.96	10.52	11.06	10.61	10.44	10.97	10.93	10.95	11.17	10.42	10.62
1985	10.33	10.14	9.96	10.52	11.06	10.61	10.44	10.97	10.93	10.95	11.17	10.42	10.62
1986	10.04	9.85	9.69	10.23	10.75	10.31	10.15	10.67	10.63	10.64	10.86	10.13	10.33
1987	9.98	9.80	9.63	10.17	10.69	10.25	10.09	10.60	10.56	10.58	10.79	10.07	10.27
1988	10.00	9.81	9.65	10.19	10.70	10.27	10.10	10.62	10.58	10.60	10.81	10.08	10.28
1989	10.18	9.99	9.82	10.38	10.90	10.46	10.29	10.82	10.78	10.80	11.01	10.27	10.47
1990	10.32	10.13	9.96	10.52	11.05	10.60	10.43	10.97	10.92	10.95	11.16	10.41	10.62
1991	10.34	10.15	9.98	10.54	11.07	10.62	10.45	10.99	10.94	10.97	11.18	10.43	10.64
1992	10.52	10.32	10.15	10.72	11.26	10.80	10.63	11.17	11.13	11.15	11.37	10.61	10.82
1993	10.25	10.06	9.89	10.45	10.98	10.53	10.36	10.89	10.85	10.87	11.09	10.34	10.55
1994	10.42	10.22	10.05	10.61	11.15	10.70	10.53	11.07	11.02	11.04	11.26	10.51	10.72
1995	10.01	9.82	9.65	10.20	10.71	10.28	10.11	10.63	10.59	10.61	10.82	10.09	10.29
1996	10.50	10.30	10.13	10.70	11.24	10.78	10.61	11.15	11.11	11.13	11.35	10.59	10.80
1997	10.50	10.30	10.13	10.70	11.24	10.78	10.61	11.15	11.75	12.50	11.48	10.39	10.96
1998	10.57	11.43	11.66	12.08	12.69	11.07	11.42	11.46	12.53	11.25	11.66	10.85	11.56
1999	9.66	9.09	9.35	9.58	10.46	10.77	9.64	11.42	10.11	10.09	11.30	10.59	10.17
2000	10.50	10.30	10.13	10.70	11.24	10.96	10.17	10.68	12.05	10.83	13.04	11.13	10.98
2001	8.95	9.69	9.72	10.44	10.47	9.71	9.62	10.17	10.09	11.26	10.58	11.12	10.15
2002	11.40	9.53	9.77	10.19	10.49	10.03	9.10	10.07	10.61	10.16	9.93	10.43	10.14
2003	10.70	10.35	9.70	10.34	10.33	10.93	10.15	10.53	11.05	12.03	11.83	9.85	10.65
2004	11.75	10.43	10.56	11.37	11.27	9.56	9.42	10.09	8.82	10.24	11.00	10.45	10.41
2005	11.25	11.01	10.64	11.31	12.13	12.13	12.30	11.90	11.62	11.56	12.37	10.37	11.55
2006	10.78	10.81	10.05	10.62	11.72	10.21	10.92	10.78	11.25	11.03	10.46	10.55	10.77
2007	10.73	10.93	9.49	10.29	11.34	11.29	10.72	11.80	10.20	10.75	10.95	10.98	10.79
2008	9.54	9.76	9.77	10.38	10.94	10.71	10.98	12.07	11.56	10.72	11.55	11.26	10.77
2009	10.31	9.46	9.45	10.08	10.51	10.94	10.22	11.30	11.82	11.47	11.67	10.13	10.61
2010	10.30	11.13	11.37	11.66	12.49	11.81	13.23	12.68	12.05	11.91	11.08	10.13	11.65
2011	9.29	9.08	9.70	9.96	11.40	11.65	10.78	12.31	10.74	11.20	12.08	9.73	10.66
2012	10.67	10.11	9.83	10.22	11.03	10.33	11.29	11.38	10.51	11.71	11.21	9.96	10.69
2013	10.99	10.68	10.17	11.43	11.65	9.72	9.22	10.64	11.62	10.49	11.64	10.76	10.75
2014	10.38	9.96	10.29	10.32	11.01	11.68	10.71	10.67	10.49	10.31	12.05	11.05	10.74
2015	10.4	10.63	10.42	9.92	10.79	11.21	12.02	12.3	12.28	11.72	11.75	10.91	11.20
2016	12.78	11.42	12.04	12.05	12.92	11.73	12.34	12.13	11.55	11.64	13.54	10.93	12.09
2017	9.96	9.84	9.81	10.67	10.66	11.44	11.59	12.25	11.26	12.22	11.29	10.87	10.99
2018	10.47	11.48	10.82	10.42	11.54	9.75	10.69	10.97	11.73	10.83	12.51	11.33	11.05
2019	10.27	10.78	11.08	11.96	12.11	12.23	11.4	11.69	11.21	11.41	11.55	11.16	11.40
PROMEDIO	10.39	10.21	10.08	10.59	11.15	10.71	10.58	11.11	11.01	11.03	11.33	10.50	
MÁXIMO	12.78	11.48	12.04	12.08	12.92	12.23	13.23	12.68	12.53	12.50	13.54	11.33	
MÍNIMO	8.95	9.08	9.35	9.58	10.33	9.56	9.10	10.07	8.82	10.09	9.93	9.73	

UNIDAD DE ATENCIÓN AL CIUDADANO Y GESTIÓN DOCUMENTAL - SENAMHI

CUENCA HIDROGRÁFICA: RÍO MANTARO

VARIABLE: TEMPERATURA MÁXIMA MENSUAL (C°)

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

ESTACIÓN: LA OROYA

DPTO: JUNÍN

LONG: 75° 57' 34"

CÓDIGO: 604

ALT: 3910 MSNM

LAT: 11° 34' 7"

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Promedio
1998	15.18	14.89	14.80	15.38	15.84	15.53	16.41	16.02	16.7	17.03	17.03	14.95	15.81
1999	14.1	13.73	14.89	14.93	15.62	16.24	14.86	16.35	16.47	15.45	16.91	15.91	15.46
2000	14.81	14.51	13.95	13.98	15.04	15.53	15.41	14.95	16.67	15.38	17.58	15.98	15.32
2001	13.89	14.72	14.77	14.61	15.21	14.26	14.62	14.95	15.62	16	16.2	16.31	15.10
2002	16.64	15.51	15.02	15.55	15.28	15.15	14.23	14.54	14.99	15.64	15.12	15.76	15.29
2003	15.92	15.79	14.74	15.01	15	15.84	15.03	15.02	15.41	17.33	17.56	15.38	15.67
2004	17.15	14.97	15.42	16.19	16.95	14.12	14.44	14.18	14.47	15.13	16.27	14.6	15.32
2005	15.84	15.74	15.33	15.92	16.66	16.67	16.1	16.24	15.7	15.65	16.84	15.41	16.01
2006	14.9	15.02	14.47	15.54	16.04	14.61	14.97	15.08	16.23	15.84	14.86	15.68	15.27
2007	15.77	15.83	14.75	14.99	15.96	15.44	15.34	15.94	14.72	15.94	16.67	15.74	15.59
2008	14.27	14.12	14.13	15.41	15.89	15.82	15.75	16.08	16.13	15.88	16.52	16.01	15.50
2009	14.7	14.14	14.48	15.13	15.47	16.16	15.31	15.93	16.36	16.61	16.09	15.37	15.48
2010	15.33	15.46	15.57	16.51	17.1	16.09	17.55	16.78	16.48	16.45	16.58	15.07	16.25
2011	14	13.75	14.2	14.76	15.39	15.99	14.91	16.09	15.77	16.12	16.73	14.8	15.21
2012	15.61	14.17	14.23	14.7	15.52	15.1	15.37	16.14	15.53	15.93	15.83	14.71	15.24
2013	14.99	14.89	15.56	16.33	16.08	14.88	13.93	15.56	16.22	15.89	16.75	15.24	15.53
2014	15.15	14.75	15.13	15.67	16.01	16.8	14.93	15.12	15.53	15.6	17.36	15.79	15.65
2015	14.34	14.86	14.53	14.54	15.22	15.57	16.12	15.66	15.80	15.94	16.65	15.55	15.40
2016	17.54	16.06	14.80	17.02	17.22	15.58	15.59	16.55	16.6	16.41	18.4	16.26	16.50
2017	13.74	14.61	14.29	15.29	14.72	16.26	15.92	16.86	15.48	16.87	17.28	15.61	15.58
2018	14.2	15.15	15.16	14.69	16	13.97	13.94	14.56	16.45	15.39	17.33	16.19	15.25
2019	15.83	14.84	15.41	16.16	16.3	16.01	15.75	16.19	15.16	15.19	16.1	15.26	15.68
PROMEDIO	15.18	14.89	14.80	15.38	15.84	15.53	15.24	15.66	15.80	15.94	16.65	15.55	
MÁXIMO	17.54	16.06	15.57	17.02	17.22	16.80	17.55	16.86	16.70	17.33	18.40	16.31	
MÍNIMO	13.74	13.73	13.95	13.98	14.72	13.97	13.93	14.18	14.47	15.13	14.86	14.60	

UNIDAD DE ATENCIÓN AL CIUDADANO Y GESTIÓN DOCUMENTAL - SENAMHI

CUENCA HIDROGRÁFICA: RÍO MANTARO

VARIABLE: TEMPERATURA MÁXIMA MENSUAL (C°)

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

ESTACIÓN: JUNÍN

DPTO: JUNÍN

LONG: 75° 59' 19.6"

CÓDIGO: 111583

ALT: 4120 MSNM

LAT: 11° 8' 35.8"

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Promedio
2005	12.54	12.20	12.08	12.60	13.05	12.87	12.82	13.38	13.14	13.12	13.53	12.71	12.84
2006	12.56	12.62	11.88	12.65	13.2	12.14	12.61	13	13.61	13.1	12.25	12.73	12.70
2007	13.06	12.96	11.86	12.33	13.09	12.93	12.8	13.45	11.99	13.43	13.72	13.27	12.91
2008	12.02	11.59	11.72	12.57	13.37	13.2	12.88	13.5	13.63	12.78	13.73	13.32	12.86
2009	12.26	12	11.59	11.92	12.88	13.13	12.61	13.33	13.71	13.9	13.52	12.55	12.78
2010	12.87	12.94	13.21	13.57	13.92	13.16	14.08	14.03	13.83	13.73	13.1	11.92	13.36
2011	11.69	11.41	11.79	11.63	12.48	13.25	12.65	13.68	12.76	13.14	13.47	11.65	12.47
2012	12.44	11.5	11.52	11.79	12.16	12.25	12.65	13.43	12.69	13.61	13.12	12.45	12.47
2013	12.47	11.81	11.95	13.28	12.66	11.82	11.03	12.98	12.84	12.08	13.3	12.39	12.38
2014	12.05	11.8	12.37	12.57	12.83	13.5	12.38	12.4	12.74	12.55	14.01	13.08	12.69
2015	12.65	12.96	12.39	12.06	12.7	12.79	13.65	13.38	13.14	13.12	13.53	12.71	12.92
2016	14.48	12.20	12.08	14.25	14.34	13.28	13.5	14.11	13.62	13.1	15.09	12.97	13.59
2017	11.97	12.03	12.03	12.6	12.68	13.21	13.1	14.26	13.15	13.74	13.81	13.17	12.98
2018	12.66	12.69	12.75	12.14	13.08	12.36	12.27	12.44	13.31	12.5	13.53	13.3	12.75
2019	12.42	12.32	12.03	13	13.33	13.22	13.21	13.32	12.96	12.95	13.19	12.45	12.87
PROMEDIO	12.54	12.20	12.08	12.60	13.05	12.87	12.82	13.38	13.14	13.12	13.53	12.71	
MÁXIMO	14.48	12.96	13.21	14.25	14.34	13.50	14.08	14.26	13.83	13.90	15.09	13.32	
MÍNIMO	11.69	11.41	11.52	11.63	12.16	11.82	11.03	12.40	11.99	12.08	12.25	11.65	

Valores completados: ■ Promedio mensual ■ Plataforma SENAMHI

UNIDAD DE ATENCIÓN AL CIUDADANO Y GESTIÓN DOCUMENTAL - SENAMHI

CUENCA HIDROGRÁFICA: RÍO MANTARO
 ESTACIÓN: YANTAC
 CÓDIGO: 155121

VARIABLE: TEMPERATURA MÁXIMA MENSUAL (C°)
 DPTO: JUNÍN

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

LONG: 76° 24' 16.31"
 ALT: 4617 MSNM
 LAT: 11° 20' 44.97"

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Promedio
2004	9.04	9.01	8.70	9.29	9.91	10.05	10.21	10.33	9.79	10.45	11.44	10.56	9.90
2005	10.65	9.67	9.11	9.75	9.64	10.02	9.54	10.45	10.04	10.49	10.09	9.05	9.88
2006	8.43	8.76	8.27	9.16	10.01	9.34	9.91	9.77	9.35	10.25	9.66	9.96	9.41
2007	10.17	9.43	9.47	8.83	10.78	10.35	10.55	11.05	9.22	9.02	10.26	9.88	9.92
2008	8.56	8.18	8.48	10.25	9.88	9.18	9.61	9.53	9.56	8.76	9.06	8.29	9.11
2009	7.67	7.85	8.00	8.42	9.58	9.76	9.00	8.98	9.98	9.34	8.15	9.21	8.83
2010	9.50	10.38	9.68	9.45	10.06	9.76	10.72	10.23	9.88	10.03	9.41	8.35	9.79
2011	8.61	8.52	7.98	8.99	8.85	9.69	9.87	10.45	10.12	9.59	10.01	8.92	9.30
2012	9.13	9.55	8.71	8.94	10.06	9.09	10.36	9.92	9.24	9.12	9.01	8.63	9.31
2013	9.04	9.97	8.61	10.51	11.06	10.79	9.79	9.46	9.82	8.95	9.62	9.11	9.73
2014	9.17	9.14	8.65	9.24	9.57	10.67	10.79	10.75	9.63	9.05	10.06	8.08	9.57
2015	8.75	8.51	8.79	9.31	9.18	10.44	10.72	10.43	9.86	10.13	9.60	9.13	9.57
2016	10.85	10.23	10.13	10.24	11.40	10.41	10.65	11.61	10.53	10.21	11.04	10.33	10.64
2017	8.91	8.49	8.35	9.56	9.31	10.26	11.29	12.34	9.14	9.09	8.77	9.13	9.55
2018	8.39	8.94	8.69	8.63	9.95	10.51	10.00	9.64	10.51	8.86	9.51	8.82	9.37
2019	7.77	7.60	7.55	8.14	9.39	10.50	10.33	10.33	9.95	9.60	8.40	7.60	8.93
PROMEDIO	9.04	9.01	8.70	9.29	9.91	10.05	10.21	10.33	9.79	9.56	9.63	9.07	
MÁXIMO	10.85	10.38	10.13	10.51	11.40	10.79	11.29	12.34	10.53	10.49	11.44	10.56	
MÍNIMO	7.67	7.60	7.55	8.14	8.85	9.09	9.00	8.98	9.14	8.76	8.15	7.60	

Valores completados: Promedio mensual

Anexo 22. Temperatura mínima del aire (°C) del periodo 1970-2019

UNIDAD DE ATENCIÓN AL CIUDADANO Y GESTIÓN DOCUMENTAL - SENAMHI

CUENCA HIDROGRÁFICA: RÍO MANTARO VARIABLE: TEMPERATURA MÍNIMA MENSUAL (C°)
 ESTACIÓN: YANTAC DPTO: JUNÍN
 CÓDIGO: 155121

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

LONG: 76° 24' 16.31"
 ALT: 4617 MSNM
 LAT: 11° 20' 44.97"

