

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Impacto del incremento de temperatura por el cambio
climático en el balance hídrico de microcuenca de
laguna de Piuray, 2000 - 2020**

Gabriela Lourdes Frisancho Colpaert

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Ambiental

Cusco, 2022

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

AGRADECIMIENTO

Agradezco a cada docente que me ha impartido conocimientos desde pequeña, cada instrucción me ha formado profesionalmente y me ha permitido lograr mis objetivos.

A las instituciones que me han brindado la información para poder realizar esta investigación.

DEDICATORIA

Dedico todo este esfuerzo a mi familia; en primera instancia a mis padres por haberme dado el soporte durante este arduo camino, por apoyarme y confiar en mí. Fruto de su esfuerzo, mis hermanos y yo hemos logrado ser profesionales.

A mi tía y prima, por los buenos consejos, valores y principios inculcados para formarme como ciudadana de bien.

A mis hermanos mayores por todo el apoyo incondicional durante este proceso, su conocimiento y experiencia han sido inspiradores para lograr mis objetivos

ÍNDICE

ASESOR.....	1
AGRADECIMIENTO	2
DEDICATORIA.....	3
ÍNDICE.....	4
RESUMEN	14
ABSTRACT	16
INTRODUCCIÓN.....	17
CAPÍTULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	1
1.1. Planteamiento y Formulación del Problema	1
1.1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Formulación del problema	3
1.2.1. Problema general	3
1.2.2. Problemas Específicos	3
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo General.....	3
1.3.2. Objetivos Específicos	3
1.4. Justificación e Importancia.....	3
1.4.1. Justificación	3
1.4.2. Importancia	4
1.5. Hipótesis y Descripción de Variables	5
1.5.1. Hipótesis General.....	5
1.5.2. Hipótesis Específicas	5
1.5.3. Variables	5
1.5.3.1. Variable Dependiente.....	5

1.5.3.2. Variable Independiente	5
1.5.3.3. Operacionalización de variables.....	5
CAPÍTULO	7
II MARCO TEÓRICO	7
2.1. Antecedentes del problema	7
2.1.1. A nivel local.....	7
2.1.2. A nivel nacional	8
2.1.3. A nivel internacional.....	10
2.2. Bases teóricas	12
2.2.1. Agua.....	12
2.2.2. Ciclo hidrológico	12
2.2.3. Parámetros hidrometeorológicos	14
2.2.4. Cuenca hidrográfica	21
2.2.5. Balance hidrológico	30
2.2.6. Cambio Climático	33
2.3. Definición de términos básicos	38
2.3.1. Cambio Climático.....	38
2.3.2. Calentamiento Global	38
2.3.3. Efecto Invernadero.....	39
2.3.4. Gases de efecto invernadero	39
CAPÍTULO III	40
METODOLOGÍA.....	40
3.1. Método y alcance de la investigación	40
▪ 3.1.1. Metodología de la investigación	40
▪ 3.1.2. Tipo de investigación.....	40
3.2. Diseño de la investigación	40
3.3. Población y muestra	41
▪ 3.3.1. Población	41

▪ 3.3.2. Muestra	41
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	42
3.4.1. Técnicas de recolección de datos	42
3.4.1.1. Diagrama de la investigación	43
CAPÍTULO IV	45
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información (tablas y figuras).....	45
4.2. Prueba de hipótesis.....	53
4.3. Discusiones.....	57
CONCLUSIONES.....	67
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
ANEXOS	72
▪ Instrumentos.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Radiación extraterrestre Ra Expresada en Equivalente de evaporación	20
Tabla 2. Radiación extraterrestre Ra Expresada en (cal/cm2/dia)	21
Tabla 3. Principales leyes y normas legales medioambientales peruanas	50
Tabla 4. Caudales de los manantes de la laguna de Piuray año 2013	51
Tabla 5. Ubicación de las lagunas de Piuray	51
Tabla 6. Población de la Ciudad del Cusco 2014	51
Tabla 7. Estaciones Meteorológicas seleccionadas	51
Tabla 8. Precipitación total mensual – Estación de Kayra (1970-2018)	62
Tabla 9. Precipitación máxima mensual – Estación Kayra (1964-2018)	62
Tabla 10. Temperatura media mensual – Estación Kayra (1970-2018)	62
Tabla 11. Temperatura máxima mensual – Estación Kayra (1963-2018)	62
Tabla 12. Temperatura mínima mensual – Estación Kayra (1963-2018)	62
Tabla 13. Evaporación promedio mensual – Estación Piuray (2013-2018)	62
Tabla 14. Evaporación diaria – Estación Piuray (enero-2016)	62
Tabla 15. Humedad relativa media mensual – Estación Kayra (1963-2018)	62
Tabla 16. Horas solares mensuales – Estación Kayra (1970-2018)	62
Tabla 17. Velocidad de viento media mensual – Estación Kayra (1963-2018)	62
Tabla 18. Precipitación total mensual regionalizada (1993-2020)	62
Tabla 19. Factor de influencia total – Temperatura media mensual	62
Tabla 20. Comprobación matemática de factor de influencia – Temperatura media mensual	62
Tabla 21. Temperatura media mensual regionalizada (1993-2020)	62
Tabla 22. Análisis de la temperatura en el periodo 1965-2015 (enero)	62
Tabla 23. Análisis de la temperatura en el periodo 1965-2015 (junio)	62
Tabla 24. Análisis de la temperatura en el periodo 1965-2015 (Media anual)	62
Tabla 25. Temperatura proyectada según valores entre 1965-1985	62
Tabla 26. Temperatura proyectada según valores entre 1965-1999	62
Tabla 27. Comparativa de proyecciones y datos reales	62
Tabla 28. Temperatura media mensual real regionalizada	62
Tabla 29. Temperatura proyectada según regresión 1965-1985 regionalizada	62

Tabla 30. Temperatura proyectada según regresión 1965-1999 regionalizada	62
Tabla 31. Parámetros morfológicos principales	62
Tabla 32. Relaciones de forma de la microcuenca	62
Tabla 33. Sistema de drenaje de la microcuenca	62
Tabla 34. Parámetros de ríos de la microcuenca	62
Tabla 35. Inventario de lagunas de la microcuenca	62
Tabla 36. Factor de corrección por latitud	62
Tabla 37. Cálculo de ETP por Hargreaves para la microcuenca (2000)	62
Tabla 38. ETP total mensual (mm) – Datos reales (2000-2020)	62
Tabla 39. ETP total mensual (mm) – Proyección 01 (2000-2020)	62
Tabla 40. ETP total mensual (mm) – Proyección 02 (2000-2020)	62
Tabla 41. ETP mensual (m ³ /s) – Datos reales (2000-2020)	62
Tabla 42. ETP mensual (m ³ /s) – Proyección 01 (2000-2020)	62
Tabla 43. ETP mensual (m ³ /s) – Proyección 02 (2000-2020)	62
Tabla 44. Temperatura media diaria de la laguna de Piuray (°C)	62
Tabla 45. Evaporación total diaria de la laguna de Piuray (°C)	62
Tabla 46. Consolidado de información de regresiones Temperatura y Evaporación (2016)	62
Tabla 47. Consolidado de coeficientes de regresiones por mes y año (2013-2018)	62
Tabla 48. Ecuaciones de regresión por mes	62
Tabla 49. Temperatura media mensual – Elevación de la laguna de Piuray – Datos reales	62
Tabla 50. Temperatura media mensual – Elevación de la laguna de Piuray – Proyección 01	62
Tabla 51. Temperatura media mensual – Elevación de la laguna de Piuray – Proyección 02	62
Tabla 52. Evaporación total mensual (mm) – Datos reales	62
Tabla 53. Evaporación total mensual (mm) – Proyección 01	62
Tabla 54. Evaporación total mensual (mm) – Proyección 02	62
Tabla 55. Diferencia de evaporaciones proyectadas y real (mm)	62
Tabla 56. Producción anual de la Laguna de Piuray	62
Tabla 57. Distribución mensual del consumo de Cusco (MMC)	62
Tabla 58. Caudal extraído para la ciudad de Cusco (m ³ /s)	62
Tabla 59. Censos en la microcuenca	62

Tabla 60. Parámetros del método aritmético	62
Tabla 61. Población futura y completación de años faltantes	62
Tabla 62. Consolidado de población y dotación según el RNE	62
Tabla 63. Consumo humano de la microcuenca de la laguna de Piuray	62
Tabla 64. Consumo del sector agrario según el crecimiento promedio de MINAGRI (MMC)	62
Tabla 65. Caudal del sector agrario según el crecimiento promedio de MINAGRI (m3/s)	62
Tabla 66. Consumo del sector pecuario según el crecimiento promedio de MINAGRI (MMC)	62
Tabla 67. Caudal del sector pecuario según el crecimiento promedio de MINAGRI (m3/s)	62
Tabla 68. Precipitación regionalizada para la microcuenca (mm)	62
Tabla 69. Precipitación efectiva según el método SCS para la microcuenca (mm)	62
Tabla 70. Caudal de ingreso en función a la precipitación efectiva (m3/s)	62
Tabla 71. Análisis del balance hídrico del año 2000 con datos reales (m3/s)	62
Tabla 72. Análisis del balance hídrico del año 2000 con datos reales (MMC)	62
Tabla 73. Análisis del balance hídrico de los años 2000 a 2020 (MMC)	62
Tabla 74. Consolidado de resultados de balance hídrico – Datos reales (2000-2020)	62
Tabla 75. Balance hídrico con datos proyectados 01 (MMC) – Periodo 2000-2020	62
Tabla 76. Consolidado de resultados de balance hídrico – Proyección 01 (2000-2020)	62
Tabla 77. Balance hídrico con datos proyectados 02 (MMC) – Periodo 2000-2020	62
Tabla 78. Consolidado de resultados de balance hídrico – Proyección 02 (2000-2020)	62
Tabla 79. Comparación entre salidas del balance hídrico de datos reales y proyecciones	62
Tabla 80. Precipitación total mensual – Estación de Urubamba (1980-2018)	139
Tabla 81. Precipitación total mensual – Estación de Pisac (1980-2018)	140
Tabla 82. Precipitación total mensual – Estación de Calca (1963-2018)	141
Tabla 83. Precipitación total mensual – Estación de Anta (1964-2018)	142
Tabla 84. Precipitación máxima mensual – Estación Urubamba (1963-2018)	143
Tabla 85. Precipitación máxima mensual – Estación Pisac (1986-2018)	144
Tabla 86. Precipitación máxima mensual – Estación Calca (1963-2018)	145
Tabla 87. Precipitación máxima mensual – Estación Anta (1964-2018)	146
Tabla 88. Temperatura media mensual – Estación Urubamba (1980-2018)	147

Tabla 89. Temperatura media mensual – Estación Pisac (1997-2018)	148
Tabla 90. Temperatura media mensual – Estación Calca (1963-1998)	149
Tabla 91. Temperatura media mensual – Estación Anta (1964-2018)	150
Tabla 92. Temperatura máxima mensual – Estación Urubamba (1963-2018)	151
Tabla 93. Temperatura máxima mensual – Estación Pisac (1997-2018)	152
Tabla 94. Temperatura máxima mensual – Estación Calca (1963-1998)	153
Tabla 95. Temperatura máxima mensual – Estación Anta (1964-2018)	154
Tabla 96. Temperatura mínima mensual – Estación Urubamba (1963-2018)	155
Tabla 97. Temperatura mínima mensual – Estación Pisac (1997-2018)	156
Tabla 98. Temperatura mínima mensual – Estación Calca (1963-1998)	157
Tabla 99. Temperatura mínima mensual – Estación Anta (1964-2018)	158
Tabla 100. Humedad relativa media mensual – Estación Urubamba (1965-2018)	159
Tabla 101. Humedad relativa media mensual – Estación Pisac (1997-2018)	160
Tabla 102. Humedad relativa media mensual – Estación Calca (1965-1998)	161
Tabla 103. Humedad relativa media mensual – Estación Anta (1965-2018)	162
Tabla 104. Humedad relativa media mensual – Estación Urubamba (1984-2018)	163
Tabla 105. Humedad relativa media mensual – Estación Anta (2014-2018)	164
Tabla 106. Velocidad de viento media mensual – Estación Urubamba (1982-2018)	165
Tabla 107. Velocidad de viento media mensual – Estación Pisac (2000-2018)	166
Tabla 108. Velocidad de viento media mensual – Estación Anta (1965-2018)	167
Tabla 109. Cuadro de Factor de Corrección por Latitud (Estandarizado)	172

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Indicador de estrés de agua en las principales cuencas. Tomada del Informe sobre el desarrollo Humano 2006 – ONU (1)> P. 140	2
Figura 2. Representación del sistema hidrológico general mediante un diagrama de Bloques. Adaptada de <Hidrología Aplicada 2016 (6)> P. 9	14
Figura 3. Representación comparativa entre el método de Strahler y Horton. Tomada de <¿Que es una cuenca hidrológica?, 2011> P.27	28
Figura 4. Curva Hipsométrica de la microcuenca de la laguna de Piuray	29
Figura 5. Polígono de Frecuencia de Altitudes	30
Figura 6. Esquema de un diseño longitudinal de tendencia. Tomada de Metodología de la Investigación 2014> P. 160	43
Figura 7. Diagrama de la investigación I	44
Figura 8. Diagrama de la investigación II	46
Figura 11. Comparativa gráfica de temperaturas proyectadas vs real (enero)	49
Figura 12. Comparativa gráfica de temperaturas proyectadas vs real (junio)	50
Figura 13. Comparativa gráfica de temperaturas proyectadas vs real (Promedio anual)	50
Figura 22. Análisis gráfico de la temperatura estación Urubamba (1965-1985)	61
Figura 23. Análisis gráfico de la temperatura estación Urubamba (1965-1995)	62
Figura 24. Análisis gráfico de la temperatura estación Urubamba (1965-2005)	62
Figura 25. Análisis gráfico de la temperatura estación Urubamba (1965-2015)	63
Figura 26. Comparativa gráfica de temperaturas proyectadas vs real (enero)	66
Figura 27. Comparativa gráfica de temperaturas proyectadas vs real (junio)	67
Figura 28. Comparativa gráfica de temperaturas proyectadas vs real (Promedio anual)	67
Figura 14. Análisis visual gráfico de Precipitación total mensual – Estación Kayra	85
Figura 15. Análisis visual gráfico de Temperatura media mensual – Estación Kayra	85
Figura 16. Regresión lineal – Precipitación total mensual	86
Figura 17. Precipitación histórica y corregida por estación	87
Figura 18. Factores de influencia por estación	87
Figura 19. Factor de influencia por precipitación	88
Figura 20. Factor de influencia total – Precipitación total mensual	88
Figura 21. Comprobación de factores de influencia	89
	11

Figura 22. Análisis gráfico de la temperatura estación Urubamba (1965-1985)	92
Figura 23. Análisis gráfico de la temperatura estación Urubamba (1965-1995)	92
Figura 24. Análisis gráfico de la temperatura estación Urubamba (1965-2005)	93
Figura 25. Análisis gráfico de la temperatura estación Urubamba (1965-2015)	93
Figura 26. Comparativa gráfica de temperaturas proyectadas vs real (enero)	97
Figura 27. Comparativa gráfica de temperaturas proyectadas vs real (junio)	97
Figura 28. Comparativa gráfica de temperaturas proyectadas vs real (Promedio anual)	97
Figura 29. Comparación entre proyecciones y datos reales de temperatura	100
Figura 30. Comparativa ETP total anual (mm) – Proyección 02 (2000-2020)	107
Figura 31. Regresión lineal Temperatura y Evaporación – Laguna de Piuray (enero 2016)	108
Figura 32. Comparación de evaporación proyectada y real (mm)	114
Figura 33. Evolución del balance hídrico del año 2000 – Datos reales	128
Figura 34. Evolución del balance hídrico del año 2010 – Datos reales	128
Figura 35. Evolución del balance hídrico del año 2020 – Datos reales	128
Figura 36. Evolución de ingresos en el balance hídrico 2000-2020 – Datos reales	129
Figura 37. Evolución de salidas en el balance hídrico 2000-2020 – Datos reales	129
Figura 38. Comparación entre la evolución de los ingresos y salidas 2000-2020	130
Figura 39. Evolución del balance hídrico del año 2000 – Proyección 01 (2000-2020)	133
Figura 40. Evolución del balance hídrico del año 2010 – Proyección 01 (2000-2020)	133
Figura 41. Evolución del balance hídrico del año 2020 – Proyección 01 (2000-2020)	134
Figura 42. Evolución de ingresos en el balance hídrico 2000-2020 – Proyección 01	134
Figura 43. Evolución de salidas en el balance hídrico 2000-2020 – Proyección 01	134
Figura 44. Comparación entre la evolución de los ingresos y salidas 2000-2020 – Proyección 01	134
Figura 45. Evolución del balance hídrico del año 2000 – Proyección 01 (2000-2020)	136
Figura 46. Evolución del balance hídrico del año 2010 – Proyección 01 (2000-2020)	137
Figura 47. Evolución del balance hídrico del año 2020 – Proyección 01 (2000-2020)	137
Figura 48. Evolución de ingresos en el balance hídrico 2000-2020 – Proyección 02	138
Figura 49. Evolución de egresos en el balance hídrico 2000-2020 – Proyección 02	138
Figura 50. Comparación entre la evolución de los ingresos y salidas 2000-2020 – Proyección 02	139

Figura 51. Gráfica entre salidas del balance hídrico de datos reales y proyecciones	140
Figura 52. Análisis visual gráfico de Precipitación total mensual – Estación Urubamba	170
Figura 53. Análisis visual gráfico de Precipitación total mensual – Estación Pisac	170
Figura 54. Análisis visual gráfico de Precipitación total mensual – Estación Anta	170
Figura 55. Análisis visual gráfico de Temperatura Media Mensual – Estación Urubamba	171
Figura 56. Análisis visual gráfico de Temperatura Media Mensual – Estación Pisac	171
Figura 57. Análisis visual gráfico de Temperatura Media Mensual – Estación Anta	171
Figura 58. Análisis gráfico de la temperatura estación Kayra (1965-1985)	172
Figura 59. Análisis gráfico de la temperatura estación Kayra (1965-1995)	172
Figura 60. Análisis gráfico de la temperatura estación Kayra (1965-2005)	172
Figura 61. Análisis gráfico de la temperatura estación Kayra (1965-2015)	173
Figura 62. Análisis gráfico de la temperatura estación Anta (1965-1985)	173
Figura 63. Análisis gráfico de la temperatura estación Anta (1965-1995)	173
Figura 64. Análisis gráfico de la temperatura estación Anta (1965-2005)	174
Figura 65. Análisis gráfico de la temperatura estación Anta (1965-2015)	174

RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo determinar el impacto que generó el incremento de temperatura en los diversos factores que componen el balance hídrico de la microcuenca de la laguna de Piuray. El primer paso para realizar la mencionada evaluación fue recopilar la información meteorológica necesaria para determinar el balance hídrico, dicha información fue suministrada por dos entidades, la primera el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, que posee una amplia longitud de data de estaciones meteorológicas en la sierra sur peruana, el segundo fue la Empresa Prestadora de Servicio Seda Cusco, que como entidad responsable de la microcuenca posee una estación meteorológica en la zona, así como un tanque evaporímetro que fue de gran utilidad en el desarrollo de la investigación. Posterior a la recopilación de datos, fue necesario realizar un procesamiento estadístico para poder emplear dicha información en los diferentes procedimientos como regionalización, generación de caudales, balance hídrico, etc. Procesos por los cuales observamos el comportamiento de los factores hidrometeorológicos dentro de nuestra zona de estudio, siendo importante resaltar que estos son procedimientos empíricos que poseen un margen de error reducido y que son aceptables dentro de una investigación hidrológica. La modelación de la microcuenca en estudio fue necesaria para determinar tanto la regionalización como la generación de caudales, sin embargo, también sirvió para determinar el crecimiento agropecuario planteado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática para el periodo en el cual se desarrolla la investigación. Posteriormente se desarrolló un análisis profundo del comportamiento de la temperatura dentro de la microcuenca, esto teniendo como longitud de data el periodo de 1968-2020, evaluando de esta manera la variación del incremento de

temperatura y determinar el impacto que tuvo dentro de los diferentes parámetros que componen el balance hídrico de la cuenca.

ABSTRACT

The objective of this thesis is to determine the impact generated by the increase in temperature on the various factors that make up the water balance of the Piuray lagoon micro-basin, as well as to evaluate various actions that could mitigate the situation for the future. The first step to carry out the aforementioned evaluation was to collect the meteorological information necessary to determine the water balance, this information was provided by two entities, the first the National Meteorology and Hydrology Service of Peru, which has a wide length of data from meteorological stations In the southern Peruvian highlands, the second was the Seda Cusco Service Provider, which as the entity responsible for the micro-basin has a meteorological station in the area, as well as an evaporimeter tank that was very useful in the development of the research. After data collection, it was necessary to carry out statistical processing to be able to use said information in the different procedures such as regionalization, flow generation, water balance, etc. Processes by which we observe the behavior of hydrometeorological factors within our study area, it being important to highlight that these are empirical procedures that have a reduced margin of error and are acceptable within a hydrological investigation. The modeling of the micro-basin under study was necessary to determine both the regionalization and the generation of flows, however, it also served to determine the agricultural growth proposed by the National Institute of Statistics and Informatics for the period in which the research is developed. Subsequently, a deep analysis of the behavior of the temperature within the micro-basin was developed, this having as a data length the period of 1968-2020, thus evaluating the variation of the temperature increase and determining the impact it had within the different parameters. that make up the water balance of the basin.

INTRODUCCIÓN

El recurso hídrico es fundamental para el desarrollo de la vida, sin embargo, su disponibilidad a largo plazo se ve afectada por la variación de la temperatura a causa del cambio climático.

A nivel global, este fenómeno está aumentando la presión sobre las masas de agua, generando inundaciones, sequías, acidificación de los océanos y el aumento de los niveles del mar. Se prevé que los efectos del cambio climático en el agua se intensificarán a lo largo de los próximos años. Estos cambios están dando lugar a que se emprendan acciones en toda Europa. Las ciudades y las regiones ya se están adaptando, recurriendo a soluciones más sostenibles para disminuir los efectos de las inundaciones, utilizando el agua de manera más inteligente, de modo que sea posible hacer frente a estos fenómenos.

A nivel nacional, el calentamiento afecta las tasas de evaporación, el almacenamiento de agua en embalses naturales y artificiales, la humedad del suelo, y las tasas de evapotranspiración. Se anticipa que estos cambios tendrán repercusiones en la regulación y suministro de agua y de energía. Así mismo, las dinámicas de los glaciares tropicales andinos, lagos y humedales de montaña también afectan la escorrentía estacional, sirviendo como reservorios durante los períodos de lluvia y liberando el agua durante períodos más secos. Esto tiene implicaciones para el suministro de energía del Perú, donde entre 2006 y 2009, más del 50 por ciento de la electricidad provino de energía hidroeléctrica.

La reducción de este recurso por la alteración del ciclo hidrológico genera un gran impacto negativo ya que la demanda ha aumentado debido al crecimiento demográfico que, actualmente tiene un desarrollo exponencial, al mismo tiempo, la oferta cada vez es más carente. En este sentido, el estudio del balance hídrico de la laguna de Piuray es conveniente puesto que este cuerpo hídrico abastece a un porcentaje importante de la población de la ciudad del Cusco desde años atrás.

Para la determinación del impacto del aumento de la temperatura generado por el cambio climático en el balance hídrico de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020 se realizó la recopilación de datos de temperatura de cuatro estaciones cercanas a la zona de estudio, realizando una evaluación de la variación entre el incremento estimado de la temperatura y la temperatura real, posteriormente se regionalizó y analizó, incluyendo los datos de dos proyecciones realizadas y la temperatura real dentro de los parámetros

presentes en el balance hídrico, es así que se generaron tres escenarios, los cuales fueron comparados para determinar el impacto del crecimiento mencionado.

Dentro de los parámetros del balance hídrico en los que influye la temperatura se determinó estudiar la evapotranspiración y la evaporación de los cuerpos de agua presentes en la cuenca, es así que se realizó una comparación entre los datos obtenidos por medio de ecuaciones empíricas y proyecciones en función a regresiones lineales, determinando de esta forma la incidencia de la temperatura en estos factores.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y Formulación del Problema

1.1.1. Planteamiento del problema

Las temperaturas de la superficie del planeta aumentan a gran ritmo. En los últimos 100 años, la temperatura media global ha aumentado 0,76 °C (Grado Celsius). 11 de los 12 años más calurosos desde 1850 se concentran entre 1995 y 2006. En España ese calentamiento ha sido de 1,5 °C. En el Ártico, hasta 5 °C. Este aumento de la temperatura media de la Tierra es el calentamiento global. Al igual que cuando tenemos fiebre unos pocos grados respecto de nuestra temperatura normal nos afectan profundamente, ese aumento de temperatura media es suficiente para que el clima cambie de forma acelerada y profunda. (1)

Se prevé que las temperaturas para fin de siglo (2090-2099), respecto a 1980-1999, aumentarán entre 1,8 y 4 °C, según los escenarios (0,1 °C/década, al menos). El nivel del mar al final del siglo XXI habrá aumentado entre 18 y 59 centímetros, tanto por la expansión del agua por el calor como por la fusión de los glaciares continentales.

El Perú muestra una gran vulnerabilidad ante variaciones climáticas drásticas, siendo evidencia de ello las pérdidas económicas que implican fenómenos como el Niño. Así, bajo un escenario pasivo los efectos del cambio climático podrían ser incluso superiores ya que los efectos se potenciarán al involucrarse otros mecanismos que afectan negativamente el crecimiento; como la pérdida de disponibilidad de recursos hídricos (para consumo humano y generación energética) retroceso glaciar, la pérdida de productividad primaria agrícola y pesquera producto del aumento de la temperatura del mar, la pérdida de biodiversidad, y efectos sobre la salud humana. (2)

La microcuenca de la laguna de Piuray es la fuente de recurso hídrico más importante de la ciudad del Cusco desde la década de 1950, hasta hace 20 años, la microcuenca abastecía de agua alrededor del 50 % de la población de la ciudad y aunque durante todo ese periodo se han implementado diversos proyectos para la gestión del recurso hídrico, se hace pertinente la investigación constante sobre los diferentes agentes que afectan a la microcuenca.

Mapa 4.1 El uso excesivo de agua está dañando el medio ambiente en muchas de las principales cuencas

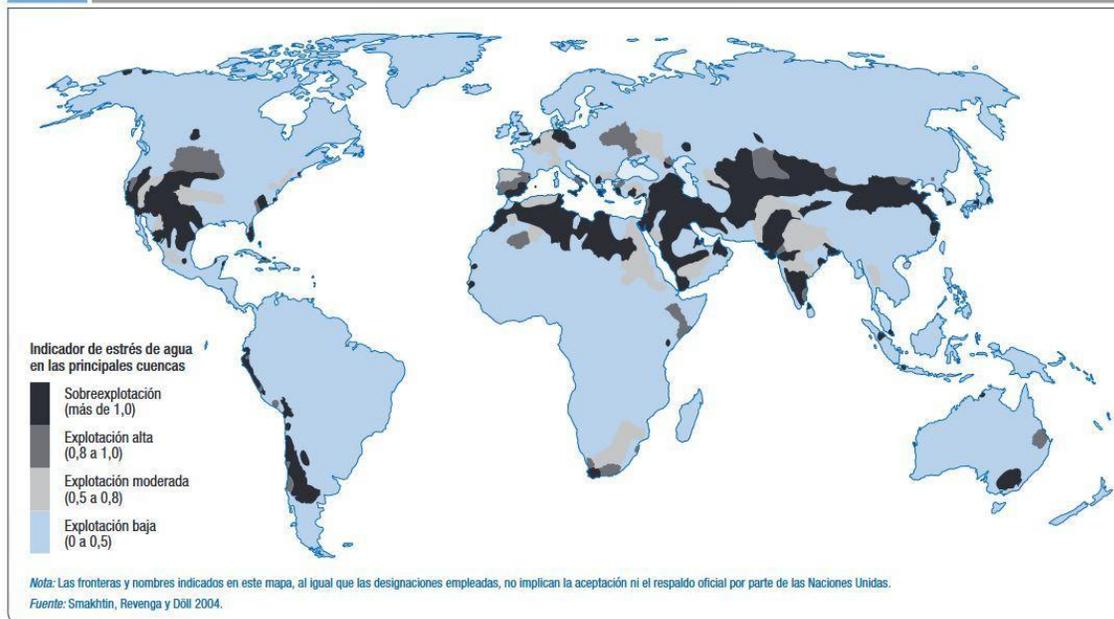


Figura 1. Indicador de estrés de agua en las principales cuencas. Tomada de <Informe sobre el desarrollo Humano 2006 – ONU (1)> P. 140

La Figura 1 indica el nivel de estrés de agua en las principales cuencas, como se aprecia, la costa peruana estaría considerada como sobre explotación, siendo un cuadro alarmante con respecto a otros países.

El cambio climático es sin duda una de las grandes crisis que enfrenta la humanidad, y aunque las consecuencias de este fenómeno ya son palpables en la actualidad, tanto en general como dentro de la hidrología, aún estamos a tiempo para revertir la situación. El “Informe sobre Desarrollo Humano 2006: Más allá de la escasez: Poder, pobreza y crisis mundial del agua, publicado por la ONU nos indica que el Perú está dentro de los países con “escasez económica de agua”, lo cual implica que, pese a tener una considerable cantidad de recursos hídricos, no cuenta con la infraestructura necesaria para el manejo de esta. Esta información es un gran indicador de la insuficiente importancia que se le da en el país al manejo de cuencas hidrográficas (1).

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el impacto del aumento de la temperatura generado por el cambio climático en el balance hídrico de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuál es la oferta hídrica de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020?
- ¿Cuál es la demanda hídrica de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020?
- ¿Cuál es el incremento de temperatura y su impacto en la evaporación de los cuerpos de agua de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Determinar el impacto del aumento de temperatura generado por el cambio climático en el balance hídrico de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar la oferta hídrica de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020.
- Determinar la demanda hídrica de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020.
- Determinar el incremento de temperatura y su impacto en la evaporación de los cuerpos de agua de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020.

1.4. Justificación e Importancia

1.4.1. Justificación

La investigación se hace pertinente debido al gran impacto que tiene el cambio climático, principalmente el incremento de la temperatura en la microcuenca de la

laguna de Piuray. En diferentes cuencas alrededor del mundo (que cuentan con cuerpos de agua de gran tamaño) se vienen manejando alternativas para evitar que este incremento altere irreversiblemente, esto debido a que la evaporación corresponde un porcentaje importante en la demanda hídrica natural.

El clima y el ciclo hidrológico están estrechamente vinculados; de tal suerte que el incremento de temperatura y la variación en la precipitación esperados en los escenarios más probables de cambio climático tendrá un impacto importante en la disponibilidad de los recursos hídricos del mundo en general (2).

La investigación también es factible debido al acceso a la información necesaria para realizar el análisis, diferentes entidades como el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, Instituto Nacional de Estadística e Informática, EPS Seda Cusco, etc., recopilan información tanto hidrometeorológica como demográfica, necesaria para la obtención de datos del balance hídrico de la microcuenca y por consiguiente demostrar estadísticamente el impacto del cambio climático en el periodo planteado.

1.4.2. Importancia

La presente investigación es de suma importancia puesto que se podrá observar cual es el impacto generado por el incremento de la temperatura a causa del cambio climático; los datos obtenidos en el proceso de investigación podrán ser utilizados como sustento técnico científico para entidades interesadas en realizar investigación o gestión del recurso hídrico dentro de la microcuenca de la laguna de Piuray. El área de conocimiento para el cual será usado es el cambio climático, así como el balance hídrico y el estudio de cuencas hidrográficas.

Así mismo, los datos resultantes servirán para verificar los efectos del cambio climático manifestado en el incremento de la temperatura y cómo este influye en el balance hídrico de la microcuenca de la laguna de Piuray, destacando esta como principal fuente de consumo de la población cusqueña.

1.5. Hipótesis y Descripción de Variables

1.5.1. Hipótesis General

El incremento de la temperatura, generado por el cambio climático, tendrá un impacto en el balance hídrico, generando un desequilibrio en la disponibilidad hídrica de la microcuenca de la laguna de Piuray.

1.5.2. Hipótesis Específicas

- La disponibilidad hídrica de la microcuenca de la laguna de Piuray tendrá un descenso gradual de 0.25 % desde el año 2000 hasta el 2020.
- La demanda hídrica de la microcuenca de la laguna de Piuray tendrá un incremento gradual de 0.3 % desde el año 2000 hasta el 2020.
- La evaporación correspondía a un 15 % de la demanda hídrica de la microcuenca de la laguna de Piuray en el año 2000, dicho porcentaje incrementa gradualmente en 0.2% hasta el año 2020.

1.5.3. Variables

1.5.3.1. Variable Dependiente

Balance hídrico

1.5.3.2. Variable Independiente

- Oferta hídrica
- Demanda hídrica
- Evaporación

1.5.3.3. Operacionalización de variables

VARIABLE DEPENDIENTE	INDICADORES	Unidad
Balance hídrico	Demanda hídrica	MMC
	Oferta hídrica	
VARIABLES INDEPENDIENTES	INDICADORES	UNIDAD
Oferta hídrica	Precipitación efectiva	mm/día
	Área de influencia	km ²
	Gasto de retención	mm
	Cobertura vegetal	km ²
	Temperatura	°C
Demanda hídrica	Consumo humano	m ³ /s
	Actividad pecuaria	m ³ /s
	Actividad agraria	m ³ /s
	Caudal ecológico	m ³ /s

Evaporación	Temperatura	°C
	Área de influencia	km ²
	Horas sol	hr
	Precipitación efectiva	mm/día

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. A nivel local

Antecedente 01: “Estudio del Plan de Gestión Integral de los Recursos Hídricos de la Microcuenca de la Laguna Piuray”

Por: Centro Guamán Poma de Ayala

El año 2013, el Centro Guamán Poma de Ayala presentó un informe sobre la situación hidrológica actual (en ese entonces) de la microcuenca de la laguna de Piuray. Dentro del informe nos muestran los diferentes aspectos presentes en el balance hídrico, así como su evolución con el paso de los años, información que será importante para tener una base para la comparación estadística de los resultados extraídos en la presente investigación.

La investigación también nos servirá para realizar una comparación entre los parámetros fisiográficos de la microcuenca, así como la situación actual y previa de los diferentes cuerpos de agua presentes en la zona de estudio, esto considerando que los cuerpos de agua cuya área corresponde cerca al 16.7 % del área total de la microcuenca (3).

Antecedente 02: “Determinación del índice de escasez de agua superficial de la cuenca tributaria Lauramarca; mediante la obtención de la oferta hídrica, evaluando los modelos de Lutz Scholz y GR2M en la cuenca del río Mapacho hasta la estación Paucartambo-Cusco”

Por: Luis Delmiro Mellado Flórez y Shani Alexandra Montes Victorio, para optar por el título profesional de Ingeniería Civil en la Universidad Andina del Cusco.

El presente antecedente hace un estudio hidrológico completo de la cuenca del río Mapacho, determinando los valores de oferta hídrica mediante modelos determinísticos-estocásticos como Lutz Scholz y GR2M (ambos empleados en cuencas de la sierra peruana), determinando también la demanda hídrica, la cual a su vez se divide en diversas categorías como la demanda ecológica, antrópica, proyectos, etc.

2.1.2. A nivel nacional

Antecedente 03: “Balance de los recursos hídricos de la laguna Rontoccocha en la subcuenca del río Mariño para la gestión integrada”

Por: Marco Antonio Gálvez Quintana, para optar por el título profesional de ingeniero civil en la Universidad Ricardo Palma.

La investigación fue seleccionada como antecedente nacional dentro de la presente tesis debido a las similitudes entre las zonas de estudio. La microcuenca de la laguna de Piuray cuenta con un área de estudio aproximada de 36 km², teniendo un total de 6 km² de superficie de lagunas, lo cual corresponde a un 16.6 % del total del área de estudio. Por otro lado, el área de estudio del presente antecedente es 7.85 km², teniendo una superficie de lagunas que asciende a los 3.51 km², superficie cercana a un 44.71 %. Así mismo, la altura media de la subcuenca del río Mariño es de 4200 msnm mientras que la microcuenca de la laguna de Piuray tiene una elevación media de 3922 msnm. Las condiciones ambientales también son similares a las condiciones del distrito de Chinchero, además ambas lagunas abastecen a un importante sector de poblaciones aledañas a ella. (4)

Antecedente 04: “Balance hídrico de la laguna Parón, herramienta para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) en la Cuenca del Río Santa”

Por: Mónica Untiveros Lázaro, para optar por el título profesional de ingeniero civil en la Pontificia Universidad Católica del Perú.

El presente antecedente hace un profundo análisis sobre la situación de la Cuenca del Río Santa en el año 2010 (año en el que se realizó el estudio) así como proyección en dos escenarios futuros, uno en el año 2030 y otro el año 2090. Para dicho propósito se realizó una proyección de los diversos parámetros necesarios para efectuar dicho balance, tales como precipitación, temperatura, evaporación, humedad relativa, etc.

Fue requerida a su vez una proyección de factores pertenecientes a la demanda hídrica, como el incremento de la población dependiente de la cuenca y la demanda ecológica respectiva.

“Se ha considerado a la microcuenca Parón como el área aportante a la laguna del mismo nombre. Los parámetros considerados en el balance hídrico fueron: La precipitación sobre la

laguna, la esorrentía (diferenciada como esorrentía glaciario y esorrentía no glaciario) y la evaporación sobre la laguna.” (5)

Antecedente 05: “Impactos del cambio climático en la agricultura de la cuenca Ramis, Puno. Perú”

Por: Germán Belizario Quispe, para optar el grado académico de: Doctoris Scientiae en: ciencia, tecnología y medio ambiente en la Universidad Nacional Del Altiplano.

La investigación fue seleccionada como antecedente nacional dentro de la presente tesis que investiga el impacto del cambio climático en la agricultura de la cuenca Ramis, con el objetivo de evaluar el comportamiento de las variables climáticas durante el periodo 2012-2014 y su efecto en la actividad agrícola del altiplano. Para tal efecto se ha trabajado con las series históricas de temperaturas extremas y precipitaciones pluviales de 46 años de las nueve estaciones meteorológicas seleccionados en base de tres criterios: longitud de las series, estaciones con datos faltantes y por la consistencia Estas series fueron sistematizados, corregidas y completadas en base del análisis de homogeneidad; con las pruebas no paramétricas y paramétricas se ha determinado las tendencias con niveles de significancia de 0.01, 0.05 y 0.1, y análogamente la información de rendimientos de los cultivos. Los resultados muestran que las temperaturas máximas tienden a incrementar en 0.04 °C anualmente, las temperaturas medias muestran un incremento anual de 0.025 °C con evidencia leve y las mínimas no muestran cambios significativos. (6)

Antecedente 06: “Influencia del cambio climático en los caudales mensuales de la cuenca Río Verde”

Por: Mejia Medina, Gabriel Fabricio, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional De San Agustín.

La investigación fue seleccionada como antecedente nacional dentro de la presente tesis debido a que a fin de conocer, si la variación del caudal promedio mensual en la cuenca Río Verde es significativa, para los distintos escenarios, sirve para determinar si las irrigaciones y/o abastecimientos de agua potable aguas debajo se verán afectadas por su escasez o en todo caso si es posible incrementar las irrigaciones o en qué medida puede crecer la población sin

ser afectada por la escasez de agua potable, se proyectará los caudales mensuales en la Cuenca Río Verde para los siguientes escenarios verosímiles: sin incluir la tendencia del cambio climático (información homogénea), incluyendo la tendencia local, nacional y mundial del cambio climático, para posteriormente compararse entre todos los escenarios y decidir si la variación de los caudales mensuales será significativo. (7)

2.1.3. A nivel internacional

Antecedente 05: “Estimación de la evaporación y la evapotranspiración potencial en la ciudad de Río Ceballos”

Por: Mariana Achad, para optar por el grado académico de magíster en Ingeniería Ambiental en la Universidad Tecnológica Nacional de Argentina

La tesis doctoral nos presenta como principal problemática la limitada gestión de los recursos hídricos en zonas con cuerpos de agua de considerable tamaño.

“El desconocimiento de los valores de evapotranspiración potencial y evaporación añaden una dificultad a la gestión del uso del recurso agua. Si bien ambas variables pueden medirse a través de diferente instrumental, éste último demanda no sólo costos importantes en lo referido a instalación, sino que el mantenimiento en muchos casos resulta también oneroso”

Como menciona la investigación, la determinación de la evaporación y evapotranspiración puede realizarse mediante equipos, y aunque en la laguna de Piuray existe un tanque evaporímetro, la EPS Sedacusco no cuenta con valores para la longitud de data empleada en la tesis, por ello se requiere emplear métodos empíricos para determinar los datos faltantes.(8)

Antecedente 06: “Análisis de los métodos de estimación de evaporación y evapotranspiración a las condiciones locales de la ciudad de Córdoba”

Por: Dra. María Laura López, para optar por el título de magíster en Ciencias Hídricas en la Universidad Nacional de La Pampa, Argentina.

Considerar el estudio de la Dra. María Laura López fue importante para analizar los métodos empíricos que se emplearán durante el estudio, de esta manera se tendrá datos más confiables para el análisis de la situación de la microcuenca de la laguna de Piuray. Así mismo, el estudio hace un análisis de los métodos empíricos empleados para determinar la evapotranspiración

en una cuenca, los cuales son más acorde a la realidad según la comparación estadística entre los resultados obtenidos en campo y los métodos empíricos. (9)

Antecedente 07: “Estimación de la vulnerabilidad de los riesgos del cambio climático en una cuenca de Montaña”

Por: Stalin Daniel Jiménez Yucta, para optar por el título de ingeniero ambiental en la Universidad Nacional de Cuenca, Ecuador.

Considerar el estudio de Stalin Daniel Jiménez Yucta fue importante porque el presente trabajo de titulación se desarrolló e implementó una metodología para lograr la estimación de la vulnerabilidad de los riesgos del cambio climático en una cuenca de montaña, en la que se obtuvo una metodología adaptable a diferentes enfoques, escenarios e información disponible, cuyo resultado se presenta en una escala numérica en la que un mayor valor representa una mayor vulnerabilidad, esta metodología se desarrolló con un enfoque de ayuda en la toma de decisiones por parte de las autoridades, siendo una herramienta confiable de evaluación de la vulnerabilidad frente al cambio climático. (10)

Antecedente 08: “Impacto del cambio climático en los caudales de una cuenca de Páramo. primera aproximación”

Por: Juan Fernando Farfán Duran, para optar por el título de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional de Cuenca, Ecuador.

Considerar el estudio de Juan Fernando Farfán Duran fue importante porque el presente estudio analizó el impacto que éste tendría en los caudales de la cuenca Huagrahuma, ubicada al noroeste de la ciudad de Cuenca a 4120 msnm y perteneciente a la cabecera de la subcuenca del río Machángara. La base de datos obtenida de estaciones ubicadas en la zona consta de series observadas de precipitación, caudal y evapotranspiración en el periodo 01/09/2010 y 30/12/2011. Se usó el modelo conceptual VHM (Veralgemeend conceptueel Hydrologisch Model por sus siglas en holandés) para realizar una modelización de caudales con series futuras de precipitación y evapotranspiración en tres escenarios de cambio climático de alto, medio y bajo impacto. (11)

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Agua

El agua es un recurso natural renovable, vulnerable, indispensable para la vida, insumo fundamental para las actividades humanas, estratégica para el desarrollo sostenible del país, el mantenimiento de los sistemas y ciclos naturales que la sustentan y la seguridad de la Nación (6).

El agua es un compuesto con características únicas, de gran significación para la vida, el más abundante en la naturaleza y determinante en los procesos físicos, químicos y biológicos que gobiernan el medio natural. El agua, al igual que el fuego, la tierra y el aire, fue para los griegos uno de los cuatro elementos que formaron el mundo. El griego Tales de Mileto creía que el agua era el principio de todas las cosas existentes. Más tarde Empédocles, seguido por Platón y Aristóteles, la consideró como uno de los cuatro elementos básicos del universo, y luego, a fines del siglo XVIII, nadie puso en duda que el agua fuera un elemento simple.

Hoy día se sabe que la molécula de agua resulta de la combinación de un átomo de oxígeno con dos de hidrógeno: molécula aparentemente simple, pero cuyas propiedades extraordinarias constituyen el fundamento mismo de la vida terrestre. (6).

2.2.2. Ciclo hidrológico

Se denomina ciclo hidrológico al conjunto de cambios que experimenta el agua en la naturaleza, tanto en su estado (sólido, líquido, gaseoso), como en su forma (agua superficial, agua subterránea, etc.).

Han sido sugeridos numerosos esquemas del ciclo hidrológico, siendo su finalidad común, la de proporcionar un gráfico sencillo que muestre las diferentes formas y estados en que se presenta el agua.

El ciclo hidrológico es completamente irregular y es precisamente contra estas irregularidades que lucha el hombre. Una muestra de ello, son los periodos de satisfacción con los requerimientos del agua, para las diferentes actividades (uso poblacional, irrigación, generación de energía eléctrica, uso industrial), otros periodos de sequías y otros de inundaciones (8).

Dentro de los ciclos biogeoquímicos que se desarrollan en el ecosistema planetario, el ciclo hidrológico es tal vez el más conocido y ocupa un puesto importante. El ciclo hidrológico es

el proceso continuo de la circulación del agua, en sus diversos estados, en la esfera terrestre. Sucede bajo la influencia de la radiación solar, la acción de la gravedad y la dinámica de la atmósfera, la litosfera y la biosfera. Las diferentes fases del ciclo son el marco de referencia para el estudio del estado y del comportamiento del agua.

El ciclo hidrológico y el balance de agua global son el modelo básico para entender el funcionamiento del sistema hídrico atmosférico movido básicamente por la energía solar, el cual es el enlace vital entre el océano y el continente, mediante la circulación y transformación del agua a través de la atmósfera, la hidrosfera, la litosfera y la biosfera.

El agua se evapora desde el océano hacia la atmósfera en grandes proporciones (86 %) y en menor grado desde el continente (14 %), siendo el viento el agente transportador del vapor de agua a distancia hasta encontrar condiciones propicias para la condensación, reiniciándose así un nuevo ciclo hidrológico. (6).

Ciclo Hidrológico como sistema

Los fenómenos hidrológicos son extremadamente complejos, por lo que nunca serán conocidos completamente. Sin embargo, a falta de una concepción perfecta, pueden ser representados de forma simplificada mediante el concepto de sistema, que es considerado como un conjunto de partes que interactúan como un todo. El ciclo hidrológico puede considerarse como un sistema con componentes que serían: precipitación, evaporación, escorrentía y los otros componentes del ciclo. Estos componentes pueden ser agrupados a su vez en subsistemas y para analizar todo el sistema, los subsistemas pueden ser tratados por separado y los resultados combinados de acuerdo a las interacciones entre ellos (10).

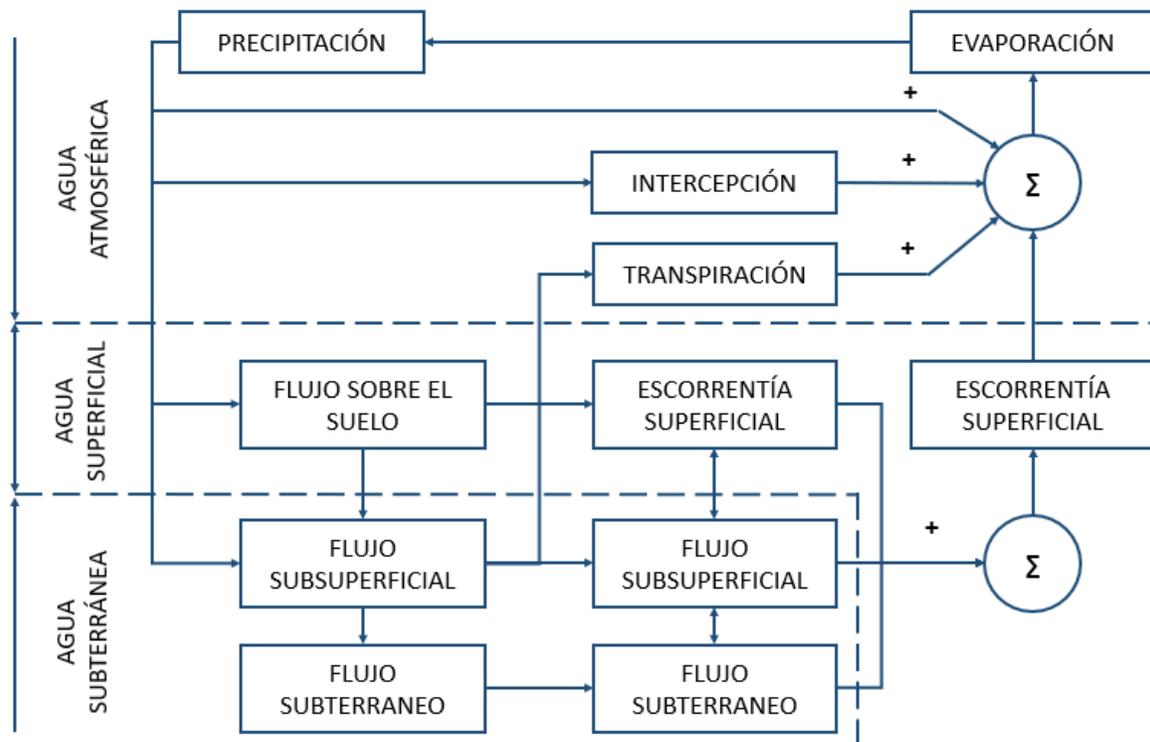


Figura 2. Representación del sistema hidrológico general mediante un diagrama de Bloques. Adaptada de <Hidrología Aplicada 2016 (6)> P. 9

2.2.3. Parámetros hidrometeorológicos

La hidrometeorología comprende el estudio de los fenómenos meteorológicos relacionados con el agua atmosférica, los mismos que corresponden al centro de la presente investigación. Dentro de los principales parámetros estudiados dentro de la hidrometeorología, tenemos:

1. Precipitación

La precipitación, es toda forma de humedad que, originándose en las nubes, llega hasta la superficie del suelo; de acuerdo a esta definición la precipitación puede ser en forma de:

- Lluvia
- Granizadas
- Garúas
- Nevadas

Desde el punto de vista de la ingeniería hidrológica, la precipitación es la fuente primaria de agua de la superficie terrestre, y sus mediciones y análisis, forman el punto de partida de los estudios concernientes al uso y control del agua (8).

Para evaluar el comportamiento de la precipitación dentro de nuestra zona de estudio, es preciso realizar un análisis completo de dicho fenómeno. Dentro de los aspectos de la precipitación a analizar tenemos:

Formas de precipitación

Para clasificar la precipitación, se hizo uso del estado del descenso del agua, así como su diámetro:

- **Llovizna:** Pequeñas gotas de agua, su diámetro que varía entre 0.1 y 0.5 mm, las cuales tienen velocidades de caída muy bajas.
- **Lluvia:** Gotas de agua con diámetro mayor a 0.5 mm.
- **Escarcha:** Capa de hielo por lo general transparente y suave, pero que usualmente contiene bolsas de aire.
- **Nieve:** Compuesta de cristales de hielo blanco translúcido, principalmente de forma compleja.
- **Granizo:** Precipitación en forma de bolas o formas irregulares de hielo, que se producen por nubes convectivas, pueden ser esféricos, cónicos o de forma irregular, su diámetro varía entre 5 y 125 mm (8).

2. Temperatura

La temperatura es considerada como el factor determinante y decisivo de las diversas etapas del ciclo hidrológico y principalmente en el estudio de la evaporación. El efecto de los diversos procesos de intercambio de calor en el sistema Tierra-Atmósfera conduce a una distribución de temperatura según la dirección vertical, o sea, un decremento de la temperatura con la altitud de 6,5 °C/km en la troposfera y condiciones aproximadamente isotérmicas en la estratosfera. La tasa de variación de la temperatura con la altitud es denominada gradiente vertical de temperatura. El estudio de la gradiente vertical de temperatura es de gran interés, ya que a través de él se puede aquilatar la estabilidad o inestabilidad de la atmósfera (10).

La temperatura, es la propiedad de los sistemas que determina si están en equilibrio térmico. El concepto de temperatura se deriva de la idea de medir el grado de caliente o frío relativo y de la observación de que las variaciones de calor sobre un cuerpo producen una variación de su temperatura, mientras no se produzca la fusión o ebullición. La sensación de calor o

frío al tocar una sustancia depende de su temperatura, de la capacidad de la sustancia para conducir el calor y de otros factores. Cuando se aporta calor a una sustancia, se eleva su temperatura, así los conceptos de temperatura y calor, aunque están relacionados, son diferentes: la temperatura es una propiedad de un cuerpo y el calor es un flujo de energía producido por las diferencias de temperatura.

La temperatura es una de las variables básicas del tiempo y clima. Cuando preguntamos cómo está el tiempo afuera, casi siempre decimos algo sobre la temperatura, como hace frío o hace calor. De nuestra experiencia diaria, sabemos que la temperatura varía en diferentes escalas de tiempo en un mismo lugar, en periodos estacionales, diarios, horarios, etc., y varía también en el espacio.

El principal factor que produce cambios de la temperatura del aire sobre el planeta es la variación en el ángulo de incidencia de los rayos solares, que depende de la latitud. Este factor hace, por ejemplo, que las zonas tropicales sean cálidas y que la temperatura disminuye hacia los polos. Pero este no es el único factor, porque si no deberemos esperar que todos los lugares ubicados en una misma latitud tengan idénticas temperaturas, y claramente este no es el caso.

Los valores medios de temperatura son útiles para hacer comparaciones diarias, mensuales, o anuales. Es posible oír en los informes del tiempo frases como “marzo fue uno de los meses más cálidos de los últimos 30 años”, o algo por el estilo, resultado que se obtiene de comparar el régimen de temperaturas de un mes determinado, en este caso marzo, con los valores climáticos. (10).

3. Humedad Relativa

El contenido de humedad en la atmósfera se caracteriza a través del parámetro humedad relativa, el cual se define como la relación de la densidad del vapor de agua en un volumen de aire dividido por la densidad de vapor de agua en condiciones de saturación.

Generalmente se expresa en porcentaje y si la atmósfera presenta un alto contenido de humedad, la humedad relativa se aproxima al valor de 100 %. Este elemento climatológico también muestra un comportamiento temporal como la temperatura.

Cuando la humedad alcanza el valor del 100 %, se dice que el aire está saturado, y el exceso de vapor se condensa para convertirse en gotitas de niebla o nubes. El fenómeno del rocío en las mañanas de invierno se debe a que la humedad relativa del aire ha alcanzado el 100 % y el aire no admite más vapor de agua. También se alcanza la saturación cuando usamos agua muy caliente en un recinto cerrado como por ejemplo en un baño. En este caso el agua caliente se evapora fácilmente y el aire de la habitación alcanza con rapidez el 100% de humedad relativa.

Para medir la humedad relativa se usa el higrómetro. El higrómetro más simple se llama psicrómetro. Está formado por dos termómetros idénticos ubicados uno al lado del otro, uno llamado termómetro seco y el otro termómetro húmedo porque el depósito de mercurio se rodea con un paño de muselina mojado en agua destilada. Un ventilador se ubica cerca de los termómetros, cuya función es hacer circular el aire a través de los mismos. El aire entonces circula continua y libremente por este termómetro evaporando el agua de la muselina, absorbiendo calor del termómetro, por lo que disminuye su temperatura. La cantidad de enfriamiento es directamente proporcional a la sequedad del aire; mientras más seco el aire, mayor enfriamiento. La diferencia entre ambas temperaturas es una medida de la humedad del aire, a mayor (menor) diferencia menor (mayor) humedad relativa. Si el aire está saturado, no se produce evaporación y los dos termómetros marcan la misma temperatura. Se han construido tablas para obtener las relaciones y valores entre las temperaturas seca y húmeda y entre la humedad relativa y el punto de rocío. (11).

4. Evaporación

Dentro de la ingeniería hidrológica es importante evaluar la cantidad de agua que se pierde a causa de la evaporación, esto debido a que, en zonas de estudio que cuenten con importantes cantidades de agua almacenada (lagos, lagunas, estuarios, etc.) Esta pérdida constituye un factor importante dentro del balance hídrico.

La evaporación es comprendida como el proceso por el cual, el agua en estado líquido pasa al estado gaseoso y se eleva hacia la atmósfera. Como se mencionó anteriormente, en zonas de estudio que poseen importantes volúmenes de agua almacenada, el espejo de agua generalmente es de grandes extensiones, por lo cual es susceptible a perderse por evaporación.

Como describe Fundamentos de hidrología superficial – Aparicio, la evaporación se produce básicamente por el aumento de energía cinética que experimentan las moléculas de agua cercanas a la superficie de un suelo húmedo o una masa de agua, producido por la radiación solar, el viento y las diferencias de presión de vapor (12).

Fórmulas empíricas para calcular la evaporación

Las fórmulas empíricas desarrolladas para calcular la evaporación se encuentran basadas en la ley de Dalton (la evaporación es proporcional al gradiente de presión de vapor entre la zona de intercambio y la atmósfera). Dentro de dichas fórmulas encontramos la propuesta por Meyer en 1915:

$$E_m = C(e_s - e_a) * \left[1 + \frac{V_w}{16.09} \right] \quad (12)$$

Donde:

- E_m = Evaporación mensual (cm)
- e_a = Presión de vapor media mensual (inHg) (pulgadas de mercurio)
- e_s = Presión de vapor de saturación media mensual (inHg)
- V_w = Velocidad media mensual del viento (km/hr) medida a 10 m de la superficie
- C = Coeficiente empírico (38 depósitos pequeños, 28 depósitos grandes)

5. Evapotranspiración

La evaporación y la transpiración ocurren simultáneamente y no hay una manera sencilla de distinguir entre estos dos procesos. Aparte de la disponibilidad de agua en los horizontes superficiales, la evaporación de un suelo cultivado es determinada principalmente por la fracción de radiación solar que llega a la superficie del suelo.

Esta fracción disminuye a lo largo del ciclo del cultivo a medida que el dosel del cultivo proyecta más y más sombra sobre el suelo. En las primeras etapas del cultivo, el agua se pierde principalmente por evaporación directa del suelo, pero con el desarrollo del cultivo y finalmente cuando este cubre totalmente el suelo, la transpiración se convierte en el proceso principal (13).

- Evapotranspiración potencial: Se define como la pérdida de agua observada en una superficie líquida o sólida saturada por evaporación y por transpiración de las plantas,

que ocurriría en el caso que hubiera un adecuado abastecimiento de humedad de agua al suelo en todo momento,

- Evapotranspiración real: Pérdida de agua observada en una superficie líquida o sólida saturada, en las condiciones reinantes atmosféricas y de humedad del suelo, por fenómenos de evaporación y de transpiración de las plantas.

Fórmulas empíricas para calcular la evapotranspiración

El cálculo de la ETP se realiza en función a diferentes métodos empíricos, los cuales pueden estar centrados en factores como latitud de la zona de estudio, temperatura, radiación solar, horas sol, etc.

❖ Método Thornthwaite

El presente método fue planteado en el año 1948, considera la temperatura media del aire, así como un índice de calor anual.

$$ETP = 16 * \left[\frac{10*t}{I} \right]^a \quad (14)$$

$$I = \sum i \rightarrow i = \left(\frac{t}{5} \right)^{1.514}$$

$$a = 0.49 + 0.0179 * I - 0.0000771 * I^2 + 0.000000675 * I^5$$

Donde:

- ETP = Evapotranspiración
- t = Temperatura media mensual
- I = Índice de calor anual

❖ Método Hargreaves-Samani

El método fue planteado en 1985, posteriormente fue modificado por Samani en el año 2000, simplificando la ecuación, la misma que emplea valores de radiación solar extraterrestre y temperatura máxima y media.

$$ETP = 0.0075 * RSM * TMF \quad (10)$$

$$RSM = 0.0075 * RMM * s^{0.5}$$

Donde:

- ETP: Evapotranspiración Potencial en (mm/mes)
- RSM: Radiación solar equivalente en (mm/mes)
- RMM: Radiación extraterrestre equivalente en (mm/mes): $RMM = Ra \times DM$
- Ra: Radiación extraterrestre equivalente en mm/día. Se obtiene de acuerdo a la latitud del lugar (Manual 24 FAO)
- DM: Número de días del mes
- S: Porcentaje de horas sol: $S = \frac{n}{N*} * 100$
- n: Horas sol promedio del lugar
- N: Horas sol posible según la latitud (Manual FAO)
- TMF: Temperatura media mensual en °F

$$ETP = MF * TMF * CH * CE \quad \text{en base a la temperatura (10)}$$

- ETP: Evapotranspiración Potencial (mm/mes)
- MF: Factor mensual de Latitud (Manual 24 FAO)
- TMF: Temperatura media mensual en °F
- CH: Factor de Corrección para la humedad relativa:
 $CH = 0.166 (100 - HR)^{0.5}$ sí $HR > 64\%$
 $CH = 1$ sí $HR < 64\%$
- HR: Humedad Relativa media mensual(o/o)
- CE: Factor de corrección para la altitud del lugar:

$$CE = 1.0 + 0.04 \frac{E}{200}$$

donde E = altitud (m.s.n.m.)

Tabla 1. Radiación extraterrestre Ra Expresada en Equivalente de evaporación

Lat	Ene	Feb	Mar	Abr	Mav	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
0°	15	15.2	15.7	15.3	14.4	13.9	14.1	14.8	15.3	15.4	15.1	14.8
2°S	15.3	15.7	15.7	15.1	14.1	13.5	13.7	14.5	15.2	15.5	15.3	15.1
4°S	15.5	15.8	15.6	14.9	13.8	13.2	13.4	14.3	15.1	15.6	15.5	15.4
6°S	15.8	16	15.6	14.7	13.4	12.8	13.1	14	16	15.7	15.8	15.7
8°S	16.1	16.1	16.5	14.4	13.1	12.4	12.7	13.7	14.9	15.8	16	16
10°S	16.4	16.3	16.5	14.2	12.8	12	12.4	13.5	14.8	15.9	16.2	16.2
12°S	16.6	16.3	15.4	14	12.5	11.6	12	13.2	14.7	15.8	16.4	16.5
14°S	16.7	16.4	15.3	13.7	12.1	11.2	11.6	12.9	14.5	15.8	16.5	16.6
16°S	16.9	16.4	15.2	13.5	11.7	10.8	11.2	12.6	14.3	15.8	16.7	16.8
18°S	17.1	16.5	15.1	13.2	11.4	10.4	10.8	12.3	14.1	15.8	16.8	17.1

20°S	17.3	16.5	15	13	11	10	10.4	12	13.9	15.8	17	17.4
22°S	17.4	16.5	14.8	12.6	10.6	9.6	10	11.6	13.7	15.7	17	17.5
24°S	17.5	16.5	14.6	12.3	10.2	9.1	9.5	11.2	13.4	15.6	17.1	17.7
26°S	17.6	16.4	14.4	12	9.7	8.7	9.1	10.9	13.2	15.5	17.2	17.8
28°S	17.7	16.4	14.3	11.6	9.3	8.2	8.6	10.4	13	15.4	17.2	17.9
30°S	17.8	16.4	14	11.3	8.9	7.8	8.1	10.1	12.7	15.3	17.3	18.1
32°S	17.9	16.2	13.8	10.9	8.5	7.3	7.7	9.6	12.4	15.1	17.2	18.1
34°S	17.9	16.1	13.5	10.5	8	6.8	7.2	9.2	12	14.9	17.1	18.2
36°S	17.9	16	13.2	10.1	7.5	6.3	6.8	8.8	11.7	14.6	17	18.2
38°S	17.9	15.8	12.8	9.6	7.1	5.8	6.3	8.3	11.4	14.4	17	18.3
40°S	17.9	15.7	12.5	9.2	6.6	5.3	5.9	7.9	11	14.2	16.9	18.3

Nota: Tomada de Hidrología aplicada, 2016, p. 130.

Radiación extraterrestre RA Expresada en equivalente de evaporación (mm/día). El presente cuadro sirve para extraer la Radiación Extraterrestre, requerida para obtener la evapotranspiración por el método de Hargraves por Radiación. Este dato a su vez sirve para la modelación hidrológica bajo la metodología Lutz Scholz.

Tabla 2. Radiación extraterrestre Ra Expresada en (cal/cm2/día)

Lat	Ene	Feb	Mar	Abr	Mav	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
0°	855	885	895	870	820	790	795	840	880	885	860	840
10°S	930	930	885	810	730	685	705	770	845	900	920	930
20°S	985	940	855	740	630	570	595	680	790	900	965	990
30°S	1015	930	800	640	505	445	465	575	725	870	985	1030
40°S	1020	895	715	525	375	305	335	450	630	810	960	1045
50°S	1000	835	620	400	240	175	200	315	505	735	950	1040

Nota: Tomada de Hidrología aplicada, 2016, p. 130.

2.2.4. Cuenca hidrográfica

Como en cualquier estudio, se requiere una unidad básica, en el caso de la hidrología la unidad básica es la cuenca hidrográfica.

Una cuenca es una zona de la superficie terrestre en donde (si fuera impermeable) las gotas de lluvia que caen sobre ella tienden a ser drenadas por el sistema de corrientes hacia un mismo punto de salida.

La definición anterior se refiere a una cuenca superficial, asociada a cada una de éstas existe también una cuenca subterránea, cuya forma en planta es semejante a la superficial. De ahí la aclaración de que la definición es válida si la superficie fuera impermeable.

Desde el punto de vista de su salida, existen fundamentalmente dos tipos de cuencas: endorreicas y exorreicas. En las primeras el punto de salida está dentro de los límites de la cuenca y generalmente es un lago; en las segundas, el punto de salida se encuentra en los límites de la cuenca y está en otra corriente o en el mar (12).

Clasificación de cuencas

Existen diversas clasificaciones de cuencas, cada una de estas centrada en una característica:

1. Por su tamaño

Las cuencas hidrográficas pueden ser:

- ✓ Pequeñas
- ✓ Medianas
- ✓ Grandes

Los conceptos de pequeñas cuencas o microcuenca pueden ser muy relativos cuando se desarrollen acciones, se recomienda entonces utilizar criterios conjuntos de comunidades o unidades territoriales manejables desde el punto de vista hidrográfico.

2. Por su ecosistema

Según el ecosistema desarrollado sobre la misma, se pueden clasificar en:

- Áridas
- Tropicales
- Frías
- Húmedas

3. Por su objetivo

Las cuencas también pueden ser clasificadas en función a su capacidad para desarrollar una actividad o beneficio:

- Hidroenergéticas
- Agua poblacional
- Agua para riego
- Agua para navegación
- Ganaderas
- Múltiples

4. Por su relieve

Los accidentes del terreno sobre la cuenca también generan una clasificación:

- Cuencas planas
- Cuencas de alta montaña
- Cuencas accidentadas o quebradas

5. Por la dirección de la evacuación de las aguas

La clasificación de cuencas más empleada es la elaborada en función a la dirección a la cual se drenan sus aguas:

- **Endorreicas o cerradas:** No poseen comunicación fluvial con el océano, sus aguas desembocan en lagos, lagunas o salares. Todos los flujos convergen en un punto dentro de la misma cuenca.
- **Exorreicas o abiertas:** Sus aguas son drenadas al mar o al océano, puede ser directa o indirectamente, ya que la comunicación con las mencionadas fuentes de agua es de forma fluvial.
- **Arreicas:** Las aguas de la cuenca se evaporan o infiltra antes de generar flujos de agua importantes, o desembocar en un río (16).

Características de una cuenca

El comportamiento del tránsito del agua por una cuenca está condicionado por diversos factores morfológicos, es por ello que se requiere cuantificar los parámetros que describen tanto su estructura física como territorial, lo cual, además de darnos una idea de las limitaciones de los recursos hídricos dentro de la cuenca nos indica los posibles problemas que tiene la cuenca.

Dentro de las principales características tenemos:

A. Área de una cuenca

El área de una cuenca representa la característica geomorfológica más importante, así como la base para la generación de diversos parámetros (factor de forma, índice de compacidad, etc.). Para obtener dicho parámetro se realiza una delimitación.

La delimitación de una cuenca se puede realizar de diversas formas como; empleando fotografías aéreas, planos topográficos, archivos raster, etc. La delimitación consiste en

graficar una línea divisoria llamada parteaguas, la cual se ubica en las partes más altas de la cuenca que marcará el curso del agua entre una cuenca u otra.

Los pasos para trazar el parteaguas se efectuarán los siguientes pasos:

- Se define la red de drenaje partiendo del cauce principal es decir todas las corrientes.
- Se ubican los puntos altos que están definidos por las curvas de nivel en el plano (estas curvas son líneas que indican la elevación de los lugares por donde pasan y cuya elevación será igual al valor de la curva).
- La línea divisoria debe pasar por los puntos altos definidos cortan ortogonalmente las curvas de nivel.
- En cualquier punto del terreno la línea divisoria debe ser el punto de mayor altitud excepto cerros o puntos altos que se encuentran dentro de la cuenca.
- La línea divisoria nunca debe cortar un río, quebrada o arroyo

B. Forma de una cuenca

La forma superficial de una cuenca hidrográfica es importante debido a que influye en el valor del tiempo de concentración, definido como el tiempo necesario para que toda la cuenca contribuya al flujo en la sección en estudio, a partir del inicio de la lluvia o, en otras palabras, tiempo que tarda el agua, desde los límites de la cuenca para llegar a la salida de la misma. En general las cuencas hidrográficas de grandes ríos presentan la forma de una pera, pero las cuencas pequeñas varían mucho de forma, dependiendo de su estructura geológica (10).

Bajo este concepto se generaron diversos índices que expresan numéricamente la forma de una cuenca, esto relacionando formas geométricas conocidas, entre ellas tenemos:

- **Coefficiente de compacidad**

También conocido como Índice de Gravelius (K_C), expresa la relación entre el perímetro y la longitud de circunferencia de un círculo cuya área sea equivalente al de la cuenca. La fórmula es la siguiente:

$$K_C = \frac{P}{2\pi R} = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (10)$$

Este coeficiente es un número adimensional que varía con la forma de la cuenca, independiente de su tamaño; cuanto más irregular es la cuenca, mayor será el coeficiente de compacidad. Un coeficiente mínimo igual a la unidad corresponde a una cuenca circular. Si los otros factores fueran iguales, la tendencia para mayores caudales en la cuenca, será más acentuada cuando el coeficiente sea más próximo a la unidad (10).

- **Factor de forma**

El factor de forma (K_f) representa la relación entre el ancho medio y la longitud axial de la cuenca. El ancho medio de la cuenca se obtiene dividiendo su área con la longitud de la cuenca, mientras que la longitud axial es hallada mediante el trazo de una línea recta desde el punto más alejado del curso de agua principal hasta la desembocadura de la cuenca.

La fórmula que expresa el factor de forma es:

$$K_f = \frac{A}{L^2} \quad (10)$$

El factor de forma constituye otro Índice indicativo de la mayor o menor tendencia de avenidas en una cuenca. Una cuenca con un factor de forma bajo está menos sujeta a inundaciones que otra del mismo tamaño, pero con mayor factor de forma. Esto se debe al hecho de que, en una cuenca estrecha y larga, con factor de forma bajo, hay menos posibilidad de ocurrencia de lluvias intensas cubriendo simultáneamente toda su extensión; y también la contribución de los tributarios alcanza el curso de agua principal en varios puntos a lo largo del mismo, alejándose, por lo tanto, de la condición ideal de la cuenca circular donde la concentración de todo el flujo de la cuenca se da en un solo punto.

C. Sistema de drenaje

El sistema de drenaje de una cuenca está formado por el cauce principal (curso de agua más largo) y los tributarios, los cuales nos darán una idea de la velocidad con la que el agua fluye en una cuenca.

En cuencas endorreicas los tributarios pueden o no contribuir al cauce principal, por otro lado, en cuencas exorreicas, los tributarios siempre alimentan al flujo principal.

Para definir de mejor manera el sistema de drenaje de una cuenca, es necesario analizar las siguientes características.

- **Tipos de corrientes**

Una manera comúnmente usada para clasificar los cursos de agua es tomar como base la permanencia del flujo con lo que se determina tres tipos:

- **Perennes**, que contienen agua durante todo el tiempo, la napa freática mantiene una alimentación continua y no desciende nunca por debajo del nivel de agua en el cauce, aún en épocas de sequía muy severas.
- **Intermitentes**, en general, escurren durante las estaciones lluviosas y secan durante el periodo de estiaje. Durante las estaciones lluviosas, transportan la escorrentía superficial y el agua subterránea, dado que el nivel freático se mantiene por encima del nivel del lecho del cauce, lo que no sucede en la época de estiaje, cuando el nivel freático se encuentra por debajo del nivel del lecho del río.
- **Efímeros**, que existen apenas durante o inmediatamente después de los periodos de precipitación y solo transportan escorrentía superficial. La napa freática se encuentra siempre en un nivel inferior al del lecho fluvial, no existiendo (16).

- **Orden de corrientes**

El presente parámetro nos muestra el grado de complejidad de la ramificación o bifurcación de los cursos de agua dentro de una cuenca. Para obtener el orden de corrientes se requiere un mapa detallado de la cuenca, en el cual se muestran tanto los flujos perennes, efímeros o intermitentes.

Las dos metodologías más empleadas son las siguientes:

1. Método de Horton (1945)

Los pasos a seguir son los siguientes:

- Los cauces de primer orden son los que no tienen tributarios.
- Los cauces de segundo orden se forman en la unión de dos cauces de primer orden y, en general, los cauces de orden n se forman cuando dos cauces de orden $n-1$ se unen.
- Cuando un cauce se une con un cauce de orden mayor, el canal resultante hacia aguas abajo retiene el mayor de los órdenes.
- El orden de la cuenca es el mismo de su cauce principal a la salida.

2. Método de Strahler (1952)

El método de Strahler es muy parecido al de Horton, con la diferencia de que en el esquema de Strahler, un mismo río puede tener segmentos de distinto orden a lo largo de su curso, en función de los afluentes que llegan en cada tramo. El orden no se incrementa cuando a un segmento de un determinado orden confluye uno de orden menor.

Esta falta no acomoda la contribución de tributarios de más baja orden que desembocan en un río de orden más alto, de cualquier modo, el sistema de Strahler es usado universalmente en el presente (16).

Los siguientes gráficos muestran una comparativa entre el método de Strahler y Horton.

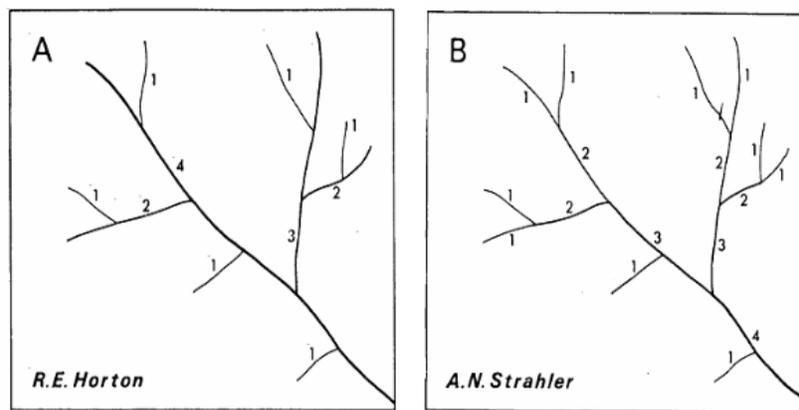


Figura 3. Representación comparativa entre el método de Strahler y Horton. Tomada de < ¿Que es una cuenca hidrológica?, 2011> P.27

• Densidad de drenaje

La densidad de drenaje expresa la relación entre la longitud total de todos los cursos de agua de la cuenca (efímeras, perennes o intermitentes), y el área misma. Este índice nos muestra el desarrollo de un sistema de drenaje, la fórmula desarrollada es la siguiente:

$$D_d = \frac{L}{A} (10)$$

La densidad de drenaje varía inversamente con la longitud de las corrientes y, por lo tanto, da una indicación de la eficiencia de drenaje de la cuenca. A pesar de la existencia de poca información sobre densidad de drenaje, se puede afirmar que este índice varía de 0.5 km/km², para cuencas con drenaje pobre y de 3.5 a más, para cuencas bien drenadas

Características del relieve de una cuenca

El relieve de una cuenca tiene gran influencia dentro de los factores hidrológicos, por ejemplo, la velocidad de la escorrentía superficial es dependiente de la pendiente de la cuenca, mientras que los factores meteorológicos están sujetos a la elevación en la que se desarrollen.

Dentro de las características de relieve más importantes tenemos.

1. Pendiente de una cuenca

La pendiente de la cuenca controla en buena parte la velocidad con que se da la escorrentía superficial, afectando por lo tanto el tiempo que lleva el agua de la lluvia para concentrarse en los lechos fluviales que constituyen la red de drenaje de las cuencas. La magnitud de los picos de avenida y la mayor o menor oportunidad de infiltración y susceptibilidad de erosión de los suelos dependen de la rapidez con que ocurre la escorrentía sobre los suelos de la cuenca (10).

2. Curva hipsométrica

La curva hipsométrica es la representación gráfica del relieve de una cuenca, nos presenta la variación de la elevación de la superficie, así como la proporcionalidad entre ambos valores. Posterior al procesamiento estadístico de los datos del área en función a su elevación se realiza la gráfica que nos mostrará la condición de la cuenca (10).

El siguiente gráfico nos muestra la curva hipsométrica de la microcuenca de la laguna de Piuray.

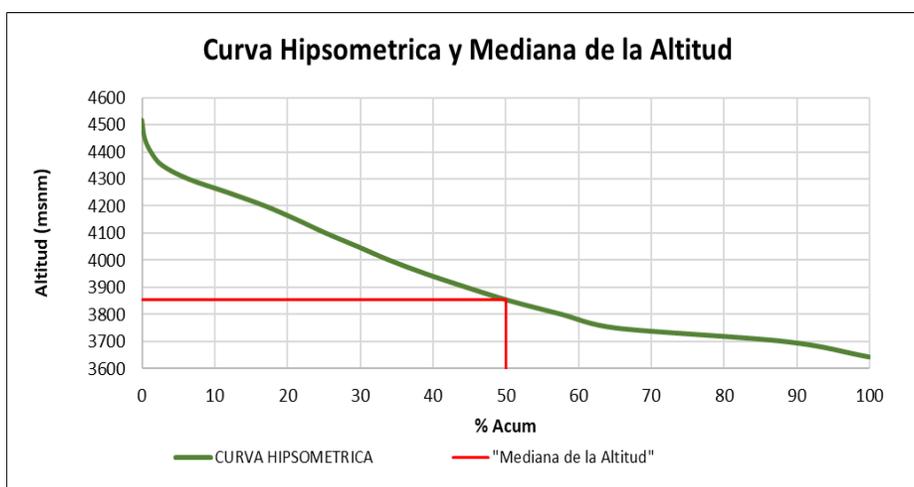


Figura 4. Curva Hipsométrica de la microcuenca de la laguna de Piuray

3. Elevación media de la cuenca

Como se indicó previamente, la elevación de una cuenca tiene influencia directa en el comportamiento de los parámetros hidrometeorológicos dentro de la cuenca, por ejemplo, mientras mayor sea la altura menor será la temperatura. Por lo cual es importante determinar la elevación media de una cuenca, lo cual se logra haciendo la distribución del área en función a las elevaciones. Con los mencionados datos se puede realizar un gráfico de distribución de elevaciones, como el que se muestra a continuación.

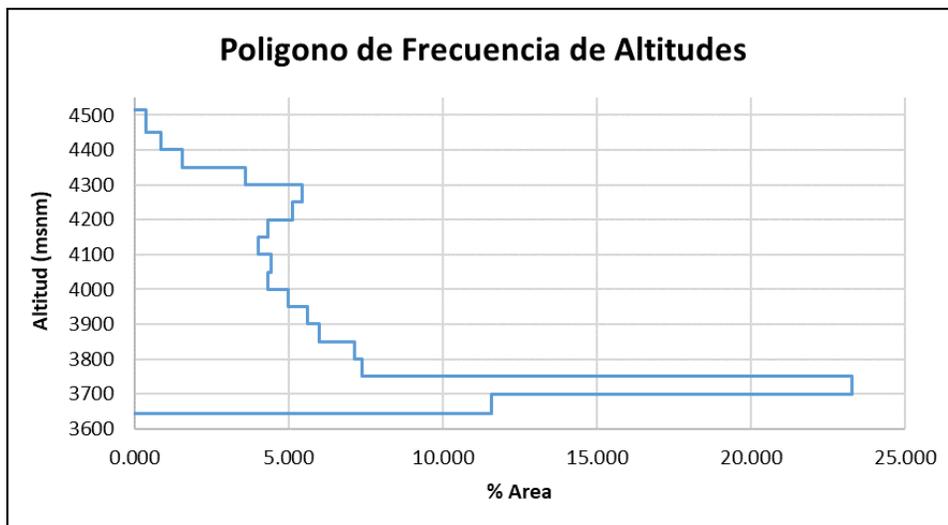


Figura 5. Polígono de Frecuencia de Altitudes

4. Rectángulo equivalente

Con la intención de comparar mejor la influencia de las características de la cuenca sobre la escorrentía que se desarrolla sobre ella, se introdujo el concepto de rectángulo equivalente, que no es más que la generación de un rectángulo con área equivalente al de la cuenca, los datos de dicho rectángulo son obtenidos mediante las siguientes fórmulas: (10)

Siendo:

- L = Lado mayor
- I = Lado menor
- K = Coeficiente de compacidad
- A = Área de la cuenca

5. Factores climáticos

Los factores climáticos dentro de una cuenca nos muestran el comportamiento de diferentes parámetros como ETP, evaporación, escorrentía, etc.

