



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA



**EFFECTOS DEL CAMBIO CLIMATICO EN EL REGIMEN
HIDROLOGICO DE LOS CAUDALES DE LA CUENCA DEL RIO
LAMPA**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. FELIX AUGUSTO LINARES HUMPIRI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRICOLA

PUNO – PERÚ

2020



DEDICATORIA

A Dios quien es mi razón de ser mejor cada día.

A mis padres Sabino y Melania, que me apoyaron incondicionalmente en toda mi formación profesional.

A mi familia y amigos, por su apoyo y cariño constante.

Felix Augusto Linares Humpiri



AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la fortaleza de llegar a ser profesional.

A mi familia por su apoyo constante durante mi formación profesional.

A mi alma mater la Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ingeniería Agrícola por el tiempo en que pude estudiar en sus ambientes.

A los docentes de la Escuela de Ingeniería Agrícola, por guiarme y enseñarme el camino para convertirme en ingeniero.

Al ingeniero Edilberto Velarde Coaquira, cuya asesoría como director de tesis fue valiosa durante la elaboración de esta tesis.

Al ingeniero Ricardo Bardales Vassi, por sus grandes enseñanzas durante mis estudios.

A mis compañeros y amigos con quienes compartí muchas actividades, sueños y anécdotas.

Felix Augusto Linares Humpiri



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 12

ABSTRACT..... 13

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. GENERALIDADES 14

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 16

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN..... 18

1.4. OBJETIVOS 20

1.4.1. Objetivo general..... 20

1.4.2. Objetivos específicos 20

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES..... 21

2.2. MARCO TEÓRICO..... 24

2.2.1. El clima 24

2.2.2. El clima en el Perú 25

2.2.3. Cambio climático y variabilidad climática 26

2.2.4. Gases de efecto invernadero 31



2.2.5. Impulsores del cambio climático	33
2.2.6. Escenarios de cambio climático futuro	35
2.2.7. Modelos climáticos globales (MCG)	39
2.2.8. Reducción de escala espacial	40
2.2.9. Información climática NEX-GDDP	41
2.2.10. Producto grillado PISCO	43
2.2.11. Régimen hidrológico	44
2.2.12. Modelamiento hidrológico	46
2.2.13. Modelo hidrológico GR2M	50

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	52
3.1.1. Ubicación política	52
3.1.2. Características geomorfológicas de la cuenca	53
3.2. MATERIALES	54
3.2.1. Equipos y software empleados	54
3.3. INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA.....	55
3.3.1. Información histórica observada.....	55
3.3.2. Información climática futura NEX-GDDP	56
3.4. METODOLOGÍA.....	57
3.4.1. Completación de datos históricos y reducción de la escala espacial del Modelo Climático Global MIROC5 para los escenarios futuros RCP 4.5 y 8.5 propuestos por el IPCC.....	58
3.4.2. Del modelamiento hidrológico de los caudales de la cuenca del río Lampa con el modelo GR2M.....	68



- 3.4.3. De la determinación de los efectos del cambio climático futuro en el régimen hidrológico de los caudales de la cuenca del río Lampa. 76

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS DE LA COMPLETACIÓN DE DATOS HISTÓRICOS Y REDUCCIÓN DE ESCALA ESPACIAL DEL MODELO CLIMÁTICO GLOBAL MIROC5 PARA LOS ESCENARIOS CLIMÁTICOS RCP 4.5 Y RCP 8.5 PROPUESTOS POR EL IPCC PARA EL PERIODO FUTURO LEJANO DE 2073-2099	78
4.1.1. Análisis exploratorio y completación de datos históricos	78
4.1.2. Reducción de la escala espacial del MCG MIROC5	87
4.2. RESULTADOS DEL MODELAMIENTO HIDROLÓGICO CON GR2M.	94
4.2.1. Evapotranspiración potencial presente y futura	94
4.2.2. Calibración del modelo	98
4.2.3. Validación del modelo	101
4.3. DETERMINACIÓN DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO FUTURO EN EL RÉGIMEN HIDROLÓGICO DE LOS CAUDALES DE LA CUENCA DEL RIO LAMPA	105
4.3.1. Caudales bajo los escenarios de cambio climático futuro RCP 4.5 y RCP 8.5	105
4.3.2. Efectos del cambio climático futuro en el régimen hidrológico de los caudales de la cuenca del río Lampa	108
V. CONCLUSIONES	114
VI. RECOMENDACIONES	116