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Promedio
2004	0.56	0.59	0.65	0.44	-0.73	-1.92	-2.65	-2.51	-1.00	0.83	0.14	0.39	-0.43
2005	0.08	0.79	1.01	0.3	-0.91	-2.57	-3.5	-3.34	-1.49	-0.76	-1.24	0.3	-0.94
2006	-0.05	0.91	0.91	0.14	-2.06	-1.7	-3.42	-1.29	-0.9	-0.71	0.04	0.57	-0.63
2007	0.97	0.15	0.63	0.34	-0.64	-1.77	-2.85	-2.3	0.16	-0.02	0.6	0.1	-0.39
2008	0.45	0.24	0.24	0.03	-1.71	-2.73	-3.06	-2.34	-2.28	0.16	0.45	0.64	-0.83
2009	0.85	0.49	0.34	0.46	-1.11	-1.89	-2.46	-2.32	-1.38	0.44	0.58	0.63	-0.45
2010	0.88	0.92	0.93	0.91	0.58	-1.51	-2.1	-1.94	0.08	0.57	0.37	0.41	0.01
2011	0.48	0.3	0.3	0.46	-0.14	-0.34	-1.18	-2.75	-0.77	0.31	0.46	0.43	-0.20
2012	0.36	0.44	0.6	0.33	-0.65	-0.82	-1.24	-1.92	-1.28	0.57	0.51	0.43	-0.22
2013	0.47	0.41	0.47	0.41	-0.24	-1.45	-2.43	-2.71	-2.71	0.28	0.53	0.69	-0.52
2014	0.59	0.78	0.79	0.9	-0.27	-2.66	-2.99	-3.05	-1.48	0.19	0.82	0.8	-0.47
2015	0.9	0.85	0.96	0.99	0.24	-2.82	-3.15	-2.81	-1.3	0.66	0.58	0.68	-0.35
2016	0.73	0.96	0.9	0.18	-2.21	-2.04	-2.81	-2.76	-0.04	0.56	-0.26	0.55	-0.52
2017	0.59	0.48	0.56	0.39	0.48	-1.84	-2.88	-2.87	0.61	0.58	0.56	0.71	-0.22
2018	0.56	0.59	0.55	0.41	-0.5	-1.62	-2.55	-2.28	-2.23	0.48	0.51	0.63	-0.45
2019	0.49	0.51	0.49	0.39	-1.79	-3.02	-3.12	-2.93	-0.04	0.51	0.51	0.45	-0.63
PROMEDIO	0.56	0.59	0.65	0.44	-0.73	-1.92	-2.65	-2.51	-1.00	0.29	0.32	0.53	
MÁXIMO	0.97	0.96	1.01	0.99	0.58	-0.34	-1.18	-1.29	0.61	0.83	0.82	0.80	
MÍNIMO	-0.05	0.15	0.24	0.03	-2.21	-3.02	-3.50	-3.34	-2.71	-0.76	-1.24	0.10	

Valores completados: Promedio mensual

UNIDAD DE ATENCIÓN AL CIUDADANO Y GESTIÓN DOCUMENTAL - SENAMHI

CUENCA HIDROGRÁFICA: RÍO MANTARO

ESTACIÓN: CERRO DE PASCO

CÓDIGO: 593

VARIABLE: TEMPERATURA MÍNIMA MENSUAL (C°)

DPTO: PASCO

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

LONG: 76° 15' 1"

ALT: 4260 MSNM

LAT: 10° 41' 37"

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAR	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Promedio
1970	0.96	1.08	1.06	0.59	-0.09	-0.84	-1.20	-1.08	-0.45	0.15	0.37	0.77	0.11
1971	2.04	2.29	2.26	1.25	-0.19	-1.77	-2.54	-2.30	-0.95	0.32	0.79	1.64	0.24
1972	1.98	2.22	2.19	1.21	-0.19	-1.72	-2.46	-2.23	-0.92	0.31	0.76	1.59	0.23
1973	1.26	1.42	1.39	0.77	-0.12	-1.09	-1.57	-1.42	-0.59	0.20	0.49	1.01	0.15
1974	1.46	1.65	1.62	0.90	-0.14	-1.27	-1.82	-1.65	-0.68	0.23	0.56	1.17	0.17
1975	1.53	1.72	1.69	0.94	-0.14	-1.33	-1.90	-1.72	-0.71	0.24	0.59	1.22	0.18
1976	1.77	1.99	1.96	1.09	-0.17	-1.54	-2.21	-2.00	-0.82	0.28	0.68	1.42	0.21
1977	1.57	1.76	1.74	0.96	-0.15	-1.36	-1.95	-1.77	-0.73	0.25	0.61	1.26	0.18
1978	1.57	1.77	1.74	0.97	-0.15	-1.37	-1.96	-1.78	-0.73	0.25	0.61	1.26	0.18
1979	3.14	3.54	3.48	1.93	-0.30	-2.73	-3.92	-3.55	-1.46	0.50	1.21	2.52	0.36
1980	1.83	2.06	2.03	1.12	-0.17	-1.59	-2.28	-2.06	-0.85	0.29	0.71	1.47	0.21
1981	1.66	1.87	1.84	1.02	-0.16	-1.44	-2.07	-1.87	-0.77	0.26	0.64	1.33	0.19
1982	0.80	0.90	0.89	0.49	-0.08	-0.70	-1.00	-0.90	-0.37	0.13	0.31	0.64	0.09
1983	0.75	0.85	0.83	0.46	-0.07	-0.66	-0.94	-0.85	-0.35	0.12	0.29	0.60	0.09
1984	0.33	0.38	0.37	0.21	-0.03	-0.29	-0.42	-0.38	-0.16	0.05	0.13	0.27	0.04
1985	1.43	1.60	1.58	0.88	-0.13	-1.24	-1.78	-1.61	-0.66	0.23	0.55	1.14	0.17
1986	2.10	2.36	2.33	1.29	-0.20	-1.83	-2.62	-2.37	-0.98	0.33	0.81	1.69	0.24
1987	1.71	1.93	1.90	1.05	-0.16	-1.49	-2.13	-1.93	-0.80	0.27	0.66	1.38	0.20
1988	1.53	1.72	1.69	0.94	-0.14	-1.33	-1.90	-1.72	-0.71	0.24	0.59	1.23	0.18
1989	1.38	1.55	1.53	0.85	-0.13	-1.20	-1.72	-1.56	-0.64	0.22	0.53	1.11	0.16
1990	1.50	1.68	1.66	0.92	-0.14	-1.30	-1.86	-1.69	-0.70	0.24	0.58	1.20	0.17
1991	1.29	1.46	1.43	0.80	-0.12	-1.13	-1.61	-1.46	-0.60	0.21	0.50	1.04	0.15
1992	1.29	1.45	1.43	0.79	-0.12	-1.12	-1.61	-1.46	-0.60	0.21	0.50	1.04	0.15
1993	1.43	1.61	1.59	0.88	-0.14	-1.25	-1.79	-1.62	-0.67	0.23	0.55	1.15	0.17
1994	1.24	1.39	1.37	0.76	-0.12	-1.07	-1.54	-1.39	-0.58	0.20	0.48	0.99	0.14
1995	0.52	0.59	0.58	0.32	-0.05	-0.45	-0.65	-0.59	-0.24	0.08	0.20	0.42	0.06
1996	0.69	0.77	0.76	0.42	-0.06	-0.60	-0.85	-0.77	-0.32	0.11	0.26	0.55	0.08
1997	1.72	1.93	1.90	1.06	-0.16	-1.50	-2.14	-1.94	-0.61	0.07	1.26	2.25	0.32
1998	2.85	3.03	3.08	2.97	-0.03	-0.84	-3.28	-1.24	-1.39	0.89	0.17	1.18	0.62
1999	1.35	1.50	1.49	0.57	-0.45	-1.51	-2.33	-3.21	-0.87	-0.53	0.07	1.43	-0.21
2000	1.26	1.37	1.42	0.53	-0.29	-0.60	-2.17	-1.79	-1.22	-0.26	-1.10	-0.12	-0.25
2001	1.23	1.46	1.65	-0.13	0.10	-2.27	-1.53	-2.74	-0.56	0.77	1.64	1.22	0.07
2002	1.50	2.25	1.87	1.29	0.04	-1.59	-0.66	-1.62	-0.41	0.56	1.52	1.58	0.53
2003	2.29	1.91	1.66	1.37	0.62	-1.20	-1.78	-1.94	-1.11	-0.23	-0.02	1.83	0.28
2004	0.63	1.91	1.93	0.29	-0.13	-1.85	-1.32	-1.80	-1.04	0.90	1.10	1.84	0.21
2005	1.48	2.10	2.43	1.14	-0.03	-2.24	-2.43	-2.45	-0.48	0.46	-0.18	1.45	0.10
2006	1.47	1.82	2.02	0.91	-1.41	-0.87	-3.17	-0.76	-1.43	0.83	1.34	1.73	0.21
2007	2.59	1.97	1.86	1.41	-0.14	-2.61	-2.22	-1.79	-0.55	-0.46	0.27	0.52	0.07
2008	1.80	1.35	1.02	0.59	-1.07	-1.56	-2.95	-1.70	-0.95	0.73	0.84	0.75	-0.10
2009	1.57	1.78	1.58	1.19	0.00	-0.98	-1.71	-1.07	0.28	0.14	1.45	2.13	0.53
2010	2.33	2.69	2.73	1.61	0.68	-1.32	-2.29	-3.10	-0.87	-0.05	0.93	1.53	0.41
2011	1.54	1.22	1.66	0.74	-0.27	-1.37	-2.34	-1.51	0.14	0.68	0.71	0.90	0.18
2012	1.16	1.37	1.39	1.21	-0.44	-1.72	-2.87	-2.76	-2.13	0.48	1.27	1.83	-0.10
2013	1.81	2.33	2.16	0.84	0.49	-0.02	-2.04	-1.58	-0.87	0.57	0.67	1.64	0.50
2014	1.28	1.53	1.27	1.04	0.79	-1.25	-1.89	-2.11	-0.02	0.34	1.10	1.80	0.32
2015	1.50	2.06	1.53	1.70	0.80	-1.07	-2.20	-2.25	0.54	0.61	0.96	1.81	0.50
2016	1.75	3.21	2.54	1.01	0.33	-1.95	-3.33	-0.99	-0.89	0.60	0.02	1.59	0.32
2017	1.79	1.81	2.13	1.87	1.38	-0.54	-2.13	-1.12	0.53	0.84	1.23	1.33	0.76
2018	0.81	2.04	2.03	0.78	-0.15	-0.74	-2.15	-1.31	-0.57	1.64	1.94	0.79	0.43
2019	1.64	2.37	2.35	1.46	0.20	-1.43	-1.92	-3.50	-0.34	0.37	1.63	2.28	0.43
PROMEDIO	1.52	1.77	1.73	0.99	-0.06	-1.29	-1.98	-1.76	-0.66	0.32	0.68	1.29	
MÁXIMO	3.14	3.54	3.48	2.97	1.38	-0.02	-0.42	-0.38	0.54	1.64	1.94	2.52	
MÍNIMO	0.33	0.38	0.37	-0.13	-1.41	-2.73	-3.92	-3.55	-2.13	-0.53	-1.10	-0.12	

UNIDAD DE ATENCIÓN AL CIUDADANO Y GESTIÓN DOCUMENTAL - SENAMHI

CUENCA HIDROGRÁFICA: RÍO MANTARO

VARIABLE: TEMPERATURA MÍNIMA MENSUAL (C°)

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

ESTACIÓN: LA OROYA

DPTO: JUNÍN

LONG: 75° 57' 34"

CÓDIGO: 604

ALT: 3910 MSNM

LAT: 11° 34' 7"

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAR	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Promedio
1970	3.38	3.90	3.78	2.27	-0.25	-1.93	-2.31	-1.54	0.62	1.88	2.01	3.13	1.24
1971	2.73	3.15	3.06	1.84	-0.20	-1.56	-1.87	-1.25	0.50	1.52	1.62	2.53	1.01
1972	3.09	3.57	3.46	2.08	-0.23	-1.77	-2.11	-1.41	0.57	1.72	1.84	2.86	1.14
1973	3.54	4.09	3.96	2.38	-0.26	-2.02	-2.42	-1.61	0.65	1.97	2.10	3.28	1.30
1974	2.79	3.22	3.12	1.87	-0.21	-1.59	-1.91	-1.27	0.51	1.55	1.66	2.59	1.03
1975	3.06	3.53	3.42	2.05	-0.23	-1.75	-2.09	-1.39	0.56	1.70	1.82	2.83	1.13
1976	2.90	3.34	3.24	1.95	-0.22	-1.66	-1.98	-1.32	0.53	1.61	1.72	2.68	1.07
1977	3.30	3.80	3.69	2.22	-0.24	-1.88	-2.25	-1.50	0.60	1.84	1.96	3.06	1.21
1978	3.10	3.58	3.48	2.09	-0.23	-1.77	-2.12	-1.42	0.57	1.73	1.84	2.88	1.14
1979	3.05	3.52	3.42	2.05	-0.23	-1.74	-2.09	-1.39	0.56	1.70	1.81	2.83	1.12
1980	3.20	3.69	3.58	2.15	-0.24	-1.83	-2.19	-1.46	0.59	1.78	1.90	2.96	1.18
1981	3.27	3.78	3.66	2.20	-0.24	-1.87	-2.24	-1.49	0.60	1.82	1.94	3.03	1.21
1982	3.32	3.83	3.72	2.23	-0.25	-1.90	-2.27	-1.51	0.61	1.85	1.97	3.08	1.22
1983	3.42	3.95	3.83	2.30	-0.25	-1.96	-2.34	-1.56	0.63	1.91	2.03	3.17	1.26
1984	3.50	4.04	3.92	2.35	-0.26	-2.00	-2.39	-1.60	0.64	1.95	2.08	3.25	1.29
1985	3.21	3.71	3.60	2.16	-0.24	-1.84	-2.20	-1.47	0.59	1.79	1.91	2.98	1.18
1986	3.36	3.88	3.76	2.26	-0.25	-1.92	-2.30	-1.53	0.62	1.87	2.00	3.12	1.24
1987	3.19	3.69	3.58	2.15	-0.24	-1.83	-2.19	-1.46	0.59	1.78	1.90	2.96	1.18
1988	2.80	3.23	3.13	1.88	-0.21	-1.60	-1.91	-1.27	0.51	1.56	1.66	2.59	1.03
1989	2.81	3.24	3.15	1.89	-0.21	-1.61	-1.92	-1.28	0.51	1.57	1.67	2.61	1.04
1990	3.22	3.72	3.61	2.17	-0.24	-1.84	-2.20	-1.47	0.59	1.80	1.91	2.99	1.19
1991	2.62	3.03	2.94	1.76	-0.19	-1.50	-1.79	-1.20	0.48	1.46	1.56	2.43	0.97
1992	2.85	3.29	3.19	1.92	-0.21	-1.63	-1.95	-1.30	0.52	1.59	1.69	2.64	1.05
1993	3.38	3.90	3.78	2.27	-0.25	-1.93	-2.31	-1.54	0.62	1.88	2.01	3.13	1.25
1994	3.06	3.53	3.43	2.06	-0.23	-1.75	-2.09	-1.40	0.56	1.71	1.82	2.84	1.13
1995	3.15	3.64	3.53	2.12	-0.23	-1.80	-2.16	-1.44	0.58	1.76	1.87	2.92	1.16
1996	4.77	5.51	5.35	3.21	-0.35	-2.73	-3.27	-2.18	0.87	2.66	2.84	4.43	1.76
1997	3.63	4.18	4.06	2.44	-0.27	-4.31	-3.47	-2.39	-0.31	1.20	2.76	3.25	0.90
1998	3.74	4.06	3.40	2.26	-1.50	0.30	-2.48	-0.06	-0.37	2.62	1.20	2.46	1.30
1999	3.42	3.80	3.63	2.91	0.33	-3.24	-2.32	-3.16	0.07	0.92	1.24	3.54	0.93
2000	3.31	3.68	3.30	2.38	0.19	-1.76	-2.47	-0.48	-0.46	2.05	-1.39	1.85	0.85
2001	4.34	3.93	3.71	1.28	0.55	-1.79	-1.17	-2.87	1.22	2.15	3.69	2.79	1.49
2002	2.15	4.05	4.14	2.79	0.37	-2.11	-0.74	-1.48	1.99	3.07	3.55	3.43	1.77
2003	4.01	3.50	3.89	2.73	1.50	-2.22	-1.89	-0.95	0.60	0.51	0.51	4.04	1.35
2004	1.80	4.15	4.03	0.62	-0.86	-1.08	-1.45	-1.98	1.39	2.84	2.33	4.27	1.34
2005	2.46	4.63	4.61	2.73	-1.07	-3.80	-4.06	-2.87	0.75	2.68	1.56	3.81	0.95
2006	3.46	4.11	4.41	2.99	-2.39	-0.23	-3.39	0.09	0.12	1.66	3.06	4.05	1.50
2007	5.00	3.84	4.75	3.40	0.20	-2.74	-2.67	-1.87	1.69	1.65	1.81	2.43	1.46
2008	4.35	4.35	2.82	1.81	-1.93	-2.39	-3.41	-1.17	0.14	3.29	3.31	2.31	1.12
2009	3.97	5.11	4.38	3.35	0.53	-1.91	-1.89	-0.45	1.75	1.79	3.88	4.47	2.08
2010	5.13	5.19	5.71	2.43	0.58	-1.74	-3.32	-3.51	0.72	1.85	2.65	4.36	1.67
2011	4.20	4.62	4.40	3.93	0.44	-1.51	-2.12	-1.24	2.21	1.63	2.79	3.23	1.88
2012	3.04	4.43	4.60	3.88	-0.04	-0.89	-3.31	-2.63	-0.02	2.54	3.38	4.83	1.65
2013	3.44	4.75	4.92	2.12	1.27	0.26	-1.44	-0.99	0.78	2.70	2.13	4.55	2.04
2014	3.68	4.94	3.84	3.30	1.85	-2.40	-1.09	-1.29	1.95	2.95	2.75	4.23	2.06
2015	3.86	4.15	4.61	4.30	1.87	-1.02	-3.25	-1.51	0.89	2.22	2.39	3.54	1.84
2016	3.04	5.52	4.31	3.27	0.03	-2.01	-3.11	0.02	0.43	2.47	0.40	3.59	1.50
2017	4.42	4.32	5.21	3.95	3.08	-0.25	-2.15	-1.68	2.77	2.40	3.15	3.55	2.40
2018	3.17	4.46	5.04	2.67	0.49	-0.53	-1.58	-0.19	0.23	3.84	3.52	1.90	1.92
2019	4.85	4.81	5.05	2.90	0.24	-3.06	-3.24	-3.36	1.83	2.08	4.27	5.04	1.78
PROMEDIO	3.41	4.00	3.90	2.45	-0.02	-1.79	-2.30	-1.51	0.72	1.98	2.12	3.23	
MÁXIMO	5.13	5.52	5.71	4.30	3.08	0.30	-0.74	0.09	2.77	3.84	4.27	5.04	
MÍNIMO	1.80	3.03	2.82	0.62	-2.39	-4.31	-4.06	-3.51	-0.46	0.51	-1.39	1.85	