Dentro de los principales factores tenemos:

- Tipo o forma de precipitación

La forma en la que se presenta una precipitación en la cuenca, afectará directamente el comportamiento tanto del río principal como de los tributarios, por ejemplo, una tormenta incrementará considerablemente tanto la velocidad como el caudal del río, mientras que una precipitación en forma de nieve no tendrá mayor incidencia dentro del curso principal, debido a que al carecer de intensidad contribuirá más a la infiltración que a la generación de caudales.

- Intensidad de lluvia

Cuando la intensidad de lluvia excede la tasa de infiltración del suelo, ocurre escorrentía superficial debido a la precipitación excedente. Cuanto mayor sea la intensidad de lluvia mayor será el caudal del curso de agua. Se puede concluir que después de sobrepasada la capacidad de infiltración, la escorrentía superficial crecerá rápidamente con el aumento de la intensidad de lluvia. Sin embargo, el aumento del caudal del río no es proporcional al incremento del exceso de lluvia por causa del efecto de retardo resultante del proceso de acumulación.

- Dirección del desplazamiento de la lluvia

La dirección con que la lluvia se desplaza a través de la cuenca en relación al sentido de flujo del sistema de drenaje, tiene gran influencia sobre el caudal pico resultante y sobre la duración de la escorrentía superficial (10).

2.2.5. Balance hidrológico

El agua es evidentemente uno de los recursos para el desarrollo de la vida en el planeta, es por ello que, desde siempre, el administrar el recurso resulta prioritario para determinar si cubre las necesidades de una población o cuál será la evolución de la misma.

Para tales motivos, es importante determinar tanto los ingresos a un sistema (correspondientes a la precipitación, fuentes de agua subterránea, entre otros) como los

egresos (demanda poblacional, egresos naturales, etc.), así como el balance que existe entre estos dos componentes. Dicho concepto corresponde al balance hídrico.

Los últimos estudios relativos a la cuantificación de los recursos hídricos nos muestran que la cantidad de agua en el planeta se mantiene constante, pero que, sin embargo, la calidad se deteriora, dando lugar a una disminución del recurso hídrico en términos de su oferta. A su vez, la demanda del recurso hídrico se incrementa proporcionalmente al crecimiento de la población, lo cual hace suponer que un exceso o déficit de la oferta del recurso hídrico da lugar a un conflicto social. Si aceptamos que la tendencia de la demanda será siempre a aumentar, llegaremos a un momento en el que la demanda será siempre mayor que la oferta, lo cual solo podría generar un conflicto social crónico. Ante esto, la única alternativa sería el desarrollo de técnicas eficientes para restaurar el sistema y establecer un equilibrio dinámico entre la oferta y la demanda, dando lugar a una armonía social.

Estudio de evaluaciones ambientales – Ministerio de energía y minas

En la cuenca hidrográfica existen entradas y salidas, por ejemplo, el ciclo hidrológico permite cuantificar que a la cuenca ingresa una cantidad de agua, por medio de la precipitación y otras formas; y luego existe una cantidad que sale de la cuenca, por medio de su río principal en las desembocaduras o por el uso que adquiera el agua (16).

1. Ingresos del sistema

Los ingresos al sistema están comprendidos en dos; aguas superficiales y aguas subterráneas, sin embargo, al ser este un estudio hidrográfico, solo se abordarán las aguas superficiales.

Las aguas superficiales son alimentadas por dos fuentes principales generadoras de flujo:

- Precipitaciones
- Nevados en cabeceras de cuencas

Aunque también es importante indicar que existen cuencas de mayor complejidad que pueden abordar otro tipo de ingresos, tales como trasvases o conducciones, sin embargo, el presente estudio únicamente estará marcado por las precipitaciones.

2. Egresos del sistema

Los egresos del sistema son generados en función a las actividades realizadas en el área de influencia de la zona de estudio, para el desarrollo de la presente investigación se contabilizó los siguientes egresos:

- Demanda poblacional

El consumo humano representa uno de los egresos más significativos dentro del balance hídrico de cuencas que, como la microcuenca de Piuray, poseen un almacenamiento natural importante, por lo cual son usadas para abastecer a poblaciones de gran tamaño y por ende, crecimiento.

Para determinar el caudal requerido por la demanda poblacional, es necesario determinar la totalidad de población en el instante que se quiera calcular. Usualmente los datos demográficos empleados son producto de la aplicación de métodos empíricos de proyección en base a censos pasados.

Dentro de los métodos de proyección que se considerarán dentro del presente estudio, tenemos:

- Método aritmético
- Interés simple
- Geométrico
- Método de la parábola
- Método de incrementos variables
- Mínimos cuadrados
- Demanda pecuaria

Adicional a la población se requiere la dotación necesaria para cubrir las necesidades de cada habitante, estos datos, además de poder realizar un estudio para calcular el valor, pueden ser extraídos de las diferentes normatividades vigentes en el país.

- Demanda pecuaria

La industria pecuaria también posee un requerimiento importante de agua, sin embargo, como se explica en primera instancia, los egresos están en función a los requerimientos de la zona de estudio. La microcuenca de Piuray tiene como principal egreso la demanda

poblacional (debido al caudal extraído para alimentar a la ciudad de Cusco), seguido por la demanda agraria y posteriormente la demanda pecuaria.

Para poder determinar el caudal requerido por la demanda pecuaria se pueden emplear:

- Métodos directos: Efectuar una encuesta, determinar la cantidad de animales presentes en la zona de estudio y el promedio de consumo por cada tipo de animal, finalmente se emplean los datos para determinar el caudal total mensual y anual.
- Métodos indirectos: Emplear datos censales y proyecciones para determinar el número de animales estimado para el año de estudio y determinar el caudal requerido haciendo uso de cuadros que establecen el caudal promedio de consumo por cada tipo de animal.

- Demanda agraria

La industria pecuaria es la más compleja de calcular, esto debido a la cantidad de variables que se emplean para determinar el caudal exacto requerido para la zona de estudio, sin embargo, los datos obtenidos por métodos empíricos también son aceptables para realizar una investigación.

La demanda agraria es equivalente a la cédula de cultivo, que es la lámina de agua necesaria para cubrir la necesidad de los cultivos, teniendo en cuenta factores como precipitación efectiva, eficiencia de riego, evapotranspiración, etc.

2.2.6. Cambio Climático

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático define al cambio climático como un cambio de clima cuya causalidad es la intervención del hombre, quien altera la composición de la atmósfera mundial y que, sumado a la variabilidad natural climática en largos periodos de tiempo, ocasionan efectos adversos.

Estos efectos adversos poseen efectos nocivos dentro de la composición de un ecosistema, dañando además su capacidad de recuperación y la productividad de los mencionados ecosistemas (17).

Son muchos los instrumentos jurídicos internacionales que tienen como objetivo la conservación del ambiente y la lucha contra el cambio climático, por mencionar algunos, tenemos:

1. Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático:

Acuerdo internacional que fue aprobado el 9 de mayo de 1992 en la ciudad de Nueva York, Estados Unidos, y que posteriormente fue ratificado en Lima, Perú, el 9 de mayo de 1993.

Dentro de los objetivos del mencionado acuerdo tenemos la estabilización de las concentraciones de los gases de efecto invernadero en la atmósfera, alcanzando un nivel que ya no representa una interferencia antropógena dentro del sistema climático (17).

2. Protocolo de Kioto (1997)

Documento aprobado el 11 de diciembre de 1997 y que entra en vigor el 16 de febrero del 2005, compromete a países industrializados a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en función a metas acordadas en periodos de tiempo definidos.

El Protocolo de Kioto está basado en las normativas emitidas en el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, diferenciando la imposición de responsabilidades diferenciadas a países desarrollados, reconociendo que estos poseen una mayor carga dentro de la emisión de gases de efecto invernadero (18).

3. Constitución Política del Perú (1993)

La normativa peruana relacionada con el cambio climático está en función al artículo 55 del capítulo II de la Constitución Política del Perú, que dicta “Los tratados celebrados por el estado y en vigor, forman parte del derecho nacional”

Desde la Constitución de 1979, se produce un profundo cambio dentro del derecho ambiental, aprobando el Código de Medio Ambiente y los Recursos Naturales en 1990, el cual introduce al derecho a un desarrollo sostenible y enfatiza lo positivo adecuando el aprovechamiento de los recursos naturales renovables y no renovables.

Posterior a las normas mencionadas se emitieron diferentes normativas y decretos que impulsaron la participación multisectorial tanto de municipios como regiones dentro de la normativa medioambiental, el presente cuadro presenta un resumen de las diferentes normas legales ambientales en nuestro país, describiendo su función y ámbito de influencia.

Tabla SEQ Tabla * ARABIC 3. Principales leyes y normas legales medioambientales peruanas

Norma	Publicación	Descripción
Ley N° 23853	09/06/1984	Ley orgánica de las municipalidades. Establece que los vecinos de una circunscripción municipal intervienen en forma individual o colectiva en gestión administrativa y de gobierno municipal, a través de los mecanismos de participación vecinal en la formulación, debate y concentración de sus planes de desarrollo, presupuesto y gestión.
DS-0007-85-VC	20/02/1985	Reglamento de acondicionamiento territorial, desarrollo urbano y medio ambiente.
R.S. 359-RE	19/11/1993	Creación de la Comisión Nacional de Cambio Climático, integrada por 14 instituciones públicas y probadas y presidida por la CONAM.
Ley N° 26410	22/12/1994	Ley de Consejo Nacional del Ambiente: Creación, naturaleza jurídica, denominación objetivos y funciones.
DS-048-97-PVM	04/10/1997	Reglamento de organización y funciones del CONAM
Decreto del Consejo Directivo N° 008-99-CD/CONAM	25/02/2000	Cambio de Denominación de Comisión Técnica Multisectorial Regional CTMR por Comisión Ambiental Regional CAR.
DS-045-2001-PCM	20/06/2001	Constitución de la Comisión Nacional para el Ordenamiento Territorial Ambiental, donde se declara de interés nacional el Ordenamiento Territorial Ambiental en todo el país
R.L. N° 27824	10/09/2002	Ratificación peruana del Protocolo de Kyoto
Ley N° 27867	16/11/2002	Ley Orgánica de Gobiernos Regionales: Se crea la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente, a fin de atender las funciones específicas sectoriales en materia de áreas naturales protegidas, medio ambiente y defensa civil.
DS-095-2002-PCM	01/10/2002	Designación de CONAM como Autoridad Nacional del MDL en el Perú. Esto permitió impulsar la elaboración de la Estrategia Nacional para el Mecanismo de Desarrollo Limpio.
DS-086-2003-PMCM	27/10/2003	Aprobación de la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC), contiene 11 líneas estratégicas enfocadas a orientar las acciones nacionales frente al cambio climático.
DS-087-2004-PCM	23/12/2004	Reglamento de Zonificación Ecológica y Económica
Ley N° 28245	08/06/2004	Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental: Cuyo propósito es asegurar el cumplimiento de los objetivos ambientales de las entidades públicas; fortalecer los mecanismos de transectorialidad en la gestión ambiental, el rol que le corresponde al CONAM, y a las entidades sectoriales, regionales y locales en el ejercicio de sus atribuciones ambientales. Para evitar superposiciones, omisiones, duplicidad, vacíos o conflictos.
Ley N° 28611	13/10/2005	Ley General del Ambiente: Reconoce los avances legislativos ya alcanzados, ordenando los temas generales en una sola Ley. Permite ordenar el desarrollo futuro de la normativa ambiental. Establece nuevos principios que permiten ordenar el tratamiento de la legislación ambiental vigente: equidad, gobernanza ambiental.

Nota: Tomada de Diagnóstico de la Cuenca del Mantaro bajo la visión del cambio climático:

Volumen II, 2005, p. 13.

Así mismo, el 07 de junio del 2021 se aprueba el “Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático del Perú: un insumo para la actualización de la Estrategia Nacional ante el Cambio Climático” con el objetivo de contribuir a la implementación efectiva de las Medidas de Adaptación al Cambio Climático (MAACC).

El modelo conceptual del área temática del agua permite visualizar los diferentes usos del recurso hídrico y entender la potencial afectación que presenta su disponibilidad y servicios frente al cambio climático como recurso para abordar el análisis de riesgo y las respuestas adaptativas ante los efectos del cambio climático. En ese sentido, se considera importante una visión integral entre la gestión de recursos hídricos, la gestión de riesgo de desastres y la gestión del cambio climático (19).

4. Impactos potenciales

Dentro de los diferentes estudios realizados sobre el cambio climático, se ha podido estimar los impactos generados y los venideros, así como los diferentes riesgos que estos representan dentro de los diferentes ecosistemas presentes, tanto a nivel nacional como mundial.

Los modelos climáticos prevén diferencias robustas en las características regionales del clima entre el momento actual y un calentamiento global de 1.5 °C, y entre un calentamiento global de 1.5 °C y de 2 °C. Esas diferencias comprenden un aumento de temperatura media en la mayoría de las regiones terrestres y oceánicas, de los episodios de calor extremo en la mayoría de las regiones habitadas, de las precipitaciones intensas en varias regiones y de la probabilidad de sequía y de déficits de precipitación en algunas regiones.

Para poder determinar el impacto del incremento de temperatura dentro de los parámetros del balance hídrico de una cuenca, se debe determinar cuál es el mencionado incremento. El informe especial emitido por el IPCC “Calentamiento global de 1.5 °C” nos indica que el incremento de temperatura en función a los niveles preindustriales es de 1.5 °C, teniendo un margen de crecimiento diferenciado en función a los eventos de calor extremo. Este incremento de temperatura genera un cambio importante dentro de los diferentes climas en el planeta.

El informe del IPCC también nos indica que las temperaturas extremas tendrán un incremento mayor al que tendrá la temperatura media global en la superficie, incrementando también que

el número de días cálidos aumentará en las diferentes regiones terrestres, teniendo mayor incidencia en los trópicos.

El incremento de temperatura tiene también una incidencia directa en el comportamiento de las precipitaciones, presentando lluvias de mayor intensidad con un comportamiento más irregular, y considerando que se prevé un incremento de 0.5 °C en los años venideros, dicha variación será más marcada, alterando las máximas avenidas y así el comportamiento hidrológico de una cuenca (20).

5. Realidad nacional frente al cambio climático

Dentro de los impactos del cambio climático en la realidad nacional tenemos:

Recursos hídricos de alta montaña

Uno de los primeros estudios del impacto del cambio climático en los glaciares de la cordillera peruana se llevó a cabo en 1997, el cual consideró el inventario de glaciares, realizado en el año de 1970 y el balance de masas.

Dicho estudio constató la velocidad de la reducción de los glaciares en nuestro país, mostrando además la rápida reducción de los glaciares “pequeños” frente al incremento de la temperatura.

Dentro de los mencionado por el estudio podemos destacar el presente párrafo:

“Si continúa el ritmo de fusión actual, la desaparición de glaciares pequeños como el Broggi en el Perú podría tener lugar dentro de la presente década. En el lapso de los últimos treinta años han ocurrido disminuciones importantes de las superficies glaciares, hasta del orden del 80%, en las cordilleras pequeñas: Huaguruncho, Huaytapallana, Raura Cordillera Central, entre otras. Tal verificación objetiva nos lleva a sostener que los glaciares de menor envergadura, en especial los ubicados debajo de los 5500 msnm, serían vulnerables en los próximos diez años si las condiciones climáticas permanecen iguales.”

Estudios más recientes corroboran dicha situación. El año 2020 el Ministerio de Agricultura y Riego (Minagri), mediante la Autoridad Nacional del Agua (ANA) emitió un informe en el cual indicaba que el Perú perdió el 51 % de su superficie glaciaria durante los últimos 50 años, esto debido a los efectos del incremento de temperatura por el cambio climático.

Dentro de las cuencas de la sierra sur peruana el impacto también ha sido considerable, en la cordillera Vilcanota, Quisoquipina, uno de los glaciares monitoreados por la Autoridad Nacional del Agua, ha retrocedido cerca de 100 metros durante el periodo entre 2011 y 2019, lo cual influencia directamente en su cuenca, ya que el aporte dentro del balance hídrico se ha reducido a 1 MMC.

El informe “Perú perdió el 51 % de sus glaciares debido al cambio climático” emitido por la Autoridad Nacional del Agua, nos indica que, dicha entidad realiza un seguimiento similar al del glaciar Quisoquipina, en 13 glaciares ubicados en el centro y sur del país. Dichos glaciares presentan un comportamiento similar, reduciendo tanto su volumen como su aporte a sus respectivas microcuencas (21).

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Cambio Climático

Es la variación del estado del clima identificable (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos.

El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales o a forzamientos externos tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas o cambios antropógenos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso del suelo. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en su artículo 1, define el cambio climático como “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”.

La CMNUCC diferencia, pues, entre el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad climática atribuible a causas naturales (17).

2.3.2. Calentamiento Global

El calentamiento global se puede entender en forma simplificada como el incremento gradual de la temperatura del planeta como consecuencia del aumento de la emisión de ciertos gases de Efecto Invernadero - GEI) que impiden que los rayos del sol salgan de la tierra, bajo

condiciones normales. (Una capa “más gruesa” de gases de efecto invernadero retiene más los rayos infrarrojos y hace elevar la temperatura) (22).

2.3.3. Efecto Invernadero

Se entiende un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables (17).

2.3.4. Gases de efecto invernadero

Por su parte, el efecto invernadero es un fenómeno que afecta a todos los cuerpos planetarios dotados de atmósfera. Mediante este efecto determinados gases, que son componentes de una atmósfera planetaria, retienen parte de la energía que el suelo emite por haber sido calentado por la radiación solar. Con ello, los GEI garantizan una temperatura promedio global adecuada para vivir. Así, de no existir gases de efecto invernadero en la atmósfera, la temperatura promedio global del planeta alcanzaría los 18 °C bajo cero, mientras que la temperatura actual es de 15 grados en promedio. Los GEI son:

- Vapor de agua (H₂O).
- Dióxido de carbono (CO₂).
- Metano (CH₄).
- Óxidos de nitrógeno (N₂O).
- Ozono (O₃).
- Clorofluorocarburos (artificiales) (23).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método y alcance de la investigación

▪ 3.1.1. Metodología de la investigación

La presente investigación es inductivo deductivo, este método de inferencia se basa en la lógica y estudia hechos particulares, aunque es deductivo en un sentido (parte de lo general a lo particular) e inductivo en sentido contrario (va de lo particular a lo general), es decir se parte desde la premisa hasta llegar a una conclusión, se pretende observar como el incremento de la temperatura y el cambio climático se desarrollan en un determinado balance hídrico con la finalidad de ver un impacto en el lugar de estudio (24).

Se determinó esta metodología de investigación por el manejo de datos ya que mediante el análisis de la evolución de la temperatura y el cambio climático en el balance hídrico.

▪ 3.1.2. Tipo de investigación

La presente investigación es descriptiva, este es uno de los tipos o procedimientos investigativos más populares y utilizados por los principiantes en la actividad investigativa. En estos estudios se muestran, narran, reseñan o identifican hechos, situaciones, rasgos, características de un objeto de estudio, o se diseñan productos, modelos, prototipos, guías, etcétera, pero no se dan explicaciones o razones de las situaciones, los hechos, los fenómenos, etcétera. Es decir, se observó cómo se da el incremento de la temperatura en la cuenca, así como el cambio climático se comporta en el balance hídrico.

3.2. Diseño de la investigación

Una investigación no experimental cuantitativa, es aquella en la cual las variables no son manipuladas deliberadamente, es decir el estudio no hace variar intencionalmente las variables independientes para ver el impacto en las variables dependientes. La investigación no experimental observa fenómenos naturales y evalúa sus efectos en un contexto natural, es por ello que solo se realizó una observación y recolección de datos para ver cómo las variables de estudio que son aumento de la temperatura y el cambio climático se comportan en su contexto actual con el fin de conocer sus características (25).

La presente investigación no alteró los datos deliberadamente, principalmente porque las variables independientes son fenómenos naturales y sus datos fueron registrados durante un

determinado periodo de tiempo. Las variables independientes son datos reales (datos hidrometeorológicos) que reflejan la realidad de la zona de estudio durante la longitud de data seleccionada.

La investigación es de tipo longitudinal de evolución. Los diseños de evolución de grupo se examinan cambios a través del tiempo en subpoblaciones o grupos específicos.

Estos diseños hacen seguimiento de los grupos al paso del tiempo y por lo común se extrae una muestra cada vez que se recolectan datos sobre el grupo o la subpoblación, más que incluir a toda la subpoblación (25).

Se determinó este tipo de investigación puesto que se analizará la variación de la temperatura durante un periodo de veinte años.

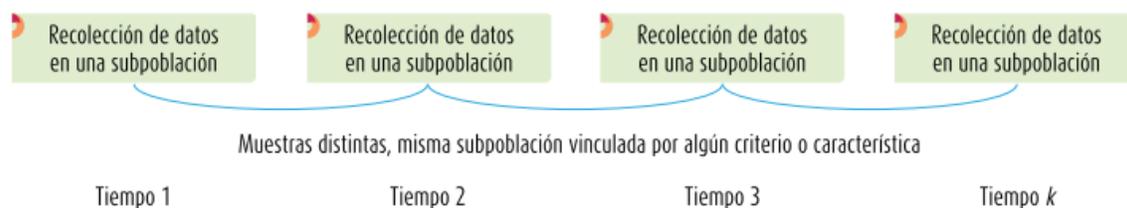


Figura 6. Esquema de un diseño longitudinal de tendencia. Tomada de <Metodología de la Investigación 2014> P. 160

3.3. Población y muestra

▪ 3.3.1. Población

La población dentro del estudio se divide en dos partes:

La población a estudiar para la oferta hídrica corresponde a las estaciones hidrometeorológicas escogidas para la investigación, gracias a ellas se obtienen datos como precipitación, horas sol, temperatura, entre otros.

La población a estudiar para la demanda hídrica se debe analizar principalmente el consumo poblacional, así como la demanda para el sector agropecuario, entre otros, por lo cual se puede englobar dicha información como demanda antrópica.

▪ 3.3.2. Muestra

Al igual que la población se divide en dos partes

Las muestras dentro del estudio corresponden a las estaciones meteorológicas de las cuales obtuvimos datos como precipitación, temperatura, velocidad del viento, entre otros. Los mismos datos que fueron necesarios para realizar las proyecciones mediante modelos matemáticos.

La muestra para la demanda de agua corresponde a las unidades agropecuarias, por ende, la cantidad de terreno destinado a dicha actividad.

Se entiende como unidades agropecuarias, a los terrenos utilizados total o parcialmente para la producción agrícola y/o de todo el ganado, conducidos como una unidad económica por un productor agropecuario.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas de recolección de datos

La recopilación de datos se realizó mediante la descarga de información de las plataformas de las siguientes instituciones:

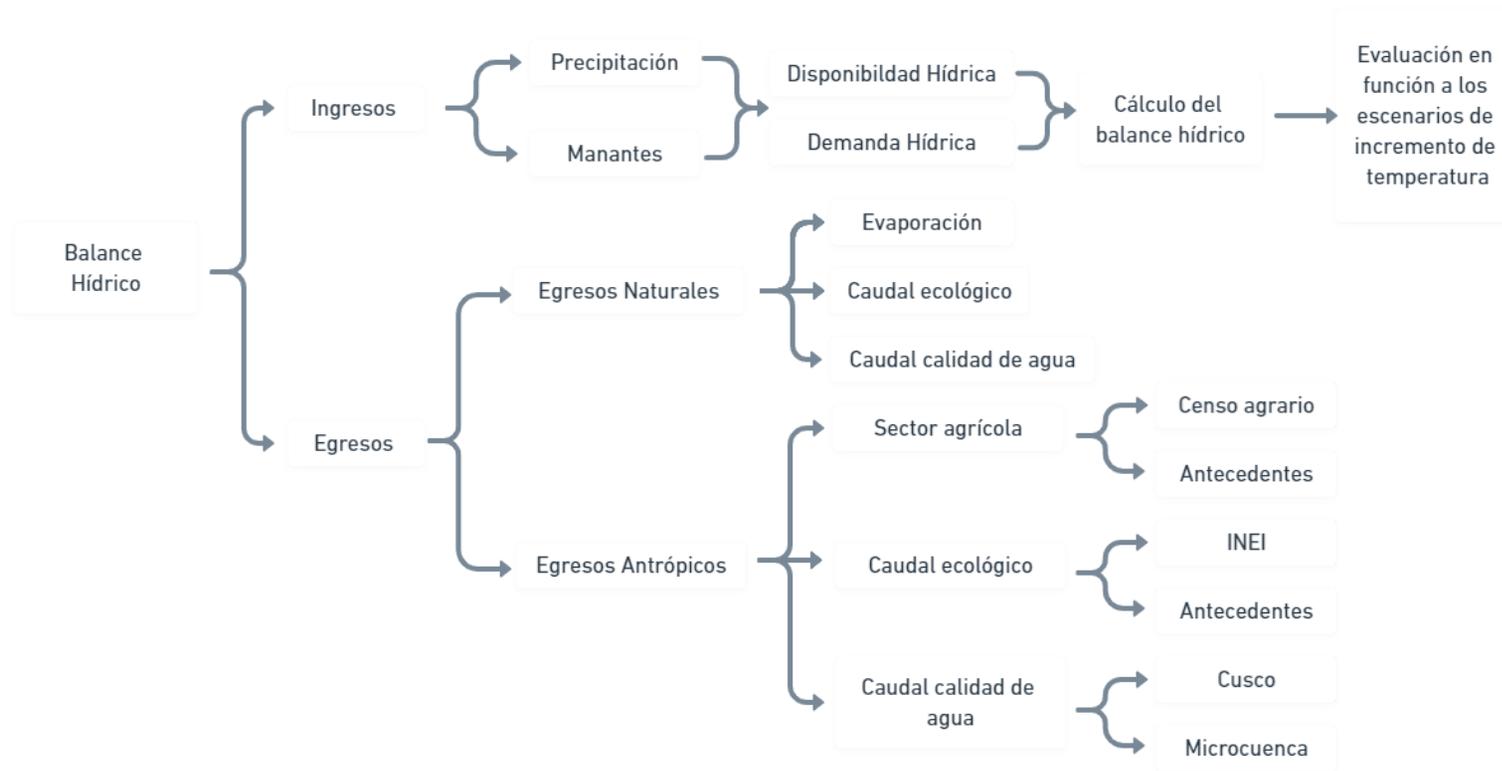
- SENAMHI: A través de las estaciones meteorológicas seleccionadas para la investigación.

Estas estaciones se encuentran equipadas con sistemas de comunicación como: transmisión satelital GOES, MODEM-celular, internet que permiten la recolección de los datos obtenidos por los diferentes equipos.

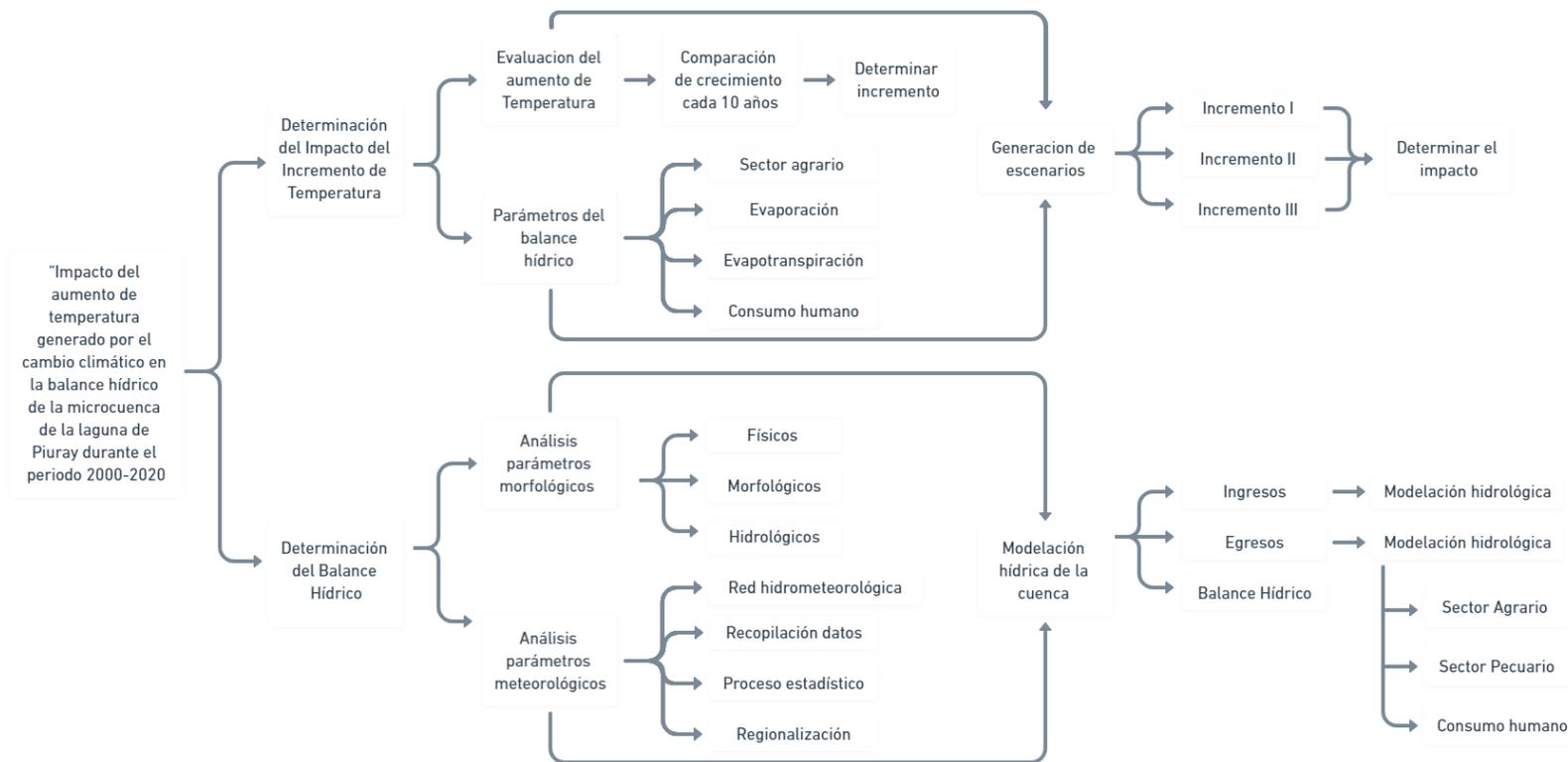
- SEDA CUSCO: empresa Entidad Municipal Prestadora de Servicios de Saneamiento del Cusco S.A. (EPS Sedacusco S.A.). Se tomó como referencia siguientes documentos:

- Memoria Anual 2005 (26)
- Memoria Anual 2010 (27)
- Memoria Anual 2015 (28)
- Memoria Anual 2019 (29)

3.4.1.1. Diagrama de la investigación



El diagrama muestra el flujo de información a seguir, así como los parámetros para determinar el balance hídrico de la zona de estudio



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información (tablas y figuras)

4.1.1. Objetivo general: Determinar el impacto del aumento de temperatura generado por el cambio climático en el balance hídrico de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020

Para poder evaluar la evolución de la temperatura y determinar si hubo un incremento se realizó el siguiente procedimiento:

- Generar la ecuación de regresión para los periodos 1965-1985, 1965-1995, 1965-2005 y 1965-2015.
 - Aplicar las diferentes ecuaciones para el año 2020 y ver las proyecciones según los diferentes periodos.
 - Comparar los valores obtenidos con el valor de temperatura tomado en el año 2020.
- Análisis de la temperatura en el periodo 1965-2015 – Estación Urubamba - enero

Tabla 8. Análisis de la temperatura en el periodo 1965-2015 (enero)

ENERO	1965-1985	1965-1995	1965-2005	1965-2015
INICIO	1965	1965	1965	1965
FINAL	1985	1995	2005	2015
DIFERENCIA	20	30	40	50
MÁXIMO	16.52	16.52	16.61	16.655
MÍNIMO	14.26	14.26	14.26	14.26
PROMEDIO	15.49	15.54	15.61	15.67
ECUACIÓN $y=ax+b$	a	0.0046	0.0126	0.0144
	b	6.272	-9.5115	-13.053
VALOR PROY (2020)	15.564	15.9405	16.035	15.9836
VALOR REAL (2020)	17.25	17.25	17.25	17.25

- Análisis de la temperatura en el periodo 1965-2015 – Estación Urubamba - junio

Tabla 9. Análisis de la temperatura en el periodo 1965-2015 (junio)

JUNIO	1965-1985	1965-1995	1965-2005	1965-2015
INICIO	1965	1965	1965	1965
FINAL	1985	1995	2005	2015
DIFERENCIA	20	30	40	50
MÁXIMO	14.03	14.03	14.03	14.825
MÍNIMO	10.71	10.71	10.71	10.71
PROMEDIO	12.41	12.37	12.46	12.64
ECUACIÓN $y=ax+b$	a	0.0228	0.0021	0.0125
	b	-32.58	8.1684	-12.253
VALOR PROY (2020)	13.476	12.4104	12.997	13.334
VALOR REAL (2020)	13	13	13	13

- Análisis de la temperatura en el periodo 1965-2015 – Estación Urubamba – Media

Tabla 10. Análisis de la temperatura en el periodo 1965-2015 (Media anual)

MEDIA ANUAL	1965-1985	1965-1995	1965-2005	1965-2015
INICIO	1965	1965	1965	1965
FINAL	1985	1995	2005	2015
DIFERENCIA	20	30	40	50
MÁXIMO	15.07	15.07029208	15.08833333	15.82291667
MÍNIMO	13.75310458	13.75310458	13.75310458	13.75310458
PROMEDIO	14.40	14.42	14.50	14.59
ECUACIÓN $y=ax+b$	a	0.0063	0.0037	0.0109
	b	2.0236	7.0779	-7.0893
VALOR PROJ (2020)	14.7496	14.5519	14.9287	15.131
VALOR REAL (2020)	15.30335734	15.30335734	15.30335734	15.30335734

- Comparación de temperaturas proyectadas y temperatura real

Tabla 11. Temperatura proyectada según valores entre 1965-1985

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2000	14.516	13.879	14.790	13.176	11.771	10.319	10.355	11.439	12.564	13.655	13.953	14.331
2001	14.575	13.910	14.865	13.230	11.830	10.368	10.414	11.490	12.602	13.680	13.972	14.377
2002	14.634	13.940	14.939	13.284	11.888	10.416	10.473	11.541	12.639	13.706	13.992	14.422
2003	14.693	13.970	15.014	13.338	11.946	10.464	10.532	11.591	12.676	13.731	14.012	14.468
2004	14.752	14.001	15.088	13.392	12.004	10.512	10.591	11.642	12.714	13.757	14.032	14.513
2005	14.811	14.031	15.162	13.446	12.063	10.560	10.650	11.693	12.751	13.782	14.052	14.559
2006	14.870	14.062	15.237	13.500	12.121	10.608	10.709	11.744	12.788	13.808	14.072	14.604
2007	14.929	14.092	15.311	13.554	12.179	10.657	10.768	11.794	12.826	13.833	14.091	14.650
2008	14.987	14.123	15.385	13.608	12.238	10.705	10.827	11.845	12.863	13.858	14.111	14.695
2009	15.046	14.153	15.460	13.662	12.296	10.753	10.886	11.896	12.901	13.884	14.131	14.741
2010	15.105	14.184	15.534	13.717	12.354	10.801	10.945	11.947	12.938	13.909	14.151	14.786
2011	15.164	14.214	15.609	13.771	12.413	10.849	11.004	11.997	12.975	13.935	14.171	14.832
2012	15.223	14.244	15.683	13.825	12.471	10.897	11.063	12.048	13.013	13.960	14.191	14.878
2013	15.282	14.275	15.757	13.879	12.529	10.946	11.122	12.099	13.050	13.986	14.210	14.923
2014	15.341	14.305	15.832	13.933	12.587	10.994	11.182	12.150	13.087	14.011	14.230	14.969
2015	15.400	14.336	15.906	13.987	12.646	11.042	11.241	12.200	13.125	14.036	14.250	15.014
2016	15.459	14.366	15.980	14.041	12.704	11.090	11.300	12.251	13.162	14.062	14.270	15.060
2017	15.518	14.397	16.055	14.095	12.762	11.138	11.359	12.302	13.200	14.087	14.290	15.105
2018	15.577	14.427	16.129	14.149	12.821	11.187	11.418	12.353	13.237	14.113	14.310	15.151
2019	15.636	14.458	16.203	14.203	12.879	11.235	11.477	12.403	13.274	14.138	14.330	15.196
2020	15.695	14.488	16.278	14.257	12.937	11.283	11.536	12.454	13.312	14.164	14.349	15.242

Tabla 12. Temperatura proyectada según valores entre 1965-1999

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2000	14.089	13.942	13.736	12.891	11.366	10.031	9.685	11.011	12.625	13.731	13.976	14.052
2001	14.131	13.975	13.771	12.933	11.409	10.068	9.719	11.045	12.663	13.760	13.997	14.086
2002	14.174	14.007	13.806	12.976	11.452	10.105	9.753	11.079	12.702	13.788	14.018	14.120
2003	14.216	14.039	13.841	13.018	11.495	10.142	9.787	11.113	12.740	13.816	14.038	14.155
2004	14.259	14.071	13.877	13.061	11.538	10.179	9.821	11.147	12.778	13.844	14.059	14.189
2005	14.302	14.104	13.912	13.103	11.581	10.216	9.855	11.182	12.817	13.872	14.080	14.223
2006	14.344	14.136	13.947	13.146	11.624	10.253	9.889	11.216	12.855	13.901	14.101	14.258
2007	14.387	14.168	13.982	13.188	11.667	10.289	9.923	11.250	12.893	13.929	14.121	14.292
2008	14.430	14.200	14.017	13.231	11.710	10.326	9.957	11.284	12.932	13.957	14.142	14.326
2009	14.472	14.232	14.052	13.273	11.754	10.363	9.991	11.318	12.970	13.985	14.163	14.361
2010	14.515	14.265	14.087	13.316	11.797	10.400	10.025	11.352	13.008	14.014	14.183	14.395
2011	14.557	14.297	14.122	13.358	11.840	10.437	10.059	11.386	13.047	14.042	14.204	14.430
2012	14.600	14.329	14.158	13.401	11.883	10.474	10.093	11.420	13.085	14.070	14.225	14.464
2013	14.643	14.361	14.193	13.443	11.926	10.511	10.127	11.454	13.123	14.098	14.246	14.498
2014	14.685	14.393	14.228	13.486	11.969	10.548	10.161	11.489	13.162	14.127	14.266	14.533
2015	14.728	14.426	14.263	13.528	12.012	10.585	10.195	11.523	13.200	14.155	14.287	14.567
2016	14.770	14.458	14.298	13.571	12.055	10.622	10.229	11.557	13.238	14.183	14.308	14.601
2017	14.813	14.490	14.333	13.613	12.098	10.659	10.263	11.591	13.277	14.211	14.329	14.636
2018	14.856	14.522	14.368	13.656	12.141	10.696	10.297	11.625	13.315	14.240	14.349	14.670
2019	14.898	14.555	14.403	13.698	12.184	10.733	10.331	11.659	13.353	14.268	14.370	14.704
2020	14.941	14.587	14.439	13.741	12.227	10.770	10.365	11.693	13.392	14.296	14.391	14.739

Tabla 13. Comparativa de proyecciones y datos reales

AÑO	ENERO			JUNIO			PROMEDIO		
	P1	P2	REAL	P1	P2	REAL	P1	P2	REAL
2000	14.516	14.089	13.165	10.319	10.031	9.915	12.896	12.595	12.291
2001	14.575	14.131	13.155	10.368	10.068	9.585	12.943	12.630	12.135
2002	14.634	14.174	13.900	10.416	10.105	10.630	12.989	12.665	12.425
2003	14.693	14.216	14.045	10.464	10.142	10.110	13.036	12.700	12.645
2004	14.752	14.259	14.230	10.512	10.179	9.300	13.083	12.735	12.443
2005	14.811	14.302	14.325	10.560	10.216	9.730	13.130	12.770	12.746
2006	14.870	14.344	13.240	10.608	10.253	10.205	13.177	12.806	12.287
2007	14.929	14.387	14.350	10.657	10.289	9.820	13.224	12.841	12.407
2008	14.987	14.430	12.630	10.705	10.326	9.980	13.271	12.876	11.998
2009	15.046	14.472	12.920	10.753	10.363	10.030	13.317	12.911	12.422
2010	15.105	14.515	13.480	10.801	10.400	11.010	13.364	12.946	12.726
2011	15.164	14.557	13.310	10.849	10.437	10.320	13.411	12.982	12.160
2012	15.223	14.600	13.440	10.897	10.474	10.100	13.458	13.017	12.317
2013	15.282	14.643	13.080	10.946	10.511	9.470	13.505	13.052	12.311
2014	15.341	14.685	13.570	10.994	10.548	10.760	13.552	13.087	12.518
2015	15.400	14.728	13.180	11.042	10.585	10.460	13.599	13.122	12.490
2016	15.459	14.770	15.190	11.090	10.622	10.540	13.645	13.158	13.114
2017	15.518	14.813	13.960	11.138	10.659	10.370	13.692	13.193	12.849
2018	15.577	14.856	13.405	11.187	10.696	9.520	13.739	13.228	12.568
2019	15.636	14.898	14.250	11.235	10.733	9.500	13.786	13.263	12.329
2020	15.695	14.941	14.150	11.283	10.770	6.122	13.833	13.298	11.921

Comparativa gráfica entre proyecciones y datos reales

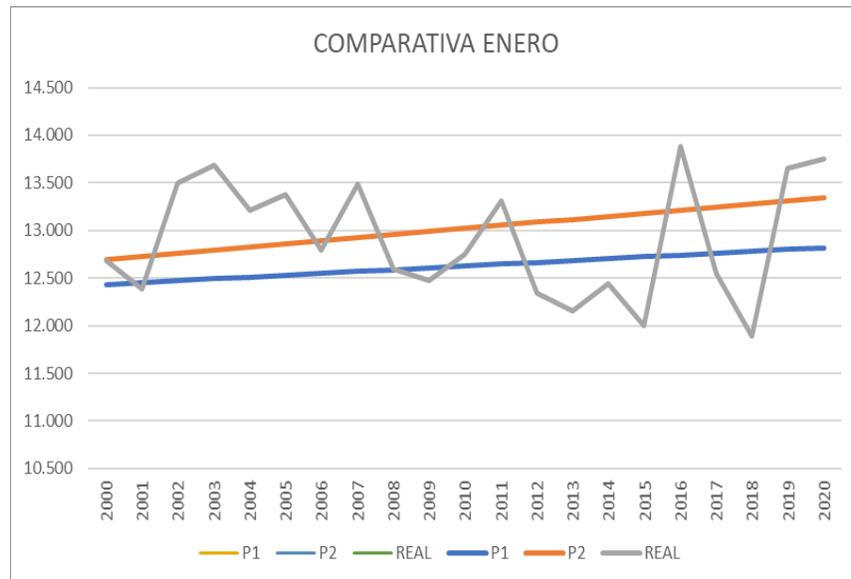


Figura 11. Comparativa gráfica de temperaturas proyectadas vs real (enero)

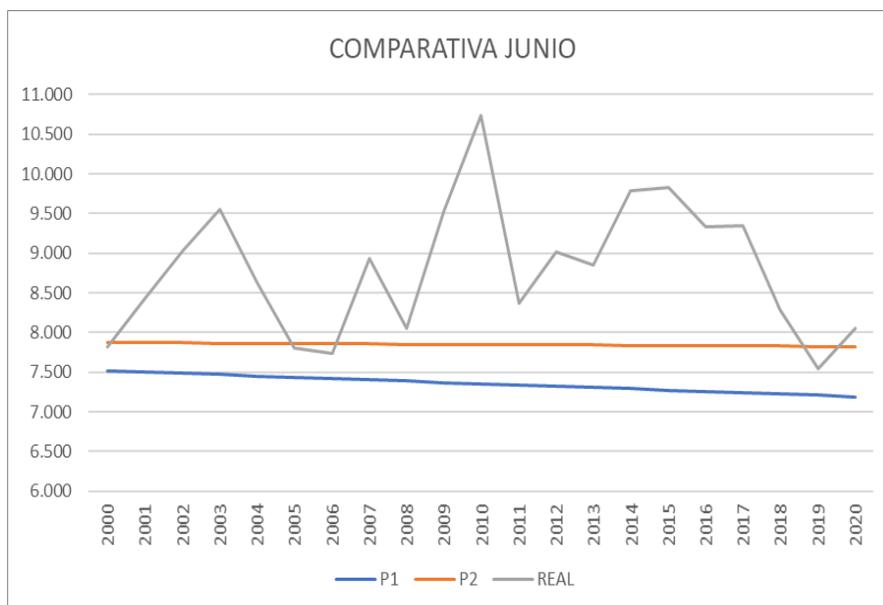


Figura 12. Comparativa gráfica de temperaturas proyectadas vs real (junio)

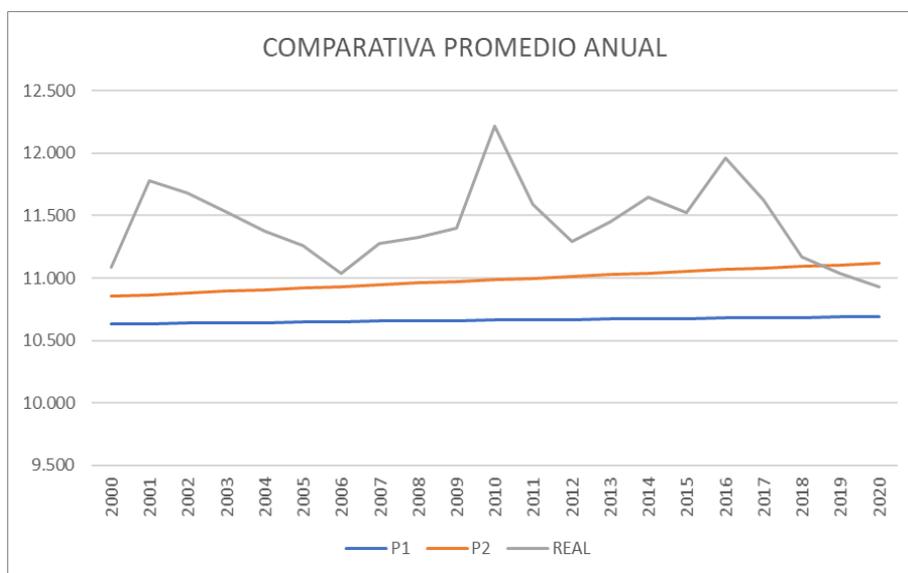


Figura 13. Comparativa gráfica de temperaturas proyectadas vs real (Promedio anual)

Como se puede observar en los gráficos, en la mayoría de años la temperatura real supera a las proyecciones realizadas, lo que nos indica que si existe un incremento de temperatura, el cual puede ser evaluado en los parámetros del balance hídrico.

4.1.2. Objetivo específico 01: Determinar la oferta hídrica de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020.

AÑO	Datos reales		Proyección 01		Proyección 02	
	MMC	DIF.	MMC	DIF.	MMC	DIF.
2000	6.396	-	6.855	-	6.005	-
2001	6.633	0.236	7.294	0.439	6.363	0.358
2002	9.504	2.872	10.153	2.859	8.753	2.390
2003	0.929	-8.575	1.580	-8.573	1.306	-7.447
2004	2.788	1.859	3.355	1.775	2.821	1.515
2005	0.541	-2.248	1.133	-2.222	1.075	-1.745
2006	5.994	5.453	6.393	5.260	5.545	4.470
2007	3.708	-2.286	4.242	-2.151	3.736	-1.809
2008	4.215	0.507	4.611	0.369	4.225	0.489
2009	4.089	-0.126	4.556	-0.055	4.195	-0.031
2010	6.010	1.921	6.749	2.193	6.013	1.819
2011	9.725	3.716	10.225	3.476	9.279	3.265
2012	6.810	-2.915	7.246	-2.979	6.151	-3.128
2013	6.272	-0.538	6.721	-0.524	5.691	-0.460
2014	-0.544	-6.816	0.032	-6.689	-0.006	-5.697
2015	3.438	3.982	3.855	3.822	3.339	3.346
2016	3.804	0.366	4.572	0.717	3.898	0.559
2017	3.270	-0.533	3.819	-0.753	3.184	-0.714
2018	3.966	0.695	4.449	0.630	3.917	0.733
2019	7.205	3.239	7.554	3.104	6.227	2.310
2020	5.466	-1.739	5.743	-1.811	4.670	-1.557

Como podemos observar en el cuadro la disponibilidad hídrica posee un comportamiento decreciente pero no gradual, sin embargo, el decrecimiento de la disponibilidad hídrica es mucho mayor al que se hubiese generado por con el decrecimiento mencionado en la hipótesis específica Nro. 01.

4.1.3. Objetivo específico 02: Determinar la demanda hídrica de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020.

Al realizar una comparación en función a la evolución de la demanda en cada escenario (datos reales, proyección 01 y proyección 02) se evidencia que existe un incremento constante, sin embargo, no es gradual como se indicaba en la hipótesis N° 02. Por otro lado, al determinar el promedio del incremento en la demanda en todos los escenarios se superaron el incremento de 0.3 %.

Al analizar los componentes de la demanda hídrica de la microcuenca de la laguna de Piuray se evidencia que la mayor demanda es el caudal extraído por la EPS SEDACUSCO, el cual asciende aproximadamente a 0.25 m³/s.

AÑO	PRODUCCION ANUAL M3
2000	9099274
2001	9099274
2002	9858496
2003	10330910
2004	10584824
2005	9851565
2006	9481796
2007	9398299
2008	8666548
2009	7608030
2010	7607698
2011	6442703
2012	9253167
2013	9751495
2014	9831293
2015	8960579
2016	9341315
2017	9343544
2018	8442110
2019	9032560
2020	9099274
NRO DAT	21
MEDIA	9099274
D.E.	957962.5288
C.V.	0.105279007
MAX	10584824
MIN	6442703

Como podemos ver en el cuadro, el caudal extraído por la EPS SEDACUSCO, no es constante, razón por la cual la hipótesis específica N°. 02 no se cumplió en su totalidad, sin embargo, si analizamos otros parámetros como la evaporación tiene una evolución constante con el paso de los años, como podemos observar en el siguiente cuadro.

AÑO	REALES	PROY. 01	PROY. 02
2000	1093.384	957.036	881.539
2001	1150.827	956.263	881.348
2002	1154.286	964.000	889.356
2003	1162.681	972.245	897.853
2004	1141.337	972.058	898.228
2005	1159.353	980.948	907.347
2006	1099.188	975.495	902.648
2007	1141.000	980.212	907.747
2008	1104.962	980.728	908.798
2009	1130.976	990.377	918.648
2010	1211.656	993.824	922.524
2011	1142.859	989.430	918.844
2012	1123.919	991.800	921.682
2013	1130.878	992.582	922.989
2014	1168.652	998.127	928.886
2015	1134.233	1004.014	935.112
2016	1233.840	1008.081	939.585
2017	1173.184	1008.513	940.555
2018	1157.388	1010.268	942.800
2019	1114.624	1000.973	934.399
2020	1102.151	1006.540	940.317

4.1.4. Objetivo específico 03: Determinar el incremento de temperatura y su impacto en la evaporación de los cuerpos de agua de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020.

Como podemos observar en el siguiente cuadro, dentro del balance hídrico de los datos reales la evaporación corresponde a un 15.707 % mientras que en las proyecciones 14.035 % y 12.446 % respectivamente.

AÑO	Datos reales			Proyección 01			Proyección 02		
	Demanda mmc	Evaporación mmc	Diferencia %	Demanda mmc	Evaporación mmc	Diferencia %	Demanda mmc	Evaporación mmc	Diferencia %
2000	22.409	3.520	15.707	21.949	3.081	14.035	22.800	2.838	12.446
2001	22.584	3.705	16.403	21.922	3.078	14.041	22.853	2.837	12.414
2002	23.880	3.716	15.560	23.231	3.103	13.357	24.631	2.863	11.623
2003	23.547	3.743	15.895	22.896	3.130	13.669	23.170	2.890	12.474
2004	23.824	3.674	15.421	23.257	3.129	13.454	23.791	2.891	12.153
2005	22.588	3.732	16.522	21.996	3.158	14.356	22.054	2.921	13.244
2006	22.687	3.538	15.596	22.288	3.140	14.089	23.135	2.906	12.559
2007	22.923	3.673	16.023	22.389	3.155	14.093	22.894	2.922	12.763
2008	21.058	3.557	16.891	20.662	3.157	15.279	21.047	2.925	13.899
2009	21.231	3.641	17.148	20.763	3.188	15.354	21.125	2.957	13.998
2010	21.900	3.900	17.809	21.161	3.199	15.118	21.897	2.970	13.562
2011	20.408	3.679	18.027	19.908	3.185	15.998	20.854	2.958	14.183
2012	24.093	3.618	15.016	23.657	3.193	13.495	24.753	2.967	11.986
2013	24.249	3.640	15.012	23.799	3.195	13.425	24.830	2.971	11.966
2014	24.267	3.762	15.502	23.691	3.213	13.562	23.729	2.990	12.601
2015	23.641	3.651	15.444	23.224	3.232	13.916	23.739	3.010	12.680
2016	25.047	3.972	15.857	24.278	3.245	13.366	24.952	3.025	12.121
2017	24.765	3.776	15.249	24.216	3.246	13.406	24.852	3.028	12.183
2018	23.881	3.726	15.601	23.397	3.252	13.899	23.930	3.035	12.682
2019	25.218	3.588	14.228	24.870	3.222	12.956	26.197	3.008	11.482
2020	25.251	3.548	14.050	24.974	3.240	12.973	26.047	3.027	11.621
PROM	23.307	3.684	15.855	22.787	3.178	13.993	23.490	2.949	12.602

Por otro lado, en el siguiente cuadro se puede observar el crecimiento o decrecimiento de la evaporación, al observar los promedios podemos ver que, dentro del balance de los datos reales la diferencia promedio es de 0.438 mm lo cual equivale a un 0.118 %. Esto se puede explicar por la dependencia de la evaporación en función de la temperatura y su variabilidad en el periodo 2000-2020.

AÑO	Datos reales			Proyección 01			Proyección 02		
	mm	DIF.	%	mm	DIF.	%	mm	DIF.	%
2000	1093.384	-	-	957.036	-	-	881.539	-	-
2001	1150.827	57.444	5.254	956.263	-0.773	-0.081	881.348	-0.191	-0.022
2002	1154.286	3.458	0.301	964.000	7.737	0.809	889.356	8.008	0.909
2003	1162.681	8.395	0.727	972.245	8.245	0.855	897.853	8.497	0.955
2004	1141.337	-21.345	-1.836	972.058	-0.186	-0.019	898.228	0.375	0.042
2005	1159.353	18.017	1.579	980.948	8.890	0.915	907.347	9.119	1.015
2006	1099.188	-60.165	-5.190	975.495	-5.453	-0.556	902.648	-4.699	-0.518
2007	1141.000	41.812	3.804	980.212	4.717	0.484	907.747	5.099	0.565
2008	1104.962	-36.038	-3.158	980.728	0.516	0.053	908.798	1.051	0.116
2009	1130.976	26.014	2.354	990.377	9.649	0.984	918.648	9.851	1.084
2010	1211.656	80.680	7.134	993.824	3.448	0.348	922.524	3.876	0.422
2011	1142.859	-68.797	-5.678	989.430	-4.395	-0.442	918.844	-3.680	-0.399
2012	1123.919	-18.940	-1.657	991.800	2.371	0.240	921.682	2.838	0.309
2013	1130.878	6.959	0.619	992.582	0.782	0.079	922.989	1.307	0.142
2014	1168.652	37.774	3.340	998.127	5.545	0.559	928.886	5.896	0.639
2015	1134.233	-34.420	-2.945	1004.014	5.887	0.590	935.112	6.226	0.670
2016	1233.840	99.607	8.782	1008.081	4.068	0.405	939.585	4.473	0.478
2017	1173.184	-60.655	-4.916	1008.513	0.432	0.043	940.555	0.970	0.103
2018	1157.388	-15.797	-1.346	1010.268	1.754	0.174	942.800	2.245	0.239
2019	1114.624	-42.763	-3.695	1000.973	-9.295	-0.920	934.399	-8.401	-0.891
2020	1102.151	-12.473	-1.119	1006.540	5.567	0.556	940.317	5.918	0.633
PROM	1144.351	0.438	0.118	987.310	2.475	0.254	916.248	2.939	0.325

En las proyecciones 01 y 02 se tiene un incremento casi constante, esto producto a la naturaleza de la proyección lineal. Según lo observado en el cuadro la diferencia promedio en la proyección 01 es de 2.475 mm lo que equivale 0.254 %, mientras que en la proyección 02 la diferencia promedio es de 2.939 mm lo que equivale 0.325 %, cumpliendo lo expuesto en la hipótesis específica Nro. 03.

4.2. Prueba de hipótesis

Prueba de hipótesis general:

La hipótesis general indica que el incremento de temperatura, generado por el cambio climático, generará un desequilibrio en la disponibilidad hídrica de la microcuenca.

AÑO	Disponibilidad hídrica			Diferencias			
	D. Reales	Proy. 01	Proy. 02	DR vs P1		DR vs P2	
	MMC	MMC	MMC	MMC	%	MMC	%
2000	6.396	6.855	6.005	0.459	6.698	-0.391	-6.520
2001	6.633	7.294	6.363	0.661	9.065	-0.270	-4.237
2002	9.504	10.153	8.753	0.649	6.389	-0.751	-8.583
2003	0.929	1.580	1.306	0.650	41.168	0.377	28.859
2004	2.788	3.355	2.821	0.566	16.884	0.032	1.152
2005	0.541	1.133	1.075	0.592	52.262	0.535	49.720
2006	5.994	6.393	5.545	0.399	6.235	-0.449	-8.088
2007	3.708	4.242	3.736	0.534	12.593	0.028	0.762
2008	4.215	4.611	4.225	0.396	8.593	0.010	0.245
2009	4.089	4.556	4.195	0.468	10.266	0.106	2.527
2010	6.010	6.749	6.013	0.740	10.957	0.004	0.060
2011	9.725	10.225	9.279	0.500	4.887	-0.447	-4.813
2012	6.810	7.246	6.151	0.436	6.017	-0.659	-10.722
2013	6.272	6.721	5.691	0.450	6.691	-0.581	-10.207
2014	-0.544	0.032	-0.006	0.577	-	0.538	-
2015	3.438	3.855	3.339	0.417	10.817	-0.098	-2.939
2016	3.804	4.572	3.898	0.768	16.804	0.095	2.427
2017	3.270	3.819	3.184	0.549	14.372	-0.086	-2.712
2018	3.966	4.449	3.917	0.484	10.874	-0.049	-1.253
2019	7.205	7.554	6.227	0.349	4.616	-0.978	-15.711
2020	5.466	5.743	4.670	0.276	4.814	-0.796	-17.050
PROM	4.772	5.292	4.590	0.520	9.825	-0.182	-3.974

Como podemos observar en el cuadro, las diferencias entre datos reales (DR) y proyección 01 (P1) existe un desequilibrio evidente pues la proyección posee una mayor disponibilidad hídrica la cual asciende en promedio a 0.52 millones de metros cúbicos. Porcentualmente dicha variación equivale a 9.825 %.

Por otro lado, la comparación entre los datos reales (DR) y proyección 02 (P2) tienen variaciones variadas, en muchos años la disponibilidad hídrica de los datos reales supera a la

de los datos proyectados. En promedio la disponibilidad hídrica es ligeramente menor a 0.182 millones de metros cúbicos, lo cual equivale a 3.974 %.

Prueba de hipótesis específica 01:

La hipótesis específica 01 indica que la disponibilidad hídrica de la microcuenca de la laguna de Piuray tendrá un descenso gradual de 0.25 % desde el año 2000 hasta el 2020.

AÑO	Datos reales		Proyección 01		Proyección 02	
	MMC	DIF.	MMC	DIF.	MMC	DIF.
2000	6.396	-	6.855	-	6.005	-
2001	6.633	0.236	7.294	0.439	6.363	0.358
2002	9.504	2.872	10.153	2.859	8.753	2.390
2003	0.929	-8.575	1.580	-8.573	1.306	-7.447
2004	2.788	1.859	3.355	1.775	2.821	1.515
2005	0.541	-2.248	1.133	-2.222	1.075	-1.745
2006	5.994	5.453	6.393	5.260	5.545	4.470
2007	3.708	-2.286	4.242	-2.151	3.736	-1.809
2008	4.215	0.507	4.611	0.369	4.225	0.489
2009	4.089	-0.126	4.556	-0.055	4.195	-0.031
2010	6.010	1.921	6.749	2.193	6.013	1.819
2011	9.725	3.716	10.225	3.476	9.279	3.265
2012	6.810	-2.915	7.246	-2.979	6.151	-3.128
2013	6.272	-0.538	6.721	-0.524	5.691	-0.460
2014	-0.544	-6.816	0.032	-6.689	-0.006	-5.697
2015	3.438	3.982	3.855	3.822	3.339	3.346
2016	3.804	0.366	4.572	0.717	3.898	0.559
2017	3.270	-0.533	3.819	-0.753	3.184	-0.714
2018	3.966	0.695	4.449	0.630	3.917	0.733
2019	7.205	3.239	7.554	3.104	6.227	2.310
2020	5.466	-1.739	5.743	-1.811	4.670	-1.557

La disponibilidad hídrica, al depender tanto de la oferta hídrica como de la demanda hídrica, no posee un crecimiento progresivo como se planteaba en la hipótesis específica 01, por lo cual dicha hipótesis es refutada en su totalidad.

Prueba de hipótesis específica 02:

La hipótesis específica 02 indica que la demanda hídrica de la microcuenca de la laguna de Piuray tendrá un incremento gradual de 0.3 % desde el año 2000 al año 2020.

Como podemos observar el cuadro, la demanda hídrica no tiene un crecimiento constante por lo cual no podemos indicar que cuenta con un crecimiento gradual, sin embargo, al observar el promedio en los diferentes escenarios podemos comprobar parcialmente la hipótesis específica 02, puesto que el crecimiento supera el 0.3 % planteado en la hipótesis.

AÑO	Datos reales			Proyección 01			Proyección 02		
	MMC	DIF.	%	MMC	DIF.	%	MMC	DIF.	%
2000	22.409	-	-	21.949	-	-	22.800	-	-
2001	22.584	0.175	0.782	21.922	-0.027	-0.122	22.853	0.053	0.234
2002	23.880	1.296	5.740	23.231	1.309	5.971	24.631	1.778	7.780
2003	23.547	-0.333	-1.396	22.896	-0.335	-1.442	23.170	-1.462	-5.934
2004	23.824	0.277	1.177	23.257	0.361	1.577	23.791	0.622	2.683
2005	22.588	-1.236	-5.187	21.996	-1.261	-5.423	22.054	-1.738	-7.305
2006	22.687	0.099	0.437	22.288	0.292	1.328	23.135	1.082	4.906
2007	22.923	0.236	1.039	22.389	0.100	0.449	22.894	-0.241	-1.043
2008	21.058	-1.865	-8.136	20.662	-1.727	-7.714	21.047	-1.847	-8.067
2009	21.231	0.173	0.822	20.763	0.102	0.492	21.125	0.077	0.368
2010	21.900	0.670	3.154	21.161	0.398	1.916	21.897	0.772	3.654
2011	20.408	-1.492	-6.815	19.908	-1.253	-5.920	20.854	-1.042	-4.760
2012	24.093	3.685	18.058	23.657	3.749	18.831	24.753	3.898	18.693
2013	24.249	0.156	0.647	23.799	0.142	0.601	24.830	0.077	0.313
2014	24.267	0.018	0.075	23.691	-0.109	-0.457	23.729	-1.101	-4.434
2015	23.641	-0.626	-2.580	23.224	-0.466	-1.969	23.739	0.010	0.044
2016	25.047	1.405	5.945	24.278	1.054	4.539	24.952	1.213	5.108
2017	24.765	-0.282	-1.124	24.216	-0.062	-0.256	24.852	-0.101	-0.403
2018	23.881	-0.884	-3.570	23.397	-0.819	-3.382	23.930	-0.921	-3.708
2019	25.218	1.337	5.599	24.870	1.472	6.292	26.197	2.266	9.471
2020	25.251	0.033	0.130	24.974	0.105	0.422	26.047	-0.149	-0.570
PROM	23.307	0.142	0.740	22.787	0.151	0.787	23.490	0.162	0.851

Prueba de hipótesis específica 03:

La hipótesis específica 03 indica que la evaporación corresponde a 15 % de la demanda hídrica de la microcuenca de la laguna de Piuray, dicho porcentaje incrementará gradualmente en 0.2 % hasta el año 2020.

AÑO	Datos reales			Proyección 01			Proyección 02		
	mm	DIF.	%	mm	DIF.	%	mm	DIF.	%
2000	1093.384	-	-	957.036	-	-	881.539	-	-
2001	1150.827	57.444	5.254	956.263	-0.773	-0.081	881.348	-0.191	-0.022
2002	1154.286	3.458	0.301	964.000	7.737	0.809	889.356	8.008	0.909
2003	1162.681	8.395	0.727	972.245	8.245	0.855	897.853	8.497	0.955
2004	1141.337	-21.345	-1.836	972.058	-0.186	-0.019	898.228	0.375	0.042
2005	1159.353	18.017	1.579	980.948	8.890	0.915	907.347	9.119	1.015
2006	1099.188	-60.165	-5.190	975.495	-5.453	-0.556	902.648	-4.699	-0.518
2007	1141.000	41.812	3.804	980.212	4.717	0.484	907.747	5.099	0.565
2008	1104.962	-36.038	-3.158	980.728	0.516	0.053	908.798	1.051	0.116
2009	1130.976	26.014	2.354	990.377	9.649	0.984	918.648	9.851	1.084
2010	1211.656	80.680	7.134	993.824	3.448	0.348	922.524	3.876	0.422
2011	1142.859	-68.797	-5.678	989.430	-4.395	-0.442	918.844	-3.680	-0.399
2012	1123.919	-18.940	-1.657	991.800	2.371	0.240	921.682	2.838	0.309
2013	1130.878	6.959	0.619	992.582	0.782	0.079	922.989	1.307	0.142
2014	1168.652	37.774	3.340	998.127	5.545	0.559	928.886	5.896	0.639
2015	1134.233	-34.420	-2.945	1004.014	5.887	0.590	935.112	6.226	0.670
2016	1233.840	99.607	8.782	1008.081	4.068	0.405	939.585	4.473	0.478
2017	1173.184	-60.655	-4.916	1008.513	0.432	0.043	940.555	0.970	0.103
2018	1157.388	-15.797	-1.346	1010.268	1.754	0.174	942.800	2.245	0.239
2019	1114.624	-42.763	-3.695	1000.973	-9.295	-0.920	934.399	-8.401	-0.891
2020	1102.151	-12.473	-1.119	1006.540	5.567	0.556	940.317	5.918	0.633
PROM	1144.351	0.438	0.118	987.310	2.475	0.254	916.248	2.939	0.325

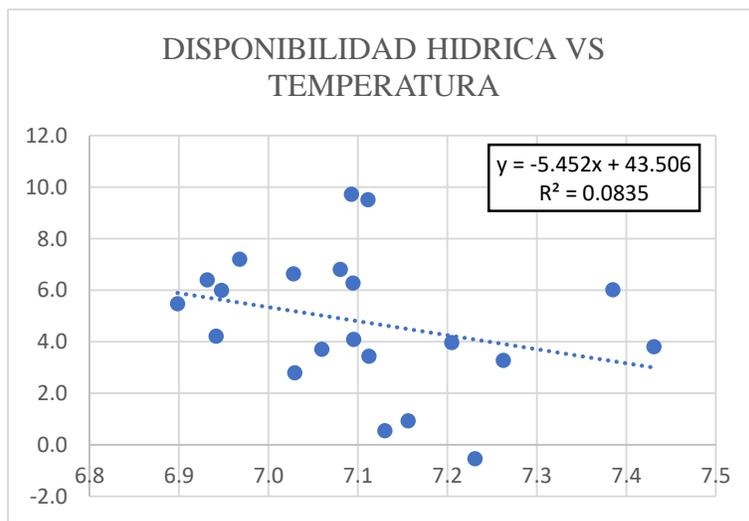
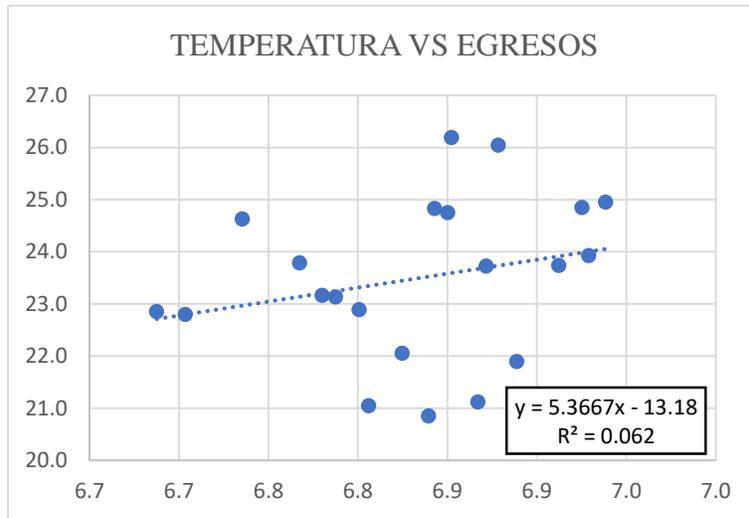
Como podemos observar en el cuadro, en la mayoría de años, se cumple el crecimiento gradual de 0.2 % en cada uno de los escenarios, mientras que otros años la diferencia es negativa. Para descartar o comprobar la hipótesis también podemos observar el promedio de crecimiento anual, el cual asciende a 0.254 % y 0.325 % respectivamente en la Proyección 01 y 02 respectivamente.

AÑO	Datos reales			Proyección 01			Proyección 02		
	Demanda mmc	Evaporación mmc	Diferencia %	Demanda mmc	Evaporación mmc	Diferencia %	Demanda mmc	Evaporación mmc	Diferencia %
2000	22.409	3.520	15.707	21.949	3.081	14.035	22.800	2.838	12.446
2001	22.584	3.705	16.403	21.922	3.078	14.041	22.853	2.837	12.414
2002	23.880	3.716	15.560	23.231	3.103	13.357	24.631	2.863	11.623
2003	23.547	3.743	15.895	22.896	3.130	13.669	23.170	2.890	12.474
2004	23.824	3.674	15.421	23.257	3.129	13.454	23.791	2.891	12.153
2005	22.588	3.732	16.522	21.996	3.158	14.356	22.054	2.921	13.244
2006	22.687	3.538	15.596	22.288	3.140	14.089	23.135	2.906	12.559
2007	22.923	3.673	16.023	22.389	3.155	14.093	22.894	2.922	12.763
2008	21.058	3.557	16.891	20.662	3.157	15.279	21.047	2.925	13.899
2009	21.231	3.641	17.148	20.763	3.188	15.354	21.125	2.957	13.998
2010	21.900	3.900	17.809	21.161	3.199	15.118	21.897	2.970	13.562
2011	20.408	3.679	18.027	19.908	3.185	15.998	20.854	2.958	14.183
2012	24.093	3.618	15.016	23.657	3.193	13.495	24.753	2.967	11.986
2013	24.249	3.640	15.012	23.799	3.195	13.425	24.830	2.971	11.966
2014	24.267	3.762	15.502	23.691	3.213	13.562	23.729	2.990	12.601
2015	23.641	3.651	15.444	23.224	3.232	13.916	23.739	3.010	12.680
2016	25.047	3.972	15.857	24.278	3.245	13.366	24.952	3.025	12.121
2017	24.765	3.776	15.249	24.216	3.246	13.406	24.852	3.028	12.183
2018	23.881	3.726	15.601	23.397	3.252	13.899	23.930	3.035	12.682
2019	25.218	3.588	14.228	24.870	3.222	12.956	26.197	3.008	11.482
2020	25.251	3.548	14.050	24.974	3.240	12.973	26.047	3.027	11.621
PROM	23.307	3.684	15.855	22.787	3.178	13.993	23.490	2.949	12.602

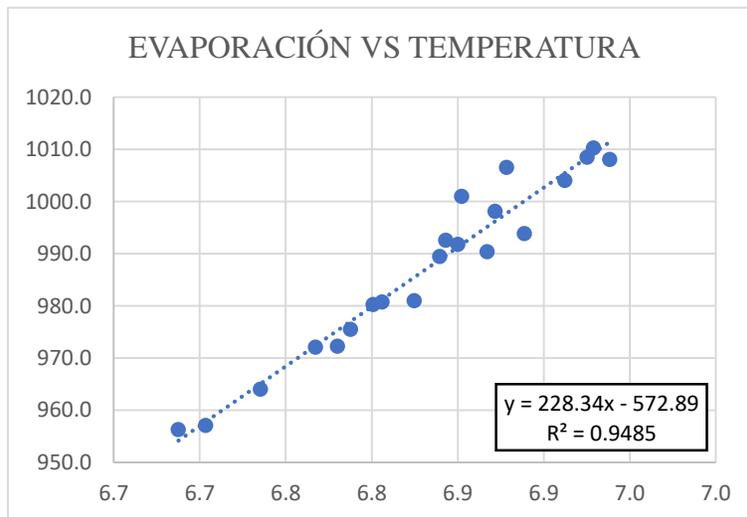
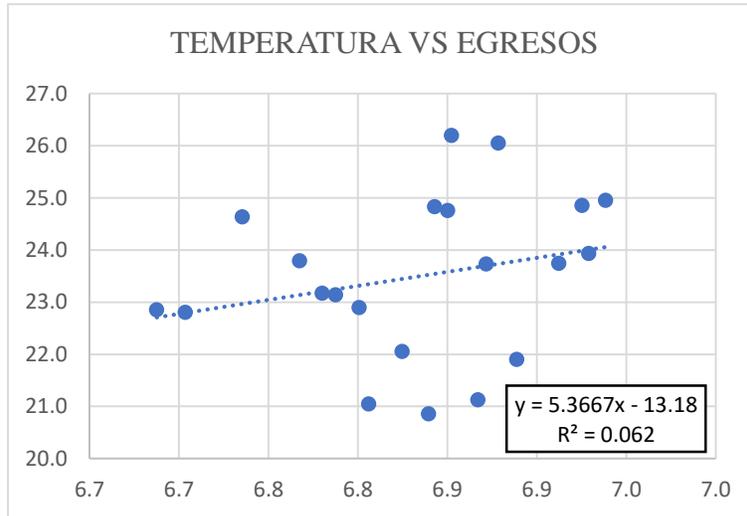
La hipótesis específica 03 también indica que la evaporación corresponde al 15 % de la demanda hídrica total, y cómo podemos observar en el cuadro, dentro del balance hídrico realizado con los datos reales la diferencia asciende a 15 % en casi la totalidad de años analizados, mientras que en las proyecciones dicho porcentaje no se alcanza en ningún mes.

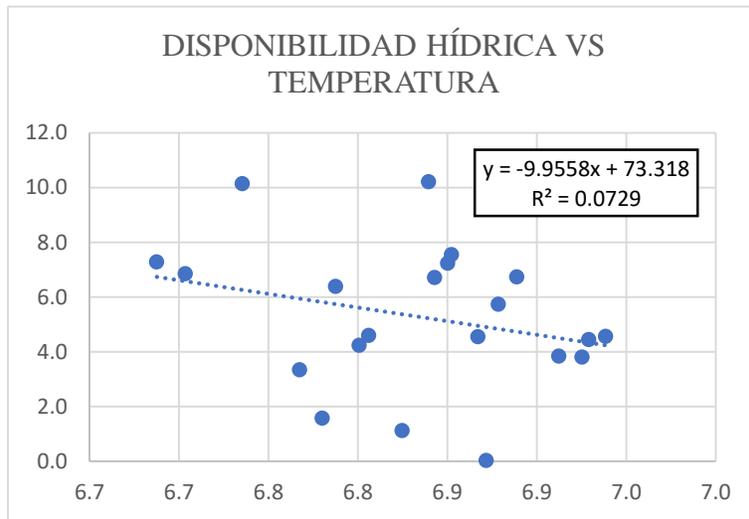
4.3. Discusiones

- a) Los egresos del sistema están sujetos a muchas variables, en el caso de la microcuenca de la laguna de Piuray el principal egreso corresponde al caudal extraído por la EPS SEDACUSCO, el cual no ha sido constante por lo cual no se presenta una fuerte correlación. Dentro de los egresos del sistema tenemos también el consumo agrario y pecuario, los cuales no están sujetos a la temperatura sino al crecimiento de la industria, adicionalmente la salida correspondiente a la evapotranspiración fue corroborada que no es fuertemente influenciada por la temperatura, todos estos factores hacen que la correlación entre los egresos y la temperatura no ascienda de 0.1117.

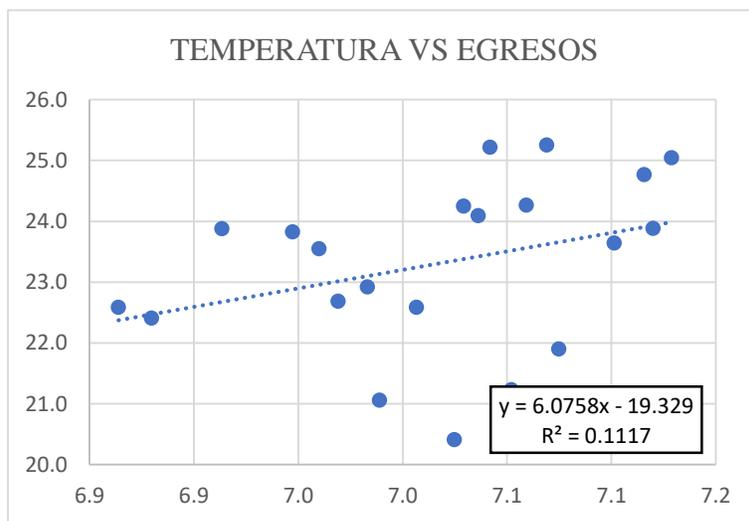


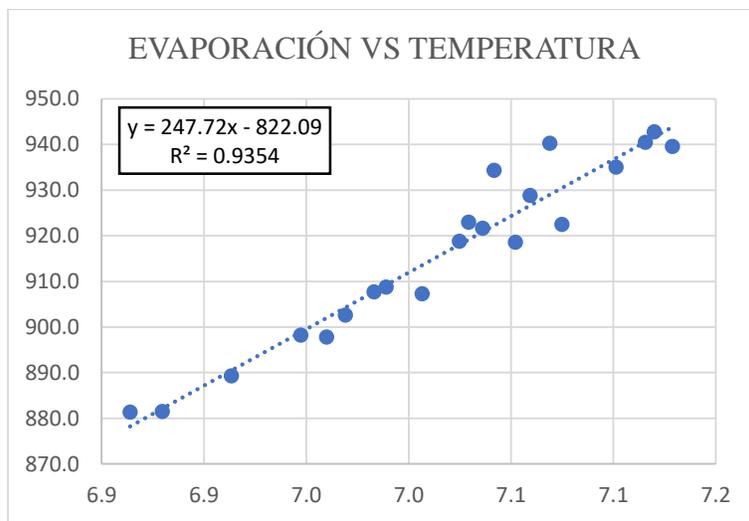
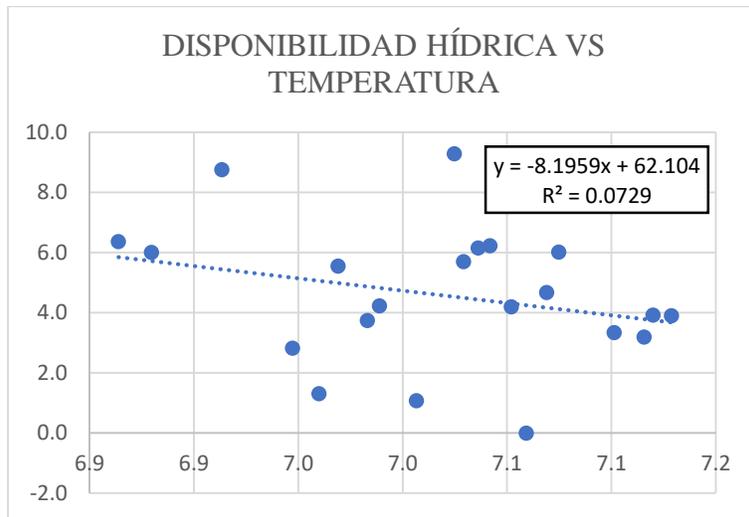
- b) En las tres comparaciones se puede evidenciar la fuerte correlación que existe entre la evaporación y la temperatura, la cual alcanza hasta 0.9485 en la Proyección 01. Considerando que la evaporación es un porcentaje importante dentro de los egresos, se puede observar que el incremento de la temperatura tiene incidencia dentro del balance hídrico de la microcuenca de la laguna de Piuray.





- c) La tercera comparación fue realizada entre la disponibilidad hídrica y la temperatura, sin embargo, considerando que en los tres escenarios los ingresos al sistema son los mismos, la comparación resulta muy similar a la comparación únicamente con los egresos.