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	117
ANEXOS.....	127
Anexo 1: Resultado del análisis visual (diagrama de cajas o boxplot)	127
Anexo 2: Resultados del análisis de cercas	130
Anexo 3: Resultados del análisis de doble masa	133
Anexo 4: Resultados del análisis de cambios y tendencias	135
Anexo 5: Resultados del escalamiento espacial y ajuste de curvas de distribución de frecuencia (CDF) para la precipitación del modelo climático MIROC5.	136
Anexo 6: Resultados del escalamiento espacial y ajuste de curvas de distribución de frecuencia (CDF) para la temperatura.	139
Anexo 7: Registro histórico de datos hidrometeorológicos.....	142
Anexo 8: Información histórica completada y extendida.....	157
Anexo 9: Información hidrometeorológica para escenario futuro RCP 4.5	172
Anexo 10: Información hidrometeorológica bajo el escenario futuro RCP 8.5 .	180
Anexo 11: Número de horas de sol para determinar la ETP.....	188

Área : Ingeniería y tecnología

Línea : Recursos Hídricos

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 10 de enero de 2020



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Escenarios RCP al año 2100 del IPCC, adaptado de (<i>Minam, 2013</i>)	37
Tabla 2.	Estaciones meteorológicas del área de estudio	55
Tabla 3.	Estación hidrométrica Puente Mocoyache-Lampa	55
Tabla 4.	Características del modelo MIROC5	57
Tabla 5.	Valores referenciales del criterio de Nash-Sutcliffe	75
Tabla 6.	Resumen de análisis de saltos de las estaciones meteorológicas	81
Tabla 7.	Factores de corrección de sesgo para la precipitación	88
Tabla 8.	Factores de corrección de sesgo para la temperatura	90
Tabla 9.	Coefficientes de correlación (r) entre la precipitación y temperatura del MCG MIROC5 y la data histórica observada	93
Tabla 10.	Periodo de calibración y validación del modelo	98
Tabla 11.	Valor de los parámetros calibrados del modelo	99
Tabla 12.	Parámetros para el periodo de validación del modelo	102



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Efectos y peligros asociados al cambio climático.....	30
Figura 2.	Estimaciones del forzamiento radiativo en 2011 respecto de 1750.....	34
Figura 3.	Niveles del forzamiento radiativo y cambios de temperatura para los RCP propuestos por el IPCC en el AR5	36
Figura 4.	Cambios proyectados al 2030 en la precipitación acumulada anual (%) en regiones del Perú.....	38
Figura 5.	Cambios proyectados al 2030 en la temperatura a) máxima y b) mínima promedio anual (°C) en regiones del Perú	38
Figura 6.	Patrones de cambio de temperatura media global bajo el CMIP5 en el periodo de 2081-2100	40
Figura 7.	Clasificación de los modelos hidrológicos de acuerdo a su forma y variabilidad espacial y temporal.	48
Figura 8.	Área de estudio, cuenca del río Lampa y estaciones hidrometeorológicas.	53
Figura 9.	Esquema de la metodología general empleada.	58
Figura 10.	Esquema de la metodología para completar datos históricos y reducir la escala del MCG MIROC5 para los escenarios futuros RCP 4.5 y 8.5.....	59
Figura 11.	Esquema de la metodología para realizar el modelamiento hidrológico con el modelo GR2M	69
Figura 12.	Estructura del Modelo GR2M.....	71
Figura 13.	Esquema de la metodología para determinar las variaciones en el régimen hidrológico de los caudales para los escenarios futuros RCP 4.5 y 8.5 del IPCC.....	76
Figura 14.	Resultados de las series de precipitación completadas en el periodo histórico (1964-2014).....	83



Figura 15. Resultados de la validación de la data de Temperatura observada y la data del producto Pisco.....	85
Figura 16. Resultados de la serie completada de los caudales de la estación Puente Mocoynche-Lampa (periodo histórico 1990-2016)	86
Figura 17. Medias corregidas de la precipitación del MCG MIROC5.....	89
Figura 18. Medias corregidas de temperatura para el MCG MIROC5.	92
Figura 19. Evapotranspiración potencial para el periodo histórico.....	95
Figura 20. Evapotranspiración potencial bajo el escenario futuro RCP 4.5.....	96
Figura 21. Evapotranspiración potencial bajo el escenario futuro RCP 8.5.....	97
Figura 22. Hidrograma de precipitación – escorrentía del periodo de calibración. ...	100
Figura 23. Línea de tendencia y coeficiente R^2 para el periodo de calibración	101
Figura 24. Hidrograma precipitación – escorrentía del periodo de validación.	103
Figura 25. Línea de tendencia y coeficiente R^2 para el periodo de validación	104
Figura 26. Caudales medios mensuales en el periodo histórico (1990 – 2016).....	105
Figura 27. Serie de caudales medios mensuales futuros bajo el escenario RCP 4.5 (periodo 2073-2099)	106
Figura 28. Serie de caudales medios mensuales para el escenario futuro RCP 8.5 (2073-2099)	107
Figura 29. Régimen hidrológico de la cuenca del rio Lampa para el periodo presente y escenarios futuros RCP 4.5 y 8.5.	109
Figura 30. Variación mensual en el régimen de los caudales para escenarios futuros RCP 4.5 y 8.5.....	111