Valores completados: ■ Promedio mensual ■ Plataforma SENAMHI

UNIDAD DE ATENCIÓN AL CIUDADANO Y GESTIÓN DOCUMENTAL - SENAMHI

CUENCA HIDROGRÁFICA: RÍO MANTARO
 ESTACIÓN: JUNÍN
 CÓDIGO: 111583

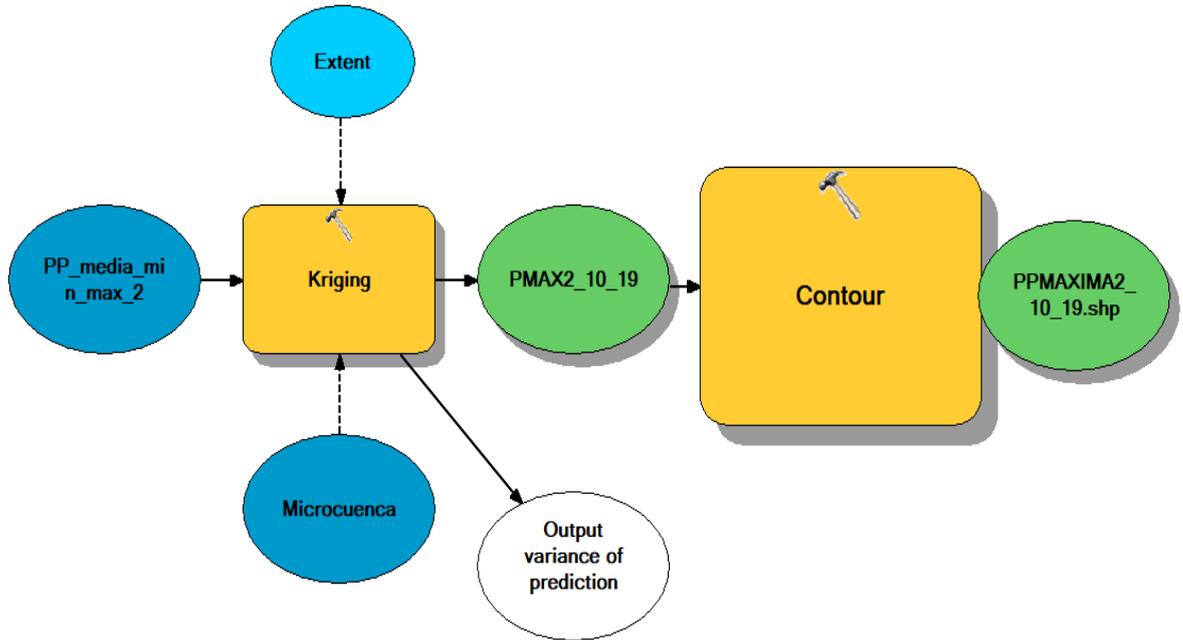
VARIABLE: TEMPERATURA MÍNIMA MENSUAL (C°)
 DPTO: JUNÍN

UBICACIÓN GEOGRÁFICA
 LONG: 75° 59' 19.6"
 ALT: 4120 MSNM
 LAT: 11° 8' 35.8"

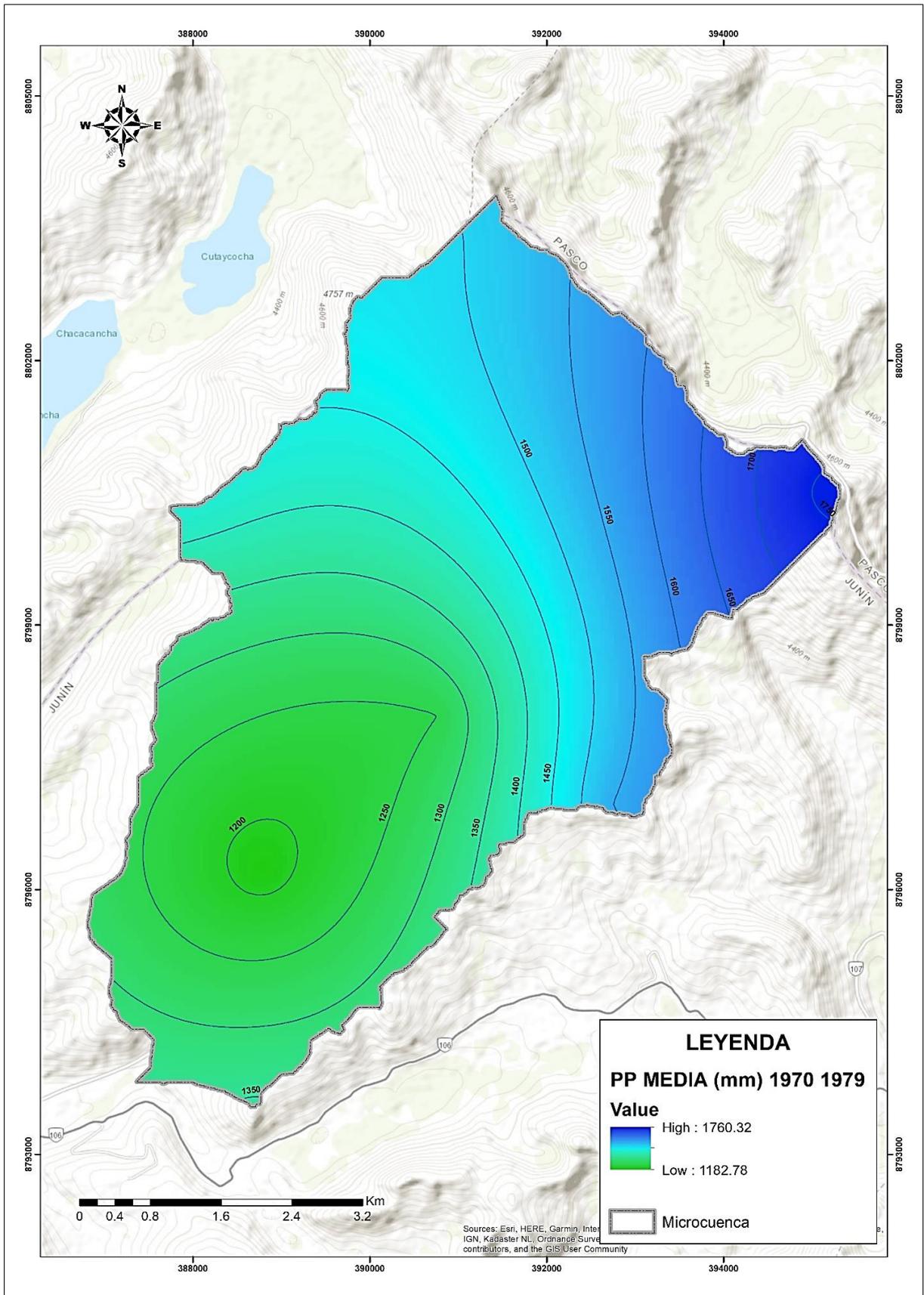
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Promedio
2005	2.5	2.6	2.8	1.3	-0.4	-2.6	-3.7	-3.2	-1.2	0.5	0.9	1.8	0.12
2006	2.35	2.31	3.02	0.82	-2.26	-1.38	-3.77	-1.43	-0.83	0.84	1.83	2.08	0.30
2007	3.81	2.53	2.67	1.75	-0.48	-4.51	-2.19	-2.83	-0.45	-0.24	0.19	0.32	0.05
2008	2.55	2.03	1.53	0.35	-2.42	-3	-4.11	-3.22	-1.86	1.17	0.93	0.95	-0.43
2009	2.25	2.99	2.73	1.73	-0.21	-3.03	-2.27	-1.58	-0.73	-0.44	1.13	2.73	0.44
2010	3.59	3.16	3.32	1.29	0.15	-2.55	-4.48	-5.49	-2.32	-0.32	0.25	2.46	-0.08
2011	2.69	2.62	2.74	2.01	-0.92	-3.01	-3.59	-2.99	-0.58	0.5	1.14	1.46	0.17
2012	1.75	2.72	2.56	1.98	-0.35	-2.35	-4.83	-5.23	-2.75	1.06	1.75	2.62	-0.09
2013	2.62	3.34	3.45	0.35	-0.48	-0.78	-2.95	-2.64	-1.79	0.96	0.57	2.74	0.45
2014	2.25	3.13	1.95	1.13	0.92	-1.91	-2.28	-3.3	0.23	0	0.99	2.14	0.44
2015	2.5	2.31	2.34	2.13	0.88	-2.7	-4.15	-3.17	-1.20	0.46	0.87	1.81	0.17
2016	1.5	2.63	2.77	1.39	-0.52	-3.05	-4.97	-2.17	-1.28	0.85	-1.12	1.45	-0.21
2017	2.85	2.01	2.89	2.03	1.21	-1.17	-4.06	-2.47	-0.15	-0.42	0.65	1.45	0.40
2018	2.08	2.01	3.38	0.75	-0.11	-2.45	-3.79	-2.16	-2.42	1.61	1.18	0.26	0.03
2019	2.52	3.03	3.39	1.03	-0.32	-3.83	-3.81	-5.69	-0.63	0.39	1.86	2.81	0.06
PROMEDIO	2.52	2.63	2.77	1.34	-0.35	-2.55	-3.66	-3.17	-1.20	0.46	0.87	1.81	
MÁXIMO	3.8	3.3	3.5	2.1	1.2	-0.8	-2.2	-1.4	0.2	1.6	1.9	2.8	
MÍNIMO	1.5	2.0	1.5	0.4	-2.4	-4.5	-5.0	-5.7	-2.8	-0.4	-1.1	0.3	

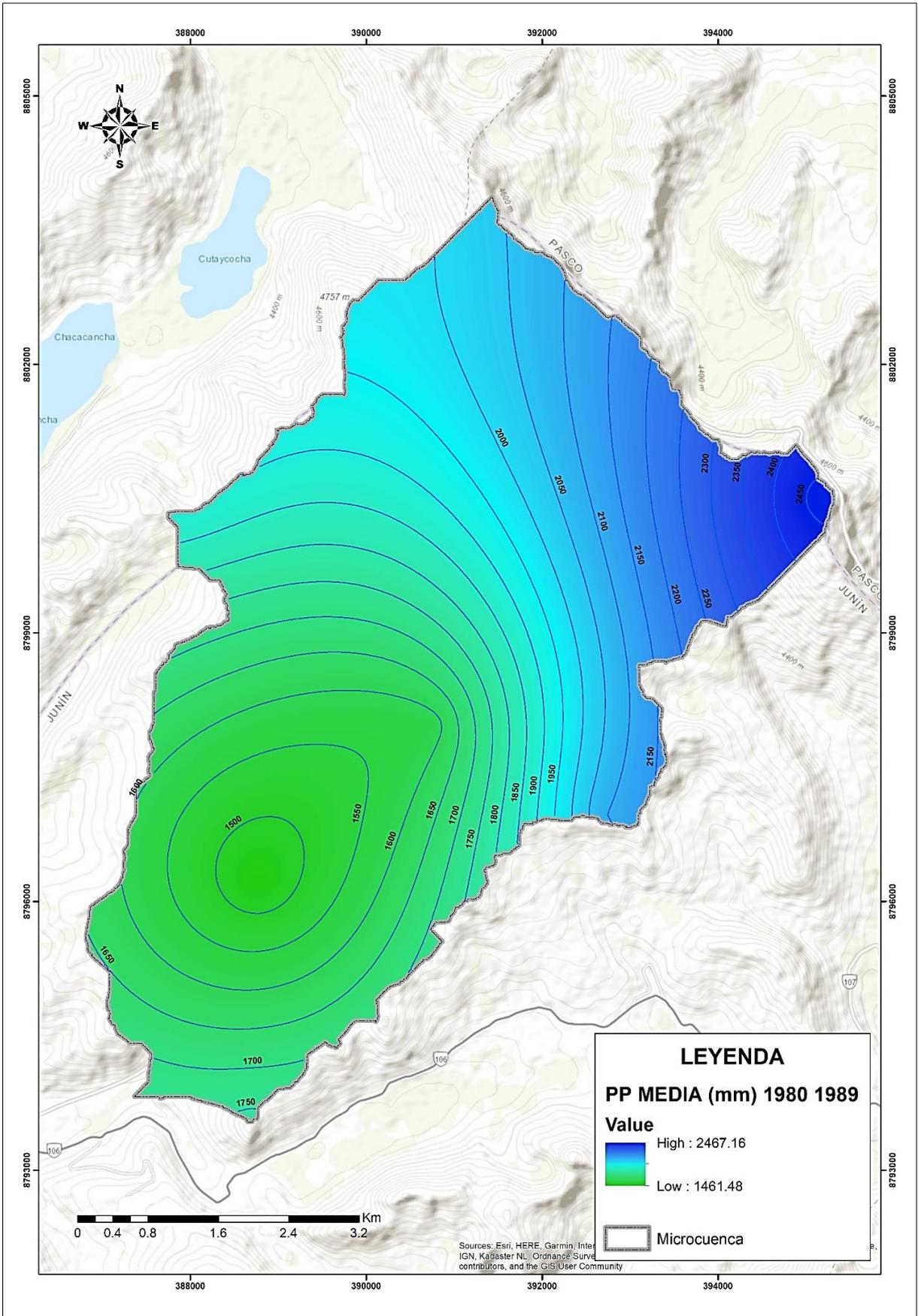
Valores completados: ■ Promedio mensual ■ Plataforma SENAMHI