- Análisis del periodo 1965-1985 – Estación Urubamba

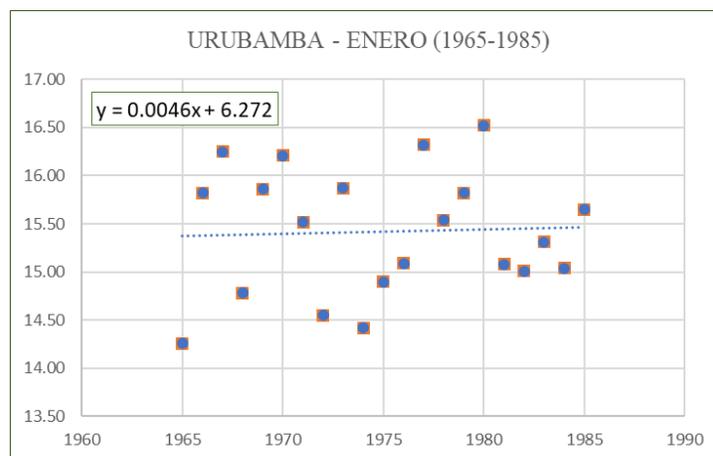


Figura 22. Análisis gráfico de la temperatura estación Urubamba (1965-1985)

- Análisis del periodo 1965-1995 – Estación Urubamba

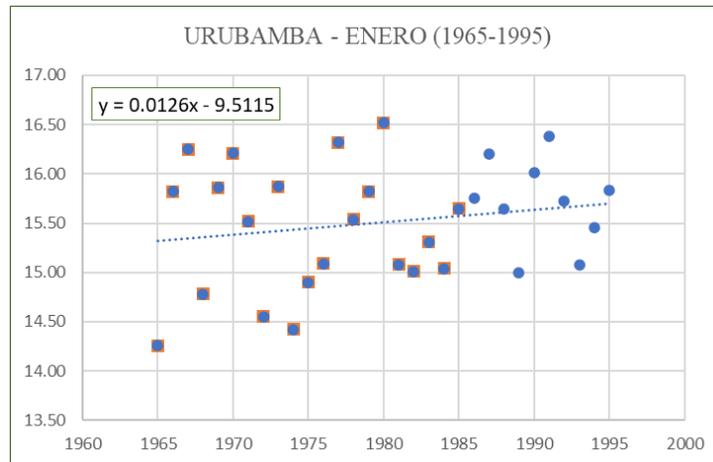


Figura 23. Análisis gráfico de la temperatura estación Urubamba (1965-1995)

- Análisis del periodo 1965-2005 – Estación Urubamba

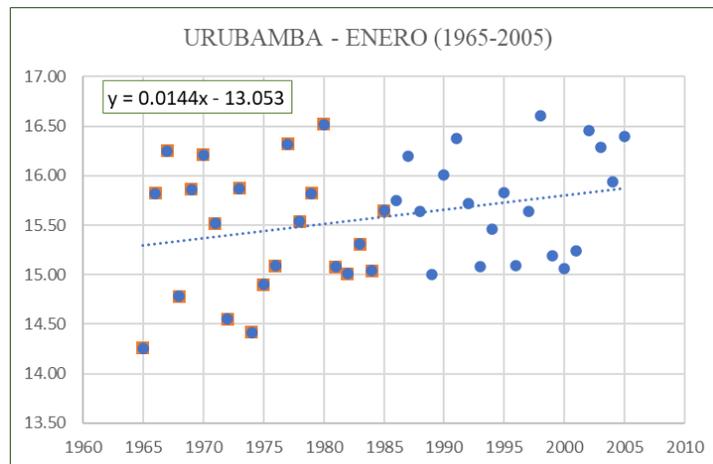


Figura 24. Análisis gráfico de la temperatura estación Urubamba (1965-2005)

- Análisis del periodo 1965-2015 – Estación Urubamba

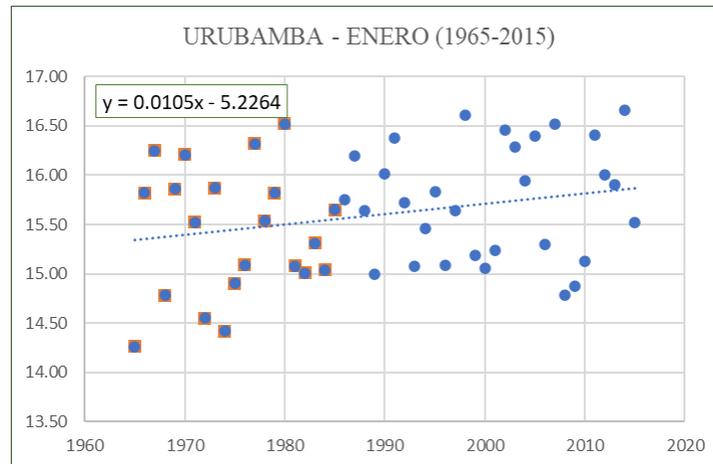


Figura 25. Análisis gráfico de la temperatura estación Urubamba (1965-2015)

Las figuras 22, 23, 24 y 25 muestran la distribución de la temperatura en función al periodo comprendido entre 1965-1985 y 1965-2005, por cada estación seleccionada para el presente estudio. El objetivo de los cuadros es observar gráficamente el comportamiento de la temperatura y observar si existe un crecimiento constante, así mismo observar si la tendencia de cada periodo de tiempo es igual o existe alguna variación.

Comparación entre valores proyectados de temperatura y valor real

Para poder evaluar la evolución de la temperatura y determinar si hubo un incremento se realizó el siguiente procedimiento:

- Generar la ecuación de regresión para los periodos 1965-1985, 1965-1995, 1965-2005 y 1965-2015.
- Aplicar las diferentes ecuaciones para el año 2020 y ver las proyecciones según los diferentes periodos.
- Comparar los valores obtenidos con el valor de temperatura tomado en el año 2020.
- Análisis de la temperatura en el periodo 1965-2015 – Estación Urubamba – enero

Las siguientes tablas presentan datos extraídos de las regresiones lineales aplicadas para a los valores de temperatura para diferentes lapsos. Esto para realizar una comparativa entre los valores proyectados (realizados gracias a la ecuación de la tendencia de regresión) y los valores reales (obtenidos de la data del SENAMHI) y evaluar si existe un incremento que afectaría el balance de la microcuenca.

Tabla 28. *Análisis de la temperatura en el periodo 1965-2015 (enero)*

ENERO		1965-1985	1965-1995	1965-2005	1965-2015
INICIO		1965	1965	1965	1965
FINAL		1985	1995	2005	2015
DIFERENCIA		20	30	40	50
MÁXIMO		16.52	16.52	16.61	16.655
MÍNIMO		14.26	14.26	14.26	14.26
PROMEDIO		15.49	15.54	15.61	15.67
ECUACIÓN	a	0.0046	0.0126	0.0144	0.0105
y=ax+b	b	6.272	-9.5115	-13.053	-5.2264
VALOR PROY (2020)		15.564	15.9405	16.035	15.9836
VALOR REAL (2020)		17.25	17.25	17.25	17.25

- Análisis de la temperatura en el periodo 1965-2015 – Estación Urubamba - junio

Tabla 29. *Análisis de la temperatura en el periodo 1965-2015 (junio)*

JUNIO		1965-1985	1965-1995	1965-2005	1965-2015
INICIO		1965	1965	1965	1965
FINAL		1985	1995	2005	2015
DIFERENCIA		20	30	40	50
MÁXIMO		14.03	14.03	14.03	14.825
MÍNIMO		10.71	10.71	10.71	10.71
PROMEDIO		12.41	12.37	12.46	12.64
ECUACIÓN	a	0.0228	0.0021	0.0125	0.0242
y=ax+b	b	-32.58	8.1684	-12.253	-35.55
VALOR PROY (2020)		13.476	12.4104	12.997	13.334
VALOR REAL (2020)		13	13	13	13

- Análisis de la temperatura en el periodo 1965-2015 – Estación Urubamba – Media

Tabla 30. *Análisis de la temperatura en el periodo 1965-2015 (Media anual)*

MEDIA ANUAL		1965-1985	1965-1995	1965-2005	1965-2015
INICIO		1965	1965	1965	1965
FINAL		1985	1995	2005	2015
DIFERENCIA		20	30	40	50
MÁXIMO		15.07	15.07029208	15.08833333	15.82291667
MÍNIMO		13.75310458	13.75310458	13.75310458	13.75310458
PROMEDIO		14.40	14.42	14.50	14.59
ECUACIÓN	a	0.0063	0.0037	0.0109	0.0153
y=ax+b	b	2.0236	7.0779	-7.0893	-15.775
VALOR PROY (2020)		14.7496	14.5519	14.9287	15.131
VALOR REAL (2020)		15.30335734	15.30335734	15.30335734	15.30335734

3.1.1. Comparación de temperaturas proyectadas y temperatura real

Para la presente investigación se planteó dos escenarios, el primero se basa en los datos de temperatura del periodo 1965-1985 y el segundo basado en los datos del período 1965-1999. En base a los datos mencionados se realizó la regresión lineal y se proyectó gracias a la ecuación de la línea de tendencia obtenida, es así que se generaron las tablas 31 y 32, que presentan los datos proyectados para los escenarios planteados y posteriormente su comparación con los datos reales.

Tabla 31. *Temperatura proyectada según valores entre 1965-1985*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2000	14.516	13.879	14.790	13.176	11.771	10.319	10.355	11.439	12.564	13.655	13.953	14.331
2001	14.575	13.910	14.865	13.230	11.830	10.368	10.414	11.490	12.602	13.680	13.972	14.377
2002	14.634	13.940	14.939	13.284	11.888	10.416	10.473	11.541	12.639	13.706	13.992	14.422
2003	14.693	13.970	15.014	13.338	11.946	10.464	10.532	11.591	12.676	13.731	14.012	14.468
2004	14.752	14.001	15.088	13.392	12.004	10.512	10.591	11.642	12.714	13.757	14.032	14.513
2005	14.811	14.031	15.162	13.446	12.063	10.560	10.650	11.693	12.751	13.782	14.052	14.559
2006	14.870	14.062	15.237	13.500	12.121	10.608	10.709	11.744	12.788	13.808	14.072	14.604
2007	14.929	14.092	15.311	13.554	12.179	10.657	10.768	11.794	12.826	13.833	14.091	14.650
2008	14.987	14.123	15.385	13.608	12.238	10.705	10.827	11.845	12.863	13.858	14.111	14.695
2009	15.046	14.153	15.460	13.662	12.296	10.753	10.886	11.896	12.901	13.884	14.131	14.741
2010	15.105	14.184	15.534	13.717	12.354	10.801	10.945	11.947	12.938	13.909	14.151	14.786
2011	15.164	14.214	15.609	13.771	12.413	10.849	11.004	11.997	12.975	13.935	14.171	14.832
2012	15.223	14.244	15.683	13.825	12.471	10.897	11.063	12.048	13.013	13.960	14.191	14.878
2013	15.282	14.275	15.757	13.879	12.529	10.946	11.122	12.099	13.050	13.986	14.210	14.923
2014	15.341	14.305	15.832	13.933	12.587	10.994	11.182	12.150	13.087	14.011	14.230	14.969
2015	15.400	14.336	15.906	13.987	12.646	11.042	11.241	12.200	13.125	14.036	14.250	15.014
2016	15.459	14.366	15.980	14.041	12.704	11.090	11.300	12.251	13.162	14.062	14.270	15.060
2017	15.518	14.397	16.055	14.095	12.762	11.138	11.359	12.302	13.200	14.087	14.290	15.105
2018	15.577	14.427	16.129	14.149	12.821	11.187	11.418	12.353	13.237	14.113	14.310	15.151
2019	15.636	14.458	16.203	14.203	12.879	11.235	11.477	12.403	13.274	14.138	14.330	15.196
2020	15.695	14.488	16.278	14.257	12.937	11.283	11.536	12.454	13.312	14.164	14.349	15.242

Tabla 32. *Temperatura proyectada según valores entre 1965-1999*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2000	14.089	13.942	13.736	12.891	11.366	10.031	9.685	11.011	12.625	13.731	13.976	14.052
2001	14.131	13.975	13.771	12.933	11.409	10.068	9.719	11.045	12.663	13.760	13.997	14.086
2002	14.174	14.007	13.806	12.976	11.452	10.105	9.753	11.079	12.702	13.788	14.018	14.120
2003	14.216	14.039	13.841	13.018	11.495	10.142	9.787	11.113	12.740	13.816	14.038	14.155
2004	14.259	14.071	13.877	13.061	11.538	10.179	9.821	11.147	12.778	13.844	14.059	14.189
2005	14.302	14.104	13.912	13.103	11.581	10.216	9.855	11.182	12.817	13.872	14.080	14.223
2006	14.344	14.136	13.947	13.146	11.624	10.253	9.889	11.216	12.855	13.901	14.101	14.258
2007	14.387	14.168	13.982	13.188	11.667	10.289	9.923	11.250	12.893	13.929	14.121	14.292
2008	14.430	14.200	14.017	13.231	11.710	10.326	9.957	11.284	12.932	13.957	14.142	14.326
2009	14.472	14.232	14.052	13.273	11.754	10.363	9.991	11.318	12.970	13.985	14.163	14.361
2010	14.515	14.265	14.087	13.316	11.797	10.400	10.025	11.352	13.008	14.014	14.183	14.395
2011	14.557	14.297	14.122	13.358	11.840	10.437	10.059	11.386	13.047	14.042	14.204	14.430
2012	14.600	14.329	14.158	13.401	11.883	10.474	10.093	11.420	13.085	14.070	14.225	14.464
2013	14.643	14.361	14.193	13.443	11.926	10.511	10.127	11.454	13.123	14.098	14.246	14.498
2014	14.685	14.393	14.228	13.486	11.969	10.548	10.161	11.489	13.162	14.127	14.266	14.533
2015	14.728	14.426	14.263	13.528	12.012	10.585	10.195	11.523	13.200	14.155	14.287	14.567
2016	14.770	14.458	14.298	13.571	12.055	10.622	10.229	11.557	13.238	14.183	14.308	14.601
2017	14.813	14.490	14.333	13.613	12.098	10.659	10.263	11.591	13.277	14.211	14.329	14.636
2018	14.856	14.522	14.368	13.656	12.141	10.696	10.297	11.625	13.315	14.240	14.349	14.670
2019	14.898	14.555	14.403	13.698	12.184	10.733	10.331	11.659	13.353	14.268	14.370	14.704
2020	14.941	14.587	14.439	13.741	12.227	10.770	10.365	11.693	13.392	14.296	14.391	14.739

Tabla 33. Comparativa de proyecciones y datos reales

AÑO	ENERO			JUNIO			PROMEDIO		
	P1	P2	REAL	P1	P2	REAL	P1	P2	REAL
2000	14.516	14.089	13.165	10.319	10.031	9.915	12.896	12.595	12.291
2001	14.575	14.131	13.155	10.368	10.068	9.585	12.943	12.630	12.135
2002	14.634	14.174	13.900	10.416	10.105	10.630	12.989	12.665	12.425
2003	14.693	14.216	14.045	10.464	10.142	10.110	13.036	12.700	12.645
2004	14.752	14.259	14.230	10.512	10.179	9.300	13.083	12.735	12.443
2005	14.811	14.302	14.325	10.560	10.216	9.730	13.130	12.770	12.746
2006	14.870	14.344	13.240	10.608	10.253	10.205	13.177	12.806	12.287
2007	14.929	14.387	14.350	10.657	10.289	9.820	13.224	12.841	12.407
2008	14.987	14.430	12.630	10.705	10.326	9.980	13.271	12.876	11.998
2009	15.046	14.472	12.920	10.753	10.363	10.030	13.317	12.911	12.422
2010	15.105	14.515	13.480	10.801	10.400	11.010	13.364	12.946	12.726
2011	15.164	14.557	13.310	10.849	10.437	10.320	13.411	12.982	12.160
2012	15.223	14.600	13.440	10.897	10.474	10.100	13.458	13.017	12.317
2013	15.282	14.643	13.080	10.946	10.511	9.470	13.505	13.052	12.311
2014	15.341	14.685	13.570	10.994	10.548	10.760	13.552	13.087	12.518
2015	15.400	14.728	13.180	11.042	10.585	10.460	13.599	13.122	12.490
2016	15.459	14.770	15.190	11.090	10.622	10.540	13.645	13.158	13.114
2017	15.518	14.813	13.960	11.138	10.659	10.370	13.692	13.193	12.849
2018	15.577	14.856	13.405	11.187	10.696	9.520	13.739	13.228	12.568
2019	15.636	14.898	14.250	11.235	10.733	9.500	13.786	13.263	12.329
2020	15.695	14.941	14.150	11.283	10.770	6.122	13.833	13.298	11.921

- Comparativa gráfica entre proyecciones y datos reales

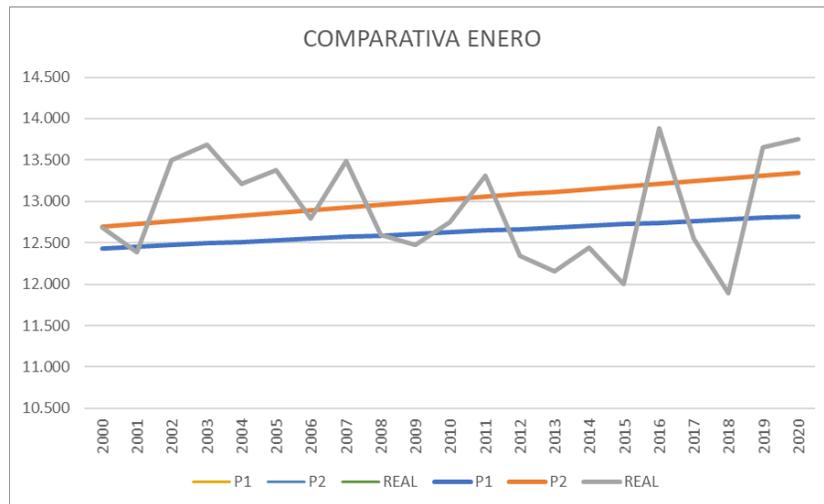


Figura 26. Comparativa gráfica de temperaturas proyectadas vs real (enero)

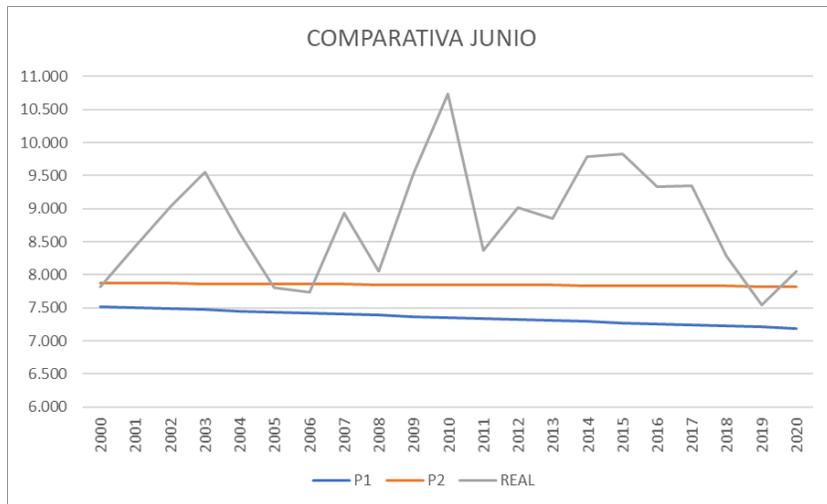


Figura 27. Comparativa gráfica de temperaturas proyectadas vs real (junio)

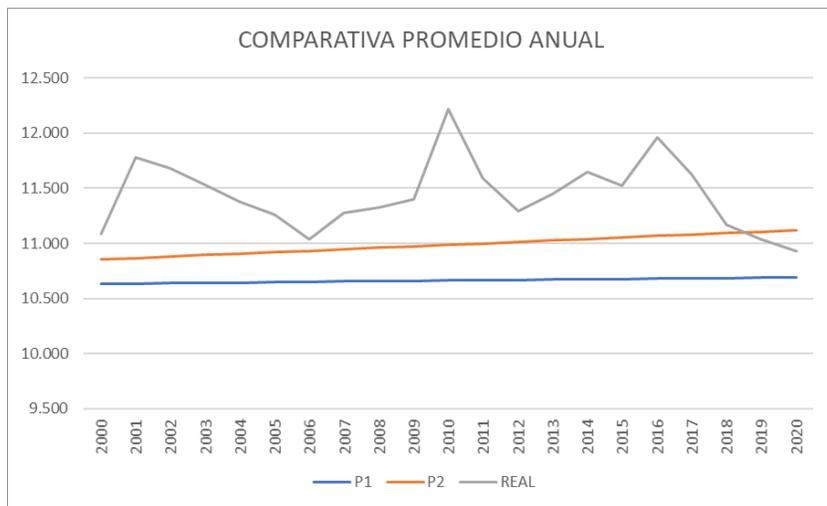


Figura 28. Comparativa gráfica de temperaturas proyectadas vs real (Promedio anual)

Como se puede observar en los gráficos, en la mayoría de años la temperatura real supera a las proyecciones realizadas, lo que nos indica que si existe un incremento de temperatura, el cual puede ser evaluado en los parámetros del balance hídrico.

CONCLUSIONES

Conclusión Nro. 01:

Según los resultados obtenidos en la presente investigación en función a la hipótesis general, ha sido comprobada parcialmente, esta indicaba que “El aumento de la temperatura, generado por el cambio climático, tendrá un impacto en el balance hídrico, generando un desequilibrio en la disponibilidad hídrica de la microcuenca”. Se puede comprobar que el impacto del cambio climático, el cual fue desarrollado en los escenarios 01 y 02, tiene un impacto considerable en el balance hídrico de la microcuenca de la laguna de Piuray, bajo la primera comparación se evidencia que el impacto llega al 9.825 %, un porcentaje considerable, mientras que en la segunda comparación el porcentaje se reduce a 3.974 % a favor de los datos reales.

Conclusión Nro. 02:

Según los resultados obtenidos en la presente investigación en función a la hipótesis específica Nro. 01 se ha comprobado parcialmente, la hipótesis indicaba lo siguiente: “La disponibilidad hídrica de la microcuenca de la laguna de Piuray tendrá un descenso gradual de 0.25% desde el año 2000 al 2020”. según la disponibilidad hídrica posee un comportamiento decreciente pero no gradual, sin embargo, el decrecimiento de la disponibilidad hídrica es mucho mayor al que se hubiese generado por con el decrecimiento mencionado en la hipótesis específica. Cabe mencionar que la precipitación también posee variaciones evidentes, por lo cual la disponibilidad hídrica es muy variada, afectando directamente a la resolución de la hipótesis.

Conclusión Nro. 03:

Según los resultados obtenidos en la presente investigación en función a la hipótesis N°. 02 indica que “La demanda hídrica de la microcuenca de la laguna de Piuray tendrá un incremento gradual de 0.3 % desde el año 2000 al 2020”, dicha hipótesis ha sido comprobada parcialmente. Al realizar una comparación en función a la evolución de la demanda en cada escenario (datos reales, proyección 01 y proyección 02) se evidencia que existe un incremento constante, sin embargo, no es gradual como se indicaba en la hipótesis Nro. 02. Por otro lado, al determinar el promedio del incremento en la demanda en todos los escenarios se superaron el incremento de 0.3 %. Según el caudal extraído por la EPS

SEDACUSCO, no es constante, razón por la cual la hipótesis específica, no se cumplió en su totalidad; sin embargo, si analizamos otros parámetros como la evaporación tiene una evolución constante con el paso de los años.

Conclusión Nro. 04:

Según los resultados obtenidos en la presente investigación en función a la hipótesis específica Nro. 03 se ha cumplido parcialmente, dicha hipótesis indica que “La evaporación correspondía a un 15 % de la demanda hídrica de la microcuenca de la laguna de Piuray en el año 2000, dicho porcentaje se incrementará gradualmente en 0.2 % al año”. Se puede observar el crecimiento o decrecimiento de la evaporación, al observar los promedios podemos ver que, dentro del balance de los datos reales la diferencia promedio es de 0.438 mm lo cual equivale a un 0.118 %. Esto se puede explicar por la dependencia de la evaporación en función de la temperatura y su variabilidad en el periodo 2000-2020.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. PNUD. *Informe sobre desarrollo humano 2006 Más allá de la escasez: Poder, pobreza y la crisis mundial*. [online]. Madrid, 2006. ISBN 9788484763017. Available from: http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr_2006_es_completo.pdf
2. MARTÍNEZ, P. and PATIÑO, C. Efectos del cambio climático en la disponibilidad de agua en México. *Tecnología y Ciencias del Agua*. 2012. Vol. 3, no. 1, p. 16.
3. EJECUTIVO, Resumen. Estudio del Plan de Gestión Integral de los recursos Hídricos de la Microcuenca de la Laguna de Piuray. 2013. P. 44.
4. QUINTANA, Marco Antonio Gálvez. Balance de los recursos hídricos de la laguna Rontococha en la subcuenca del río Mariño para la gestión integrada. *Universidad Ricardo Palma*. 2015. P. 111. Tesis
5. LÁZARO, Mónica Untiveros. Balance hídrico de la laguna parón, herramienta para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (girh) en la Cuenca del Río Santa. *Pontificia Universidad Católica Del Perú* [online]. 2011. Vol. 1, p. 111. Available from: http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/6097/ACOSTA_CARLOS_DISEÑO_MAQUINA_REBANADORA.pdf?sequence=1
6. MINAM. Ley de Recursos Hídricos (Ley N° 29338). . 2010. P. 1–81.
7. MARIANA ACHAD. Estimación de la evaporación y la evapotranspiración potencial en la ciudad de Río Ceballos. . 2019. P. 188.
8. VILLON BEJAR, Maximo. *Hidrología*. 2002. Perú.
9. MARÍA, Laura López. Análisis de los métodos de estimación de evaporación y evapotranspiración a las condiciones locales de la ciudad de Córdoba. . 2011. P. 213.
10. MEJIA, Jesus. *Hidrología Aplicada*. Perú, 2016.
11. BREÑA PUYOL, Agustín Felipe y JACOBO VILLA, Marco Antonio. Principios y Fundamentos de la Hidrología Superficial. *Universidad Autónoma Metropolitana*. 2006. P. 288 págs.
12. APARICIO MIJARES, Francisco Javier. *Fundamentos de Hidrología de Superficie*.

- Primera. México, 1989. ISBN 9681830148.
13. VILLEGAS, J. A. and TORRES, B. E. Evapotranspiracion. *Serie Didáctica, Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Nacional de Tucuman*. 1977. Vol. 45. Evapotranspiration is defined and the various methods used for its calculation are described and discussed with reference to data from Argentina. -from Field Crop Abstracts
 14. VILLON, Maximo. *Hidrología Estadística*. Peru, [no date].
 15. APARICIO MIJARES, Javier, LAFRAGUA CONSTRERAS, Jaqueline, GUTIERREZ LÓPEZ, Alfonso, MEJÍA ZERMEÑO, Roberto and AGUILAR GARDUÑO, Ernesto. *Programa Hidrológico Internacional Evaluación de los recursos hídricos Elaboración del balance hídrico integrado por cuencas hidrográficas 4* [online]. 2014. ISBN 9290890908. Available from: http://www.unesco.org/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/pdf/PHI_Report_Evaluacion_de_los_Recursos_Hidricos.pdf
 16. ORDÓÑEZ, Juan. ¿ Qué es la Cuenca Hidrológica ? *Sociedade Geológica de Lima* [online]. 2011. Vol. 1, p. 1-44. Available from: http://www.gwp.org/Global/GWP-SAm_Files/Publicaciones/Varios/Cuenca_hidrologica.pdf
 17. UNIDAS, Naciones. Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. 1992. Vol. 62301.
 18. UNFCCC. First national communication to the UNFCCC - Peru. *United Nations Framework Convention on Climate Change, Bonn, Germany* [online]. 2001. P. 120. Available from: unfccc.int/resource/docs/natc/pernc1.pdf
 19. MINAM. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático del Perú: un insumo para la actualización de la Estrategia Nacional ante el Cambio Climático. . 2021.
 20. IPCC. *Calentamiento Global de 1,5 °C*. 2019. ISBN 9789291693511.
 21. ANA PERÚ. Perú perdió el 51% de sus glaciares debido al cambio climático. [online]. 2020. Available from: <https://www.ana.gob.pe/noticia/peru-perdio-el-51-de-sus-glaciares-debido-al-cambio-climatico>

22. BENAVIDES, Henry Oswal. Información técnica sobre Gases de Efecto Invernadero y el cambio climático. *Ideam* [online]. 2007. P. 1–102. DOI IDEAM–METEO/008-2007. Available from: www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Gases+de+Efecto+Invernadero+y+el+Cambio+Climatico.pdf gases efecto inverdadero
23. GONZÁLEZ SÁNCHEZ, Yamilé, FERNÁNDEZ DÍAZ, Yaima y GUTIÉRREZ SOTO, Tania. El cambio climático y sus efectos en el Perú. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*. 2009. Vol. 51, no. 3, p. 331-337.
24. BERNAL, Cesar A. *Metodología de la Investigación*. Tercera Ed. Colombia, 2010. ISBN 9781626239777.
25. FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos & BAPTISTA, Pilar. *Metodología de la Investigación*. 6ta. México : Mc Graw Hill, 2014. ISBN 9781626239777.
26. CUSCO, SEDA. Memoria Anual 2005. 2005. Vol. 19, no. 0, p. 48.
27. SEDA CUSCO. Memoria Anual 2010. 2010. P. 32.
28. CUSCO, SEDA. Memoria Anual 2015. . 2015. P. 9–11.
29. CUSCO, SEDA. Memoria anual 2019. . 2019. Vol. 30, no. 3, p. I–VI. DOI 10.5944/reop.vol.30.num.3.2019.27700. Información relacionada con la misión, visión objetivos empresariales y también por áreas

ANEXOS

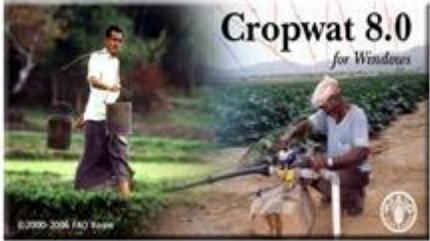
Instrumentos

INSTRUMENTO	DESCRIPCIÓN
 A handheld GPS device with a yellow and black casing. The screen displays various data points including '0.0', '7.28', '21:48', and '08:11', along with a compass rose and the 'GARMIN' logo at the bottom.	<p>GPS</p> <p>El GPS es un equipo que permite determinar la posición espacial de un objeto, persona, vehículo, nave, etc.</p>

INSTRUMENTO	DESCRIPCIÓN
 A flow meter instrument consisting of a circular digital display on a black handle and a vertical probe with a propeller at the bottom.	<p>CORRENTÓMETRO</p> <p>Aparato de ingeniería que posee una hélice en la parte inferior para poder calcular la velocidad de flujo.</p>

INSTRUMENTO	DESCRIPCIÓN
 A yellow and black metric tape measure with the brand name 'ASTORN' and '16ft/5m' visible on the casing.	<p>CINTA MÉTRICA</p> <p>Instrumento básico de medida para poder calcular distancias y dimensiones requeridas en el trabajo de ingeniería.</p>

INSTRUMENTO	DESCRIPCIÓN
 The ArcGIS logo, featuring a stylized globe with latitude and longitude lines, and the text 'ArcGIS' below it.	<p>ARCGIS</p> <p>ArcGis es un software dedicado al procesamiento de archivos de sistemas de información geográfica GIS.</p>

INSTRUMENTO	DESCRIPCIÓN
	<p>CROPWAT Software dedicado a las necesidades hídricas de los cultivos, empleando la información de suelo, clima y cosechas.</p>

INSTRUMENTO	DESCRIPCIÓN
	<p>EXCEL Excel es un software que forma parte del paquete Microsoft Office. Permite organizar, procesar y evaluar datos numéricos.</p>

Realizando la comparación entre la disponibilidad hídrica de los Datos Reales y la disponibilidad hídrica en función a la Proyección 01, se comprobó que la diferencia promedio en el periodo 2000-2020, es de 0.52 MMC lo cual equivale al 9.825 %, mientras que realizando la misma comparación entre Datos Reales vs Proyección 02, la variación es diversa y en promedio equivale -0.182 MMC que equivale a -3.974 %.

3.2. Precipitación total mensual

Tabla 14. Precipitación total mensual – Estación de Kayra (1970-2018)

UNIVERSIDAD CONTINENTAL												
FACULTAD DE INGENIERÍA												
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL												
"Determinación del impacto del aumento de temperatura generado por el cambio climático en el balance hídrico de la microcuenca de la laguna de Pimay durante el periodo 2000-2020"												
DATOS GENERALES DE LA ESTACIÓN												
NOMBRE:	ESTACIÓN KAYRA						TIPO:	METEOROLÓGICA				
LATITUD:	13° 33' 24" S						DEPARTAMENTO:	CUSCO				
LONGITUD:	71° 52' 29" S						PROVINCIA:	CUSCO				
ALTITUD:	3219						DISTRITO:	SAN JERÓNIMO				
PARÁMETRO:	PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL						PERIODO:	1964-2018				
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1970	170.60	92.60	132.90	86.10	2.30	1.00	3.70	3.40	42.10	46.10	48.20	177.40
1971	128.90	161.60	83.60	40.00	1.50	0.10	0.00	5.70	3.90	55.70	51.00	127.50
1972	192.10	66.80	57.20	29.70	3.40	0.00	6.50	27.30	12.20	7.90	50.20	100.20
1973	221.30	120.90	99.60	75.20	14.00	0.00	9.10	11.80	14.50	65.10	88.80	96.50
1974	102.30	157.70	121.50	34.50	3.60	8.20	1.00	34.60	5.90	43.30	60.90	108.00
1975	124.70	131.00	55.90	66.90	22.50	0.70	0.30	0.60	51.10	47.50	51.00	170.10
1976	119.60	83.10	123.10	42.90	13.00	8.70	0.70	2.50	26.80	25.30	47.80	66.80
1977	116.70	122.80	62.30	47.60	7.90	0.00	4.40	0.00	29.90	65.00	71.50	78.00
1978	175.40	106.10	88.50	48.70	11.40	0.00	3.40	0.00	13.70	12.30	86.70	117.90
1979	101.10	131.60	108.80	46.80	6.20	0.00	0.90	8.10	11.50	18.40	85.60	81.80
1980	106.20	126.40	135.00	23.20	3.70	0.00	5.30	1.00	12.60	62.90	60.20	83.10
1981	225.40	80.80	124.40	56.90	1.80	3.90	0.00	9.80	45.90	109.90	120.80	144.30
1982	178.30	115.50	143.10	38.90	0.00	9.20	3.40	4.50	14.00	37.90	122.50	98.60
1983	128.40	84.00	54.50	29.80	3.40	6.20	0.50	0.50	5.90	26.00	44.30	100.20
1984	198.60	142.40	71.00	82.80	0.00	2.00	1.30	11.40	4.20	114.60	69.40	102.80
1985	129.10	119.40	74.20	33.20	15.60	11.60	0.90	0.00	43.30	62.10	116.50	122.40
1986	76.40	92.20	125.70	65.20	6.20	0.00	1.80	4.20	7.30	17.30	69.60	102.70
1987	224.30	87.90	48.60	13.10	2.10	1.30	9.20	0.00	8.20	26.50	101.80	107.60
1988	163.90	84.30	156.30	109.30	4.60	0.00	0.00	0.00	9.90	36.20	47.90	103.70
1989	151.40	126.80	119.30	38.60	6.40	9.10	0.00	6.10	30.70	48.70	60.70	88.50
1990	157.60	90.40	60.20	47.40	7.50	31.80	0.00	5.80	13.30	73.70	86.90	66.50
1991	97.60	163.60	105.20	45.10	11.00	5.10	1.50	0.00	21.40	49.30	83.60	99.00
1992	114.10	102.40	104.00	14.50	0.00	19.40	0.00	21.40	8.00	50.70	117.40	57.00
1993	206.70	110.30	75.80	18.80	0.90	0.00	2.70	6.50	18.00	46.20	111.90	201.50
1994	177.00	163.90	173.90	45.30	11.80	0.00	0.00	0.00	25.70	40.20	40.50	119.90
1995	123.00	94.80	95.90	17.90	0.00	0.00	0.00	1.20	28.90	26.70	70.20	102.60
1996	131.50	98.00	70.50	32.30	11.00	0.00	0.00	6.30	19.60	58.40	49.00	133.20
1997	123.30	127.70	104.80	31.00	4.80	0.00	0.00	7.10	12.30	44.40	201.50	148.40
1998	116.30	156.20	22.60	31.00	1.60	1.90	0.00	1.60	4.30	49.80	49.70	58.90
1999	89.30	92.20	92.00	42.80	1.30	3.40	1.00	0.00	43.10	18.80	39.70	119.50
2000	197.40	197.90	119.30	10.90	2.60	5.80	2.70	4.50	10.70	49.30	29.30	82.00
2001	233.00	173.10	137.40	36.40	11.50	0.00	17.40	10.20	20.60	33.30	96.90	89.40
2002	134.50	184.60	112.70	21.60	16.20	2.90	27.10	3.70	10.30	78.70	97.80	132.40
2003	163.90	135.50	142.90	56.50	2.00	6.40	0.00	21.30	3.70	34.60	23.10	123.80
2004	173.70	125.80	66.50	21.00	2.40	20.50	17.00	9.00	21.70	25.60	60.90	87.90
2005	140.80	130.60	120.20	33.10	3.20	0.40	1.20	4.00	4.30	39.10	59.30	102.50
2006	203.40	155.50	145.90	40.90	0.20	4.90	0.00	10.90	7.30	72.50	67.80	147.20
2007	140.80	59.70	107.30	95.60	5.90	0.00	4.00	0.00	1.00	29.90	89.40	89.40
2008	108.90	109.20	64.40	7.60	8.70	2.10	0.00	3.90	13.80	51.70	90.20	131.90
2009	112.50	108.30	79.10	21.30	5.30	0.00	3.30	0.70	15.10	8.30	88.70	82.90
2010	268.50	168.30	129.20	16.60	1.30	0.00	1.40	4.70	8.20	70.00	40.00	172.70
2011	103.40	179.30	131.90	67.60	3.90	3.20	3.70	0.00	38.90	38.20	60.20	110.20
2012	70.50	167.70	41.70	48.10	4.50	1.20	0.00	0.10	18.40	19.50	138.20	172.50
2013	180.50	197.20	75.50	13.00	25.30	6.10	2.00	12.40	6.30	105.00	86.00	159.40
2014	161.90	116.50	36.50	35.00	10.10	0.00	3.20	5.80	12.60	29.90	152.10	152.10
2015	169.80	146.50	66.70	69.80	18.60	3.90	10.30	4.60	16.10	19.10	48.60	113.00
2016	104.00	153.10	54.30	24.40	3.00	0.00	4.50	0.50	7.00	79.50	28.00	89.80
2017	111.20	122.80	47.50	11.20	5.90	0.00	8.40	19.00	33.70	61.40	101.70	95.00
2018	154.76	162.30	146.27	20.30	0.20	16.00	11.60	7.10	9.10	84.80	80.80	95.00
Med. DATOS	54.00	54.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	53.00	54.00	55.00
ME.DIA	145.14	123.16	28.44	40.72	6.52	3.82	6.26	4.97	17.55	48.56	70.34	110.35
DESV.STD	45.89	31.31	34.50	23.23	6.05	6.15	6.44	7.20	12.55	24.95	33.62	34.06
C.V.	0.32	0.25	0.35	0.57	0.93	1.60	1.63	1.21	0.71	0.51	0.48	0.31
MIN	92.10	58.70	22.60	7.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.90	0.00	54.40
MAX	268.50	184.60	173.90	108.90	25.30	31.80	30.90	34.60	51.10	114.60	201.50	201.50

Nota: Tomada de SENAMHI

La información sobre la precipitación total mensual sirve para determinar la oferta hídrica de la microcuenca, previa regionalización de los datos.

3.3. Precipitación máxima mensual

Tabla 15. Precipitación máxima mensual – Estación Kayra (1964-2018)

UNIVERSIDAD CONTINENTAL													
FACULTAD DE INGENIERÍA													
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL													
													
Tesis: "Determinación del impacto del aumento de temperatura generado por el cambio climático en la balance hídrico de la microcuenca de la laguna de Piray durante el periodo 2000-2020"													
DATOS GENERALES DE LA ESTACIÓN													
NOMBRE:	ESTACIÓN KAYRA							TIPO:	METEOROLÓGICA				
LATITUD:	13° 33' 24.7"							DEPARTAMENTO:	CUSCO				
LONGITUD:	71° 52' 29.8"							PROVINCIA:	CUSCO				
ALTITUD:	3219							DISTRITO:	SAN JERÓNIMO				
PARÁMETRO:	PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS							PERIODO:	1964-2018				
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
1964		23.00	11.00	10.00	5.90	0.00	0.00	0.00	0.00	12.60	0.00	16.30	
1965	16.30	21.60	19.90	31.40	5.10	0.00	0.20	1.00	12.30	8.10	8.50	24.80	
1966	20.10	38.00	19.00	8.40	10.60	0.00	0.00	1.00	9.40	9.90	11.20	11.80	
1967	17.30	42.10	15.60	8.20	0.60	0.60	7.20	9.00	10.50	17.40	12.90	13.90	
1968	24.60	18.90	21.60	9.10	2.00	5.30	20.90	2.70	5.00	15.20	17.90	8.70	
1969	25.10	23.10	17.00	9.00	1.70	1.80	7.20	3.30	8.80	17.90	17.50	12.90	
1970	44.80	17.90	17.90	13.60	0.80	0.90	1.70	1.30	19.30	10.70	10.70	32.00	
1971	27.30	23.30	14.70	10.00	0.80	0.10	0.00	1.90	3.00	13.20	9.00	36.10	
1972	36.60	29.00	10.30	7.00	2.00	0.00	4.60	7.10	6.70	2.20	8.20	19.20	
1973	28.40	24.20	18.60	24.00	4.50	0.00	5.90	7.20	3.20	12.80	15.50	15.20	
1974	12.60	17.60	20.20	11.20	3.40	5.30	1.00	9.40	4.60	22.80	12.30	22.00	
1975	24.60	15.40	18.10	15.90	6.00	0.40	0.30	0.40	25.00	13.00	14.40	16.90	
1976	13.40	15.80	20.00	12.70	5.90	5.20	0.50	1.00	7.60	16.20	12.80	18.80	
1977	33.90	20.30	22.00	16.00	7.10	0.00	2.20	0.00	10.70	19.10	16.50	18.30	
1978	27.20	16.40	21.10	20.20	7.10	0.00	3.40	0.00	6.00	7.40	21.40	19.30	
1979	20.00	39.00	12.80	15.10	3.90	0.00	0.90	4.30	10.50	8.20	17.10	12.70	
1980	23.90	38.20	27.10	10.40	3.70	0.00	5.10	0.40	4.80	11.00	9.60	19.50	
1981	28.60	10.40	15.80	22.40	1.80	3.90	0.00	4.00	7.60	40.20	25.20	19.10	
1982	27.40	16.00	29.60	17.10	0.00	5.00	3.40	1.40	3.20	13.40	21.40	18.00	
1983	17.40	21.40	13.10	7.50	2.80	2.60	0.50	0.30	4.40	8.20	10.50	20.70	
1984	36.50	19.40	14.30	25.90	0.00	0.90	1.00	7.00	2.10	18.60	9.60	31.40	
1985	18.10	31.20	24.60	5.00	6.20	4.80	0.90	0.00	13.00	13.10	13.60	20.10	
1986	12.50	26.20	14.30	20.80	2.80	0.00	1.80	2.60	3.40	8.00	18.00	27.50	
1987	42.10	11.20	19.90	4.40	1.00	0.80	4.60	0.00	4.10	4.90	18.00	20.40	
1988	28.40	14.30	35.20	23.80	1.80	0.00	0.00	0.00	7.70	20.20	18.40	25.20	
1989	21.20	41.90	15.50	16.30	3.60	6.10	0.00	3.80	16.00		14.00	24.10	
1990	26.50	20.30	11.30	8.90	3.60	9.30	0.00	3.60	5.30	14.00	14.50	19.50	
1991	25.50	37.60	37.10	14.20	4.80	2.70	1.50	0.00	12.80	13.40	17.50	25.20	
1992	13.90	18.80	21.20	6.80	0.00	19.10	0.00	14.00	5.20	16.20	22.60	15.40	
1993	48.30	17.40	24.20	2.90	0.90	0.00	1.50	5.30	6.90	14.60	15.60	44.10	
1994	39.60	30.00	20.40	12.30	8.60	0.00	0.00	0.00	10.50	17.40	7.10	28.30	
1995	23.20	18.30	14.30	6.80	0.00	0.00	0.40	1.20	19.80	8.30	34.60	20.70	
1996	24.60	17.30	31.30	7.40	6.00	0.00	0.00	3.00	8.30	11.60	10.50	23.80	
1997	20.10	18.20	24.90	9.50	4.10	0.00	0.00	3.30	5.10	12.90	47.00	30.00	
1998	35.90	23.10	4.90	11.70	1.00	1.90	0.00	1.50	3.30	11.10	18.90	14.10	
1999	12.70	14.90	17.00	13.60	1.30	3.20	1.00	0.00	10.90	7.20	19.30	16.40	
2000	25.50	24.90	22.60	5.70	0.80	4.50	1.50	2.40	4.90	9.50	17.50	11.40	
2001	15.60	31.00	21.40	10.60	4.30	0.00	9.90	3.60	5.40	15.90	23.10	11.60	
2002	21.20	25.10	13.30	8.10	5.70	1.00	6.90	2.40	2.60	15.20	26.70	23.50	
2003	24.60	24.00	18.00	39.10	1.00	6.40	0.00	10.80	1.70	10.20	7.00	23.40	
2004	24.50	30.80	12.60	6.40	1.40	12.60	8.00	4.90	7.30	14.70	11.00	25.20	
2005	23.00	13.20	27.80	23.20	2.00	0.40	1.20	2.20	2.10	13.60	11.70	17.20	
2006	37.30	51.60	26.40	30.20	0.20	4.00	0.00	5.40	4.10	15.00	12.60	15.30	
2007	26.70	13.70	19.70	32.90	3.40	0.00	0.00	3.00	0.00	1.00		16.90	
2008	25.60	27.90	11.20	5.60	2.80	1.00	0.00	2.00	8.30	11.20	24.50	16.40	
2009	27.80	17.80	23.60	5.90	2.50	0.00	1.80	0.40	7.60	2.20	24.10	11.90	
2010	41.20	25.70	25.70	5.10	1.30	0.00	1.40	2.60	3.00	18.60	10.90	35.90	
2011	22.60	22.00	25.00	15.60	1.70	3.20	3.00	0.00	9.60	18.90	29.80	14.60	
2012	14.80	47.00	8.10	28.40	3.40	1.20	0.00	0.10	10.30	9.20	30.70	24.30	
2013	20.50	21.10	18.70	4.50	14.60	3.00	1.00	6.20	2.70	17.90	13.70	27.20	
2014	31.10	21.90	8.80	16.90	4.40	0.00	1.40	3.00	7.00		15.80	35.60	
2015	38.30	23.60	9.70	12.50	8.00	2.30	5.50	3.00	6.20	6.30	16.50	23.10	
2016	19.10	24.20	9.00	5.40	3.00	0.00	4.50	0.50	2.90	22.70	12.80	14.50	
2017	24.60		24.90	9.80	5.90	5.80	0.00	7.00	12.70	7.10	14.80	12.90	
2018	20.06	27.70	33.90	12.50	0.20	11.60	5.10	3.30	4.50	20.00	13.60		
Nro. DATOS	54.00	54.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	52.00	54.00	54.00	
MEDIA	25.61	24.17	19.21	13.60	3.42	2.49	2.40	2.93	7.29	13.45	16.45	20.80	
DESV. STD	8.62	9.12	7.06	8.27	2.91	3.75	3.57	3.11	4.92	6.13	7.73	7.37	
C.V.	0.34	0.38	0.37	0.61	0.85	1.51	1.49	1.06	0.68	0.46	0.47	0.35	
MIN	12.50	10.40	4.90	2.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.20	0.00	8.70	
MAX	48.50	51.60	37.10	39.10	14.60	19.10	20.90	14.00	25.00	40.20	47.00	44.10	

Nota: Tomada de SENAMHI

La información correspondiente a la precipitación máxima mensual sirve para evaluar la escorrentía de la zona de estudio.

3.4. Temperatura media mensual

Tabla 16. Temperatura media mensual – Estación Kayra (1970-2018)

		UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL										
Tesis: "Determinación del impacto del aumento de temperatura generado por el cambio climático en la balance hídrico de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020"												
DATOS GENERALES DE LA ESTACIÓN												
NOMBRE:	ESTACIÓN KAYRA						TIPO:	METEOROLÓGICA				
LATITUD:	13° 33' 24.7"						DEPARTAMENTO:	CUSCO				
LONGITUD:	71° 52' 29.8"						PROVINCIA:	CUSCO				
ALTITUD:	3219						DISTRITO:	SAN JERÓNIMO				
PARÁMETRO:	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)						PERIODO:	1964-2018				
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1970	13.06	13.22	12.34	12.05	10.11	9.18	7.94	9.44	10.83	12.86	13.07	12.24
1971	12.58	12.10	12.05	10.88	9.68	8.79	8.56	10.30	11.66	12.12	13.00	12.36
1972	12.44	12.80	12.64	12.30	10.30	9.06	9.71	10.44	11.04	13.20	13.90	13.79
1973	13.36	14.09	13.71	12.45	10.48	9.33	9.25	10.75	11.96	13.68	13.89	13.13
1974	12.38	12.90	13.15	11.77	10.11	8.93	8.47	8.91	11.35	12.59	12.90	12.84
1975	11.98	12.37	12.44	11.93	10.29	8.91	8.27	9.90	11.31	12.48	12.91	12.63
1976	12.69	12.82	12.41	11.39	9.80	9.10	9.27	9.73	11.10	13.53	13.13	13.61
1977	13.52	12.66	13.11	11.84	10.29	8.73	9.18	10.47	12.30	13.21	13.47	13.30
1978	12.95	13.62	13.30	11.99	10.79	9.18	8.20	9.15	11.96	12.94	13.72	13.66
1979	13.27	13.39	12.79	11.77	10.77	9.58	9.26	10.76	13.20	13.63	14.32	13.83
1980	14.04	13.80	13.34	11.30	10.26	9.76	9.04	11.27	11.86	13.45	14.00	14.04
1981	13.35	13.34	13.34	11.15	10.98	8.87	8.90	9.36	10.81	13.01	14.00	13.16
1982	13.56	13.56	13.33	12.10	9.74	9.39	9.85	10.77	12.12	13.55	13.63	13.99
1983	14.76	14.55	14.50	13.62	11.58	10.59	10.57	11.65	12.00	13.35	13.91	13.44
1984	12.91	12.97	13.33	12.51	11.22	9.80	9.48	10.56	11.78	12.75	13.23	13.40
1985	13.56	12.62	13.55	12.48	10.70	8.66	8.53	10.71	11.87	13.03	13.08	13.13
1986	13.50	13.59	13.14	12.49	10.35	9.26	9.31	11.24	12.34	13.01	13.60	14.23
1987	14.28	14.51	14.07	13.16	11.24	10.05	9.89	11.77	13.32	13.90	14.78	14.44
1988	14.07	14.38	13.90	12.94	11.36	9.64	9.25	11.30	12.77	13.95	13.97	13.43
1989	13.19	12.71	12.78	12.54	10.64	10.49	9.10	10.67	12.79	13.40	13.03	14.03
1990	13.79	13.42	12.81	12.67	10.75	9.44	9.33	10.31	12.41	13.27	13.62	13.42
1991	14.13	13.62	13.32	12.07	10.83	9.76	8.70	9.47	11.22	13.29	13.00	13.06
1992	13.41	13.71	12.99	12.18	11.44	9.84	8.25	9.92	12.39	12.64	13.56	13.32
1993	12.92	13.31	12.54	12.22	10.97	9.49	9.49	9.65	11.47	13.33	13.99	13.73
1994	13.25	13.73	13.43	12.50	10.93	9.02	9.17	10.18	12.40	13.51	14.04	14.26
1995	14.02	13.88	13.55	12.65	10.90	10.12	10.73	11.59	12.09	13.99	13.84	13.57
1996	13.33	13.48	13.60	12.60	11.40	9.48	9.15	11.12	12.72	13.65	13.55	13.55
1997	13.52	13.13	13.20	11.84	10.60	9.46	9.77	10.42	12.33	14.26	14.64	14.70
1998	15.06	15.38	14.68	13.80	11.41	10.53	10.25	12.07	12.92	14.30	14.05	13.62
1999	13.93	13.39	13.11	12.47	11.32	9.85	8.69	10.63	12.35	12.92	13.87	13.80
2000	13.17	13.21	12.78	12.84	11.30	9.92	9.64	11.23	12.66	13.09	14.37	13.32
2001	13.16	12.82	13.30	11.68	10.87	9.59	9.81	9.67	12.60	13.70	14.43	14.01
2002	13.90	13.39	13.54	12.46	10.65	10.63	9.31	10.54	12.82	13.98	13.80	14.12
2003	14.05	14.44	13.92	12.57	11.41	10.11	9.75	11.06	12.01	13.77	14.37	14.31
2004	14.23	14.01	13.54	12.78	11.18	9.30	9.48	10.00	12.73	13.91	14.08	14.10
2005	14.33	16.80	13.82	12.50	10.87	9.73	9.65	11.17	12.21	13.76	14.05	14.10
2006	13.24	13.97	13.43	12.46	9.83	10.21	9.34	11.77	12.85	13.48	13.54	13.35
2007	14.35	14.01	13.55	12.26	11.13	9.82	9.83	11.35	11.82			13.53
2008	12.63	12.79	12.12	11.77	10.45	9.98	9.69	11.35	12.18	13.47	14.02	13.53
2009	12.92	12.63	12.71	12.31	10.60	10.03	10.10	11.17	13.19	14.46	15.04	13.90
2010	13.48	13.46	13.33	12.64	11.66	11.01	10.69	11.07	13.24	13.99	14.43	13.71
2011	13.31	12.52	13.04	12.21	10.70	10.32	9.51	11.50	12.02	13.21	14.57	13.01
2012	13.44	12.54	12.65	11.96	10.44	10.10	10.07	11.06	12.60	14.71	14.80	13.43
2013	13.08	13.24	13.36	11.96	11.45	9.47	9.60	11.11	12.92	13.94	14.33	13.27
2014	13.57	13.28	13.13	12.20	11.11	10.76	9.84	10.93	12.83	13.63	14.78	14.15
2015	13.18	13.48	13.32	12.28	11.19	10.46	9.42	11.05	13.05	13.51	14.85	14.10
2016	15.19	15.25	14.95	13.61	11.74	10.54	10.33	11.90	12.99	12.51	14.50	13.89
2017	13.96	14.15	13.59	13.24	11.48	10.37	10.33	11.79	13.14	13.38	14.38	14.40
2018	13.41	14.62	13.81	12.78	11.12	9.52	9.55	11.16	12.62	13.70	15.00	
Nº DAT	54.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	54.00	54.00	54.00
MEDIA	13.42	13.49	13.18	12.23	10.72	9.59	9.30	10.63	12.18	13.36	13.84	13.54
DESV.ST	0.68	0.83	0.64	0.64	0.62	0.67	0.70	0.79	0.68	0.56	0.66	0.56
C.V.	0.05	0.06	0.05	0.05	0.06	0.07	0.08	0.07	0.06	0.04	0.05	0.04
MIN	11.98	12.10	11.83	10.74	8.80	8.00	7.94	8.91	10.81	12.12	12.00	12.24
MAX	15.19	16.80	14.95	13.80	11.74	11.01	10.73	12.07	13.32	14.71	15.04	14.70

Nota: Tomada de SENAMHI

La información correspondiente a la temperatura media mensual sirve para determinar la evapotranspiración de la microcuenca, así como la evaporación de la misma.

3.5. Temperatura máxima mensual

Tabla 17. *Temperatura máxima mensual – Estación Kayra (1963-2018)*

UNIVERSIDAD CONTINENTAL													
FA FACULTAD DE INGENIERÍA													
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL													
"Determinación del impacto del aumento de temperatura generado por el cambio climático en la balance hídrico en la microcuenca de la laguna de Pinay durante el periodo 2000-2020"													
DATOS GENERALES DE LA ESTACIÓN													
NOMBRE:	ESTACIÓN KAYRA								TIPO:	METEOROLÓGICA			
LATITUD:	13° 33' 24.7"								DEPARTAMENTO:	CUSCO			
LONGITUD:	71° 52' 28.8"								PROVINCIA:	CUSCO			
ALTITUD:	2219								DISTRITO:	SAN JERÓNIMO			
PARÁMETRO:	TEMPERATURA MÁXIMA MENSUAL (°C)								PERIODO:	1964-2018			
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1964	20.90	18.70	19.60	18.80	20.10	19.50	20.00	20.20	20.20	19.40	19.40	19.40	
1965	19.00	18.40	17.90	19.20	20.20	19.70	18.90	19.70	19.10	21.60	21.00	19.50	
1966	20.30	19.30	19.60	20.90	18.90	20.60	20.80	21.00	20.50	19.80	22.00	19.70	
1967	20.00	19.00	18.30	19.90	19.80	19.50	18.30	18.60	19.80	19.40	20.70	18.90	
1968	18.30	18.30	18.40	19.20	19.00	19.40	17.90	19.30	20.40	19.70	19.40	20.60	
1969	18.60	18.90	20.10	20.20	20.60	19.90	19.30	20.30	20.20	21.50	21.20	19.20	
1970	18.70	19.00	18.80	18.80	20.20	19.90	18.60	20.30	18.70	21.40	22.00	18.40	
1971	19.00	17.60	19.20	19.60	20.00	19.10	19.80	20.40	21.70	20.20	21.00	18.60	
1972	18.20	18.80	18.70	20.20	20.00	20.00	20.50	19.90	19.50	21.30	21.10	20.80	
1973	18.40	19.50	19.70	19.50	20.10	20.00	18.70	20.10	20.10	21.60	20.90	19.40	
1974	17.40	18.20	19.80	19.20	20.60	19.10	19.80	17.10	20.20	20.10	20.90	19.80	
1975	17.80	18.00	18.50	20.00	18.40	18.70	19.60	20.30	19.80	20.40	20.20	19.00	
1976	18.25	18.70	19.35	19.87	19.09	19.16	19.76	19.31	18.86	22.86	21.49	20.16	
1977	20.20	18.21	19.41	20.35	20.04	20.29	19.51	21.16	20.74	21.52	19.62	19.91	
1978	18.34	20.13	19.69	19.45	20.37	20.08	19.44	20.25	20.51	21.62	20.68	19.80	
1979	19.44	19.69	18.84	19.93	21.38	21.78	20.54	21.62	22.92	22.33	21.96	20.55	
1980	20.66	20.34	19.47	20.69	21.26	21.85	19.71	21.60	21.24	20.40	22.32	21.60	
1981	19.00	19.07	20.08	19.00	21.31	20.42	20.83	19.12	18.90	20.38	20.32	19.28	
1982	19.03	20.14	19.31	19.91	20.56	19.76	20.95	20.57	20.68	20.94	19.67	21.07	
1983	21.94	21.54	22.18	22.47	21.76	20.78	21.59	21.78	20.80	22.05	22.40	20.86	
1984	17.90	17.98	19.61	19.88	21.32	19.70	20.86	20.16	21.63	19.48	19.73	20.45	
1985	19.86	18.88	20.21	19.98	20.25	18.80	19.65	21.30	19.82	21.71	20.03	20.06	
1986	20.57	19.79	19.34	20.68	20.45	21.64	20.03	21.24	21.38	22.55	22.58	21.42	
1987	20.47	21.96	22.29	22.53	21.93	21.08	21.43	23.70	22.88	22.72	22.15	22.29	
1988	20.53	22.02	19.87	20.37	21.47	21.31	21.68	23.75	21.71	22.98	22.22	20.50	
1989	19.07	19.44	19.57	20.37	20.65	20.34	20.29	20.72	21.64	21.40	21.46	21.65	
1990	20.10	20.84	20.85	21.03	20.63	18.08	19.68	20.34	21.64	20.33	20.08	20.01	
1991	21.07	20.28	20.02	20.32	20.84	20.27	20.16	20.88	20.39	20.92	19.78	20.69	
1992	20.06	20.35	20.63	21.46	22.70	19.61	19.14	19.12	21.51	20.61	21.48	21.18	
1993	18.89	19.88	19.20	19.69	20.75	21.07	19.95	19.65	20.08	21.20	20.53	20.04	
1994	19.46	19.99	20.08	19.58	20.84	20.30	20.64	21.45	21.08	21.29	21.39	20.98	
1995	20.67	20.41	19.45	21.43	21.84	20.65	21.13	22.37	21.22	22.51	21.56	20.88	
1996	19.44	19.72	20.43	20.17	20.93	20.47	20.45	20.03	21.42	21.90	20.90	19.60	
1997	19.36	18.95	19.60	20.20	20.08	20.74	20.85	19.27	21.20	22.50	21.86	21.82	
1998	21.87	22.04	22.08	22.66	22.49	20.73	21.80	22.10	22.90	21.91	21.67	21.03	
1999	20.42	19.40	19.36	19.98	20.79	20.95	19.86	22.10	21.22	21.39	22.77	20.69	
2000	19.34	19.25	19.35	21.23	21.82	20.44	19.97	20.91	22.29	20.77	23.91	21.09	
2001	18.39	18.49	19.45	19.97	20.30	20.30	20.08	20.51	21.72	21.65	21.96	21.42	
2002	20.81	18.75	19.84	19.84	20.77	20.71	18.23	20.62	21.71	21.82	21.70	20.73	
2003	20.62	20.78	19.90	21.05	21.14	21.23	21.15	20.93	21.76	23.22	23.18	21.12	
2004	20.22	20.83	21.19	21.60	21.71	20.07	19.86	19.74	21.35	22.26	22.14	21.78	
2005	21.00	21.80	20.70	21.06	21.95	21.27	21.49	22.34	21.66	21.18	21.96	20.90	
2006	19.10	20.68	19.92	20.44	21.10	20.35	21.34	21.84	22.26	21.15	20.80	20.41	
2007	20.99	20.49	19.79	20.11	20.59	21.70	20.28	22.52	21.42			20.90	
2008	19.04	20.52	19.68	21.14	21.00	21.16	21.39	22.45	22.41	21.51	22.38	20.52	
2009	20.01	20.19	20.81	21.34	21.52	21.82	20.79	22.80	23.24	24.14	22.44	20.90	
2010	20.43	21.08	21.37	22.17	21.85	22.11	22.41	23.43	23.57	22.62	23.13	21.09	
2011	20.74	18.92	20.00	21.04	21.29	21.59	20.47	22.45	21.92	22.39	23.49	19.80	
2012	20.73	19.32	20.76	20.93	21.51	21.13	22.08	23.36	23.85	24.05	23.14	20.63	
2013	20.78	20.85	21.73	23.17	22.40	20.10	21.01	22.05	23.64	22.48	22.85	21.00	
2014	21.27	21.10	21.58	21.23	21.01	22.56	21.07	20.89	21.02	21.75	22.81	21.35	
2015	19.83	20.82	20.79	19.56	20.46	21.59	21.46	21.95	22.44	21.97	22.50	20.93	
2016	22.33	21.15	22.92	22.04	22.51	21.58	21.72	22.35	22.74	21.09	23.10	20.89	
2017	20.13	21.18	20.50	20.69	19.94	21.08	21.69	22.29	21.39	21.92	22.23	21.42	
2018	19.80	21.03	20.22	20.85	21.25	19.42	19.75	20.44	22.20	22.10	22.40		
Nm. DATO	54.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	54.00	54.00	54.00	
MEDIA	19.78	19.87	19.98	20.50	20.81	20.47	20.32	20.99	21.26	21.53	21.57	20.49	
DESV. STD	1.12	1.15	1.05	0.98	0.95	0.94	1.03	1.36	1.23	1.05	1.14	0.87	
C.V.	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.05	0.05	0.04	
MIN	17.40	17.60	17.90	18.80	18.40	18.08	17.90	17.10	18.70	19.40	19.40	18.40	
MAX	22.33	22.04	22.92	23.17	22.70	22.56	22.41	23.75	23.85	24.14	23.91	22.29	

Nota: Tomada de SENAMHI

La información correspondiente a la temperatura máxima mensual sirve para determinar la evapotranspiración de la microcuenca, así como la modelación vía Lutz Scholz.

3.6. Temperatura mínima mensual

Tabla 18. Temperatura mínima mensual – Estación Kayra (1963-2018)

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL													
"Determinación del impacto del aumento de temperatura generado por el cambio climático en la balance hídrico de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020"													
DATOS GENERALES DE LA ESTACIÓN													
NOMBRE:	ESTACIÓN KAYRA <th>TIPO:</th> <td colspan="6">METEOROLÓGICA</td>						TIPO:	METEOROLÓGICA					
LATITUD:	13° 33' 24.7"						DEPARTAMENTO:	CUSCO					
LONGITUD:	71° 52' 29.8"						PROVINCIA:	CUSCO					
ALTITUD:	3019						DISTRITO:	SAN JERÓNIMO					
PARÁMETRO:	TEMPERATURA MÍNIMA MENSUAL (°C)						PERIODO:	1964-2018					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1964	6.73	6.65	4.41	0.75	-4.07	-4.10	0.13	3.44	4.73	4.64	6.09		
1965	6.31	7.34	5.75	3.20	-0.95	-3.41	-2.27	-0.89	3.21	5.14	6.09	7.06	
1966	5.96	7.07	5.29	1.68	0.79	-2.90	-3.27	-0.43	2.18	5.83	6.34	5.68	
1967	5.83	7.26	6.83	3.35	1.67	-2.09	-2.05	0.87	3.24	5.14	4.70	6.11	
1968	6.24	7.28	5.74	2.27	-1.41	-2.20	-1.45	1.60	2.81	5.30	6.44	5.77	
1969	6.30	6.58	6.63	3.73	0.47	-1.31	-2.06	-1.15	2.81	4.72	5.09	6.58	
1970	7.41	7.44	5.88	5.29	0.02	-1.55	-2.73	-1.42	2.96	4.31	4.14	6.08	
1971	6.16	6.59	4.89	2.16	-0.65	-1.53	-2.68	0.20	1.61	4.04	5.00	6.11	
1972	6.68	6.79	6.57	4.40	0.59	-1.89	-1.08	0.97	2.57	5.10	6.69	6.78	
1973	8.52	8.67	7.71	5.39	0.85	-1.34	-0.21	1.39	3.81	5.75	6.87	6.85	
1974	7.35	7.59	6.49	4.33	-0.38	-1.24	-2.86	0.71	2.49	5.08	4.90	5.87	
1975	6.15	6.73	6.37	3.86	2.18	-0.88	-3.06	-0.51	2.82	4.55	5.62	6.26	
1976	7.13	6.93	5.47	2.90	0.51	-0.97	-1.23	0.15	3.33	4.20	4.76	7.06	
1977	6.84	7.10	6.81	3.32	0.53	-2.84	-1.16	-0.23	3.85	4.89	7.31	6.68	
1978	7.55	7.10	6.91	4.53	1.20	-1.72	-3.04	-1.96	3.41	4.25	6.75	7.51	
1979	7.09	7.09	6.74	3.61	0.15	-2.62	-2.03	-0.11	3.48	4.92	6.67	7.10	
1980	7.41	7.26	7.20	1.91	-0.74	-2.34	-1.64	0.94	2.47	6.30	5.67	6.47	
1981	7.69	7.60	6.59	3.29	0.64	-2.68	-3.04	-0.40	2.71	5.63	7.67	7.04	
1982	8.08	6.98	7.35	4.29	-1.08	-0.99	-1.25	0.96	3.55	6.16	7.59	6.90	
1983	7.38	7.55	6.82	4.77	1.39	0.39	-0.46	1.52	3.20	4.65	5.42	6.02	
1984	7.92	7.96	7.04	5.14	1.11	-0.10	-1.91	0.95	1.93	6.02	6.72	6.34	
1985	7.26	6.36	6.88	4.97	1.14	-1.48	-2.60	0.12	3.91	4.35	6.12	6.19	
1986	6.42	7.39	6.94	4.30	0.25	-3.13	-1.42	1.24	3.30	3.46	4.61	7.03	
1987	8.08	7.06	5.84	3.79	0.55	-0.99	-1.65	-0.17	3.76	5.08	7.40	6.58	
1988	7.60	6.73	7.92	5.50	1.25	-2.03	-3.19	-1.15	3.82	4.91	5.71	6.35	
1989	7.31	5.98	5.99	4.70	0.62	0.64	-2.09	0.61	3.94	5.40	4.60	6.40	
1990	7.48	5.99	4.77	4.31	0.86	0.79	-1.02	0.28	3.17	6.21	7.16	6.83	
1991	7.19	6.96	6.61	3.81	0.82	-0.75	-2.77	-1.94	2.05	5.66	6.21	5.43	
1992	6.75	7.07	5.34	2.90	0.18	0.07	-2.64	0.72	3.27	4.67	5.64	5.45	
1993	6.95	6.74	5.87	4.74	1.19	-2.09	-0.97	-0.36	2.85	5.45	7.45	7.41	
1994	7.04	7.47	6.77	5.41	1.02	-2.27	-2.30	-1.10	3.71	5.73	6.69	7.54	
1995	7.36	7.34	7.65	3.87	-0.05	-0.42	0.32	0.81	2.95	5.47	6.12	6.26	
1996	7.21	7.24	6.77	5.03	1.86	-1.51	-2.15	2.21	4.02	5.40	6.20	7.50	
1997	7.67	7.31	6.79	3.47	1.11	-1.82	-1.32	1.57	3.46	6.02	7.42	7.57	
1998	8.25	8.71	7.27	4.94	0.32	0.32	-1.30	2.04	2.93	6.68	6.43	6.21	
1999	7.44	7.37	6.86	4.95	1.85	-1.26	-2.48	-0.85	3.47	4.45	4.96	6.90	
2000	6.99	7.16	6.21	4.45	0.77	-0.61	-0.70	1.55	3.02	5.41	4.83	5.54	
2001	7.92	7.15	7.14	3.39	1.43	-1.13	-0.46	-1.18	3.48	5.75	6.90	6.60	
2002	6.99	8.02	7.23	5.07	0.52	0.55	0.39	0.45	3.92	6.14	5.89	7.51	
2003	7.47	8.09	7.93	4.09	1.68	-1.01	-1.66	1.19	2.26	4.32	5.56	7.49	
2004	8.24	7.19	5.88	3.96	0.64	-1.47	-0.90	0.25	4.11	5.55	6.01	6.41	
2005	7.65	7.50	6.93	3.93	-0.21	-1.81	-2.19	-0.01	2.75	6.33	6.13	7.29	
2006	7.38	7.26	6.94	4.48	-1.45	0.06	-2.67	1.70	3.43	5.81	6.27	6.29	
2007	7.71	7.52	7.31	4.41	1.66	-2.06	-0.63	0.17	2.22	4.70	5.80	6.15	
2008	7.67	6.22	5.50	3.46	0.23	-1.28	-2.04	0.52	2.51	5.66	5.53	7.28	
2009	7.08	6.84	5.84	4.43	0.37	-1.77	-0.55	0.33	3.17	4.35	7.81	7.20	
2010	7.39	7.09	7.47	4.38	2.28	0.01	-0.72	-0.92	3.02	5.92	5.53	7.23	
2011	7.16	7.84	7.05	4.61	0.05	-1.23	-0.81	0.83	3.83	5.34	5.62	6.24	
2012	6.75	7.28	5.83	4.44	-0.05	-0.82	-2.11	-0.85	2.64	5.21	6.82	7.91	
2013	6.57	7.86	7.21	2.37	1.21	-0.41	-1.53	0.45	2.15	6.08	6.19	6.98	
2014	7.40	7.00	6.06	4.01	2.07	-0.10	-0.55	0.61	4.24	5.95	6.48	7.85	
2015	7.55	7.15	6.88	6.09	2.95	0.58	-1.10	1.00	4.38	5.05	7.19	7.27	
2016	8.05	9.34	6.97	5.18	0.97	-0.30	-1.07	1.45	3.23	3.92	5.90	6.88	
2017	7.79	7.12	6.68	5.79	3.01	-0.34	-1.03	1.28	4.88	4.83	6.53	7.38	
2018	7.01	8.20	7.39	4.71	0.98	-0.38	-0.65	1.87	3.03	6.70	7.50		
Nro.DATOS	5400	5500	5500	5500	5500	5500	5500	5500	5500	5500	5500	5400	
MEDIA	7.24	7.26	6.59	4.14	0.72	-1.24	-1.68	0.33	3.18	5.25	6.11	6.69	
DEV. STL	0.60	0.62	0.74	0.97	0.96	1.10	0.98	1.02	0.67	0.74	0.93	0.63	
C.V.	0.08	0.08	0.11	0.23	1.33	-0.89	-0.58	3.12	0.21	0.14	0.15	0.09	
MIN	5.83	5.98	4.77	1.68	-1.45	-4.07	-4.10	-1.96	1.61	3.46	4.14	5.43	
MAX	8.32	9.34	7.93	6.09	3.01	0.79	0.39	2.21	4.88	6.70	7.81	7.91	

Nota: Tomada de SENAMHI

La información correspondiente a la temperatura mínima mensual sirve para determinar la evapotranspiración de la microcuenca, así como la modelación vía Lutz Scholz.

3.7. Evaporación promedio mensual

Tabla 19. *Evaporación promedio mensual – Estación Piuray (2013-2018)*

		UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL										
		"Determinación del impacto del aumento de temperatura generado por el cambio climático en la balance hídrico de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020"										
DATOS GENERALES DE LA ESTACIÓN												
NOMBRE:	ESTACIÓN PIURAY						TIPO:	METEOROLÓGICA				
LATITUD:	-13°25'15.9"						DEPARTAMENTO:	CUSCO				
LONGITUD:	-72°02'45"						PROVINCIA:	URUBAMBA				
ALTITUD:	3698						DISTRITO:	CHINCHERO				
PARÁMETRO:	EVAPORACIÓN (mm/día)						PERIODO:	2013-2018				
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2013		2.49	2.67	3.06	2.81	2.42	2.78	3.01	3.59	2.91	3.27	2.56
2014	2.52	2.56	2.66	2.59	2.55	2.75	2.79		2.96	3.18	3.44	3.01
2015	2.70	3.03	2.98	2.38	2.52	2.73	3.27	3.54	3.45		3.40	2.97
2016	3.42	2.94	3.51	3.05	3.26	3.15	3.42	3.48	3.82	3.25	3.92	2.91
2017	2.81	3.09								3.42	2.79	3.04
2018	3.71											
Nro.DA	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	5.00	5.00
MEDIA	3.03	2.82	2.96	2.77	2.79	2.76	3.07	3.34	3.46	3.19	3.36	2.90
DESV.S	0.51	0.28	0.40	0.34	0.34	0.30	0.33	0.29	0.36	0.21	0.40	0.20
C.V.	0.17	0.10	0.13	0.12	0.12	0.11	0.11	0.09	0.11	0.07	0.12	0.07
MIN	2.52	2.49	2.66	2.38	2.52	2.42	2.78	3.01	2.96	2.91	2.79	2.56
MAX	3.71	3.09	3.51	3.06	3.26	3.15	3.42	3.54	3.82	3.42	3.92	3.04

Nota: Tomada de SEDACUSCO SAC

La evaporación es el parámetro principal para realizar la medición del impacto de la temperatura en la microcuenca

Tabla 20. Evaporación diaria – Estación Piuray (enero-2016)

DIAS	Temperatura ambiente °C	Promedio de TempMaxima °C	Promedio de TempMinima °C	HR	Total Precipitacion pluvial (mm)	Promedio de RadiacionSolar (Wattios/m2)	Total Evaporacion (mm)
01/12/2016	9.25	9.74	8.64	78.38	4.06	202.38	3.01
02/12/2016	8.61	9.21	8.09	83.08	10.66	176.54	2.46
03/12/2016	9.87	10.50	9.19	82.25	3.30	180.63	2.82
04/12/2016	8.33	8.83	7.85	90.75	20.32	107.50	1.43
05/12/2016	9.88	10.60	9.12	80.75	10.66	302.29	4.40
06/12/2016	9.18	9.69	8.71	83.38	1.26	141.63	2.01
07/12/2016	9.04	9.48	8.51	85.71	0.75	168.00	2.58
08/12/2016	8.34	8.89	7.76	91.83	21.57	144.13	2.00
09/12/2016	8.56	9.11	7.93	88.58	3.30	164.88	2.35
10/12/2016	8.62	9.15	8.19	82.00	0.25	172.63	2.42
11/12/2016	9.94	10.57	9.30	78.92	0.00	227.08	3.36
12/12/2016	9.98	10.40	9.50	80.96	0.76	206.96	2.98
13/12/2016	10.11	11.02	9.20	73.25	0.00	304.67	4.49
14/12/2016	9.64	10.30	8.93	80.08	0.51	170.38	2.66
15/12/2016	8.20	8.51	7.89	86.13	7.37	96.04	1.32
16/12/2016	10.14	10.90	9.46	79.29	1.27	271.83	3.96
17/12/2016	10.88	11.43	10.29	78.46	1.77	185.00	3.09
18/12/2016	11.54	12.35	10.77	74.54	0.25	293.21	4.55
19/12/2016	10.75	11.53	10.12	79.50	1.51	267.00	3.99
20/12/2016	10.17	10.92	9.39	77.13	2.79	249.04	3.66
21/12/2016	10.15	10.83	9.55	78.58	1.01	248.92	3.74
22/12/2016	10.88	11.65	10.07	67.17	0.25	309.67	4.74
23/12/2016	9.00	9.51	8.50	84.17	3.04	139.50	2.07
24/12/2016	8.49	9.21	7.75	85.08	1.27	150.42	2.16
25/12/2016	10.06	10.74	9.38	80.54	1.01	188.17	2.81
26/12/2016	9.15	9.72	8.63	80.50	1.01	131.58	1.84
27/12/2016	10.15	11.01	9.39	75.67	0.25	287.46	4.15
28/12/2016	7.70	8.10	7.33	89.83	9.38	90.63	1.15
29/12/2016	9.30	9.80	8.83	85.38	1.26	136.42	2.06
30/12/2016	9.80	10.55	9.12	82.00	16.76	253.08	3.84
31/12/2016	8.71	9.22	8.27	88.88	6.59	157.79	2.20
Total gener	9.50	10.11	8.89	81.70	134.19	197.59	90.30

Nota: Tomada de SEDACUSCO SAC

La evaporación diaria nos permite evaluar su comportamiento frente a la temperatura diaria dentro de la microcuenca.