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

ANA:	Autoridad Nacional del Agua
AR5:	Quinto Informe de Evaluación
CDF:	Curva de Distribución de Frecuencias
CMIP5:	Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados Fase 5
GEI:	Gases de Efecto Invernadero
GR2M:	Modelo de Ingeniería Rural de 2 Parámetros a paso Mensual.
IPCC:	Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
MCG:	Modelo Climático Global
MINAM:	Ministerio del Ambiente
NEX-GDDP:	Proyecciones Descendentes Diarias Mundiales de la NASA Intercambio de la Tierra de la NASA.
RCP:	Senda de Concentración Representativa
SENAMHI:	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
NASA:	Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio de los Estados Unidos.



RESUMEN

El cambio climático es un problema de gran impacto para la humanidad, los cambios se han visto acelerados por las actividades antrópicas que contribuyen al calentamiento global por el incremento de las concentraciones de los gases de efecto invernadero como el vapor de agua, CO₂, CH₄, N₂O, CFC, O₃, entre otros, según el IPCC, generando efectos considerables en la precipitación y temperatura, que son las principales variables que intervienen en el régimen hidrológico de la cuenca del río Lampa, existiendo gran preocupación e incertidumbre sobre cómo se verán afectados los recursos hídricos bajo posibles escenarios de cambio climático futuro. El objetivo de la investigación fue determinar los efectos del cambio climático en el régimen hidrológico de los caudales de la cuenca del río Lampa, bajo escenarios climáticos para el periodo futuro 2073-2099, utilizando datos del Modelo Climático Global (MCG) MIROC5 del producto NEX-GDDP de la NASA bajo los RCP 4.5 y 8.5 del CMIP5 del IPCC. La metodología consistió en realizar el análisis estadístico y completación de datos históricos, y la reducción de escala del MCG MIROC5 para los escenarios futuros; se realizó el modelamiento hidrológico de los caudales históricos con el modelo GR2M, finalmente se generaron los caudales futuros y determinaron los efectos del cambio climático para los escenarios futuros a través de las variaciones ΔQ de los caudales de la cuenca. Los resultados evidencian incrementos significativos en los caudales del régimen hidrológico de la cuenca de hasta $\Delta Q = 24.7 \text{ m}^3/\text{s}$ en el mes de marzo con el RCP 4.5 y de hasta $\Delta Q = 94.1 \text{ m}^3/\text{s}$ con el RCP 8.5, así como incrementos en la variabilidad del régimen hidrológico de la cuenca.

Palabras Clave: Cambio climático, datos NEX-GDDP, Modelos Climáticos Globales, modelo GR2M, régimen hidrológico.



ABSTRACT

Climate change is a problem of great impact for humanity, the changes have been accelerated by anthropogenic activities that contribute to global warming due to the increase in the concentrations of greenhouse gases such as water vapor, CO₂, CH₄, N₂O, CFC, O₃, among others, according to the IPCC, generating considerable effects on precipitation and temperature, which are the main variables that intervene in the hydrological regime of the Lampa river basin, and there is great concern and uncertainty about how they will be affected. water resources under possible scenarios of future climate change. The objective of the research was to determine the effects of climate change on the hydrological regime of the flows of the Lampa river basin, under climate scenarios for the future period 2073-2099, using data from the Global Climate Model (GCM) MIROC5 of the NEX product. -NASA GDDP under IPCC CMIP5 RCPs 4.5 and 8.5. The methodology consisted of performing the statistical analysis and completion of historical data, and the downscaling of the GCM MIROC5 for future scenarios; The hydrological modeling of the historical flows was carried out with the GR2M model, finally the future flows were generated and the effects of climate change were determined for the future scenarios through the ΔQ variations of the basin's flows. The results show significant increases in the flows of the hydrological regime of the basin of up to $\Delta Q= 24.7$ m³/s in the month of March with RCP 4.5 and up to $\Delta Q= 94.1$ m³/s with RCP 8.5, as well as increases in the variability of the hydrological regime of the basin.