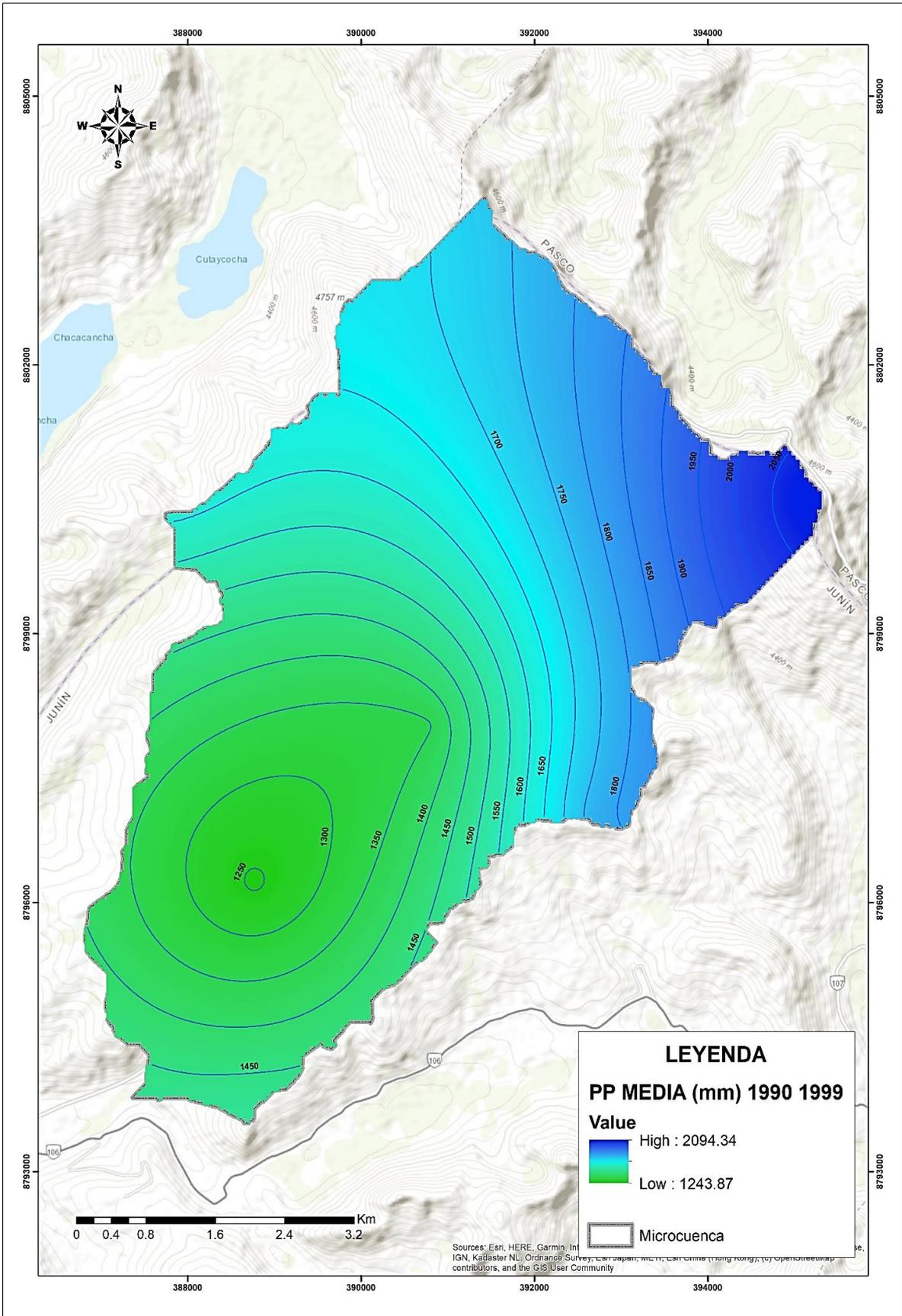
Anexo 23. Modelo para generar mapas de isoyetas e isotermas

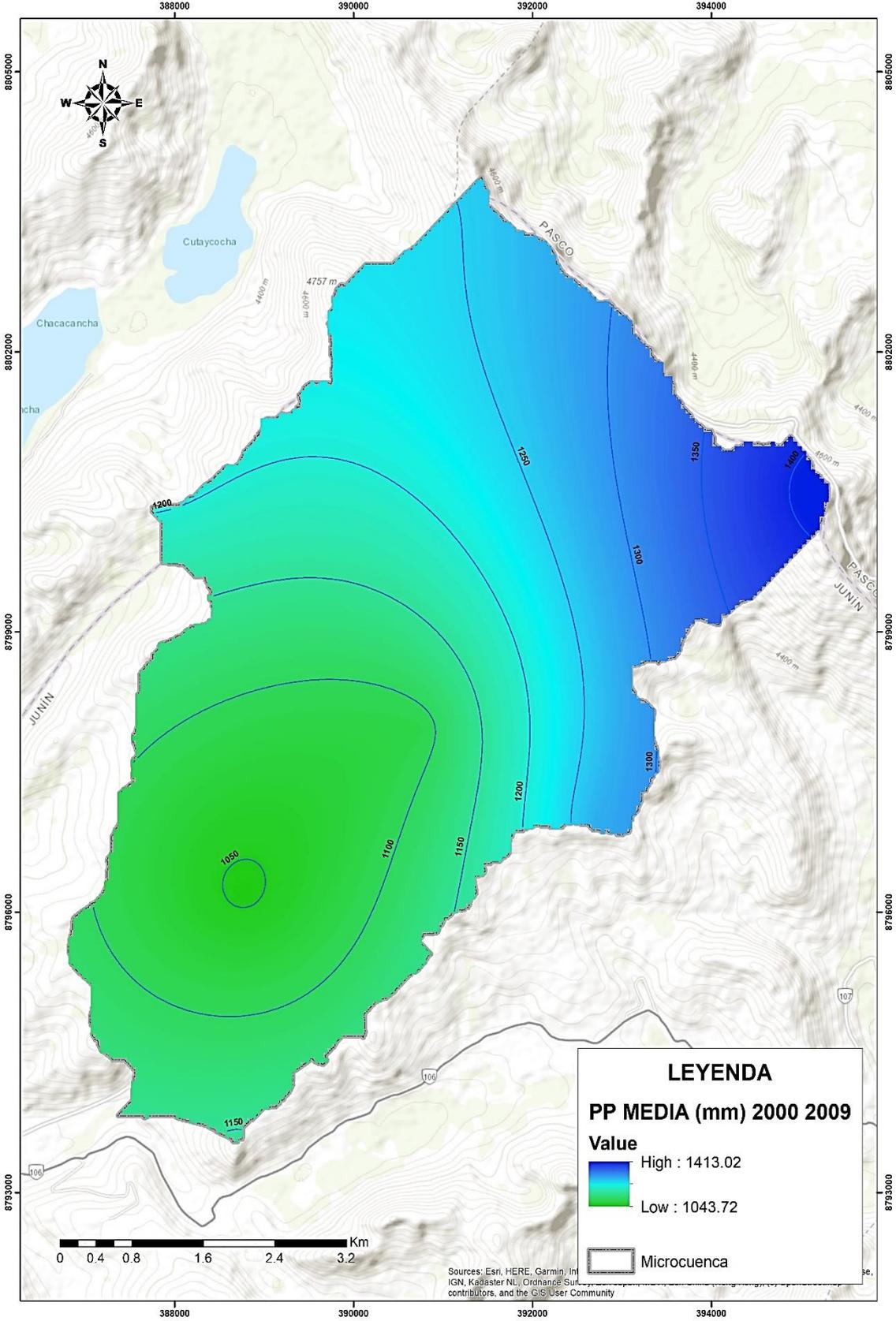
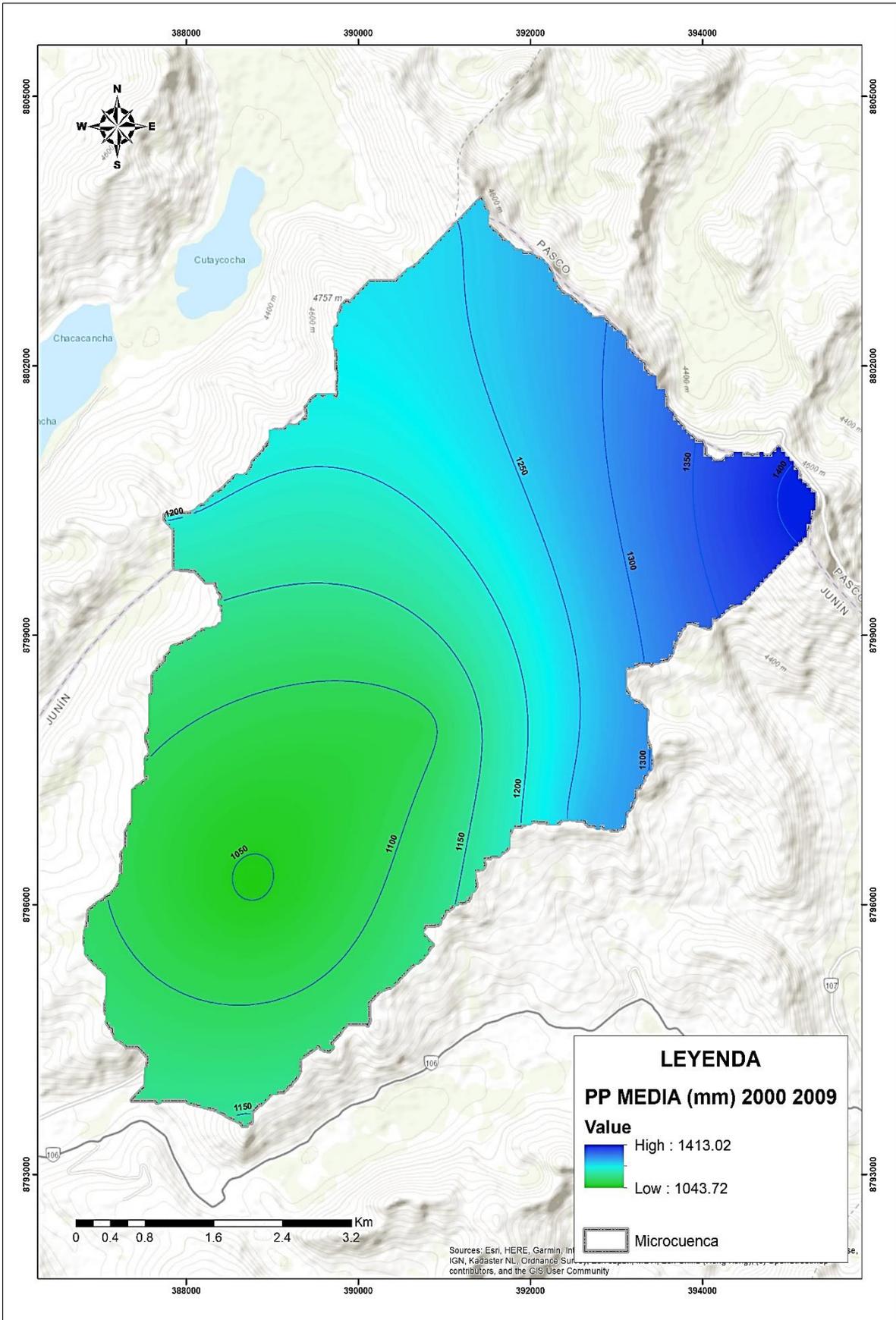


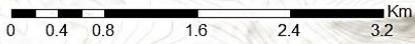
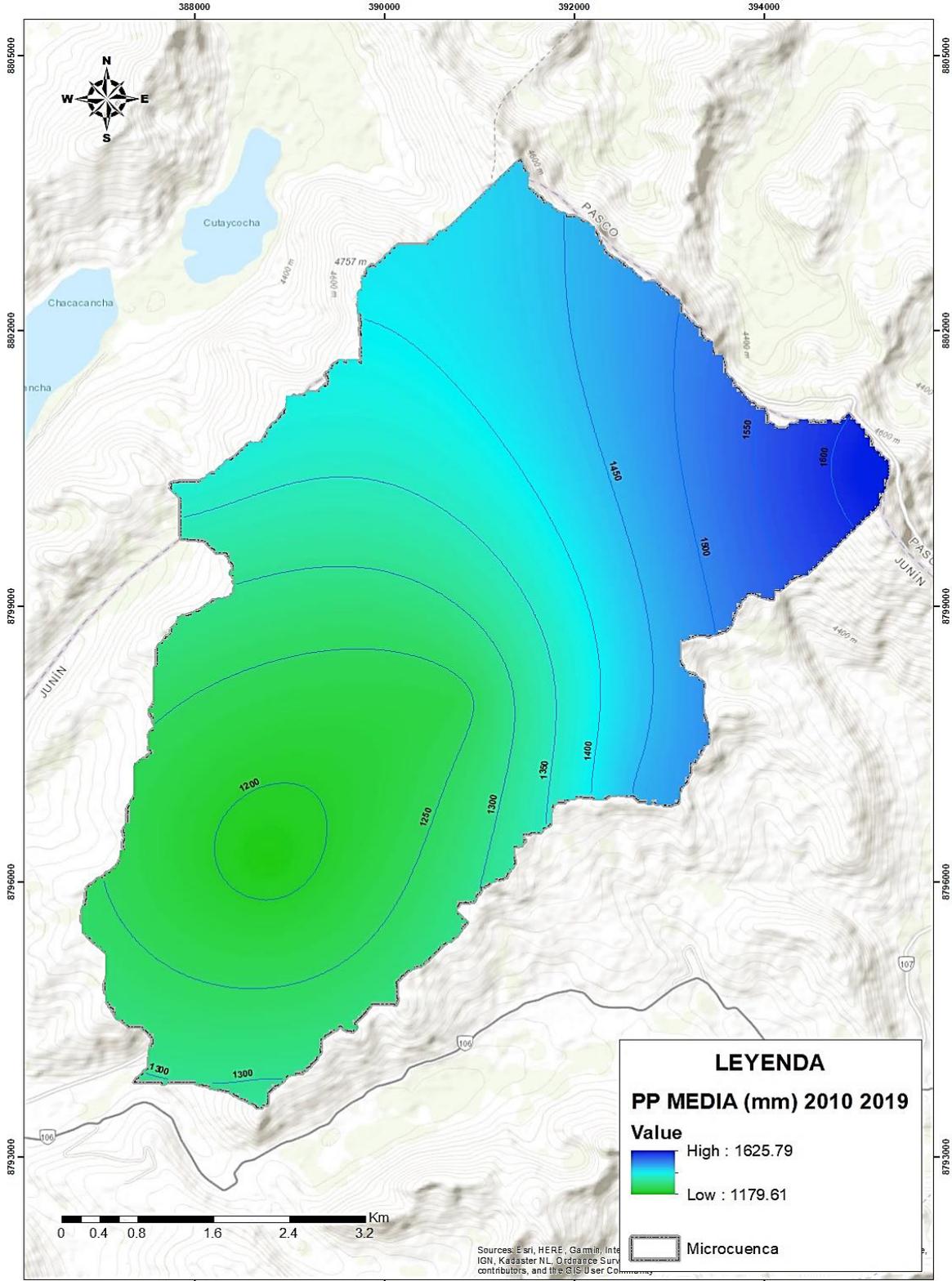
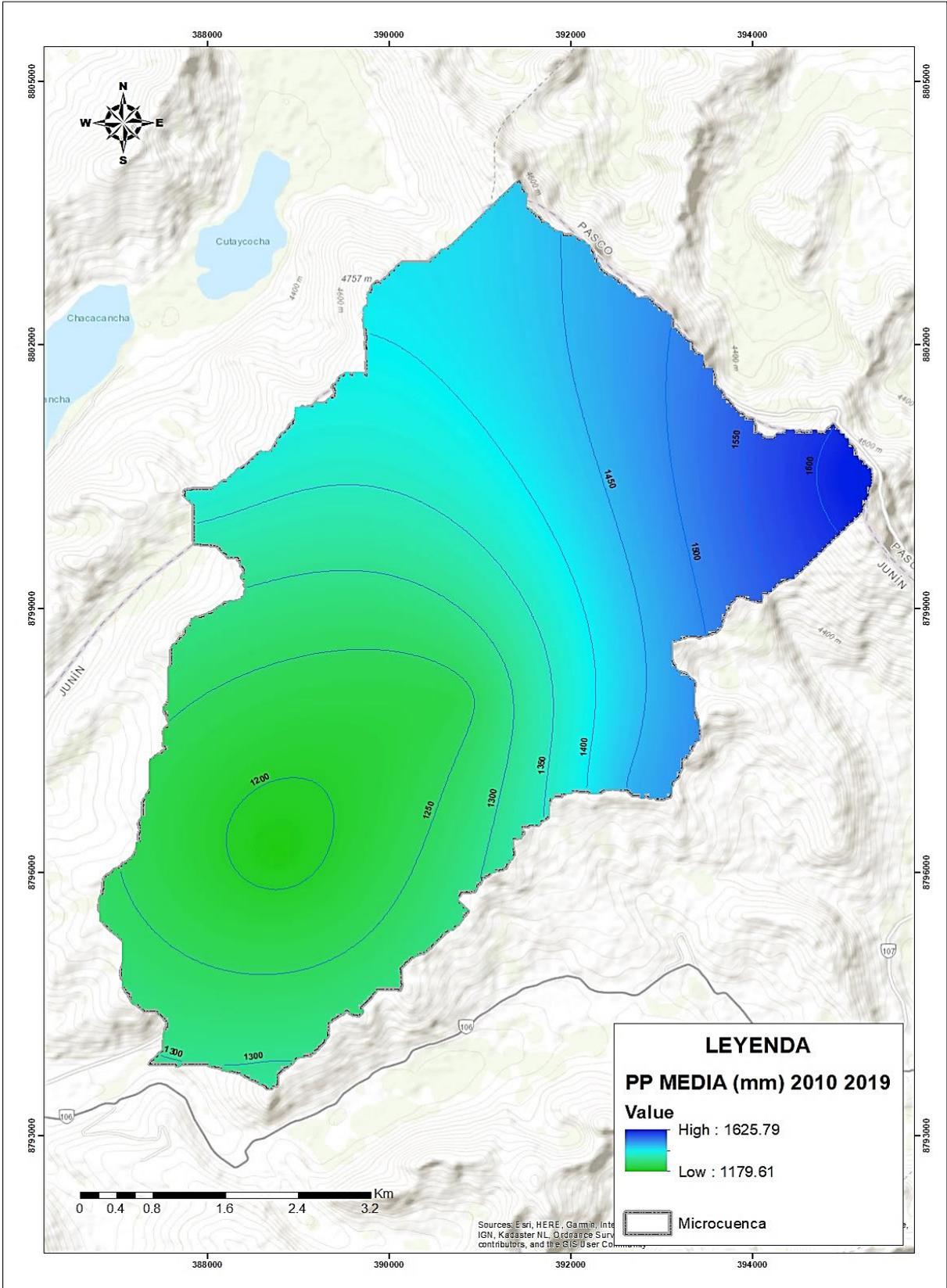
Anexo 24. Mapas de isoyetas promedio a nivel decadal