3.8. Humedad relativa media mensual

Tabla 21. Humedad relativa media mensual – Estación Kayra (1963-2018)

UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL													
"Determinación del impacto del aumento de temperatura generado por el cambio climático en la balance hídrico de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020"													
DATOS GENERALES DE LA ESTACIÓN													
NOMBRE:	ESTACIÓN KAYRA <th>TIPO:</th> <td colspan="6">METEOROLÓGICA</td>						TIPO:	METEOROLÓGICA					
LATITUD:	13° 33' 24" S <th>DEPARTAMENTO:</th> <td colspan="6">CUSCO</td>						DEPARTAMENTO:	CUSCO					
LONGITUD:	71° 52' 29" S <th>PROVINCIA:</th> <td colspan="6">CUSCO</td>						PROVINCIA:	CUSCO					
ALTITUD:	3219 <th>DISTRITO:</th> <td colspan="6">SAN JERÓNIMO</td>						DISTRITO:	SAN JERÓNIMO					
PARÁMETRO:	HUMEDAD RELATIVA (%) <th>PERIODO:</th> <td colspan="6">1964-2018</td>						PERIODO:	1964-2018					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1964		83.33	82.23	71.03	69.15	55.42	63.27	70.54	77.76	76.42	78.46	70.15	
1965	79.38	81.12	80.63	70.24	47.18	40.21	72.74	47.00	62.73	44.54	64.67	69.56	
1966	71.51	77.05	71.47	66.63	67.93	60.52	59.29	61.60	63.02	65.78	63.97	68.61	
1967	68.14	73.30	76.10	67.38	65.19	62.32	64.56	64.21	61.39	65.28	61.47	68.00	
1968	71.38	74.43	69.77	69.49	64.69	63.08	65.00	65.30	61.65	65.42	68.10	65.75	
1969	71.94	71.56	72.83	55.06	51.80	63.57	52.41	48.52	46.89	45.06	62.90	67.45	
1970	73.47	72.43	72.83	75.21	68.06	50.98	50.39	67.97	49.18	43.16	41.20	46.45	
1971	45.01	48.08	73.21	70.48	64.23	64.95	61.07	61.55	59.72	60.13	57.83	67.91	
1972	47.15	45.63	46.15	46.98		62.62	59.19	61.09	59.83	56.29	62.07	63.44	
1973	77.56	75.77	75.60	75.63	71.77	70.56	65.09	61.09	63.07	64.70	64.15	68.15	
1974	74.16	77.03	72.50	72.19	63.89	63.27	58.44	66.11	56.01	65.67	63.02	69.65	
1975	73.85	73.88	74.14	70.53	73.42	72.20	60.77	62.97	64.12	62.73	65.70	70.43	
1976	74.67	72.87	74.08	71.72	68.62	64.78	61.48	62.89	65.01	60.15	65.64	67.55	
1977	71.96	75.13	87.59	74.90	68.52	69.99	70.46	53.52	59.15	55.46	63.52	63.09	
1978	72.40	68.06	67.07	67.94	62.77	56.93	58.78	51.69	54.43	48.03	58.92	67.47	
1979	70.92	72.64	74.54	75.09	65.76	61.78	60.39	53.73	52.09	50.56	58.69	67.24	
1980	69.93	70.20	74.50	69.65	65.31	59.24	57.65	56.47	56.23	57.65	54.56	61.23	
1981	72.11	72.87	71.77	75.21	61.73	58.02	55.96	59.73	57.81	58.43	63.65	67.60	
1982	72.64	67.84	73.29	71.14	66.51	63.04	57.39	57.85	58.27	59.86	66.29	64.25	
1983	63.98	65.74	64.69	65.18	66.29	66.87	62.11	57.36	54.80	52.17	53.78	60.37	
1984	72.31	74.97	76.46	84.70	83.22	83.95	83.55	82.79	80.90	80.90	70.63	71.55	
1985	76.55	78.79	76.58	77.53	74.36	71.93	70.16	61.08	68.98	74.72	69.96	70.28	
1986	74.64	75.79	79.98	77.30	67.23	69.16	71.53	67.03	65.41	61.87	60.64	65.01	
1987	73.55	69.52	69.76	68.27	69.90	67.17	64.75	59.54	59.49	58.65	63.36	66.42	
1988	74.29	71.64	75.09	76.49	75.61	71.18	69.92	60.23	60.42	58.86	69.88	71.66	
1989	81.20	81.02	80.04	80.04	71.48	70.47	67.54	66.75	65.14	0.00	67.24	61.40	
1990	71.74	68.32	70.32	72.56	68.42	70.88	61.62	57.15	56.37	63.88	70.17	71.00	
1991	69.54	75.15	73.09	74.59	66.46	63.19	57.25	50.81	62.90	61.65	63.00	66.33	
1992	71.66	74.41	76.19	70.89	63.06	62.08	61.77	59.81	55.83	60.99	64.19	69.70	
1993	75.37	78.33	79.87	78.93	70.70	60.87	60.71	59.52	64.27	72.29	79.62	86.05	
1994	85.62	88.17	87.08	85.80	80.16	69.73	65.32	52.43	66.66	74.21	80.97	84.57	
1995	86.69	84.96	88.86	84.72	78.19	77.02	80.31	71.97	71.46	68.62	68.16	73.91	
1996	81.85	78.87	76.95	77.18	71.52	63.70	60.22	65.47	64.27				
1997	77.07	78.57	78.75	74.91	70.68	65.12	66.70	63.93	65.31	64.76	72.69	78.08	
1998	76.44	78.33	77.03	76.40	67.03	72.18		68.53	63.85	69.29	69.89	74.20	
1999	76.35	79.13	81.90	77.70	73.17	69.79	78.41	77.38	84.48	73.74	73.21	80.66	
2000	82.09	84.01	81.66	76.33	72.89	72.52	72.07	71.36	70.26	76.04	70.01	70.92	
2001	78.51	78.65	75.67	73.41	79.65	79.28	81.93	81.32	81.61	82.25	84.80	84.67	
2002	82.17	84.51	86.15	82.12	79.92	79.43	80.97	74.30	74.33	76.90	76.31	80.59	
2003	79.76	80.50	80.97	78.64	77.57	41.83	41.95	74.49	74.26	72.20	72.39	77.73	
2004	77.71	74.79	75.94		72.57	41.09	72.39	73.52	74.61	72.88	73.61	72.54	
2005	77.27	94.00	77.14	72.51	72.26	41.14	40.87	76.47	74.60	75.07	74.33	77.10	
2006	81.49	76.84	79.13	77.22	71.41	74.25	38.68	72.17	73.17	73.26	73.62	76.45	
2007	76.06	74.28	75.41	75.57	72.00	36.49	70.26	67.39	69.11			72.09	
2008	76.35	71.80	72.65	69.23	70.10	69.12	82.70	66.52	67.97	71.74	70.82	74.48	
2009	74.06	73.06	72.39	72.43	69.90	69.54	70.08	67.67	71.33	67.13	69.98	74.02	
2010	76.64	76.51	75.43	73.70	72.87	73.11	74.83	72.24	71.41	71.93	72.68	75.71	
2011	78.34	78.93	77.09	76.59	75.61	71.59	73.88	73.95	77.25	76.08	72.38		
2012	77.49	73.38	69.89	71.13	60.55	58.85	71.96	52.16	62.72	56.71	62.69	74.00	
2013	75.94	75.16	75.27	72.37	73.80	91.37	76.82	76.54	76.34	68.67	60.70	64.17	
2014	63.63	64.79	65.10	69.47	73.08	73.06	74.34	69.64	64.40	65.97	62.87	69.03	
2015	73.30	75.35	74.22	74.59	73.63	69.82	69.04	64.46	62.77	59.96	61.87	69.65	
2016	70.43	75.13	69.65	69.80	63.28	57.74	56.68	59.45	56.08	66.37	56.16	70.30	
2017	73.30	75.25	76.81	77.40	73.37	67.27	62.66	59.59	61.22	62.03	61.62	68.30	
2018	74.53	75.06	77.31	71.96	68.13	69.26	64.57	68.50	62.82	71.00	69.00		
Nro. DATO	54.00	55.00	55.00	54.00	54.00	55.00	54.00	55.00	55.00	53.00	53.00	52.00	
MEDIA	74.01	74.85	75.29	73.23	69.56	65.05	65.05	64.32	64.82	63.55	66.57	70.33	
DESV. STI	7.15	7.63	6.47	6.32	6.40	10.55	9.93	8.26	8.21	12.77	7.53	6.77	
C.V.	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09	0.16	0.15	0.13	0.13	0.20	0.11	0.10	
MIN	45.01	45.63	46.15	46.98	47.18	36.49	38.68	47.00	46.89	0.00	41.20	46.45	
MAX	86.69	94.00	88.86	85.80	83.22	91.37	83.55	82.79	84.48	82.25	84.80	86.05	

Nota: Tomada de SENAMHI

La información correspondiente a la humedad relativa media mensual sirve para determinar la evapotranspiración de la microcuenca, así como la modelación vía Lutz Scholz.

3.9. Horas solares mensuales

Tabla 22. Horas solares mensuales – Estación Kayra (1970-2018)

UNIVERSIDAD CONTINENTAL													
FA CUL TAD DE INGENIERÍA													
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL													
"Determinación del impacto del aumento de temperatura generado por el cambio climático en la balance hídrico de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020"													
DATOS GENERALES DE LA ESTACIÓN													
NOMBRE:	ESTACIÓN KAYRA <th>TIPO:</th> <td colspan="6">METEOROLÓGICA</td>						TIPO:	METEOROLÓGICA					
LATITUD:	13° 33' 24.7"						DEPARTAMENTO:	CUSCO					
LONGITUD:	71° 52' 29.8"						PROVINCIA:	CUSCO					
ALTITUD:	3219						DISTRITO:	SAN JERÓNIMO					
PARAMETRO:	HORAS SOL						PERIODO:	1964-2018					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1964		103.20	123.90	203.00	182.60	283.30	285.00	225.20	156.20	205.80		156.30	
1965	155.40	109.40	130.00	196.10	251.10	211.40	232.60	236.60	181.70	220.20	199.90	135.40	
1966	188.10	121.80	156.80	213.60	219.60	267.90	270.30	239.80	218.40	168.30	156.70	130.80	
1967		137.60	137.90		203.70	239.00	238.40	195.40	212.00	188.60	208.20	157.30	
1968	126.70	96.10	169.60	203.60	244.70	241.30	245.30	217.60	216.70	165.40	138.90	174.80	
1969	139.60	137.90	180.70	199.60	230.20	225.40	244.70	269.40	221.40	216.60	174.00	135.30	
1970	101.30	127.40	152.60	156.10	233.90	172.60	243.60	252.90	183.50	218.00	203.40	98.60	
1971	136.30	80.10	161.40	190.20	244.40	213.70	245.90	243.00	253.00	219.00	198.60	124.70	
1972	96.30	122.60	120.00	183.40	234.80	263.20	255.40	220.30	206.90	229.30	149.20	160.70	
1973	114.10	111.10	144.30	165.40	234.20	226.60	204.50	218.70	166.60	174.90	128.60	124.20	
1974	85.20	83.00	170.80	170.20	248.50	222.60	254.90	178.50	199.90	187.30	204.30	157.40	
1975	136.60	95.30	127.10	214.40	174.80	210.80	270.10	238.00	179.30	230.00	139.50	130.00	
1976	98.40	128.40	181.40	225.60	232.60	222.80	261.30	218.30	180.60	260.50	235.70	166.70	
1977	160.90	99.40	157.70	215.10	251.90	281.90	241.30	266.60	201.20	212.90	146.60	143.10	
1978	111.30	153.60	171.50	172.20	246.90	248.40	252.30	245.60	197.50	222.20	154.40	134.80	
1979	143.90	124.60	109.10	172.90	239.30	238.90	255.80	239.50	230.10	212.90	173.30	119.50	
1980	130.00	131.00	99.00	208.30	270.10	260.50	220.40	228.40	190.20	153.40	194.00	178.00	
1981	90.20	96.30	142.80	158.30	227.80	262.90	278.10	209.20	186.70	156.00	142.10	112.20	
1982	96.30	103.60	130.60	194.30	256.80	221.60	260.70	216.50	178.30	187.50	102.90	193.00	
1983	188.30	147.60	166.40	205.60	241.60	210.10	263.20	248.40	174.90	214.60	207.60	181.80	
1984	87.70	72.20	144.20	175.80	236.20	216.30	263.60	244.10	254.90	134.20	136.00	165.90	
1985	121.20	122.20	131.60	134.00	204.50	230.90	272.80	232.60	156.30	225.60	150.00	101.70	
1986	107.90	86.70	95.30	157.90	234.20	270.40	244.40	216.70	224.20	240.60	208.50	145.80	
1987	104.80	166.80	193.40	197.70	243.80	235.80	268.40	255.40	218.60	197.00	146.30	174.20	
1988	105.60	167.00	73.30	143.50	228.00	264.20	281.10	279.10	210.50	206.60	205.10	148.20	
1989	110.10	134.70	138.40	140.90	225.40	201.50	254.40	224.30	185.20		202.60	165.00	
1990	121.60	175.30	201.80	195.00	221.20	182.30	252.40	252.10	220.90	149.70	132.50	137.50	
1991	164.40	128.50	141.60	198.10	249.50	260.20	240.60	234.60	169.00	166.90	183.80	157.80	
1992	130.30	129.20	176.40	217.40	220.60	160.20	209.10	195.60	238.20	181.40	145.50	121.10	
1993	118.30	149.80	139.10	135.30	239.60	264.00	263.70	246.50	169.50	170.40	130.30	119.30	
1994	135.20	105.70	138.20	121.60	217.50	246.90	244.30	233.10	196.60	242.40	182.00	169.20	
1995	161.10	120.70	116.20	199.70	238.60	239.50	252.60	271.00	218.60	235.80	191.90	165.40	
1996	122.00	132.10	149.90	182.10	237.90	270.70	274.00	207.90	234.20	222.9	174.90	130.50	
1997	106.40	121.90	143.00	207.50	260.30	284.10	281.30	234.00	210.50	222.10	195.00	167.50	
1998	173.10	168.20	193.50	219.30	286.10	222.60	288.00	245.10	250.70	174.80	187.00	155.30	
1999	149.90	117.20	117.50	172.40	226.70	256.30	251.30	273.60	187.20	186.60	200.80	155.10	
2000	134.50	130.30	130.10	198.00	249.60	226.70	232.70	213.80	218.30	169.40	214.80	165.00	
2001	81.40	103.20	132.80	202.20	201.70	233.70	235.00	256.10	214.50	184.20	179.60	158.00	
2002	178.10	75.40	128.70	161.00	232.20	206.00	193.40	224.10	176.50	169.00	168.30	120.90	
2003	111.40	116.80	108.30	197.90	231.00	237.90	273.10	240.60	213.70	209.00	203.60	119.00	
2004	137.20	163.50	156.60	203.10	254.60	201.40	213.40	209.40	204.30	197.50	162.10	143.30	
2005	154.30	127.70	172.90	214.30	263.10	265.00	281.30	270.30	209.60	150.20	179.80	151.50	
2006	108.90	150.00	165.30	183.70	286.70	220.50	267.60	236.10	231.60	181.70	150.30	121.30	
2007	150.90	117.10	106.90	155.10	215.50	259.90	236.90	268.60	181.70				
2008			143.20	194.10	247.30	252.70	267.30		225.60	176.90		106.80	
2009	87.20	97.70	141.80	181.70	230.30	247.90	230.90	259.70	188.70	197.90	113.20	105.40	
2010	86.40	101.10	134.20	191.20	210.10	229.50	282.10	261.20	219.60	156.80	144.50	102.70	
2011	90.70	88.30	99.40		223.80	233.80	236.80	227.70	178.60	187.10	187.90	88.60	
2012	113.30	75.54	127.90	144.90	246.70	231.90	259.00	260.60	208.70	194.30	155.70	88.40	
2013		82.50	131.10	227.40	213.00	161.90	212.20	206.70	226.30	155.40	168.50	85.60	
2014	98.00	106.90	143.20	169.60	192.00	242.60	227.40	214.40	153.50	199.00	156.30		
2015	110.00	122.90	151.30	120.10	194.00	239.60	268.20	247.00	204.90	177.00	166.50	132.80	
2016	149.90	129.20	187.30	194.30	255.50	236.70	269.30	246.60	230.50	166.60	214.50	143.90	
2017	115.20				135.80	209.60	248.30	240.90	175.10	169.10	126.90		
2018			110.60	159.30	226.60	204.90	191.00	203.30	221.60		127.50		
Nro. DATO	50.00	52.00	54.00	52.00	55.00	55.00	55.00	54.00	55.00	51.00	52.00	51.00	
MEDIA	124.54	118.55	142.57	183.55	232.35	234.05	250.77	236.68	203.06	192.53	170.19	139.36	
DESV. STI	28.18	26.93	27.31	27.24	26.29	28.54	23.30	22.99	25.03	28.48	30.77	27.40	
C. V.	0.23	0.23	0.19	0.15	0.11	0.12	0.09	0.10	0.12	0.15	0.18	0.20	
MIN	81.40	88.30	73.30	120.10	135.80	160.20	191.00	178.50	153.50	134.20	102.90	88.40	
MAX	188.30	175.30	201.80	227.40	286.70	284.10	288.00	279.10	254.90	260.50	235.70	193.00	

Nota: Tomada de SENAMHI

Las horas solares medias mensuales son necesarias para ejecutar el modelo hidrológico Lutz Scholz.

3.10. Velocidad de viento media mensual

Tabla 23. Velocidad de viento media mensual – Estación Kayra (1963-2018)

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL													
"Determinación del impacto del aumento de temperatura generado por el cambio climático en la balace hídrico de la microcuenca de la laguna de Piuyay durante el periodo 2000-2020"													
DATOS GENERALES DE LA ESTACIÓN													
NOMBRE:	ESTACIÓN KAYRA						TIPO:	METEOROLÓGICA					
LATITUD:	13° 33' 24.7"						DEPARTAMENTO:	CUSCO					
LONGITUD:	71° 52' 29.8"						PROVINCIA:	CUSCO					
ALTITUD:	3219						DISTRITO:	SAN JERÓNIMO					
PARÁMETRO:	VELOCIDAD MEDIA DE VIENTO (m/s)						PERIODO:	1964-2018					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1964						1.07	1.23	1.53	2.07	2.10	1.93	1.40	
1965	1.43	1.00	0.87	0.73	0.40	0.67	1.17	1.43	1.40	1.63	1.43	0.77	
1966	0.53	0.40	0.97	0.47	0.43	0.67	0.70	1.00	1.07	1.20	1.07	1.20	
1967	1.00	1.07	0.63	0.67	0.50	1.00	0.73	0.83	1.07		0.90	0.83	
1968	1.20	0.77	0.83	0.63	0.77	0.63	0.43	0.87	1.47	1.00	0.73	0.63	
1969	0.53	1.00	0.67	0.30	0.33	0.93	1.20	1.17	1.43	1.30	1.30	1.10	
1970	1.00	1.17	1.10	0.87	0.87	1.20	1.00	1.20	1.07	1.13	0.57	0.50	
1971	0.33	0.30	0.43	0.93	0.57	0.53	0.47	0.53	0.80	1.37	2.67	1.33	
1972	1.17	0.70	0.63	0.57	0.60	0.63	1.40	1.97	2.83	3.70	3.43	2.63	
1973	2.00	1.17	0.93	0.93	1.07	1.23	1.53	2.27	1.77	1.73	1.50	1.50	
1974	1.03	0.83	0.53	0.60	0.97	0.77	0.90	1.43	2.40	0.97	1.77	0.67	
1975	1.40	0.87	0.77	0.93	0.50	0.90	0.97	1.10	2.20	2.37	1.30	0.93	
1976	0.93	1.03	0.70	0.83	1.07	1.67	1.83	2.73	2.53	2.80	2.30	2.17	
1977	1.27	1.23	0.87	0.77	1.20	1.03	1.13	2.27	1.57	1.90	1.03	1.03	
1978	1.00	1.07	0.83	0.60	0.53	0.53	0.67	1.60	1.97	2.53	1.40	0.30	
1979	0.70	0.73	0.87	0.57	0.67	0.60	0.73	1.77	2.10	1.73	1.13	1.23	
1980	1.00	0.80	1.10	0.83	0.63	0.73	0.93	1.27	1.23	1.07	0.93	1.13	
1981	0.57	0.73	0.83	0.50	0.50	0.70	0.70	1.47	1.50	0.97	1.00	0.70	
1982	0.70	0.73	0.97	0.90	0.37	0.53	0.93	1.87	1.23	1.00	1.00	0.90	
1983	0.93	0.77	0.63	0.60	0.73	0.77	0.53	1.00	0.67	1.47	1.20	1.10	
1984	0.57	0.97	0.73	0.67	0.60	0.40	0.67	1.23	1.97	1.23	1.37	0.70	
1985	0.73	0.73	0.53	0.70	0.40	0.30	0.37	0.83	1.30	1.27	0.87	1.03	
1986	0.70	0.73	0.87	0.67	0.67	0.37	1.20	1.30	1.40	1.20	1.23	0.77	
1987	0.70	0.70	1.10	0.87	0.87	0.73	1.17	1.70	1.40	1.07	1.17	1.13	
1988	0.57	0.67	0.83	0.57	0.53	0.37	0.23	0.83	1.50	1.83	2.33	1.20	
1989	0.87	0.87	0.93	0.80	0.60	0.80	1.17	1.57	1.30	2.50	2.67	2.47	
1990	2.17	1.80	1.60	1.57	2.07	2.07	2.27	2.93	3.17	2.73	2.20	1.57	
1991	1.57	1.37	1.40	1.27	0.70	1.30	1.10	1.93	1.40	2.07	1.47	2.03	
1992	1.57	1.73	1.07	1.23	1.57	2.10	1.10	1.70	2.20	2.13	1.93	1.63	
1993	1.40	1.63	1.13	1.30	1.47	1.10	1.77	2.10	1.57	1.83	1.80	1.33	
1994	1.40	1.40	1.50	0.83	0.87	1.20	1.33	2.53	1.80	2.30	1.87	1.70	
1995	1.63	1.83	1.10	1.13	1.50	0.80	1.30	2.43	2.47	2.70	1.90	1.93	
1996	1.23	1.67	1.23	1.47	1.30	1.33	1.97	2.20	2.43				
1997	1.67	1.87	1.30	1.07	1.00	1.07	0.97	2.37	1.77	2.00	1.47	1.17	
1998	1.37	1.47	1.43	0.77	1.33	1.27		1.47	2.07	2.50	1.83	1.83	
1999	2.07	1.40	1.23	1.43	0.87	1.23	1.63	1.73	1.80	2.83	2.50	1.73	
2000	1.20	1.80	1.20	1.73	0.90	1.17	1.80	1.97	3.23	2.87	3.23	2.07	
2001	1.70	1.40	1.07	1.27	0.97	1.13	1.57	2.90	2.80	2.67	2.37	1.90	
2002	1.60	1.10	1.63	1.47	1.20	1.07	1.23	1.20	2.10	2.70	1.67	1.17	
2003	0.97	1.40	0.93	0.87	1.13	1.37	1.93	2.23	1.63	2.73	3.00	1.47	
2004	1.37	1.43	1.63	0.87	1.30	0.97	0.97	1.77	2.77	1.77	1.97	1.57	
2005	1.20		0.83	1.13	1.00	0.73	1.93	1.73	2.97	2.17	1.83	1.63	
2006	1.00	1.23	0.97	0.90	1.00	1.20	1.80	1.63	2.50	2.27	2.63	2.10	
2007	1.33	1.67	2.13	1.63	1.57	0.80	1.83	1.90	2.70	2.23	2.73	2.93	
2008	2.10	1.40	1.70	1.90	1.50	1.30	1.70	1.90	2.30	2.20	2.70	1.00	
2009	0.80	1.10	1.30	1.60	1.80	1.80	1.90	2.90	2.50	3.10	1.30	1.40	
2010	0.90	1.10	1.40	1.00	1.60		1.70	1.60	2.00	2.40	1.90	1.40	
2011	1.40	1.80	0.80	1.10	1.20	1.20	1.70	2.00	2.00	1.30	1.80	1.80	
2012	2.10	1.50	1.40	1.60	1.80	1.60	2.00	2.30	4.10	2.70	2.30	1.60	
2013	2.10	1.40	1.40	1.60	1.80	1.60	2.00	2.30	2.90	2.70	2.30	1.70	
2014	1.40	2.10	2.30	1.60	1.90	2.40	2.10			3.90			
2015	2.40	2.00	1.90	1.50	1.10	2.00	2.00	2.30	3.30	3.00	2.70	2.30	
2016	2.00	1.10	2.30	1.80	1.70	1.20	0.80	1.80	2.70	1.40	1.90	1.50	
2017	1.80	1.40	1.70	1.20	1.40	1.10	1.40	1.70	2.10	1.80	1.80	1.60	
2018	1.30	0.70	1.00	1.40	2.20	1.80	2.00	2.50	2.70	2.00	2.90		
Nro. DATO	54.00	53.00	54.00	55.00	55.00	54.00	54.00	54.00	54.00	53.00	53.00	52.00	
MEDIA	1.25	1.19	1.13	1.03	1.04	1.07	1.29	1.76	2.02	2.04	1.82	1.41	
DESV. STI	0.50	0.43	0.43	0.40	0.48	0.48	0.53	0.58	0.71	0.72	0.69	0.56	
C.V.	0.40	0.36	0.39	0.39	0.46	0.44	0.41	0.33	0.35	0.35	0.38	0.40	
MIN	0.33	0.30	0.43	0.30	0.33	0.30	0.23	0.53	0.67	0.97	0.57	0.30	
MAX	2.40	2.10	2.30	1.90	2.20	2.40	2.27	2.93	4.10	3.90	3.43	2.93	

Nota: Tomada de SENAMHI

De la recopilación de datos meteorológicos pude identificar que la estación de Kayra es la más completa, razón por la cual fue tomada como año base para realizar el procesamiento estadístico de la información meteorológica previo a su uso en los diferentes cálculos necesarios para la proyección de datos y posterior balance hídrico.

4. Análisis estadístico

4.1. Análisis visual gráfico

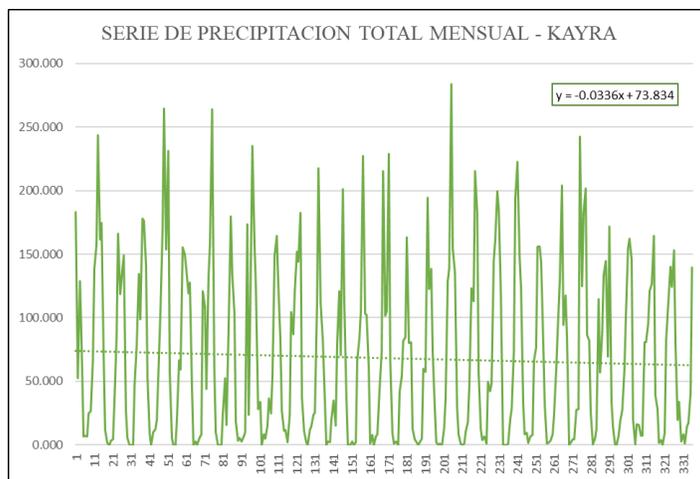


Figura 14. Análisis visual gráfico de Precipitación total mensual – Estación Kayra

Tras la elaboración del gráfico de la precipitación en función al paso del tiempo, se pudo observar que no existen variaciones que deben ser corregidas estadísticamente. Al igual que la estación de Kayra, las demás estaciones no requieren una corrección estadística, esto se puede observar en los gráficos presentes en los Anexos.

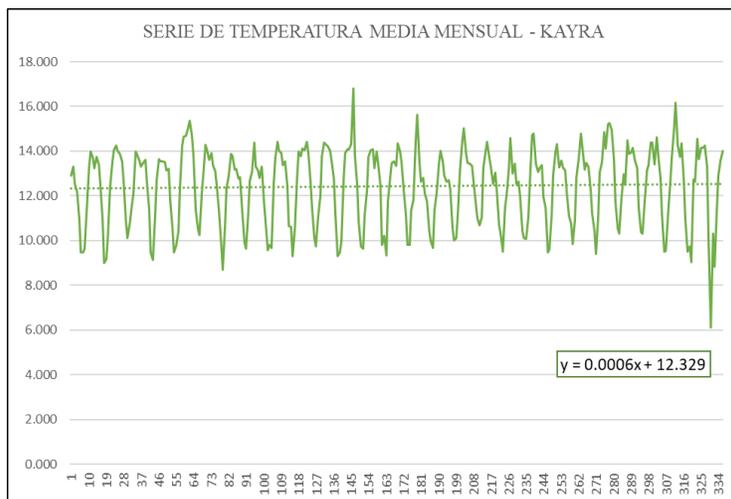


Figura 15. Análisis visual gráfico de Temperatura media mensual – Estación Kayra

Al igual que en los datos de precipitación, en los datos de temperatura no existen saltos que requieren de una corrección estadística por lo cual se procedió con la regionalización de datos.

4.2. Regionalización

4.2.1. Regionalización de precipitación total mensual

- Determinación de la ecuación de regresión y coeficiente de correlación

ESTACION	ELEVACION m.s.n.m.	PRECIP. mm
KAYRA	3219	818.092
URUBAMBA	2850	529.092
PISAC	2950	585.221
ANTA	3340	465.956

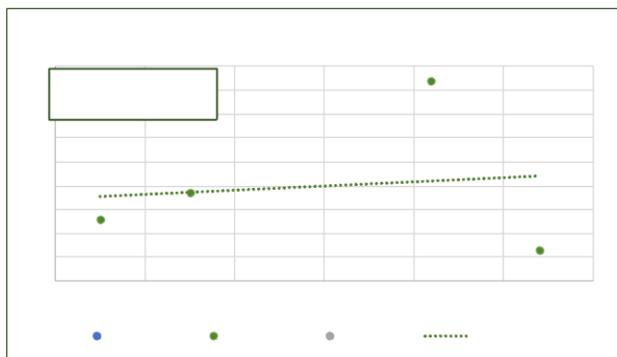


Figura 16. Regresión lineal – Precipitación total mensual

Para poder determinar la precipitación dentro de la zona de estudio, es necesario realizar un proceso de regionalización, para la presente investigación se determinó emplear la regionalización por factores de elevación y precipitación.

Tras realizar la completación de las estaciones seleccionadas para el estudio, es importante determinar la correlación que existe entre el factor en análisis (precipitación) y la elevación de las mencionadas estaciones, es por ello que se realiza una regresión lineal.

- Estimación de la precipitación corregida

FORMATO ECUACIÓN	

COEFICIENTES	CORRELACION - r	0.130
	DETERMINACION - R2	0.017
	a	0.088
	b	328.650

ESTACION	ELEVACION	PRECIPITACION (mm)	
	m.s.n.m.	HISTORICA	CORREGIDA
KAYRA	3219	818.092	610.956
URUBAMBA	2850	529.092	578.595
PISAC	2950	585.221	587.365
ANTA	3340	465.956	621.568
MICROCUCENCA	3922	-	672.609

Figura 17. Precipitación histórica y corregida por estación

Producto de la regresión lineal se obtiene la ecuación de la línea de tendencia, con la cual podremos obtener el valor de la precipitación en función de la elevación en los puntos de interés. A su vez se obtiene la "precipitación corregida", con la cual se realizará la comprobación de factores de influencia.

Tras haber obtenido los parámetros de la ecuación de regresión lineal, podemos determinar la precipitación en función a la altitud de cualquier punto dentro de la zona de estudio, es así que usando la elevación media de la cuenca podemos determinar la precipitación correspondiente a la microcuenca.

- Determinación de factor de influencia por elevación

A continuación, se muestra el proceso por el cual se determinan los factores de influencia de cada estación, gracias a los cuales se puede observar con qué estación la zona de estudio tiene mayor relación. Finalmente, tras obtener los factores de influencia se puede evaluar comparando los resultados obtenidos con la precipitación corregida según la regresión lineal.

ELEVACION DE MICROCUENCA		3922	m.s.n.m.		
ESTACION	DIFERENCIA DE ALTITUD	PORCENTAJE	INVERSA DE PORCENTAJ	FACTOR DE INFLUENCIA	
KAYRA	703	21.11745269	4.73541963	0.278789288	
URUBAMBA	1072	32.20186242	3.105410448	0.182825438	
PISAC	972	29.19795734	3.424897119	0.201634639	
ANTA	582	17.48272755	5.719931271	0.336750635	
SUMATORIA	3329	100	16.98565847	1	

Figura 18. Factores de influencia por estación

Factor de influencia obtenido en función a las diferencias de altitudes entre las estaciones y el punto de estudio (centro de la microcuenca).

- Factor de influencia por precipitación

Los valores de precipitación mensual de cada estación serán multiplicados por su respectivo factor de influencia, finalmente los valores obtenidos se suman, teniendo como resultado el valor de precipitación mensual de la zona de estudio.

PRECIPITACION H DE MC		672.609
ESTACION	PRECIPITACION HISTORICA	FACTOR DE INFLUENCIA
KAYRA	818.092	0.822168356
URUBAMBA	529.092	1.271251216
PISAC	585.221	1.149326359
ANTA	465.956	1.443503211

Figura 19. Factor de influencia por precipitación

Factor de influencia obtenido en función a la comparativa entre la precipitación histórica de las estaciones y la precipitación obtenida por la regresión lineal (en función a la elevación de las estaciones).

- Factor de influencia general

ESTACION	FACTOR DE INFLUENCIA		
	POR ALTITUD	POR PRECIPIT.	TOTAL
KAYRA	0.279	0.822	0.229
URUBAMBA	0.183	1.271	0.232
PISAC	0.202	1.149	0.232
ANTA	0.337	1.444	0.486

Figura 20. Factor de influencia total – Precipitación total mensual

Obtención de factor de influencia total (producto de la multiplicación entre el factor de influencia por altitud y precipitación).

- Comprobación matemática

ESTACION	PRECIPITACION HISTORICA	FACTOR DE INFLUENCIA	PRECIPITACION CORREGIDA
KAYRA	818.092	0.229	187.516
URUBAMBA	529.092	0.232	122.970
PISAC	585.221	0.232	135.621
ANTA	465.956	0.486	226.502
SUMATORIA			672.609
PRECIPITACION HISTORIA DE LA MICROCUENCA =			672.609
PRECIPITACION CORREGIDA DE LA MICROCUENCA =			672.609
DIFERENCIA =			0.000
COMPROBACIÓN =			OK

Figura 21. Comprobación de factores de influencia

Después de determinar los factores por influencia por elevación y relación entre precipitación histórica y corregida, podemos determinar el factor de influencia total, con lo cual se determinó la precipitación en la microcuena, esto previo a una comprobación matemática.

- Precipitación regionalizada por factor de influencia

Tabla 24. *Precipitación total mensual regionalizada (1993-2020)*

ANO	Ene	Feb	Mar	Abr	Máy	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
1993	160.989	82.869	84.875	46.924	9.452	2.640	4.007	21.487	12.649	50.360	77.850	115.092	669.195
1994	203.017	169.781	128.580	50.881	6.766	0.425	0.000	0.786	9.299	32.080	31.069	122.722	755.407
1995	93.063	76.811	149.199	20.166	2.809	0.232	0.070	0.000	23.252	39.050	76.917	78.619	560.187
1996	123.382	149.161	94.106	61.951	13.627	0.093	2.323	12.224	8.947	38.287	63.442	105.938	673.483
1997	156.208	157.490	130.276	20.084	4.505	0.000	0.000	21.992	35.904	21.467	100.835	146.604	795.366
1998	141.392	103.014	82.282	18.637	1.903	1.439	0.000	1.372	5.504	47.742	77.112	71.877	552.273
1999	112.327	189.770	177.916	55.824	7.479	1.043	0.641	0.000	26.833	38.165	26.334	95.894	732.226
2000	194.926	148.274	105.553	22.224	6.378	4.218	0.803	3.416	8.003	97.060	12.798	105.491	709.143
2001	209.913	169.503	121.792	36.115	15.072	0.010	10.376	7.661	11.166	43.055	39.442	61.565	725.669
2002	118.031	171.837	118.837	63.157	11.552	4.687	49.416	1.719	9.973	54.828	74.721	138.434	817.192
2003	122.279	109.605	128.380	21.034	7.494	4.045	0.281	12.307	4.940	20.126	17.954	97.183	545.629
2004	182.287	127.561	85.090	25.658	0.812	11.501	12.677	8.600	20.794	19.252	36.238	86.889	617.359
2005	86.246	118.061	80.997	25.841	0.000	0.000	1.312	1.299	10.612	23.179	45.082	100.513	493.143
2006	180.644	123.362	114.072	32.532	0.229	9.230	0.005	5.811	8.075	36.171	69.282	106.556	685.969
2007	101.006	125.961	154.139	49.242	7.158	0.277	1.528	0.023	10.739	36.218	55.525	66.188	608.003
2008	176.372	97.476	71.108	5.966	3.998	2.094	0.302	3.475	5.216	36.050	50.862	132.611	585.528
2009	120.336	133.160	78.464	27.535	2.027	0.023	4.522	0.560	14.294	11.389	89.888	84.449	566.645
2010	211.491	151.592	119.530	14.971	3.925	0.542	0.905	4.736	4.033	32.549	27.545	130.703	702.523
2011	121.635	198.342	110.571	52.223	12.168	6.636	7.543	2.357	23.655	25.674	33.559	149.557	743.919
2012	120.409	183.574	119.582	65.941	1.543	0.255	1.082	0.926	24.258	20.936	61.693	175.587	775.787
2013	160.773	180.953	101.196	18.005	11.190	4.437	1.383	9.988	3.636	66.952	56.450	144.589	759.550
2014	144.363	87.880	81.045	36.877	5.627	0.469	1.053	2.404	12.359	33.348	30.322	77.367	513.115
2015	152.276	103.500	89.577	54.166	6.209	0.392	9.733	3.627	11.543	10.438	75.174	103.049	619.683
2016	139.194	161.969	72.681	50.823	15.780	0.601	4.858	3.505	21.155	49.251	43.917	114.152	677.886
2017	191.620	86.919	180.631	42.744	14.987	0.742	0.185	5.665	9.675	26.470	44.926	80.844	685.407
2018	136.329	140.563	113.823	27.501	1.938	15.632	15.642	11.005	5.060	59.526	54.729	58.092	639.839
2019	125.854	129.513	144.903	20.796	11.740	3.908	3.349	0.230	8.612	46.868	140.076	195.074	830.924
2020	152.960	204.115	128.392	13.332	26.444	1.699	1.974	1.081	7.747	33.520	50.765	169.984	792.014
DATOS	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
PROM.	147.833	138.665	113.128	35.041	7.600	2.760	4.856	5.295	12.783	37.500	55.875	111.272	672.609
D.E.	35.457	36.945	29.976	17.265	6.075	3.864	9.694	6.003	8.085	18.125	27.532	35.589	95.302
C.V.	0.240	0.266	0.265	0.493	0.799	1.400	1.996	1.134	0.632	0.483	0.493	0.320	0.142
V. MIN	86.246	76.811	71.108	5.966	0.000	0.000	0.000	0.000	3.636	10.438	12.798	58.092	493.143
V. MAX	211.491	204.115	180.631	65.941	26.444	15.632	49.416	21.992	35.904	97.060	140.076	195.074	830.924

La tabla de precipitación total mensual regionalizada muestra el resultado de aplicar los factores de influencia a los datos de precipitación de cada estación, así obtenemos la precipitación mensual de la microcuena para el periodo 1993-2020.

4.2.2. Regionalización de temperatura media mensual

- Factor de influencia general

Tabla 25. *Factor de influencia total – Temperatura media mensual*

ESTACION	FACTOR DE INFLUENCIA		
	POR ALTITUD	POR PRECIPIT.	TOTAL
KAYRA	0.279	0.529	0.147
URUBAMBA	0.183	0.441	0.081
PISAC	0.202	0.427	0.086
ANTA	0.337	0.578	0.195

- Comprobación matemática

Tabla 26. *Comprobación matemática de factor de influencia – Temperatura media mensual*

ESTACION	PRECIPITACION HISTORICA	FACTOR DE INFLUENCIA	PRECIPITACION CORREGIDA
KA YRA	12.437	0.147	1.834
URUBAMBA	14.917	0.081	1.203
PISAC	15.412	0.086	1.326
ANTA	11.378	0.195	2.215
SUMATORIA			6.578
PRECIPITACION HISTORIA DE LA MICROCUENCA =			6.578
PRECIPITACION CORREGIDA DE LA MICROCUENCA =			6.578
DIFERENCIA =			0.000
COMPROBACIÓN =			OK

Al igual que en la regionalización de la precipitación, la regionalización de la temperatura requiere una comprobación matemática previo al uso de los factores de influencia para el cálculo de la temperatura en la zona de estudio.

- Temperatura media mensual regionalizada por factor de influencia

Tabla 27. *Temperatura media mensual regionalizada (1993-2020)*

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1993	7.449	7.618	7.432	7.393	6.161	5.356	5.479	5.921	6.728	7.577	7.955	7.745
1994	7.670	7.675	7.729	7.455	6.523	5.276	5.067	5.672	6.926	7.461	7.977	8.037
1995	8.020	7.755	7.620	7.080	6.238	5.690	5.851	6.346	6.753	7.621	7.706	7.770
1996	7.522	7.769	7.560	7.331	6.491	5.264	5.078	6.089	6.904	7.506	7.711	7.506
1997	7.674	7.318	7.345	6.775	6.124	5.392	5.345	5.865	6.828	7.649	8.018	8.139
1998	8.297	8.392	8.220	7.731	6.233	5.736	5.718	6.660	6.981	7.621	7.804	7.712
1999	7.786	7.396	7.446	7.193	6.625	5.581	4.949	5.945	6.746	7.386	7.834	7.593
2000	7.410	7.602	7.285	7.329	6.499	5.569	5.540	6.227	6.749	7.442	7.755	7.771
2001	7.335	7.466	7.574	7.017	6.361	5.587	5.687	5.739	7.385	7.986	8.197	8.001
2002	7.943	7.545	7.685	7.446	6.299	6.122	5.861	5.910	7.211	7.715	7.800	7.799
2003	7.983	8.149	7.809	7.367	6.712	6.083	5.631	6.159	6.658	7.515	7.897	7.914
2004	7.847	7.926	7.729	7.375	6.550	5.506	5.331	5.573	6.868	7.784	7.917	7.946
2005	8.015	8.344	7.950	7.356	6.253	5.594	5.577	6.248	6.653	7.681	7.857	8.034
2006	7.534	7.785	7.649	7.195	5.790	5.655	5.230	6.435	7.229	7.656	7.678	7.535
2007	8.070	7.703	7.644	7.156	6.489	5.809	5.655	6.301	6.398	7.620	8.086	7.786
2008	7.322	7.479	7.132	6.980	6.037	5.602	5.595	6.617	7.187	7.734	7.941	7.674
2009	7.401	7.350	7.310	7.211	6.225	6.036	5.917	6.466	7.170	8.036	8.212	7.810
2010	7.588	7.679	7.656	7.476	6.959	6.480	6.481	6.750	7.489	7.933	8.189	7.942
2011	7.840	7.315	7.453	7.339	6.668	5.898	5.737	6.527	6.989	7.652	8.223	7.472
2012	7.574	7.215	7.314	7.146	6.426	5.950	5.807	6.452	7.032	8.104	8.262	7.682
2013	7.426	7.603	7.693	7.115	6.673	5.718	5.615	6.432	7.430	7.753	8.050	7.627
2014	7.674	7.609	7.503	7.819	6.402	6.374	5.816	6.258	7.031	7.852	8.364	8.068
2015	7.466	7.692	7.623	7.096	6.606	6.330	5.770	6.562	7.436	7.441	7.916	7.409
2016	8.379	8.193	8.344	7.720	6.828	6.236	6.057	6.717	7.395	7.409	8.193	7.702
2017	7.668	7.736	7.576	7.256	6.543	6.127	6.204	6.726	7.374	7.742	8.195	8.003
2018	7.487	7.911	7.705	7.314	6.881	5.632	5.756	6.335	7.249	7.566	8.262	8.361
2019	7.979	7.735	7.899	7.242	6.172	5.418	5.801	5.501	6.964	6.938	8.022	7.944
2020	8.100	8.065	8.391	7.034	5.541	5.049	5.660	5.402	6.568	7.449	7.693	7.827
DATOS	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
PROM	7.731	7.715	7.653	7.284	6.404	5.753	5.651	6.208	7.012	7.637	7.990	7.815
D.E	0.294	0.303	0.301	0.232	0.316	0.365	0.334	0.391	0.298	0.235	0.203	0.220
C.V.	0.038	0.039	0.039	0.032	0.049	0.063	0.059	0.063	0.042	0.031	0.025	0.028
V. MN	7.322	7.215	7.132	6.775	5.541	5.049	4.949	5.402	6.398	6.938	7.678	7.409
V. MAX	8.379	8.392	8.391	7.819	6.959	6.480	6.481	6.750	7.489	8.104	8.364	8.361

5. Evaluación del incremento de temperatura

5.1. Análisis individual por estaciones

5.1.1. Análisis gráfico

- Análisis del periodo 1965-1985 – Estación Urubamba

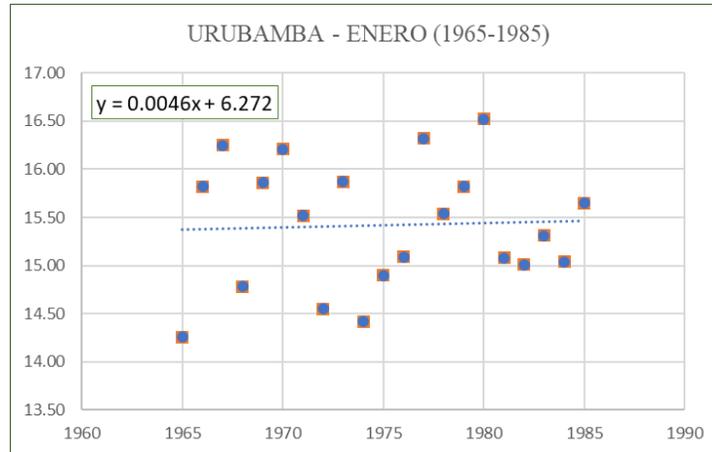


Figura 22. Análisis gráfico de la temperatura estación Urubamba (1965-1985)

- Análisis del periodo 1965-1995 – Estación Urubamba

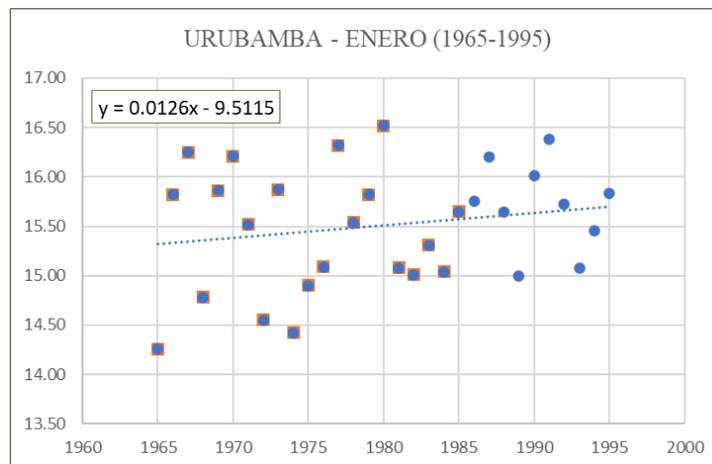


Figura 23. Análisis gráfico de la temperatura estación Urubamba (1965-1995)

- Análisis del periodo 1965-2005 – Estación Urubamba

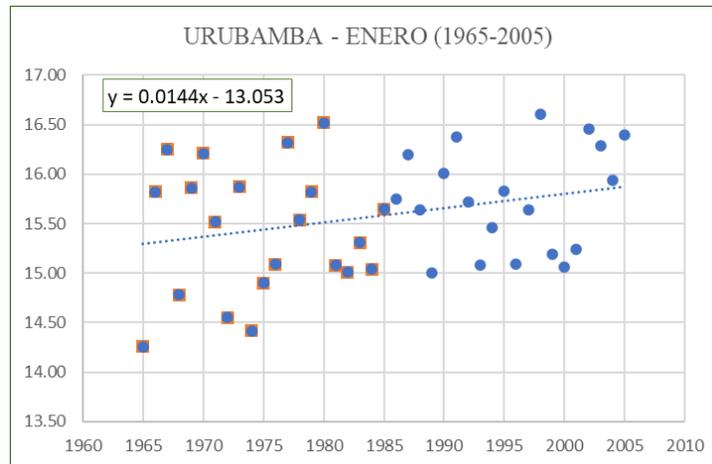


Figura 24. Análisis gráfico de la temperatura estación Urubamba (1965-2005)

- Análisis del periodo 1965-2015 – Estación Urubamba

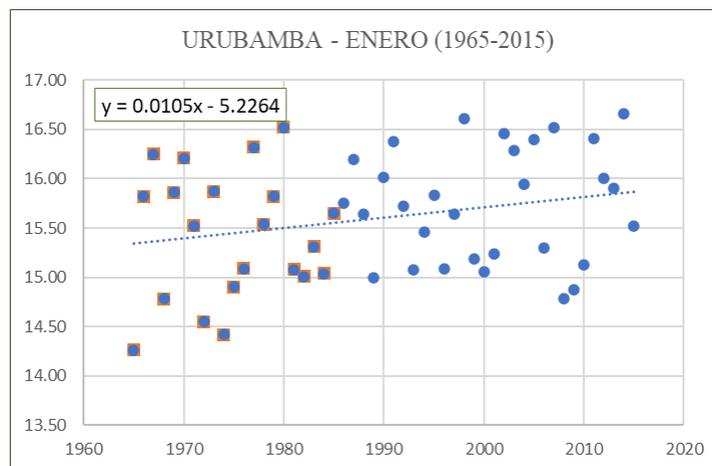


Figura 25. Análisis gráfico de la temperatura estación Urubamba (1965-2015)

Las figuras 22, 23, 24 y 25 muestran la distribución de la temperatura en función al periodo comprendido entre 1965-1985 y 1965-2005, por cada estación seleccionada para el presente estudio. El objetivo de los cuadros es observar gráficamente el comportamiento de la temperatura y observar si existe un crecimiento constante, así mismo observar si la tendencia de cada periodo de tiempo es igual o existe alguna variación.

5.1.2. Comparación entre valores proyectados de temperatura y valor real

Para poder evaluar la evolución de la temperatura y determinar si hubo un incremento se realizó el siguiente procedimiento:

- Generar la ecuación de regresión para los periodos 1965-1985, 1965-1995, 1965-2005 y 1965-2015.
- Aplicar las diferentes ecuaciones para el año 2020 y ver las proyecciones según los diferentes periodos.
- Comparar los valores obtenidos con el valor de temperatura tomado en el año 2020.
- Análisis de la temperatura en el periodo 1965-2015 – Estación Urubamba – enero

Las siguientes tablas presentan datos extraídos de las regresiones lineales aplicadas para a los valores de temperatura para diferentes lapsos. Esto para realizar una comparativa entre los valores proyectados (realizados gracias a la ecuación de la tendencia de regresión) y los valores reales (obtenidos de la data del SENAMHI) y evaluar si existe un incremento que afectaría el balance de la microcuenca.

Tabla 28. Análisis de la temperatura en el periodo 1965-2015 (enero)

ENERO		1965-1985	1965-1995	1965-2005	1965-2015
INICIO		1965	1965	1965	1965
FINAL		1985	1995	2005	2015
DIFERENCIA		20	30	40	50
MÁXIMO		16.52	16.52	16.61	16.655
MÍNIMO		14.26	14.26	14.26	14.26
PROMEDIO		15.49	15.54	15.61	15.67
ECUACIÓN $y=ax+b$	a	0.0046	0.0126	0.0144	0.0105
	b	6.272	-9.5115	-13.053	-5.2264
VALOR PROY (2020)		15.564	15.9405	16.035	15.9836
VALOR REAL (2020)		17.25	17.25	17.25	17.25

- Análisis de la temperatura en el periodo 1965-2015 – Estación Urubamba - junio

Tabla 29. Análisis de la temperatura en el periodo 1965-2015 (junio)

JUNIO		1965-1985	1965-1995	1965-2005	1965-2015
INICIO		1965	1965	1965	1965
FINAL		1985	1995	2005	2015
DIFERENCIA		20	30	40	50
MÁXIMO		14.03	14.03	14.03	14.825
MÍNIMO		10.71	10.71	10.71	10.71
PROMEDIO		12.41	12.37	12.46	12.64
ECUACIÓN $y=ax+b$	a	0.0228	0.0021	0.0125	0.0242
	b	-32.58	8.1684	-12.253	-35.55
VALOR PROY (2020)		13.476	12.4104	12.997	13.334
VALOR REAL (2020)		13	13	13	13

- Análisis de la temperatura en el periodo 1965-2015 – Estación Urubamba – Media

Tabla 30. *Análisis de la temperatura en el periodo 1965-2015 (Media anual)*

MEDIA ANUAL		1965-1985	1965-1995	1965-2005	1965-2015
INICIO		1965	1965	1965	1965
FINAL		1985	1995	2005	2015
DIFERENCIA		20	30	40	50
MÁXIMO		15.07	15.07029208	15.08833333	15.82291667
MÍNIMO		13.75310458	13.75310458	13.75310458	13.75310458
PROMEDIO		14.40	14.42	14.50	14.59
ECUACIÓN	a	0.0063	0.0037	0.0109	0.0153
y=ax+b	b	2.0236	7.0779	-7.0893	-15.775
VALOR PROY (2020)		14.7496	14.5519	14.9287	15.131
VALOR REAL (2020)		15.30335734	15.30335734	15.30335734	15.30335734

5.1.3. Comparación de temperaturas proyectadas y temperatura real

Para la presente investigación se planteó dos escenarios, el primero se basa en los datos de temperatura del periodo 1965-1985 y el segundo basado en los datos del período 1965-1999. En base a los datos mencionados se realizó la regresión lineal y se proyectó gracias a la ecuación de la línea de tendencia obtenida, es así que se generaron las tablas 31 y 32, que presentan los datos proyectados para los escenarios planteados y posteriormente su comparación con los datos reales.

Tabla 31. *Temperatura proyectada según valores entre 1965-1985*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2000	14.516	13.879	14.790	13.176	11.771	10.319	10.355	11.439	12.564	13.655	13.953	14.331
2001	14.575	13.910	14.865	13.230	11.830	10.368	10.414	11.490	12.602	13.680	13.972	14.377
2002	14.634	13.940	14.939	13.284	11.888	10.416	10.473	11.541	12.639	13.706	13.992	14.422
2003	14.693	13.970	15.014	13.338	11.946	10.464	10.532	11.591	12.676	13.731	14.012	14.468
2004	14.752	14.001	15.088	13.392	12.004	10.512	10.591	11.642	12.714	13.757	14.032	14.513
2005	14.811	14.031	15.162	13.446	12.063	10.560	10.650	11.693	12.751	13.782	14.052	14.559
2006	14.870	14.062	15.237	13.500	12.121	10.608	10.709	11.744	12.788	13.808	14.072	14.604
2007	14.929	14.092	15.311	13.554	12.179	10.657	10.768	11.794	12.826	13.833	14.091	14.650
2008	14.987	14.123	15.385	13.608	12.238	10.705	10.827	11.845	12.863	13.858	14.111	14.695
2009	15.046	14.153	15.460	13.662	12.296	10.753	10.886	11.896	12.901	13.884	14.131	14.741
2010	15.105	14.184	15.534	13.717	12.354	10.801	10.945	11.947	12.938	13.909	14.151	14.786
2011	15.164	14.214	15.609	13.771	12.413	10.849	11.004	11.997	12.975	13.935	14.171	14.832
2012	15.223	14.244	15.683	13.825	12.471	10.897	11.063	12.048	13.013	13.960	14.191	14.878
2013	15.282	14.275	15.757	13.879	12.529	10.946	11.122	12.099	13.050	13.986	14.210	14.923
2014	15.341	14.305	15.832	13.933	12.587	10.994	11.182	12.150	13.087	14.011	14.230	14.969
2015	15.400	14.336	15.906	13.987	12.646	11.042	11.241	12.200	13.125	14.036	14.250	15.014
2016	15.459	14.366	15.980	14.041	12.704	11.090	11.300	12.251	13.162	14.062	14.270	15.060
2017	15.518	14.397	16.055	14.095	12.762	11.138	11.359	12.302	13.200	14.087	14.290	15.105
2018	15.577	14.427	16.129	14.149	12.821	11.187	11.418	12.353	13.237	14.113	14.310	15.151
2019	15.636	14.458	16.203	14.203	12.879	11.235	11.477	12.403	13.274	14.138	14.330	15.196
2020	15.695	14.488	16.278	14.257	12.937	11.283	11.536	12.454	13.312	14.164	14.349	15.242

Tabla 32. *Temperatura proyectada según valores entre 1965-1999*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2000	14.089	13.942	13.736	12.891	11.366	10.031	9.685	11.011	12.625	13.731	13.976	14.052
2001	14.131	13.975	13.771	12.933	11.409	10.068	9.719	11.045	12.663	13.760	13.997	14.086
2002	14.174	14.007	13.806	12.976	11.452	10.105	9.753	11.079	12.702	13.788	14.018	14.120
2003	14.216	14.039	13.841	13.018	11.495	10.142	9.787	11.113	12.740	13.816	14.038	14.155
2004	14.259	14.071	13.877	13.061	11.538	10.179	9.821	11.147	12.778	13.844	14.059	14.189
2005	14.302	14.104	13.912	13.103	11.581	10.216	9.855	11.182	12.817	13.872	14.080	14.223
2006	14.344	14.136	13.947	13.146	11.624	10.253	9.889	11.216	12.855	13.901	14.101	14.258
2007	14.387	14.168	13.982	13.188	11.667	10.289	9.923	11.250	12.893	13.929	14.121	14.292
2008	14.430	14.200	14.017	13.231	11.710	10.326	9.957	11.284	12.932	13.957	14.142	14.326
2009	14.472	14.232	14.052	13.273	11.754	10.363	9.991	11.318	12.970	13.985	14.163	14.361
2010	14.515	14.265	14.087	13.316	11.797	10.400	10.025	11.352	13.008	14.014	14.183	14.395
2011	14.557	14.297	14.122	13.358	11.840	10.437	10.059	11.386	13.047	14.042	14.204	14.430
2012	14.600	14.329	14.158	13.401	11.883	10.474	10.093	11.420	13.085	14.070	14.225	14.464
2013	14.643	14.361	14.193	13.443	11.926	10.511	10.127	11.454	13.123	14.098	14.246	14.498
2014	14.685	14.393	14.228	13.486	11.969	10.548	10.161	11.489	13.162	14.127	14.266	14.533
2015	14.728	14.426	14.263	13.528	12.012	10.585	10.195	11.523	13.200	14.155	14.287	14.567
2016	14.770	14.458	14.298	13.571	12.055	10.622	10.229	11.557	13.238	14.183	14.308	14.601
2017	14.813	14.490	14.333	13.613	12.098	10.659	10.263	11.591	13.277	14.211	14.329	14.636
2018	14.856	14.522	14.368	13.656	12.141	10.696	10.297	11.625	13.315	14.240	14.349	14.670
2019	14.898	14.555	14.403	13.698	12.184	10.733	10.331	11.659	13.353	14.268	14.370	14.704
2020	14.941	14.587	14.439	13.741	12.227	10.770	10.365	11.693	13.392	14.296	14.391	14.739

Tabla 33. *Comparativa de proyecciones y datos reales*

AÑO	ENERO			JUNIO			PROMEDIO		
	P1	P2	REAL	P1	P2	REAL	P1	P2	REAL
2000	14.516	14.089	13.165	10.319	10.031	9.915	12.896	12.595	12.291
2001	14.575	14.131	13.155	10.368	10.068	9.585	12.943	12.630	12.135
2002	14.634	14.174	13.900	10.416	10.105	10.630	12.989	12.665	12.425
2003	14.693	14.216	14.045	10.464	10.142	10.110	13.036	12.700	12.645
2004	14.752	14.259	14.230	10.512	10.179	9.300	13.083	12.735	12.443
2005	14.811	14.302	14.325	10.560	10.216	9.730	13.130	12.770	12.746
2006	14.870	14.344	13.240	10.608	10.253	10.205	13.177	12.806	12.287
2007	14.929	14.387	14.350	10.657	10.289	9.820	13.224	12.841	12.407
2008	14.987	14.430	12.630	10.705	10.326	9.980	13.271	12.876	11.998
2009	15.046	14.472	12.920	10.753	10.363	10.030	13.317	12.911	12.422
2010	15.105	14.515	13.480	10.801	10.400	11.010	13.364	12.946	12.726
2011	15.164	14.557	13.310	10.849	10.437	10.320	13.411	12.982	12.160
2012	15.223	14.600	13.440	10.897	10.474	10.100	13.458	13.017	12.317
2013	15.282	14.643	13.080	10.946	10.511	9.470	13.505	13.052	12.311
2014	15.341	14.685	13.570	10.994	10.548	10.760	13.552	13.087	12.518
2015	15.400	14.728	13.180	11.042	10.585	10.460	13.599	13.122	12.490
2016	15.459	14.770	15.190	11.090	10.622	10.540	13.645	13.158	13.114
2017	15.518	14.813	13.960	11.138	10.659	10.370	13.692	13.193	12.849
2018	15.577	14.856	13.405	11.187	10.696	9.520	13.739	13.228	12.568
2019	15.636	14.898	14.250	11.235	10.733	9.500	13.786	13.263	12.329
2020	15.695	14.941	14.150	11.283	10.770	6.122	13.833	13.298	11.921

- Comparativa gráfica entre proyecciones y datos reales

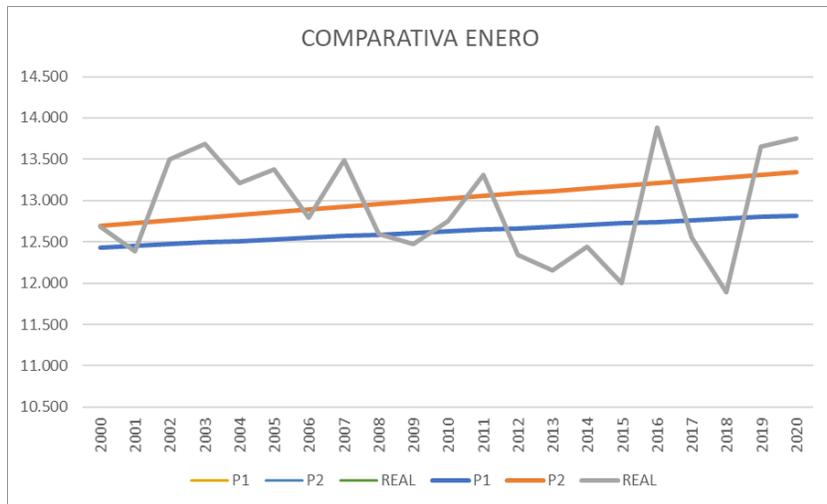


Figura 26. Comparativa gráfica de temperaturas proyectadas vs real (enero)

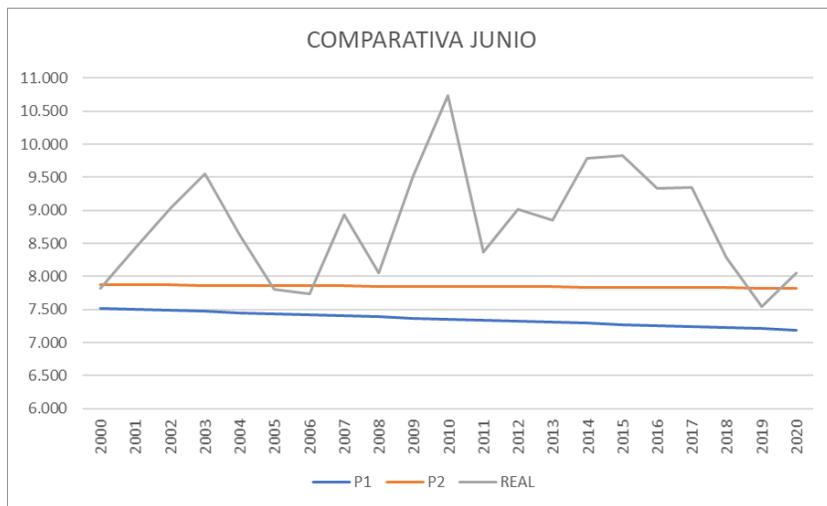


Figura 27. Comparativa gráfica de temperaturas proyectadas vs real (junio)

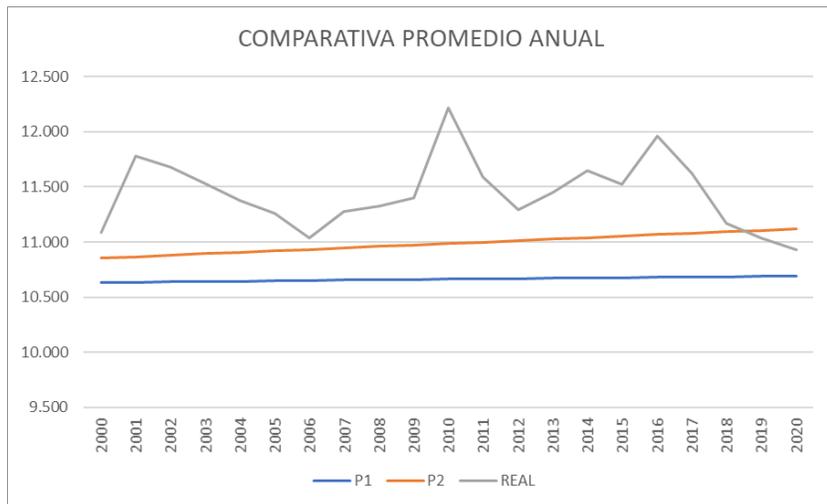


Figura 28. Comparativa gráfica de temperaturas proyectadas vs real (Promedio anual)

Como se puede observar en los gráficos, en la mayoría de años la temperatura real supera a las proyecciones realizadas, lo que nos indica que si existe un incremento de temperatura, el cual puede ser evaluado en los parámetros del balance hídrico.

5.2. Análisis de la temperatura media mensual regionalizada

- Temperatura media mensual real (1993-2020) regionalizada

Tabla 34. *Temperatura media mensual real regionalizada*

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1993	7.449	7.618	7.432	7.393	6.161	5.356	5.479	5.921	6.728	7.577	7.955	7.745
1994	7.670	7.675	7.729	7.455	6.523	5.276	5.067	5.672	6.926	7.461	7.977	8.037
1995	8.020	7.755	7.620	7.080	6.238	5.690	5.851	6.346	6.753	7.621	7.706	7.770
1996	7.522	7.769	7.560	7.331	6.491	5.264	5.078	6.089	6.904	7.506	7.711	7.506
1997	7.674	7.318	7.345	6.775	6.124	5.392	5.345	5.865	6.828	7.649	8.018	8.139
1998	8.297	8.392	8.220	7.731	6.233	5.736	5.718	6.660	6.981	7.621	7.804	7.712
1999	7.786	7.396	7.446	7.193	6.625	5.581	4.949	5.945	6.746	7.386	7.834	7.593
2000	7.410	7.602	7.285	7.329	6.499	5.569	5.540	6.227	6.749	7.442	7.755	7.771
2001	7.335	7.466	7.574	7.017	6.361	5.587	5.687	5.739	7.385	7.986	8.197	8.001
2002	7.943	7.545	7.685	7.446	6.299	6.122	5.861	5.910	7.211	7.715	7.800	7.799
2003	7.983	8.149	7.809	7.367	6.712	6.083	5.631	6.159	6.658	7.515	7.897	7.914
2004	7.847	7.926	7.729	7.375	6.550	5.506	5.331	5.573	6.868	7.784	7.917	7.946
2005	8.015	8.344	7.950	7.356	6.253	5.594	5.577	6.248	6.653	7.681	7.857	8.034
2006	7.534	7.785	7.649	7.195	5.790	5.655	5.230	6.435	7.229	7.656	7.678	7.535
2007	8.070	7.703	7.644	7.156	6.489	5.809	5.655	6.301	6.398	7.620	8.086	7.786
2008	7.322	7.479	7.132	6.980	6.037	5.602	5.595	6.617	7.187	7.734	7.941	7.674
2009	7.401	7.350	7.310	7.211	6.225	6.036	5.917	6.466	7.170	8.036	8.212	7.810
2010	7.588	7.679	7.656	7.476	6.959	6.480	6.481	6.750	7.489	7.933	8.189	7.942
2011	7.840	7.315	7.453	7.339	6.668	5.898	5.737	6.527	6.989	7.652	8.223	7.472
2012	7.574	7.215	7.314	7.146	6.426	5.950	5.807	6.452	7.032	8.104	8.262	7.682
2013	7.426	7.603	7.693	7.115	6.673	5.718	5.615	6.432	7.430	7.753	8.050	7.627
2014	7.674	7.609	7.503	7.819	6.402	6.374	5.816	6.258	7.031	7.852	8.364	8.068
2015	7.466	7.692	7.623	7.096	6.606	6.330	5.770	6.562	7.436	7.441	7.916	7.409
2016	8.379	8.193	8.344	7.720	6.828	6.236	6.057	6.717	7.395	7.409	8.193	7.702
2017	7.668	7.736	7.576	7.256	6.543	6.127	6.204	6.726	7.374	7.742	8.195	8.003
2018	7.487	7.911	7.705	7.314	6.881	5.632	5.756	6.335	7.249	7.566	8.262	8.361
2019	7.979	7.735	7.899	7.242	6.172	5.418	5.801	5.501	6.964	6.938	8.022	7.944
2020	8.100	8.065	8.391	7.034	5.541	5.049	5.660	5.402	6.568	7.449	7.693	7.827
DATOS	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
PROM.	7.731	7.715	7.653	7.284	6.404	5.753	5.651	6.208	7.012	7.637	7.990	7.815
D.E.	0.294	0.303	0.301	0.232	0.316	0.365	0.334	0.391	0.298	0.235	0.203	0.220
C.V.	0.038	0.039	0.039	0.032	0.049	0.063	0.059	0.063	0.042	0.031	0.025	0.028
V. MIN	7.322	7.215	7.132	6.775	5.541	5.049	4.949	5.402	6.398	6.938	7.678	7.409
V. MAX	8.379	8.392	8.391	7.819	6.959	6.480	6.481	6.750	7.489	8.104	8.364	8.361

- Temperatura proyectada según regresión (1965-1985) regionalizada

Tabla 35. *Temperatura proyectada según regresión 1965-1985 regionalizada*

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000	7.396	7.324	7.520	6.930	5.993	5.393	5.304	5.861	6.725	7.087	7.433	7.475
2001	7.382	7.317	7.570	6.874	5.982	5.364	5.294	5.758	6.686	7.156	7.373	7.494
2002	7.541	7.361	7.675	6.997	5.992	5.519	5.278	5.823	6.708	7.146	7.327	7.456
2003	7.546	7.486	7.689	6.972	6.090	5.450	5.386	5.858	6.701	7.187	7.426	7.569
2004	7.526	7.431	7.731	7.017	6.133	5.384	5.299	5.768	6.711	7.215	7.421	7.570
2005	7.614	7.460	7.778	7.063	6.106	5.483	5.418	5.969	6.762	7.196	7.440	7.609
2006	7.539	7.514	7.761	7.026	6.034	5.453	5.344	5.965	6.821	7.188	7.320	7.486
2007	7.655	7.510	7.778	6.990	6.095	5.456	5.397	5.964	6.653	7.152	7.416	7.542
2008	7.535	7.478	7.750	7.015	6.024	5.468	5.409	5.995	6.812	7.183	7.435	7.568
2009	7.597	7.511	7.826	7.120	6.085	5.538	5.453	6.018	6.866	7.293	7.499	7.600
2010	7.629	7.557	7.920	7.117	6.188	5.567	5.540	5.965	6.889	7.234	7.448	7.612
2011	7.691	7.477	7.856	7.051	6.066	5.550	5.396	5.973	6.804	7.218	7.465	7.527
2012	7.657	7.505	7.861	7.062	6.067	5.535	5.467	5.961	6.784	7.244	7.483	7.575
2013	7.627	7.550	7.989	7.078	6.080	5.452	5.350	5.943	6.845	7.213	7.388	7.601
2014	7.684	7.576	7.963	7.065	6.106	5.563	5.450	5.909	6.792	7.167	7.458	7.729
2015	7.741	7.596	8.008	7.143	6.187	5.605	5.475	6.029	6.872	7.164	7.477	7.651
2016	7.776	7.652	8.075	7.206	6.217	5.668	5.543	5.980	6.849	7.173	7.512	7.610
2017	7.698	7.615	7.960	7.110	6.107	5.590	5.553	6.020	6.869	7.273	7.538	7.771
2018	7.734	7.626	8.063	7.147	6.172	5.597	5.533	5.962	6.891	7.157	7.462	7.803
2019	7.708	7.622	8.063	7.144	6.065	5.444	5.460	5.787	6.836	7.044	7.336	7.721
2020	7.770	7.646	8.039	7.082	5.958	5.530	5.400	5.853	6.853	7.348	7.355	7.709
DATOS	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
PROM.	7.621	7.515	7.851	7.058	6.083	5.505	5.417	5.922	6.797	7.192	7.429	7.604
D.E.	0.110	0.099	0.164	0.079	0.071	0.080	0.085	0.085	0.073	0.066	0.061	0.097
C.V.	0.014	0.013	0.021	0.011	0.012	0.014	0.016	0.014	0.011	0.009	0.008	0.013
V. MIN	7.382	7.317	7.520	6.874	5.958	5.364	5.278	5.758	6.653	7.044	7.320	7.456
V. MAX	7.776	7.652	8.075	7.206	6.217	5.668	5.553	6.029	6.891	7.348	7.538	7.803

- Temperatura proyectada según regresión (1965-1999) regionalizada

Tabla 36. *Temperatura proyectada según regresión 1965-1999 regionalizada*

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000	7.599	7.562	7.441	7.139	6.249	5.527	5.335	6.012	6.854	7.350	7.779	7.708
2001	7.586	7.557	7.484	7.082	6.242	5.497	5.321	5.906	6.813	7.424	7.724	7.730
2002	7.750	7.605	7.582	7.210	6.257	5.656	5.300	5.974	6.834	7.418	7.684	7.692
2003	7.757	7.735	7.587	7.186	6.362	5.585	5.407	6.010	6.825	7.464	7.791	7.810
2004	7.737	7.681	7.620	7.234	6.411	5.517	5.315	5.918	6.834	7.496	7.793	7.813
2005	7.828	7.713	7.659	7.283	6.386	5.618	5.432	6.124	6.884	7.479	7.818	7.854
2006	7.753	7.770	7.632	7.246	6.317	5.587	5.353	6.122	6.944	7.475	7.701	7.730
2007	7.874	7.768	7.640	7.211	6.384	5.590	5.403	6.121	6.770	7.442	7.806	7.789
2008	7.751	7.738	7.601	7.238	6.315	5.602	5.411	6.153	6.932	7.477	7.832	7.818
2009	7.816	7.773	7.671	7.347	6.382	5.674	5.453	6.177	6.985	7.593	7.904	7.852
2010	7.849	7.822	7.757	7.345	6.492	5.703	5.538	6.123	7.007	7.536	7.858	7.866
2011	7.914	7.742	7.682	7.279	6.371	5.685	5.386	6.132	6.919	7.524	7.882	7.781
2012	7.881	7.773	7.678	7.292	6.376	5.670	5.455	6.120	6.897	7.554	7.907	7.832
2013	7.851	7.822	7.800	7.310	6.393	5.584	5.332	6.101	6.958	7.525	7.816	7.860
2014	7.911	7.850	7.763	7.298	6.424	5.698	5.430	6.067	6.902	7.482	7.894	7.994
2015	7.970	7.874	7.800	7.380	6.511	5.740	5.451	6.191	6.982	7.482	7.920	7.916
2016	8.008	7.933	7.860	7.446	6.547	5.805	5.518	6.141	6.957	7.496	7.962	7.875
2017	7.928	7.897	7.732	7.349	6.438	5.725	5.524	6.182	6.976	7.601	7.995	8.043
2018	7.967	7.911	7.828	7.389	6.509	5.731	5.499	6.122	6.997	7.486	7.924	8.077
2019	7.941	7.909	7.819	7.387	6.403	5.574	5.421	5.943	6.939	7.373	7.800	7.994
2020	8.006	7.935	7.784	7.325	6.297	5.662	5.355	6.012	6.955	7.689	7.826	7.984
DATOS	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
PROM.	7.842	7.780	7.687	7.284	6.384	5.639	5.411	6.079	6.913	7.494	7.839	7.858
D.E.	0.119	0.114	0.113	0.089	0.086	0.081	0.072	0.088	0.068	0.077	0.082	0.109
C.V.	0.015	0.015	0.015	0.012	0.013	0.014	0.013	0.014	0.010	0.010	0.010	0.014
V. MIN	7.586	7.557	7.441	7.082	6.242	5.497	5.300	5.906	6.770	7.350	7.684	7.692
V. MAX	8.008	7.935	7.860	7.446	6.547	5.805	5.538	6.191	7.007	7.689	7.995	8.077

Al tener los datos de las estaciones proyectadas, se realiza el proceso de regionalización para determinar la temperatura de la microcuenca según los diferentes escenarios y así realizar una comparativa.

- Comparación gráfica de temperaturas proyectadas y real (2000-2020)

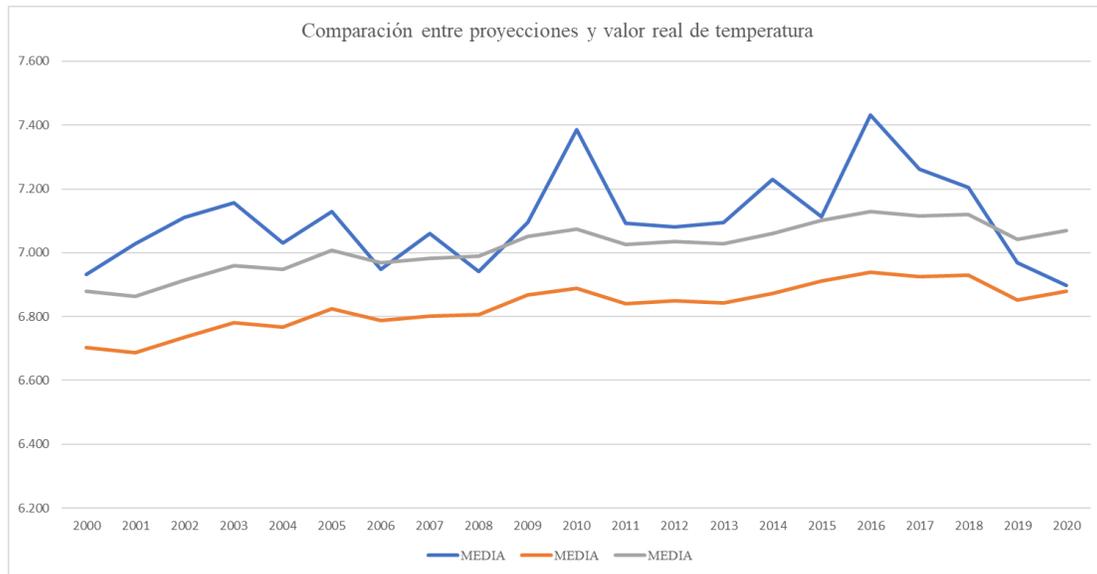


Figura 29. Comparación entre proyecciones y datos reales de temperatura

Al igual que en los gráficos para la evolución en función a los meses, en el gráfico de la evolución en función a los años, se puede observar que los datos reales son superiores a los proyectados.

6. Parámetros morfológicos de la microcuenca

6.1. Parámetros fundamentales

Tabla 37. Parámetros morfológicos principales

PARAMETROS	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
ÁREA O SUPERFICIE DE LA MICROCUENCA	At	42,162	km ²
ÁREA LIBRE DE CUERPOS DE AGUA	A	3,219	km ²
ÁREA SIN CUERPOS DE AGUA	At	38,943	km ²
PERÍMETRO DE LA MICROCUENCA	P	33,454	km
CENTRO DE GRAVEDAD	Xc	173723,805	m
	Yc	8515030,628	m

Observaciones: Valores obtenidos mediante ARCGIS

Los parámetros morfológicos principales de la microcuenca sirven como base para los cálculos de la investigación, como el volumen de egresos del sistema producto de la evapotranspiración, evaporación, etc.

Tabla 38. Relaciones de forma de la microcuenca

PARAMETROS	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
COEFICIENTE DE COMPACIDAD (-)	Kc	0.264	km ²
LONGITUD AXIAL	LB	6.567	km
ANCHO MEDIO —	AM	6.420125072	km
INDICE DE FORMA —	Kf	0.977620699	-

Tabla 39. Sistema de drenaje de la microcuenca

PARAMETROS	ORDEN	VALOR	UNIDAD
GRADO DE RAMIFICACIÓN	1	15.673	km
	2	1.252	km
	3	0.623	km
NÚMERO DE RÍOS	1	14.000	-
	2	8.000	-
	3	2.000	-

Tabla 40. Parámetros de ríos de la microcuenca

PARAMETROS	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
LONGITUD TOTAL DE RÍOS	Lt	17.548	km
NÚMERO TOTAL DE RÍOS	Nro R.	24.000	-
LONGITUD RIO PRINCIPAL	Lr	6.567	km
DENSIDAD DE DRENAJE —	Dd	0.416	km ² /km ²
DENSIDAD DE CORRIENTE —	Dc	0.569	r/km ²

Las relaciones de forma y el sistema de drenaje brindan el comportamiento del flujo de agua dentro de la microcuenca frente a una precipitación o una fuerte tormenta, determinando si se generan fuertes flujos de agua, entre otros.

6.2. Inventario de lagunas

Tabla 41 Inventario de lagunas de la microcuenca

NOMBRE DE LAGUNAS	COORDENADAS		HUSO HORARIO	PARAMETROS	
	X	Y		PERIM.	AREA
Laguna S/N 01	819005.89	8516437.51	18s	2502.1	0.0969
Laguna Piurav	821304.00	8514819.51	18s	7743.5	3.0438
Laguna S/N 02	818656.50	8515969.00	18s	495.2	0.0107
Laguna S/N 03	818818.26	8515554.50	18s	1785.4	0.0378
Laguna Cusicocha	177268.49	8518146.00	19s	461.0	0.0105
Laguna Chinchac	177500.00	8516752.00	19s	532.6	0.0149
Laguna S/N 04	177520.01	8516653.50	19s	259.3	0.0044
SUMATORIA					3.2190

El inventario de lagunas, nos permite determinar el área total de las lagunas que se encuentran dentro de la zona de estudio, esto a su vez nos sirve para calcular los volúmenes de egresos generados por la evaporación,

7. Egresos del sistema

7.1. Evapotranspiración – Método Hargreaves por radiación

Para poder evaluar el impacto de la temperatura dentro de la evapotranspiración se realizó el cálculo de la misma haciendo uso de la temperatura real (para el periodo 2000-2020) y las proyecciones en función a las regresiones de los años 1965-1985 y 1965-1999.

- Factor de corrección por latitud

Tabla 42. *Factor de corrección por latitud*

INTERPOLACION												
LAT (°)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
13.000	2.652	2.305	2.345	1.981	1.767	1.872	1.648	1.922	2.157	2.464	2.543	2.675
14.000	2.68	2.317	2.34	2.959	1.733	1.536	1.648	1.895	2.144	2.43	2.566	2.706
13.415	2.664	2.310	2.343	2.386	1.753	1.733	1.648	1.911	2.152	2.450	2.553	2.688

Referencia: Tabla 109 Anexo

- Cálculo de evapotranspiración para la microcuenca

Tabla 43. *Cálculo de ETP por Hargreaves para la microcuenca (2000)*

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
NÚMERO DE DIAS	31	28	31	30	31	30	30	31	30	31	30	31
TEMPERATURA MEDIA (°C)	7.410	7.602	7.285	7.329	6.499	5.569	5.540	6.227	6.749	7.442	7.755	7.771
TEMPERATURA MEDIA (°F)	45.338	45.684	45.113	45.193	43.698	42.024	41.972	43.208	44.149	45.395	45.959	45.987
HUMEDAD RELATIVA (HR)	90.178	90.254	88.298	79.039	78.434	76.287	75.813	75.457	74.617	78.480	73.547	78.790
F. CORRECCION POR LATITUD (MF)	2.664	2.310	2.343	2.386	1.753	1.733	1.648	1.911	2.152	2.450	2.553	2.688
F. CORRECCION POR HR (CH)	0.520	0.518	0.568	0.760	0.771	0.808	0.816	0.822	0.836	0.770	0.854	0.764
F. CORRECCION POR E (CE)	1.079	1.079	1.079	1.079	1.079	1.079	1.079	1.079	1.079	1.079	1.079	1.079
ETP (mm/mes)	67.770	58.993	64.742	88.413	63.696	63.493	60.914	73.239	85.695	92.381	108.040	101.932
ETP (mm/día)	2.186	2.107	2.088	2.947	2.055	2.116	2.030	2.363	2.856	2.980	3.601	3.288

Para calcular la evapotranspiración dentro de la microcuenca se aplicó la metodología de Hargreaves por radiación, el mencionado método requiere de datos de temperatura y latitud de la zona de estudio. La evapotranspiración corresponde un importante egreso del sistema y afecta el balance hídrico de la microcuenca.