Keywords: climate change, NEX-GDDP data, GR2M model, Global Circulation Models, hydrological regime.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. GENERALIDADES

La cuenca del río Lampa, se ubica en el altiplano peruano y pertenece a la vertiente hidrográfica del Lago Titicaca, es una región sensible a la variabilidad climática (Sanabria, Marengo, & Valverde, 2009). A diferencia de las cuencas de la sierra norte, esta región es más susceptible a las variaciones climáticas y eventos extremos como sequías e inundaciones y otros fenómenos hidrometeorológicos. Por lo que es necesario conocer las posibles variaciones climáticas futuras de esta región y determinar los efectos que tendrán en la disponibilidad de los recursos hídricos de la cuenca (Lavado, Calle, Ticona, & Blacutt, 2018). La forma de conocer el clima futuro y evaluar los posibles impactos del cambio climático en una cuenca, es a través de proyecciones de Modelos Climáticos Globales (MCG).

Los MCG son herramientas que permiten entender el sistema climático global y proyectar los posibles cambios climáticos futuros, ya que representan la dinámica del sistema océano atmosférico del planeta (Gorguner, Kavvas, & Ishida, 2019). Estos modelos fueron utilizados por el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) para realizar proyecciones del clima futuro a través del Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados Fase 5 - CMIP5 (Taylor, Stouffer, & Meehl, 2009). Esta serie de datos proyectados futuros permite simular los posibles cambios futuros bajo Sendas Representativas de Concentración – RCP (IPCC, 2014).



Sin embargo, para usar los MCG en una región específica, es necesario reducirlos en escala, ya que estos normalmente se encuentran en una resolución espacial mayor a 100 km. Por lo que existen productos globales con tamaños de grilla más pequeña de los MCG, reducidos a una escala regional, uno de ellos es el producto NEX-GDDP.

El producto NEX-GDDP es un conjunto de proyecciones descendentes diarias mundiales de la NASA Intercambio de la Tierra (por sus siglas en inglés), que se compone de 21 modelos y escenarios climáticos a escala reducida de los MCG del CMIP5, incluyendo las precipitaciones, temperatura máxima y mínima diarias desde el año 1950 hasta el 2100, con una resolución de grilla de 0.25 grados (~ 25 km x 25 km), la que puede ser reducida a puntos específicos para su evaluación y tratamiento de datos, a este proceso se le denomina Downscaling o reducción de escala.

Existen dos tipos de reducción de escala, el estadístico y el dinámico. La reducción de escala del tipo estadística es de aplicación más sencilla que el tipo dinámica, y requiere menores recursos computacionales para el procesamiento de la información (Fowler, Blenkinsop, & Tebaldi, 2007). Esta información escalada estadísticamente sirve como entrada para el proceso de modelado hidrológico de la cuenca.

El GR2M, es un modelo hidrológico precipitación-escorrentía a paso mensual, que utiliza como variables de entrada la precipitación y la evapotranspiración media a paso mensual (Mouelhi, Michel, Perrin, & Andréassian, 2006). La principal variable que influye en la evapotranspiración es la temperatura, por lo que, conociendo estas variables, se pueden conocer los caudales futuros en la cuenca a través del modelamiento hidrológico usando las variables de precipitación y temperatura futuras.



1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A lo largo del último medio siglo, el clima a nivel mundial ha experimentado un calentamiento pronunciado debido al incremento de los gases de efecto invernadero (IPCC, 2014). Debido a esto, desde la primera década del siglo XXI se han realizado numerosos esfuerzos para poder caracterizar el cambio climático, creando los modelos climáticos globales con el fin de representar el comportamiento océano-atmosférico del planeta y como este responde bajo diferentes niveles de balance energético (Cepeda, 2017).

El IPCC (2014) en su quinto informe AR5, presenta cuatro posibles escenarios denominados Sendas Representativas de Concentración (RCP), que indican los niveles de forzamiento radiativo que, a su vez, están asociados a la cantidad de energía excedente que es emitida por el planeta y a los niveles de CO₂ en la atmósfera (Minam, 2013).

Estos cambios en los patrones de circulación atmosférica, presentan consecuencias climáticas a nivel local y regional, afectando la variabilidad temporal y espacial de las precipitaciones y por lo tanto de los caudales en las cuencas hidrográficas, lo que vendría generando problemas en diversas partes del mundo, como déficit hídrico, inundaciones, sequías prolongadas y otras clases de fenómenos que cada vez son más variables e inciertos (Bedoya, Contreras, & Ruiz, 2010; Pilares et al., 2018).

Los cambios en el clima de una región afectan las principales variables que intervienen en el ciclo hidrológico como la evapotranspiración (que depende de la temperatura) y precipitación, por lo que vendría siendo afectada la disponibilidad hídrica y el régimen hidrológico de los ríos, debido a que estos son los factores condicionantes para la configuración de su régimen hídrico (Minam, 2013).



Asimismo, el actual régimen hidrológico de la cuenca del río Lampa es bien marcado, con un periodo de avenidas entre diciembre a abril y un periodo de estiaje de mayo a noviembre. Este ciclo anual marca la época de siembra y cosecha de los cultivos de la región, por lo que un cambio en el mismo podría afectar seriamente a la población (Castillo, 2018).