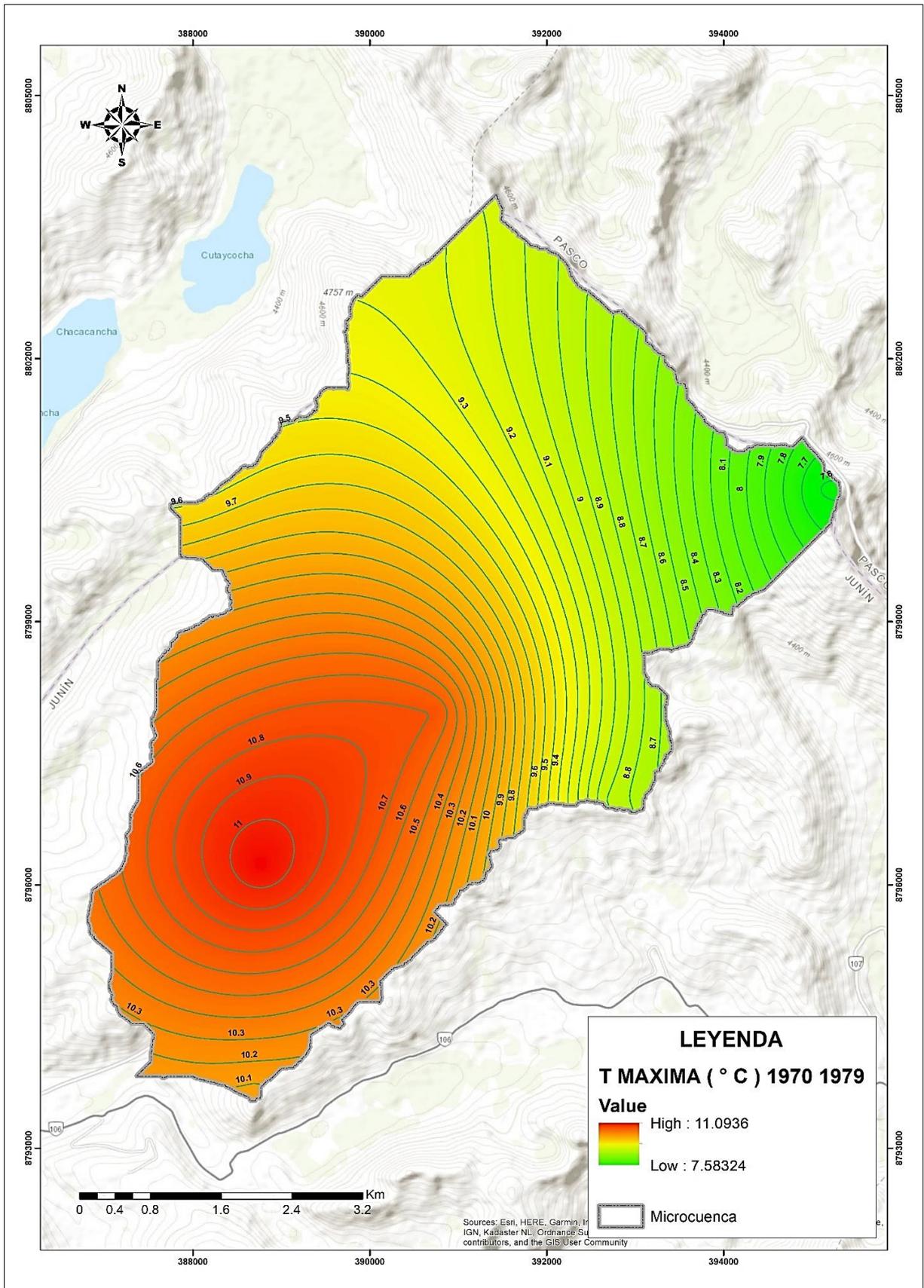


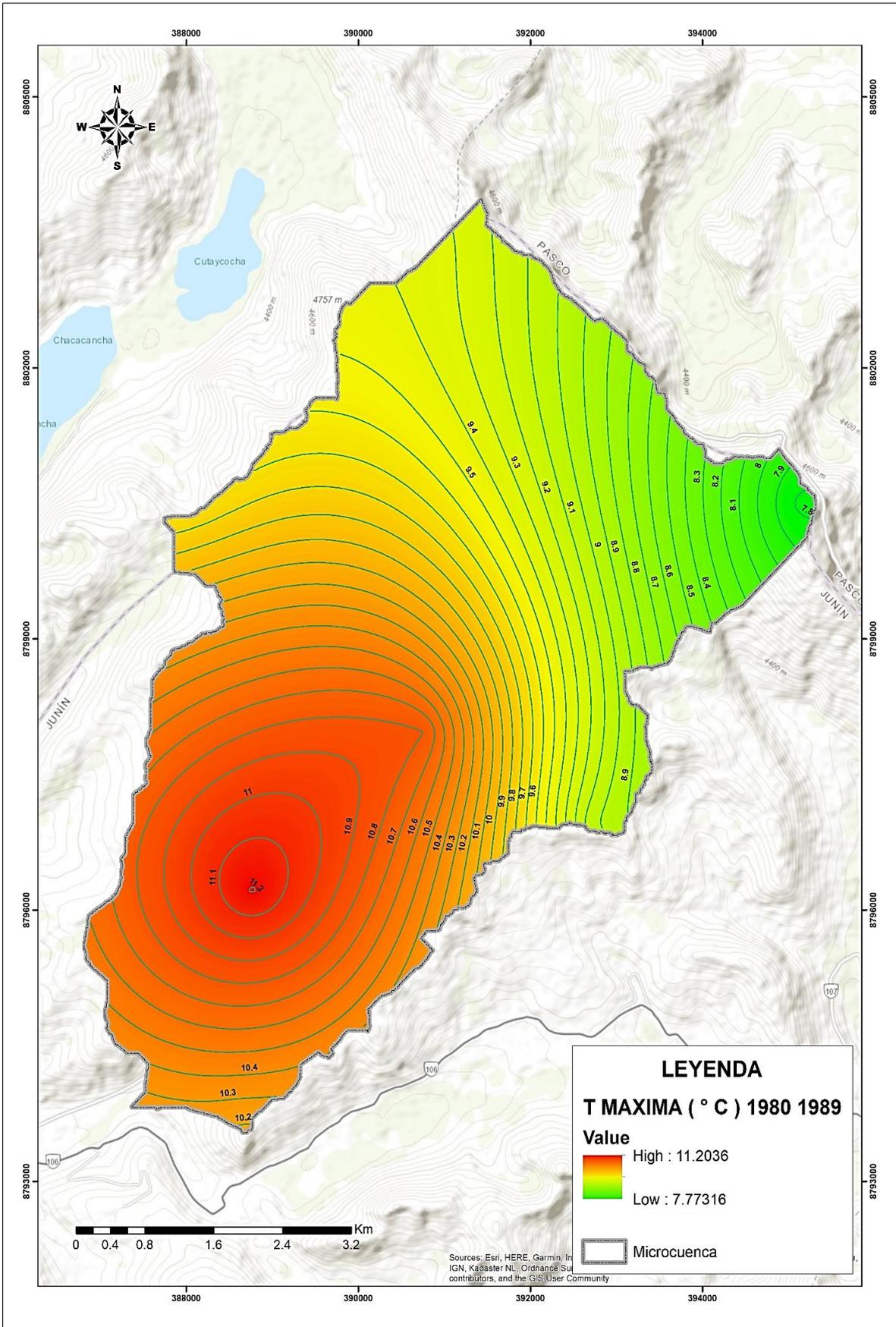


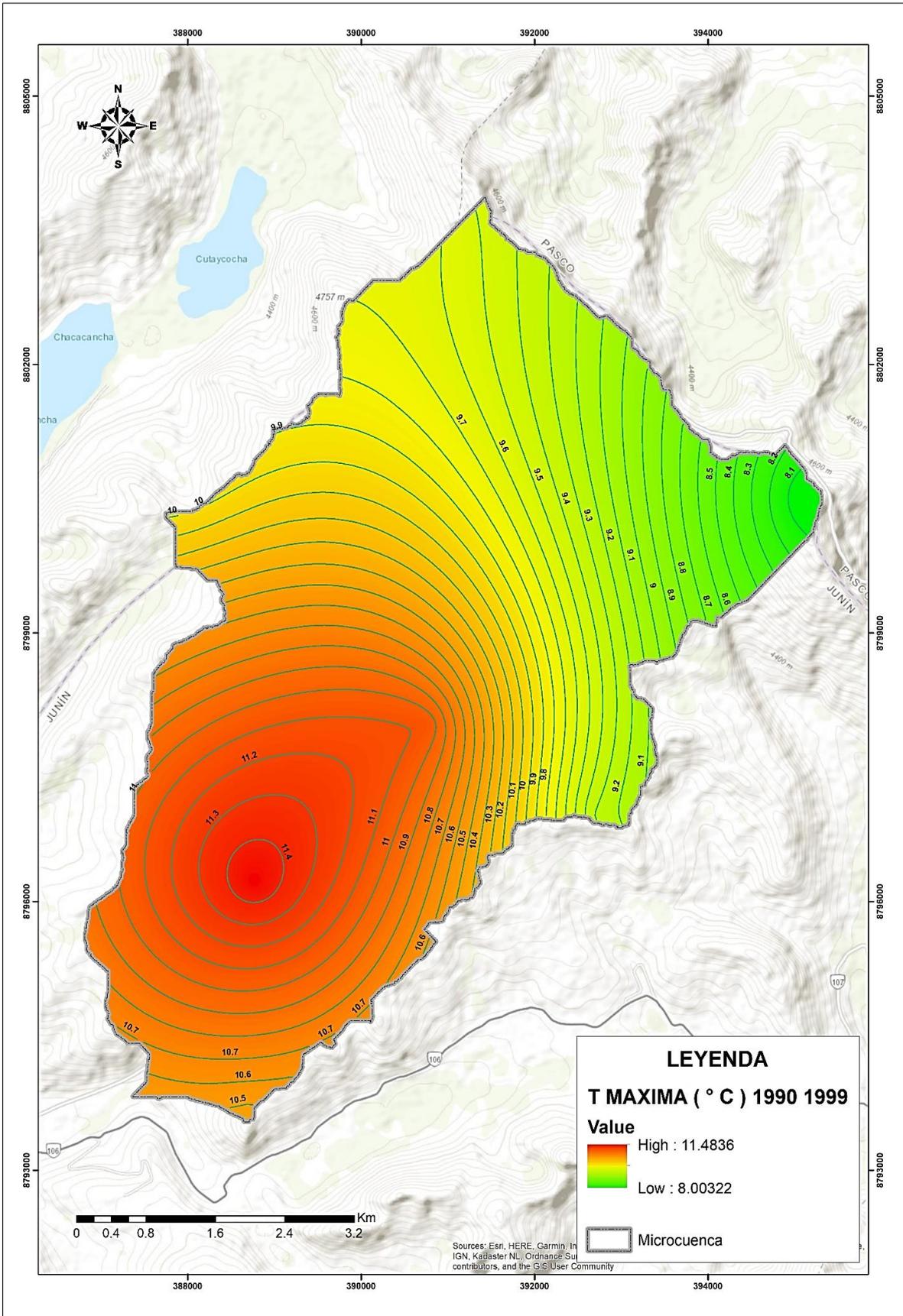


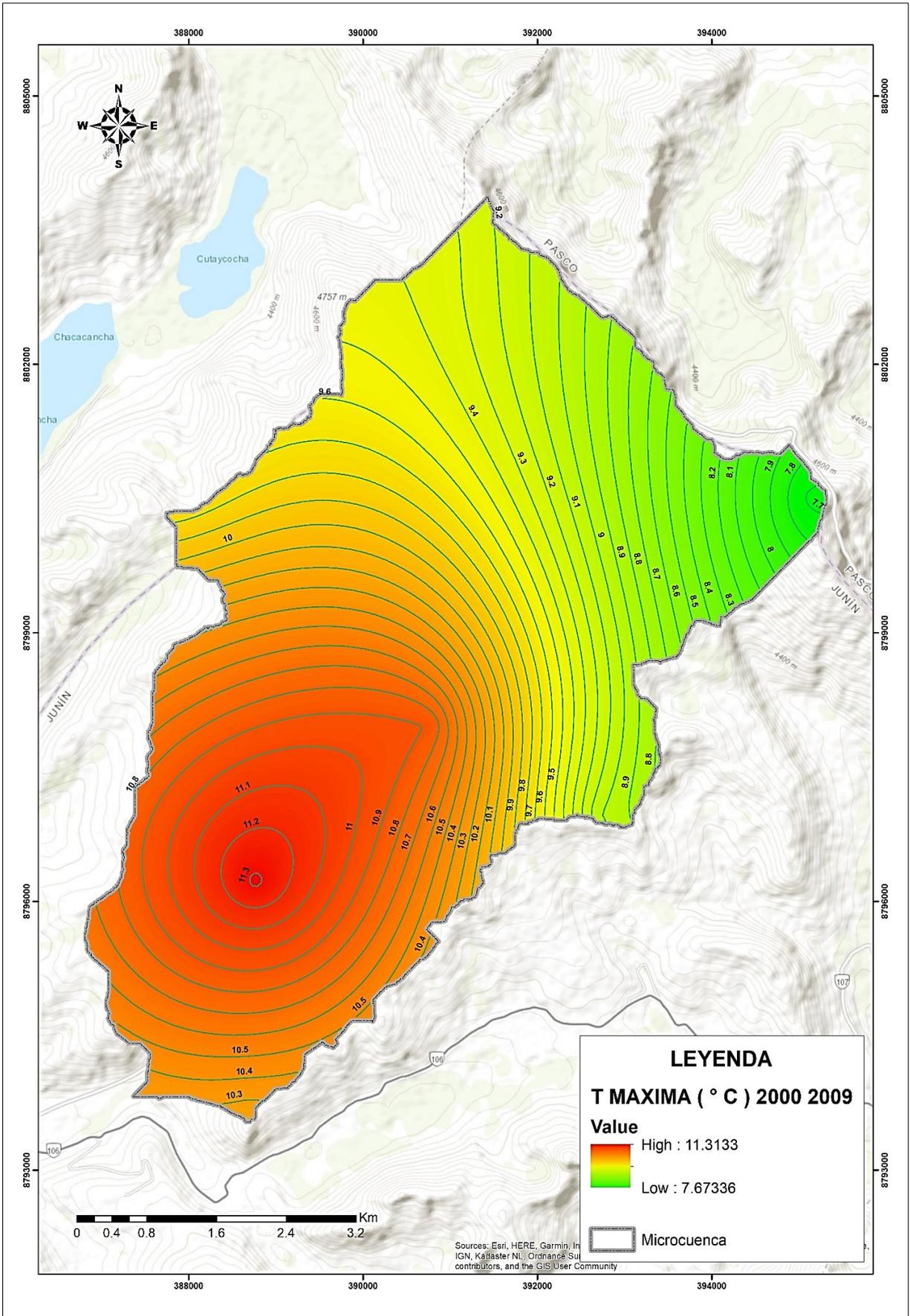


Anexo 25. Mapas de isotermas máximas a nivel decadal









388000

390000

392000

394000

8805000

8802000