- Consolidado de ETP total mensual (mm) – Datos reales (2000-2020)

Tabla 44. ETP total mensual (mm) – Datos reales (2000-2020)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2000	67.77	58.99	64.74	88.41	63.70	63.49	60.91	73.24	85.69	92.38	108.04	101.93	929.31
2001	72.42	67.71	71.04	85.42	59.55	60.42	55.57	65.14	79.34	86.44	89.27	92.27	884.61
2002	90.34	62.30	69.18	76.70	57.35	60.08	50.13	66.34	80.19	86.37	88.45	82.15	869.59
2003	82.76	69.57	64.02	79.52	62.22	76.73	70.48	66.23	77.68	88.49	95.63	79.97	913.30
2004	77.65	73.45	74.56	78.79	63.96	65.90	45.32	37.98	71.91	86.55	85.89	83.46	845.41
2005	72.78	31.69	65.10	72.84	54.41	65.05	62.04	56.85	62.81	73.57	87.83	85.49	790.45
2006	63.90	64.13	60.06	60.92	52.97	44.83	62.90	58.75	69.29	72.63	67.09	57.51	734.98
2007	65.82	63.33	59.15	64.59	55.84	73.67	52.62	67.30	70.63	86.94	96.26	80.47	836.62
2008	39.30	49.53	39.65	46.69	32.12	37.56	26.81	55.18	63.36	63.25	70.41	54.31	578.15
2009	52.76	46.11	59.53	78.88	60.74	62.19	57.00	73.19	79.36	97.90	89.00	80.20	836.87
2010	73.46	66.77	69.45	68.02	52.82	51.06	52.62	63.61	74.21	82.97	85.20	70.29	810.48
2011	64.60	43.23	56.39	59.41	44.67	51.82	39.23	52.63	54.73	72.27	85.27	75.71	699.96
2012	68.55	66.66	76.14	75.61	68.57	59.36	43.24	68.77	70.61	108.58	90.25	66.32	862.66
2013	79.02	47.64	56.62	65.24	50.10	41.65	36.18	57.58	66.33	71.39	92.52	84.89	749.16
2014	82.82	64.21	75.05	89.63	53.65	60.85	56.15	71.14	79.41	93.98	99.94	84.82	911.65
2015	72.00	61.11	64.92	60.27	49.60	54.41	52.51	67.15	80.95	93.01	92.27	88.02	836.21
2016	80.72	54.27	76.03	70.52	60.10	63.19	60.57	73.26	88.81	92.41	116.65	93.48	930.01
2017	82.07	67.92	56.97	55.50	45.38	61.41	61.55	74.88	81.20	97.27	99.02	90.60	873.77
2018	71.90	65.86	61.53	72.69	61.35	52.20	55.61	64.37	87.00	90.21	95.80	92.14	870.65
2019	81.09	59.30	60.75	68.77	55.35	61.32	60.34	74.07	83.35	90.50	82.73	76.41	853.97
2020	75.93	49.64	62.96	74.97	56.34	59.95	62.39	68.55	75.66	97.07	104.16	79.35	866.98

- Consolidado ETP total mensual (mm) – Proyección 01 (2000-2020)

Tabla 45. ETP total mensual (mm) – Proyección 01 (2000-2020)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2000	67.73	58.35	65.35	87.01	62.37	63.02	60.30	72.12	85.61	91.08	106.68	100.75	920.36
2001	72.56	67.31	71.03	84.93	58.61	59.84	54.64	65.20	77.14	83.66	86.44	90.46	871.81
2002	88.93	61.85	69.15	75.33	56.62	58.57	48.89	66.10	78.58	84.45	86.81	81.04	856.32
2003	81.36	67.79	63.72	78.27	60.64	74.70	69.74	65.40	77.82	87.34	93.87	78.90	899.55
2004	76.67	72.03	74.57	77.66	62.86	65.55	45.26	38.29	71.45	84.62	84.23	82.24	835.46
2005	71.65	30.61	64.67	71.99	54.08	64.74	61.61	56.19	63.09	72.16	86.40	84.08	781.28
2006	63.91	63.45	60.32	60.51	53.52	44.44	63.22	57.61	68.16	71.29	66.15	57.40	729.98
2007	64.77	62.85	59.46	64.16	54.93	72.57	52.04	66.36	71.38	85.34	93.77	79.70	827.33
2008	39.63	49.52	40.63	46.76	32.10	37.35	26.60	53.77	62.40	61.88	69.02	54.09	573.75
2009	53.17	46.41	60.76	78.59	60.39	60.89	55.88	71.84	78.39	95.08	86.56	79.54	827.50
2010	73.58	66.45	70.17	67.06	51.17	49.13	50.58	61.57	72.45	80.72	82.77	69.39	795.04
2011	64.22	43.51	57.29	58.73	43.57	51.06	38.66	51.43	54.32	71.04	82.79	75.87	692.49
2012	68.77	67.43	77.80	75.35	67.55	58.32	42.62	67.38	69.90	104.97	87.55	66.04	853.69
2013	79.65	47.54	57.28	65.14	48.89	41.18	35.77	56.41	64.79	69.88	90.15	84.80	741.48
2014	82.86	64.13	76.41	86.99	52.99	58.81	55.28	70.11	78.64	91.47	96.47	83.71	897.87
2015	72.78	60.88	65.91	60.38	48.74	52.77	51.85	65.68	79.14	91.98	90.70	88.87	829.68
2016	78.85	53.14	75.25	69.10	58.60	61.70	59.27	71.05	86.88	91.55	113.59	93.14	912.12
2017	82.16	67.60	57.83	55.18	44.56	60.03	59.88	72.72	79.57	95.48	96.51	89.79	861.32
2018	72.60	65.13	62.39	72.20	59.58	52.12	55.09	63.37	85.76	88.76	92.86	90.18	860.03
2019	80.23	59.04	61.14	68.50	55.10	61.39	59.47	74.97	82.91	90.89	80.53	75.74	849.92
2020	74.96	48.84	62.11	75.12	57.35	61.21	61.69	69.89	76.54	96.68	102.78	78.98	866.16

- Consolidado ETP total mensual (mm) – Proyección 02 (2000-2020)

Tabla 46. ETP total mensual (mm) – Proyección 02 (2000-2020)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2000	68.28	58.90	65.15	87.74	63.04	63.38	60.38	72.58	86.06	92.05	108.14	101.68	927.38
2001	73.15	67.95	70.79	85.64	59.26	60.19	54.71	65.61	77.54	84.56	87.65	91.30	878.33
2002	89.66	62.45	68.90	75.98	57.25	58.91	48.94	66.52	78.98	85.37	88.04	81.80	862.81
2003	82.03	68.46	63.46	78.94	61.33	75.13	69.81	65.82	78.21	88.31	95.23	79.65	906.40
2004	77.31	72.75	74.25	78.34	63.59	65.93	45.29	38.54	71.81	85.57	85.47	83.03	841.88
2005	72.26	30.92	64.36	72.63	54.72	65.12	61.65	56.56	63.40	72.98	87.70	84.89	787.19
2006	64.45	64.09	60.02	61.05	54.16	44.70	63.24	57.99	68.50	72.11	67.15	57.96	735.40
2007	65.32	63.49	59.14	64.73	55.60	72.98	52.05	66.80	71.72	86.33	95.22	80.48	833.87
2008	39.97	50.03	40.39	47.18	32.49	37.56	26.60	54.13	62.71	62.61	70.11	54.62	578.40
2009	53.63	46.89	60.39	79.30	61.14	61.24	55.88	72.31	78.77	96.22	87.94	80.34	834.07
2010	74.22	67.14	69.73	67.67	51.82	49.42	50.57	61.98	72.80	81.69	84.12	70.08	801.25
2011	64.78	43.97	56.90	59.27	44.13	51.36	38.64	51.78	54.57	71.91	84.16	76.63	698.09
2012	69.38	68.14	77.25	76.05	68.42	58.66	42.59	67.83	70.22	106.27	89.02	66.71	860.55
2013	80.35	48.05	56.86	65.75	49.53	41.41	35.74	56.79	65.09	70.76	91.68	85.67	747.68
2014	83.59	64.82	75.82	87.80	53.69	59.15	55.23	70.57	78.99	92.63	98.14	84.58	905.03
2015	73.43	61.55	65.37	60.96	49.40	53.08	51.80	66.12	79.49	93.16	92.29	89.79	836.44
2016	79.57	53.72	74.62	69.76	59.41	62.06	59.20	71.53	87.26	92.73	115.61	94.12	919.60
2017	82.91	68.35	57.32	55.71	45.18	60.38	59.81	73.21	79.92	96.73	98.25	90.74	868.51
2018	73.26	65.86	61.82	72.90	60.42	52.42	55.01	63.80	86.13	89.93	94.56	91.14	867.25
2019	80.97	59.70	60.56	69.17	55.88	61.73	59.37	75.47	83.26	92.09	82.02	76.55	856.79
2020	75.65	49.39	61.50	75.85	58.17	61.56	61.57	70.36	76.86	98.00	104.70	79.84	873.45

Mediante el método Hargreaves por radiación se obtiene la evapotranspiración para el periodo entre 2000-2020. La evapotranspiración al ser dependiente de la variable de la temperatura se puede evaluar en función a los escenarios planteados para la investigación y realizar una comparación para determinar su impacto en el balance hídrico de la microcuenca.

- Consolidado de ETP total mensual (m³/s) – Datos reales (2000-2020)

Tabla 47. ETP mensual (m3/s) – Datos reales (2000-2020)

ÁREA LIBRE DE CUERPOS DE AGUA		A	3,964	km ²	3964000.000	m ²							
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
DIAS	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
2000	0.10	0.10	0.10	0.14	0.09	0.10	0.09	0.11	0.13	0.14	0.17	0.15	0.12
2001	0.11	0.11	0.11	0.13	0.09	0.09	0.08	0.10	0.12	0.13	0.14	0.14	0.11
2002	0.13	0.10	0.10	0.12	0.08	0.09	0.07	0.10	0.12	0.13	0.14	0.12	0.11
2003	0.12	0.11	0.09	0.12	0.09	0.12	0.10	0.10	0.12	0.13	0.15	0.12	0.11
2004	0.11	0.12	0.11	0.12	0.09	0.10	0.07	0.06	0.11	0.13	0.13	0.12	0.11
2005	0.11	0.05	0.10	0.11	0.08	0.10	0.09	0.08	0.10	0.11	0.13	0.13	0.10
2006	0.09	0.11	0.09	0.09	0.08	0.07	0.09	0.09	0.11	0.11	0.10	0.09	0.09
2007	0.10	0.10	0.09	0.10	0.08	0.11	0.08	0.10	0.11	0.13	0.15	0.12	0.11
2008	0.06	0.08	0.06	0.07	0.05	0.06	0.04	0.08	0.10	0.09	0.11	0.08	0.07
2009	0.08	0.08	0.09	0.12	0.09	0.10	0.08	0.11	0.12	0.14	0.14	0.12	0.11
2010	0.11	0.11	0.10	0.10	0.08	0.08	0.08	0.09	0.11	0.12	0.13	0.10	0.10
2011	0.10	0.07	0.08	0.09	0.07	0.08	0.06	0.08	0.08	0.11	0.13	0.11	0.09
2012	0.10	0.11	0.11	0.12	0.10	0.09	0.06	0.10	0.11	0.16	0.14	0.10	0.11
2013	0.12	0.08	0.08	0.10	0.07	0.06	0.05	0.09	0.10	0.11	0.14	0.13	0.09
2014	0.12	0.11	0.11	0.14	0.08	0.09	0.08	0.11	0.12	0.14	0.15	0.13	0.11
2015	0.11	0.10	0.10	0.09	0.07	0.08	0.08	0.10	0.12	0.14	0.14	0.13	0.11
2016	0.12	0.09	0.11	0.11	0.09	0.10	0.09	0.11	0.14	0.14	0.18	0.14	0.12
2017	0.12	0.11	0.08	0.08	0.07	0.09	0.09	0.11	0.12	0.14	0.15	0.13	0.11
2018	0.11	0.11	0.09	0.11	0.09	0.08	0.08	0.10	0.13	0.13	0.15	0.14	0.11
2019	0.12	0.10	0.09	0.11	0.08	0.09	0.09	0.11	0.13	0.13	0.13	0.11	0.11
2020	0.11	0.08	0.09	0.11	0.08	0.09	0.09	0.10	0.12	0.14	0.16	0.12	0.11

- Consolidado ETP total mensual (m³/s) – Proyección 01 (2000-2020)

Tabla 48. ETP mensual (m³/s) – Proyección 01 (2000-2020)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
DIAS	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
2000	0.10	0.10	0.10	0.13	0.09	0.10	0.09	0.11	0.13	0.13	0.16	0.15	1.39
2001	0.11	0.11	0.11	0.13	0.09	0.09	0.08	0.10	0.12	0.12	0.13	0.13	1.32
2002	0.13	0.10	0.10	0.12	0.08	0.09	0.07	0.10	0.12	0.12	0.13	0.12	1.29
2003	0.12	0.11	0.09	0.12	0.09	0.11	0.10	0.10	0.12	0.13	0.14	0.12	1.36
2004	0.11	0.12	0.11	0.12	0.09	0.10	0.07	0.06	0.11	0.13	0.13	0.12	1.26
2005	0.11	0.05	0.10	0.11	0.08	0.10	0.09	0.08	0.10	0.11	0.13	0.12	1.18
2006	0.09	0.10	0.09	0.09	0.08	0.07	0.09	0.09	0.10	0.11	0.10	0.08	1.10
2007	0.10	0.10	0.09	0.10	0.08	0.11	0.08	0.10	0.11	0.13	0.14	0.12	1.25
2008	0.06	0.08	0.06	0.07	0.05	0.06	0.04	0.08	0.10	0.09	0.11	0.08	0.87
2009	0.08	0.08	0.09	0.12	0.09	0.09	0.08	0.11	0.12	0.14	0.13	0.12	1.25
2010	0.11	0.11	0.10	0.10	0.08	0.08	0.07	0.09	0.11	0.12	0.13	0.10	1.20
2011	0.10	0.07	0.08	0.09	0.06	0.08	0.06	0.08	0.08	0.11	0.13	0.11	1.04
2012	0.10	0.11	0.12	0.12	0.10	0.09	0.06	0.10	0.11	0.16	0.13	0.10	1.29
2013	0.12	0.08	0.08	0.10	0.07	0.06	0.05	0.08	0.10	0.10	0.14	0.13	1.12
2014	0.12	0.11	0.11	0.13	0.08	0.09	0.08	0.10	0.12	0.14	0.15	0.12	1.35
2015	0.11	0.10	0.10	0.09	0.07	0.08	0.08	0.10	0.12	0.14	0.14	0.13	1.25
2016	0.12	0.09	0.11	0.11	0.09	0.09	0.09	0.11	0.13	0.14	0.17	0.14	1.37
2017	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	0.09	0.09	0.11	0.12	0.14	0.15	0.13	1.30
2018	0.11	0.11	0.09	0.11	0.09	0.08	0.08	0.09	0.13	0.13	0.14	0.13	1.30
2019	0.12	0.10	0.09	0.10	0.08	0.09	0.09	0.11	0.13	0.13	0.12	0.11	1.28
2020	0.11	0.08	0.09	0.11	0.08	0.09	0.09	0.10	0.12	0.14	0.16	0.12	1.31

- Consolidado ETP total mensual (m³/s) – Proyección 02 (2000-2020)

Tabla 49. ETP mensual (m³/s) – Proyección 02 (2000-2020)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
DIAS	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
2000	0.10	0.10	0.10	0.13	0.09	0.10	0.09	0.11	0.13	0.14	0.17	0.15	1.40
2001	0.11	0.11	0.10	0.13	0.09	0.09	0.08	0.10	0.12	0.13	0.13	0.14	1.33
2002	0.13	0.10	0.10	0.12	0.08	0.09	0.07	0.10	0.12	0.13	0.13	0.12	1.30
2003	0.12	0.11	0.09	0.12	0.09	0.11	0.10	0.10	0.12	0.13	0.15	0.12	1.37
2004	0.11	0.12	0.11	0.12	0.09	0.10	0.07	0.06	0.11	0.13	0.13	0.12	1.27
2005	0.11	0.05	0.10	0.11	0.08	0.10	0.09	0.08	0.10	0.11	0.13	0.13	1.18
2006	0.10	0.11	0.09	0.09	0.08	0.07	0.09	0.09	0.10	0.11	0.10	0.09	1.11
2007	0.10	0.10	0.09	0.10	0.08	0.11	0.08	0.10	0.11	0.13	0.15	0.12	1.26
2008	0.06	0.08	0.06	0.07	0.05	0.06	0.04	0.08	0.10	0.09	0.11	0.08	0.87
2009	0.08	0.08	0.09	0.12	0.09	0.09	0.08	0.11	0.12	0.14	0.13	0.12	1.26
2010	0.11	0.11	0.10	0.10	0.08	0.08	0.07	0.09	0.11	0.12	0.13	0.10	1.21
2011	0.10	0.07	0.08	0.09	0.07	0.08	0.06	0.08	0.08	0.11	0.13	0.11	1.05
2012	0.10	0.11	0.11	0.12	0.10	0.09	0.06	0.10	0.11	0.16	0.14	0.10	1.30
2013	0.12	0.08	0.08	0.10	0.07	0.06	0.05	0.08	0.10	0.10	0.14	0.13	1.13
2014	0.12	0.11	0.11	0.13	0.08	0.09	0.08	0.10	0.12	0.14	0.15	0.13	1.37
2015	0.11	0.10	0.10	0.09	0.07	0.08	0.08	0.10	0.12	0.14	0.14	0.13	1.26
2016	0.12	0.09	0.11	0.11	0.09	0.09	0.09	0.11	0.13	0.14	0.18	0.14	1.39
2017	0.12	0.11	0.08	0.09	0.07	0.09	0.09	0.11	0.12	0.14	0.15	0.13	1.31
2018	0.11	0.11	0.09	0.11	0.09	0.08	0.08	0.09	0.13	0.13	0.14	0.13	1.31
2019	0.12	0.10	0.09	0.11	0.08	0.09	0.09	0.11	0.13	0.14	0.13	0.11	1.29
2020	0.11	0.08	0.09	0.12	0.09	0.09	0.09	0.10	0.12	0.15	0.16	0.12	1.32

- Comparación entre evapotranspiración total anual (mm)

AÑO	ETP TOTAL ANUAL		
	D. REALES	PROYEC. 01	PROYEC. 02
2000	929.31	920.36	927.38
2001	884.61	871.81	878.33
2002	869.59	856.32	862.81
2003	913.30	899.55	906.40
2004	845.41	835.46	841.88
2005	790.45	781.28	787.19
2006	734.98	729.98	735.40
2007	836.62	827.33	833.87
2008	578.15	573.75	578.40
2009	836.87	827.50	834.07
2010	810.48	795.04	801.25
2011	699.96	692.49	698.09
2012	862.66	853.69	860.55
2013	749.16	741.48	747.68
2014	911.65	897.87	905.03
2015	836.21	829.68	836.44
2016	930.01	912.12	919.60
2017	873.77	861.32	868.51
2018	870.65	860.03	867.25
2019	853.97	849.92	856.79
2020	866.98	866.16	873.45

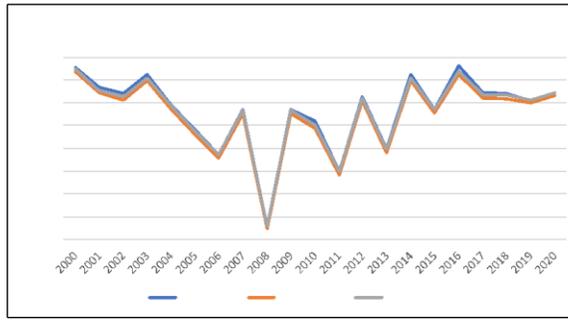


Figura 30. Comparativa ETP total anual (mm) – Proyección 02 (2000-2020)

Tras haber obtenido la evapotranspiración se realizó la comparación para evaluar el impacto de la temperatura, la Figura 27 nos muestra dicha comparación y observamos que la variación es mínima entre una ETP y otra.

7.2. Evaporación de cuerpos de agua de la microcuenca

7.2.1. Regresiones lineales en función a temperatura y evaporación

- Temperatura media diaria en la laguna de Piuray (2016)

Tabla 50. Temperatura media diaria de la laguna de Piuray (°C)

DIAS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	10.30	9.23	11.59	9.73	8.35	6.35	5.14	4.88	7.64	9.62	10.16	9.25
2	8.44	10.07	10.98	10.37	7.98	6.32	5.28	5.10	7.43	9.08	10.68	8.61
3	10.64	8.74	11.87	9.80	6.83	6.40	5.75	5.83	7.24	9.91	10.85	9.87
4	10.70	10.25	10.90	8.08	6.13	5.94	5.20	7.62	7.41	8.79	9.77	8.33
5	10.56	9.59	10.37	10.34	6.91	7.89	6.00	7.15	8.14	8.48	9.96	9.88
6	9.76	9.67	10.59	10.46	7.69	7.32	5.20	7.10	8.15	10.08	10.29	9.18
7	10.83	10.10	10.26	9.54	7.68	6.78	5.47	6.88	9.15	9.73	10.45	9.04
8	10.27	10.61	10.37	8.63	6.41	6.69	7.00	6.99	9.61	8.67	9.22	8.34
9	10.47	10.39	11.17	7.87	7.86	8.04	5.50	5.95	8.64	9.45	9.55	8.56
10	10.33	10.10	9.95	9.26	7.49	7.35	5.55	5.78	9.35	8.49	10.82	8.62
11	10.94	10.68	10.55	8.79	8.10	7.55	5.63	6.89	8.75	8.12	11.30	9.94
12	9.68	9.84	10.94	9.85	7.87	7.13	6.41	6.70	8.85	9.82	11.07	9.98
13	10.60	11.05	9.42	10.48	6.56	6.23	5.95	7.50	9.59	10.41	10.91	10.11
14	11.92	10.98	10.98	9.48	8.59	6.21	6.84	7.76	9.36	6.97	11.68	9.64
15	11.78	10.61	9.70	9.97	7.34	4.98	8.00	8.53	8.88	8.78	11.19	8.20
16	11.50	11.07	10.24	8.67	8.40	4.95	8.21	7.65	9.74	9.51	10.15	10.14
17	11.00	9.62	10.62	9.40	8.19	4.90	7.85	7.01	8.67	8.90	9.59	10.88
18	10.53	10.84	10.86	9.72	7.05	5.30	8.05	7.83	8.67	8.74	8.26	11.54
19	9.19	11.40	10.80	9.18	7.67	5.64	5.46	6.85	7.66	9.25	10.50	10.75
20	10.83	10.33	10.13	9.46	7.53	6.00	5.51	6.85	7.94	6.58	10.73	10.17
21	11.08	9.80	10.34	8.79	7.85	5.66	5.76	7.08	7.78	8.32	9.60	10.15
22	11.85	10.54	11.44	8.05	7.07	6.06	5.41	8.75	8.91	9.30	10.17	10.88
23	11.82	10.61	11.75	9.72	7.39	5.23	5.88	8.00	9.79	9.20	10.25	9.00
24	11.59	11.86	11.48	9.43	8.80	5.85	6.10	10.06	8.78	8.34	9.80	8.49
25	11.18	10.35	11.62	8.19	8.16	6.05	7.22	8.43	8.68	10.33	9.31	10.06
26	10.15	11.00	11.14	8.64	7.13	6.06	7.63	8.11	7.97	10.31	9.94	9.15
27	10.50	11.30	10.44	8.13	6.95	5.35	6.48	9.44	8.80	8.14	9.01	10.15
28	11.32	11.64	10.35	9.82	6.16	6.47	6.66	7.48	9.62	9.11	9.13	7.70
29	10.23	11.68	9.80	9.18	6.78	5.99	5.11	7.38	8.74	8.44	8.70	9.30
30	11.42		9.88	7.68	7.27	5.23	4.16	7.11	8.61	10.08	9.37	9.80
31	10.48		9.56		6.39		4.15	8.31		9.48		8.71
PROM	10.70	10.48	10.65	9.22	7.44	6.20	6.08	7.32	8.62	9.05	10.08	9.50

Nota: Tomada de SEDACUSCO

- Evaporación total diaria en la laguna de Piuray (2016)

Tabla 51. Evaporación total diaria de la laguna de Piuray (°C)

DIAS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	3.29	1.88	2.86	4.27	3.61	3.47	3.76	3.97	4.58	2.87	4.20	3.01
2	2.51	3.21	3.06	3.01	3.97	3.88	3.62	3.55	3.28	2.06	4.67	2.46
3	4.39	1.59	4.47	3.20	3.65	3.80	3.66	3.72	4.07	3.23	4.36	2.82
4	3.76	3.60	4.21	2.86	4.07	3.67	3.24	3.58	2.64	2.78	3.13	1.43
5	3.75	2.78	3.18	4.12	4.01	3.36	3.43	4.06	4.33	2.15	3.76	4.40
6	3.20	2.90	2.93	2.71	3.82	2.50	2.38	3.95	4.28	4.21	3.69	2.01
7	3.69	2.33	2.72	1.86	3.18	3.14	0.84	3.83	4.37	4.39	3.58	2.58
8	4.41	2.95	2.85	2.76	2.38	2.42	2.90	3.06	4.60	4.84	2.80	2.00
9	3.46	2.67	2.98	2.16	3.54	2.42	3.54	2.42	4.10	3.60	3.26	2.35
10	2.77	2.50	2.39	3.35	3.71	3.20	3.61	1.93	4.86	2.16	4.73	2.42
11	3.08	2.73	3.71	1.92	3.40	2.01	2.89	3.12	4.60	2.52	5.22	3.36
12	2.58	2.79	3.56	3.43	2.75	2.87	3.05	2.59	4.42	4.13	5.51	2.98
13	2.18	3.68	2.85	3.67	1.20	3.18	3.52	3.29	4.73	4.70	5.14	4.49
14	4.78	3.76	4.38	3.41	3.11	3.62	3.46	4.10	4.46	1.23	4.86	2.66
15	3.37	3.87	4.49	2.66	2.53	3.69	3.59	4.06	2.90	3.50	5.20	1.32
16	2.72	3.70	4.86	1.34	3.01	3.63	2.51	2.79	4.15	3.29	4.37	3.96
17	3.18	1.90	4.25	2.57	3.18	3.47	2.98	2.92	4.48	3.28	2.69	3.09
18	2.50	2.14	3.50	2.58	3.69	3.11	3.89	3.92	4.38	3.77	2.24	4.55
19	1.56	4.51	3.23	2.43	3.82	2.49	3.94	2.82	2.94	3.75	4.09	3.99
20	2.57	1.75	3.56	3.09	3.32	3.39	3.80	3.09	2.84	1.96	5.49	3.66
21	3.72	1.76	2.64	3.34	3.20	3.59	3.82	3.48	3.13	3.61	5.14	3.74
22	5.13	2.93	3.45	1.89	2.26	3.36	3.72	3.16	3.56	3.10	4.39	4.74
23	4.60	3.28	3.48	3.05	2.29	3.24	3.79	4.06	3.53	3.23	3.67	2.07
24	5.21	3.44	4.17	3.87	2.70	3.46	3.73	4.07	2.76	2.63	4.08	2.16
25	3.03	3.17	3.79	4.37	2.90	3.37	3.83	3.18	2.70	4.30	2.87	2.81
26	2.84	2.88	2.42	4.27	3.74	3.40	3.47	3.07	3.12	3.58	3.69	1.84
27	4.47	3.00	3.05	3.02	3.44	1.47	3.68	4.38	3.87	1.74	2.95	4.15
28	3.57	4.37	4.50	4.12	3.37	2.36	3.37	4.38	4.47	2.51	2.79	1.15
29	2.44	3.10	4.17	3.82	3.71	3.39	3.82	4.47	2.78	3.77	2.42	2.06
30	3.83		3.97	2.27	3.88	3.65	3.99	3.39	3.56	3.85	2.62	3.84
31	3.40		3.25		3.77		4.05	3.38		3.88		2.20
SUMA	105.99	85.17	108.93	91.42	101.21	94.61	105.88	107.79	114.49	100.62	117.61	90.30

Nota: Tomada de SENAMHI

- Regresiones Temperatura y Evaporación en la Laguna de Piuray

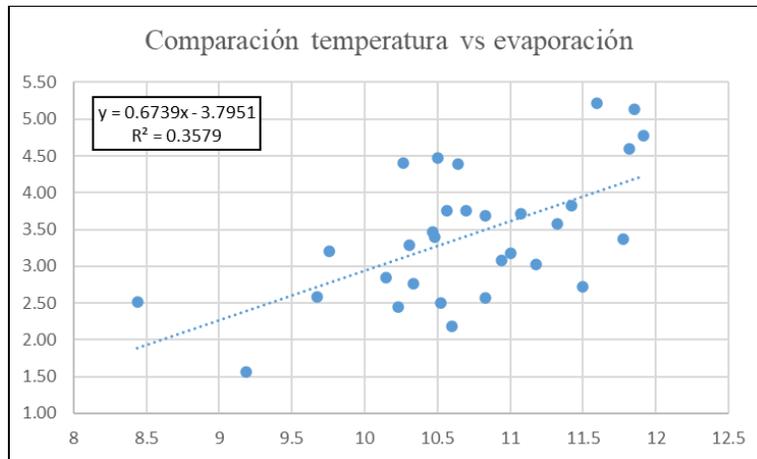


Figura 31. Regresión lineal Temperatura y Evaporación – Laguna de Piuray (enero 2016)

Es evidente la relación entre la temperatura y la evaporación, lo mismo que se evidencia en la Figura 28, así mismo se aprecia que el coeficiente de correlación es aceptable, lo cual es un indicador que la evaporación también depende de otros factores.

Al tener un amplio universo de datos de temperatura y evaporación de un mismo punto, podemos determinar diversas regresiones y elegir el mejor factor de correlación para poder proyectar valores de evaporación.

- Consolidado de datos de regresiones

Tabla 52. Consolidado de información de regresiones Temperatura y Evaporación (2016)

DIAS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
R2	0.358	0.473	0.004	0.095	0.001	0.113	0.020	0.116	0.174	0.471	0.730	0.735
r	0.598	0.688	0.064	0.308	0.038	0.337	0.142	0.340	0.417	0.686	0.855	0.857
a	0.674	0.698	0.067	0.307	-0.034	-0.228	-0.083	0.187	0.412	0.683	1.035	0.948
b	-3.795	-4.382	2.804	0.217	3.520	4.569	3.921	2.108	0.266	-2.930	-6.512	-6.095

- Consolidado de coeficientes de regresiones por mes y año

Tabla 53. Consolidado de coeficientes de regresiones por mes y año (2013-2018)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2013		0.186	0.658	0.011	0.001	0.168	0.056	0.514	0.081	0.518	0.736	0.556
2014	0.578	0.598	0.118	0.135	0.012	0.079	0.013		0.209	0.246	0.543	0.478
2015	0.342	0.381	0.204	0.487	0.361	0.011	0.095	0.384	0.296		0.536	0.645
2016	0.358	0.473	0.004	0.095	0.001	0.113	0.020	0.116	0.174	0.471	0.730	0.735
2017	0.638	0.327								0.470	0.499	0.468
2018	0.582											

Como podemos observar en la Tabla 47, durante los meses de avenida, entre octubre y marzo, existen mejores coeficientes de correlación que en meses de estiaje, sin embargo, los valores obtenidos para dichos meses son aceptables, por lo cual es posible usar las ecuaciones de regresión lineal para completar los datos de los meses faltantes.

- Determinación de ecuaciones de regresión por mes

Tabla 54. Ecuaciones de regresión por mes

MES	JUNIO	
AÑO	2013	
DATOS	a = 0.000	b = 0.000
ECUACION	$Y = 0x X + 0$	
MES	ENERO	
AÑO	2017	
DATOS	a = 1.061	b = -7.133
ECUACION	$Y = 1.06x X + -7.13$	
MES	FEBRERO	
AÑO	2014	
DATOS	a = 0.651	b = -3.474
ECUACION	$Y = 0.65x X + -3.47$	
MES	MARZO	
AÑO	2013	
DATOS	a = 0.686	b = -4.029
ECUACION	$Y = 0.69x X + -4.03$	
MES	ABRIL	
AÑO	2015	
DATOS	a = 0.486	b = -1.723
ECUACION	$Y = 0.49x X + -1.72$	
MES	MAYO	
AÑO	2015	
DATOS	a = 0.464	b = -0.904
ECUACION	$Y = 0.46x X + -0.9$	
MES	JUNIO	
AÑO	2013	
DATOS	a = 0.281	b = 0.782
ECUACION	$Y = 0.28x X + 0.78$	
MES	DICIEMBRE	
AÑO	2016	
DATOS	a = 0.000	b = 0.000
ECUACION	$Y = 0x X + 0$	
MES	JULIO	
AÑO	2015	
DATOS	a = 0.308	b = 1.797
ECUACION	$Y = 0.31x X + 1.8$	
MES	AGOSTO	
AÑO	2013	
DATOS	a = 0.590	b = -1.004
ECUACION	$Y = 0.59x X + -1$	
MES	SEPTIEMBRE	
AÑO	2015	
DATOS	a = 0.497	b = -0.900
ECUACION	$Y = 0.5x X + -0.9$	
MES	OCTUBRE	
AÑO	2013	
DATOS	a = 0.620	b = -2.713
ECUACION	$Y = 0.62x X + -2.71$	
MES	NOVIEMBRE	
AÑO	2013	
DATOS	a = 0.800	b = -4.579
ECUACION	$Y = 0.8x X + -4.58$	
MES	DICIEMBRE	
AÑO	2016	
DATOS	a = 0.948	b = -6.095
ECUACION	$Y = 0.95x X + -6.1$	

7.2.2. Proyección y cálculo de evaporación en función a la temperatura

- T° media mensual – Elevación de la laguna de Piuray – Datos reales

Tabla 55. *Temperatura media mensual – Elevación de la laguna de Piuray – Datos reales*

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000	9.424	9.759	9.241	9.208	7.940	6.583	6.663	7.576	8.012	9.343	9.425	9.857
2001	9.289	9.601	9.706	8.952	7.829	6.750	6.922	7.063	9.384	10.132	10.391	10.093
2002	10.060	9.513	9.677	9.395	7.741	7.346	7.461	7.171	9.020	9.647	9.817	9.803
2003	10.152	10.357	9.874	9.302	8.307	7.435	6.785	7.527	8.109	9.180	9.730	9.899
2004	9.937	10.194	9.768	9.208	7.943	6.740	6.446	6.751	8.395	9.739	9.880	9.978
2005	10.103	10.523	10.112	9.158	7.504	6.582	6.677	7.487	8.039	9.570	9.739	10.109
2006	9.543	9.765	9.686	8.988	6.885	6.635	6.144	7.792	8.907	9.536	9.683	9.450
2007	10.172	9.626	9.659	8.983	7.920	7.058	6.829	7.662	7.774	9.450	10.025	9.861
2008	9.308	9.503	9.033	8.745	7.332	6.679	6.689	8.116	9.021	9.734	9.899	9.691
2009	9.345	9.272	9.190	8.907	7.558	7.398	7.244	7.866	8.684	10.006	10.237	9.861
2010	9.585	9.629	9.615	9.547	8.830	8.105	8.078	8.364	9.170	9.825	10.191	9.993
2011	9.898	9.224	9.353	9.276	8.368	6.986	7.037	7.986	8.661	9.488	10.262	9.418
2012	9.450	8.958	9.129	8.928	7.932	7.193	6.943	7.894	8.651	10.060	10.278	9.635
2013	9.275	9.518	9.545	8.826	8.169	6.950	6.839	7.932	9.267	9.599	10.131	9.542
2014	9.551	9.460	9.300	9.911	7.723	7.738	7.037	7.693	8.607	9.876	10.562	10.072
2015	9.265	9.611	9.440	8.715	7.982	7.702	6.964	8.063	9.230	9.573	10.165	9.503
2016	10.542	10.213	10.452	9.540	8.317	7.504	7.407	8.288	9.238	9.244	10.247	9.699
2017	9.609	9.655	9.517	8.963	8.005	7.425	7.615	8.251	9.216	9.598	10.199	9.941
2018	9.259	9.821	9.545	9.056	8.173	6.739	6.925	7.741	9.074	9.468	10.320	10.339
2019	10.151	9.650	9.857	8.875	7.408	6.375	6.963	6.721	8.512	8.486	10.141	10.030
2020	10.250	10.259	10.975	8.580	6.414	6.049	6.824	6.378	7.913	8.957	9.494	9.818
DATOS	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
PROM	9.760	9.730	9.656	9.110	7.788	6.902	6.810	7.574	8.634	9.508	9.989	9.827
D.E.	0.392	0.391	0.420	0.348	0.493	0.522	0.505	0.518	0.458	0.335	0.288	0.249
C.V.	0.040	0.040	0.044	0.038	0.063	0.076	0.074	0.068	0.053	0.035	0.029	0.025
V. MIN	9.259	8.958	9.033	8.382	6.414	6.049	5.858	6.378	7.774	8.486	9.425	9.418
V. MAX	10.542	10.523	10.975	9.911	8.830	8.105	8.078	8.364	9.384	10.132	10.562	10.339

- T° media mensual – Elevación de la laguna de Piuray – Proyección 01

Tabla 56. *Temperatura media mensual – Elevación de la laguna de Piuray – Proyección 01*

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000	9.007	8.884	9.229	8.292	6.893	6.106	6.031	6.777	7.910	8.445	8.943	9.075
2001	9.007	8.886	9.276	8.260	6.883	6.085	6.026	6.711	7.888	8.487	8.907	9.097
2002	9.118	8.920	9.358	8.343	6.886	6.182	6.015	6.752	7.905	8.478	8.881	9.081
2003	9.130	9.006	9.382	8.331	6.945	6.136	6.085	6.773	7.904	8.502	8.947	9.163
2004	9.125	8.977	9.423	8.364	6.970	6.092	6.031	6.715	7.913	8.518	8.947	9.173
2005	9.190	9.002	9.468	8.398	6.949	6.153	6.107	6.842	7.948	8.503	8.961	9.207
2006	9.152	9.042	9.472	8.379	6.899	6.132	6.061	6.839	7.989	8.495	8.888	9.138
2007	9.235	9.045	9.498	8.360	6.935	6.132	6.095	6.837	7.884	8.470	8.952	9.183
2008	9.166	9.032	9.495	8.380	6.886	6.138	6.104	6.856	7.989	8.488	8.967	9.210
2009	9.215	9.058	9.558	8.452	6.922	6.181	6.133	6.870	8.026	8.556	9.010	9.239
2010	9.244	9.094	9.633	8.454	6.985	6.197	6.189	6.835	8.043	8.516	8.981	9.256
2011	9.292	9.049	9.607	8.417	6.903	6.184	6.098	6.840	7.992	8.504	8.994	9.211
2012	9.280	9.073	9.625	8.428	6.900	6.173	6.144	6.831	7.982	8.518	9.009	9.251
2013	9.269	9.108	9.722	8.442	6.905	6.118	6.070	6.818	8.023	8.496	8.951	9.277
2014	9.315	9.131	9.720	8.438	6.918	6.186	6.134	6.796	7.992	8.464	8.998	9.369
2015	9.359	9.150	9.764	8.493	6.967	6.211	6.151	6.872	8.046	8.460	9.014	9.328
2016	9.391	9.192	9.821	8.537	6.983	6.249	6.195	6.840	8.034	8.464	9.038	9.311
2017	9.349	9.174	9.762	8.480	6.909	6.198	6.202	6.864	8.050	8.525	9.058	9.424
2018	9.381	9.188	9.843	8.508	6.947	6.200	6.190	6.826	8.067	8.449	9.012	9.453
2019	9.373	9.191	9.858	8.510	6.875	6.100	6.145	6.714	8.034	8.374	8.934	9.410
2020	9.422	9.212	9.857	8.475	6.804	6.153	6.107	6.755	8.048	8.566	8.949	9.412
DATOS	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
PROM	9.239	9.067	9.589	8.416	6.917	6.157	6.110	6.808	7.984	8.489	8.969	9.251
D.E.	0.122	0.100	0.195	0.074	0.043	0.044	0.058	0.053	0.061	0.041	0.047	0.115
C.V.	0.013	0.011	0.020	0.009	0.006	0.007	0.009	0.008	0.008	0.005	0.005	0.012
V. MIN	9.007	8.884	9.229	8.260	6.804	6.085	6.015	6.711	7.884	8.374	8.881	9.075
V. MAX	9.422	9.212	9.858	8.537	6.985	6.249	6.202	6.872	8.067	8.566	9.058	9.453

- T° media mensual – Elevación de la laguna de Piuray – Proyección 02

Tabla 57. *Temperatura media mensual – Elevación de la laguna de Piuray – Proyección 02*

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000	8.649	8.596	8.484	7.999	6.812	5.913	5.721	6.539	7.523	8.185	8.693	8.685
2001	8.652	8.603	8.519	7.972	6.811	5.896	5.714	6.479	7.501	8.231	8.666	8.707
2002	8.762	8.641	8.587	8.057	6.824	5.993	5.703	6.522	7.516	8.229	8.647	8.694
2003	8.776	8.729	8.599	8.049	6.890	5.952	5.769	6.546	7.514	8.258	8.718	8.775
2004	8.776	8.706	8.628	8.085	6.923	5.913	5.715	6.493	7.522	8.279	8.725	8.785
2005	8.841	8.735	8.660	8.121	6.912	5.975	5.787	6.619	7.555	8.271	8.746	8.820
2006	8.807	8.779	8.653	8.107	6.874	5.957	5.741	6.620	7.594	8.270	8.682	8.755
2007	8.890	8.788	8.667	8.093	6.917	5.961	5.772	6.622	7.492	8.252	8.751	8.800
2008	8.828	8.779	8.652	8.116	6.880	5.969	5.779	6.644	7.592	8.275	8.772	8.827
2009	8.878	8.810	8.703	8.189	6.923	6.014	5.806	6.661	7.627	8.346	8.821	8.857
2010	8.909	8.849	8.764	8.195	6.993	6.033	5.859	6.631	7.643	8.313	8.800	8.875
2011	8.959	8.811	8.728	8.163	6.924	6.023	5.769	6.639	7.593	8.307	8.820	8.833
2012	8.950	8.839	8.735	8.177	6.930	6.016	5.812	6.634	7.583	8.327	8.841	8.874
2013	8.942	8.878	8.817	8.195	6.944	5.966	5.739	6.625	7.622	8.312	8.792	8.900
2014	8.990	8.905	8.804	8.195	6.966	6.035	5.800	6.607	7.592	8.287	8.845	8.990
2015	9.036	8.929	8.835	8.252	7.022	6.062	5.814	6.684	7.643	8.289	8.867	8.952
2016	9.069	8.974	8.880	8.299	7.047	6.102	5.856	6.657	7.631	8.299	8.898	8.938
2017	9.033	8.962	8.812	8.248	6.985	6.056	5.861	6.684	7.645	8.363	8.923	9.048
2018	9.067	8.980	8.879	8.279	7.031	6.061	5.848	6.651	7.661	8.296	8.887	9.078
2019	9.062	8.989	8.882	8.285	6.971	5.968	5.803	6.546	7.629	8.230	8.818	9.038
2020	9.112	9.014	8.871	8.255	6.911	6.022	5.765	6.589	7.641	8.421	8.840	9.041
DATOS	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
PROM.	8.904	8.824	8.722	8.159	6.928	5.995	5.782	6.604	7.587	8.288	8.788	8.870
D.E.	0.136	0.127	0.121	0.095	0.067	0.055	0.049	0.060	0.055	0.052	0.079	0.121
C.V.	0.015	0.014	0.014	0.012	0.010	0.009	0.009	0.009	0.007	0.006	0.009	0.014
V. MIN	8.649	8.596	8.484	7.972	6.811	5.896	5.703	6.479	7.492	8.185	8.647	8.685
V. MAX	9.112	9.014	8.882	8.299	7.047	6.102	5.861	6.684	7.661	8.421	8.923	9.078

Al tener tres escenarios (datos reales, proyección 1 y proyección 2) fue necesario completar los datos de evaporación en función de la temperatura media mensual de la laguna de Piuray, por lo cual fue necesario regionalizar los datos base a la elevación de la laguna.

- Evaporación total mensual (mm) – Datos reales

Tabla 58. *Evaporación total mensual (mm) – Datos reales*

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000	88.888	80.743	71.645	82.620	86.230	78.889	119.265	107.469	92.538	95.334	88.912	100.852
2001	84.442	77.852	81.518	78.889	84.622	80.301	121.731	98.075	113.004	110.492	112.109	107.794
2002	109.807	76.258	80.907	85.343	83.360	85.319	126.877	100.053	107.581	101.174	98.336	99.271
2003	112.830	91.646	85.104	83.984	91.508	86.066	120.429	106.566	93.982	92.209	96.248	102.109
2004	105.742	88.671	82.832	82.613	86.265	80.211	117.198	92.382	98.244	102.933	99.830	104.417
2005	111.197	94.673	90.158	81.891	79.956	78.883	119.396	105.845	92.940	99.690	96.462	108.262
2006	92.794	80.855	81.096	79.414	71.043	79.331	114.312	111.410	105.880	99.048	95.110	88.895
2007	113.467	78.321	80.527	79.332	85.934	82.888	120.844	109.035	88.982	97.386	103.312	100.972
2008	85.068	76.075	67.207	75.867	77.472	79.700	119.514	117.348	107.595	102.836	100.304	95.976
2009	86.292	71.858	70.542	78.220	80.726	85.750	124.805	112.781	102.564	108.065	108.406	100.968
2010	94.162	78.365	79.598	87.561	99.034	91.709	132.759	121.877	109.807	104.593	107.315	104.875
2011	104.455	70.988	74.021	83.610	92.377	82.284	122.834	114.970	102.212	98.124	109.022	87.963
2012	89.732	66.137	69.258	78.537	86.108	84.026	121.935	113.287	102.061	109.105	109.401	94.334
2013	83.984	76.354	78.096	77.039	89.516	81.980	120.945	113.978	111.265	100.242	105.866	91.611
2014	93.056	75.287	72.887	92.871	83.099	88.613	122.836	109.601	101.405	105.577	116.227	107.193
2015	83.633	78.034	75.877	75.420	86.824	88.317	122.133	116.383	110.713	99.759	106.678	90.463
2016	125.665	89.020	97.397	87.465	91.654	86.645	126.360	120.493	110.820	93.433	108.656	96.232
2017	94.947	78.839	77.506	79.043	87.155	85.982	128.342	119.821	110.498	100.227	107.502	103.322
2018	83.433	81.876	78.092	80.399	89.580	80.207	121.761	110.482	108.372	97.739	110.415	115.032
2019	112.776	78.760	84.732	77.764	78.565	77.140	122.124	91.819	99.991	78.876	106.117	105.961
2020	116.052	89.870	108.504	73.463	64.262	74.395	120.801	85.552	91.050	87.916	90.566	99.721
DATOS	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
PROM.	99.917	80.217	80.451	81.192	84.036	81.582	120.665	107.422	101.816	98.495	102.448	99.996
D.E.	12.909	7.124	8.937	5.079	7.098	4.392	4.813	9.474	6.830	6.431	6.912	7.322
C.V.	0.129	0.089	0.111	0.063	0.084	0.054	0.040	0.088	0.067	0.065	0.067	0.073
V. MIN	83.433	66.137	67.207	70.572	64.262	74.395	111.587	85.552	88.982	78.876	88.912	87.953
V. MAX	125.665	94.673	108.504	92.871	99.034	91.709	132.759	121.877	113.004	110.492	116.227	115.032

- Evaporación total mensual (mm) – Proyección 01

Tabla 59. Evaporación total mensual (mm) – Proyección 01

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000	75.166	64.781	71.380	69.248	71.163	74.878	113.236	92.855	91.020	78.086	77.347	77.877
2001	75.164	64.813	72.382	68.784	71.014	74.702	113.184	91.635	90.691	78.887	76.493	78.513
2002	78.799	65.437	74.125	70.000	71.062	75.520	113.088	92.387	90.941	78.724	75.859	78.060
2003	79.190	67.007	74.630	69.827	71.913	75.133	113.753	92.773	90.918	79.185	77.442	80.473
2004	79.056	66.478	75.512	70.311	72.265	74.761	113.234	91.710	91.057	79.481	77.437	80.757
2005	81.191	66.925	76.466	70.804	71.960	75.276	113.964	94.036	91.579	79.198	77.788	81.762
2006	79.914	67.664	76.547	70.523	71.253	75.096	113.520	93.985	92.185	79.057	76.018	79.733
2007	82.648	67.727	77.102	70.250	71.769	75.098	113.849	93.954	90.624	78.577	77.559	81.057
2008	80.406	67.473	77.025	70.543	71.066	75.145	113.930	94.299	92.187	78.917	77.910	81.827
2009	81.997	67.962	78.386	71.584	71.577	75.505	114.206	94.550	92.738	80.216	78.959	82.698
2010	82.950	68.612	79.970	71.619	72.478	75.643	114.744	93.919	92.996	79.451	78.250	83.191
2011	84.542	67.791	79.421	71.072	71.308	75.532	113.871	93.998	92.234	79.211	78.573	81.875
2012	84.127	68.229	79.806	71.232	71.266	75.438	114.310	93.842	92.084	79.486	78.924	83.056
2013	83.768	68.869	81.863	71.446	71.334	74.975	113.608	93.608	92.703	79.060	77.537	83.810
2014	85.275	69.280	81.817	71.385	71.526	75.553	114.219	93.197	92.238	78.454	78.675	86.507
2015	86.744	69.634	82.747	72.181	72.221	75.761	114.379	94.590	93.041	78.368	79.040	85.308
2016	87.782	70.393	83.974	72.831	72.454	76.082	114.803	94.001	92.865	78.446	79.637	84.813
2017	86.420	70.077	82.722	72.002	71.394	75.647	114.870	94.445	93.098	79.618	80.097	88.122
2018	87.473	70.322	84.437	72.411	71.945	75.667	114.755	93.750	93.349	78.159	79.010	88.991
2019	87.212	70.385	84.758	72.442	70.908	74.828	114.320	91.688	92.861	76.720	77.132	87.719
2020	88.803	70.770	84.742	71.928	69.873	75.272	113.957	92.450	93.068	80.410	77.497	87.768
DATOS	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
PROM.	82.792	68.125	79.039	71.068	71.512	75.310	113.991	93.413	92.118	78.939	77.961	83.044
D.E.	3.998	1.817	4.144	1.086	0.614	0.368	0.553	0.964	0.911	0.793	1.120	3.388
C.V.	0.048	0.027	0.052	0.015	0.009	0.005	0.005	0.010	0.010	0.010	0.014	0.041
V. MIN	75.164	64.781	71.380	68.784	69.873	74.702	113.088	91.635	90.624	76.720	75.859	77.877
V. MAX	88.803	70.770	84.758	72.831	72.478	76.082	114.870	94.590	93.349	80.410	80.097	88.991

- Evaporación total mensual (mm) – Proyección 02

Tabla 60. Evaporación total mensual (mm) – Proyección 02

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000	63.385	59.537	55.541	64.983	69.994	73.254	110.277	88.499	85.232	73.101	71.342	66.393
2001	63.488	59.659	56.274	64.593	69.984	73.112	110.213	87.389	84.905	73.987	70.689	67.054
2002	67.094	60.353	57.720	65.822	70.164	73.926	110.107	88.179	85.135	73.944	70.248	66.665
2003	67.575	61.959	57.974	65.712	71.118	73.581	110.734	88.617	85.104	74.503	71.941	69.037
2004	67.551	61.541	58.590	66.236	71.590	73.249	110.219	87.658	85.227	74.903	72.106	69.358
2005	69.712	62.064	59.276	66.768	71.430	73.772	110.909	89.964	85.720	74.744	72.613	70.374
2006	68.586	62.868	59.122	66.555	70.883	73.625	110.468	89.980	86.294	74.722	71.077	68.468
2007	71.325	63.021	59.423	66.349	71.513	73.654	110.770	90.016	84.779	74.374	72.731	69.790
2008	69.269	62.869	59.117	66.689	70.970	73.726	110.834	90.414	86.275	74.816	73.239	70.580
2009	70.906	63.433	60.194	67.749	71.596	74.100	111.087	90.721	86.796	76.182	74.418	71.466
2010	71.930	64.152	61.488	67.840	72.597	74.260	111.591	90.179	87.035	75.559	73.904	71.990
2011	73.567	63.453	60.726	67.371	71.604	74.180	110.736	90.320	86.290	75.442	74.385	70.769
2012	73.272	63.967	60.863	67.582	71.696	74.116	111.146	90.236	86.136	75.821	74.892	71.954
2013	73.031	64.676	62.612	67.845	71.896	73.697	110.456	90.076	86.722	75.526	73.725	72.728
2014	74.587	65.164	62.335	67.844	72.214	74.280	111.031	89.745	86.264	75.056	74.991	75.374
2015	76.107	65.598	62.998	68.668	73.018	74.508	111.171	91.152	87.027	75.087	75.511	74.267
2016	77.212	66.422	63.947	69.352	73.375	74.844	111.565	90.651	86.848	75.276	76.256	73.838
2017	76.004	66.209	62.508	68.610	72.488	74.452	111.616	91.144	87.062	76.520	76.869	77.073
2018	77.123	66.537	63.927	69.062	73.152	74.498	111.491	90.539	87.294	75.229	75.990	77.958
2019	76.976	66.690	64.004	69.149	72.287	73.716	111.058	88.619	86.814	73.956	74.350	76.780
2020	78.614	67.154	63.756	68.711	71.423	74.171	110.695	89.418	87.003	77.626	74.871	76.875
DATOS	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
PROM.	71.777	63.682	60.590	67.309	71.666	73.939	110.865	89.691	86.189	75.065	73.626	71.847
D.E.	4.482	2.311	2.573	1.381	0.966	0.460	0.470	1.103	0.823	0.994	1.901	3.548
C.V.	0.062	0.036	0.042	0.021	0.013	0.006	0.004	0.012	0.010	0.013	0.026	0.049
V. MIN	63.385	59.537	55.541	64.593	69.984	73.112	110.107	87.389	84.779	73.101	70.248	66.393
V. MAX	78.614	67.154	64.004	69.352	73.375	74.844	111.616	91.152	87.294	77.626	76.869	77.958

Tras haber completado los datos de evaporación para los tres escenarios, se puede realizar una comparación entre los valores obtenidos para ver la influencia de la temperatura dentro de la evaporación en la microcuenca de la laguna de Piuray.

7.2.3. Comparación entre datos de evaporación proyectada y real

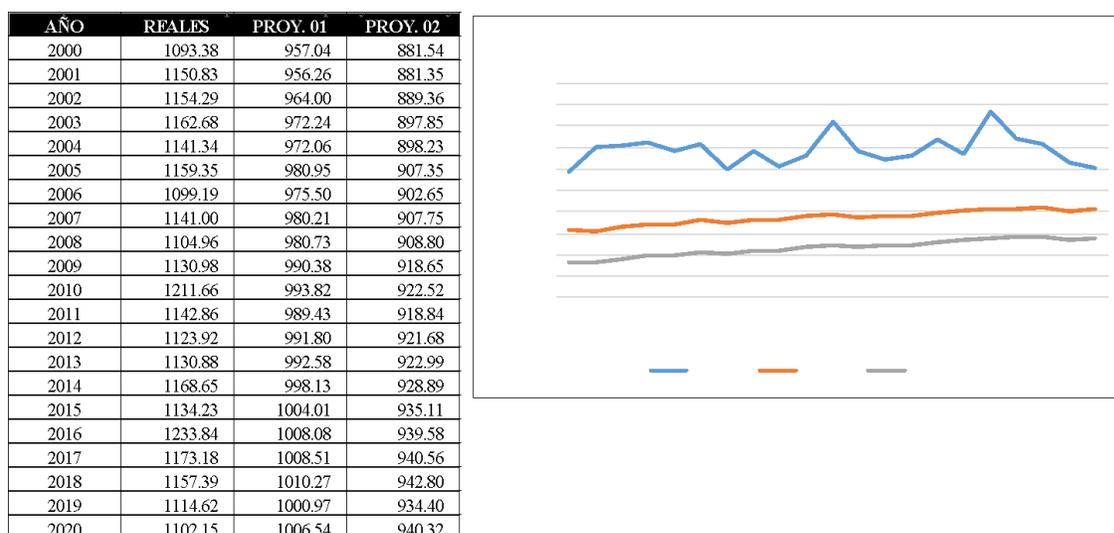


Figura 32. Comparación de evaporación proyectada y real (mm)

Como se puede apreciar en la Figura 29 la diferencia entre un escenario y otro es significativa, mientras que la evaporación total anual en milímetros con los datos reales asciende a 1102.15 mm, mientras que en la proyección 01 y 02, la evaporación corresponde a 1006.54 y 940.32 mm respectivamente.

Tabla 61. Diferencia de evaporaciones proyectadas y real (mm)

AÑO	MM		MMC	
	R-P1	R-P2	R-P1	R-P2
2000	136.35	211.85	438.90	681.93
2001	194.56	269.48	626.30	867.45
2002	190.29	264.93	612.53	852.81
2003	190.44	264.83	613.02	852.48
2004	169.28	243.11	544.91	782.57
2005	178.41	252.01	574.29	811.21
2006	123.69	196.54	398.17	632.66
2007	160.79	233.25	517.58	750.84
2008	124.23	196.16	399.91	631.45
2009	140.60	212.33	452.59	683.48
2010	217.83	289.13	701.20	930.72
2011	153.43	224.02	493.89	721.10
2012	132.12	202.24	425.29	651.00
2013	138.30	207.89	445.18	669.19
2014	170.53	239.77	548.92	771.81
2015	130.22	199.12	419.17	640.97
2016	225.76	294.25	726.72	947.21
2017	164.67	232.63	530.08	748.83
2018	147.12	214.59	473.58	690.76
2019	113.65	180.23	365.84	580.15
2020	95.61	161.83	307.77	520.95

La Tabla 55 nos muestra las diferencias entre un escenario y otro, tanto en milímetros como en millones de metros cúbicos, para apreciar la dimensión que representa la diferencia de evaporación entre los escenarios.

7.3. Egreso antrópico – Consumo humano

7.3.1. Consumo humano de la ciudad de Cusco

Tabla 62. *Producción anual de la Laguna de Piuray*

AÑO	PRODUCCION ANUAL M3
2000	9099274
2001	9099274
2002	9858496
2003	10330910
2004	10584824
2005	9851565
2006	9481796
2007	9398299
2008	8666548
2009	7608030
2010	7607698
2011	6442703
2012	9253167
2013	9751495
2014	9831293
2015	8960579
2016	9341315
2017	9343544
2018	8442110
2019	9032560
2020	9099274
NRO DA'	21
MEDIA	9099274
D.E	957962.5288
C.V.	0.105279007
MAX	10584824
MIN	6442703

Nota: Tomada de SEDACUSCO SAC

La microcuenca de la laguna de Piuray actualmente abastece al 30% de la población de Cusco, aproximadamente se extrae 250 litros cada segundo, sin embargo, para lograr un cálculo más exacto se empleó los boletines emitidos por la EPS SEDACUSCO SA cada año. La información fue consolidada en la Tabla 56 y posteriormente dividida de manera equitativa en la Tabla 57.

Tabla 63. Distribución mensual del consumo de Cusco (MMC)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2000	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	9.099
2001	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	9.099
2002	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	9.858
2003	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	10.331
2004	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	10.585
2005	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	9.852
2006	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	9.482
2007	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	9.398
2008	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	8.667
2009	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	7.608
2010	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	7.608
2011	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	6.443
2012	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	9.253
2013	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	9.751
2014	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	9.831
2015	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	8.961
2016	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	9.341
2017	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	9.344
2018	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	8.442
2019	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	9.033
2020	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	9.099
NRO DA	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
MEDIA	0.758	0.758	0.758	0.758	0.758	0.758	0.758	0.758	0.758	0.758	0.758	0.758	9.099
D.E.	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080	0.958
C.V.	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105	1.105
MAX	0.882	0.882	0.882	0.882	0.882	0.882	0.882	0.882	0.882	0.882	0.882	0.882	10.585
MIN	0.537	0.537	0.537	0.537	0.537	0.537	0.537	0.537	0.537	0.537	0.537	0.537	6.443

Finalmente, al dividir el volumen extraído en la cantidad de segundos para cada mes podemos convertirlo en un caudal constante, el cual será empleado en el balance hídrico.

Tabla 64. Caudal extraído para la ciudad de Cusco (m³/s)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
DIAS	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
2000	0.28	0.31	0.28	0.29	0.28	0.29	0.28	0.28	0.29	0.28	0.29	0.28
2001	0.28	0.31	0.28	0.29	0.28	0.29	0.28	0.28	0.29	0.28	0.29	0.28
2002	0.31	0.34	0.31	0.32	0.31	0.32	0.31	0.31	0.32	0.31	0.32	0.31
2003	0.32	0.36	0.32	0.33	0.32	0.33	0.32	0.32	0.33	0.32	0.33	0.32
2004	0.33	0.36	0.33	0.34	0.33	0.34	0.33	0.33	0.34	0.33	0.34	0.33
2005	0.31	0.34	0.31	0.32	0.31	0.32	0.31	0.31	0.32	0.31	0.32	0.31
2006	0.30	0.33	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
2007	0.29	0.32	0.29	0.30	0.29	0.30	0.29	0.29	0.30	0.29	0.30	0.29
2008	0.27	0.30	0.27	0.28	0.27	0.28	0.27	0.27	0.28	0.27	0.28	0.27
2009	0.24	0.26	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
2010	0.24	0.26	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
2011	0.20	0.22	0.20	0.21	0.20	0.21	0.20	0.20	0.21	0.20	0.21	0.20
2012	0.29	0.32	0.29	0.30	0.29	0.30	0.29	0.29	0.30	0.29	0.30	0.29
2013	0.30	0.34	0.30	0.31	0.30	0.31	0.30	0.30	0.31	0.30	0.31	0.30
2014	0.31	0.34	0.31	0.32	0.31	0.32	0.31	0.31	0.32	0.31	0.32	0.31
2015	0.28	0.31	0.28	0.29	0.28	0.29	0.28	0.28	0.29	0.28	0.29	0.28
2016	0.29	0.32	0.29	0.30	0.29	0.30	0.29	0.29	0.30	0.29	0.30	0.29
2017	0.29	0.32	0.29	0.30	0.29	0.30	0.29	0.29	0.30	0.29	0.30	0.29
2018	0.26	0.29	0.26	0.27	0.26	0.27	0.26	0.26	0.27	0.26	0.27	0.26
2019	0.28	0.31	0.28	0.29	0.28	0.29	0.28	0.28	0.29	0.28	0.29	0.28
2020	0.28	0.31	0.28	0.29	0.28	0.29	0.28	0.28	0.29	0.28	0.29	0.28
NRO DA	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
MEDIA	0.283	0.313	0.283	0.293	0.283	0.293	0.283	0.283	0.293	0.283	0.293	0.283
D.E.	0.030	0.033	0.030	0.031	0.030	0.031	0.030	0.030	0.031	0.030	0.031	0.030
C.V.	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105
MAX	0.329	0.365	0.329	0.340	0.329	0.340	0.329	0.329	0.340	0.329	0.340	0.329
MIN	0.200	0.222	0.200	0.207	0.200	0.207	0.200	0.200	0.207	0.200	0.207	0.200

7.3.2. Consumo humano de la microcuenca de la laguna de Piuray

Para determinar el consumo humano de la microcuenca primero fue necesario obtener el número de habitantes para cada año en el periodo 2000-2020. Dicho cálculo fue realizado mediante el método aritmético, el cual es empleado para la proyección de población en zonas rurales.

El método aritmético, al igual que todos los métodos de proyección de población poseen datos de censos. En la microcuenca se cuentan con 4 censos, 3 realizados por el gobierno y uno realizado por el Centro Guaman Poma de Ayala.

- Censos poblacionales

Tabla 65. *Censos en la microcuenca*

AÑO	HAB.
1993	2525
2007	2500
2013	2618
2015	2658

Nota: Tomada de INEI

- Parámetros del método aritmético

Tabla 66. *Parámetros del método aritmético*

CENSO	1993	2007	2013	2015
POBLACION	2525	2500	2618	2658
RAZON CREC. (r)	-1.786	19.667	20.000	12.627

- Cálculo de población futura y años restantes

Tabla 67. *Población futura y completación de años faltantes*

AÑO	POBLACION FUTURA			
2000	2513	2363	2358	2469
2001	2511	2382	2378	2482
2002	2509	2402	2398	2494
2003	2508	2422	2418	2507
2004	2506	2441	2438	2520
2005	2504	2461	2458	2532
2006	2502	2481	2478	2545
2007	2500	2500	2498	2557
2008	2499	2520	2518	2570
2009	2497	2540	2538	2583
2010	2495	2559	2558	2595
2011	2493	2579	2578	2608
2012	2492	2599	2598	2621
2013	2490	2618	2618	2633
2014	2488	2638	2638	2646
2015	2486	2658	2658	2658
2016	2484	2677	2678	2671
2017	2483	2697	2698	2684
2018	2481	2717	2718	2696
2019	2479	2736	2738	2709
2020	2477	2756	2758	2722

Como podemos apreciar en la Tabla 61, la población fue completada en función a la distribución de los censos y posteriormente los datos de población fueron multiplicados por la dotación (120 l/hab/día) suministrado por el Reglamento Nacional de Edificaciones para lotes pequeños en zonas frías.

- Consolidación de datos y dotación empleada

Tabla 68. Consolidado de población y dotación según el RNE

AÑO	HAB.	DOTACION
		l/hab/dia
2000	2513	120
2001	2511	120
2002	2509	120
2003	2508	120
2004	2506	120
2005	2504	120
2006	2502	120
2007	2500	120
2008	2520	120
2009	2540	120
2010	2559	120
2011	2579	120
2012	2599	120
2013	2618	120
2014	2638	120
2015	2658	120
2016	2671	120
2017	2684	120
2018	2696	120
2019	2709	120
2020	2722	120

Distribución de consumo humano en la microcuenca de la laguna de Piuray (m3/s)

Tabla 69. Consumo humano de la microcuenca de la laguna de Piuray

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	OCT	NOV	DIC
DIAS	31	28	31	30	31	30	31	31	31	30	31
2000	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035
2001	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035
2002	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035
2003	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035
2004	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035
2005	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035
2006	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035
2007	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035
2008	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035
2009	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035
2010	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036
2011	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036
2012	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036
2013	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036
2014	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037
2015	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037
2016	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037
2017	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037
2018	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037
2019	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038
2020	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038
NRO DATO	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
MEDIA	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036
D.E	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
C.V.	0.0311	0.0311	0.0311	0.0311	0.0311	0.0311	0.0311	0.0311	0.0311	0.0311	0.0311
MAX	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038
MIN	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035

7.4. Consumo del sector agropecuario

7.4.1. Consumo de sector agrario

Tabla 70. Consumo del sector agrario según el crecimiento promedio de MINAGRI (MMC)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2000	0.000	0.000	0.087	0.505	0.147	0.002	0.002	0.003	0.002	0.843	0.305	0.187
2001	0.000	0.000	0.090	0.526	0.153	0.002	0.002	0.003	0.002	0.878	0.318	0.195
2002	0.000	0.000	0.094	0.548	0.160	0.002	0.003	0.003	0.002	0.915	0.331	0.204
2003	0.000	0.000	0.098	0.571	0.166	0.002	0.003	0.003	0.002	0.954	0.345	0.212
2004	0.000	0.000	0.102	0.595	0.173	0.002	0.003	0.003	0.002	0.994	0.360	0.221
2005	0.000	0.000	0.106	0.620	0.181	0.002	0.003	0.004	0.002	1.035	0.375	0.230
2006	0.000	0.000	0.111	0.646	0.188	0.002	0.003	0.004	0.002	1.079	0.391	0.240
2007	0.000	0.000	0.116	0.673	0.196	0.002	0.003	0.004	0.002	1.124	0.407	0.250
2008	0.000	0.000	0.120	0.702	0.204	0.002	0.003	0.004	0.002	1.171	0.424	0.261
2009	0.000	0.000	0.126	0.731	0.213	0.003	0.003	0.004	0.003	1.221	0.442	0.271
2010	0.000	0.000	0.131	0.762	0.222	0.003	0.004	0.004	0.003	1.272	0.461	0.283
2011	0.000	0.000	0.136	0.794	0.231	0.003	0.004	0.005	0.003	1.325	0.480	0.295
2012	0.000	0.000	0.142	0.827	0.241	0.003	0.004	0.005	0.003	1.381	0.500	0.307
2013	0.000	0.000	0.148	0.862	0.251	0.003	0.004	0.005	0.003	1.439	0.521	0.320
2014	0.000	0.000	0.154	0.898	0.262	0.003	0.004	0.005	0.003	1.499	0.543	0.333
2015	0.000	0.000	0.161	0.936	0.273	0.003	0.004	0.005	0.003	1.562	0.566	0.347
2016	0.000	0.000	0.167	0.975	0.284	0.003	0.005	0.006	0.003	1.628	0.589	0.362
2017	0.000	0.000	0.174	1.016	0.296	0.004	0.005	0.006	0.004	1.696	0.614	0.377
2018	0.000	0.000	0.182	1.059	0.308	0.004	0.005	0.006	0.004	1.768	0.640	0.393
2019	0.000	0.000	0.189	1.103	0.321	0.004	0.005	0.006	0.004	1.842	0.667	0.410
2020	0.000	0.000	0.197	1.150	0.335	0.004	0.005	0.007	0.004	1.919	0.695	0.427
NRO DA	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
MEDIA	0.000	0.000	0.135	0.786	0.229	0.003	0.004	0.005	0.003	1.312	0.475	0.292
D.E	0.000	0.000	0.034	0.199	0.058	0.001	0.001	0.001	0.001	0.333	0.120	0.074
C.V.	0.000	0.000	0.254	0.254	0.254	0.254	0.254	0.254	0.254	0.254	0.254	0.254
MAX	0.000	0.000	0.197	1.150	0.335	0.004	0.005	0.007	0.004	1.919	0.695	0.427
MIN	0.000	0.000	0.087	0.505	0.147	0.002	0.002	0.003	0.002	0.843	0.305	0.187

Tabla 71. Caudal del sector agrario según el crecimiento promedio de MINAGRI (m3/s)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
DIAS	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
2000	0.000	0.000	0.032	0.195	0.055	0.001	0.001	0.001	0.001	0.315	0.118	0.070
2001	0.000	0.000	0.034	0.203	0.057	0.001	0.001	0.001	0.001	0.328	0.123	0.073
2002	0.000	0.000	0.035	0.212	0.060	0.001	0.001	0.001	0.001	0.342	0.128	0.076
2003	0.000	0.000	0.037	0.220	0.062	0.001	0.001	0.001	0.001	0.356	0.133	0.079
2004	0.000	0.000	0.038	0.230	0.065	0.001	0.001	0.001	0.001	0.371	0.139	0.083
2005	0.000	0.000	0.040	0.239	0.067	0.001	0.001	0.001	0.001	0.387	0.145	0.086
2006	0.000	0.000	0.041	0.249	0.070	0.001	0.001	0.001	0.001	0.403	0.151	0.090
2007	0.000	0.000	0.043	0.260	0.073	0.001	0.001	0.001	0.001	0.420	0.157	0.093
2008	0.000	0.000	0.045	0.271	0.076	0.001	0.001	0.002	0.001	0.437	0.164	0.097
2009	0.000	0.000	0.047	0.282	0.079	0.001	0.001	0.002	0.001	0.456	0.171	0.101
2010	0.000	0.000	0.049	0.294	0.083	0.001	0.001	0.002	0.001	0.475	0.178	0.106
2011	0.000	0.000	0.051	0.306	0.086	0.001	0.001	0.002	0.001	0.495	0.185	0.110
2012	0.000	0.000	0.053	0.319	0.090	0.001	0.001	0.002	0.001	0.516	0.193	0.115
2013	0.000	0.000	0.055	0.333	0.094	0.001	0.001	0.002	0.001	0.537	0.201	0.119
2014	0.000	0.000	0.058	0.347	0.098	0.001	0.002	0.002	0.001	0.560	0.209	0.124
2015	0.000	0.000	0.060	0.361	0.102	0.001	0.002	0.002	0.001	0.583	0.218	0.130
2016	0.000	0.000	0.063	0.376	0.106	0.001	0.002	0.002	0.001	0.608	0.227	0.135
2017	0.000	0.000	0.065	0.392	0.110	0.001	0.002	0.002	0.001	0.633	0.237	0.141
2018	0.000	0.000	0.068	0.409	0.115	0.001	0.002	0.002	0.001	0.660	0.247	0.147
2019	0.000	0.000	0.071	0.426	0.120	0.001	0.002	0.002	0.001	0.688	0.257	0.153
2020	0.000	0.000	0.074	0.444	0.125	0.002	0.002	0.002	0.002	0.717	0.268	0.159
NRO DA	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
MEDIA	0.000	0.000	0.050	0.303	0.085	0.001	0.001	0.002	0.001	0.490	0.183	0.109
D.E	0.000	0.000	0.013	0.077	0.022	0.000	0.000	0.000	0.000	0.124	0.046	0.028
C.V.	0.000	0.000	0.254	0.254	0.254	0.254	0.254	0.254	0.254	0.254	0.254	0.254
MAX	0.000	0.000	0.074	0.444	0.125	0.002	0.002	0.002	0.002	0.717	0.268	0.159
MIN	0.000	0.000	0.032	0.195	0.055	0.001	0.001	0.001	0.001	0.315	0.118	0.070

El MINAGRI indica que para los años 2020-2018, el crecimiento del sector agropecuario fue de 4.4% en promedio, por lo cual empleamos ese valor, junto al caudal de consumo por sector agrario obtenido por el Centro Guaman Poma de Ayala en el año 2013.

7.4.2. Consumo del sector pecuario

Tabla 72. Consumo del sector pecuario según el crecimiento promedio de MINAGRI (MMC)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2000	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
2001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
2002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
2003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
2004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
2005	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
2006	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
2007	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
2008	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
2009	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
2010	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
2011	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
2012	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
2013	0.004	0.003	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
2014	0.004	0.003	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
2015	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
2016	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
2017	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
2018	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
2019	0.005	0.004	0.005	0.004	0.005	0.004	0.005	0.005	0.004	0.005	0.004	0.005
2020	0.005	0.004	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
NRO DA	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
MEDIA	0.003297	0.002978	0.003297	0.003191	0.003297	0.003191	0.003297	0.003297	0.003191	0.003297	0.003191	0.003297
D.E.	0.000836	0.000755	0.000836	0.000809	0.000836	0.000809	0.000836	0.000836	0.000809	0.000836	0.000809	0.000836
C.V.	0.253693	0.253693	0.253693	0.253693	0.253693	0.253693	0.253693	0.253693	0.253693	0.253693	0.253693	0.253693
MAX	0.004824	0.004357	0.004824	0.004668	0.004824	0.004668	0.004824	0.004824	0.004668	0.004824	0.004668	0.004824
MIN	0.002119	0.001914	0.002119	0.00205	0.002119	0.00205	0.002119	0.002119	0.00205	0.002119	0.00205	0.002119

Tabla 73. Caudal del sector pecuario según el crecimiento promedio de MINAGRI (m3/s)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
DIAS	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
2000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
2001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
2002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
2003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
2004	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
2005	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
2006	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
2007	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
2008	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
2009	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
2010	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
2011	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
2012	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
2013	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
2014	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
2015	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
2016	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002
2017	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
2018	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
2019	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
2020	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
NRO DA	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
MEDIA	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
D.E.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
C.V.	0.254	0.254	0.254	0.254	0.254	0.254	0.254	0.254	0.254	0.254	0.254	0.254
MAX	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
MIN	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

Al igual que en el sector agrario, el sector pecuario tuvo un crecimiento de 4.4% por lo cual empleamos dicho factor de crecimiento para determinar el volumen empleado por el consumo agrario en cada año del periodo 2000-2020.

8. Ingresos de la microcuenca

8.1. Precipitación efectiva

Al ser una cuenca relativamente pequeña, y contar como limitación el desconocimiento de los valores de infiltración, se puede aplicar la metodología de precipitación efectiva para determinar la cantidad de lluvia que se convierte en escorrentía.

- Precipitación regionalizada para la zona de estudio (mm)

Tabla 74. *Precipitación regionalizada para la microcuenca (mm)*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2000	194.926	148.274	105.553	22.224	6.378	4.218	0.803	3.416	8.003	97.060	12.798	105.491	709.14
2001	209.913	169.503	121.792	36.115	15.072	0.010	10.376	7.661	11.166	43.055	39.442	61.565	725.67
2002	118.031	171.837	118.837	63.157	11.552	4.687	49.416	1.719	9.973	54.828	74.721	138.434	817.19
2003	122.279	109.605	128.380	21.034	7.494	4.045	0.281	12.307	4.940	20.126	17.954	97.183	545.63
2004	182.287	127.561	85.090	25.658	0.812	11.501	12.677	8.600	20.794	19.252	36.238	86.889	617.36
2005	86.246	118.061	80.997	25.841	0.000	0.000	1.312	1.299	10.612	23.179	45.082	100.513	493.14
2006	180.644	123.362	114.072	32.532	0.229	9.230	0.005	5.811	8.075	36.171	69.282	106.556	685.97
2007	101.006	125.961	154.139	49.242	7.158	0.277	1.528	0.023	10.739	36.218	55.525	66.188	608.00
2008	176.372	97.476	71.108	5.966	3.998	2.094	0.302	3.475	5.216	36.050	50.862	132.611	585.53
2009	120.336	133.160	78.464	27.535	2.027	0.023	4.522	0.560	14.294	11.389	89.888	84.449	566.65
2010	211.491	151.592	119.530	14.971	3.925	0.542	0.905	4.736	4.033	32.549	27.545	130.703	702.52
2011	121.635	198.342	110.571	52.223	12.168	6.636	7.543	2.357	23.655	25.674	33.559	149.557	743.92
2012	120.409	183.574	119.582	65.941	1.543	0.255	1.082	0.926	24.258	20.936	61.693	175.587	775.79
2013	160.773	180.953	101.196	18.005	11.190	4.437	1.383	9.988	3.636	66.952	56.450	144.589	759.55
2014	144.363	87.880	81.045	36.877	5.627	0.469	1.053	2.404	12.359	33.348	30.322	77.367	513.12
2015	152.276	103.500	89.577	54.166	6.209	0.392	9.733	3.627	11.543	10.438	75.174	103.049	619.68
2016	139.194	161.969	72.681	50.823	15.780	0.601	4.858	3.505	21.155	49.251	43.917	114.152	677.89
2017	191.620	86.919	180.631	42.744	14.987	0.742	0.185	5.665	9.675	26.470	44.926	80.844	685.41
2018	136.329	140.563	113.823	27.501	1.938	15.632	15.642	11.005	5.060	59.526	54.729	58.092	639.84
2019	125.854	129.513	144.903	20.796	11.740	3.908	3.349	0.230	8.612	46.868	140.076	195.074	830.92
2020	152.960	204.115	128.392	13.332	26.444	1.699	1.974	1.081	7.747	33.520	50.765	169.984	792.01
DATOS	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
PROM.	149.950	140.653	110.493	33.651	7.918	3.400	6.139	4.305	11.216	37.279	52.902	113.280	671.187
D.E.	35.821	35.012	28.259	16.949	6.666	4.261	10.918	3.686	6.293	20.383	27.693	38.623	98.125
C.V.	0.239	0.249	0.256	0.504	0.842	1.253	1.778	0.856	0.561	0.547	0.523	0.341	0.146
V. MIN	86.246	86.919	71.108	5.966	0.000	0.000	0.005	0.023	3.636	10.438	12.798	58.092	493.143
V. MAX	211.491	204.115	180.631	65.941	26.444	15.632	49.416	12.307	24.258	97.060	140.076	195.074	830.924

- Precipitación efectiva según el método SCS (mm)

Tabla 75. *Precipitación efectiva según el método SCS para la microcuenca (mm)*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2000	134.132	113.098	87.726	21.434	6.313	4.190	0.802	3.397	7.900	81.987	12.536	87.686	561.20
2001	139.411	123.533	98.058	34.028	14.708	0.010	10.204	7.567	10.966	40.089	36.953	55.501	571.03
2002	95.741	124.592	96.242	56.775	11.339	4.651	45.509	1.714	9.813	50.018	65.788	107.772	669.95
2003	98.355	90.384	102.010	20.326	7.404	4.019	0.281	12.064	4.901	19.478	17.438	82.072	458.73
2004	129.121	101.526	73.505	24.605	0.811	11.289	12.420	8.481	20.103	18.659	34.137	74.809	509.47
2005	74.345	95.760	70.500	24.773	0.000	0.000	1.309	1.296	10.432	22.320	41.830	84.348	426.91
2006	128.432	99.013	93.252	30.839	0.229	9.094	0.005	5.757	7.970	34.078	61.602	88.389	558.66
2007	84.682	100.575	116.125	45.362	7.076	0.277	1.524	0.023	10.555	34.119	50.592	59.179	510.09
2008	126.601	82.273	63.018	5.909	3.972	2.087	0.302	3.455	5.172	33.971	46.723	104.474	477.96
2009	97.167	104.789	68.613	26.322	2.021	0.023	4.489	0.559	13.967	11.181	76.960	73.038	479.13
2010	139.926	114.824	96.670	14.612	3.900	0.542	0.904	4.700	4.007	30.854	26.331	103.370	540.64
2011	97.963	135.399	91.009	47.859	11.931	6.566	7.452	2.348	22.760	24.620	31.757	113.769	593.43
2012	97.212	129.655	96.702	58.984	1.539	0.255	1.080	0.925	23.316	20.235	55.603	126.258	611.76
2013	119.416	128.562	84.811	17.486	10.989	4.406	1.380	9.828	3.615	59.780	51.351	111.140	602.76
2014	111.018	75.523	70.536	34.701	5.577	0.468	1.051	2.395	12.115	31.569	28.851	67.790	441.59
2015	115.175	86.361	76.739	49.471	6.147	0.392	9.582	3.606	11.329	10.263	66.132	86.059	521.26
2016	108.194	119.995	64.229	46.691	15.382	0.600	4.820	3.486	20.439	45.370	40.831	93.303	563.34
2017	132.871	74.831	128.427	39.821	14.628	0.741	0.185	5.614	9.525	25.349	41.697	70.387	544.07
2018	106.592	108.950	93.094	26.291	1.932	15.241	15.250	10.811	5.019	53.856	49.937	52.692	539.67
2019	100.511	102.675	111.308	20.104	11.520	3.883	3.331	0.230	8.494	43.354	108.682	134.188	648.28
2020	115.525	137.454	102.017	13.048	25.325	1.695	1.968	1.079	7.651	31.722	46.642	123.753	607.88
DATOS	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
PROM.	112.019	107.132	89.742	31.402	7.750	3.354	5.897	4.254	10.955	34.422	47.256	90.475	544.658
D.E.	18.354	18.960	17.612	14.956	6.430	4.172	10.117	3.618	6.012	17.188	21.398	23.638	65.514
C.V.	0.164	0.177	0.196	0.476	0.830	1.244	1.716	0.850	0.549	0.499	0.453	0.261	0.120
V. MIN	74.345	74.831	63.018	5.909	0.000	0.000	0.005	0.023	3.615	10.263	12.536	52.692	426.913
V. MAX	139.926	137.454	128.427	58.984	25.325	15.241	45.509	12.064	23.316	81.987	108.682	134.188	669.954

- Caudal de ingreso en función a la precipitación efectiva

Tabla 76. Caudal de ingreso en función a la precipitación efectiva (m3/s)

ÁREA DE LA MICROCUENCA		42.162	km2									
		42161552	m2									
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
DIAS	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
2000	2.111	1.971	1.381	0.349	0.099	0.068	0.013	0.053	0.129	1.291	0.204	1.380
2001	2.195	2.153	1.544	0.553	0.232	0.000	0.161	0.119	0.178	0.631	0.601	0.874
2002	1.507	2.171	1.515	0.923	0.178	0.076	0.716	0.027	0.160	0.787	1.070	1.696
2003	1.548	1.575	1.606	0.331	0.117	0.065	0.004	0.190	0.080	0.307	0.284	1.292
2004	2.033	1.769	1.157	0.400	0.013	0.184	0.196	0.134	0.327	0.294	0.555	1.178
2005	1.170	1.669	1.110	0.403	0.000	0.000	0.021	0.020	0.170	0.351	0.680	1.328
2006	2.022	1.726	1.468	0.502	0.004	0.148	0.000	0.091	0.130	0.536	1.002	1.391
2007	1.333	1.753	1.828	0.738	0.111	0.005	0.024	0.000	0.172	0.537	0.823	0.932
2008	1.993	1.434	0.992	0.096	0.063	0.034	0.005	0.054	0.084	0.535	0.760	1.645
2009	1.530	1.826	1.080	0.428	0.032	0.000	0.071	0.009	0.227	0.176	1.252	1.150
2010	2.203	2.901	1.522	0.238	0.061	0.009	0.014	0.074	0.065	0.486	0.428	1.627
2011	1.542	2.360	1.433	0.778	0.188	0.107	0.117	0.037	0.370	0.388	0.517	1.791
2012	1.530	2.260	1.522	0.959	0.024	0.004	0.017	0.015	0.379	0.319	0.904	1.987
2013	1.880	2.241	1.335	0.284	0.173	0.072	0.022	0.155	0.059	0.941	0.835	1.749
2014	1.748	1.316	1.110	0.564	0.088	0.008	0.017	0.038	0.197	0.497	0.469	1.067
2015	1.813	1.505	1.208	0.805	0.097	0.006	0.151	0.057	0.184	0.162	1.076	1.355
2016	1.703	2.091	1.011	0.759	0.242	0.010	0.076	0.055	0.332	0.714	0.664	1.469
2017	2.092	1.304	2.022	0.648	0.230	0.012	0.003	0.088	0.155	0.399	0.678	1.108
2018	1.678	1.899	1.465	0.428	0.030	0.248	0.240	0.170	0.082	0.848	0.812	0.829
2019	1.582	1.789	1.752	0.327	0.181	0.063	0.052	0.004	0.138	0.682	1.768	2.112
2020	1.819	2.396	1.606	0.212	0.399	0.028	0.031	0.017	0.124	0.499	0.759	1.948
DATOS	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
PROM.	1.763	1.867	1.413	0.511	0.122	0.055	0.093	0.067	0.178	0.542	0.769	1.424
D.E.	0.289	0.330	0.277	0.243	0.101	0.068	0.159	0.057	0.098	0.271	0.348	0.372
C.V.	0.164	0.177	0.196	0.476	0.830	1.244	1.716	0.850	0.549	0.499	0.453	0.261
V. MIN	1.170	1.304	0.992	0.096	0.000	0.000	0.000	0.000	0.059	0.162	0.204	0.829
V. MAX	2.203	2.396	2.022	0.959	0.399	0.248	0.716	0.190	0.379	1.291	1.768	2.112

Como podemos apreciar en las Tablas 68, 69 y 70, el volumen de precipitación puede ser representado en valores como milímetros, sin embargo, para poder evaluar dicho parámetro en m3/s, e introduciendo los datos en el balance hídrico.