La cuenca del río Lampa es una cuenca no regulada y uno de los principales aportantes de la cuenca del río Coata, cuyos principales usos del agua son el uso agrícola y poblacional; y como en el resto de la región, el acceso al agua es uno de los principales problemas que afecta la calidad de vida de los pobladores (Castillo, 2018), por lo que conocer las variaciones y la posible situación del régimen de los caudales de la cuenca bajo el contexto del cambio climático futuro, permitiría planificar mejor el uso y la conservación de este recurso.

Actualmente la cuenca ha venido presentando tendencias de incrementos y disminución de los caudales mensuales, con variaciones de hasta 5.53 m³/s, los incrementos se dan en los meses de diciembre a abril (meses de avenida), mientras que los meses de estiaje presentan disminuciones en los caudales, evidenciando una ligera variación en el régimen hidrológico de la cuenca (Belizario, Huaquisto, & Chirinos, 2013).

Asimismo, Santos (2016), indica que para 6 diferentes MCG evaluados para el periodo futuro 2050-2075 para la cuenca del río Coata, cada modelo presenta resultados distintos bajo el RCP 8.5, mostrando que algunos MCG muestran una disminución de la escorrentía, otros presentan incrementos de los caudales y variaciones significativas en el régimen hidrológico, así como los cambios son proporcionales a los cambios de



precipitación. Además, recomienda realizar más estudios de cambio climático en los recursos hídricos de la cuenca, que permitan analizar otros tipos de escenarios y reducir la incertidumbre de los resultados.

Bajo este contexto es necesario realizar esta investigación para determinar los efectos del cambio climático en el régimen hidrológico de la cuenca del río Lampa bajo escenarios climáticos futuros para un periodo lejano 2073-2099, identificando las variaciones que tendría en los caudales del régimen hidrológico de la cuenca, lo que es importante para la toma de decisiones que permitan tomar acciones con el fin de asegurar el recurso hídrico de la cuenca en cantidad y oportunidad.

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La cuenca del río Lampa posee características singulares en la región altiplánica de Puno, al sur de Perú. Se ubica entre los 3800 y 5000 m.s.n.m., pertenece al departamento de Puno y presenta un clima variado, con una estación húmeda (de avenidas) que va de noviembre a abril y una estación seca (de estiaje) de mayo a octubre (Lavado et al., 2018).

Uno de los problemas más grandes en la actualidad es la disponibilidad de los recursos hídricos, ya que en muchas regiones se tienen problemas de escasez hídrica y en otras suceden eventos extremos que causan pérdidas económicas y conflictos sociales. Este problema cada vez se ve más afectado por los efectos del cambio climático en los procesos del ciclo hidrológico, afectando así el comportamiento hidrológico de una cuenca y su respuesta frente a estos cambios (Castillo, 2018).



Las cuencas hidrográficas en la región del altiplano de Puno, también se encuentran afectas al cambio climático, el cual podría afectar directamente al régimen hidrológico de las mismas, ya que estas dependen de las variables de temperatura y precipitación que son las principales variables afectadas por el cambio climático global.

En la región de Puno, las proyecciones del clima muestran un incremento de la precipitación cercano al 9%, con ligera disminución hacia el extremo norte oriental. En promedio, para todas las zonas de la región de Puno se proyectan incrementos de alrededor de +1.7 °C para finales del 2050, lo que tendría un impacto significativo en los recursos hídricos de la región (Minam, 2013).

Los cambios en el ciclo hidrológico y en la hidrología de una cuenca, se muestran a través de variaciones en los caudales, resultado de la actuación de las principales variables climáticas como la precipitación y temperatura, además de la intervención de otros factores geomorfológicos propios de cada cuenca (Reder, Rianna, Vezzoli, & Mercogliano, 2016).

Por estas razones, el conocimiento de los posibles efectos del cambio climático futuro en el régimen hidrológico de los caudales de la cuenca y en los recursos hídricos en general, es determinante para establecer planes de desarrollo y manejo dentro de la misma, asimismo, se tendría un marco referencial para la toma de decisiones, en aspectos como la regulación de la cuenca a través de embalses frente a un posible déficit hídrico, establecer planes de prevención de riegos y desastres frente a posibles eventos extremos que causarían pérdidas económicas en la región (González, Garrote, & Iglesias, 2013).