8799000

8796000

8793000

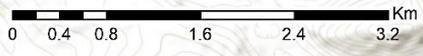
8805000

8802000

0006548

0006948

8793000

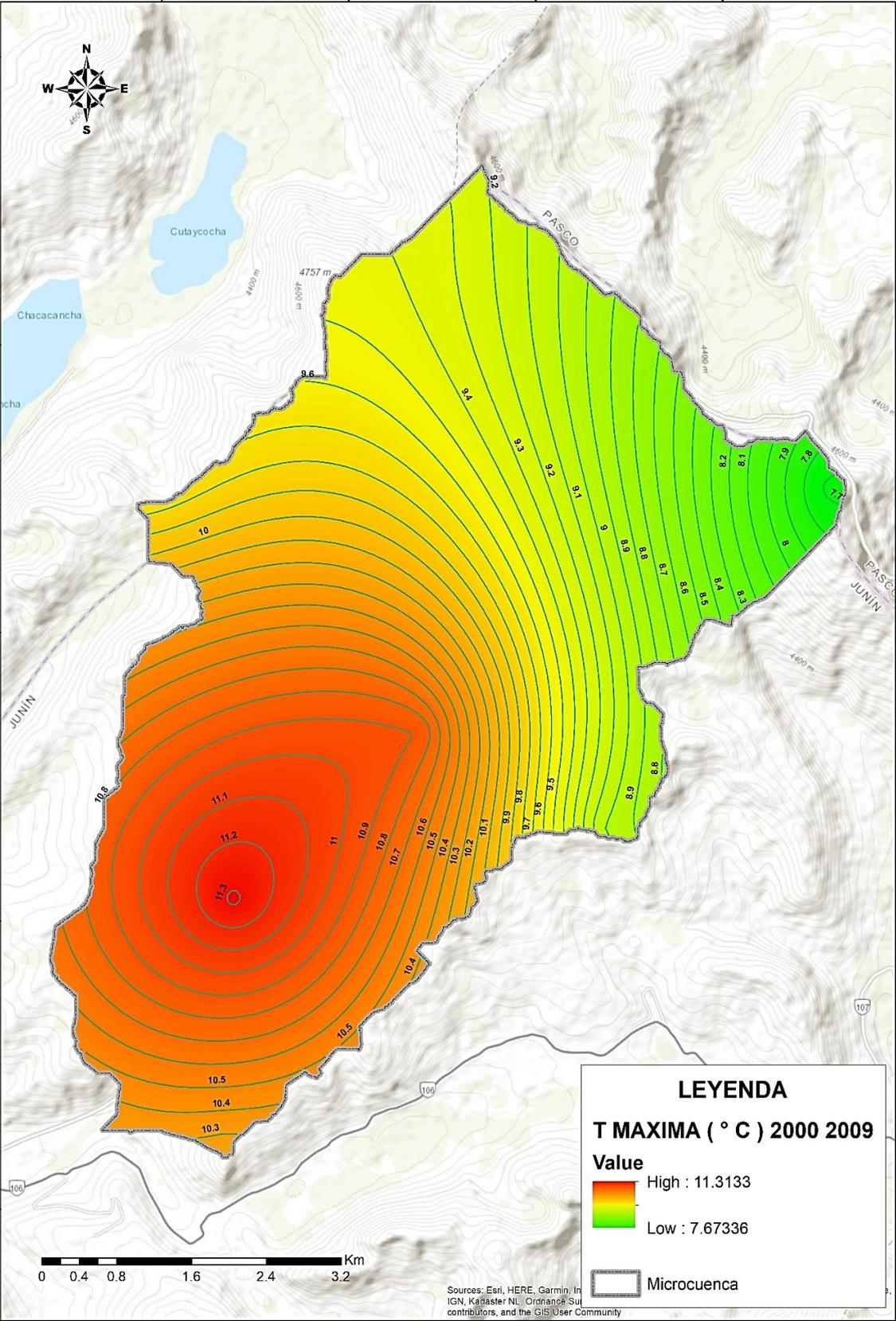


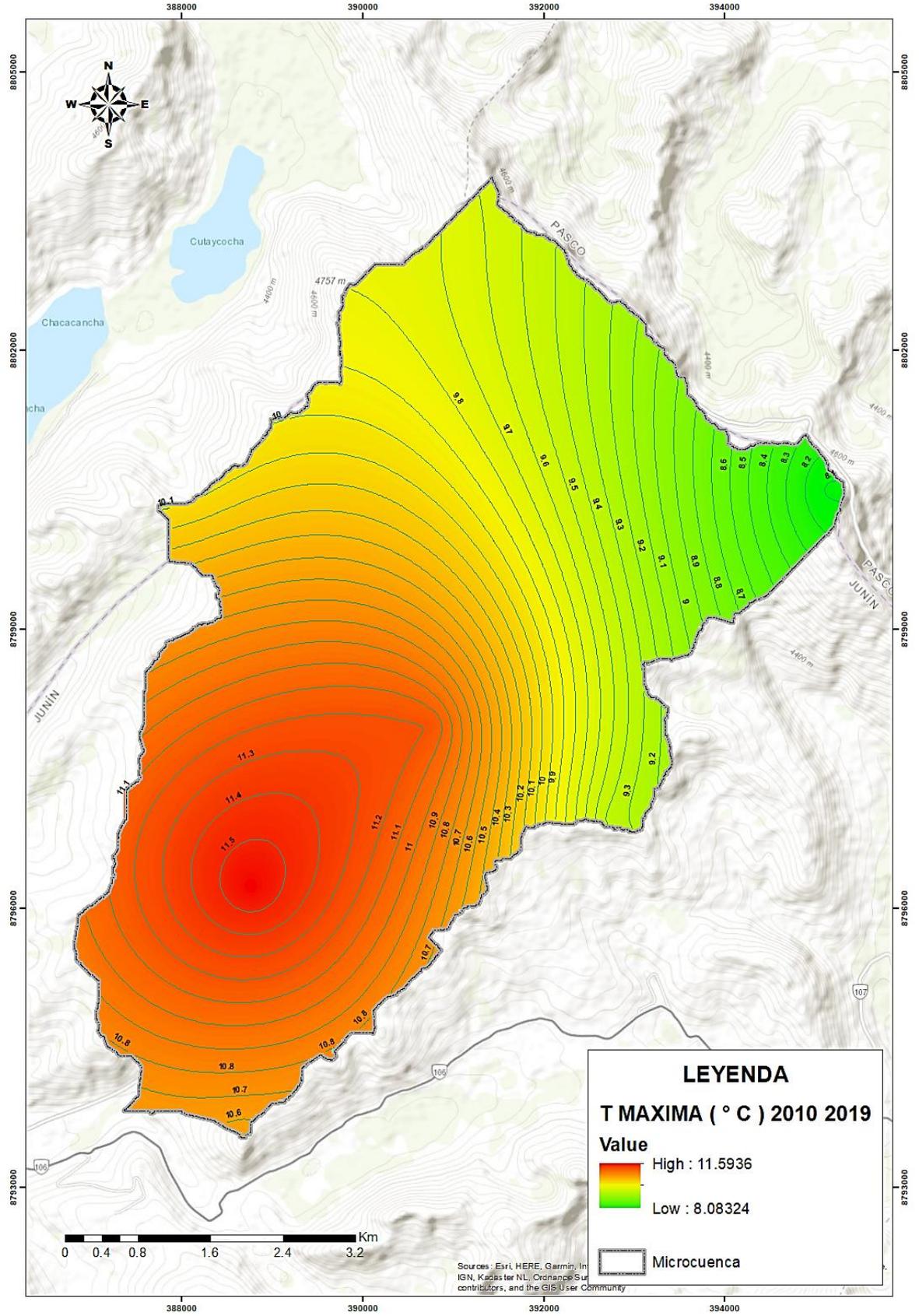
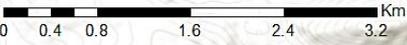
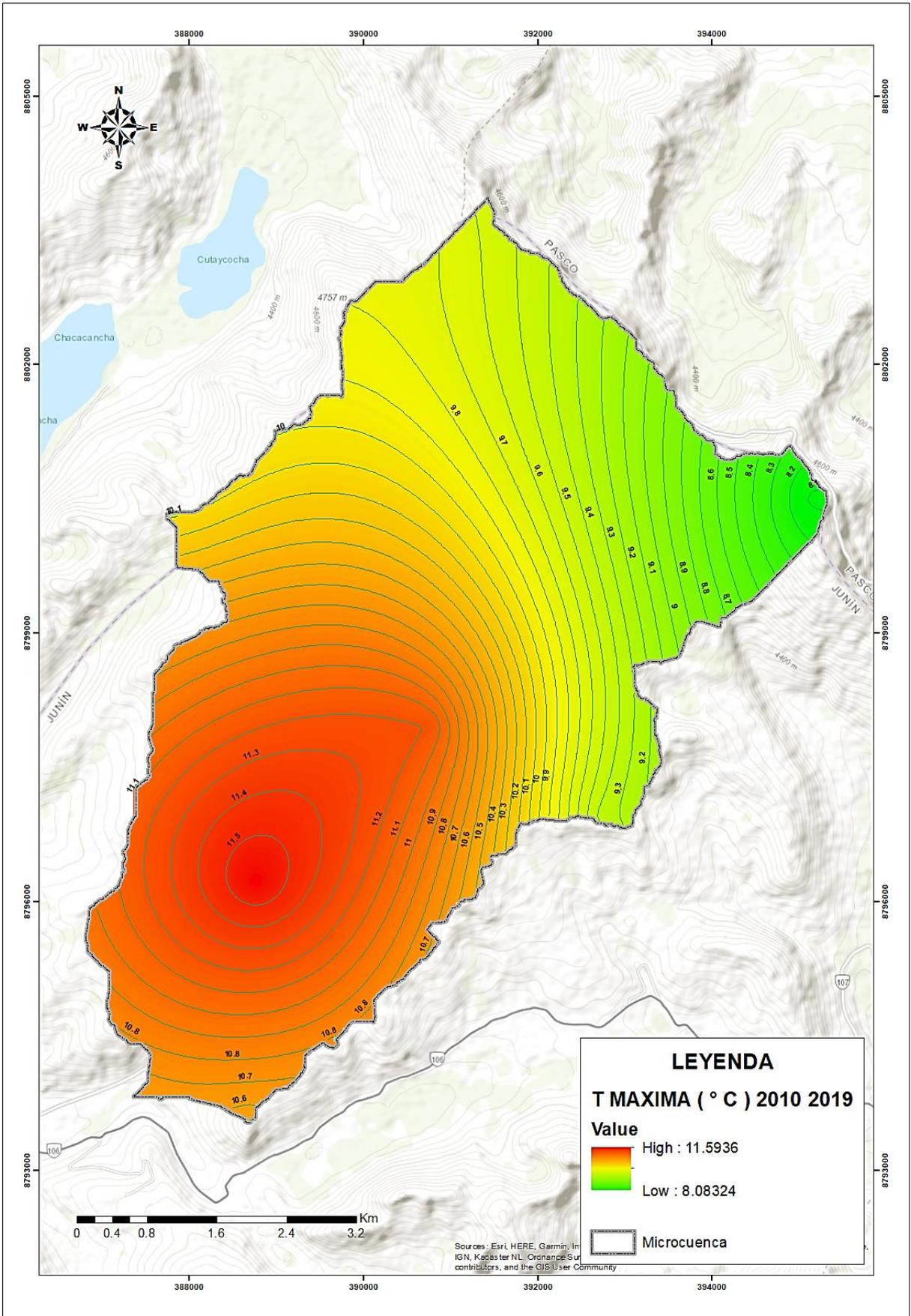
388000