9. Balance Hídrico

9.1. Balance Hídrico con datos reales

- Balance hídrico con datos reales (m3/s) – 2000

Tabla 77. Análisis del balance hídrico del año 2000 con datos reales (m3/s)

PARAMETROS		UND	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
INGRESOS														
NATURAL	P. EFECTIVA	mm	115.525	137.454	102.017	13.048	25.325	1.695	1.968	1.079	7.651	31.722	46.642	123.753
	P. EFECTIVA	m3/s	1.819	2.396	1.606	0.212	0.399	0.028	0.031	0.017	0.124	0.499	0.759	1.948
	MANANTES	m3/s	0.164	0.148	0.164	0.159	0.164	0.159	0.164	0.164	0.159	0.164	0.159	0.164
	TOTAL	m3/s	1.983	2.544	1.770	0.371	0.563	0.187	0.195	0.181	0.283	0.664	0.918	2.112
SALIDAS														
NATURAL	EIP	m3/s	0.112	0.081	0.093	0.115	0.083	0.092	0.092	0.101	0.116	0.144	0.159	0.117
	EVAPORACION	m3/s	0.139	0.120	0.130	0.091	0.077	0.092	0.145	0.103	0.113	0.106	0.112	0.120
	Q. ECOLOGICO	m3/s	0.297	0.382	0.266	0.037	0.056	0.019	0.020	0.018	0.028	0.066	0.138	0.317
	TOTAL	m3/s	0.549	0.583	0.489	0.243	0.217	0.203	0.257	0.222	0.257	0.316	0.409	0.554
CONSUMITIVO	CONSUMO H. MC.	m3/s	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
	CONSUMO H. C.	m3/s	0.283	0.313	0.283	0.293	0.283	0.293	0.283	0.283	0.293	0.283	0.293	0.283
	AGRARIO	m3/s	0.000	0.000	0.074	0.444	0.125	0.002	0.002	0.002	0.002	0.717	0.268	0.159
	PECUARIO	m3/s	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
TOTAL	m3/s	0.289	0.319	0.362	0.742	0.414	0.300	0.291	0.291	0.300	1.005	0.566	0.448	
BALANCE HIDRICO														
BALANCE	DEMANDA ATENDIDA	m3/s	0.838	0.901	0.851	0.371	0.563	0.187	0.195	0.181	0.283	0.664	0.918	1.002
		%	100.000	100.000	100.000	37.703	89.274	37.140	35.653	35.300	50.913	50.240	94.066	100.000
	SUPERAVIT	m3/s	1.145	1.643	0.919	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.110
		%	136.625	182.233	107.891									110.775
	DEFICIT	m3/s	0.000	0.000	0.000	0.613	0.068	0.316	0.352	0.332	0.273	0.657	0.058	0.000
		%				62.297	10.726	62.860	64.347	64.700	49.087	49.760	5.934	

- Balance hídrico con datos reales (MMC) – 2000

Tabla 78. Análisis del balance hídrico del año 2000 con datos reales (MMC)

PARAMETROS	UND DIAS	ENE 31	FEB 28	MAR 31	ABR 30	MAY 31	JUN 30	JUL 31	AGO 31	SEP 30	OCT 31	NOV 30	DIC 31	TOTAL 365		
INGRESOS																
NATURAL	P. EFECTIVA	mm	115.525	137.454	102.017	13.048	25.325	1.695	1.968	1.079	7.651	31.722	46.642	123.753	607.879	
	P. EFECTIVA	mmc	4.871	5.795	4.301	0.550	1.068	0.071	0.083	0.046	0.323	1.337	1.966	5.218	25.629	
	MANANTES	mmc	0.440	0.359	0.440	0.412	0.440	0.412	0.440	0.440	0.412	0.440	0.412	0.440	5.088	
	TOTAL	mmc	5.311	6.154	4.741	0.962	1.508	0.484	0.523	0.486	0.735	1.778	2.379	5.658	30.717	
SALIDAS																
NATURAL	ETP	mmc	0.301	0.197	0.250	0.297	0.223	0.238	0.247	0.272	0.300	0.385	0.413	0.315	3.437	
	EVAPORACION	mmc	0.374	0.289	0.349	0.236	0.207	0.239	0.389	0.275	0.293	0.283	0.292	0.321	3.548	
	Q. ECOLOGICO	mmc	0.797	0.923	0.711	0.096	0.151	0.048	0.052	0.049	0.073	0.178	0.357	0.849	4.284	
	TOTAL	mmc	1.471	1.409	1.310	0.630	0.581	0.525	0.688	0.596	0.666	0.846	1.061	1.484	11.268	
CONSUMIVO	CONSUMO H. MC.	mmc	0.010	0.009	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.119	
	CONSUMO H. C.	mmc	0.758	0.758	0.758	0.758	0.758	0.758	0.758	0.758	0.758	0.758	0.758	0.758	9.099	
	AGRARIO	mmc	0.000	0.000	0.197	1.150	0.335	0.004	0.005	0.007	0.004	1.919	0.695	0.427	4.743	
	PECUARIO	mmc	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.021	
	TOTAL	mmc	0.770	0.769	0.968	1.920	1.105	0.774	0.776	0.777	0.774	2.689	1.465	1.197	13.983	
BALANCE HIDRICO																
BALANCE	DEMANDA ATENDIDA	mmc	2.241	2.178	2.278	0.962	1.508	0.484	0.523	0.486	0.735	1.778	2.379	2.681	25.251	
		%	100.000	100.000	100.000	37.744	89.434	37.219	35.727	35.377	51.011	50.283	94.169	100.000	100.000	
	SUPERAVIT	mmc	3.069	3.976	2.464	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.976	5.466	
		%	136.944	182.532	108.167										111.013	21.648
	DEFICIT	mmc	0.000	0.000	0.000	1.587	0.178	0.816	0.941	0.887	0.706	1.758	0.147	0.000	0.000	
		%				62.256	10.566	62.781	64.273	64.623	48.989	49.717	5.831			
INGRESOS	mmc	5.311	6.154	4.741	0.962	1.508	0.484	0.523	0.486	0.735	1.778	2.379	5.658	30.717		
SALIDAS	mmc	2.241	2.178	2.278	2.549	1.686	1.299	1.464	1.373	1.440	3.535	2.526	2.681	25.251		

Para poder realizar la conversión de m³/s a mmc (millones de metros cúbicos), es necesario realizar un procesamiento previo para cada parámetro. La evapotranspiración se genera en su mayoría en zonas de cultivo, sin embargo, zonas de arbustos o pajonales andinos también generan evapotranspiración, por lo cual el cálculo obtenido por Hargreaves, es multiplicado por las áreas antes mencionadas. Posteriormente se multiplicó por número de segundos en el mes.

La evaporación es generada en cuerpos de agua, por lo cual fue necesario aplicar la evaporación en milímetros y multiplicar el área de las lagunas presentes en la microcuenca.

Los demás parámetros como consumo humano, pecuario y agrario únicamente fueron multiplicados por la cantidad de segundos del mes.

Al igual que las demandas, los ingresos también fueron convertidos a millones de metros cúbicos, para determinar el volumen de déficit o superávit para cada mes del año.

- Balance hídrico con datos reales (MMC) – Periodo 2000-2020

Tabla 79. Análisis del balance hídrico de los años 2000 a 2020 (MMC)

AÑO	PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL	ESTADO
2000	INGRESOS	6.100	5.131	4.144	1.320	0.711	0.593	0.479	0.588	0.750	3.902	0.945	4.142	28.805	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.238	2.031	1.964	2.021	1.517	1.335	1.444	1.466	1.482	2.675	1.930	2.306	22.409	
2001	INGRESOS	6.322	5.571	4.579	1.851	1.065	0.417	0.875	0.764	0.879	2.135	1.974	2.785	29.216	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.276	2.122	2.090	2.072	1.537	1.310	1.471	1.422	1.536	2.559	2.097	2.094	22.584	
2002	INGRESOS	4.481	5.616	4.502	2.810	0.922	0.612	2.363	0.517	0.830	2.553	3.190	4.988	33.384	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.215	2.166	2.136	2.239	1.579	1.407	1.678	1.472	1.580	2.670	2.308	2.429	23.880	
2003	INGRESOS	4.591	4.173	4.745	1.273	0.756	0.585	0.456	0.953	0.623	1.265	1.151	3.904	24.476	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.251	2.067	2.209	2.155	1.654	1.513	1.586	1.575	1.546	2.599	2.078	2.315	23.547	
2004	INGRESOS	5.888	4.643	3.543	1.453	0.478	0.892	0.968	0.801	1.263	1.231	1.855	3.598	26.612	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.424	2.164	2.088	2.211	1.645	1.503	1.549	1.424	1.622	2.683	2.192	2.320	23.824	
2005	INGRESOS	3.578	4.399	3.416	1.460	0.444	0.416	0.499	0.498	0.855	1.385	2.179	4.000	23.129	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.014	1.921	1.998	2.149	1.529	1.386	1.514	1.451	1.467	2.618	2.191	2.349	22.588	
2006	INGRESOS	5.858	4.536	4.375	1.716	0.453	0.799	0.444	0.686	0.751	1.880	3.013	4.170	28.681	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.231	1.994	2.067	2.115	1.473	1.315	1.465	1.464	1.493	2.674	2.215	2.180	22.687	
2007	INGRESOS	4.014	4.602	5.339	2.328	0.742	0.427	0.507	0.444	0.860	1.882	2.548	2.938	26.630	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.022	1.986	2.204	2.211	1.562	1.397	1.445	1.460	1.448	2.764	2.297	2.128	22.923	
2008	INGRESOS	5.781	3.830	3.100	0.664	0.610	0.503	0.456	0.589	0.633	1.875	2.385	4.848	25.273	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.029	1.747	1.692	1.930	1.375	1.191	1.273	1.392	1.396	2.673	2.116	2.245	21.058	
2009	INGRESOS	4.539	4.779	3.336	1.524	0.528	0.416	0.632	0.466	1.003	0.914	3.659	3.522	25.319	SUPERÁVIT
	SALIDAS	1.812	1.775	1.734	2.092	1.411	1.211	1.339	1.349	1.392	2.693	2.337	2.087	21.231	
2010	INGRESOS	6.342	5.202	4.518	1.030	0.607	0.437	0.481	0.641	0.583	1.743	1.525	4.801	27.910	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.190	1.941	1.985	2.061	1.455	1.188	1.332	1.358	1.353	2.757	2.017	2.264	21.900	
2011	INGRESOS	4.573	6.069	4.279	2.432	0.945	0.691	0.756	0.541	1.374	1.480	1.753	5.239	30.133	SUPERÁVIT
	SALIDAS	1.826	1.857	1.788	2.089	1.348	1.090	1.178	1.185	1.233	2.623	1.979	2.212	20.408	
2012	INGRESOS	4.541	5.827	4.519	2.901	0.507	0.425	0.488	0.481	1.397	1.295	2.758	5.765	30.903	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.024	2.132	2.127	2.452	1.623	1.333	1.399	1.472	1.533	3.074	2.405	2.521	24.093	
2013	INGRESOS	5.477	5.781	4.018	1.151	0.905	0.599	0.500	0.856	0.566	2.962	2.579	5.128	30.521	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.229	2.124	2.050	2.307	1.652	1.315	1.410	1.509	1.504	3.165	2.439	2.544	24.249	
2014	INGRESOS	5.122	3.544	3.415	1.877	0.677	0.433	0.486	0.542	0.924	1.773	1.630	3.300	23.723	DÉFICIT
	SALIDAS	2.227	1.858	2.029	2.570	1.640	1.403	1.501	1.525	1.567	3.220	2.388	2.340	24.267	
2015	INGRESOS	5.297	4.001	3.677	2.499	0.700	0.430	0.845	0.593	0.891	0.874	3.201	4.070	27.079	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.107	1.851	1.972	2.425	1.577	1.304	1.448	1.464	1.527	3.098	2.513	2.356	23.641	
2016	INGRESOS	5.003	5.419	3.149	2.382	1.090	0.438	0.644	0.588	1.275	2.354	2.135	4.375	28.850	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.265	2.103	2.045	2.564	1.716	1.366	1.506	1.533	1.629	3.320	2.511	2.488	25.047	
2017	INGRESOS	6.043	3.515	5.855	2.092	1.058	0.444	0.449	0.677	0.814	1.510	2.171	3.408	28.035	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.328	1.839	2.318	2.490	1.652	1.358	1.497	1.546	1.552	3.346	2.468	2.370	24.765	
2018	INGRESOS	4.935	4.953	4.366	1.521	0.522	1.055	1.084	0.896	0.624	2.711	2.518	2.662	27.847	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.009	1.982	2.047	2.473	1.607	1.289	1.441	1.422	1.475	3.426	2.468	2.243	23.881	
2019	INGRESOS	4.678	4.688	5.133	1.260	0.926	0.576	0.581	0.450	0.770	2.268	4.995	6.098	32.423	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.151	1.955	2.237	2.516	1.651	1.317	1.460	1.405	1.497	3.446	2.850	2.733	25.218	
2020	INGRESOS	5.311	6.154	4.741	0.962	1.508	0.484	0.523	0.486	0.735	1.778	2.379	5.658	30.717	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.241	2.178	2.278	2.549	1.686	1.299	1.464	1.373	1.440	3.535	2.526	2.681	25.251	

Consolidado de resultados de balance hídrico para el periodo 2000-2020

La Tabla 73 muestra el consolidado de la evaluación del balance hídrico para el periodo 2000-2020, como podemos apreciar casi la totalidad de los años cuentan con un balance positivo, sin embargo, se puede apreciar que la diferencia entre los ingresos y las salidas se viene reduciendo con el paso de los años.

Tabla 80. Consolidado de resultados de balance hídrico – Datos reales (2000-2020)

AÑO	INGRESO	SALIDA	BALANCE	ESTADO
2000	28.805	22.409	6.396	SUPERÁVIT
2001	29.216	22.584	6.633	SUPERÁVIT
2002	33.384	23.880	9.504	SUPERÁVIT
2003	24.476	23.547	0.929	SUPERÁVIT
2004	26.612	23.824	2.788	SUPERÁVIT
2005	23.129	22.588	0.541	SUPERÁVIT
2006	28.681	22.687	5.994	SUPERÁVIT
2007	26.630	22.923	3.708	SUPERÁVIT
2008	25.273	21.058	4.215	SUPERÁVIT
2009	25.319	21.231	4.089	SUPERÁVIT
2010	27.910	21.900	6.010	SUPERÁVIT
2011	30.133	20.408	9.725	SUPERÁVIT
2012	30.903	24.093	6.810	SUPERÁVIT
2013	30.521	24.249	6.272	SUPERÁVIT
2014	23.723	24.267	-0.544	DÉFICIT
2015	27.079	23.641	3.438	SUPERÁVIT
2016	28.850	25.047	3.804	SUPERÁVIT
2017	28.035	24.765	3.270	SUPERÁVIT
2018	27.847	23.881	3.966	SUPERÁVIT
2019	32.423	25.218	7.205	SUPERÁVIT
2020	30.717	25.251	5.466	SUPERÁVIT

La Tabla 74 nos muestra con mayor claridad la reducción entre los ingresos y salidas con el paso de los años, lo cual evidencia un desbalance en la microcuenca. El mencionado cuadro fue elaborado con datos reales, tomado por las estaciones meteorológicas, y posteriormente procesado.

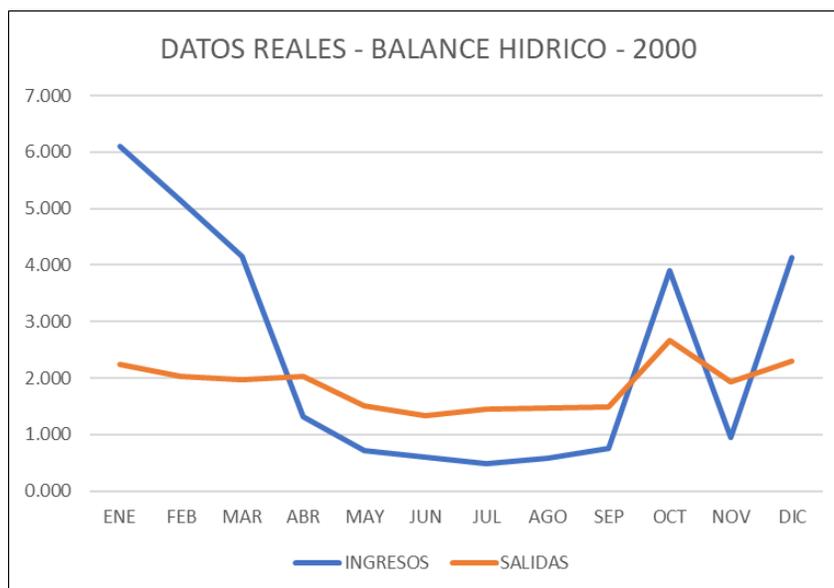


Figura 33. Evolución del balance hídrico del año 2000 – Datos reales

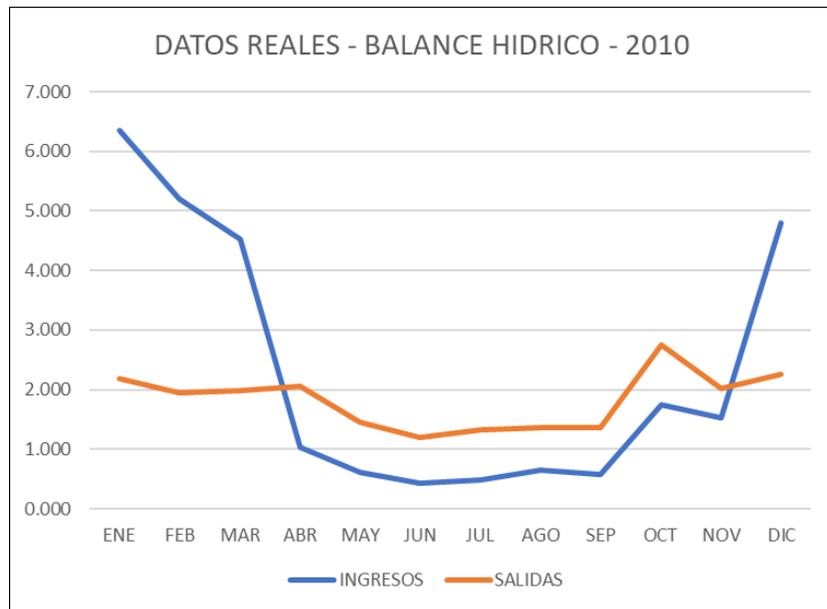


Figura 34. Evolución del balance hídrico del año 2010 – Datos reales

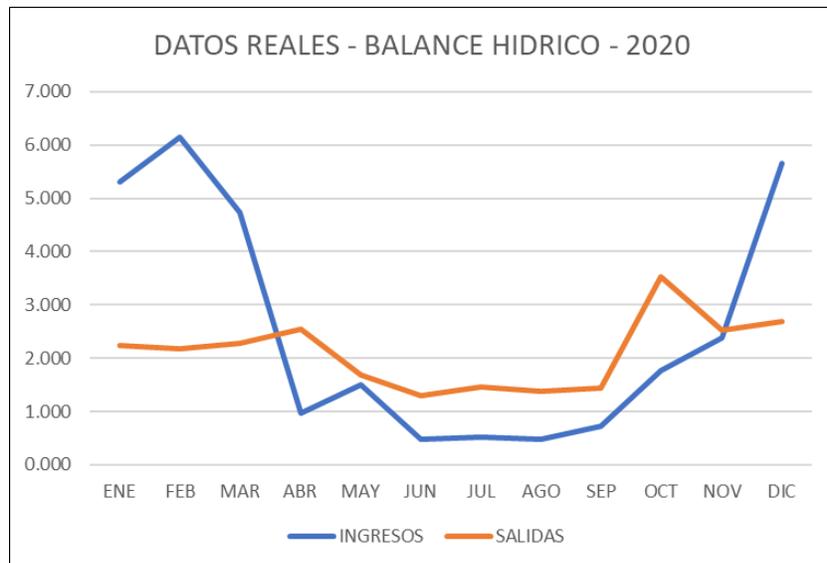


Figura 35. Evolución del balance hídrico del año 2020 – Datos reales

Como se muestran en las Figuras 30, 31 y 32, el balance hídrico posee una estructura repetitiva, en los meses de estiaje (de abril a septiembre) la demanda supera a la oferta por lo cual se aprovecha el almacenamiento generado en los meses de avenida (octubre a marzo).

Al observar la diferencia entre los gráficos mencionados, la estructura de la variación entre ingresos y egresos ha mostrado variaciones y la diferencia entre los parámetros disminuyó

con el paso de los años, lo cual podría evidenciar la influencia del cambio climático en el balance hídrico.

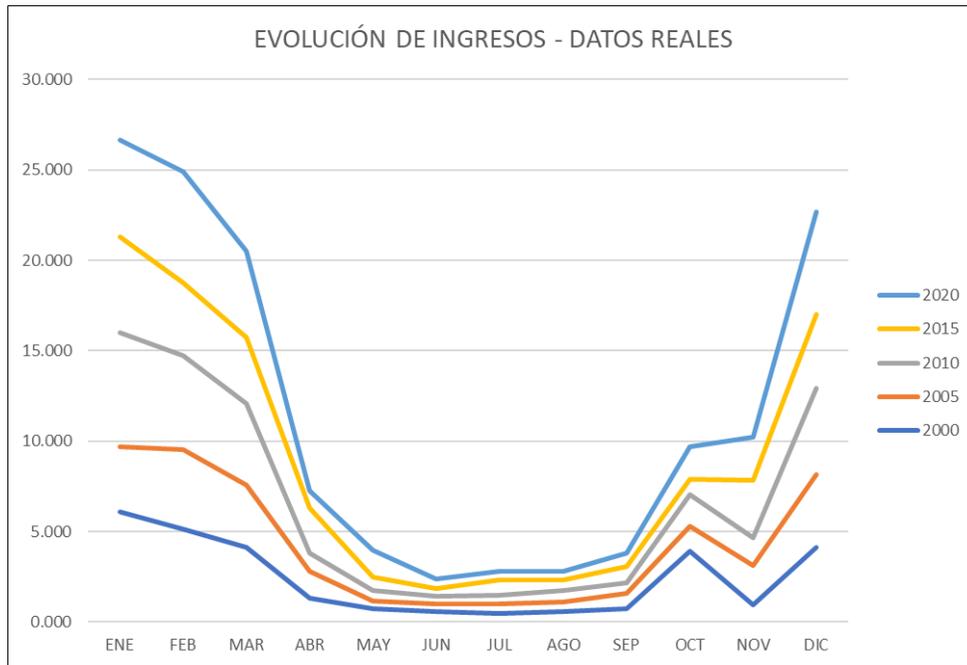


Figura 36. Evolución de ingresos en el balance hídrico 2000-2020 – Datos reales

Como apreciamos en la Figura 33 existe un crecimiento en la oferta hídrica, lo cual indica que existe una variación en el comportamiento del ciclo del agua dentro de la microcuenca.

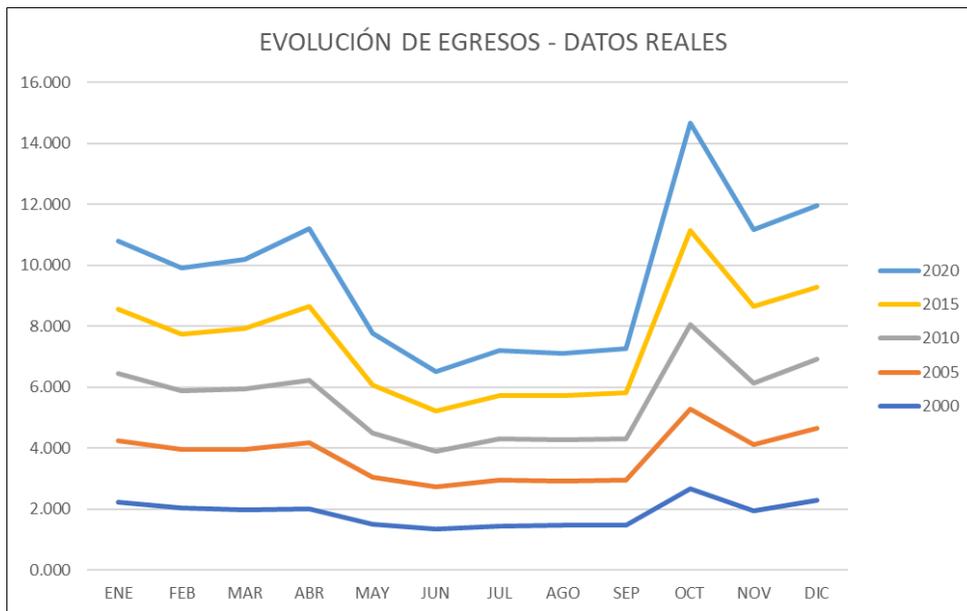


Figura 37. Evolución de salidas en el balance hídrico 2000-2020 – Datos reales

Al igual que los ingresos, los egresos del sistema también muestran un crecimiento el cual se acrecienta debido al incremento de la evaporación (en consecuencia, del incremento de la temperatura por el cambio climático).

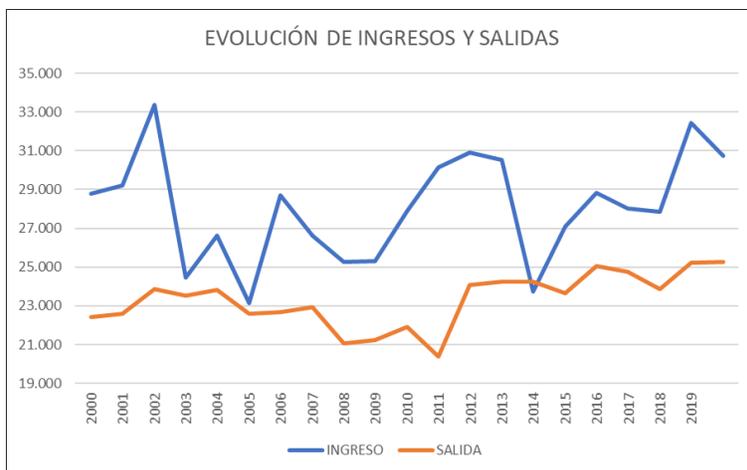


Figura 38. Comparación entre la evolución de los ingresos y salidas 2000-2020

9.2. Balance hídrico – Proyección 01

- Balance hídrico con datos proyectados 01 (MMC) – Periodo 2000-2020

Tabla 81. Balance hídrico con datos proyectados 01 (MMC) – Periodo 2000-2020

AÑO	PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL	ESTADO
2000	INGRESOS	6.100	5.131	4.144	1.320	0.711	0.593	0.479	0.588	0.750	3.902	0.945	4.142	28.805	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.195	1.978	1.967	1.974	1.464	1.321	1.423	1.416	1.478	2.615	1.888	2.229	21.949	
2001	INGRESOS	6.322	5.571	4.579	1.851	1.065	0.417	0.875	0.764	0.879	2.135	1.974	2.785	29.216	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.248	2.080	2.062	2.039	1.490	1.291	1.441	1.403	1.457	2.447	1.972	1.994	21.922	
2002	INGRESOS	4.481	5.616	4.502	2.810	0.922	0.612	2.363	0.517	0.830	2.553	3.190	4.988	33.384	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.111	2.130	2.115	2.186	1.538	1.371	1.630	1.447	1.522	2.592	2.231	2.357	23.231	
2003	INGRESOS	4.591	4.173	4.745	1.273	0.756	0.585	0.456	0.953	0.623	1.265	1.151	3.904	24.476	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.139	1.982	2.175	2.106	1.586	1.471	1.564	1.529	1.538	2.554	2.012	2.242	22.896	
2004	INGRESOS	5.888	4.643	3.543	1.453	0.478	0.892	0.968	0.801	1.263	1.231	1.855	3.598	26.612	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.335	2.088	2.066	2.168	1.597	1.485	1.537	1.425	1.598	2.602	2.115	2.241	23.257	
2005	INGRESOS	3.578	4.399	3.416	1.460	0.444	0.416	0.499	0.498	0.855	1.385	2.179	4.000	23.129	SUPERÁVIT
	SALIDAS	1.915	1.828	1.954	2.112	1.504	1.375	1.497	1.412	1.465	2.548	2.127	2.260	21.996	
2006	INGRESOS	5.858	4.536	4.375	1.716	0.453	0.799	0.444	0.686	0.751	1.880	3.013	4.170	28.681	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.191	1.951	2.055	2.086	1.477	1.302	1.466	1.405	1.446	2.606	2.151	2.152	22.288	
2007	INGRESOS	4.014	4.602	5.339	2.328	0.742	0.427	0.507	0.444	0.860	1.882	2.548	2.938	26.630	SUPERÁVIT
	SALIDAS	1.920	1.951	2.196	2.181	1.514	1.369	1.422	1.409	1.458	2.699	2.205	2.063	22.389	
2008	INGRESOS	5.781	3.830	3.100	0.664	0.610	0.503	0.456	0.589	0.633	1.875	2.385	4.848	25.273	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.018	1.721	1.729	1.915	1.356	1.177	1.256	1.314	1.344	2.593	2.040	2.200	20.662	
2009	INGRESOS	4.539	4.779	3.336	1.524	0.528	0.416	0.632	0.466	1.003	0.914	3.659	3.522	25.319	SUPERÁVIT
	SALIDAS	1.802	1.765	1.766	2.072	1.382	1.175	1.302	1.287	1.358	2.594	2.234	2.028	20.763	
2010	INGRESOS	6.342	5.202	4.518	1.030	0.607	0.437	0.481	0.641	0.583	1.743	1.525	4.801	27.910	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.157	1.910	1.991	2.007	1.365	1.131	1.268	1.262	1.294	2.662	1.915	2.192	21.161	
2011	INGRESOS	4.573	6.069	4.279	2.432	0.945	0.691	0.756	0.541	1.374	1.480	1.753	5.239	30.133	SUPERÁVIT
	SALIDAS	1.762	1.849	1.811	2.048	1.278	1.067	1.149	1.115	1.202	2.560	1.873	2.195	19.908	
2012	INGRESOS	4.541	5.827	4.519	2.901	0.507	0.425	0.488	0.481	1.397	1.295	2.758	5.765	30.903	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.009	2.144	2.169	2.429	1.573	1.303	1.374	1.406	1.500	2.967	2.299	2.485	23.657	
2013	INGRESOS	5.477	5.781	4.018	1.151	0.905	0.599	0.500	0.856	0.566	2.962	2.579	5.128	30.521	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.233	2.102	2.067	2.291	1.591	1.293	1.387	1.442	1.440	3.093	2.340	2.521	23.799	
2014	INGRESOS	5.122	3.544	3.415	1.877	0.677	0.433	0.486	0.542	0.924	1.773	1.630	3.300	23.723	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.204	1.840	2.066	2.493	1.602	1.355	1.472	1.470	1.537	3.125	2.255	2.272	23.691	
2015	INGRESOS	5.297	4.001	3.677	2.499	0.700	0.430	0.845	0.593	0.891	0.874	3.201	4.070	27.079	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.123	1.824	2.000	2.417	1.529	1.259	1.423	1.390	1.466	3.027	2.420	2.345	23.224	
2016	INGRESOS	5.003	5.419	3.149	2.382	1.090	0.438	0.644	0.588	1.275	2.354	2.135	4.375	28.850	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.138	2.041	2.001	2.514	1.651	1.329	1.466	1.441	1.566	3.271	2.408	2.453	24.278	
2017	INGRESOS	6.043	3.515	5.855	2.092	1.058	0.444	0.449	0.677	0.814	1.510	2.171	3.408	28.035	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.303	1.812	2.341	2.468	1.601	1.322	1.450	1.459	1.492	3.275	2.373	2.321	24.216	
2018	INGRESOS	4.935	4.953	4.366	1.521	0.522	1.055	1.084	0.896	0.624	2.711	2.518	2.662	27.847	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.028	1.944	2.074	2.448	1.546	1.277	1.419	1.367	1.424	3.360	2.357	2.154	23.397	
2019	INGRESOS	4.678	4.688	5.133	1.260	0.926	0.576	0.581	0.450	0.770	2.268	4.995	6.098	32.423	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.068	1.929	2.242	2.501	1.628	1.312	1.434	1.411	1.475	3.443	2.750	2.674	24.870	
2020	INGRESOS	5.311	6.154	4.741	0.962	1.508	0.484	0.523	0.486	0.735	1.778	2.379	5.658	30.717	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.153	2.116	2.201	2.548	1.711	1.310	1.442	1.403	1.453	3.512	2.481	2.644	24.974	

- Consolidado de resultados de balance hídrico para el periodo 2000-2020

Tabla 82. Consolidado de resultados de balance hídrico – Proyección 01 (2000-2020)

AÑO	INGRESO	SALIDA	BALANCE	ESTADO
2000	28.805	21.949	6.855	SUPERÁVIT
2001	29.216	21.922	7.294	SUPERÁVIT
2002	33.384	23.231	10.153	SUPERÁVIT
2003	24.476	22.896	1.580	SUPERÁVIT
2004	26.612	23.257	3.355	SUPERÁVIT
2005	23.129	21.996	1.133	SUPERÁVIT
2006	28.681	22.288	6.393	SUPERÁVIT
2007	26.630	22.389	4.242	SUPERÁVIT
2008	25.273	20.662	4.611	SUPERÁVIT
2009	25.319	20.763	4.556	SUPERÁVIT
2010	27.910	21.161	6.749	SUPERÁVIT
2011	30.133	19.908	10.225	SUPERÁVIT
2012	30.903	23.657	7.246	SUPERÁVIT
2013	30.521	23.799	6.721	SUPERÁVIT
2014	23.723	23.691	0.032	SUPERÁVIT
2015	27.079	23.224	3.855	SUPERÁVIT
2016	28.850	24.278	4.572	SUPERÁVIT
2017	28.035	24.216	3.819	SUPERÁVIT
2018	27.847	23.397	4.449	SUPERÁVIT
2019	32.423	24.870	7.554	SUPERÁVIT
2020	30.717	24.974	5.743	SUPERÁVIT

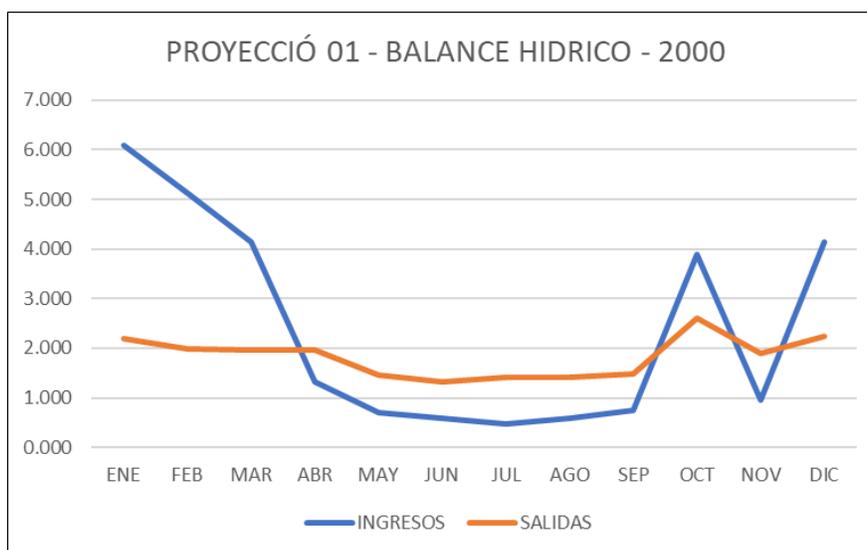


Figura 39. Evolución del balance hídrico del año 2000 – Proyección 01 (2000-2020)

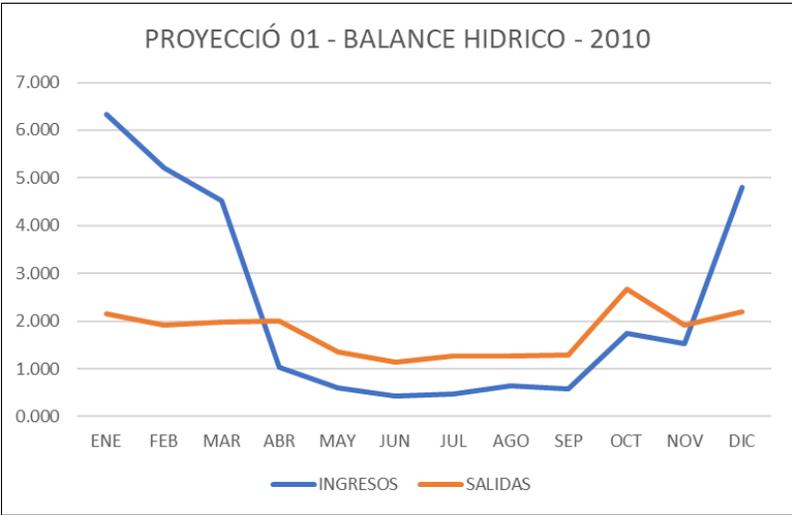


Figura 40. Evolución del balance hídrico del año 2010 – Proyección 01 (2000-2020)

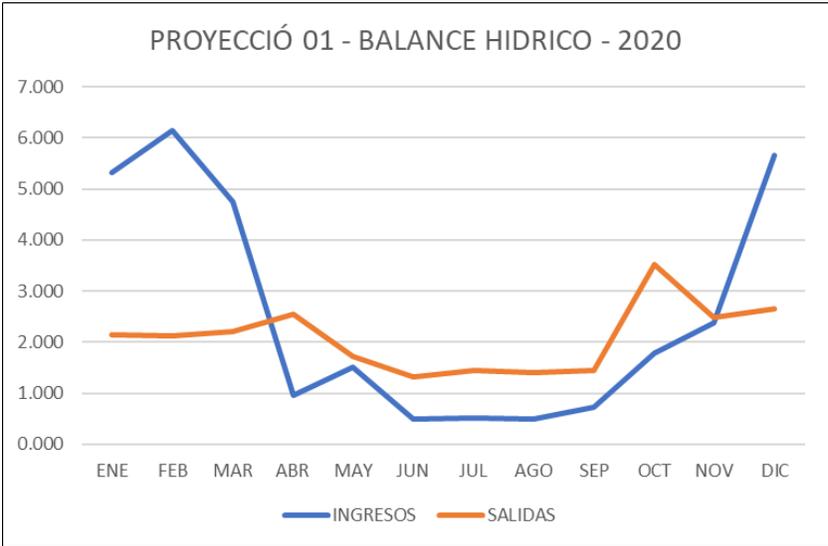


Figura 41. Evolución del balance hídrico del año 2020 – Proyección 01 (2000-2020)

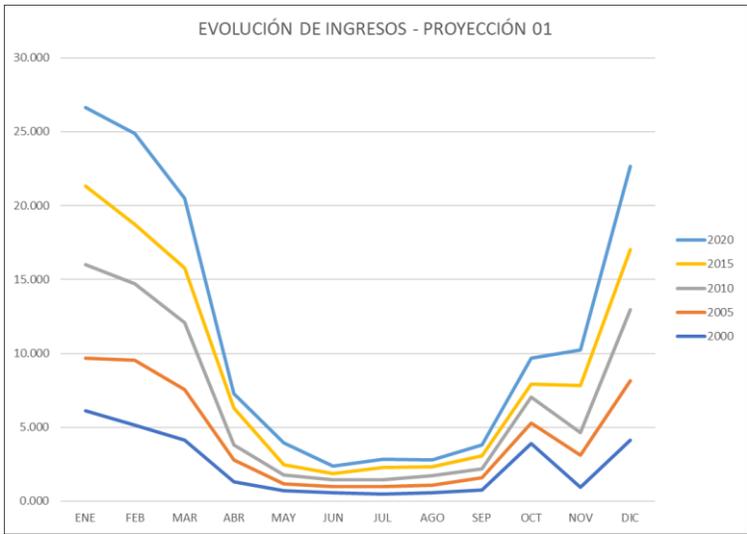


Figura 42. Evolución de ingresos en el balance hídrico 2000-2020 – Proyección 01

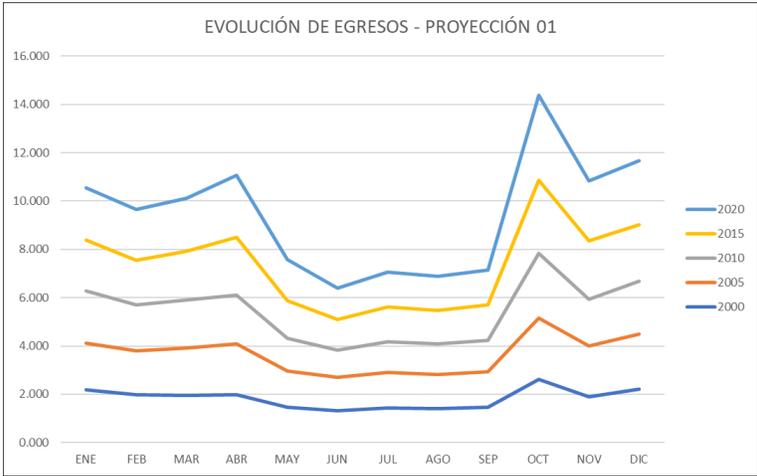


Figura 43. Evolución de salidas en el balance hídrico 2000-2020 – Proyección 01

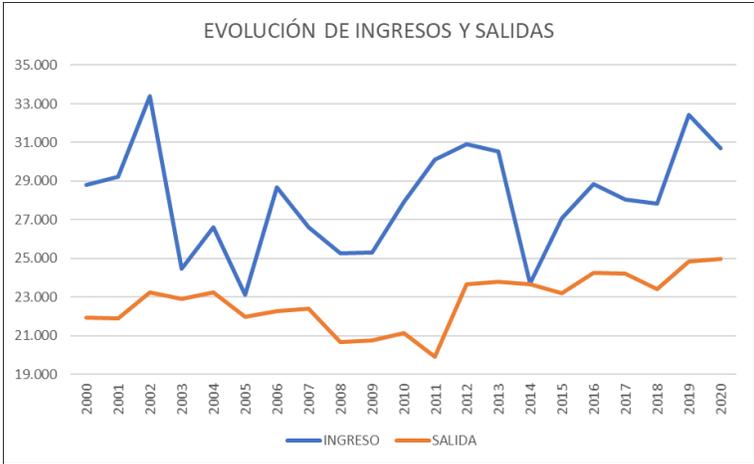


Figura 44. Comparación entre la evolución de los ingresos y salidas 2000-2020 – Proyección 01

9.3. Balance hídrico – Proyección 02

- Balance hídrico con datos proyectados 02 (MMC) – Periodo 2000-2020

Tabla 83. Balance hídrico con datos proyectados 02 (MMC) – Periodo 2000-2020

AÑO	PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL	ESTADO
2000	INGRESOS	6.100	5.131	4.144	1.320	0.711	0.593	0.479	0.588	0.750	3.902	0.945	4.142	28.805	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.870	2.541	2.358	1.886	1.309	1.141	1.107	1.178	1.262	2.758	1.787	2.603	22.800	
2001	INGRESOS	6.322	5.571	4.579	1.851	1.065	0.417	0.875	0.764	0.879	2.135	1.974	2.785	29.216	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.957	2.709	2.514	2.005	1.371	1.093	1.164	1.186	1.254	2.410	2.027	2.162	22.853	
2002	INGRESOS	4.481	5.616	4.502	2.810	0.922	0.612	2.363	0.517	0.830	2.553	3.190	4.988	33.384	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.533	2.764	2.551	2.244	1.404	1.191	1.502	1.203	1.314	2.597	2.470	2.857	24.631	
2003	INGRESOS	4.591	4.173	4.745	1.273	0.756	0.585	0.456	0.953	0.623	1.265	1.151	3.904	24.476	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.575	2.395	2.646	2.011	1.433	1.289	1.243	1.327	1.309	2.429	1.940	2.572	23.170	
2004	INGRESOS	5.888	4.643	3.543	1.453	0.478	0.892	0.968	0.801	1.263	1.231	1.855	3.598	26.612	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.967	2.574	2.353	2.090	1.415	1.335	1.270	1.210	1.433	2.473	2.149	2.523	23.791	
2005	INGRESOS	3.578	4.399	3.416	1.460	0.444	0.416	0.499	0.498	0.855	2.179	4.000	2.138	23.129	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.193	2.274	2.219	2.033	1.319	1.176	1.180	1.160	1.257	2.435	2.209	2.600	22.054	
2006	INGRESOS	5.858	4.536	4.375	1.716	0.453	0.799	0.444	0.686	0.751	1.880	3.013	4.170	28.681	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.815	2.416	2.464	2.033	1.296	1.141	1.145	1.173	1.226	2.543	2.362	2.523	23.135	
2007	INGRESOS	4.014	4.602	5.339	2.328	0.742	0.427	0.507	0.444	0.860	1.882	2.548	2.938	26.630	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.258	2.426	2.747	2.190	1.360	1.172	1.106	1.153	1.253	2.638	2.344	2.246	22.894	
2008	INGRESOS	5.781	3.830	3.100	0.664	0.610	0.503	0.456	0.589	0.633	1.875	2.385	4.848	25.273	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.627	2.080	1.945	1.756	1.190	0.986	0.934	1.071	1.112	2.529	2.152	2.666	21.047	
2009	INGRESOS	4.539	4.779	3.336	1.524	0.528	0.416	0.632	0.466	1.003	0.914	3.659	3.522	25.319	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.221	2.265	2.012	1.996	1.207	0.974	0.998	1.031	1.162	2.431	2.534	2.293	21.125	
2010	INGRESOS	6.342	5.202	4.518	1.030	0.607	0.437	0.481	0.641	0.583	1.743	1.525	4.801	27.910	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.843	2.472	2.409	1.882	1.195	0.932	0.947	1.025	1.054	2.591	1.897	2.648	21.897	
2011	INGRESOS	4.573	6.069	4.279	2.432	0.945	0.691	0.756	0.541	1.374	1.480	1.753	5.239	30.133	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.178	2.543	2.195	2.065	1.145	0.894	0.858	0.868	1.043	2.456	1.889	2.720	20.854	
2012	INGRESOS	4.541	5.827	4.519	2.901	0.507	0.425	0.488	0.481	1.397	1.295	2.758	5.765	30.903	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.421	2.801	2.588	2.493	1.398	1.104	1.054	1.154	1.344	2.846	2.464	3.085	24.753	
2013	INGRESOS	5.477	5.781	4.018	1.151	0.905	0.599	0.500	0.856	0.566	2.962	2.579	5.128	30.521	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.787	2.749	2.405	2.178	1.454	1.112	1.072	1.227	1.200	3.138	2.483	3.024	24.830	
2014	INGRESOS	5.122	3.544	3.415	1.877	0.677	0.433	0.486	0.542	0.924	1.773	1.630	3.300	23.723	DÉFICIT
	SALIDAS	2.701	2.151	2.312	2.454	1.443	1.157	1.153	1.226	1.333	3.054	2.253	2.491	23.729	
2015	INGRESOS	5.297	4.001	3.677	2.499	0.700	0.430	0.845	0.593	0.891	0.874	3.201	4.070	27.079	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.641	2.203	2.283	2.437	1.369	1.060	1.139	1.147	1.257	2.867	2.652	2.685	23.739	
2016	INGRESOS	5.003	5.419	3.149	2.382	1.090	0.438	0.644	0.588	1.275	2.354	2.135	4.375	28.850	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.609	2.629	2.200	2.520	1.530	1.129	1.161	1.199	1.396	3.259	2.480	2.840	24.952	
2017	INGRESOS	6.043	3.515	5.855	2.092	1.058	0.444	0.449	0.677	0.814	1.510	2.171	3.408	28.035	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.934	2.116	2.951	2.448	1.479	1.124	1.124	1.224	1.275	3.175	2.447	2.552	24.852	
2018	INGRESOS	4.935	4.953	4.366	1.521	0.522	1.055	1.084	0.896	0.624	2.711	2.518	2.662	27.847	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.489	2.463	2.455	2.369	1.370	1.140	1.158	1.156	1.187	3.384	2.488	2.271	23.930	
2019	INGRESOS	4.678	4.688	5.133	1.260	0.926	0.576	0.581	0.450	0.770	2.268	4.995	6.098	32.423	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.492	2.409	2.737	2.396	1.495	1.131	1.124	1.163	1.255	3.428	3.257	3.310	26.197	
2020	INGRESOS	5.311	6.154	4.741	0.962	1.508	0.484	0.523	0.486	0.735	1.778	2.379	5.658	30.717	SUPERÁVIT
	SALIDAS	2.666	2.813	2.637	2.415	1.640	1.117	1.127	1.156	1.228	3.436	2.596	3.214	26.047	

- Consolidado de resultados de balance hídrico para el periodo 2000-2020

Tabla 84. Consolidado de resultados de balance hídrico – Proyección 02 (2000-2020)

AÑO	INGRESO	SALIDA	BALANCE	ESTADO
2000	28.805	22.800	6.005	SUPERÀVIT
2001	29.216	22.853	6.363	SUPERÀVIT
2002	33.384	24.631	8.753	SUPERÀVIT
2003	24.476	23.170	1.306	SUPERÀVIT
2004	26.612	23.791	2.821	SUPERÀVIT
2005	23.129	22.054	1.075	SUPERÀVIT
2006	28.681	23.135	5.545	SUPERÀVIT
2007	26.630	22.894	3.736	SUPERÀVIT
2008	25.273	21.047	4.225	SUPERÀVIT
2009	25.319	21.125	4.195	SUPERÀVIT
2010	27.910	21.897	6.013	SUPERÀVIT
2011	30.133	20.854	9.279	SUPERÀVIT
2012	30.903	24.753	6.151	SUPERÀVIT
2013	30.521	24.830	5.691	SUPERÀVIT
2014	23.723	23.729	-0.006	DÈFICIT
2015	27.079	23.739	3.339	SUPERÀVIT
2016	28.850	24.952	3.898	SUPERÀVIT
2017	28.035	24.852	3.184	SUPERÀVIT
2018	27.847	23.930	3.917	SUPERÀVIT
2019	32.423	26.197	6.227	SUPERÀVIT
2020	30.717	26.047	4.670	SUPERÀVIT

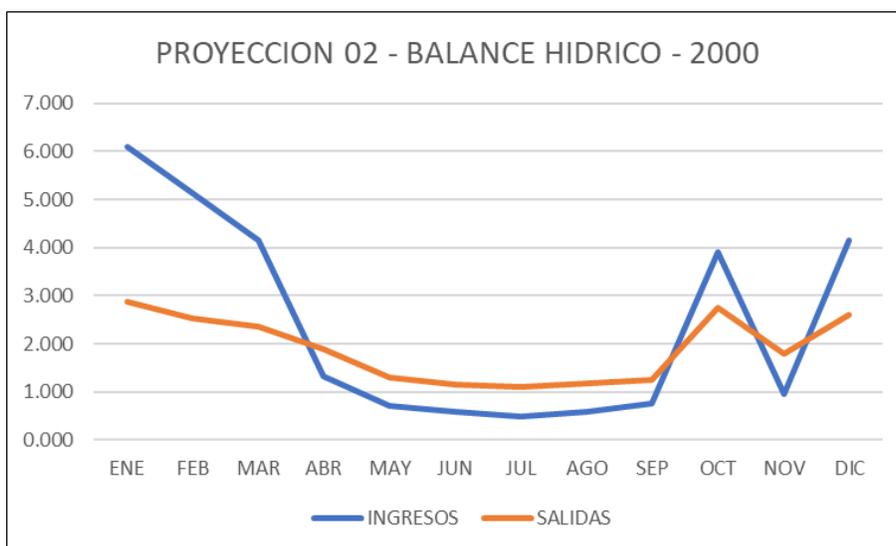


Figura 45. Evolución del balance hídrico del año 2000 – Proyección 01 (2000-2020)

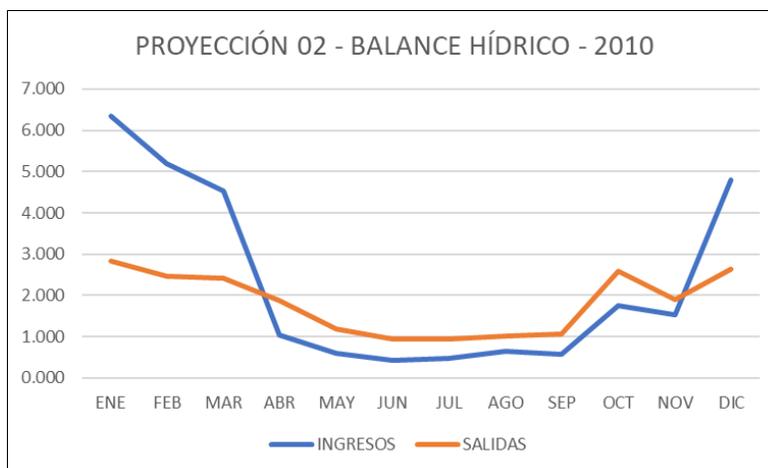


Figura 46. Evolución del balance hídrico del año 2010 – Proyección 01 (2000-2020)

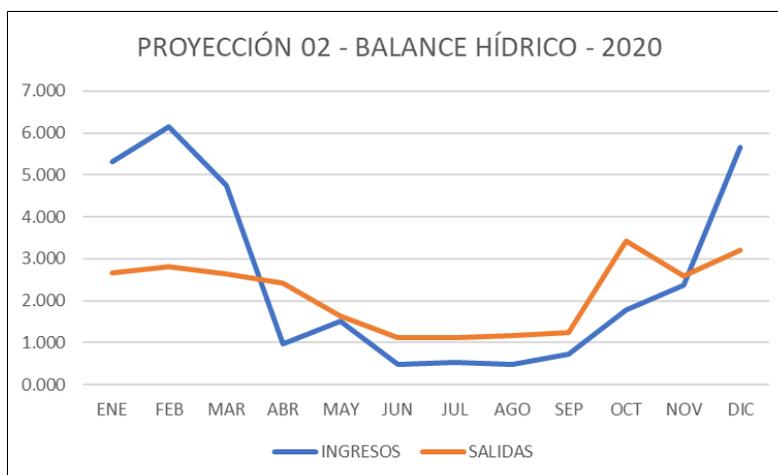


Figura 47. Evolución del balance hídrico del año 2020 – Proyección 01 (2000-2020)

La figura 45 corresponde a la distribución de la oferta y demanda hídrica para el año 2000, esto en función a los datos obtenidos para el primer escenario. Se elaboraron las siguientes figuras para observar la evolución tanto de la demanda como la oferta hídrica con el paso de los años.

La figura 46 muestra la misma distribución, pero para el año 2010, como se puede observar, la brecha entre la oferta y la demanda es más corta en los meses de estiaje (abril-octubre). En la distribución correspondiente al año 2020 (figura 47) es aún más notable la disminución de la brecha mencionada.

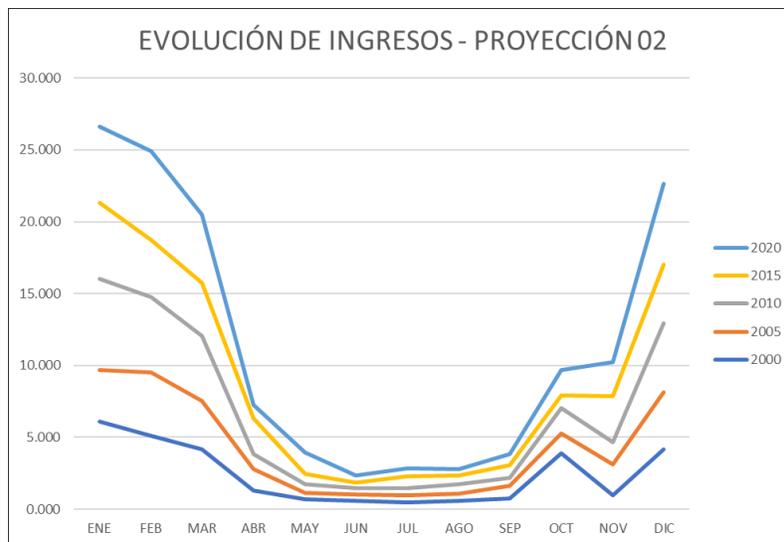


Figura 48. Evolución de ingresos en el balance hídrico 2000-2020 – Proyección 02

La figura 48 muestra el descenso de los ingresos con el paso de los años, esto debido a las variaciones en el ciclo hidrológico. La presente figura muestra el mencionado comportamiento para los años 2000, 2005, 2010, 2015 y 2020.

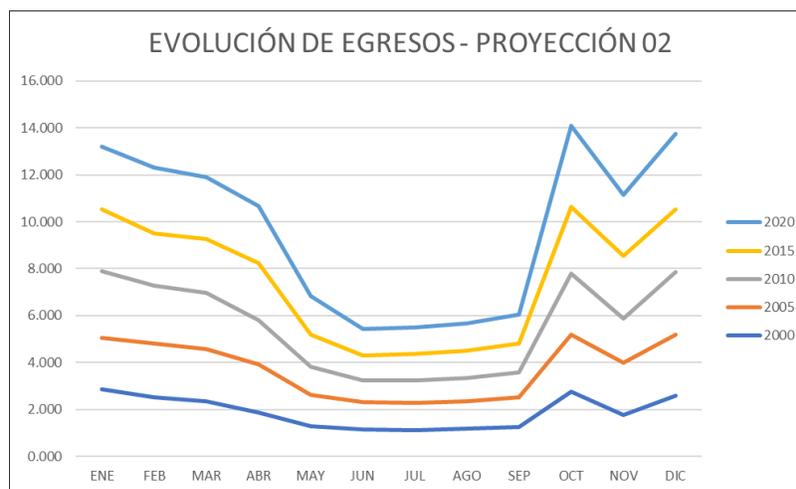


Figura 49. Evolución de egresos en el balance hídrico 2000-2020 – Proyección 02

Los egresos hídricos se han incrementado con el paso del tiempo, como se puede observar en el gráfico, el año 2020 cuenta con un notable incremento frente al resto de años, esto debido al incremento en la extracción para consumo humano, así como el incremento en egresos naturales como la evaporación.

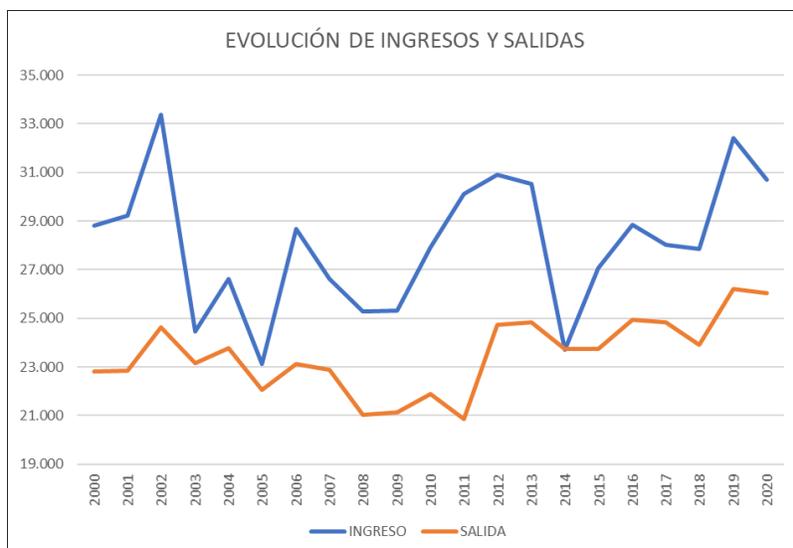


Figura 50. Comparación entre la evolución de los ingresos y salidas 2000-2020 – Proyección 02

La presente figura corresponde a la evolución de los ingresos y egresos hídricos del sistema, esto según los parámetros de la proyección 02, se puede observar que los egresos a partir del año 2011 tienen un crecimiento constante, esto es producto de la extracción para el consumo humano, sin embargo, los egresos naturales aportan un gran volumen.

9.4. Comparación entre balance hídrico – Datos reales y proyecciones

Tabla 85. Comparación entre salidas del balance hídrico de datos reales y proyecciones

AÑO	SALIDAS		
	REALES	PROY-1	PROY-2
2000	22.409	21.949	22.800
2001	22.584	21.922	22.853
2002	23.880	23.231	24.631
2003	23.547	22.896	23.170
2004	23.824	23.257	23.791
2005	22.588	21.996	22.054
2006	22.687	22.288	23.135
2007	22.923	22.389	22.894
2008	21.058	20.662	21.047
2009	21.231	20.763	21.125
2010	21.900	21.161	21.897
2011	20.408	19.908	20.854
2012	24.093	23.657	24.753
2013	24.249	23.799	24.830
2014	24.267	23.691	23.729
2015	23.641	23.224	23.739
2016	25.047	24.278	24.952
2017	24.765	24.216	24.852
2018	23.881	23.397	23.930
2019	25.218	24.870	26.197
2020	25.251	24.974	26.047

Realizando una comparativa entre los resultados del balance hídrico observamos que las proyecciones realizadas entre los datos obtenidos por los periodos 1965-1985 y 1965-1999 poseen una mayor disponibilidad hídrica en función al balance realizado con los datos reales.

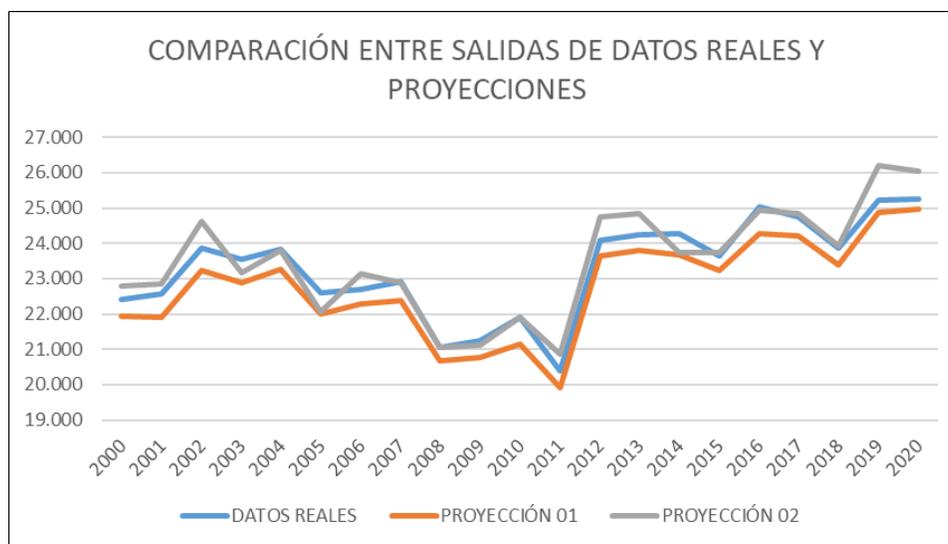


Figura 51. Gráfica entre salidas del balance hídrico de datos reales y proyecciones

La figura 51 muestra la evolución de los egresos hídricos del sistema para el periodo 2000-2020, comparando las proyecciones planteadas en la presente investigación, se debe considerar que los egresos que varían en función a la temperatura son la evaporación y evapotranspiración, por lo cual el gráfico nos muestra el impacto de la temperatura con el paso de los años.

Tabla 86. *Precipitación total mensual – Estación de Urubamba (1980-2018)*

UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL													
"Determinación del impacto del aumento de temperatura generado por el cambio climático en la balance hídrico de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020"													
DATOS GENERALES DE LA ESTACIÓN													
NOMBRE:	ESTACIÓN URUBAMBA						TIPO:	METEOROLÓGICA					
LATITUD:	13° 18' 18.6"						DEPARTAMENTO:	CUSCO					
LONGITUD:	71° 7' 28.4"						PROVINCIA:	URUBAMBA					
ALTITUD:	2850						DISTRITO:	URUBAMBA					
PARÁMETRO:	PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL						PERIODO:	1964-2018					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1980	32.60	43.30	69.40	7.40	0.00	0.00	0.00	1.80	0.00	4.60	34.20	41.00	
1981	37.80	27.20	9.40	11.00	0.00	0.00	0.00	6.80	11.80	32.80	32.60	40.90	
1982	29.00	21.00	18.20	5.60	0.00	0.00	0.00	0.00	14.00	11.60	13.60	16.70	
1983	12.60	5.20	13.60	2.20	5.80	1.20	0.00	0.00	0.00	2.40	12.40	21.40	
1984	32.10	76.40	53.80	39.30	0.00	6.00	0.00	26.40	4.20	81.80			
1985						7.90	2.10	2.80	14.60	34.00	64.10	109.70	
1986	53.70	58.10	56.50	41.50	14.00	0.00	0.00	5.00	4.00	13.50	57.50	49.50	
1987	102.50	83.70	35.50	1.00	3.00	7.50	17.00	0.00	14.00	27.50	88.00	100.00	
1988	115.50	77.50	126.50	43.00	4.50	0.00	0.00	0.00	17.00	25.50	25.00	88.00	
1989	102.00	90.00	103.90	50.50	13.30	9.50	0.50	0.00	26.50	46.00	25.00	99.00	
1990	133.50	99.30	26.00	33.00	6.00	40.00	0.00	9.50	6.00	52.60	44.00	69.30	
1991	52.50	125.50	82.50	39.50	2.00	10.00	0.00	0.00	11.50	32.50	82.00	56.50	
1992	95.50	77.30	40.50	9.50	0.00	40.50	0.00	32.00	1.50	22.50	60.00	27.00	
1993	128.00	82.00	57.50	39.00	2.00	0.00	2.50	28.00	4.00	30.00	79.00	120.00	
1994	117.00	96.60	110.00	34.50	2.00	0.00	0.00	0.00	23.50	51.50	29.50	151.50	
1995	72.20	42.10	81.30	10.90	2.20	1.00	0.30	0.00	14.50	35.10	55.00	95.50	
1996	88.40	77.50	50.60	53.60	13.20	0.40	0.10	11.60	5.00	35.10	46.90	73.80	
1997	88.60	124.70	98.50	8.50	2.30	0.00	0.00	8.30	6.20	10.10	73.00	84.90	
1998	54.70	73.20	26.70	10.40	4.00	0.70	0.00	0.40	1.70	22.20	49.70	47.00	
1999	124.20	122.30	66.10	29.60	17.50	0.80	0.10	0.00	23.70	20.30	52.20	125.50	
2000	172.00	92.90	87.30	6.50	6.40	8.80	0.80	0.10	15.60	63.90	19.70	76.00	
2001	167.20	86.90	102.20	7.20	8.40	0.00	16.90	11.60	10.00	72.90	64.20	62.10	
2002	126.30	117.80	78.30	50.10	5.80	5.00	62.70	1.80	2.50	64.50	52.10	135.50	
2003	96.90	74.30	124.30	12.90	4.30	8.40	1.20	18.00	1.00	31.70	32.50	94.40	
2004	123.90	87.20	75.30	15.20	1.50	30.60	21.50	10.30	6.20	39.90	34.50	78.70	
2005	47.60	97.00	62.70	20.80	0.00	0.00	1.60	1.90	11.70	10.90	51.10	82.00	
2006	111.80	92.80	68.90	33.50	0.00	1.90	0.00	4.00	9.60	50.10	64.60	82.00	
2007	56.80	79.00	82.60	42.40	4.60	0.00	1.90	0.10	0.00	57.40	61.00	74.10	
2008	98.30	83.20	72.20	4.60	7.10	2.80	0.60	3.10	3.90	35.50	92.20	121.40	
2009	152.00	114.10	63.70	10.90	6.30	0.10	2.70	1.60	8.90	4.60	128.00	76.90	
2010	188.20	129.70	101.30	13.20	2.20	0.00	2.50	8.20	5.00	46.60	23.90	114.60	
2011	100.40	149.90	81.40	44.70	12.60	17.90	15.70	4.80	25.20	38.90	26.10	145.20	
2012	69.04	124.40	57.40	18.00	0.30	0.60	1.80	0.30	17.20	8.10	66.50	134.00	
2013	123.40	129.50	88.70	3.50	1.40	4.40	0.00	20.60	2.20	71.80	113.40	136.00	
2014	124.00	69.90	52.40	32.50	10.20	0.00	0.10	0.50	6.20	56.70	30.60	99.60	
2015	128.80	85.20	42.20	28.40	4.60	0.00	7.80	5.60	3.40	15.20	28.90	116.90	
2016	62.30	118.80	57.10	22.90	1.80	0.30	5.20	0.00	3.20	54.90	58.50	113.90	
2017	77.90	81.80	60.10	43.30	5.10	0.00	0.00	11.00	0.60	38.70	69.90	55.10	
2018	88.70	135.20	85.30	9.20	0.00	26.80	16.70	17.90	3.10	65.70	50.10	64.60	
Nro.DATC	54.00	53.00	54.00	53.00	53.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	54.00	
MEDIA	94.08	83.20	66.71	25.13	5.96	4.69	5.06	6.22	9.54	32.95	51.54	83.19	
DESV.STD	39.67	33.68	29.32	15.85	7.44	9.45	11.68	8.30	9.51	24.59	25.03	38.65	
C.V.	0.42	0.40	0.44	0.63	1.25	2.01	2.31	1.34	1.00	0.75	0.49	0.46	
MIN	12.60	5.20	9.40	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00	12.50	
MAX	188.20	149.90	126.50	54.20	39.90	40.50	62.70	32.00	53.50	122.50	128.00	158.00	

Tabla 87. Precipitación total mensual – Estación de Pisac (1980-2018)

UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL													
"Determinación del impacto del aumento de temperatura generado por el cambio climático en la balance hídrico de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020"													
DATOS GENERALES DE LA ESTACIÓN													
NOMBRE:	ESTACIÓN PISAC						TIPO:	METEOROLÓGICA					
LATITUD:	13° 24' 57"						DEPARTAMENTO:	CUSCO					
LONGITUD:	71° 51' 3"						PROVINCIA:	CALCA					
ALTITUD:	2950						DISTRITO:	PISAC					
PARÁMETRO:	PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL						PERIODO:	1964-2018					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1980	92.80	182.20	226.80	89.70	2.00	0.00	0.00	11.30	36.70	39.80	5.00	48.50	
1981	97.90	178.30	89.70	31.40	9.30	4.20	15.30	3.00	15.40		118.10	117.90	
1982	276.40	68.40	236.20	195.40	25.50	8.00	1.00	15.10	19.90	30.10	104.50	18.70	
1983	5.10	31.10		29.80	0.00	2.00	11.10	6.10	13.30	18.50	30.50	34.00	
1984	103.50							16.50	8.10	46.60	71.40	13.60	
1985	140.60	205.50	194.50	64.30	8.30	0.00	0.00	5.10	27.90	108.10	131.20	25.00	
1986	27.80	118.90	134.00	38.50	12.50	0.00	2.10	3.30	4.00	2.10	8.30	11.80	
1987	276.30	45.90	24.60	13.30	0.00	14.60	9.10	0.00	0.00	8.20		38.80	
1988	96.10	99.60	193.40	52.40	2.00	0.00	0.00	0.00	2.30	12.00	13.70	85.90	
1989	116.30	94.80	111.50	25.90	8.00	0.00	3.00	9.20	7.20	20.50	20.20	27.10	
1990	76.70	45.60	20.30	82.60	6.20	38.40	0.00	3.00	8.40	44.10	99.40	115.00	
1991	76.20	101.70	64.50	31.40	11.50	8.00	0.00	2.00	2.00	50.70	61.40	65.40	
1992	81.00	45.40	31.70	22.60	0.00	26.00		13.30	4.00	32.00	91.80	73.00	
1993	178.90	82.90	12.40	36.00	8.20	4.20	8.20	14.20	3.00	18.20	87.00	109.80	
1994	167.20	118.00	151.60	59.80	5.30	0.00	0.00	0.00	12.40	52.60	13.20	158.60	
1995	98.90	79.50	80.00	7.20	4.20	0.00	0.00	0.00	12.20	24.20	18.20	51.60	
1996	117.60	69.30	44.40	69.30	12.10	0.00	0.00	21.60		52.50	47.50		
1997	82.70	99.90	99.50	4.10	2.90	0.00	0.00	20.10	18.10	13.50	108.90	97.80	
1998	129.80	98.70	38.20	21.60	4.20	3.00	0.00	0.80	13.50	64.00	50.90	51.30	
1999	93.20	122.30	51.50	28.30	4.90	3.70	2.60	0.00	30.00	17.70	40.20	105.90	
2000	159.80	105.40	58.70	2.20	9.10	3.70	0.00	2.00	4.40	41.60	11.00	70.60	
2001	211.20	136.40	152.20	19.90	12.10	0.00	19.40	5.60	8.00	50.00	77.40	102.00	
2002	90.60	161.40	106.10	35.80	6.60	4.30	46.60	3.30	10.90	39.40	91.60	127.90	
2003	114.40	108.70	110.70	15.80	4.40	6.80	0.00	23.60	4.00	31.70	18.30	120.90	
2004	149.90	109.20	95.60	15.80	2.00	16.40	10.30	6.90	32.50	25.90	43.00	94.30	
2005	127.00	76.90	69.10	29.60	0.00	0.00	1.50	3.70	4.10	18.00	50.50	58.60	
2006	170.70	82.20	125.00	34.50	0.00	30.00	0.00	14.30	5.20	42.70	69.70	117.10	
2007	102.70	55.80	135.80	42.10	7.60	0.00	1.70	0.00	4.90	32.70	66.90	83.30	
2008	154.30	151.50	61.50	8.50	5.90	3.60	0.70	3.20	9.80	46.80	64.10	133.90	
2009	89.90	89.40	66.20	14.10	0.20	0.00	3.10	0.80	20.40	8.20	118.10	115.30	
2010	270.10	145.10	155.80	6.00	6.50	1.10	1.40	11.40	1.80	72.70	26.30	204.20	
2011	100.70	170.60	109.20	32.90	6.80	7.00	8.60	0.60	27.90	26.20	48.00	134.50	
2012	67.00	157.00	54.20	30.10	1.20	0.50	0.80	0.50	24.10	8.60	127.00	146.80	
2013	104.80	152.20	68.10	23.30	10.70	5.40	4.10	15.80	5.60	132.00	52.90	170.10	
2014	143.80	82.60	68.70	50.00	12.80	0.00	1.30	1.50	22.90	28.20	12.50	105.80	
2015	78.00	49.80	28.30		12.50	0.00	26.80	3.60	13.10	7.40	20.60	51.80	
2016		84.50	19.70		22.50		7.30	0.00	14.10	72.90	27.10	98.20	
2017	66.40	52.50	116.20	54.80	12.90	3.20	0.80	5.50	9.00	24.60	40.80	61.90	
2018	124.30	121.10	107.00	32.60	3.90	14.20	13.60	15.00	11.80	80.90	92.60	70.00	
Nro. DATOS	54.00	54.00	53.00	52.00	54.00	53.00	53.00	55.00	54.00	53.00	53.00	55.00	
MEDIA	124.21	111.77	102.67	38.17	8.64	5.38	5.58	6.52	14.89	34.74	53.85	84.31	
DESV. STD	60.62	58.19	67.85	31.45	10.00	8.07	8.47	7.09	13.08	27.64	36.95	53.42	
C.V.	0.49	0.52	0.66	0.82	1.16	1.50	1.52	1.09	0.88	0.80	0.69	0.63	
MIN	5.10	31.10	12.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.10	5.00	11.80	
MAX	276.40	291.20	402.30	195.40	49.50	38.40	46.60	27.80	73.20	132.00	131.20	307.50	