Es por ello que la presente investigación pretende determinar los efectos del cambio climático en el régimen de los caudales de la cuenca del río Lampa bajo escenarios



climáticos futuros propuestos por el IPCC para el periodo futuro lejano 2073-2099, con el fin de proporcionar un marco metodológico replicable para la región del altiplano de Puno, así como una referencia para la toma de decisiones y la planificación de los recursos hídricos en la cuenca del río Lampa.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Determinar los efectos del cambio climático en el régimen hidrológico de los caudales de la cuenca del río Lampa para el periodo futuro lejano de 2073-2099.

1.4.2. Objetivos específicos

Completar los datos históricos observados y reducir la escala espacial del Modelo Climático Global MIROC5 para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 propuestos por el IPCC para el periodo futuro lejano de 2073-2099.

Realizar el modelamiento hidrológico de los caudales de la cuenca del río Lampa con el modelo GR2M.

Determinar los efectos del cambio climático futuro en el régimen hidrológico de los caudales de la cuenca del río Lampa para el periodo 2073-2099.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

A nivel global el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2014), en su Quinto Informe de Evaluación (AR5), presenta los cambios observados y sus causas en el sistema climático, indicando que el calentamiento global en los últimos 30 años ha sido en promedio de 0.85°C , siendo este el más cálido de las últimas épocas. Asimismo, presenta que las causas de estos cambios acelerados son las emisiones antropógenas de gases de efecto invernadero (GEI), que a su vez son impulsores del calentamiento global, siendo las principales el CO_2 , CH_4 , N_2O , CFC, O_3 , vapor de agua, entre otros. Debido a esto el IPCC plantea cuatro escenarios futuros denominados Sendas Representativas de Concentración RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6.0 y RCP 8.5, que indican balance energético terrestre expresado en niveles de Forzamiento Radiativo expresado en wm^2 y dependen de las cantidades de emisiones de GEI.

Yan, Werners, Ludwig, & Huang (2015), analizaron la respuesta hidrológica al cambio climático en el río Perla en China, bajo diferentes escenarios climáticos RCP del IPCC, utilizando el modelo hidrológico de Capacidad de infiltración Variable (VIC), estos muestran una disminución de los caudales en temporada seca, mientras que en temporada lluviosa tiende a incrementarse considerablemente. Todos estos cambios ocasionarían por un lado el estrés hídrico en la cuenca y la mayor incidencia de eventos extremos, además del incremento de la variabilidad estacional de la misma.



Piras, Mascaro, Deidda, & Vivoni (2016), evaluaron la respuesta hidrológica de la cuenca del río Mannu en Italia frente a eventos extremos de precipitación que se propagan a caudales extremos ocasionados por el cambio climático, usando modelos climáticos globales (MCG) y regionales (MCR), comparando las series de tiempo diarias de los caudales máximos, mostrando mayor variabilidad en las precipitaciones y mayores intensidades en la escorrentía producida.

Li & Fang (2017), evaluaron la afectación del cambio climático a los caudales y la producción de sedimentos en la cuenca del río Yi'an en la región de suelo negro al noreste de China, en a los escenarios denominados Sendas Representativas de Concentración (RCP) del IPCC para el periodo futuro de 2071-2099, utilizando el modelo TETIS para las simulaciones hidrológicas y sedimentológicas, el cual muestra mayor producción de sedimentos y un aumento de caudales.

Lespinas, Ludwig, & Heussner (2014), investigaron las incertidumbres asociadas con el uso de modelos climáticos regionales y un modelo hidrológico calibrado a partir de series de tiempo hidroclimáticas para simular agua en el futuro de seis cuencas costeras francesas mediterráneas, para lo cual se utilizó el modelo hidrológico GR2M bajo escenarios de modelos climáticos regionales para el periodo 2071-2100, señalando además que existen diversas fuentes de incertidumbre en las proyecciones de cambio climático, partiendo de la elección de los mismos Modelos Climáticos Globales, el método de reducción de escala, el método de cálculo de la evapotranspiración potencial y hasta modelo hidrológico utilizado, que van generando y acumulando la incertidumbre a los resultados obtenidos.



A nivel nacional Felipe, Sanchez, & Astorayme (2015), utilizaron los Modelos Climáticos Globales CNRM-CM5 y MPI-ESM del CMIP5 para generar escenarios de cambio climático futuro para el Perú, con resoluciones de grilla muy gruesas (~200 km) y sin regionalizar los modelos para los RCP 4.5 y 8.5, determinando una disminución de hasta -28% en la escorrentía anual de la vertiente del Titicaca para el año 2050 (futuro mediano). Para este fin utilizaron para el cálculo de la ETP el método de Hargraves Samani y el modelo hidrológico que utilizaron fue el Modelo Budyko, que es un modelo espacialmente distribuido.