390000

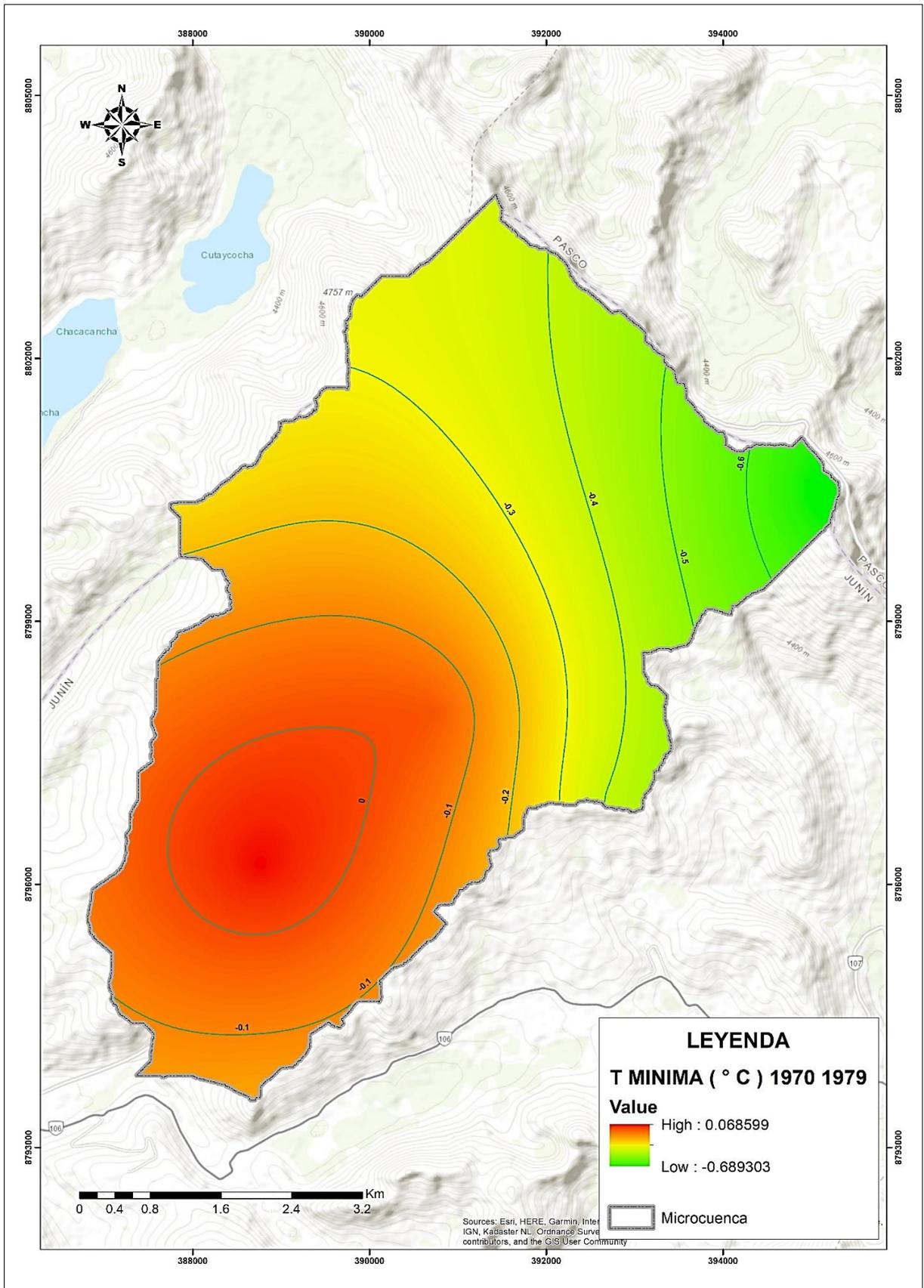
392000

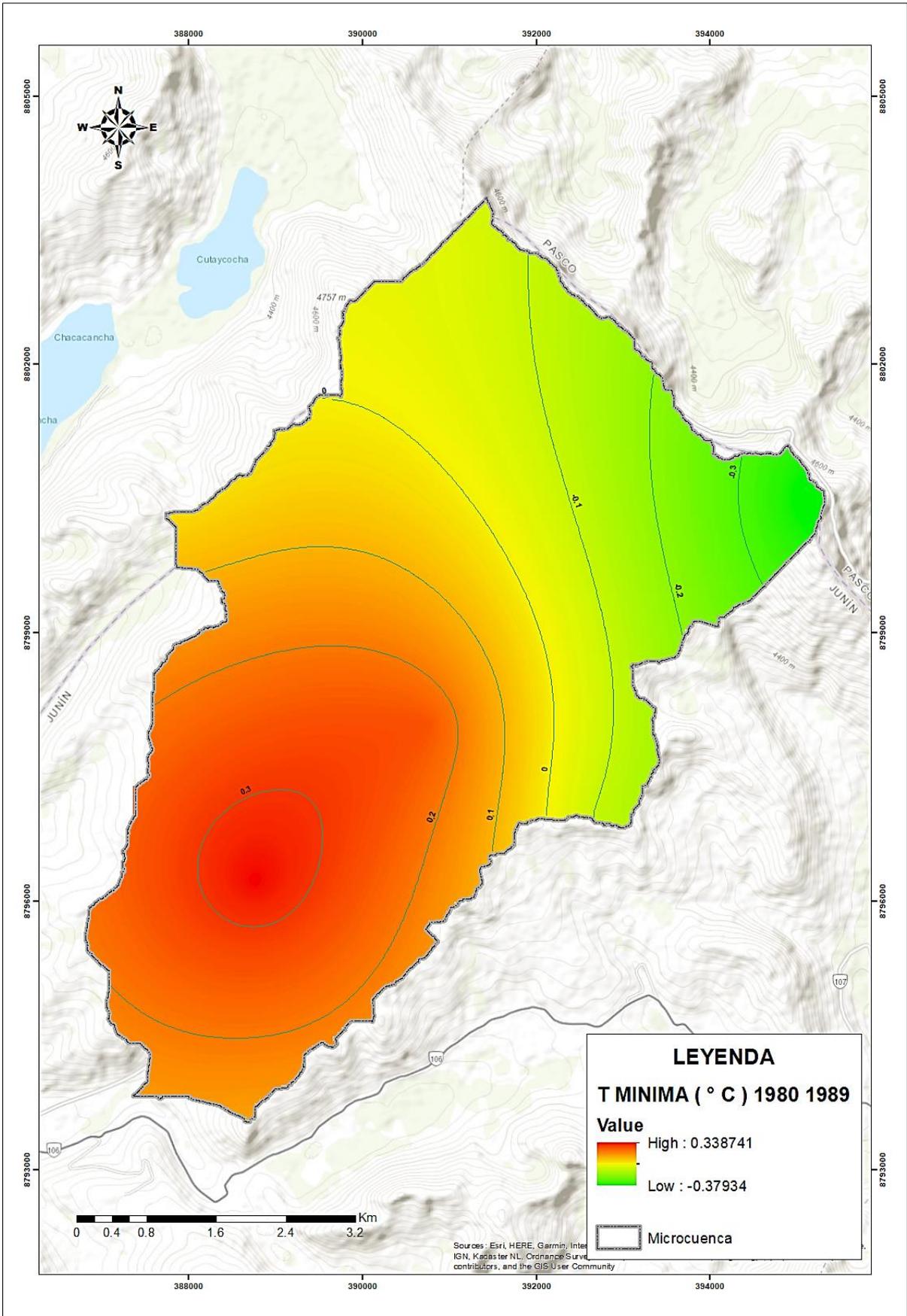
394000

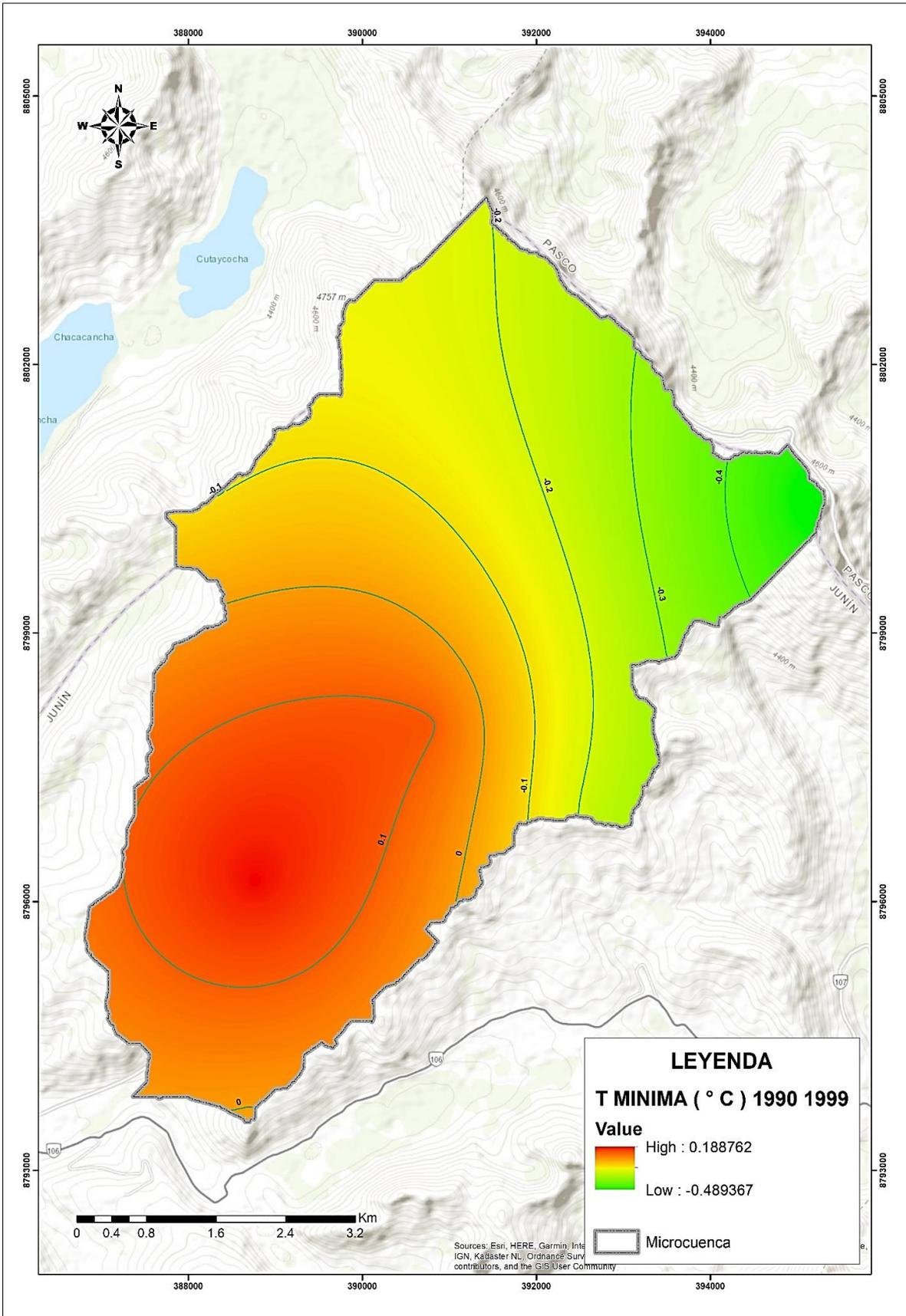


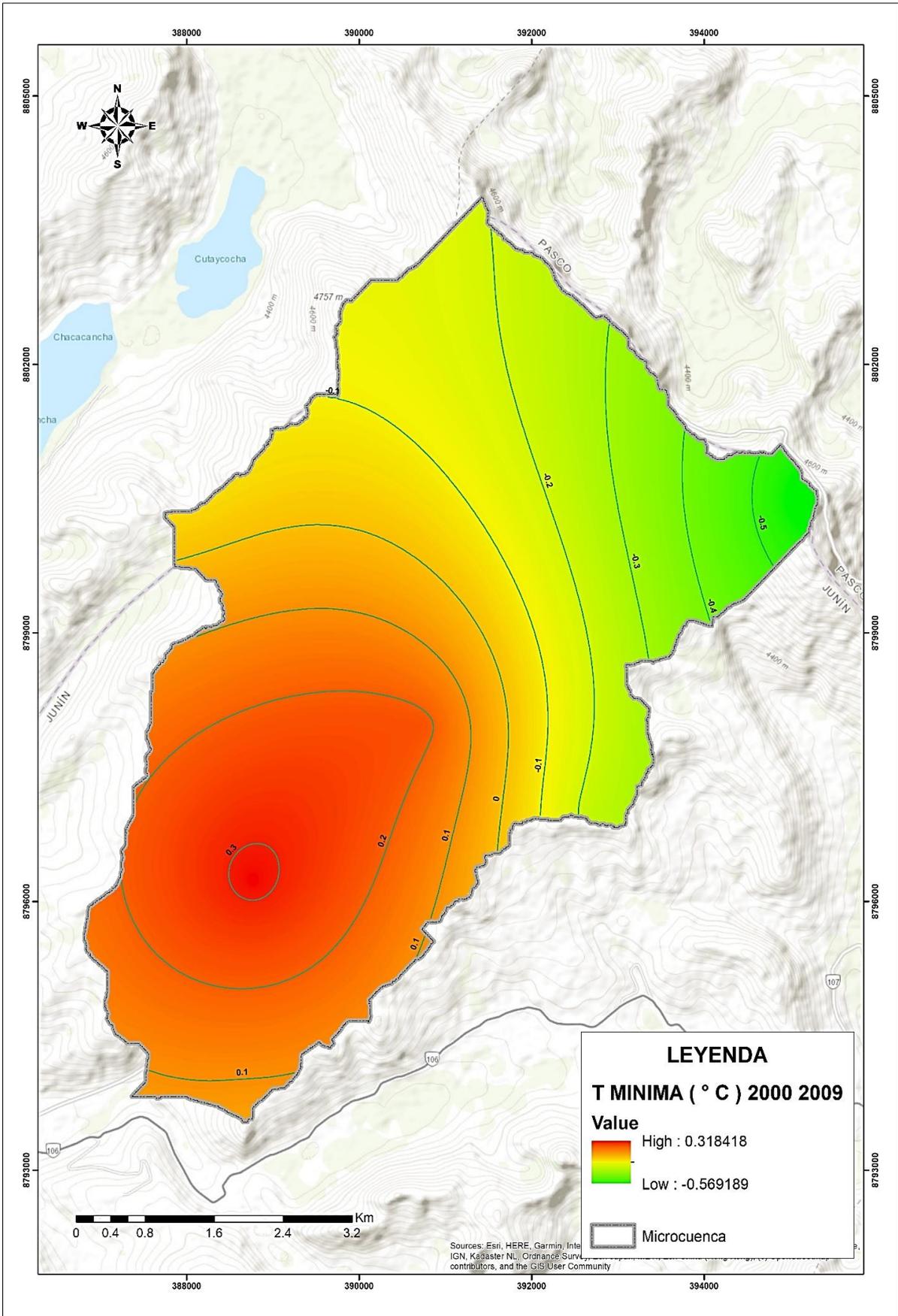


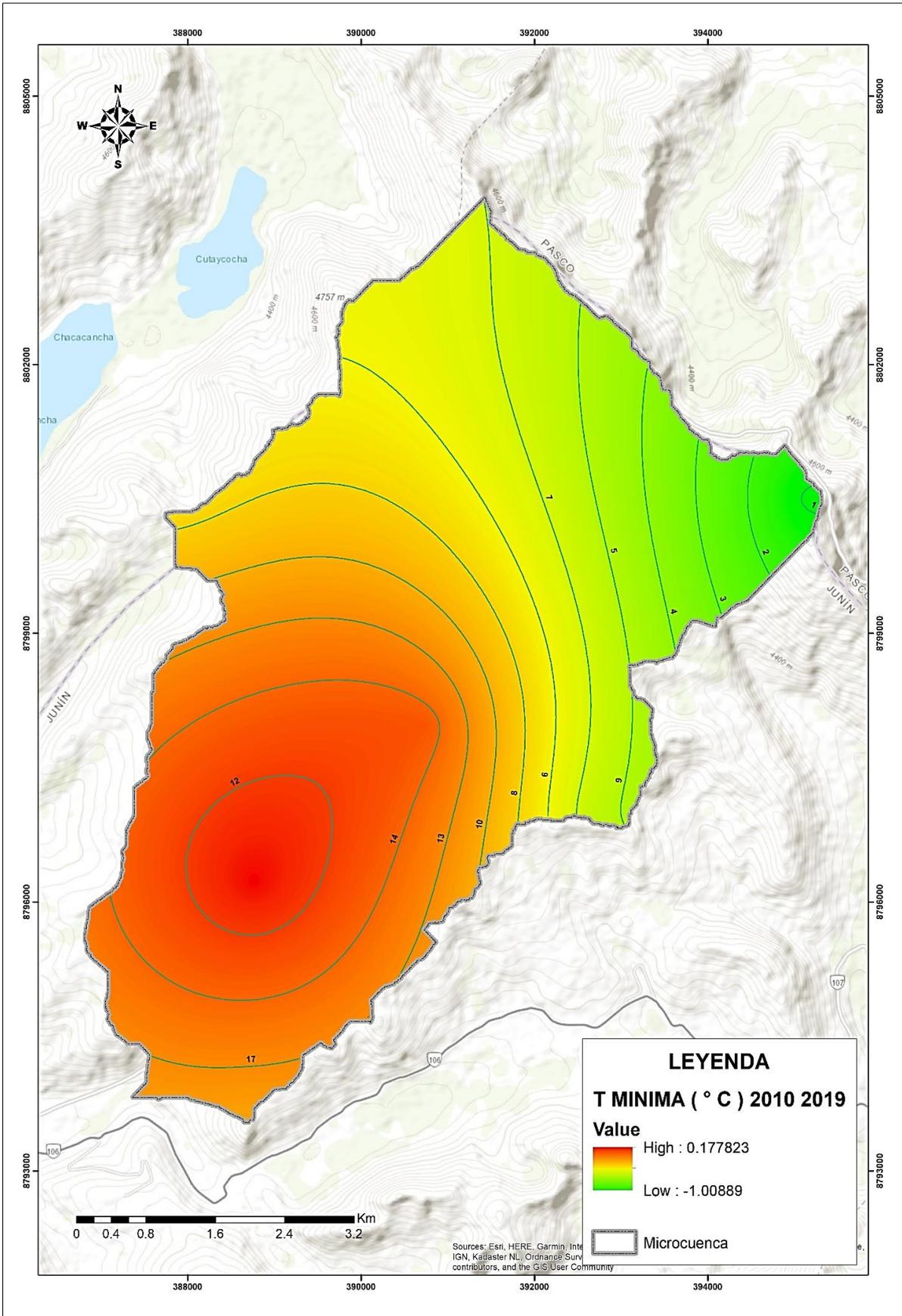
Anexo 26. Mapas de isotermas mínimas a nivel decadal