Tabla 88. *Precipitación total mensual – Estación de Calca (1963-2018)*

UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL													
"Determinación del impacto del aumento de temperatura generado por el cambio climático en la balance hídrico de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020"													
DATOS GENERALES DE LA ESTACIÓN													
NOMBRE:	ESTACIÓN CALCA						TIPO:	METEOROLÓGICA					
LATITUD:	13° 20' 0"						DEPARTAMENTO :	CUSCO					
LONGITUD:	71° 57' 0"						PROVINCIA :	CALCA					
ALTITUD:	2926						DISTRITO :	CALCA					
PARÁMETRO:	PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL						PERIODO:	1963-1998					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1963												62.50	
1964	74.50	74.00	94.00	27.00	2.00	0.00	0.00	5.00	19.00	24.50	41.00	38.00	
1965	106.50	18.50	93.00	31.00	3.00	0.00	0.00	0.00	14.60	27.00	32.00	145.00	
1966	71.00	141.50	54.40	8.10	33.90	0.00	0.00	0.00	40.00	78.60	104.40	39.00	
1967	62.50	68.00	106.00	26.80	3.50	3.00	22.50	13.00	34.80	62.70	70.00	114.00	
1968	106.50	124.50	76.50	10.50	0.00	5.00	39.00	8.70	11.00	25.00	71.10	58.10	
1969	100.50	32.50	57.10	12.80	0.00	5.50	10.00	4.50	10.00	14.50	74.80	79.80	
1970	104.00	100.30	108.70	45.70	3.00	0.00	2.00	2.00	14.00	20.30	54.00		
1971	100.70	119.40	101.60	21.00	0.00	0.00	0.00	3.00	24.00	20.30	30.10	86.50	
1972	133.80	53.10	95.60	28.00	0.00	0.00	2.00	15.20	31.60	0.00	43.00	69.00	
1973	154.00	26.60	51.10	14.30	7.20	0.00	2.30	0.00	0.00	3.60	2.00	95.40	
1974	132.00	133.00	124.60	57.00	1.00	20.40	2.00	52.80	3.00	33.80	57.40	82.40	
1975	112.80	134.80	64.30	61.80	29.20	3.00	0.00	2.60	12.40	37.80	36.90	118.20	
1976	97.40	91.60	116.80	65.20	18.80	9.60	1.80	1.80	23.00	9.70	39.80	73.80	
1977	135.80	115.00	56.20	66.20	0.00	0.00	0.00	7.40	17.90	47.50	115.20	46.20	
1978	104.10	101.30	46.40	15.40	5.10	0.00	0.00	0.00	1.40	33.50	44.00	51.40	
1979	55.10	30.60	16.80	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.80				
1980					0.00	1.00							
1981			31.00	46.00	8.00	0.00	0.00	3.00	0.00	30.00			
1987							0.00	0.00	18.00		91.00	134.50	
1988	114.00	97.50	140.50	65.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			81.00	
1989	130.90	87.00	114.50	75.00	14.20	13.50	0.00	2.00		47.50	56.00	71.00	
1990	118.00	88.00	60.00	23.00		28.00	0.00	10.00	6.00	49.00	31.50	68.00	
1991	130.20	195.00	149.00	51.00	0.00	19.00	0.00	0.00	4.00	48.50	89.60	77.50	
1992	155.00	68.00	69.00	27.60	0.00	33.00	0.00	32.50	0.00	32.00	82.00	63.50	
1993	156.50	105.50	51.00	38.00	0.00	6.00	5.00	31.00	7.00	38.00	75.00	112.00	
1994	156.00	134.00	102.50	64.00	3.50	0.00	0.00	0.00	18.00	41.00	32.00	161.50	
1995	65.50	71.50	98.00	14.00	2.00	2.00	2.00	0.00	33.00	30.00	52.00	79.00	
1996	150.00	97.00	63.00	35.50	5.00	0.00	0.00	14.00	6.00	60.00	61.00	93.00	
1997		123.00	121.00	18.00	0.00	0.00	0.00	13.00	12.00	11.00	95.00	91.00	
1998	85.00	91.50	39.50	17.00	4.00	1.00	0.00	1.50	0.00	42.50	78.50	68.00	
Nro.DAT	26.00	27.00	28.00	28.00	28.00	29.00	29.00	29.00	28.00	26.00	26.00	27.00	
MEDIA	112.01	93.43	82.22	34.59	5.12	5.17	3.06	7.69	13.23	33.40	59.97	83.68	
DESV.STD	30.64	40.39	34.19	21.30	8.73	8.99	8.25	12.20	11.55	18.59	26.97	30.81	
C.V.	0.27	0.43	0.42	0.62	1.70	1.74	2.70	1.59	0.87	0.56	0.45	0.37	
MIN	55.10	18.50	16.80	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	38.00	
MAX	156.50	195.00	149.00	75.00	33.90	33.00	39.00	52.80	40.00	78.60	115.20	161.50	

Tabla 89. Precipitación total mensual – Estación de Anta (1964-2018)

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL													
"Determinación del impacto del aumento de temperatura generado por el cambio climático en la balance hídrico de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020"													
DATOS GENERALES DE LA ESTACIÓN													
NOMBRE:	ESTACIÓN ANTA						TIPO:	METEOROLÓGICA					
LATITUD:	13° 28' 6"						DEPARTAMENTO :	CUSCO					
LONGITUD:	71° 12' 57"						PROVINCIA :	ANTA					
ALTITUD:	3340						DISTRITO :	ZURITE					
PARÁMETRO:	PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm)						PERIODO:	1964-2018					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1980	98.00	118.00	154.80	15.40	4.00	0.00	1.00	2.20	2.40	76.80	92.00	93.80	
1981	156.50	101.60	150.50	113.50	5.70	2.00	0.00	10.70	35.00	86.30	78.90	105.70	
1982	236.70	140.80											
1984											65.00		
1985	79.00	83.00	57.00	57.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.00	52.80	128.30	132.70	
1986	100.10	152.10	115.80	44.80	18.70	0.00	0.00	0.00	0.00	24.80	62.50	80.80	
1987	190.10	134.20	73.20	0.00	0.00		33.40	0.00	0.00	25.20	100.60	165.00	
1988	223.30	138.50	241.50	93.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.10	43.00	107.30	
1989	191.30	97.60	136.40	30.20	26.30	0.00	0.00	4.40	6.10	24.20	50.00	34.90	
1990	129.80	59.30	24.60	3.20	0.00	36.60	0.00	16.60	15.00	122.40	86.80	36.60	
1991	53.90	180.30	123.00	27.50	0.00	23.30	0.00	0.00	4.40	44.60		69.00	
1992	130.60	136.00	40.80	18.80	3.80	16.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1993	145.10	428.70	107.30	35.90	6.80	0.00	0.00	22.80	59.40	192.40	224.40	565.80	
1994	588.00	384.10	418.90	49.10	32.50		0.00	0.30	39.50	87.00	186.00	255.70	
1995	194.70	47.50	224.90	19.90	1.80	5.20	0.60	0.00	22.80	15.60	94.60	313.30	
1996	414.50	359.50	122.80	29.20	4.80	0.60	0.20	13.30	18.80	44.00	87.30	234.00	
1997		126.90	158.90	26.40	8.80	0.00	0.00	15.50	7.10	67.50	165.30	362.80	
1998	163.70	128.60	131.60		0.00	3.40	0.00	0.30	11.50	62.80	60.60	65.10	
1999	294.20	341.00	193.10	73.30	0.80	0.00	0.20	6.20	60.90	91.50	110.40	211.30	
2000	188.00	210.70	143.80	40.80	1.60	18.50	0.60	5.40	13.90	147.70	43.60	189.70	
2001	514.50	186.20	404.90	33.70	11.40	0.00	40.00	37.00	19.40	150.10	89.30	135.40	
2002	185.40	296.70	220.10	78.50	25.60	16.90	76.00	9.90	59.80	105.80	114.80	170.80	
2003	170.30	180.40	215.10	23.90	7.00	7.50	0.00	31.20	10.80	65.10	39.10	173.00	
2004	251.70	182.50	53.40	47.80	2.50	26.90	25.70	11.10	35.20	51.90	86.20	122.80	
2005	109.30	97.30	88.60	35.60	1.80	0.00	4.00	11.80	9.00	30.60	64.60	129.60	
2006	212.60	143.80	143.50	68.80	0.30	13.60	0.00	1.60	5.40	68.40	100.90	116.30	
2007	121.30	114.80	92.70	95.10	30.40	0.00	0.80	0.00	2.60	71.00	89.90	184.40	
2008	146.70	124.40	89.70	18.10	8.20	1.50	0.00	8.50	14.60	122.80	161.00	117.70	
2009	162.90	173.10	96.30	11.00	14.90	0.00	19.30	0.00	17.50	34.80	288.70	132.30	
2010	289.00	194.20	148.50	26.40	1.20	5.20	3.40	3.50	12.10	89.60	54.70	184.90	
2011	139.50	269.30	214.80	78.90	13.60	10.30	11.00	16.60	52.20	89.40	72.80	152.50	
2012	136.30	177.80	110.60	47.50	1.80	2.80	4.40	0.00	45.10	26.80	135.30	197.70	
2013	161.60	151.10	75.60	7.00		6.10	0.10	18.30	3.20	104.50	110.30	158.90	
2014	134.50	122.00	71.10	46.30	8.90	0.00	0.00	1.30	11.50	62.90	37.60	160.80	
2015	180.90	101.40	81.50	79.20	2.90	2.30	6.20	7.20	31.50	50.90	75.40	110.00	
2016	146.50	240.10	70.90	25.00	7.30	0.30	3.00	17.70	11.00	71.60	88.10	98.80	
2017	107.90	116.50	166.90	69.20	7.50	0.00	1.80	17.40	11.00	71.90	86.00	92.10	
2018	145.00	191.60	139.60	37.80	3.10	24.20	20.20	27.50	8.50	73.60	62.70	71.50	
Nro.DATOS	51.00	52.00	51.00	50.00	50.00	49.00	51.00	52.00	52.00	52.00	52.00	52.00	
MEDIA	175.86	161.63	135.51	46.27	7.61	5.38	7.19	8.54	19.31	60.95	93.87	143.56	
DESV.STD	99.11	80.26	74.45	25.55	8.26	8.67	14.22	10.30	16.82	40.32	50.15	89.33	
C.V.	0.56	0.50	0.55	0.55	1.08	1.61	1.98	1.21	0.87	0.66	0.53	0.62	
MIN	53.90	47.50	24.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
MAX	588.00	428.70	418.90	113.50	32.50	36.60	76.00	41.20	60.90	192.40	288.70	565.80	

Tabla 90. Precipitación máxima mensual – Estación Urubamba (1963-2018)

UNIVERSIDAD CONTINENTAL													
FACULTAD DE INGENIERÍA													
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL													
"Determinación del impacto del aumento de temperatura generado por el cambio climático en la balance hídrico de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020"													
DATOS GENERALES DE LA ESTACIÓN													
NOMBRE:	ESTACIÓN URUBAMBA						TIPO:	METEOROLÓGICA					
LATITUD:	13° 18' 18.6"						DEPARTAMENTO:	CUSCO					
LONGITUD:	71° 7' 28.4"						PROVINCIA:	URUBAMBA					
ALTITUD:	2850						DISTRITO:	URUBAMBA					
PARÁMETRO:	PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS						PERIODO:	1964-2018					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1963											10.50	10.00	
1964	13.00	13.00	27.00	7.00	8.00	0.00	0.00	0.00	7.00	17.00	24.00	8.00	
1965	21.00	10.00	16.00	16.00		0.00	0.00	0.00	7.00	4.00	12.00	23.00	
1966	19.00	28.00	16.00	5.00	14.00	0.50	0.00	5.30	17.50	21.00	23.00	13.00	
1967	22.30	20.00	13.00	12.00	4.50	0.50	6.50	0.00	0.00	5.00	18.00	9.00	
1968	15.00		21.00	6.00	0.00	0.00	36.50	5.00	10.00	0.00	15.00	5.00	
1969	17.00	14.00	5.00	4.00	0.00	0.00	3.00	0.00	3.00	3.00	4.00	6.00	
1970	16.00	10.00	5.00		0.00	0.00	2.50	0.00	6.00	10.00	12.50	25.00	
1971	15.00	17.00	10.00	8.00	0.00	0.00	0.00	3.00	2.00	16.50	11.00	30.00	
1972	23.00	13.00	8.00	7.80	1.60	0.00	2.00	6.90	12.90	2.80	10.20	17.90	
1973	31.00	11.30	21.00	15.10	2.80	1.40	4.10	3.90	1.60	5.10	14.90	11.00	
1974	13.00	15.40	20.80	12.70	8.00	7.80	0.00	13.80	5.80	9.20	7.80		
1975	19.30	28.70	9.80	13.80	8.80	5.50	0.00	9.20	5.30	8.20	10.30	24.50	
1976	23.60	10.50	32.20	9.80	6.30	2.00	0.00	0.00	5.00	0.00	13.80	25.00	
1977	18.20	9.20	22.40	25.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.40	22.00	9.60	
1978	17.40	16.80	24.20	21.80	9.60	0.00	0.00	0.00	2.40	5.20	10.60	18.00	
1979	19.40	15.20	8.60	4.80	2.80	0.00	0.00	3.60	25.20	2.20	14.00	6.40	
1980	8.40	10.00	15.40	5.00	0.00	0.00	0.00	1.80	0.00	2.80	20.60	6.00	
1981	4.80	4.60	2.40	4.40	0.00	0.00	0.00	4.40	4.60	6.20	4.40	6.20	
1982	4.20	4.20	4.00	2.20	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	4.00	3.60	4.70	
1983	3.20	2.20	4.00	2.20	3.20	1.20	0.00	0.00	0.00	2.40	4.20	6.00	
1984	6.00	13.20	10.30	20.40	0.00	2.80	0.00	9.40	4.20	19.70			
1985						4.20	2.10	2.80	4.80	4.90	12.20	21.00	
1986	11.00	14.00	7.50	17.50	6.50	0.00	0.00	4.00	1.50	7.50	16.00	15.00	
1987	20.00	16.00	17.50	0.50	3.00	6.50	8.50	0.00	7.50	8.00	11.00	16.00	
1988	17.00	12.50	23.50	11.00	2.00	0.00	0.00	0.00	13.50	11.00	11.50	31.50	
1989	15.00	27.50	15.50	12.50	6.00	4.50	0.50	0.00	15.00	13.50	12.50	18.00	
1990	14.00	23.50	6.00	13.50	2.00	16.00	0.00	8.50	3.50	13.00	7.50	10.50	
1991	15.00	31.00	23.00	22.50	0.50	5.50	0.00		8.50	9.00	22.50	22.00	
1992	19.50	17.00	17.00	5.00	0.00	32.50	0.00	18.00	1.50	7.00	14.50	6.50	
1993	16.00	14.50	9.50	12.50	1.00	0.00	2.00	15.00	2.00	9.00	13.50	29.00	
1994	28.00	15.50	14.00	8.00	0.50				17.00	19.50	9.00	24.50	
1995	18.20	9.60	11.10	7.90	0.80	1.00	0.20	0.00	12.50	9.00	15.10	18.00	
1996	12.20	16.20	13.00	13.70	7.50	0.40	0.10	4.20	2.20	9.10	14.10	22.00	
1997	13.00	24.20	16.70	3.80	1.80		0.00	4.00	4.30	4.80	17.50	18.10	
1998	14.70	13.40	9.60	5.90	2.40	0.70	0.00	0.40	1.60	7.00	9.00	9.80	
1999	28.10	21.50	14.60	10.40	15.60	0.80	0.10	0.00	11.70	11.20	13.40	23.80	
2000	30.00	9.80	21.50	2.50	5.00	6.60	0.40	0.10	14.80	22.20	12.10	13.20	
2001	17.80	15.00	15.10	4.00	4.70	0.00	9.50	3.90	5.20	35.50	13.70	11.00	
2002	23.40	16.00	9.90	27.60	5.50	2.50	19.00	1.20	1.20	14.90	16.80	23.50	
2003	20.00	21.40	22.40	8.80	3.30	8.40	0.90	9.20	0.80	14.90	18.20	16.20	
2004	11.40	16.10	15.10	4.50	0.70	13.10	12.40	5.10	2.30	17.40	7.90	18.40	
2005	14.50	19.50	12.80	12.50		0.00	1.50	0.60	8.30	3.80	14.30	17.70	
2006	28.50	24.20	19.00	13.60	0.00	1.00	0.00	2.50	5.60	11.20	20.70	14.40	
2007	12.30	20.50	17.10	18.00	3.00	0.00	1.20	0.10	0.00	15.90	16.20	18.60	
2008	21.00	14.60	13.70	2.50	4.20	1.50	0.60	2.80	1.20	8.30	24.60	22.50	
2009	29.80	28.30	13.90	3.00	6.00	0.10	0.80	1.10	6.20	1.90	25.60	8.20	
2010	19.80	19.50	26.10	3.60	0.80	0.00	2.40	5.70	1.80	10.10	4.90	24.70	
2011	21.00	21.10	18.90	11.60	6.00	15.30	13.00	2.50	11.10	16.30	7.60	44.20	
2012	10.04	20.30	9.90	7.00	0.20	0.20	1.60	0.30	7.50	2.80	16.60	21.60	
2013	33.40	23.10	14.00	1.20	0.90	2.50	0.00	8.40	1.70	25.50	24.90	24.50	
2014	32.70	13.40	11.40	10.40	7.80	0.00	0.10	0.50	3.40	19.80	11.90	18.90	
2015	17.80	23.40	14.30	7.00	2.80	0.00	4.50	2.20	2.70	8.40	7.50	23.00	
2016	12.00	19.00	26.00	5.70	1.00	0.30	5.00	0.00	2.00	19.00	18.80	19.60	
2017	17.70	10.20	17.20	18.00	4.00	0.00	0.00	9.20	0.60	18.20	17.20	11.30	
2018	13.20	25.00	22.20	2.70	0.00	17.10	7.20	8.90	1.70				
Nro. DATO	54.00	53.00	54.00	53.00	52.00	53.00	54.00	53.00	55.00	54.00	54.00	53.00	
MEDIA	17.74	16.66	15.09	9.66	3.37	3.06	2.74	3.54	5.61	10.64	13.80	17.01	
DESV. STI	7.04	6.49	6.63	6.49	3.63	5.98	6.10	4.30	5.38	7.33	5.67	8.18	
C.V.	0.40	0.39	0.44	0.67	1.08	1.95	2.22	1.22	0.96	0.69	0.41	0.48	
MIN	3.20	2.20	2.40	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.60	4.70	
MAX	33.40	31.00	32.20	27.60	15.60	32.50	36.50	18.00	25.20	35.50	25.60	44.20	

Tabla 91. Precipitación máxima mensual – Estación Pisac (1986-2018)

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL													
"Determinación del impacto del aumento de temperatura generado por el cambio climático en la balance hídrico de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020"													
DATOS GENERALES DE LA ESTACIÓN													
NOMBRE:	ESTACIÓN PISAC						TIPO:	METEOROLÓGICA					
LATITUD:	13° 24' 57"						DEPARTAMENTO:	CUSCO					
LONGITUD:	71° 51' 3"						PROVINCIA:	CALCA					
ALTITUD:	2950						DISTRITO:	PISAC					
PARÁMETRO:	PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS						PERIODO:	1964-2018					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1986	7.40	12.20	12.70	11.60	4.20	0.00	2.10	2.10	2.00	2.10	4.20	4.30	
1987	25.70	10.20	14.00	4.10	0.00	6.20	6.00	0.00	0.00	4.00		9.20	
1988	12.90	18.80	27.90	10.70	2.00	0.00	0.00	0.00	2.30	5.00	6.00	16.60	
1989	12.40	45.00	19.20	9.40	5.00	0.00	2.00	4.10	4.20	7.10	8.20	6.40	
1990	9.40	24.00	5.20	14.60	4.20	13.20	0.00	3.00	6.40	6.20	16.00	23.40	
1991	15.00	12.00	13.40	14.20	4.30	6.00	0.00	2.00	2.00	10.00	12.20	13.00	
1992	21.00	9.20	9.40	9.00	0.00	22.00		8.20	4.00	14.00	23.50	12.80	
1993	20.40	14.20	5.20	8.00	4.00	4.20	8.20	5.20	2.00	6.00	15.20	18.40	
1994	25.00	17.40	17.40	8.20	5.30	0.00	0.00	0.00	6.40	24.00	6.00	28.40	
1995	20.50	14.00	10.00	4.00	4.20	0.00	0.00	0.00	7.00	17.00	7.20	17.00	
1996	20.00	16.30	13.40	16.30	4.10	0.00	0.00	6.20		19.20	31.50		
1997			13.00	1.30	2.60	0.00	0.00	10.10	7.00	4.20	21.60	17.40	
1998	24.40	17.00	10.00	6.10	2.20	2.10	0.00	0.50	13.50	13.70	17.70	11.00	
1999	12.40	27.70	9.50	9.20	4.90		2.10	0.00	5.50	7.50	10.10	17.10	
2000	36.60	18.00	12.50	1.80	2.90	2.00	0.00	1.00	2.90	9.10	6.90	13.50	
2001	26.20	23.10	18.40	11.20	5.70	0.00	12.80	2.80	2.80	21.80	14.60	17.70	
2002	17.00	25.00	21.50	11.60	4.20	3.10	20.60	2.90	4.10	7.60	25.80	27.50	
2003	18.10	15.70	19.50	6.50	1.50	6.80	0.00	12.60	3.50	10.90	5.60	28.80	
2004	23.70	19.60	17.20	4.80	1.20	6.40	7.20	5.90	10.20	20.30	14.20	25.20	
2005	23.00	11.00	18.00	13.50	0.00	0.00	1.50	2.00	1.70	3.80	14.10	9.20	
2006	21.50	17.80	20.00	13.00	0.00	30.00	0.00	5.40	2.50	9.80	11.30	29.00	
2007	20.90	13.20	28.10	15.50	3.40	0.00	1.40	0.00	2.90	10.30	19.70	20.60	
2008	22.60	38.70	17.60	2.80	3.30	2.80	0.30	2.00	3.80	12.20	25.90	30.40	
2009	26.80	19.80	21.30	8.60	0.20	0.00	1.00	0.40	14.90	3.00	38.30	21.00	
2010	30.60	26.40	20.60	2.50	5.00	1.10	1.40	5.20	1.00	14.40	10.80	39.20	
2011	24.30	33.60	24.80	7.80	5.30	6.00	4.90	0.40	7.30	7.40	19.30	17.20	
2012	15.00	29.10	8.80	6.00	0.60	0.50	0.80	0.50	10.20	4.00	27.20	29.30	
2013	20.60	22.60	19.80	7.50	5.80	3.80	2.50	10.80	2.20	17.60	15.30	36.60	
2014	19.00	11.80	11.50	21.00	6.20	0.00	0.80	1.20	10.20	17.90	3.30	16.40	
2015	15.10	10.20	9.20		9.30	0.00	26.80	3.60	8.20	5.20	6.20	15.30	
2016		20.20	10.20		22.50		5.30	0.00	7.70	14.00	6.80	25.00	
2017	14.80	10.80	27.00	25.60	3.20	3.20	0.80	3.60	3.30	5.50	11.50	9.20	
2018	26.50	26.60	19.40	10.00	2.00	8.50	7.50	9.00	5.20				
Nro.DATOS	53.00	53.00	53.00	52.00	54.00	52.00	53.00	55.00	54.00	52.00	52.00	54.00	
MEDIA	19.66	19.40	17.56	10.25	4.35	3.48	3.42	3.30	6.17	9.94	13.67	17.69	
DESV.STD	6.93	8.12	7.25	5.96	4.46	5.48	5.11	3.12	3.89	5.97	7.92	8.99	
C.V.	0.35	0.42	0.41	0.58	1.03	1.57	1.50	0.95	0.63	0.60	0.58	0.51	
MIN	3.10	7.20	5.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.10	3.30	4.30	
MAX	40.50	45.00	40.20	26.30	22.50	30.00	26.80	12.60	16.20	24.40	38.30	40.00	

Tabla 92. Precipitación máxima mensual – Estación Calca (1963-2018)

UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL												
"Determinación del impacto del aumento de temperatura generado por el cambio climático en la balance hídrico de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020"												
DATOS GENERALES DE LA ESTACIÓN												
NOMBRE:	ESTACIÓN CALCA						TIPO:	METEOROLÓGICA				
LATITUD:	13° 20' 0"						DEPARTAMENTO :	CUSCO				
LONGITUD:	71° 57' 0"						PROVINCIA :	CALCA				
ALTITUD:	2926						DISTRITO :	CALCA				
PARÁMETRO:	PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HR						PERIODO:	1963-1998				
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1963												26.00
1964	12.00	17.00	15.00	9.00	2.00	0.00	0.00	5.00	9.00	11.00	12.50	6.50
1965	19.00	9.50	20.00	18.00	3.00	0.00	0.00	0.00	5.00	7.00	11.00	34.00
1966	16.00	32.00	20.20	4.50	11.70	0.00	0.00	0.00	18.50	11.20	56.00	10.00
1967	24.00	15.50	21.00	7.50	1.50	3.00	11.00	7.00	20.00	17.00	17.00	20.50
1968	16.50	20.00	19.00	4.00	0.00	5.00	30.00	3.50	5.00	5.00	13.00	15.00
1969	18.00	15.00	14.00	6.50	0.00	4.00	10.00	3.00	3.00	4.00	27.50	20.80
1970	16.00	20.00	18.00	9.00	3.00	0.00	2.00	2.00	6.00	7.80	11.00	
1971	20.00	22.00	22.00	6.00	0.00	0.00	0.00	3.00	22.00	7.80	10.00	31.00
1972	20.20	20.60	12.00	11.00	0.00	0.00	2.00	6.00	18.00	0.00	13.00	14.70
1973	37.80	4.20	18.20	6.00	7.20	0.00	2.30	0.00	0.00	3.60	2.00	13.80
1974	25.20	15.40	18.40	19.00	1.00	13.40	2.00	15.00	3.00	16.40	12.40	13.80
1975	22.00	33.00	11.80	19.20	6.00	3.00	0.00	2.20	9.20	10.20	8.60	20.00
1976	12.00	9.20	16.40	17.20	8.20	5.20	1.80	1.20	5.40	5.00	8.20	27.40
1977	19.80	12.20	8.40	27.60	0.00	0.00	0.00	6.80	5.80	25.00	18.40	24.00
1978	26.00	18.90	8.40	4.40	2.00	0.00	0.00	0.00	1.40	5.80	6.60	8.00
1979	6.00	6.00	3.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00			
1980					0.00	1.00						
1981			12.00	17.00	5.00	0.00	0.00	3.00	0.00	10.20		
1987							0.00	0.00	8.50		20.00	20.50
1988	14.50	14.00	19.00	14.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			22.00
1989	23.00	37.00	21.00	50.00	9.00	11.50	0.00	2.00		18.00	19.00	20.00
1990	35.00	28.00	13.00	15.00		20.00	0.00	10.00	6.00	19.00	10.00	26.00
1991	26.00	63.00	38.00	22.00	0.00	11.00	0.00	0.00	4.00	15.00	15.50	15.00
1992	25.00	15.00	15.00	16.60	0.00	28.00	0.00	18.00	0.00	8.00	17.00	16.00
1993	20.00	23.00	8.00	8.00	0.00	6.00	5.00	15.00	3.00	17.00	17.00	29.00
1994	30.00	18.00	22.00	22.00	3.50	0.00	0.00	0.00	10.00	13.00	14.00	33.00
1995	14.00	16.50	12.00	5.00	2.00	2.00	2.00	0.00	27.00	8.00	9.00	19.00
1996	15.50	18.00	17.00	8.50	2.00	0.00	0.00	8.00	4.00	18.00	14.00	18.00
1997		24.00	19.00	7.00	0.00	0.00	0.00	4.00	8.00	8.00	19.00	18.00
1998	16.50	24.00	9.00	13.00	4.00	1.00	0.00	1.50	0.00	9.00	17.00	14.00
Nro.DATC	26.00	27.00	28.00	28.00	28.00	29.00	29.00	29.00	28.00	26.00	26.00	27.00
MEDIA	20.38	20.41	16.10	13.20	2.54	3.93	2.35	4.01	7.28	10.77	15.33	19.85
DESV.STD	7.11	11.51	6.56	9.80	3.24	6.80	6.01	5.00	7.32	5.90	9.77	7.22
C.V.	0.35	0.56	0.41	0.74	1.27	1.73	2.56	1.25	1.01	0.55	0.64	0.36
MIN	6.00	4.20	3.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	6.50
MAX	37.80	63.00	38.00	50.00	11.70	28.00	30.00	18.00	27.00	25.00	56.00	34.00

Tabla 93. Precipitación máxima mensual – Estación Anta (1964-2018)

UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL													
"Determinación del impacto del aumento de temperatura generado por el cambio climático en el balance hídrico de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020"													
DATOS GENERALES DE LA ESTACIÓN													
NOMBRE:	ESTACIÓN ANTA <th>TIPO:</th> <td colspan="6">METEOROLÓGICA</td>						TIPO:	METEOROLÓGICA					
LATITUD:	13° 28' 6"						DEPARTAMENTO:	CUSCO					
LONGITUD:	71° 12' 57"						PROVINCIA:	ANTA					
ALTITUD:	3340						DISTRITO:	ZURITE					
PARÁMETRO:	PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS (mm)						PERIODO:	1964-2018					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1964						0.00	0.00	0.00	25.00	16.50	13.00	13.50	
1965	21.00	28.20	22.00	17.00	2.50	0.00	1.00	0.00	0.00	8.00	24.00	19.00	
1966	23.70	24.50	12.20	27.30	7.80			2.00	13.30	12.20	24.20	11.30	
1967	25.20	12.40	18.20	14.00	6.00	2.10	9.00	6.00	2.00	25.00	31.00	13.60	
1968	23.00	21.60	23.00	16.20	2.00	2.00	35.00	4.00	10.00	15.00	25.00	22.40	
1969	16.20	25.00	25.00	10.00	0.00	3.20	9.40	0.00	13.00	7.00	23.00	15.40	
1970	22.00	18.60	14.60	18.00	1.40	0.00	2.00	0.00	10.00	16.40	26.20	24.00	
1971	22.00	19.40	25.00	7.00	1.00	0.10	0.00	5.00	1.40	21.80	22.40	46.80	
1972	26.60	13.00	20.00	10.00	0.60	0.00	6.60	9.00	12.00	5.00	31.70	28.80	
1973	29.00	31.80	18.40	16.90	4.00	2.80	5.40	4.80	6.00	6.00	27.00	17.00	
1974	23.00	28.00	30.00	14.00	5.40	10.80	0.00	10.00	6.00	13.00	10.00	18.00	
1975	25.00	44.00	11.00	24.00	5.00	1.40	0.00	1.00	24.00	8.00	14.00	24.00	
1976	16.00	13.40	22.00	10.00	7.00	4.00	26.00	0.00	8.00	3.20	26.00	13.00	
1977	33.00	24.00	30.00	22.00	2.40	0.00	0.00	4.00	6.40	22.00	27.20	22.00	
1978	22.00	13.60	25.00	21.80	11.00	0.00	0.00	0.00	7.30	6.00	40.00	23.00	
1979	15.00	25.00	23.60	13.40	6.20	0.00	0.00	5.60	10.00	9.00	16.00	20.00	
1980	25.00	38.00	38.00	10.40	4.00	0.00	1.00	2.20	2.40	19.00	15.00	21.00	
1981	29.00	17.70	30.20	25.00	3.50	2.00	0.00	5.00	21.00	39.50	16.40	26.00	
1982	32.00	24.50											
1984											12.00		
1985	17.00	18.00	17.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.00	20.00	17.20	30.80	
1986	26.40	24.40	14.80	23.20	8.90	0.00	0.00	0.00	0.00	8.40	16.70	17.40	
1987	25.80	18.50	24.20	0.00	0.00		19.00	0.00	0.00	7.50	19.00	34.40	
1988	27.00	24.80	29.00	27.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.30	23.80	21.40	
1989	18.60	18.50	14.10	12.60	9.80	0.00	0.00	4.40	4.00	19.40	17.80	8.60	
1990	17.00	13.00	8.80	3.20	0.00	11.60	0.00	12.40	13.50	21.80	21.20	12.10	
1991	12.60	17.20	11.60	11.80	0.00	10.10	0.00	0.00	2.60	7.20		9.60	
1992	13.20	18.40	10.20	10.20	3.80	11.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1993	12.90	39.40	23.10	10.80	4.80	0.00	0.00	8.40	22.60	23.40	20.80	32.30	
1994	35.60	39.80	41.40	5.00	10.60		0.00	0.30	15.30	15.80	29.10	35.00	
1995	25.20	9.40	27.20	18.60	1.50	3.60	0.40	0.00	14.20	15.60	24.30	36.00	
1996	67.40	41.60	20.60	8.80	4.80	0.60	0.20	5.10	7.60	7.20	24.60	30.20	
1997		19.40	35.70	13.80	8.80	0.00	0.00	12.40	6.10	22.20	23.50	56.70	
1998	31.10	20.20	25.40		0.00	3.40	0.00	0.30	7.30	13.00	19.20	11.20	
1999	34.50	53.10	38.70	18.60	0.80	0.00	0.20	3.40	16.40	24.20	18.60	32.80	
2000	22.80	30.50	27.20	15.50	1.60	7.40	0.60	4.80	6.10	28.00	18.80	21.80	
2001	31.70	29.40	47.20	11.00	5.70	0.00	20.60	12.20	10.80	26.40	38.20	18.60	
2002	28.90	29.00	29.60	18.40	16.80	8.80	20.90	9.20	13.60	27.30	21.90	20.20	
2003	33.90	22.40	22.80	10.80	4.70	5.70	0.00	10.40	8.30	25.80	8.20	24.80	
2004	20.20	28.20	14.30	16.10	1.30	10.60	13.40	5.20	13.20	17.80	23.20	17.60	
2005	16.10	22.90	22.60	17.80	1.80	0.00	3.60	5.80	6.20	12.60	14.30	21.20	
2006	36.00	27.40	30.30	16.50	0.30	13.60	0.00	1.60	3.30	21.50	20.40	19.90	
2007	28.90	19.50	29.70	13.50	28.10	0.00	0.60	0.00	2.60	21.80	20.50	36.80	
2008	21.90	20.50	30.10	5.90	7.40	1.10	0.00	6.10	11.70	24.40	29.80	14.20	
2009	20.20	27.20	20.50	8.20	14.90	0.00	5.90	0.00	5.50	12.30	40.10	24.30	
2010	49.60	19.80	20.40	10.50	0.70	5.20	2.20	1.40	10.10	17.40	21.50	23.40	
2011	24.60	54.30	31.70	16.70	8.20	6.10	9.10	15.10	13.50	31.00	17.40	16.10	
2012	19.40	28.20	18.60	11.40	1.80	2.00	2.40	0.00	26.70	7.50	28.40	18.40	
2013	35.70	28.70	17.10	1.90		1.80	0.10	8.10	1.30	25.20	21.30	29.10	
2014	30.60	18.80	12.20	11.20	5.60	0.00	0.00	0.70	3.40	27.90	15.90	35.60	
2015	30.30	20.50	20.80	14.20	1.60	2.30	5.10	3.10	7.50	20.20	21.30	12.90	
2016	24.30	41.70	14.80	6.80	4.40	0.20	2.80	15.60		15.80	34.50	20.60	
2017	22.90	13.10	36.20	33.30	3.80	0.00	1.80	16.20	8.50	15.50	15.20	18.30	
2018	20.30	27.40	17.30	6.10	1.50	13.90	6.90	9.70	2.40				
Nro.DATOS	51.00	52.00	51.00	50.00	50.00	49.00	51.00	52.00	51.00	51.00	51.00	51.00	
MEDIA	25.71	25.15	23.40	14.14	4.68	3.01	4.14	4.43	8.92	16.49	21.78	22.37	
DESV.STD	9.31	9.92	8.56	6.86	5.17	4.18	7.62	4.74	6.78	8.44	7.72	9.98	
C.V.	0.36	0.39	0.37	0.48	1.11	1.39	1.84	1.07	0.76	0.51	0.35	0.45	
MIN	12.60	9.40	8.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
MAX	67.40	54.30	47.20	33.30	28.10	13.90	35.00	16.20	26.70	39.50	40.10	56.70	

Tabla 94. *Temperatura media mensual – Estación Urubamba (1980-2018)*

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL													
"Determinación del impacto del aumento de temperatura generado por el cambio climático en la balance hídrico de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020"													
DATOS GENERALES DE LA ESTACIÓN													
NOMBRE:	ESTACIÓN URUBAMBA						TIPO:	METEOROLÓGICA					
LATITUD:	13° 18' 18.6"						DEPARTAMENTO:	CUSCO					
LONGITUD:	71° 7' 28.4"						PROVINCIA:	URUBAMBA					
ALTITUD:	2850						DISTRITO:	URUBAMBA					
PARÁMETRO:	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)						PERIODO:	1963-2018					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1980	16.52	16.09	15.78	14.87	13.18	12.71	12.91	14.71	15.60	14.93	14.46	14.83	
1981	15.08	15.09	14.96	14.67	14.73	13.87	13.87	13.78	13.99	14.48	14.74	14.84	
1982	15.01	14.82	14.51	14.65	13.04	14.03	12.95	13.85	14.14	14.39	14.67	14.67	
1983	15.31	15.39	14.43	14.65	13.34	12.69	12.95	13.59	14.73	15.52	15.03	14.98	
1984	15.04	15.87	16.28	14.50	14.62	13.94	12.73	13.42	15.62	17.22			
1985						10.71	11.59	12.19	13.80	15.18	15.23	15.72	
1986	15.75	15.37	15.05	14.46	12.64	12.65	11.47	13.49	14.43	15.92	16.37	16.46	
1987	16.20	16.64	15.96	15.08	13.29	11.99	11.84	13.63	15.00	15.81	16.27	16.23	
1988	15.64	16.01	15.55	14.76	13.83	12.40	11.52	13.21	13.99	15.99	16.01	15.63	
1989	15.00	15.09	15.04	14.86	13.19	12.54	11.36	12.92	14.30	15.86	16.03	16.72	
1990	16.01	15.82	15.15	14.88	12.99	11.65	11.54	12.54	14.47	15.04	15.46	15.92	
1991	16.38	15.85	15.62	14.78	14.38	13.03	11.42	12.09	13.32	14.87	14.98	15.70	
1992	15.72	15.66	15.63	15.11	14.47	11.87	10.39	11.98	13.76	14.98	15.48	15.61	
1993	15.08	15.31	15.08	14.78	14.21	12.22	12.00	12.26	13.53	15.34	16.20	15.74	
1994	15.46	15.38	15.23	14.85	13.86	12.03	11.43	12.53	14.24	15.16	15.95	15.96	
1995	15.83	15.88	15.29	15.18	13.97	12.59	13.07	14.05	14.07	15.83	15.70	15.53	
1996	15.09	15.58	15.52	14.92	14.18	11.92	11.40	12.66	14.42	15.41	15.37	15.29	
1997	15.64	14.70	14.96	14.56	13.31	12.08	12.09	12.49	14.52	16.15	16.55	16.69	
1998	16.61	17.01	16.72	16.35	13.82	12.55	12.40	13.48	14.55	15.65	15.89	15.27	
1999	15.19	14.45	14.19	14.43	13.80	12.85	11.19	12.79	14.42	14.58	16.15	15.71	
2000	15.06	15.44	15.33	15.49	14.90	12.98	12.42	13.41	15.17	15.56	16.63	15.92	
2001	15.24	15.14	15.38	14.58	14.23	12.74	12.73	12.65	15.23	16.65	16.78	16.86	
2002	16.46	16.06	16.18	15.83	14.10	13.76	12.14	12.83	14.86	15.87	16.17	16.29	
2003	16.29	16.61	16.24	15.53	14.35	13.89	12.09	13.07	14.24	16.12	16.64	15.99	
2004	15.94	15.53	15.99	15.76	14.44	11.79	11.26	12.04	14.51	15.59	16.21	16.26	
2005	16.40	16.13	16.21	15.76		12.90	11.96	13.55	13.98	15.67	16.19	16.33	
2006	15.30	15.98	15.58	15.06	13.32	13.31	11.83	13.53	15.13	15.97	15.71	15.84	
2007	16.52	15.86	15.61	15.23	14.27	12.93	12.19	12.94	13.82	15.31	16.03	15.95	
2008	14.79	15.13	14.52	14.66	13.24	12.30	12.43	14.19	14.62	15.76	16.43	15.27	
2009	14.87	14.80	14.81	15.42	13.69	12.87	12.33	13.70	15.30	16.09	16.23	15.45	
2010	15.13	15.92	15.50	14.37	13.12	13.02	13.27	15.17	16.42	17.10	17.55	16.78	
2011	16.41	15.37	15.59	15.69	14.67	13.53	12.56	13.96	14.84	16.34	17.19	15.60	
2012	16.00	15.63	15.74	15.59	14.55	13.23	13.05	14.19	15.25	17.06	17.24	16.37	
2013	15.91	16.26	16.54	15.83	15.37	13.15	12.69	13.74	15.85	16.30	16.61	16.24	
2014	16.66	16.60	16.19	18.67	14.66	14.83	13.06	13.47	15.40	16.61	16.97	16.80	
2015	15.52	16.38	16.52	15.49	14.96	14.34	13.19	14.01	15.97	12.48	12.51	11.61	
2016	17.57	17.11	17.73	16.89	14.95	13.62	12.54	14.32	15.68	15.73	16.45	15.70	
2017	15.92	15.94	15.83	15.54	14.40	13.62	13.24	14.51	15.20	16.18	16.75	16.35	
Nro. DATO	53.00	52.00	53.00	52.00	51.00	53.00	54.00	54.00	54.00	54.00	54.00	53.00	
MEDIA	15.65	15.62	15.52	15.12	13.84	12.65	12.17	13.18	14.47	15.58	15.87	15.71	
DESV. STD	0.67	0.69	0.73	0.76	0.69	0.84	0.87	0.91	0.80	0.80	0.87	0.84	
C.V.	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.07	0.07	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05	
MIN	14.26	13.29	13.59	14.08	12.64	10.71	10.39	11.12	12.87	12.48	12.51	11.61	
MAX	17.57	17.11	17.73	18.67	15.37	14.83	14.87	15.68	16.42	17.22	17.55	16.86	

Tabla 95. *Temperatura media mensual – Estación Pisac (1997-2018)*

UNIVERSIDAD CONTINENTAL													
FACULTAD DE INGENIERÍA													
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL													
"Determinación del impacto del aumento de temperatura generado por el cambio climático en la balance hídrico de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020"													
DATOS GENERALES DE LA ESTACIÓN													
NOMBRE:	ESTACIÓN PISAC						TIPO:	METEOROLÓGICA					
LATITUD:	13° 24' 57"						DEPARTAMENTO :	CUSCO					
LONGITUD:	71° 51' 3"						PROVINCIA :	CALCA					
ALTITUD:	2950						DISTRITO :	PISAC					
PARÁMETRO:	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)						PERIODO:	1997-2018					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1997			15.34	14.80	14.56	13.89	13.82	13.71	15.31	16.74	17.27	17.10	
1998	17.18	17.40	17.46	17.37	15.53	14.10	14.08	15.56	16.38	16.62	16.78	16.54	
1999	16.39	15.13	14.85	14.90	14.91		12.29	13.76	14.99	15.20	16.78	15.70	
2000	14.75	14.80	14.37	15.12	14.14	13.36	13.15	14.15	15.71	15.50	17.32	16.14	
2001	14.45	14.61	14.71	14.38	13.97	12.97	12.97	12.95	15.18	16.26	16.63	16.24	
2002	16.09	14.99	15.66	15.66	14.04	14.65	12.71	13.64	15.33	16.14	16.10	15.69	
2003	16.00	16.28	15.59	15.27	15.09	13.82	13.85	13.98	15.16	16.59	17.19	16.85	
2004	15.63	15.55	15.83	15.67	15.53	13.02	12.81	12.93	15.18	16.89	17.12	16.74	
2005	16.47	15.76	16.13	16.08	15.17	14.07	14.07	15.13	15.65	16.66	17.31	17.06	
2006	15.49	16.25	15.71	15.56	14.32	13.67	13.17	15.05	16.22	16.56	15.95	15.57	
2007	16.65	16.09	15.68	15.05	14.96	13.65	13.69	14.99	14.24	16.15	17.01	16.08	
2008	15.16	15.63	15.13	15.22	14.12	13.73	13.76	15.29	15.94	16.49	17.20	16.26	
2009	15.71	15.88	15.77	16.29	14.75	14.45	14.18	15.50	16.44	17.71	17.90	16.50	
2010	15.92	16.28	16.59	16.15	15.86	14.72	15.09	14.87	16.60	17.04	17.32	16.52	
2011	16.47	15.27	15.65	15.31	14.45	14.46	13.40	14.91	15.56	16.85	17.49	15.45	
2012	15.95	15.47	15.48	15.32	14.41	14.24	14.12	14.73	15.24	17.13	17.68	15.88	
2013	15.46	15.87	16.69	15.40	14.50	13.25	12.75	14.48	15.83	16.77	16.60	16.05	
2014	15.96	16.04	16.16	15.14	14.75	14.43	13.79	14.05	15.14	16.24	17.36	17.38	
2015	16.45	16.16	16.44	15.92	15.61	14.84	14.00	15.36	15.94	16.19	17.56	16.38	
2016	16.70	16.67	16.97	16.52	15.90	15.49	14.69	14.76	15.59	16.29	17.93	15.81	
2017	15.68	16.15	15.45	15.34	14.62	14.56	14.73	15.16	15.72	17.39	18.20	17.50	
2018	15.94	16.16	16.37	15.65	15.30	14.57	14.44	14.46	15.87				
Nro.DATOS	21.00	21.00	22.00	22.00	22.00	21.00	22.00	22.00	22.00	21.00	21.00	21.00	
MEDIA	15.93	15.83	15.82	15.55	14.84	14.09	13.71	14.52	15.60	16.54	17.18	16.35	
DESV.STD	0.65	0.65	0.74	0.65	0.59	0.65	0.73	0.78	0.55	0.57	0.56	0.59	
C.V.	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.04	0.03	0.03	0.04	
MIN	14.45	14.61	14.37	14.38	13.97	12.97	12.29	12.93	14.24	15.20	15.95	15.45	
MAX	17.18	17.40	17.46	17.37	15.90	15.49	15.09	15.56	16.60	17.71	18.20	17.50	

Tabla 96. *Temperatura media mensual – Estación Calca (1963-1998)*

UNIVERSIDAD CONTINENTAL													
FACULTAD DE INGENIERÍA													
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL													
"Determinación del impacto del aumento de temperatura generado por el cambio climático en la balance hídrico de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020"													
DATOS GENERALES DE LA ESTACIÓN													
NOMBRE:	ESTACIÓN CALCA						TIPO:	METEOROLÓGICA					
LATITUD:	13° 20' 0"						DEPARTAMENTO:	CUSCO					
LONGITUD:	71° 57' 0"						PROVINCIA:	CALCA					
ALTITUD:	2926						DISTRITO:	CALCA					
PARÁMETRO:	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)						PERIODO:	1963-1998					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1963											16.94	17.08	
1964	17.66	18.34	17.50	15.54	11.65	9.26	9.95	11.24	12.61	13.44	13.06	13.59	
1965					14.34	13.24	12.61	12.97	14.60	16.70	16.81	15.77	
1966	15.69	15.86	14.86	14.86	13.49	12.46	12.31	13.89	14.74	16.17	16.34	15.83	
1967	15.90	16.11	14.95	14.78	13.75	12.00	11.53	12.76	13.86	14.58	15.57	14.66	
1968	14.49	14.81	14.22	13.43	12.05	11.56	11.18	13.57	14.59	15.22	14.90	15.81	
1969	14.86	15.48	15.62	15.39	14.59	13.31	12.18	13.68	14.71	16.36	16.69	15.92	
1970	15.20	15.25	15.02	14.61	13.50	13.09	12.34	13.56	13.30	14.52	15.45		
1971	14.87	14.89	14.79	13.74	12.38	11.88	11.60	13.01	14.51	15.08	15.75	14.16	
1972	13.99	14.71	14.60	14.75	13.21	12.04	12.64	12.44	13.38	15.86	15.68	13.91	
1973	13.17	14.04	13.37	13.75	12.78	12.15	11.03	12.53	11.98	12.48	12.57	11.90	
1974	11.36	11.29	14.14	14.07	13.10	11.97	11.68	11.53	13.80	14.97	15.47	15.41	
1975	14.17	14.42	14.86	14.40	12.99	11.52	11.19	12.72	14.21	14.89	15.65	15.00	
1976	14.43	15.10	14.78	14.12	12.88	11.89	11.96	12.48	13.43	16.52	16.47	15.87	
1977	15.74	14.84	15.08	14.52	13.34	12.01	11.96	13.26	14.27	14.58	15.02	15.67	
1978	15.41	15.87	16.12	15.56	15.22	14.14	14.13	13.75	14.47	13.84	14.00	13.75	
1979	13.75	13.89	13.68	13.73	13.58	13.41	13.23	13.40	13.42				
1980					13.16	12.19							
1981			16.34	13.73	12.88	11.58	11.54	12.82	13.78	14.81			
1987							12.31	13.85	15.23		15.99	15.04	
1988	14.79	15.18	14.52	14.23	12.92	11.85	11.40	13.64	14.83			15.20	
1989	14.25	14.34	14.25	13.68	12.08	11.15	10.66	12.12	14.07	14.13	14.82	14.60	
1990	14.55	14.29	13.95	13.23	12.27	10.98	10.94	11.82	14.21	15.14	15.08	14.23	
1991	14.24	13.99	13.92	12.67	12.09	10.36	9.85	9.86	11.96	13.54	13.86	14.44	
1992	13.38	13.33	13.35	13.30	12.42	10.40	8.97	10.85	12.83	13.06	13.99	13.50	
1993	12.56	12.61	12.23	12.04	11.74	9.80	9.76	10.06	11.58	12.99	13.82	13.16	
1994	12.40	12.46	12.22	11.78	11.03	9.72	9.50	10.33	15.28	15.81	16.70	16.30	
1995	16.00	15.84	15.14	14.97	14.18	12.97	13.38	14.82	15.16	16.73	16.75	16.05	
1996	15.22	15.28	15.46	14.55	14.10	12.30	11.69	13.27	15.34	15.71	16.06	15.57	
1997		13.54	13.42	12.97	13.91	12.95	12.98	13.08	15.18	16.88	17.19	16.98	
1998	16.99	17.36	17.08	17.09	15.29	13.59	13.64	15.09	16.00	15.77	16.55	15.41	
Nro.DATC	25.00	26.00	27.00	27.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	26.00	27.00	27.00	
MEDIA	14.60	14.74	14.65	14.13	13.14	11.92	11.66	12.70	14.05	14.99	15.45	14.99	
DESV.STD	1.41	1.47	1.25	1.13	1.04	1.21	1.27	1.30	1.10	1.25	1.24	1.20	
C.V.	0.10	0.10	0.09	0.08	0.08	0.10	0.11	0.10	0.08	0.08	0.08	0.08	
MIN	11.36	11.29	12.22	11.78	11.03	9.26	8.97	9.86	11.58	12.48	12.57	11.90	
MAX	17.66	18.34	17.50	17.09	15.29	14.14	14.13	15.09	16.00	16.88	17.19	17.08	

Tabla 97. *Temperatura media mensual – Estación Anta (1964-2018)*

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL													
"Determinación del impacto del aumento de temperatura generado por el cambio climático en la balance hídrico de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020"													
DATOS GENERALES DE LA ESTACIÓN													
NOMBRE:	ESTACIÓN ANTA						TIPO:	METEOROLÓGICA					
LATITUD:	13° 28' 6"						DEPARTAMENTO :	CUSCO					
LONGITUD:	71° 12' 57"						PROVINCIA :	ANTA					
ALTITUD:	3340						DISTRITO :	ZURITE					
PARÁMETRO:	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)						PERIODO:	1964-2018					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1980	12.66	12.45	12.20	10.81	9.14	8.23	7.62	10.28	10.64	11.78	12.51	12.32	
1981	12.16	12.02	12.38	10.89	9.69	8.38	8.26	8.74	9.68	11.45	12.43	12.34	
1982	11.89	11.79											
1984											12.53		
1985	11.84	11.42	11.70	10.30	6.68	5.95	5.41	7.36	9.52	10.33	10.75	10.98	
1986	11.37	11.38	11.55	10.04	7.53	5.93	6.27	7.46	9.05	9.35	9.42	10.19	
1987	10.86	11.85	11.38	10.99	8.35	7.13	6.56	8.29	10.54	11.22	12.27	12.65	
1988	11.99	12.46	12.16	12.13	10.46	8.49	9.16	8.02	10.68	11.89	12.11	11.97	
1989	11.50	11.85	10.95	11.08	10.23	7.84	7.53	7.54	8.87	11.00	11.00	10.93	
1990	11.10	11.21	10.91	9.06	8.45	8.52	6.90	7.73	8.92	10.29	11.79	11.48	
1991	11.95	11.41	11.38	10.98	9.25	8.90	8.74	9.41	9.80	10.32		11.18	
1992	11.88	11.23	10.83	9.99	9.50	10.00	10.26	10.61	12.07	11.89	12.14	12.92	
1993	12.83	13.16	13.14	13.23	8.76	7.48	8.17	10.05	11.48	12.64	13.29	12.94	
1994	13.34	13.05	13.55	13.16	10.61	7.74	6.86	8.37	11.03	12.04	13.46	13.51	
1995	14.04	12.97	12.87	11.02	9.27	8.16	7.81	9.15	10.63	11.97	12.41	13.22	
1996	12.77	13.56	12.41	12.41	9.84	7.18	6.95	9.07	10.47	11.97	12.89	12.35	
1997		12.29	12.13	10.84	9.29	7.46	7.03	8.90	10.51	11.66	12.74	13.29	
1998	13.77	13.72	13.52		8.56	8.01	8.20	10.22	10.31	11.76	12.65	12.90	
1999	13.12	12.53	13.21	12.37	10.78	7.86	7.00	8.98	10.29	12.75	12.83	12.39	
2000	12.68	13.39	12.43	12.20	10.08	7.82	8.22	9.44	9.44	12.35	11.63	13.32	
2001	12.39	13.24	13.25	12.29	10.10	8.43	8.74	9.14	12.73	13.70	13.94	13.46	
2002	13.50	12.64	12.85	12.67	9.99	9.03	10.31	8.92	11.82	12.57	13.01	12.89	
2003	13.69	13.93	13.16	12.50	10.82	9.55	8.40	9.46	10.12	11.47	12.36	12.91	
2004	13.21	13.96	13.06	12.11	9.99	8.63	7.97	8.36	10.46	12.74	12.89	13.16	
2005	13.38	13.50	13.68	12.05	9.22	7.80	8.17	9.10	9.84	12.43	12.55	13.41	
2006	12.79	12.82	12.98	11.83	8.38	7.74	7.20	9.58	11.38	12.44	12.88	12.45	
2007	13.49	12.52	12.87	11.95	10.06	8.93	8.48	9.53	9.60	11.99	12.64	13.25	
2008	12.60	12.88	12.20	11.64	9.21	8.05	8.17	10.39	12.02	12.94	12.92	12.91	
2009	12.48	12.41	12.20	11.55	9.53	9.53	9.25	9.91	10.67	12.96	13.22	13.10	
2010	12.75	12.71	12.74	13.06	11.98	10.73	10.71	11.02	11.62	12.70	13.28	13.32	
2011	13.31	12.36	12.37	12.56	11.30	8.37	9.09	10.11	11.27	12.35	13.41	12.56	
2012	12.34	11.67	12.01	11.86	10.41	9.01	8.48	10.07		12.95	13.32	12.74	
2013	12.16	12.56	12.42	11.58	10.44	8.85	8.67	10.23	12.16	12.33	13.40	12.58	
2014	12.44	12.34	12.06	13.70	9.59	9.79	8.84	9.84	10.81	13.14	14.07	13.20	
2015	12.00	12.62	12.23	11.16	10.00	9.83	8.79	10.40	11.99	13.00	13.64	12.68	
2016	13.88	13.15	13.71	12.29	10.52	9.33	9.44	10.63	12.12	12.22	13.43	12.80	
2017	12.55	12.51	12.53	11.43	10.15	9.35	9.83	10.51	12.05	12.48	13.29	12.83	
2018	11.89	12.59	12.29	11.73	10.10	8.29	8.65	9.78	11.96				
Nro.DA	51.00	52.00	51.00	50.00	51.00	52.00	51.00	52.00	51.00	51.00	51.00	51.00	
MEDIA	12.36	12.34	12.26	11.52	9.57	8.22	8.05	9.19	10.61	11.90	12.43	12.37	
DESV.S	0.80	0.81	0.74	0.93	0.91	0.97	1.05	0.91	0.96	0.83	0.89	0.79	
C.V.	0.06	0.07	0.06	0.08	0.10	0.12	0.13	0.10	0.09	0.07	0.07	0.06	
MIN	10.86	9.75	10.83	9.06	6.68	5.74	5.41	7.36	8.30	9.35	9.42	10.19	
MAX	14.04	13.96	13.71	13.70	11.98	10.73	10.71	11.02	12.73	13.70	14.07	13.51	

Tabla 98. *Temperatura máxima mensual – Estación Urubamba (1963-2018)*

UNIVERSIDAD CONTINENTAL													
FACULTAD DE INGENIERÍA													
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL													
"Determinación del impacto del aumento de temperatura generado por el cambio climático en la balance hídrico de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020"													
DATOS GENERALES DE LA ESTACIÓN													
NOMBRE:	ESTACIÓN URUBAMBA						TIPO:	METEOROLÓGICA					
LATITUD:	13° 18' 18.6"						DEPARTAMENTO:	CUSCO					
LONGITUD:	71° 7' 28.4"						PROVINCIA:	URUBAMBA					
ALTITUD:	2850						DISTRITO:	URUBAMBA					
PARÁMETRO:	TEMPERATURA MÁXIMA MENSUAL (°C)						PERIODO:	1963-2018					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1980	23.37	22.99	22.47	23.24	23.10	23.41	22.52	23.10	23.06	22.75	21.90	22.08	
1981	21.76	21.41	21.34	21.25	21.79	22.19	22.38	21.79	21.55	22.14	22.38	21.88	
1982	22.24	21.95	21.79	21.93	21.99	21.82	21.57	22.28	22.21	22.21	22.71	22.62	
1983	22.50	22.28	22.08	22.29	22.39	22.52	22.49	22.47	22.28	23.14	22.23	22.30	
1984	22.05	22.67	23.23	22.31	24.54	22.93	23.56	21.86	24.12	23.27			
1985						21.60	25.43	22.67	21.75	23.93	22.10	22.20	
1986	22.03	20.81	20.50	21.74	22.07	23.46	21.73	22.71	23.18	25.02	24.68	23.12	
1987	21.86	23.24	23.31	23.18	22.87	22.14	22.04	23.95	23.55	23.58	22.53	23.10	
1988	21.20	22.53	21.22	21.28	22.85	22.79	22.50	24.31	22.95	24.05	23.46	22.25	
1989	20.65	21.20	21.37	21.70	21.88	21.66	21.41	22.34	22.80	23.96	24.23	24.17	
1990	22.68	23.10	22.70	22.88	21.95	19.47	21.28	22.25	23.25	22.54	22.10	22.54	
1991	23.02	22.30	21.62	22.43	23.75	22.73	23.13	22.78	22.23	22.30	21.72	22.68	
1992	22.47	22.27	22.94	23.65	24.13	20.73	20.32	20.85	22.02	22.55	22.91	22.74	
1993	21.20	21.82	21.70	21.81	23.35	23.24	22.05	21.39	21.98	22.91	22.66	22.07	
1994	21.32	21.26	21.39	21.49	22.81	21.87	21.92	22.77	22.46	22.71	22.97	22.52	
1995	22.10	22.24	21.40	23.31	23.92	22.70	22.81	23.87	22.60	23.90	22.83	22.48	
1996	20.90	21.37	21.75	21.41	22.65	22.09	21.72	21.38	22.74	23.23	22.51	21.50	
1997	21.57	20.44	21.38	22.24	22.26	22.81	22.75	20.95	22.91	24.12	23.50	23.04	
1998	23.00	23.36	23.60	24.48	24.54	22.33	23.55	23.71	24.08	23.31	23.19	22.12	
1999	21.80	20.86	20.15	21.32	22.26	22.65	21.29	22.85	22.49	22.12	24.21	22.50	
2000	21.17	21.55	21.76	23.60	24.03	22.67	22.41	23.03	24.18	22.83	25.35	23.34	
2001	20.93	20.82	21.39	22.33	23.05	22.51	22.04	22.77	24.18	24.63	24.03	24.12	
2002	23.40	21.85	22.71	22.86	23.06	23.11	20.30	23.11	23.29	23.22	23.30	23.04	
2003	22.64	23.26	22.65	23.48	23.14	23.14	22.32	22.08	23.37	24.77	24.59	22.42	
2004	21.87	21.64	22.64	23.60	23.50	20.91	20.32	20.84	22.53	23.02	23.23	23.00	
2005	22.80	21.96	22.43	23.25		22.89	22.31	23.54	22.09	22.57	23.34	22.35	
2006	20.94	22.19	21.43	22.15	22.98	21.99	22.91	22.68	23.54	23.31	22.09	21.93	
2007	22.54	21.89	21.45	21.91	22.58	23.27	21.31	22.97	22.07	22.97	23.24	22.53	
2008	20.31	21.74	21.08	22.66	22.75	22.77	22.68	23.65	23.57	23.02	23.99	21.43	
2009	21.19	21.20	21.59	22.88	23.11	23.39	21.91	23.74	24.23	24.61	22.97	21.70	
2010	21.61	22.29	22.38	23.76	23.41	23.26	23.53	26.16	26.02	25.81	25.80	24.15	
2011	23.52	22.24	22.83	23.90	24.91	24.36	23.11	24.37	23.95	24.93	26.17	23.10	
2012	23.65	22.32	23.58	23.89	24.66	24.21	24.72	25.16	24.84	25.65	24.88	22.61	
2013	22.76	22.54	23.26	24.55	24.27	22.20	22.72	23.43	25.58	23.74	24.24	22.54	
2014	23.00	23.33	23.68	29.93	23.12	24.92	23.44	24.19	24.20	24.66	25.27	23.77	
2015	22.36	23.10	23.85	22.43	23.00	23.71	23.83	24.44	25.17	24.96	25.02	23.21	
2016	24.41	23.01	25.35	24.67	25.25	23.64	23.62	24.35	25.23	23.22	25.00	22.60	
2017	22.37	22.52	21.92	22.39	22.46	23.19	23.37	24.28	23.91	24.42	24.15	23.05	
2018	22.21	22.56	22.21	23.33	23.85	21.08	21.68	22.17	24.53				
Nro. DATOS	52.00	51.00	52.00	52.00	50.00	52.00	52.00	53.00	53.00	52.00	52.00	51.00	
MEDIA	22.04	21.93	22.07	22.81	22.99	22.55	22.38	22.84	23.13	23.58	23.45	22.57	
DES. STD	0.97	0.96	1.04	1.34	0.95	0.98	1.01	1.20	1.11	0.93	1.07	0.69	
C.V.	0.04	0.04	0.05	0.06	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.04	0.05	0.03	
MIN	19.79	18.79	18.95	21.24	20.93	19.47	20.30	19.50	21.20	22.12	21.72	20.99	
MAX	24.41	23.36	25.35	29.93	25.25	24.92	25.43	26.16	26.02	25.81	26.17	24.17	

Tabla 99. *Temperatura máxima mensual – Estación Pisac (1997-2018)*

UNIVERSIDAD CONTINENTAL													
FACULTAD DE INGENIERÍA													
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL													
"Determinación del impacto del aumento de temperatura generado por el cambio climático en la balance hídrico de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020"													
DATOS GENERALES DE LA ESTACIÓN													
NOMBRE:	ESTACIÓN PISAC						TIPO:	METEOROLÓGICA					
LATITUD:	13° 24' 57"						DEPARTAMENTO :	CUSCO					
LONGITUD:	71° 51' 3"						PROVINCIA :	CALCA					
ALTITUD:	2950						DISTRITO :	PISAC					
PARÁMETRO:	TEMPERATURA MÁXIMA MENSUAL (°C)						PERIODO:	1997-2018					
Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1997			21.63	22.86	22.97	24.12	23.77	21.69	23.44	24.80	24.54	24.24	
1998	23.29	23.70	24.38	25.80	25.75	23.23	24.30	24.24	25.72	23.89	23.63	22.85	
1999	22.70	20.70	20.25	21.26	22.88		21.65	23.42	22.38	22.40	24.19	21.82	
2000	20.26	20.10	19.98	22.38	22.48	22.23	21.94	22.44	24.14	22.19	24.78	22.69	
2001	19.34	19.61	20.24	21.33	21.55	21.74	21.28	22.19	22.80	23.06	23.03	22.81	
2002	22.35	19.76	21.52	21.94	22.44	22.95	20.60	21.74	22.83	22.77	22.64	21.23	
2003	21.75	22.07	20.99	22.39	23.49	22.90	23.25	22.23	22.79	24.12	24.33	23.09	
2004	20.70	21.28	22.06	22.86	24.50	21.36	21.00	20.61	21.95	23.69	23.87	23.10	
2005	22.27	21.37	22.41	23.86	24.90	23.53	23.96	24.27	23.40	23.03	24.32	23.37	
2006	20.85	22.18	21.35	22.68	23.94	22.54	22.94	23.38	24.04	23.15	22.14	21.32	
2007	22.23	21.64	21.21	21.57	22.85	23.22	22.37	23.87	21.23	23.20	24.17	22.23	
2008	19.98	21.74	20.92	22.18	22.45	22.62	23.01	24.03	23.78	22.88	24.27	21.94	
2009	21.13	21.54	21.67	22.95	23.44	24.05	22.88	24.55	24.41	25.79	24.41	22.40	
2010	21.24	21.95	22.52	23.65	24.25	24.06	24.90	24.49	24.52	24.24	24.31	22.75	
2011	22.34	20.21	20.99	22.56	23.25	24.23	22.21	23.81	22.57	23.88	25.04	21.06	
2012	21.82	20.82	21.49	22.17	23.80	23.63	24.21	24.25	23.19	24.78	25.01	21.01	
2013	21.30	21.32	22.83	23.69	22.92	21.91	21.77	23.36	24.56	23.78	23.73	22.05	
2014	21.69	22.28	23.17	22.77	23.18	24.48	23.58	23.21	22.61	23.47	25.15	24.81	
2015	23.21	22.93	23.72	23.08	23.88	24.27	24.26	25.86	25.68	25.41	26.24	23.43	
2016	24.18	23.24	25.02	25.24	25.81	25.69	26.05	25.32	25.87	24.17	27.29	22.59	
2017	21.54	22.52	21.43	21.56	21.73	24.00	25.04	24.98	23.33	25.25	26.09	24.54	
2018	22.95	22.53	21.96	22.62	23.44	21.46	20.79	20.85	22.98				
Nro. DATOS	21.00	21.00	22.00	22.00	22.00	21.00	22.00	22.00	22.00	21.00	21.00	21.00	
MEDIA	21.77	21.59	21.90	22.79	23.45	23.25	22.99	23.40	23.56	23.81	24.44	22.63	
DESV. STI	1.18	1.12	1.30	1.14	1.11	1.13	1.49	1.41	1.22	0.99	1.17	1.08	
C.V.	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.05	0.04	0.05	0.05	
MIN	19.34	19.61	19.98	21.26	21.55	21.36	20.60	20.61	21.23	22.19	22.14	21.01	
MAX	24.18	23.70	25.02	25.80	25.81	25.69	26.05	25.86	25.87	25.79	27.29	24.81	

Tabla 100. *Temperatura máxima mensual – Estación Calca (1963-1998)*

UNIVERSIDAD CONTINENTAL													
FACULTAD DE INGENIERÍA													
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL													
"Determinación del impacto del aumento de temperatura generado por el cambio climático en la balance hídrico de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020"													
DATOS GENERALES DE LA ESTACIÓN													
NOMBRE:	ESTACIÓN CALCA						TIPO:	METEOROLÓGICA					
LATITUD:	13° 20' 0"						DEPARTAMENTO:	CUSCO					
LONGITUD:	71° 57' 0"						PROVINCIA:	CALCA					
ALTITUD:	2926						DISTRITO:	CALCA					
PARÁMETRO:	TEMPERATURA MÁXIMA MENSUAL (°C)						PERIODO:	1963-1998					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1963											23.19	23.27	
1964	23.39	24.39	23.10	22.03	17.32	16.98	17.54	17.96	17.61	17.37	16.67	16.96	
1965									22.44	21.83	24.34	24.08	
1966	22.48	22.71	21.61	23.59	21.45	22.64	22.80	23.13	22.91	24.52	23.92	22.73	
1967	22.70	22.07	20.74	22.59	22.47	21.87	20.94	21.19	21.82	21.74	22.96	21.12	
1968	20.46	20.51	20.42	21.84	21.97	21.72	20.83	22.02	23.51	22.41	21.63	22.85	
1969	20.97	21.54	22.47	23.39	24.03	23.13	21.79	23.60	23.93	24.59	24.57	22.14	
1970	20.71	20.84	21.18	21.08	22.19	22.80	22.23	24.21	22.92	23.30	22.42		
1971	20.51	20.96	21.24	21.66	22.32	21.33	21.88	22.59	22.69	23.03	23.49	20.63	
1972	19.92	20.75	20.84	22.40	23.08	22.56	22.95	22.26	22.05	23.87	22.86	22.06	
1973	20.67	22.40	21.63	22.44	22.75	22.17	20.41	22.25	22.01	22.85	22.08	21.08	
1974	19.50	19.33	20.99	20.77	23.25	20.90	22.08	19.95	22.69	22.83	23.41	22.05	
1975	20.08	20.35	20.95	22.39	20.80	20.75	21.61	22.63	22.32	22.99	22.42	21.49	
1976	20.01	21.12	21.59	22.38	21.87	21.59	21.88	21.77	21.17	25.78	24.56	22.14	
1977	22.10	20.33	20.94	22.23	22.40	22.84	21.63	23.54	23.33	24.25	24.04	24.44	
1978	22.61	22.89	22.99	22.69	23.25	24.59	24.81	24.06	24.67	23.97	24.05	23.68	
1979	23.72	23.94	23.39	23.81	24.89	24.33	24.03	23.94	23.91				
1980					21.83	22.90							
1981			23.77	20.87	21.03	21.02	21.70	22.59	22.29	23.01			
1987							23.48	24.46	24.63		23.46	21.82	
1988	20.88	22.17	20.50	21.48	23.03	23.53	23.32	24.86	25.11			23.68	
1989	21.14	22.89	23.01	22.64	22.43	22.40	22.72	22.99	23.40	23.62	25.02	23.17	
1990	22.08	23.09	23.90	23.39	22.97	21.77	23.25	22.95	24.93	24.58	24.05	22.50	
1991	22.79	22.05	21.28	22.81	22.83	22.04	22.10	21.77	23.06	21.92	21.81	24.15	
1992	21.73	22.62	22.46	23.88	23.93	21.82	20.96	21.30	23.33	22.65	23.43	22.74	
1993	20.55	21.08	21.06	21.47	23.01	22.82	21.86	21.29	21.81	22.76	22.49	21.93	
1994	20.72	20.70	20.72	20.75	22.34	21.81	22.65	23.19	23.47	23.44	23.58	22.34	
1995	22.19	21.76	20.87	23.22	24.06	22.64	23.34	24.72	23.77	25.19	24.08	23.15	
1996	21.00	21.32	21.91	21.91	23.01	22.72	22.29	22.11	24.01	24.19	23.23	21.71	
1997		20.64	21.19	22.74	23.22	23.70	23.85	21.84	23.66	25.14	24.47	24.04	
1998	23.41	23.59	24.34	25.91	25.76	23.25	24.47	24.58	25.44	23.74	23.64	22.54	
Nro.DATC	25.00	26.00	27.00	27.00	28.00	28.00	28.00	29.00	29.00	26.00	27.00	27.00	
MEDIA	21.45	21.77	21.82	22.46	22.62	22.24	22.26	22.63	23.04	23.39	23.17	22.29	
DES.V.STD	1.21	1.25	1.15	1.13	1.49	1.40	1.44	1.50	1.51	1.59	1.56	1.45	
C.V.	0.06	0.06	0.05	0.05	0.07	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.06	
MIN	19.50	19.33	20.42	20.75	17.32	16.98	17.54	17.96	17.61	17.37	16.67	16.96	
MAX	23.72	24.39	24.34	25.91	25.76	24.59	24.81	24.86	25.44	25.78	25.02	24.44	

Tabla 101. *Temperatura máxima mensual – Estación Anta (1964-2018)*

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL													
"Determinación del impacto del aumento de temperatura generado por el cambio climático en la balance hidrico de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020"													
DATOS GENERALES DE LA ESTACIÓN													
NOMBRE:	ESTACIÓN ANTA						TIPO:	METEOROLÓGICA					
LATITUD:	13° 28' 6"						DEPARTAMENTO :	CUSCO					
LONGITUD:	71° 12' 57"						PROVINCIA :	ANTA					
ALTITUD:	3340						DISTRITO :	ZURITE					
PARÁMETRO:	TEMPERATURA MAXIMA MENSUAL (°C)						PERIODO:	1964-2018					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1980	18.45	18.64	17.75	18.79	18.07	18.75	17.61	19.16	18.96	18.44	19.87	18.52	
1981	17.08	16.73	17.97	17.32	18.08	17.86	17.86	17.19	17.44	18.35	18.10	18.04	
1982	17.01	17.26											
1985	18.76	17.73	18.81	18.22	18.69	17.17	17.86	18.89	18.26	18.05	17.85	17.52	
1986	17.34	17.17	17.58	17.15	17.40	17.45	17.25	17.43	17.52	17.54	17.86	17.84	
1987	17.32	18.16	19.00	19.87	19.63	19.83	19.34	19.70	19.71	20.32	20.24	20.74	
1988	19.70	20.47	19.97	20.11	20.35	20.47	19.93	19.76	19.05	20.17	20.62	20.40	
1989	19.05	19.45	18.14	18.84	18.79	18.46	18.32	18.75	18.57	19.51	19.28	18.63	
1990	18.16	19.33	19.45	19.30	18.66	18.05	19.35	19.52	20.17	18.90	19.26	18.80	
1991	19.45	19.23	18.96	19.08	20.07	20.63	20.95	21.73	20.91	20.11		19.97	
1992	20.37	19.19	18.94	20.28	20.80	21.24	21.03	20.58	22.10	22.25	21.73	22.06	
1993	21.33	21.68	22.24	21.97	20.45	20.99	20.98	20.98	21.40	20.19	20.55	20.33	
1994	20.76	20.35	21.17	21.19	21.27	20.28	20.09	20.94	21.05	21.77	21.79	21.58	
1995	22.08	22.00	20.74	21.14	21.71	20.89	20.35	21.89	22.11	21.62	21.79	21.75	
1996	20.53	21.28	21.20	21.61	21.45	20.31	20.53	20.19	20.52	20.55	20.64	19.29	
1997		18.90	19.45	20.17	20.61	21.67	21.20	20.24	20.40	20.76	20.85	20.85	
1998	21.15	20.79	21.25		22.22	21.04	22.04	21.49	20.74	20.30	21.83	21.18	
1999	20.51	19.40	21.02	20.77	21.46	21.99	21.28	21.69	20.73	21.38	21.81	20.26	
2000	20.01	20.50	20.18	21.16	21.12	20.80	21.05	21.46	20.67	21.42	22.46	21.54	
2001	19.45	20.76	20.62	22.14	21.58	22.15	21.75	21.92	21.90	21.41	21.90	21.32	
2002	21.60	19.89	20.51	21.47	20.93	20.61	20.07	20.89	21.11	21.39	21.57	21.38	
2003	21.25	21.20	20.35	22.14	22.15	22.19	22.02	20.99	21.28	22.05	21.96	20.82	
2004	20.60	21.27	21.67	21.51	22.07	20.56	19.10	19.80	19.91	21.08	20.79	20.92	
2005	21.27	20.52	21.46	21.48	22.49	22.07	22.37	22.01	21.25	20.48	21.03	20.40	
2006	18.93	20.14	20.09	19.67	20.37	20.21	21.47	20.37	21.64	21.08	20.40	20.31	
2007	20.56	19.42	19.24	20.09	20.00	21.07	19.40	22.05	20.19	21.00	21.65	20.62	
2008	18.15	19.43	19.14	20.00	19.81	20.15	19.80	20.37	21.03	20.05	19.71	18.85	
2009	18.68	19.15	19.58	19.74	20.45	21.01	19.56	21.40	21.44	22.56	20.44	20.60	
2010	19.30	19.60	20.15	21.29	21.38	22.21	21.95	22.32	21.13	20.35	22.38	20.45	
2011	20.66	19.04	19.22	20.78	21.51	20.99	19.93	20.91	19.37	21.26	21.67	19.00	
2012	19.52	17.73	18.92	19.69	21.49	19.86	20.42	21.91	19.82	21.69	24.69	18.81	
2013	18.85	18.57	19.15	20.14	20.34	18.57	19.44	20.21	21.68	19.71	20.59	18.68	
2014	18.85	19.21	19.47	19.33	18.68	20.23	19.01	20.08	19.80	20.63	21.86	20.22	
2015	18.60	19.56	19.32	18.04	18.61	19.49	19.69	20.28	20.62	21.16	21.02	19.61	
2016	21.00	19.61	21.35	20.30	20.54	19.70	20.34	20.35	20.85	19.38	21.12	19.70	
2017	19.40	19.66	19.01	18.44	18.29	19.45	20.29	20.44	20.12	20.48	20.71	19.66	
2018	18.66	19.17	18.58	19.35	20.04	18.34	19.92	19.67	22.66				
Nro. DA	51.00	52.00	51.00	50.00	51.00	52.00	51.00	52.00	52.00	51.00	50.00	51.00	
MEDIA	18.92	18.87	19.09	19.42	19.60	19.43	19.33	19.81	19.88	20.15	20.27	19.37	
DESV. ST	1.59	1.53	1.48	1.52	1.63	1.65	1.66	1.53	1.40	1.18	1.54	1.42	
C.V.	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	0.08	0.07	0.06	0.08	0.07	
MIN	16.00	16.08	16.59	17.01	16.79	16.56	16.04	15.88	17.36	17.54	16.75	17.02	
MAX	22.08	22.00	22.24	22.14	22.49	22.21	22.37	22.32	22.66	22.56	24.69	22.06	

Tabla 102. Temperatura mínima mensual – Estación Urubamba (1963-2018)

UNIVERSIDAD CONTINENTAL													
FACULTAD DE INGENIERÍA													
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL													
"Determinación del impacto del aumento de temperatura generado por el cambio climático en el balance hídrico de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020"													
DATOS GENERALES DE LA ESTACIÓN													
NOMBRE:	ESTACIÓN URUBAMBA						TIPO:	METEOROLÓGICA					
LATITUD:	13° 18' 18.6"						DEPARTAMENTO:	CUSCO					
LONGITUD:	71° 7' 28.4"						PROVINCIA:	URUBAMBA					
ALTITUD:	2850						DISTRITO:	URUBAMBA					
PARÁMETRO:	TEMPERATURA MÍNIMA MENSUAL (°C)						PERIODO:	1963-2018					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1980	9.66	9.19	9.09	6.49	3.56	2.01	3.31	6.32	8.09	7.33	7.01	7.65	
1981	8.33	8.76	8.59	8.14	7.68	5.55	5.36	5.87	6.43	6.73	7.17	7.86	
1982	7.78	7.77	7.22	7.37	4.10	6.58	4.32	5.41	6.14	6.58	6.63	6.72	
1983	8.11	8.51	6.77	7.00	4.25	2.45	3.42	4.54	7.17	7.90	7.80	7.65	
1984	8.03	9.07	9.26	6.70	4.59	4.40	1.89	4.97	7.12	11.16			
1985						-0.56	-1.51	1.70	5.85	6.44	8.44	9.25	
1986	9.65	9.93	9.59	7.18	3.26	1.84	1.33	3.98	5.68	6.83	8.05	9.81	
1987	10.58	9.95	8.61	7.03	3.72	1.85	1.63	3.14	6.45	8.05	10.01	9.36	
1988	10.07	9.48	9.88	8.23	4.82	2.02	0.23	1.87	5.02	7.94	8.66	9.01	
1989	9.35	8.99	8.70	8.03	4.56	3.27	0.73	3.50	5.79	7.77	7.84	9.27	
1990	9.46	8.54	7.61	6.88	4.03	3.83	1.80	2.82	5.69	7.53	8.82	9.30	
1991	9.74	9.40	9.61	7.01	5.01	2.96	-0.23	1.39	4.41	7.44	8.23	8.07	
1992	8.88	9.36	8.33	6.57	4.85	3.01	0.46	3.23	5.51	7.30	8.04	8.48	
1993	8.96	8.91	8.45	7.76	4.76	1.20	2.09	3.13	5.07	7.77	9.74	9.37	
1994	9.61	9.50	9.07	8.21	4.90	1.94	0.95	2.29	6.02	7.61	8.93	9.40	
1995	9.55	9.51	9.23	7.05	4.02	2.47	3.34	4.24	5.53	7.76	8.57	8.58	
1996	9.28	9.79	9.28	8.32	5.70	1.75	1.07	3.94	6.09	7.59	8.24	9.09	
1997	9.70	8.96	8.58	6.87	4.35	1.40	1.43	4.02	6.13	8.17	9.61	10.09	
1998	10.34	10.66	9.83	8.21	2.97	2.78	1.25	3.30	5.12	8.00	8.59	8.42	
1999	8.58	7.87	8.23	7.53	5.34	3.23	1.09	2.74	6.34	7.03	7.80	8.91	
2000	9.01	9.18	8.89	7.37	5.62	3.29	2.43	3.79	6.17	8.28	7.91	8.50	
2001	9.55	9.45	9.37	6.83	5.41	2.97	3.43	2.52	6.28	8.60	9.52	9.59	
2002	9.55	10.28	9.66	8.79	5.14	4.41	3.97	2.55	6.42	8.52	9.05	9.55	
2003	9.95	10.04	9.83	7.58	5.57	4.63	1.86	4.06	5.11	7.46	8.68	9.56	
2004	10.01	9.18	9.34	7.91	5.38	2.67	2.21	3.24	6.48	8.17	9.20	9.52	
2005	10.00	10.31	9.99	8.27		2.91	1.61	3.57	5.87	8.78	9.05	10.32	
2006	9.66	9.76	9.69	7.97	3.65	4.64	0.75	4.37	6.73	8.64	9.33	9.74	
2007	10.51	9.83	9.77	8.55	5.96	2.59	3.07	2.90	5.57	7.66	8.81	9.37	
2008	9.26	8.51	7.95	6.65	3.73	1.83	2.18	4.72	5.67	8.50	8.86	9.11	
2009	8.55	8.39	8.03	7.95	4.26	2.35	2.74	3.66	6.37	7.57	9.48	9.20	
2010	8.65	9.55	8.61	4.98	2.83	2.77	3.00	4.17	6.82	8.38	9.30	9.40	
2011	9.30	8.49	8.34	7.47	4.43	2.70	2.01	3.54	5.73	7.74	8.20	8.10	
2012	8.35	8.92	7.90	7.29	4.43	2.25	1.37	3.21	5.66	8.46	9.52	10.12	
2013	9.05	9.97	9.81	7.11	6.47	4.10	2.66	4.05	6.11	8.85	8.98	9.93	
2014	10.31	9.86	8.70	7.40	6.19	4.73	2.67	2.74	6.60	8.55	8.67	9.82	
2015	8.67	9.66	9.19	8.54	6.91	4.96	2.55	3.58	6.77	8.14	9.27	9.85	
2016	10.72	11.21	10.11	9.10	4.64	3.60	1.45	4.28	6.12	8.23	7.89	8.70	
2017	9.46	9.36	9.73	8.69	6.34	4.04	3.10	4.73	6.48	7.93	9.34	9.64	
2018	9.31	9.94	9.93	8.37	6.04	3.90	3.33	5.09	6.72				
Nro. DATO	54.00	53.00	54.00	53.00	52.00	54.00	55.00	55.00	55.00	54.00	53.00	53.00	
MEDIA	9.20	9.30	8.92	7.43	4.64	2.70	1.93	3.52	5.80	7.74	8.52	9.02	
DESV. STD	0.76	0.71	0.77	0.84	1.25	1.35	1.39	1.36	0.83	0.89	0.85	0.85	
C.V.	0.08	0.08	0.09	0.11	0.27	0.50	0.72	0.39	0.14	0.12	0.10	0.09	
MIN	7.45	7.77	6.77	4.98	1.51	-0.56	-1.51	1.00	3.95	6.23	6.63	6.15	
MAX	10.72	11.21	10.11	9.10	7.68	6.58	5.36	9.42	8.09	11.16	10.01	10.32	