Martinez (2014), identificó los impactos del cambio climático en la cuenca del río Ica, utilizando 13 Modelos Climáticos Globales del CMIP3 para el escenario A1B del AR3 del IPCC, así como el modelo hidrológico Soil and Water Assessment Tool (SWAT) que es un modelo semidistribuido, obteniendo resultados que indican el incremento promedio de 30.53% hasta 53.97% en la oferta hídrica anual, siendo los meses de avenidas los que presentan mayores incrementos de caudal.

A nivel regional, Sanabria et al. (2009) generaron escenarios de cambio climático futuro para la región del altiplano de Puno, a través de los modelos climáticos regionales HadRM3, ETA CSS y RegCM3, previendo el incremento de la temperatura media hasta en 4°C, mientras que la precipitación hasta 2 mm/día.

Asimismo, Lujano, Hidalgo, Tapia, & Lujano (2016), obtuvieron para el periodo futuro lejano 2070-2100, que en las cuencas del río Ramis e Ilave, bajo los escenarios RCP 4.5 y 8.5 se prevé variaciones de los caudales de hasta +40% para los meses del periodo de avenidas y en los meses de estiaje hasta el 80%, indicando que los mayores



incrementos de caudal son para el RCP 8.5 que es el escenario futuro más pesimista del IPCC.

Ticona (2016), modeló posibles caudales para el futuro mediano al año 2050 para la cuenca del río Ilave a través de cambios en el uso de suelos y la cobertura vegetal, determinando un descenso de hasta el -50% de los caudales medios en la cuenca, que se deben a los cambios en la cobertura vegetal para la cuenca y no los cambios en las variables meteorológicas de precipitación y temperatura para los escenarios RCP del IPCC.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. El clima

El clima es el conjunto fluctuante de las condiciones atmosféricas, el cual se caracteriza por los estados y evoluciones del tiempo en un lugar o región determinado o en todo el planeta, durante un periodo relativamente largo. El clima terrestre depende del equilibrio radiativo que está controlado por factores radiativos forzantes, por factores determinantes y por la interacción entre los diferentes componentes del sistema climático, donde los procesos atmosféricos son movidos por la radiación solar y, junto con el efecto invernadero, son los forzantes del clima de mayor trascendencia (Montealegre & Pabón, 2000).

Asimismo, es necesario distinguir el clima del tiempo, debido a que el tiempo es el estado en el que se encuentra la atmósfera en un determinado lugar y momento, que puede ser un tiempo frío o cálido, seco o húmedo, lluvioso o no, con viento o sin él;



mientras que el clima es el tiempo que hace normalmente en un lugar a lo largo de los meses o años. (Andrades & Muñoz, 2012).

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), define el clima como el estado promedio del tiempo y, más rigurosamente, como una descripción estadística del tiempo atmosférico en términos de los valores medios y de la variabilidad de las magnitudes correspondientes durante periodos que pueden abarcar desde meses hasta millares o millones de año. El periodo promedio habitual es de 30 años. En un sentido más amplio, el clima es el estado del sistema climático en términos tanto clásicos como estadísticos (Stocker et al., 2013).

Los factores determinantes del clima se refieren a las condiciones físicas y geográficas, que son relativamente constantes en el tiempo y en el espacio y que influyen en el clima en aspectos relacionados con la transferencia de energía y calor. Los de mayor importancia son la latitud, la elevación y la distancia al mar.

Los procesos que controlan el clima están directamente relacionados con los de la atmósfera, la superficie terrestre, los océanos, la superficie terrestre cubierta de hielo, los que suceden en la Biosfera y desde luego, con los de la actividad humana. Estos son los componentes del sistema climático. Con la interacción se registra el intercambio de masa energía a través de ciclos biogeoquímicos, que regulan el clima del planeta. (Montealegre & Pabón, 2000).

2.2.2. El clima en el Perú

El Perú se ubica entre la línea ecuatorial y el trópico de Capricornio y, por tanto, debería contar con un clima tropical, sin embargo, diversos factores, como la Corriente



Peruana o de Humboldt, la Cordillera de los Andes, y la dinámica de los ciclones y anticiclones generan un clima heterogéneo (Minam, 2013).

En la costa predomina un clima Semi-Cálido Muy Seco (desértico-árido-subtropical) con una precipitación promedio anual de 150mm y temperatura media anual de 18°C. En cambio, la sierra cuenta con un clima variado, determinado por las modificaciones altitudinales que introduce la cordillera andina. En los niveles intermedios de la cordillera, donde se encuentran los principales valles interandinos (entre los 2500 y 3500 m.s.n.m.), la temperatura anual promedio varía entre los 11°C y 16°C y las precipitaciones oscilan entre los 50 y 1000 mm al año. La selva es una región que cuenta con una diversidad de climas, pero que se caracteriza por contar con un clima tropical, altas precipitaciones y temperaturas anuales promedio entre los 22°C y 26°C. (Minam, 2013).