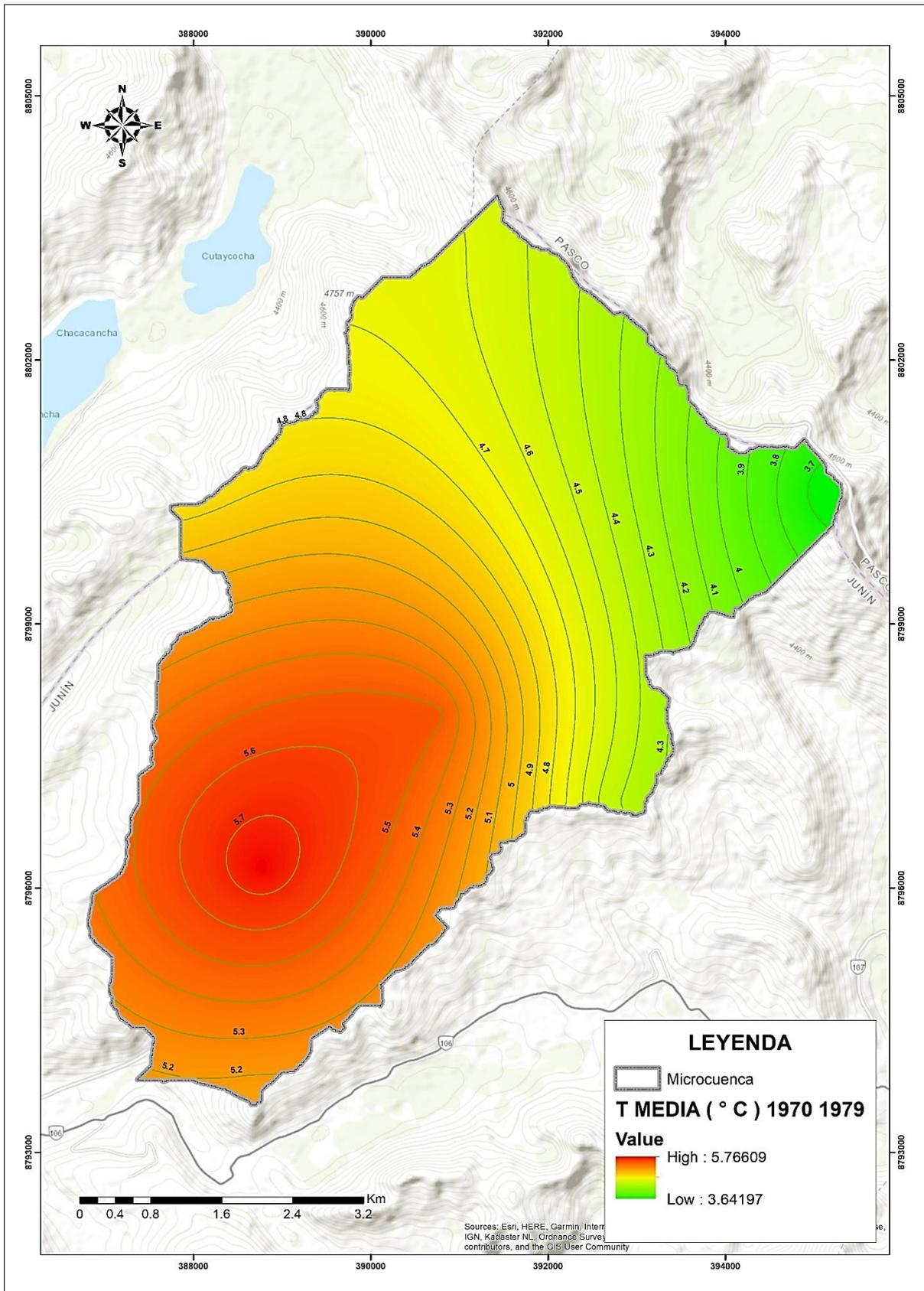


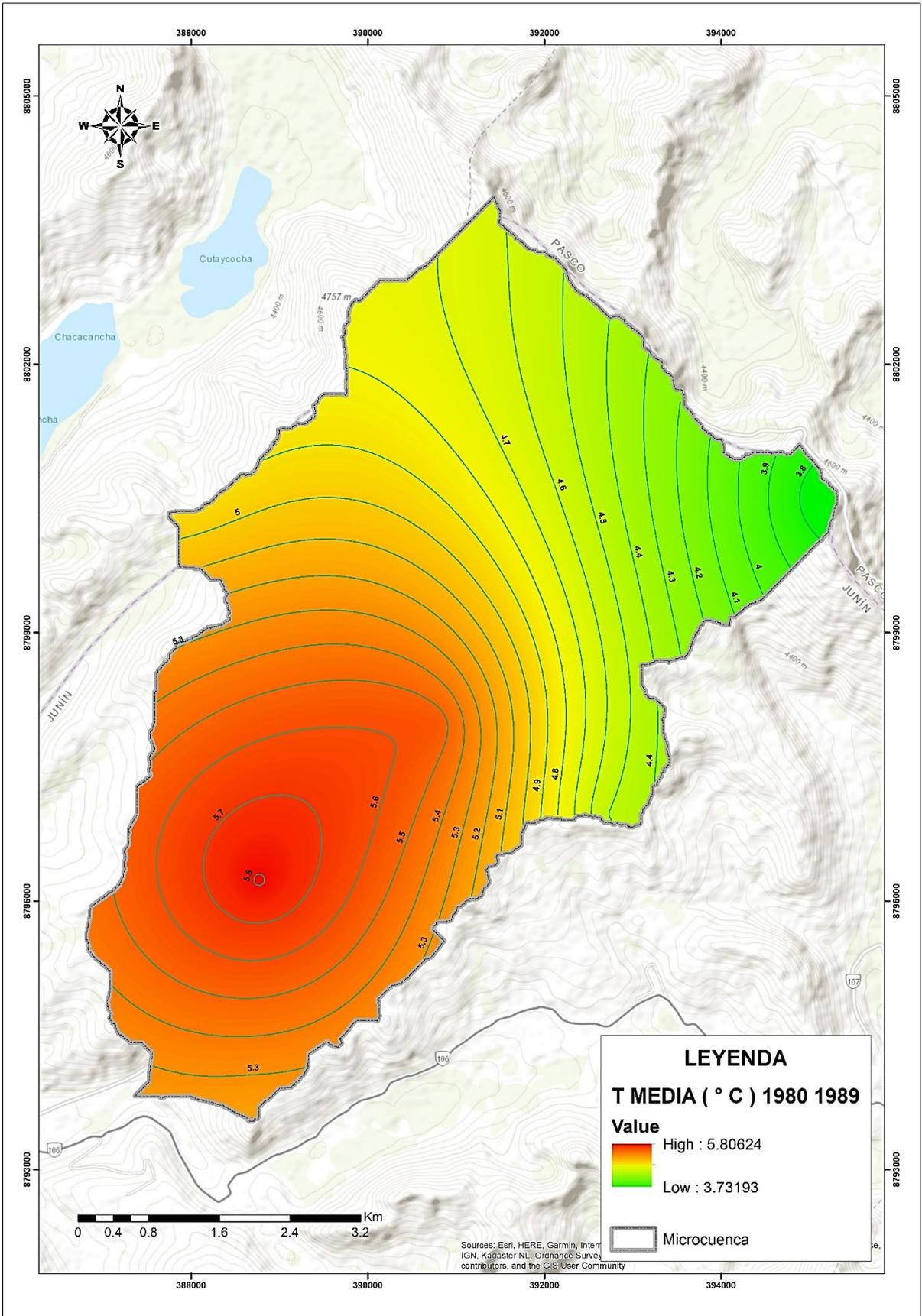


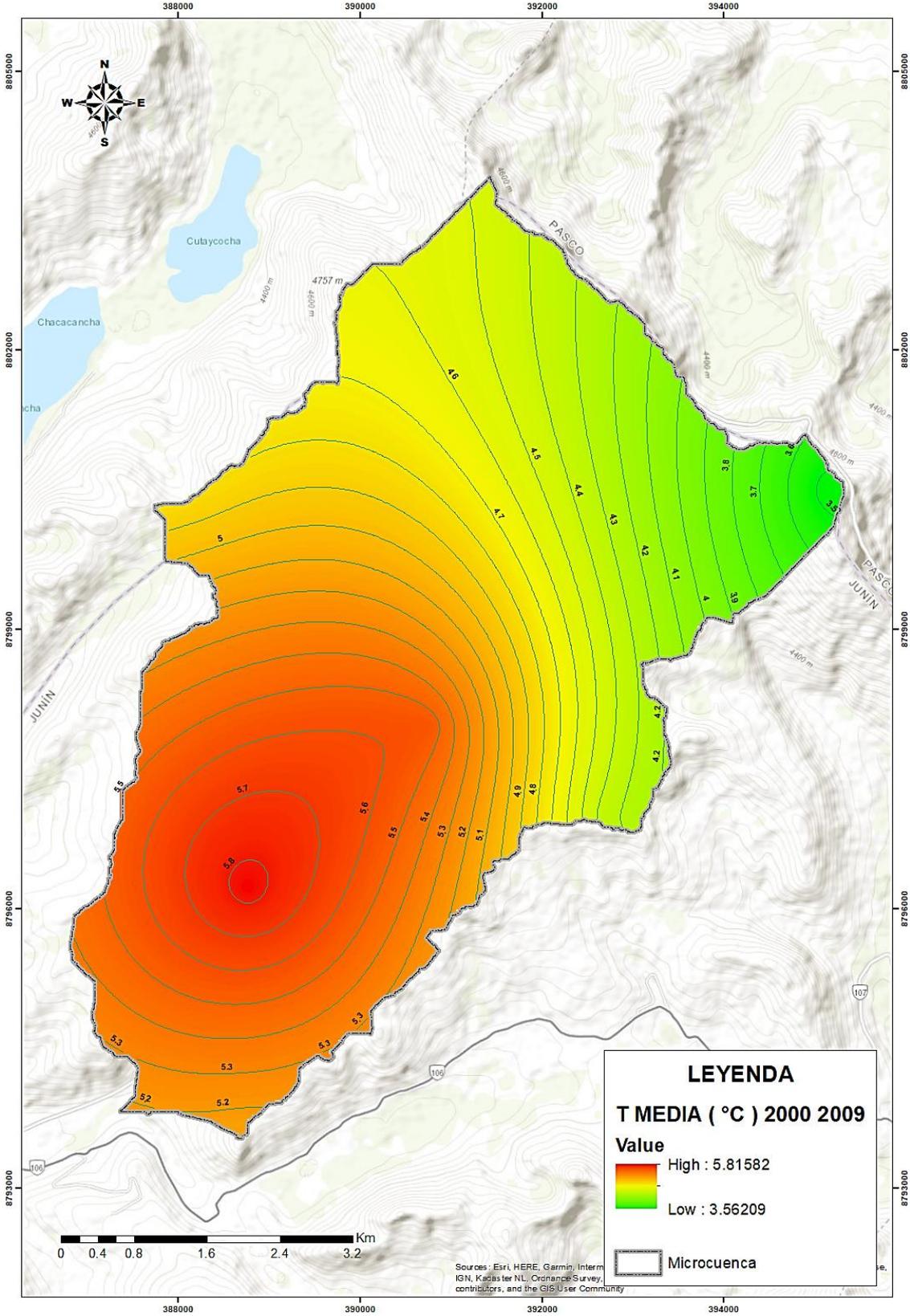
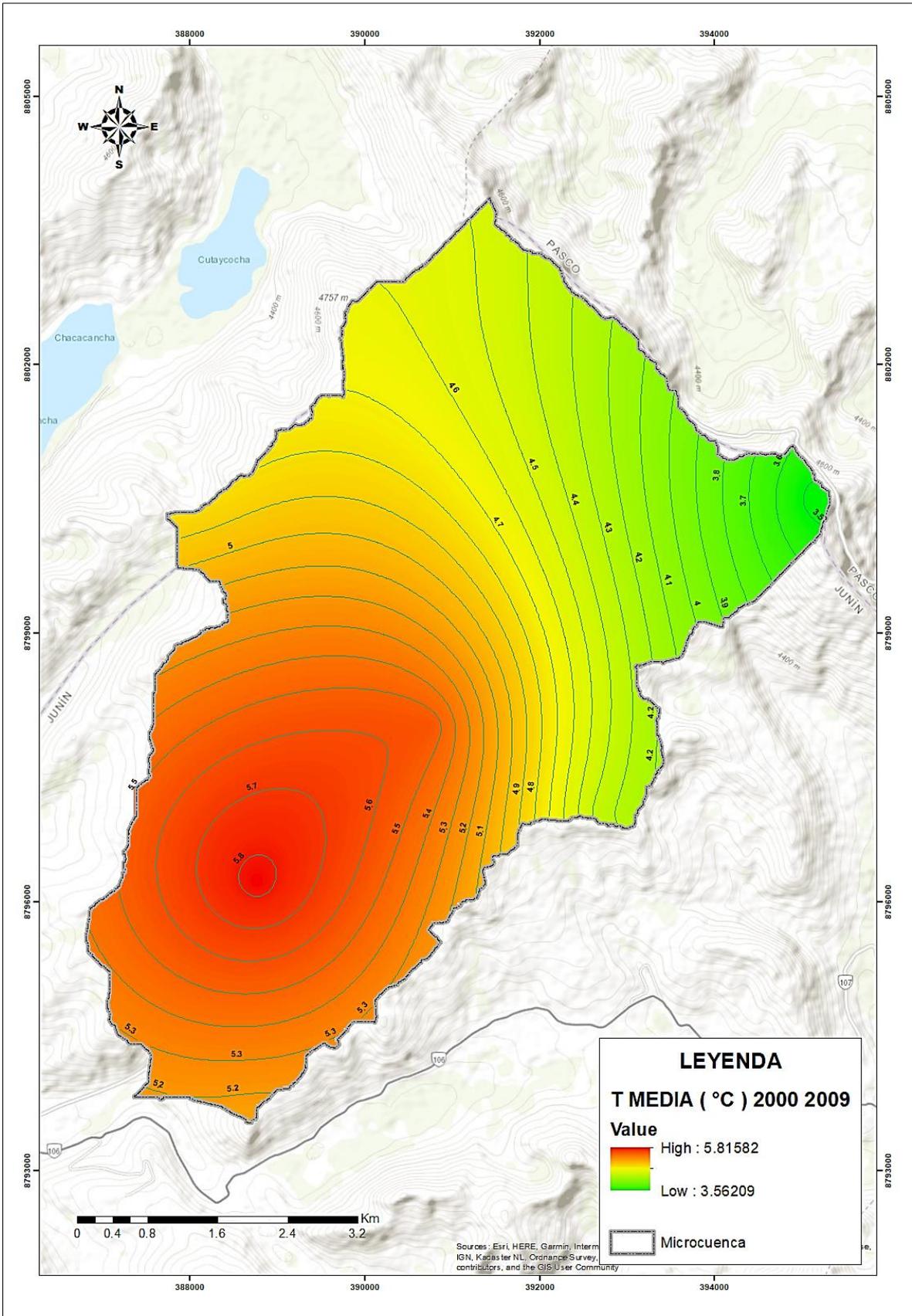


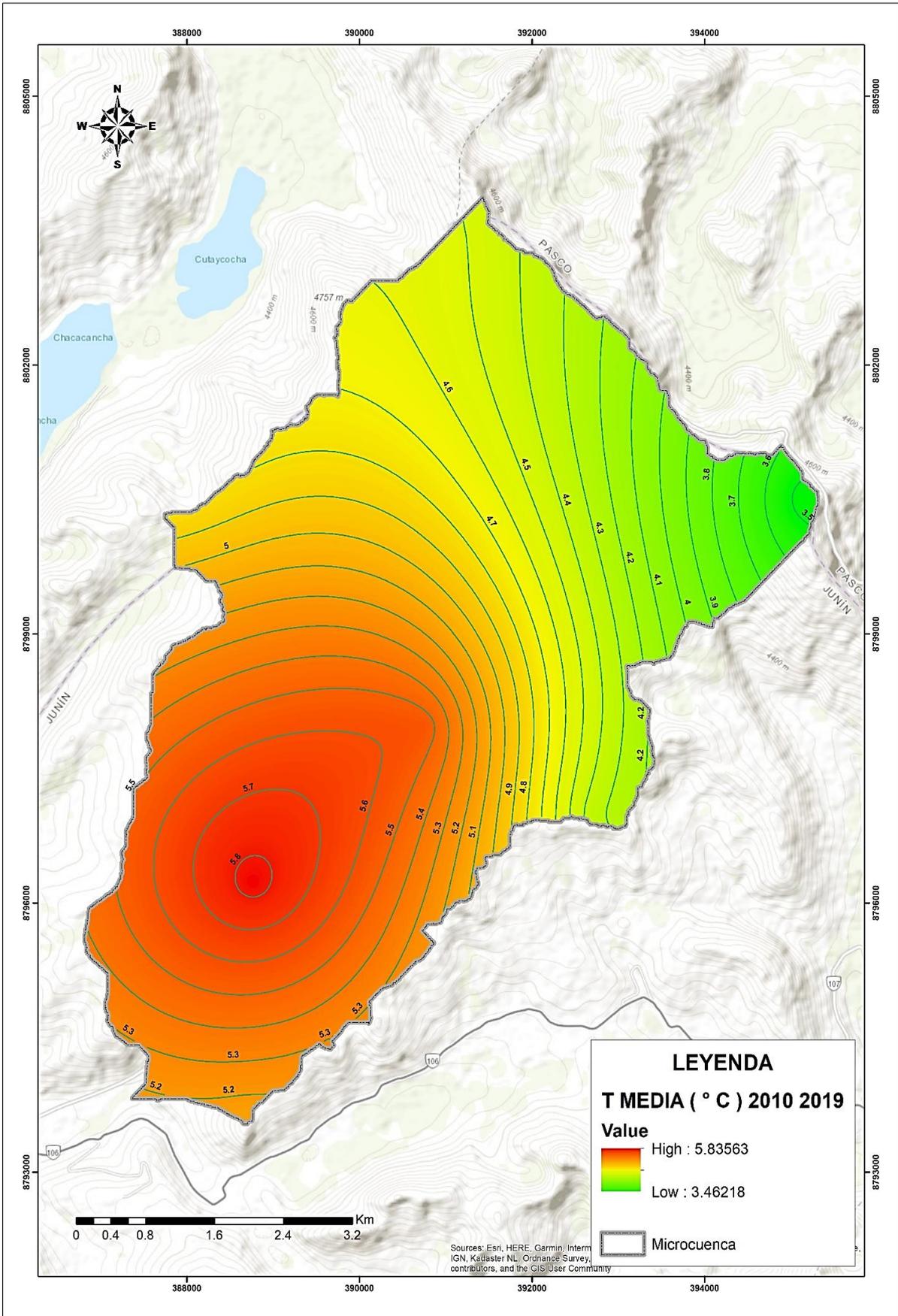


Anexo 27. Mapas de isotermas promedio a nivel decadal









388000 390000 392000 394000

8805000
8802000
8799000
8796000
8793000

8805000
8802000
8799000
8796000
8793000

0 0.4 0.8 1.6 2.4 3.2 Km

388000 390000 392000 394000