Tabla 103. *Temperatura mínima mensual – Estación Pisac (1997-2018)*

UNIVERSIDAD CONTINENTAL													
FACULTAD DE INGENIERÍA													
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL													
"Determinación del impacto del aumento de temperatura generado por el cambio climático en la balance hídrico de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020"													
DATOS GENERALES DE LA ESTACIÓN													
NOMBRE:	ESTACIÓN PISAC						TIPO:	METEOROLÓGICA					
LATITUD:	13° 24' 57"						DEPARTAMENTO :	CUSCO					
LONGITUD:	71° 51' 3"						PROVINCIA :	CALCA					
ALTITUD:	2950						DISTRITO :	PISAC					
PARÁMETRO:	TEMPERATURA MÍNIMA MENSUAL (°C)						PERIODO:	1997-2018					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1997			9.05	6.73	6.15	3.67	3.81	5.74	7.49	8.81	9.97	10.17	
1998	11.07	11.11	10.49	9.11	5.40	4.97	3.78	6.88	7.08	9.34	9.93	9.98	
1999	10.05	9.44	9.48	8.54	6.85		2.92	4.10	7.59	8.05	9.43	9.52	
2000	9.24	9.52	8.77	7.80	5.72	4.48	4.27	5.85	7.28	8.82	9.86	9.47	
2001	9.55	9.60	9.18	7.35	6.33	4.20	4.67	3.72	7.52	9.45	10.23	9.66	
2002	9.80	10.23	9.67	9.50	5.61	5.37	4.81	5.23	7.97	9.45	9.47	10.15	
2003	10.15	10.51	10.17	8.13	6.58	4.75	4.45	5.75	7.53	9.13	10.05	10.61	
2004	10.55	9.82	9.60	8.46	6.74	4.20	4.62	5.24	8.41	10.08	10.57	10.37	
2005	10.66	10.15	9.85	8.29	5.48	4.64	4.13	5.98	7.90	10.28	10.19	10.83	
2006	10.13	10.32	10.15	8.41	4.70	4.77	3.41	6.72	8.39	9.96	9.75	9.83	
2007	11.06	10.55	10.14	8.53	7.07	4.08	5.01	6.11	7.25	9.10	9.84	9.92	
2008	10.33	9.51	9.34	8.26	5.78	4.83	4.50	6.55	8.09	10.10	10.13	10.58	
2009	10.28	10.21	9.86	9.63	6.06	4.85	5.48	6.45	8.47	9.62	11.39	10.60	
2010	10.59	10.61	10.65	8.65	7.47	5.37	5.27	5.24	8.68	9.83	10.32	10.28	
2011	10.59	10.33	10.30	8.06	5.64	4.69	4.58	6.01	8.55	9.81	9.93	9.84	
2012	10.07	10.12	9.46	8.47	5.01	4.85	4.03	5.21	7.29	9.47	10.34	10.74	
2013	9.61	10.41	10.54	7.10	6.08	4.59	3.72	5.59	7.09	9.75	9.46	10.04	
2014	10.23	9.80	9.15	7.51	6.31	4.38	3.99	4.89	7.66	9.01	9.57	9.94	
2015	9.68	9.39	9.16	8.75	7.33	5.41	3.73	4.85	6.19	6.97	8.88	9.33	
2016	9.22	10.10	8.91	7.79	5.99	5.28	3.33	4.20	5.30	8.41	8.57	9.02	
2017	9.81	9.77	9.46	9.11	7.51	5.11	4.42	5.33	8.10	9.53	10.24	10.47	
2018	10.06	10.03	9.39	7.81	5.28	3.77	3.18	4.86	6.60				
Nro. DATO	21.00	21.00	22.00	22.00	22.00	21.00	22.00	22.00	22.00	21.00	21.00	21.00	
MEDIA	10.13	10.07	9.67	8.27	6.14	4.68	4.19	5.48	7.57	9.28	9.91	10.06	
DESV. STD	0.52	0.45	0.55	0.73	0.79	0.50	0.67	0.84	0.82	0.78	0.59	0.49	
C.V.	0.05	0.04	0.06	0.09	0.13	0.11	0.16	0.15	0.11	0.08	0.06	0.05	
MIN	9.22	9.39	8.77	6.73	4.70	3.67	2.92	3.72	5.30	6.97	8.57	9.02	
MAX	11.07	11.11	10.65	9.63	7.51	5.41	5.48	6.88	8.68	10.28	11.39	10.83	

Tabla 104. *Temperatura mínima mensual – Estación Calca (1963-1998)*

UNIVERSIDAD CONTINENTAL												
FACULTAD DE INGENIERÍA												
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL												
"Determinación del impacto del aumento de temperatura generado por el cambio climático en la balance hídrico de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020"												
DATOS GENERALES DE LA ESTACIÓN												
NOMBRE:	ESTACIÓN CALCA						TIPO:	METEOROLÓGICA				
LATITUD:	13° 20' 0"						DEPARTAMENTO:	CUSCO				
LONGITUD:	71° 57' 0"						PROVINCIA:	CALCA				
ALTITUD:	2926						DISTRITO:	CALCA				
PARÁMETRO:	TEMPERATURA MÍNIMA MENSUAL (°C)						PERIODO:	1963-1998				
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1963												
1964	12.09	12.33	11.90	9.05	5.98	1.54	2.37	4.52	7.60	9.51	9.46	10.22
1965				2.88	-0.10	-1.81	-1.41	3.50	7.36	9.07	9.53	10.01
1966	8.90		8.11	6.09	5.53	2.09	1.83	4.63	6.57	8.41	9.03	9.15
1967	9.10	10.13	9.17	7.05	5.04	2.13	2.12	4.00	5.89	7.42	8.21	8.16
1968	8.53	8.95	7.59	5.02	1.71	1.41	1.42	5.04	5.67	7.99	8.24	8.76
1969	8.75	9.41	8.76	7.39	5.12	3.25	2.21	3.78	5.48	8.14	8.82	9.56
1970	9.57	9.66	8.49	8.17	4.80	3.27	2.46	2.91	3.73	5.83	8.37	
1971	9.22	8.84	8.24	5.82	2.44	2.10	1.29	3.41	6.32	7.12	8.02	7.69
1972	8.06	8.68	8.40	7.11	3.44	1.75	2.39	2.73	4.72	7.86	8.50	5.90
1973	5.11	5.21	5.26	4.26	2.56	2.13	1.01	2.09	2.08	1.93	3.07	2.74
1974	3.21	3.25	7.24	7.24	2.96	2.62	1.28	3.11	4.90	7.11	7.52	8.77
1975	8.26	8.56	8.76	6.42	4.99	2.30	0.76	2.82	5.92	6.80	8.87	8.50
1976	8.94	9.08	7.97	5.85	3.86	2.19	2.05	3.19	5.17	7.25	8.30	9.47
1977	9.38	9.35	9.13	6.81	4.28	1.19	2.29	2.99	5.21	4.91	6.00	6.80
1978	8.20	8.86	9.25	8.42	7.20	3.69	3.45	3.49	4.27	3.70	3.95	3.82
1979	3.77	3.84	3.96	3.65	2.26	2.48	2.43	2.86	2.93			
1980					4.59	1.49						
1981			8.90	6.59	4.73	2.14	1.38	3.05	5.27	6.39		
1987							1.15	3.24	5.72		8.53	8.25
1988	8.69	8.19	8.52	6.99	2.82	-0.07	-0.52	2.41	4.55			6.72
1989	7.35	5.79	5.50	4.71	1.74	-0.10	-1.40	1.25	4.74	4.64	4.62	6.09
1990	7.01	5.48	4.01	3.06	1.64	0.25	-1.36	0.74	3.49	5.70	6.11	6.01
1991	5.77	5.94	6.23	2.53	1.35	-1.31	-2.41	-2.06	0.83	5.15	5.91	4.73
1992	4.70	4.26	4.25	2.72	0.14	-1.04	-2.88	0.39	2.32	3.48	4.35	4.39
1993	4.57	4.19	3.40	2.53	0.47	-3.21	-2.24	-1.16	1.07	3.22	5.05	4.75
1994	4.09	4.22	3.66	2.80	-0.41	-3.16	-3.66	-2.71	7.14	8.38	9.81	10.11
1995	9.86	9.91	9.41	6.70	4.30	3.29	3.18	4.74	6.55	8.26	9.41	8.95
1996	9.44	9.24	9.00	7.19	5.04	1.89	1.09	4.37	6.67	7.23	8.76	9.44
1997		6.44	5.65	3.20	4.60	2.07	2.12	4.32	6.65	8.62	9.92	10.31
1998	10.56	11.30	9.83	8.27	4.83	3.93	2.82	5.79	6.37	7.08	8.87	
Nro. DATO	25.00	25.00	27.00	28.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	26.00	27.00	26.00
MEDIA	7.73	7.64	7.43	5.66	3.38	1.33	0.87	2.74	5.01	6.58	7.70	7.70
DESV. STI	2.33	2.55	2.23	2.06	1.98	1.90	1.96	2.03	1.81	1.98	2.05	2.28
C.V.	0.30	0.33	0.30	0.36	0.59	1.43	2.26	0.74	0.36	0.30	0.27	0.30
MIN	3.21	3.25	3.40	2.53	-0.41	-3.21	-3.66	-2.71	0.83	1.93	3.07	2.74
MAX	12.09	12.33	11.90	9.05	7.20	3.93	3.45	5.79	7.60	9.51	10.69	10.89

Tabla 105. *Temperatura mínima mensual – Estación Anta (1964-2018)*

UNIVERSIDAD CONTINENTAL													
FACULTAD DE INGENIERÍA													
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL													
"Determinación del impacto del aumento de temperatura generado por el cambio climático en la balance hídrico de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020"													
DATOS GENERALES DE LA ESTACIÓN													
NOMBRE:	ESTACIÓN ANTA						TIPO:	METEOROLÓGICA					
LATITUD:	13° 28' 6"						DEPARTAMENTO :	CUSCO					
LONGITUD:	71° 12' 57"						PROVINCIA :	ANTA					
ALTITUD:	3340						DISTRITO :	ZURITE					
PARÁMETRO:	TEMPERATURA MÍNIMA MENSUAL (°C)						PERIODO:	1964-2018					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1980	6.87	6.21	6.68	2.84	0.20	-2.29	-2.37	1.39	2.32	5.15	5.15	6.16	
1981	7.23	7.15	6.78	4.47	1.30	-1.10	-1.65	0.30	1.81	4.54	6.80	6.50	
1982	6.77	6.33											
1985	4.92	5.10	4.59	2.47	-5.82	-5.18	-7.16	-4.17	0.92	2.29	3.64	4.44	
1986	5.40	5.60	5.53	2.93	-2.46	-5.59	-4.71	-2.52	0.59	1.16	0.98	2.54	
1987	4.39	5.54	3.75	2.12	-2.94	-5.58	-6.21	-3.12	1.38	2.25	4.30	4.55	
1988	4.28	4.46	4.34	4.19	0.56	-3.49	-2.00	-3.73	2.23	3.60	3.41	3.47	
1989	3.82	4.25	3.76	3.31	1.72	-2.75	-3.26	-3.67	-0.83	2.50	2.75	3.24	
1990	4.05	3.09	2.37	-1.18	-1.75	-1.07	-5.55	-4.15	-2.33	1.72	4.31	4.16	
1991	4.46	3.59	3.80	2.87	-1.59	-2.83	-3.48	-2.91	-1.22	0.52		2.38	
1992	3.38	3.28	2.73	-0.30	-1.85	-1.43	-0.39	0.61	1.95	1.53	2.53	3.78	
1993	4.33	4.73	3.90	4.49	-2.93	-6.04	-4.56	-0.88	1.56	5.08	5.61	5.55	
1994	5.91	5.64	5.94	5.12	-0.05	-5.48	-6.72	-4.21	1.00	2.32	5.14	5.44	
1995	6.00	3.94	5.11	0.90	-3.13	-5.41	-4.73	-3.59	-0.85	2.33	3.02	4.68	
1996	5.01	5.84	3.63	3.21	-1.77	-5.95	-7.08	-2.05	0.42	3.37	5.14	5.40	
1997		5.43	4.82	1.51	-2.00	-6.75	-7.14	-2.45	0.61	2.56	4.62	5.73	
1998	6.38	6.65	5.79		-5.49	-5.01	-5.64	-0.81	-0.13	3.22	3.47	4.67	
1999	5.72	5.66	5.40	3.98	0.10	-6.26	-7.29	-3.72	-0.14	4.11	3.84	4.52	
2000	5.36	6.28	4.68	3.19	-0.96	-5.14	-4.61	-2.58	-1.78	3.28	0.85	5.10	
2001	5.32	5.71	5.89	2.97	-1.38	-5.20	-5.11	-3.73	3.56	5.99	5.97	5.60	
2002	5.41	5.39	5.19	3.88	-0.95	-2.54	0.86	-3.20	2.53	3.75	4.45	4.40	
2003	6.13	6.66	5.96	2.87	-0.52	-3.10	-5.21	-2.07	-1.03	0.89	2.75	5.00	
2004	5.82	6.66	4.45	2.71	-2.09	-3.46	-3.15	-3.07	1.01	4.39	5.00	5.40	
2005	5.49	6.48	5.89	2.63	-4.05	-6.55	-6.03	-3.81	-1.57	4.37	4.07	6.43	
2006	6.65	5.50	5.87	3.98	-3.65	-4.74	-7.07	-1.21	1.12	3.79	5.37	4.60	
2007	6.68	6.45	7.05	3.55	-0.85	-3.71	-4.03	-4.10	-1.68	2.15	3.71	5.68	
2008	7.58	5.82	4.86	2.21	-1.83	-4.87	-4.53	-1.69	0.64	4.85	4.84	6.29	
2009	6.40	5.99	5.23	3.05	-2.00	-5.19	-4.47	-2.47	-0.63	2.61	5.95	5.60	
2010	5.67	5.71	4.98	3.59	-0.07	-3.69	-3.64	-3.13	-0.17	2.97	3.52	4.89	
2011	5.20	5.65	5.62	4.22	-0.64	-4.13	-3.18	-3.91	3.00	3.82	5.02	5.15	
2012	5.42	5.68	5.06	3.69	-1.95	-3.77	-5.15	-3.83		3.67	4.79	6.73	
2013	5.32	6.74	6.16	1.81	-0.53	-2.58	-3.72	-1.67	-0.13	3.82	5.09	5.99	
2014	6.34	5.77	4.90	3.08	-0.47	-2.42	-3.71	-2.73	1.76	4.00	4.48	6.17	
2015	5.99	6.32	5.59	4.78	0.54	-1.82	-3.49	-1.61	1.67	2.86	5.12	5.82	
2016	6.45	7.89	6.18	3.09	-1.61	-3.56	-4.10	-1.52	0.94	4.22	3.47	5.60	
2017	6.73	5.82	7.11	4.95	1.36	-2.60	-3.36	-1.36	2.85	3.40	4.99	5.96	
2018	6.04	6.90	6.77	3.32	-1.23	-2.46	-3.05	0.19	1.37				
Nro.DATC	51.00	52.00	51.00	50.00	51.00	52.00	51.00	52.00	51.00	51.00	50.00	51.00	
MEDIA	5.84	5.88	5.49	3.43	-0.76	-3.41	-3.75	-1.87	1.07	3.40	4.45	5.28	
DESV.STD	0.95	1.07	1.13	1.40	1.82	1.77	1.90	1.61	1.62	1.17	1.25	1.00	
C.V.	0.16	0.18	0.21	0.41	-2.39	-0.52	-0.51	-0.86	1.51	0.34	0.28	0.19	
MIN	3.38	3.09	2.37	-1.18	-5.82	-6.75	-7.29	-4.21	-3.16	0.52	0.85	2.38	
MAX	7.58	7.89	7.79	6.14	2.63	-0.50	0.86	1.39	3.56	5.99	6.80	6.77	

Tabla 106. *Humedad relativa media mensual – Estación Urubamba (1965-2018)*

UNIVERSIDAD CONTINENTAL													
FACULTAD DE INGENIERÍA													
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL													
"Determinación del impacto del aumento de temperatura generado por el cambio climático en la balance hídrico de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020"													
DATOS GENERALES DE LA ESTACIÓN													
NOMBRE:	ESTACIÓN URUBAMBA						TIPO:	METEOROLÓGICA					
LATITUD:	13° 18' 18.6"						DEPARTAMENTO:	CUSCO					
LONGITUD:	71° 7' 28.4"						PROVINCIA:	URUBAMBA					
ALTITUD:	2850						DISTRITO:	URUBAMBA					
PARÁMETRO:	HUMEDAD RELATIVA (%)						PERIODO:	1965-2018					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1980	70.67	69.92	72.53	69.96	70.30	69.44	72.81	71.50	71.25	73.43	71.92	73.24	
1981	74.70	76.16	74.97	75.04	75.25	74.99	74.95	75.42	75.97	74.30	74.19	74.69	
1982	74.58	76.08	76.91	75.33	74.59	74.73	75.45	74.45	73.35	72.58	70.83	72.43	
1983	72.91	72.69		67.04	65.51	63.65	65.26	66.27	64.41	64.50	69.78	71.07	
1984	70.23	69.24	67.87	66.55	64.52	68.76	67.04	75.39	68.00	70.30			
1985						50.72	50.52	51.74	65.10	64.12	69.19	72.71	
1986	57.81	57.98	58.18	55.77	52.10	46.43	45.31	45.06	46.98	45.35	45.68	68.40	
1987	69.66	64.16	63.58	62.68	60.16	59.38	59.38	59.26	60.63	62.03	64.82	63.92	
1988	67.82	65.31	67.45	66.68	62.19	58.63	58.18	58.02	60.87	58.40	60.07	62.18	
1989	67.85	67.73	67.44	66.67	63.74	61.97	60.18	62.29	63.42	62.79	63.93	63.65	
1990	66.48	62.73	63.48	63.77	63.10	65.25	61.03	61.21	61.52	62.15	64.28	63.27	
1991	62.77	64.70	65.98	62.62	58.69	57.36	56.32	56.87	60.82	61.65	64.57	62.13	
1992	64.76	64.14	63.73	63.08	60.00	63.65	60.82	62.68	61.82	63.65	63.45	63.94	
1993	67.42	66.55	65.73	66.03	61.63	59.18	60.61	61.56	63.22	63.37	65.98	67.06	
1994	68.94	67.98	67.68	66.38	61.87	60.36	58.32	58.61	62.48	61.45	62.75	65.95	
1995	66.32	65.34	67.56	62.95	59.24	59.45	59.74	56.95	62.28	59.85	64.22	64.18	
1996	68.60	67.38	66.32	65.92	61.90	59.03	59.82	63.63	62.10	62.60	63.03	66.08	
1997	67.05	68.21	66.29	63.35	60.87	58.53	58.45	61.89	63.38	60.61	63.23	64.95	
1998	65.85	65.57	64.23	62.23	57.55	60.65	57.68	59.70	59.18	66.66	62.97	64.29	
1999	66.23	69.66	70.05	65.98	62.39	58.97	59.82	58.26	62.28	60.74	59.92	64.08	
2000	66.77	67.03	67.47	61.73	59.34	57.67	55.37	57.24	58.23	58.31	55.04	63.62	
2001	70.77	69.43	69.28	66.81	63.80	59.83	61.31	55.54	54.93	56.53	60.64	59.43	
2002	63.23	63.24	62.28	61.98	68.37	65.75	68.16	65.69	65.62	67.71	67.45	68.53	
2003	69.79	68.48	68.95	65.15	64.50	62.18	62.89	64.73	64.30	64.69	63.75	68.65	
2004	69.53	69.45	68.35	66.35	63.94	66.42	65.58	66.03	67.55	67.40	67.67	68.15	
2005	67.76	69.20	68.65	66.00		62.72	64.23	63.79	67.12	69.26	68.75	70.90	
2006	77.41	74.01	76.42	74.30	64.49	67.42	61.95	67.40	64.16	67.42	73.07	78.63	
2007	71.90	75.43	76.05	74.29	68.83	64.64	68.56	64.19	67.42	68.85	62.92	69.73	
2008	83.18	79.65	81.90	76.14	72.02	69.62	69.10		68.06	72.35	73.86	81.28	
2009	83.46	84.87	83.55	75.77	71.72	70.12	72.19	66.55	67.93	63.60	73.00	77.25	
2010	81.94	77.52	81.82	84.92	83.68	75.66	62.95	64.37	64.22	66.03	73.24	87.23	
2011	87.68	88.95	89.39	85.47	83.63	80.82	80.36	77.02	79.53	78.49	78.01	83.73	
2012	83.65	67.76	60.16	61.91	55.37	59.39	76.17	73.75	75.43	49.47	80.69	85.68	
2013	59.60	85.91	84.64	81.27	78.53		76.61	74.82	69.93	74.78	78.24	83.35	
2014	83.44	80.82	77.15	71.62	70.14	63.15	62.08	57.96	60.01	62.23	61.36	71.15	
2015	74.35	73.05	70.39	72.65	69.93	66.45	63.70	61.91	61.11	62.52	63.92	69.65	
2016	69.63	76.87	70.66	68.21	61.09	62.55	61.43	59.32	56.67	64.66	60.85	69.00	
2017	71.76	71.64	73.00	71.66	68.76	62.47	61.48	59.72	63.07	61.73	67.18	70.22	
2018	76.90	71.08	70.44	65.38	58.26	64.90	62.27	62.02	57.00				
Nro. DATO	52.00	51.00	51.00	51.00	51.00	53.00	54.00	52.00	54.00	53.00	52.00	51.00	
MEDIA	71.77	72.01	71.39	69.46	66.70	64.57	64.26	63.75	64.46	64.53	66.42	70.45	
DESV. STD	6.23	6.38	6.31	6.24	7.09	6.51	6.86	6.26	5.53	5.86	6.06	6.35	
C.V.	0.09	0.09	0.09	0.09	0.11	0.10	0.11	0.10	0.09	0.09	0.09	0.09	
MIN	57.81	57.98	58.18	55.77	52.10	46.43	45.31	45.06	46.98	45.35	45.68	59.43	
MAX	87.68	88.95	89.39	85.47	85.81	82.79	80.36	77.02	79.53	78.49	80.69	87.23	

Tabla 107. *Humedad relativa media mensual – Estación Pisac (1997-2018)*

UNIVERSIDAD CONTINENTAL													
FACULTAD DE INGENIERÍA													
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL													
"Determinación del impacto del aumento de temperatura generado por el cambio climático en la balance hídrico de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020"													
DATOS GENERALES DE LA ESTACIÓN													
NOMBRE:	ESTACIÓN PISAC						TIPO:	METEOROLÓGICA					
LATITUD:	13° 24' 57"						DEPARTAMENTO :	CUSCO					
LONGITUD:	71° 51' 3"						PROVINCIA :	CALCA					
ALTITUD:	2950						DISTRITO :	PISAC					
PARÁMETRO:	HUMEDAD RELATIVA MENSUAL (%)						PERIODO:	1997-2018					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1997			77.60	75.21	71.45	65.94	66.57	68.54	63.10	63.41	62.56	68.95	
1998	70.26	71.33	67.83	63.76	58.02	65.15	58.42	57.17	55.54	61.52	68.98	66.71	
1999	74.19	74.59	79.20	74.84	77.34	64.00	64.54	57.11	74.58	60.64	61.44	66.52	
2000	78.42	74.69	72.52	61.12	65.41	58.82	60.41	60.19	56.06	60.49	56.78	61.85	
2001	74.56	70.67	71.46	64.69	63.49	61.24	61.52	58.75	63.03	66.03	64.17	65.57	
2002	66.09	76.26	70.57	72.84	64.71	60.16	64.56	60.63	57.69	60.75	63.22	70.57	
2003	68.27	70.94	74.35	67.06	63.33	59.56	60.55	63.56	62.45	71.82	67.53	77.50	
2004	73.62	71.09	68.98	67.17	55.51	60.39	59.91	95.59	62.18	60.01	61.85	63.56	
2005	67.26	75.84	66.23	61.22	55.63	59.33	56.47	58.65	60.38	65.60	61.02	65.78	
2006	70.82	69.36	71.28	67.43	55.59	63.30	56.82	58.15	63.12	66.68	67.31	70.54	
2007	69.20	72.15	76.67	74.29	66.52	59.68	64.29	66.22	65.84	70.13	61.81	70.64	
2008	77.29	74.74	81.71	85.60	85.75	83.88	78.93	70.73	69.24	70.59	66.17	71.74	
2009	73.87	73.39	72.61	69.55	69.57	67.47	69.12	67.54	68.18	63.50	68.34	73.00	
2010	76.32	77.36	75.22	73.10	68.85	69.10	66.91	67.61	68.64	68.86	68.01	72.36	
2011	74.01	80.27		74.86	71.54	70.61	72.95	70.78	72.33	69.87	67.81	72.47	
2012	73.75	77.56	76.00	75.34	61.79	71.80	72.76	72.62	72.16	67.21	68.56	74.32	
2013	72.88	73.79	72.61	67.82	69.05	72.27	70.11	70.39	69.37	70.11	68.54	73.45	
2014	71.42	74.15	71.41	70.65	71.11	71.21	71.04	73.14	71.56	75.51	82.70	81.35	
2015	79.66	82.74	81.61	82.21	77.97	81.14	84.55	82.85	79.47	80.22	82.03		
2016	84.57	83.48		83.98	83.71	81.23	82.61	79.92	80.17	64.90	60.61	69.49	
2017	70.08	73.70	75.15	79.01	77.06	67.68	66.87	66.80	68.03	64.46	63.78	65.30	
2018	69.05	72.76	72.76	70.44	71.01	73.28	72.36	70.56	66.16				
Nro. DATOS	21.00	21.00	20.00	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	21.00	21.00	20.00	
MEDIA	73.12	74.80	73.79	71.92	68.38	67.60	67.38	68.07	66.79	66.78	66.34	70.08	
DES. STD	4.47	3.80	4.19	6.83	8.56	7.53	7.84	9.37	6.73	5.26	6.30	4.77	
C.V.	0.06	0.05	0.06	0.09	0.13	0.11	0.12	0.14	0.10	0.08	0.09	0.07	
MIN	66.09	69.36	66.23	61.12	55.51	58.82	56.47	57.11	55.54	60.01	56.78	61.85	
MAX	84.57	83.48	81.71	85.60	85.75	83.88	84.55	95.59	80.17	80.22	82.70	81.35	

Tabla 108. *Humedad relativa media mensual – Estación Calca (1965-1998)*

UNIVERSIDAD CONTINENTAL													
FACULTAD DE INGENIERÍA													
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL													
"Determinación del impacto del aumento de temperatura generado por el cambio climático en la balance hídrico de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020"													
DATOS GENERALES DE LA ESTACIÓN													
NOMBRE:	ESTACIÓN CALCA						TIPO:	METEOROLÓGICA					
LATITUD:	13° 20' 0"						DEPARTAMENTO :	CUSCO					
LONGITUD:	71° 57' 0"						PROVINCIA :	CALCA					
ALTITUD:	2926						DISTRITO :	CALCA					
PARÁMETRO:	HUMEDAD RELATIVA (%)						PERIODO:	1965-1998					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1965					55.89	51.54	59.63	56.13	61.40	77.59	76.30	82.63	
1966	82.47	84.53	82.00	82.43	84.72	80.45	78.52	72.96	81.98	87.30	85.14	88.97	
1967	89.54	93.19	93.47	93.47	93.36	90.65	92.81	80.22	57.11	58.57	54.30	60.80	
1968	64.48	70.34	64.81	59.88	55.46	55.04	57.35	54.79	50.79	53.86	59.55	58.38	
1969	65.55	70.27	64.28	59.98	52.84	51.36	53.69	45.15	49.17	49.50	50.88	60.08	
1970	65.25	64.50	63.84	70.06	60.24	53.10	52.06	50.79	53.21	53.39	58.47		
1971	70.45	70.85	67.76	63.98	59.65	55.41	48.75	45.50	59.62	52.43	49.30	66.45	
1972	67.84	65.47	67.63	62.69	54.73	58.63	51.60	56.42	60.36	59.03	61.74	67.09	
1973	71.07	68.87	68.53	63.62	59.43	53.74	46.70	55.06	56.02	58.19	60.63	64.87	
1974	70.75	73.96	67.76	64.99	56.90	56.46	50.16	59.54	52.82	55.32	52.84	63.15	
1975	68.06	72.61	69.96	66.15	65.97	58.00	50.66	54.29	55.15	58.26	61.51	64.61	
1976	71.19	67.51	69.02	64.26	61.45	59.15	52.93	55.03	57.91	51.43	54.18	60.39	
1977	66.47	70.23	69.96	67.33	63.45	59.75	58.27	58.83	59.19	58.68	61.30	63.78	
1978	70.23	72.79	75.93	71.98	73.31	75.38	77.37	82.16	84.07	80.04	83.56	81.67	
1979	83.87	83.31	83.95	82.94	85.21	85.88	85.71	83.58	84.68				
1980					62.05	56.13							
1981			76.18	77.68	66.64		53.13	56.25	56.43	58.66			
1987							60.21	57.63	57.67		73.70	73.89	
1988	80.79	77.18	78.75	82.30	80.93	66.45	68.70	66.48	67.83			60.94	
1989	64.50	58.64	59.27	65.90	61.59	64.11	69.26	64.26	60.69	59.81	60.38	66.21	
1990	69.18	63.84	63.19	63.75	67.92	68.87	65.63	78.11	75.51	71.04	67.17	70.31	
1991	74.20	72.90	72.91	70.05	69.71	69.16	69.01	69.76	68.82	69.89	71.34	71.50	
1992	73.62	73.68	72.70	71.47	70.77	72.30	71.50	61.96	61.06	69.78	68.67	68.49	
1993	74.88	77.88	80.32	79.62	67.27	60.48	62.86	66.67	65.30	66.21	73.16	77.17	
1994	79.52	79.58	82.35	80.30	68.15	64.61	56.45	55.93	59.10	62.94	64.00	70.55	
1995	71.57	73.43	73.42	64.59	56.88	54.76	57.74	52.88	58.06	57.76	59.44	60.56	
1996	72.45	71.32	68.53	67.13	67.28	58.02	57.49	60.24	56.19	58.25	59.74	68.02	
1997		69.77	69.52	63.29	60.04	61.63	55.68	58.76	55.27	59.09	61.13	65.11	
1998	68.44	73.23	67.16	58.68	59.98	65.84	63.72	69.22	68.82	73.00	73.93	75.53	
Nro. DATO	24.00	25.00	26.00	26.00	28.00	27.00	28.00	28.00	28.00	25.00	25.00	25.00	
MEDIA	72.35	72.80	72.05	69.94	65.78	63.22	61.70	61.74	61.94	62.40	64.09	68.45	
DESV. STD	6.59	7.18	7.76	8.87	10.04	10.30	11.45	10.36	9.56	9.60	9.55	7.86	
C.V.	0.09	0.10	0.11	0.13	0.15	0.16	0.19	0.17	0.15	0.15	0.15	0.11	
MIN	64.48	58.64	59.27	58.68	52.84	51.36	46.70	45.15	49.17	49.50	49.30	58.38	
MAX	89.54	93.19	93.47	93.47	93.36	90.65	92.81	83.58	84.68	87.30	85.14	88.97	

Tabla 109. *Humedad relativa media mensual – Estación Anta (1965-2018)*

UNIVERSIDAD CONTINENTAL													
FACULTAD DE INGENIERÍA													
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL													
"Determinación del impacto del aumento de temperatura generado por el cambio climático en el balance hídrico de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020"													
DATOS GENERALES DE LA ESTACIÓN													
NOMBRE:	ESTACIÓN ANTA						TIPO:	METEOROLÓGICA					
LATITUD:	13° 28' 6"						DEPARTAMENTO:	CUSCO					
LONGITUD:	71° 12' 57"						PROVINCIA:	ANTA					
ALTITUD:	3340						DISTRITO:	ZURITE					
PARÁMETRO:	HUMEDAD RELATIVA (%)						PERIODO:	1965-2018					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1980	73.80	72.48	73.95	69.35	70.79	63.56	64.99	65.01	65.44	71.05	68.61	66.50	
1981	74.22	76.55	74.54	72.13	67.52	61.50	60.76	63.30	59.81	66.10	71.38	74.70	
1982	78.10	82.77											
1984											97.80		
1985								49.74	62.32	66.55	69.66	71.20	
1986	71.59	72.31	71.82	69.54	67.12	67.28	66.10	65.34	67.34	67.88	67.59	68.45	
1987	70.98	70.12	68.80	65.94	63.05	65.22	64.79	59.06	58.15	55.12	56.88	57.93	
1988	59.81	63.04	64.90	63.68	59.35	51.40	52.45	54.19	61.53	63.74	60.28	63.12	
1989	65.76	64.79	67.43	65.31	63.79	53.50	60.71	59.72	62.65	65.49	65.76	66.70	
1990	68.14	67.25	65.44	63.17	62.95	63.25	61.27	57.72	58.39	63.00	66.49	65.95	
1991	65.86	66.96	67.24	65.93	60.20	57.82	55.96	56.48	58.71	61.97		63.55	
1992	64.66	65.53	67.23	59.83	58.14	57.71	57.99	62.23	61.51	59.90	61.84	62.65	
1993	65.41	66.34	65.38	64.03	55.36	63.04	57.93	60.85	62.88	67.41	67.34	68.67	
1994	71.55	69.70	68.84	65.59	62.83	67.23	68.70	65.18	65.11	66.03	66.28	67.05	
1995	66.28	65.05	70.48	68.18	68.61	68.30	68.24	64.24	65.13	64.97	65.51	67.64	
1996	70.77	71.82	69.91	69.38	68.21	69.63	67.20	68.81	71.49	73.36	73.58	76.42	
1997		77.89	76.11	72.66	69.69	66.02	64.49	71.51	69.68	68.33	72.06	74.16	
1998	73.45	74.09	73.27		67.56	66.99	65.12	68.46	68.65	70.99	68.83	69.58	
1999	73.32	77.85	73.31	71.34	66.27	64.89	70.42	65.33	68.74	69.88	67.32	74.79	
2000	79.00	79.83	77.78	68.49	68.49	68.38	67.84	66.52	67.34	69.72	66.13	70.93	
2001	78.32	77.01	77.05	68.04	67.88	65.69	66.50	71.40	67.50	71.05	69.19	70.14	
2002	70.58	77.49	74.93	69.91	67.55	65.86	71.80	68.95	68.93	71.49	72.54	73.86	
2003	74.64	75.76	78.23	71.41	66.27	66.56	68.14	68.77	67.73	66.84	67.74	73.97	
2004	77.23	75.38	75.74	76.13	72.45	84.23	90.14	83.29	74.55	75.74	78.79	84.98	
2005	87.33	88.12	86.44	87.40	85.88	89.40	90.14	85.44	86.67	82.47	75.80	76.29	
2006	81.27	81.06	80.56	85.31	88.59	90.28	89.20	85.31	81.92	85.30	88.73	89.88	
2007	90.00	81.16	81.27	78.78	76.20	74.73	75.90	72.43	76.90	75.07	77.07	81.98	
2008	92.33	90.40	90.42	90.10	92.58	89.18	90.61	89.77	87.00	89.74	89.27	91.39	
2009	89.33	89.35	81.02	68.95	64.92	62.73	63.57	60.66	64.25	68.16	72.26		
2010	71.78	71.11	69.07	72.29	71.13	75.82	76.79	74.89	74.47	76.10	73.79	75.85	
2011	75.76	79.16	75.98	75.83	77.28		81.45	78.11	78.64	74.37	71.34	77.05	
2012	75.63	78.48	78.22	78.11	74.43	80.56	80.27	74.02	75.92	69.48	72.70	79.44	
2013	82.90	85.87	81.10	80.90	76.34	75.68	86.75	70.57	75.76	84.04	72.67	74.30	
2014	77.43	83.81	77.03	62.86	74.58	65.48	65.96	62.95	72.16	66.13	64.56	73.64	
2015	77.84	76.73	77.19	79.23	76.33	70.60	67.21	66.85	67.36	67.44	71.16	76.47	
2016	75.07	80.88	77.39	76.84	71.52	67.65	66.49	65.26	63.45	71.24	63.17	72.00	
2017	77.61	77.17	84.61	83.83	83.40	71.10	70.37	70.75	74.42	72.49	74.92	79.75	
2018	82.52	80.79	83.61	82.21	75.47	78.26	74.18	74.79	68.62				
Nro.DATC	49.00	50.00	49.00	48.00	49.00	48.00	49.00	51.00	51.00	50.00	50.00	49.00	
MEDIA	76.31	77.11	76.46	74.18	71.48	69.56	69.99	68.02	68.96	70.11	71.58	74.08	
DESV.STD	7.07	6.52	5.97	7.19	7.45	8.37	8.94	7.90	6.67	7.18	7.18	6.71	
C.V.	0.09	0.08	0.08	0.10	0.10	0.12	0.13	0.12	0.10	0.10	0.10	0.09	
MIN	59.81	63.04	64.90	59.83	55.36	51.40	52.45	49.74	58.15	55.12	56.88	57.93	
MAX	92.33	90.40	90.42	90.10	92.58	90.28	90.61	89.77	87.00	89.74	97.80	91.39	

Tabla 110. *Humedad relativa media mensual – Estación Urubamba (1984-2018)*

UNIVERSIDAD CONTINENTAL													
FACULTAD DE INGENIERÍA													
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL													
"Determinación del impacto del aumento de temperatura generado por el cambio climático en la balance hídrico de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020"													
DATOS GENERALES DE LA ESTACIÓN													
NOMBRE:	ESTACIÓN URUBAMBA						TIPO:	METEOROLÓGICA					
LATITUD:	13° 18' 18.6"						DEPARTAMENTO:	CUSCO					
LONGITUD:	71° 7' 28.4"						PROVINCIA:	URUBAMBA					
ALTITUD:	2850						DISTRITO:	URUBAMBA					
PARÁMETRO:	HORAS SOL MENSUAL						PERIODO:	1984-2018					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1984									271.10	182.30			
1985						215.20	237.90	198.60	161.90	169.50	166.00	128.30	
1986	140.10	105.80	119.30	145.10	222.30	243.30	240.30	230.80	199.50	236.80	230.10	158.80	
1987	145.30	187.10	201.80	192.00	229.70	196.00	247.40	236.30	222.60	204.10	168.30	182.00	
1988	121.40	188.00	115.70	129.90	222.00	251.00	261.00	259.20	229.00	224.90	203.70	171.80	
1989	116.20	138.80	145.10	161.40	211.30	201.60	244.10	221.10	203.60	200.70	189.30	170.00	
1990	183.10	188.50	195.60	188.30	206.80	158.10	255.80	258.10	230.10	168.30	166.60	131.00	
1991	168.10	179.80	144.90	182.10	224.70	231.50	252.90	228.70	172.50	188.70	144.20	186.00	
1992	167.70	152.90	188.70	219.60	248.00	191.00	244.50	211.00	228.70	202.70	199.00	148.60	
1993	121.50	158.60	156.60	143.10	230.60	246.40	247.80	230.00	204.40	190.30	156.50	141.50	
1994	127.50	151.50	182.20	159.80	231.40	242.90	259.40	267.70	211.70	216.20	197.40	161.80	
1995	173.50	152.50	161.90	212.40	235.10	213.90	221.00	270.60	234.00	241.80	216.80	210.30	
1996	163.20	185.00	189.20	185.60	240.20	262.20	253.60	217.50	239.80	256.60	170.70	186.90	
1997	152.80		163.30	222.10	256.00	276.50	279.20	242.10	219.90	244.20	226.40	187.20	
1998	191.70	179.40	203.50	178.60	277.80	215.70	275.40	271.60	257.20	225.40	187.20	176.20	
1999	180.10	127.70	138.20	193.90	217.70	249.10	239.50	276.70	191.30	205.50	215.30	140.20	
2000	147.30	147.10	144.80	188.30	209.80	207.10	214.30	221.80	223.10	200.00	222.00	199.90	
2001	126.80	127.90	164.00	197.60	202.90	229.70	227.80	247.20	228.50	194.90	184.30	184.00	
2002	180.20	100.20	154.50	160.20	216.90	199.40	191.00	240.60	208.40	183.80	188.30	140.00	
2003	139.00	148.70	146.40	204.40	220.20	226.60	263.40	237.10	240.10	243.60	231.20	148.20	
2004	160.60	168.60	179.20	202.20	247.50	201.70	213.30	219.10	203.30	203.10	197.10	177.30	
2005	184.70	178.00	194.90	226.80	278.30	251.60	268.80	262.90	220.80	182.00	198.10	156.50	
2006	140.00	179.40	172.50	185.50	265.20	211.10	260.70	239.00	233.30	199.30	160.90	140.70	
2007	155.00	118.30	148.50	184.20	215.70	250.00	234.00	282.20	195.60	185.90	172.80	166.30	
2008	97.60	122.10	154.70	199.30	238.30	238.20	259.40	243.90	248.60	196.60	204.40	148.20	
2009	131.00	140.20	167.00	196.60	231.00	251.40	235.60	264.10	233.90	214.30	153.20	122.40	
2010	136.30	121.50	170.00	184.60	209.50	239.70	171.80				96.40	133.60	
2011	140.00	99.20	125.30	167.70	226.50	224.60	236.50	245.70	209.50	195.80	198.10	125.40	
2012	142.80	96.80	174.80	156.90	228.80	226.40	254.10	236.80	224.60	209.30	164.40	109.00	
2013	116.80	92.90	145.50	111.16	207.20		222.60	198.50	247.50	153.32	194.60	108.50	
2014	120.50	121.60	162.50	161.20	204.30	226.70	231.40	239.50	179.30	213.90	182.70	155.80	
2015	149.50	149.70	170.10	132.60	199.70	223.00	251.60	244.70	230.60	195.80	176.70	158.60	
2016	175.60	132.70	211.90	186.20	241.50	212.80	251.30	229.90	225.40	181.70	211.80	139.80	
2017	139.70	118.90	139.70	136.90		204.40	247.90		190.20	201.80	146.10	117.40	
2018	132.20	101.60	139.50	167.70	235.40	189.00	202.80	218.50					
Nro. DATO	33.00	32.00	33.00	33.00	32.00	33.00	34.00	32.00	33.00	33.00	33.00	33.00	
MEDIA	147.51	142.53	162.78	177.70	229.13	224.48	241.12	240.36	218.79	203.43	185.47	154.92	
DESV. STI	23.60	30.54	24.48	28.14	20.35	24.87	23.22	21.68	24.05	23.51	28.96	26.15	
C.V.	0.16	0.21	0.15	0.16	0.09	0.11	0.10	0.09	0.11	0.12	0.16	0.17	
MIN	97.60	92.90	115.70	111.16	199.70	158.10	171.80	198.50	161.90	153.32	96.40	108.50	
MAX	191.70	188.50	211.90	226.80	278.30	276.50	279.20	282.20	271.10	256.60	231.20	210.30	

Tabla 111. *Humedad relativa media mensual – Estación Anta (2014-2018)*

UNIVERSIDAD CONTINENTAL													
FACULTAD DE INGENIERÍA													
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL													
"Determinación del impacto del aumento de temperatura generado por el cambio climático en la balance hídrico de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020"													
DATOS GENERALES DE LA ESTACIÓN													
NOMBRE:	ESTACIÓN ANTA						TIPO:	METEOROLÓGICA					
LATITUD:	13° 28' 6"						DEPARTAMENTO :	CUSCO					
LONGITUD:	71° 12' 57"						PROVINCIA :	ANTA					
ALTITUD:	3340						DISTRITO :	ZURITE					
PARÁMETRO:	HORAS SOL						PERIODO:	2014-2018					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
2014										202.70	185.00	128.00	
2015	149.50	158.00	156.20		168.40	200.90	232.30	204.50	182.60	188.30	194.30	178.50	
2016	192.70	146.80	208.70	171.00	234.80	222.30	244.50	226.00	209.10	188.70	232.40	191.40	
2017	165.10	139.00	143.70	143.90	151.10	187.30	239.50	223.40	176.30	169.60	145.60	134.90	
2018	150.10	119.00	132.10										
Nro.DATOS	4.00	4.00	4.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	
MEDIA	164.35	140.70	160.18	157.45	184.77	203.50	238.77	217.97	189.33	187.33	189.33	158.20	
DESV.STD	20.23	16.43	33.81	19.16	44.19	17.64	6.13	11.73	17.41	13.58	35.64	31.46	
C.V.	0.12	0.12	0.21	0.12	0.24	0.09	0.03	0.05	0.09	0.07	0.19	0.20	
MIN	149.50	119.00	132.10	143.90	151.10	187.30	232.30	204.50	176.30	169.60	145.60	128.00	
MAX	192.70	158.00	208.70	171.00	234.80	222.30	244.50	226.00	209.10	202.70	232.40	191.40	

Tabla 112. *Velocidad de viento media mensual – Estación Urubamba (1982-2018)*

UNIVERSIDAD CONTINENTAL													
FACULTAD DE INGENIERÍA													
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL													
"Determinación del impacto del aumento de temperatura generado por el cambio climático en la balance hídrico de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020"													
DATOS GENERALES DE LA ESTACIÓN													
NOMBRE:	ESTACIÓN URUBAMBA						TIPO:	METEOROLÓGICA					
LATITUD:	13° 18' 18.6"						DEPARTAMENTO:	CUSCO					
LONGITUD:	71° 7' 28.4"						PROVINCIA:	URUBAMBA					
ALTITUD:	2850						DISTRITO:	URUBAMBA					
PARÁMETRO:	VELOCIDAD MEDIA DE VIENTO (m/s)						PERIODO:	1982-2018					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1982	1.30	1.30	1.00	0.90	0.90	1.00	0.80	1.40	0.40	0.50	0.80	0.80	
1983	0.70	0.50	0.70	0.70	0.90	1.10	0.60	1.30	0.80	1.20	1.20	1.20	
1984	0.80	1.20	0.80	0.90	1.20		1.10	1.50	2.00	1.70			
1985								1.00	1.50	1.30	1.00	0.70	
1986	0.50	0.30	0.20	0.50	0.10	0.30	0.70	0.50	1.50	1.30	1.00	0.30	
1987	0.30	0.10	0.40	0.50	0.50	0.70	0.20	0.40	1.50	0.70	0.60	0.60	
1988	0.40	0.30	0.10	0.10	0.20	0.20	0.10	0.20	1.00	0.50	0.60	0.30	
1989	0.30	0.30	0.10	0.30	0.20	0.20	0.40	0.60	1.00	0.70	0.60	0.60	
1990	0.40	0.40	0.30	0.30	0.50	0.20	0.70	0.70	1.00	0.80	0.50	0.50	
1991	0.40	0.40	0.20	0.30	0.20	0.20	0.20	0.30	0.80	1.10	0.80	0.80	
1992	0.40	0.40	0.50	0.60	0.60	0.60	0.60	0.80	1.50	1.00	1.00	0.50	
1993	0.30	0.30	0.40	0.50	0.50	0.30	1.00	0.80	1.10	0.90	0.80	0.40	
1994	0.40	0.50	0.60	0.50	0.40	0.30	0.30	0.40	1.10	0.80	1.00	0.40	
1995	0.40	0.20	0.40	0.40	0.20	0.20	0.50	0.70	1.70	1.60	0.70	0.60	
1996	0.70	0.60	0.60	0.30	0.40	0.70	1.10	0.90	1.90	1.70	0.90	0.80	
1997	0.40	0.60	0.40	0.60	0.60	0.70	0.90	1.30	1.20	1.40	1.10	1.40	
1998	1.10	0.90	0.80	0.70	0.80	0.50	1.00	1.60	2.60	1.60	1.50	0.90	
1999	0.50	0.30	0.40	0.50	0.40	0.30	0.90	1.30	1.50	1.50	1.30	0.80	
2000	0.70	0.70	0.50	0.60	0.30	0.40	0.90	1.30	1.50	1.20	1.40	0.60	
2001	0.50	0.30	0.50	0.40	0.50	0.50	0.50	0.90	1.50	1.30	0.70	0.90	
2002	0.50	0.40	0.50	0.50	0.50	0.30	0.70	1.10	1.50	1.20	0.90	0.50	
2003	0.40	0.50	0.50	0.50	0.70	0.40	0.90	1.20	1.70	1.60	1.70	0.80	
2004	0.60	0.50	0.50	0.90	0.60	0.30	0.40	1.40	1.30	1.30	1.50	1.00	
2005	0.90	0.60	0.60	0.80		0.70	0.90	1.60	2.10	1.80	1.20	1.10	
2006	0.70	0.90	0.60	0.60	0.50	0.70	1.10	1.60	2.20	1.30	1.00	0.70	
2007	0.90	0.60	0.70	0.80	0.80	0.50	1.30	1.70	1.60	1.50	1.10	1.00	
2008	0.40	0.80	0.60	0.80	0.50	0.40	0.80	1.40	1.60	1.30	1.00	0.90	
2009	0.60	0.40	0.80	0.70	0.60	0.40	1.10	1.20	1.70	1.80	0.90	1.20	
2010	1.00	0.40	0.60	0.90	0.90	0.80	0.80	1.50	1.80	1.30	1.70	1.00	
2011	0.70	0.70	0.60	0.70	0.50	0.80	0.50	1.30	1.50	1.30	1.20		
2012	0.60	0.60	1.00	0.80	0.70	0.80		1.20	1.40	1.50	1.20		
2013	0.40	0.60	0.80	0.60	0.70		0.60	0.90	1.50	1.00	0.60	0.80	
2014	0.40	1.00	0.90	1.10	0.90	0.90	1.00						
2015													
2016												1.10	
2017	0.60	0.50	1.10	0.50	0.60	1.00	1.00	1.60	1.40	1.60	1.30	1.00	
2018	0.60	0.60	0.90	0.90	1.10	0.90	0.80	1.60	1.10				
Nro. DATO	34.00	34.00	34.00	34.00	33.00	32.00	33.00	34.00	34.00	33.00	32.00	31.00	
MEDIA	0.58	0.55	0.58	0.61	0.58	0.54	0.74	1.09	1.46	1.25	1.03	0.78	
DESV. STD	0.24	0.27	0.25	0.22	0.26	0.27	0.30	0.43	0.43	0.36	0.32	0.28	
C.V.	0.41	0.49	0.44	0.37	0.46	0.51	0.41	0.39	0.30	0.29	0.31	0.36	
MIN	0.30	0.10	0.10	0.10	0.10	0.20	0.10	0.20	0.40	0.50	0.50	0.30	
MAX	1.30	1.30	1.10	1.10	1.20	1.10	1.30	1.70	2.60	1.80	1.70	1.40	

Tabla 113. *Velocidad de viento media mensual – Estación Pisac (2000-2018)*

UNIVERSIDAD CONTINENTAL													
FACULTAD DE INGENIERÍA													
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL													
"Determinación del impacto del aumento de temperatura generado por el cambio climático en la balance hídrico de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020"													
DATOS GENERALES DE LA ESTACIÓN													
NOMBRE:	ESTACIÓN PISAC						TIPO:	METEOROLÓGICA					
LATITUD:	13° 24' 57"						DEPARTAMENTO :	CUSCO					
LONGITUD:	71° 51' 3"						PROVINCIA :	CALCA					
ALTITUD:	2950						DISTRITO :	PISAC					
PARÁMETRO:	VELOCIDAD DE VIENTO (m/s)						PERIODO:	2000-2018					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
2000	1.10	1.50	1.00	1.80	0.60	0.40	0.70	1.20	1.90	0.00	0.00	0.00	
2001	0.00	0.00	0.00	0.60	0.60	0.90	0.70	2.20	2.00	1.50	0.90	0.80	
2002	1.30	0.40	1.70	1.40	1.10	0.80	1.10	1.10	1.70	0.70	0.40	0.40	
2003	0.70	0.60	0.50	0.70	0.60	0.40	0.80	1.20	1.30	1.90	1.50	0.90	
2004	1.00	0.70	0.60	0.60	0.30	0.80	0.40	1.30	1.40	1.40	1.40	0.80	
2005	0.50	0.70	1.30	1.70	1.40	1.10	0.90	2.10	2.10	1.40	2.10	1.60	
2006	0.90	1.40	0.60	0.60	0.60	0.50	0.80	1.10	1.90	1.40	0.80	0.60	
2007	0.70	2.20	0.80	0.80	0.40	0.80	0.60	2.20	2.50	1.20	1.60	1.50	
2008	1.30	2.20		0.80	0.70	0.50	0.50	1.00	1.40	0.90	1.20	0.70	
2009	0.70	0.20	0.50	0.70	0.30	0.10	0.30	0.90	1.40	1.30	0.50	0.30	
2010	0.10	0.20	0.30	0.40	0.10	0.20	0.20	0.40	0.40	0.40	0.80	0.10	
2011	0.30	0.10	0.00	0.10	0.10	0.00	0.00	0.30	0.40	0.80	0.70	0.40	
2012	0.30	0.10	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.20	0.50	0.00	0.00	
2013	0.10	0.20	0.10	0.30	0.20						0.70	0.10	
2014	0.20	0.40	0.50	0.40	0.30	0.50							
2015									1.70				
2016				1.50								1.90	
2017	2.50	3.50	2.10	2.40	1.30	2.00	2.70	3.10	4.20	3.40			
2018	2.50	4.30	2.80	3.00	2.60	2.40	4.60	2.30	4.40				
Nro. DATOS	17.00	17.00	16.00	18.00	17.00	16.00	15.00	15.00	16.00	14.00	14.00	15.00	
MEDIA	0.84	1.10	0.81	1.00	0.66	0.72	0.96	1.37	1.81	1.20	0.90	0.67	
DESV. STI	0.75	1.27	0.80	0.80	0.64	0.66	1.19	0.85	1.17	0.81	0.61	0.60	
C.V.	0.90	1.16	0.98	0.80	0.96	0.92	1.24	0.62	0.65	0.68	0.67	0.89	
MIN	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	0.00	0.00	0.10	0.20	0.00	0.00	0.00	
MAX	2.50	4.30	2.80	3.00	2.60	2.40	4.60	3.10	4.40	3.40	2.10	1.90	

Tabla 114. *Velocidad de viento media mensual – Estación Anta (1965-2018)*

UNIVERSIDAD CONTINENTAL													
FACULTAD DE INGENIERÍA													
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL													
"Determinación del impacto del aumento de temperatura generado por el cambio climático en la balance hídrico de la microcuenca de la laguna de Piuray durante el periodo 2000-2020"													
DATOS GENERALES DE LA ESTACIÓN													
NOMBRE:	ESTACIÓN ANTA						TIPO:	METEOROLÓGICA					
LATITUD:	13° 28' 6"						DEPARTAMENTO:	CUSCO					
LONGITUD:	71° 12' 57"						PROVINCIA:	ANTA					
ALTITUD:	3340						DISTRITO:	ZURITE					
PARÁMETRO:	VELOCIDAD DE VIENTO (m/s)						PERIODO:	1965-2018					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1980	1.60	1.30	1.40	1.10	1.30	1.10	2.00	2.10	1.90	1.70	1.80	1.10	
1981	0.40	1.10	0.40	0.10	0.80	1.00	0.20	2.60	1.60	0.90	2.50	0.60	
1982	0.70	0.80											
1984											1.50		
1985	1.00	2.10	1.60	2.30	2.10	1.90	2.80	2.50	2.30	1.90	2.70	2.20	
1986	2.30	2.30	2.20	1.90	3.10	3.70	3.90	4.00		3.80	1.30	4.00	
1987	3.80			3.30	3.30	3.30	4.70	4.40		4.30	3.80		
1989			4.00				2.70		6.70				
1991								5.30				6.00	
1992	2.70												
1993										5.30		8.70	
1994					4.70	3.10	2.10	3.10	2.80	2.70	2.70	2.00	
1995	2.70	2.70	2.70	2.70	2.00	1.80	2.60	2.70			2.70	2.70	
1996					3.30	4.00	4.00	4.00					
1997					4.00						2.70		
1998		2.70					2.70						
1999				3.30									
2000									4.70			2.20	
2001											1.70	1.80	
2002		3.30					2.00			2.70			
2003				4.70									
2004				4.00			4.20	4.60	4.60	4.10	4.10	3.70	
2005	3.70	3.50	3.50	3.40	3.50	3.40	3.80	4.00	3.60	4.20	4.00	3.80	
2006	4.40	4.00	4.60	4.60	4.20	4.00	4.00	4.50	4.30	4.20	4.10	3.30	
2007	3.00	3.30	3.40	3.10	2.90	3.00	3.10	3.00	3.10	3.30	3.20	3.80	
2008	3.40	3.20	3.20	3.40	2.90	3.00	2.90	3.30	3.40				
2009			3.30										
2010			2.70		2.00								
2011			2.70					4.50	4.60	3.00	4.10	4.20	
2012			4.50		2.70	7.10		2.30	6.00	4.40		4.20	
2013	5.70	5.30	4.40	2.00	4.60	4.50	4.70	4.60	6.20	5.00	4.90	4.90	
2014	4.80	4.30	4.40	3.90	3.90	3.50							
2015													
2016												1.90	
2017	2.00	1.70	1.70	2.00	1.90	1.80	1.70	2.20	2.60	2.70	2.50	2.20	
2018	2.80	2.70	3.10	2.80	2.80	2.80	2.70	2.90	3.00				
Nro. DATOS	30.00	30.00	32.00	31.00	33.00	31.00	34.00	34.00	31.00	31.00	32.00	34.00	
MEDIA	2.78	2.73	2.88	2.76	2.83	2.92	2.92	3.42	3.61	3.40	3.00	3.06	
DESV. STI	1.42	1.12	1.14	1.19	1.09	1.37	1.12	1.08	1.35	1.19	1.14	1.60	
C.V.	0.51	0.41	0.40	0.43	0.38	0.47	0.38	0.32	0.38	0.35	0.38	0.52	
MIN	0.10	0.80	0.40	0.10	0.80	1.00	0.20	1.50	1.60	0.90	0.70	0.30	
MAX	5.70	5.30	4.90	4.70	4.70	7.10	4.70	5.70	6.70	5.50	4.90	8.70	

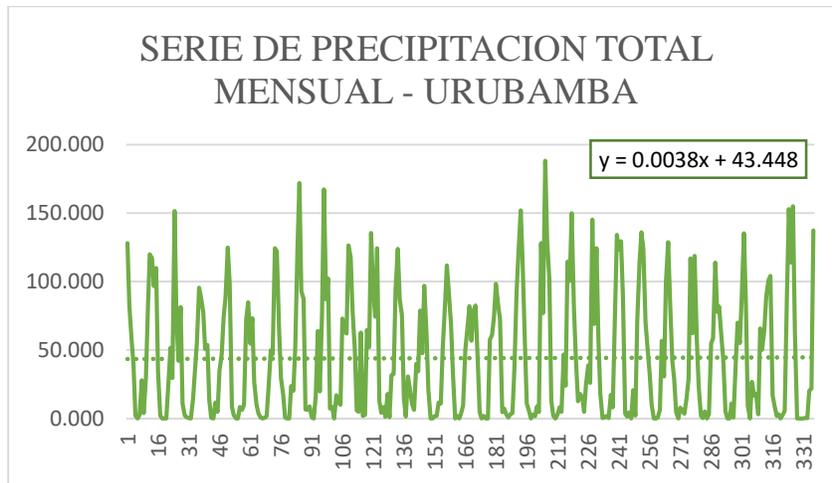


Figura 52. Análisis visual gráfico de Precipitación total mensual – Estación Urubamba

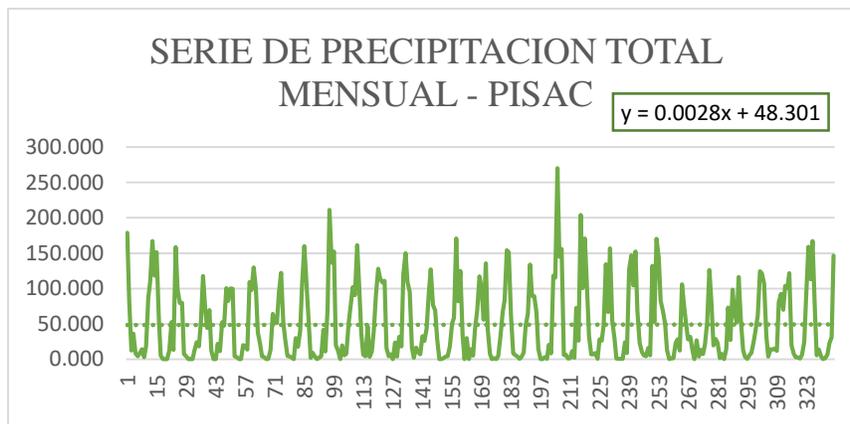


Figura 53. Análisis visual gráfico de Precipitación total mensual – Estación Pisac

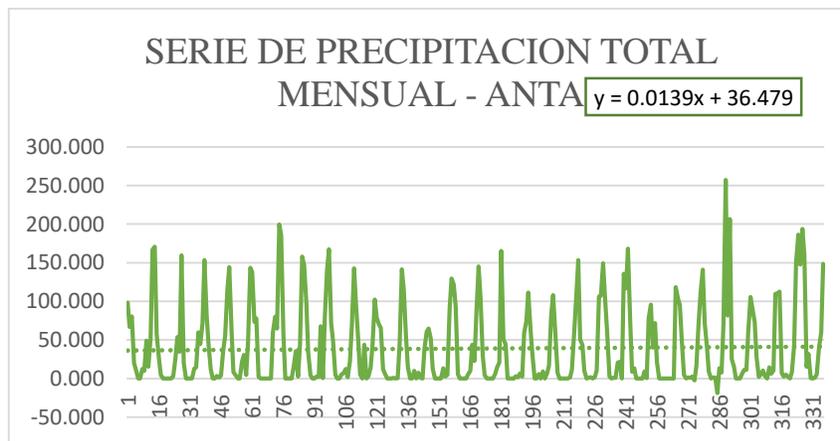


Figura 54. Análisis visual gráfico de Precipitación total mensual – Estación Anta

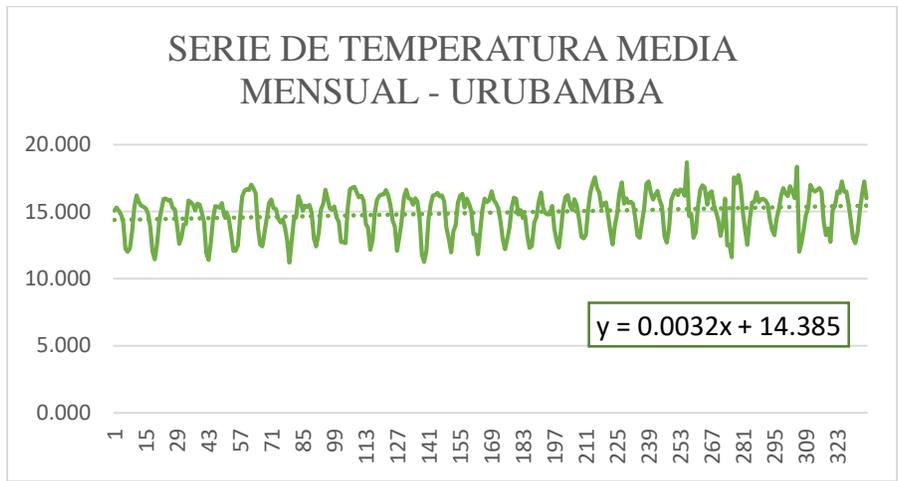


Figura 55. Análisis visual gráfico de Temperatura Media Mensual – Estación Urubamba

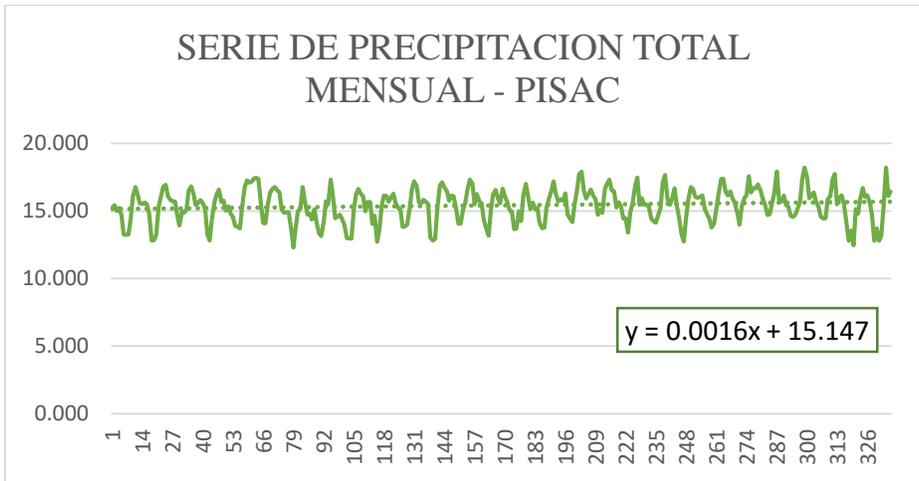


Figura 56. Análisis visual gráfico de Temperatura Media Mensual – Estación Pisac

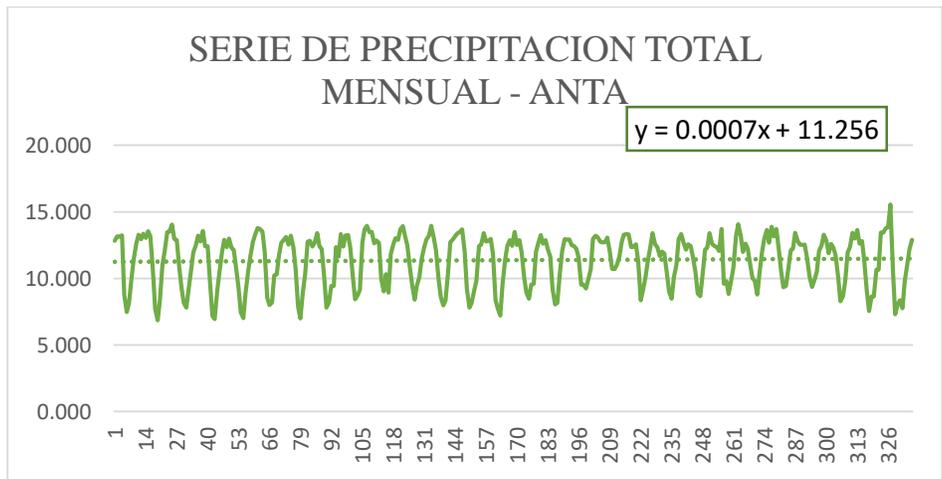


Figura 57. Análisis visual gráfico de Temperatura Media Mensual – Estación Anta

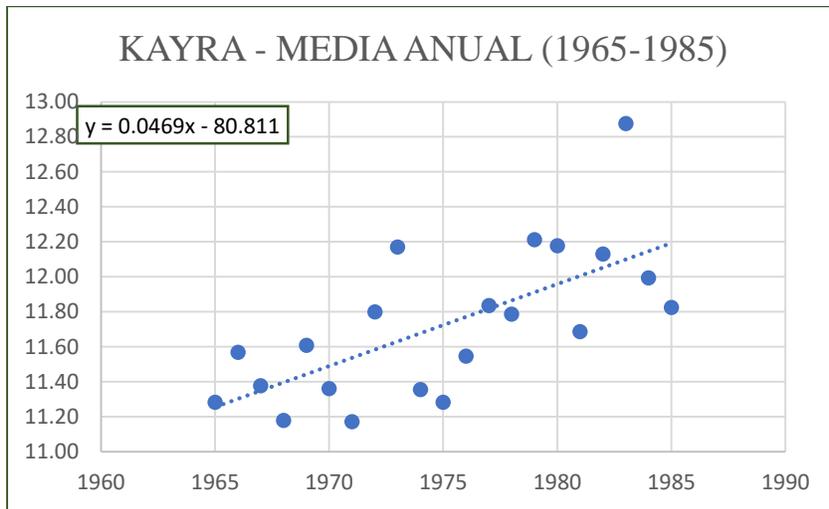


Figura 58. Análisis gráfico de la temperatura estación Kayra (1965-1985)

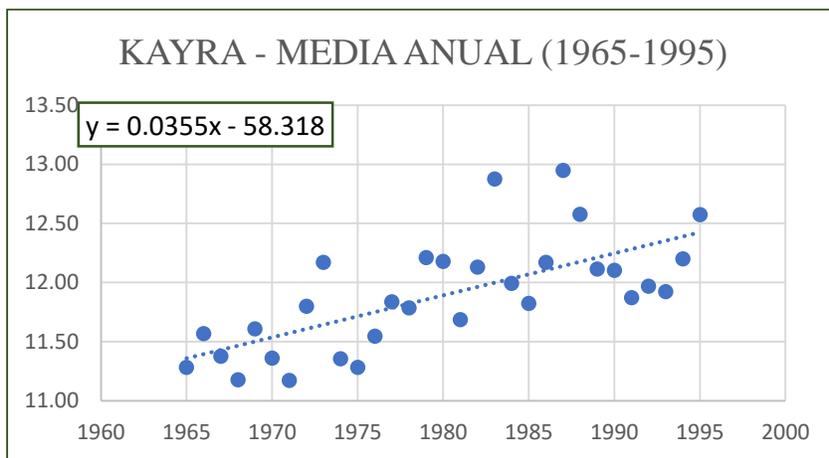


Figura 59. Análisis gráfico de la temperatura estación Kayra (1965-1995)

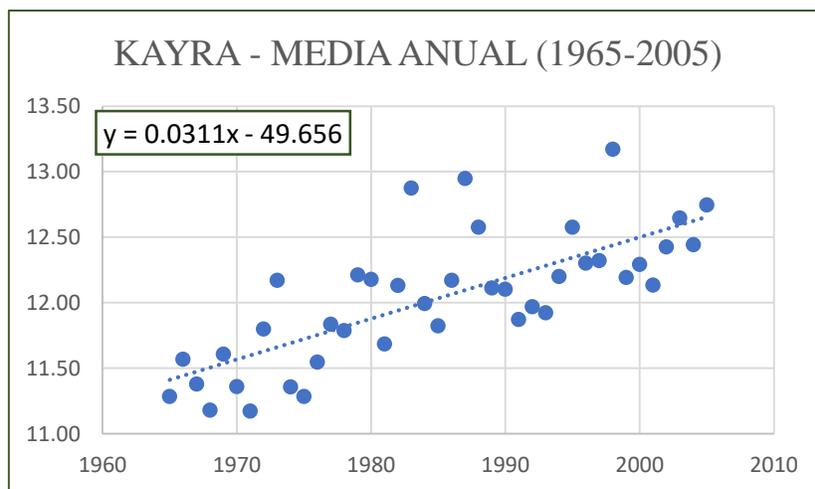


Figura 60. Análisis gráfico de la temperatura estación Kayra (1965-2005)

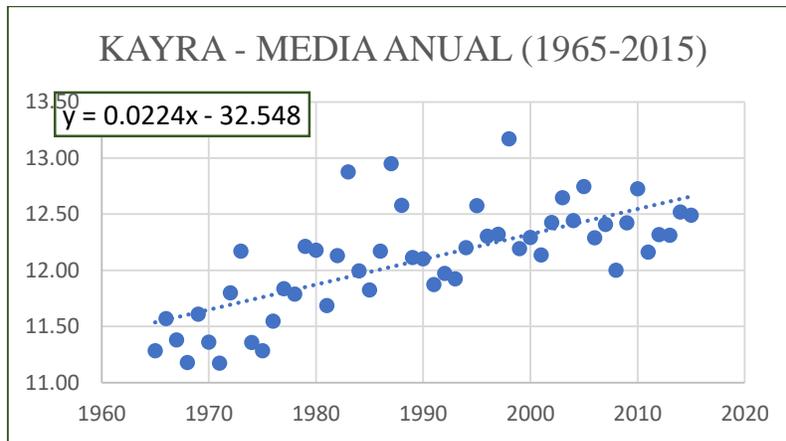


Figura 61. Análisis gráfico de la temperatura estación Kayra (1965-2015)

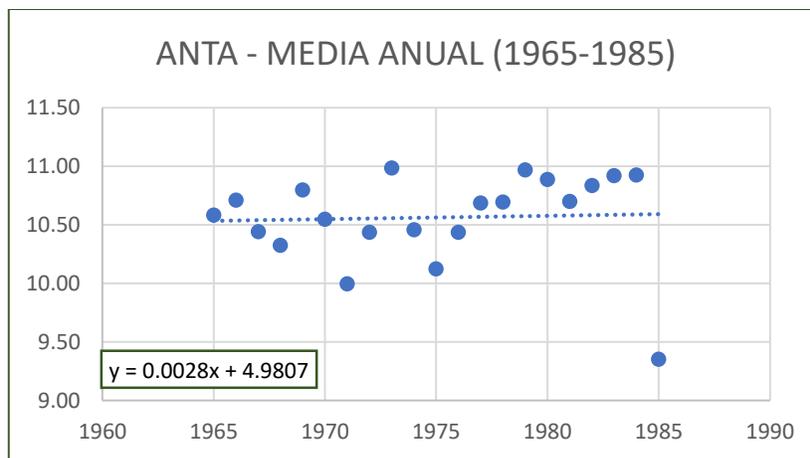


Figura 62. Análisis gráfico de la temperatura estación Anta (1965-1985)

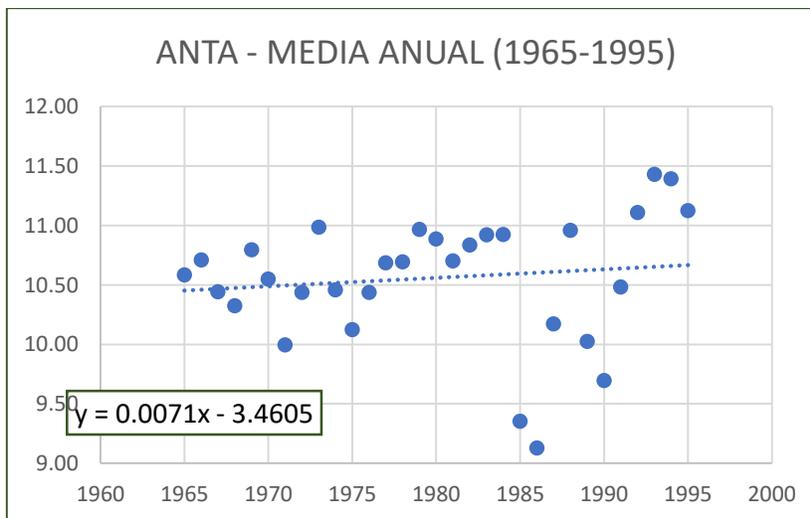


Figura 63. Análisis gráfico de la temperatura estación Anta (1965-1995)

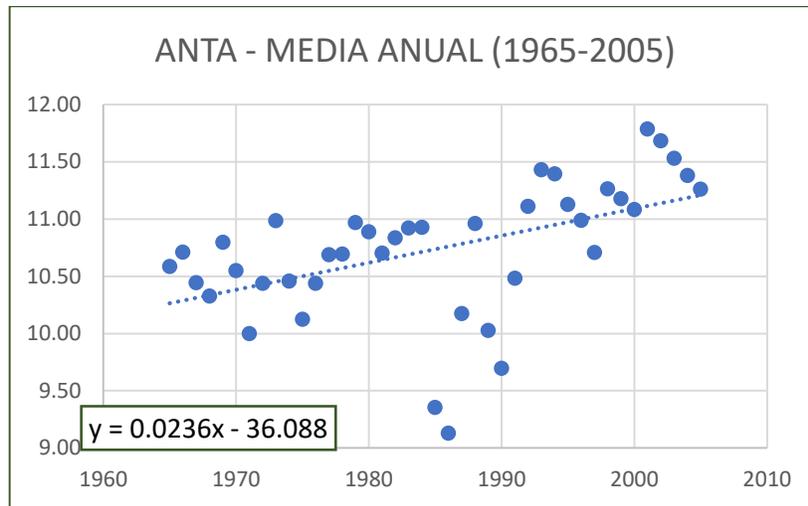


Figura 64. Análisis gráfico de la temperatura estación Anta (1965-2005)

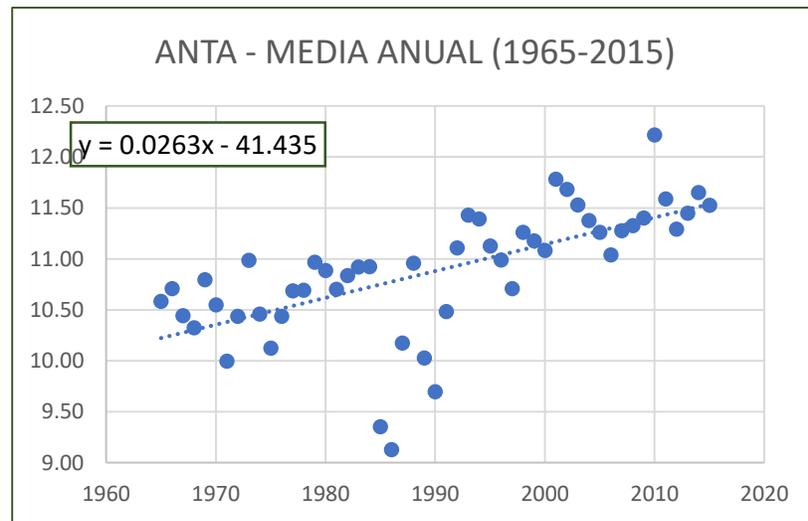


Figura 65. Análisis gráfico de la temperatura estación Anta (1965-2015)

Tabla 115. Cuadro de Factor de Corrección por Latitud (Estandarizado)

LAT (°)	MESES DEL AÑO											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	2.288	2.117	2.354	2.197	2.137	1.998	2.091	2.216	2.256	2.358	2.234	2.265
2	2.371	2.136	2.357	2.182	2.108	1.956	2.05	2.194	2.251	2.372	2.263	2.301
3	2.353	2.154	2.36	2.167	2.079	1.922	2.026	2.172	2.246	2.386	2.29	2.337
4	2.385	2.172	2.362	2.151	2.05	1.888	1.995	2.15	2.24	2.396	2.318	2.372
5	2.416	2.189	2.363	2.134	2.02	1.854	1.96	2.126	2.231	2.411	2.345	2.407
6	2.447	2.05	2.363	2.117	1.98	1.82	1.97	2.103	2.226	2.422	2.371	2.442
7	2.47	2.221	2.363	2.099	1.959	1.785	0.1893	2.078	2.218	2.233	2.397	2.476
8	2.508	2.237	2.362	2.061	1.927	1.75	1.858	2.054	2.21	2.443	2.423	2.51
9	2.538	2.251	2.36	2.062	1.896	1.715	1.824	2.028	2.201	2.453	2.448	2.544
10	2.567	2.266	2.357	2.049	1.864	1.679	1.789	2.003	2.191	2.462	2.473	2.577
11	2.596	2.279	2.354	2.023	1.852	1.644	1.754	1.976	2.18	2.47	2.497	2.61
12	2.625	2.292	2.35	2.002	1.799	1.608	1.719	1.95	2.169	2.477	2.52	2.643
13	2.652	2.305	2.345	1.981	1.767	1.872	1.648	1.922	2.157	2.464	2.543	2.675
14	2.68	2.317	2.34	2.959	1.733	1.536	1.648	1.895	2.144	2.43	2.566	2.706
15	2.707	2.326	2.334	2.937	1.7	1.5	1.812	1.867	2.131	2.436	2.583	2.738
16	2.734	2.339	2.317	1.914	1.666	1.464	1.576	1.838	2.171	2.5	2.61	2.769
17	2.76	2.349	2.319	1.891	1.632	1.427	1.54	1.889	2.103	2.504	2.631	2.799
18	2.785	2.359	2.311	1.867	1.598	1.391	1.504	1.789	2.068	2.508	2.651	2.83
19	2.811	2.36	2.302	1.843	1.564	1.354	1.467	1.75	2.072	2.51	2.671	2.859