En el Perú, el clima de manera natural varía a diferentes escalas de tiempo, las variaciones interanuales con mayor influencia sobre el clima son los fenómenos El Niño y La Niña, los cuales generan un aumento y disminución, respectivamente de la temperatura del mar fuera de la media climatológica, produciendo cambios en los patrones de temperatura del aire y precipitaciones.

2.2.3. Cambio climático y variabilidad climática

El clima de la Tierra nunca ha sido estático, como consecuencia de alteraciones en el balance energético, está sometido a variaciones en todas las escalas temporales, desde decenios a miles de millones de años. Se llama cambio climático a la variación global del clima de la tierra. Esto se debe a causas naturales y también a la acción del



hombre y se producen a muy diversas escalas de tiempo y sobre todo los parámetros climáticos: temperatura, precipitación, nubosidad, etc.

El cambio climático suele ser considerado como un fenómeno provocado por el calentamiento global, que a su vez es producido por el exceso de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Así, el IPCC lo define como cualquier alteración del clima ocasionada por la variabilidad natural o la actividad humana. Asimismo, indica que 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 (IPCC, 2014).

Las observaciones del sistema climático están basadas en mediciones directas y biogeoquímicas y en la teledetección desde estaciones terrestres y satelitales; la información procedente de los archivos paleoclimáticos proporciona una visión a largo plazo. Las observaciones a escala global comenzaron a efectuarse en la era instrumental, a mediados del siglo XIX, y las reconstrucciones paleoclimáticas aportan registros de algunas magnitudes que se remontan a siglos o millones de años. Conjuntamente proporcionan a una visión global de la variabilidad y los cambios a largo plazo en la atmósfera, los océanos, la criósfera y la superficie terrestre. (Stocker et al., 2013).

2.2.3.1. Cambios en la temperatura superficial

En cuanto a la temperatura superficial global, ha aumentado desde finales del siglo XIX. Cada uno de los tres últimos decenios ha sido sucesivamente más cálido en la superficie de la Tierra que cualquier decenio anterior desde que existen los registros instrumentales, entre los cuales el decenio del 2000 fue el más cálido de todos (Stocker et al., 2013).



Los datos de temperatura de la superficie terrestre y oceánica, combinados y promediados globalmente, calculados a partir de una tendencia lineal, muestran un calentamiento promedio de $0.85\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante el periodo 1880-2012, para el que se han producido de forma independiente varios conjuntos de datos, cerca de 0.89°C durante el periodo 1901-2012, y cerca de 0.72°C durante el periodo de 1951-2012 en los que hay varios conjuntos de datos independientes. Por lo que se señala que es prácticamente seguro que las temperaturas mínima y máxima de la superficie de la Tierra han aumentado a escala mundial desde 1950 (Stocker et al., 2013).

A pesar de registrar un calentamiento multidecenal notable, se observa una variabilidad considerable entre interanual y decenal respecto de la tasa de calentamiento, además de varios periodos en que se registran tendencias menos pronunciadas. La tasa de calentamiento durante los últimos 15 años es de 0.05°C por decenio (entre 1998 y 2012) y es menor que la tendencia registrada desde 1951 (0.12°C por decenio), estas tendencias podrían ser catastróficas en un futuro lejano (Stocker et al., 2013).

2.2.3.2. Cambios en el ciclo hidrológico

El ciclo hidrológico describe el movimiento continuo del agua a través del sistema climático en su estado líquido, sólido y de vapor, y el almacenamiento en los reservorios de los océanos, la criósfera, la superficie terrestre y la atmosfera. En la atmosfera, el agua aparece principalmente en forma de gas y de vapor de agua, pero también en forma de hielo y de agua líquida en las nubes (Stocker et al., 2013).

Los recursos hídricos en el Perú, sería uno de los recursos más afectados frente a las condiciones impuestas por la variabilidad y cambio climático, principalmente en lo



relacionado a su disponibilidad. El aumento de la temperatura global esta desencadenando el retraimiento y perdida de glaciares, así como el régimen de los ríos (Minam, 2013).

Por otro lado, los cambios en las características de evapotranspiración y precipitación en las distintas regiones del país también afectan la disponibilidad de agua en los ríos, quebradas y lagunas, en la medida en que estas condiciones constituyen un factor fundamental para la configuración de su régimen hidrológico (Minam, 2013).

El cambio climático puede afectar en el ciclo hidrológico y la variabilidad del clima local, estos pueden darse en el aumento y variaciones de la temperatura y precipitación, así como la mayor ocurrencia de eventos extremos como lluvias de mayor intensidad o sequias más prolongadas; a su vez estas pueden generar peligros asociados a estos efectos, como se muestra en la Figura 1.

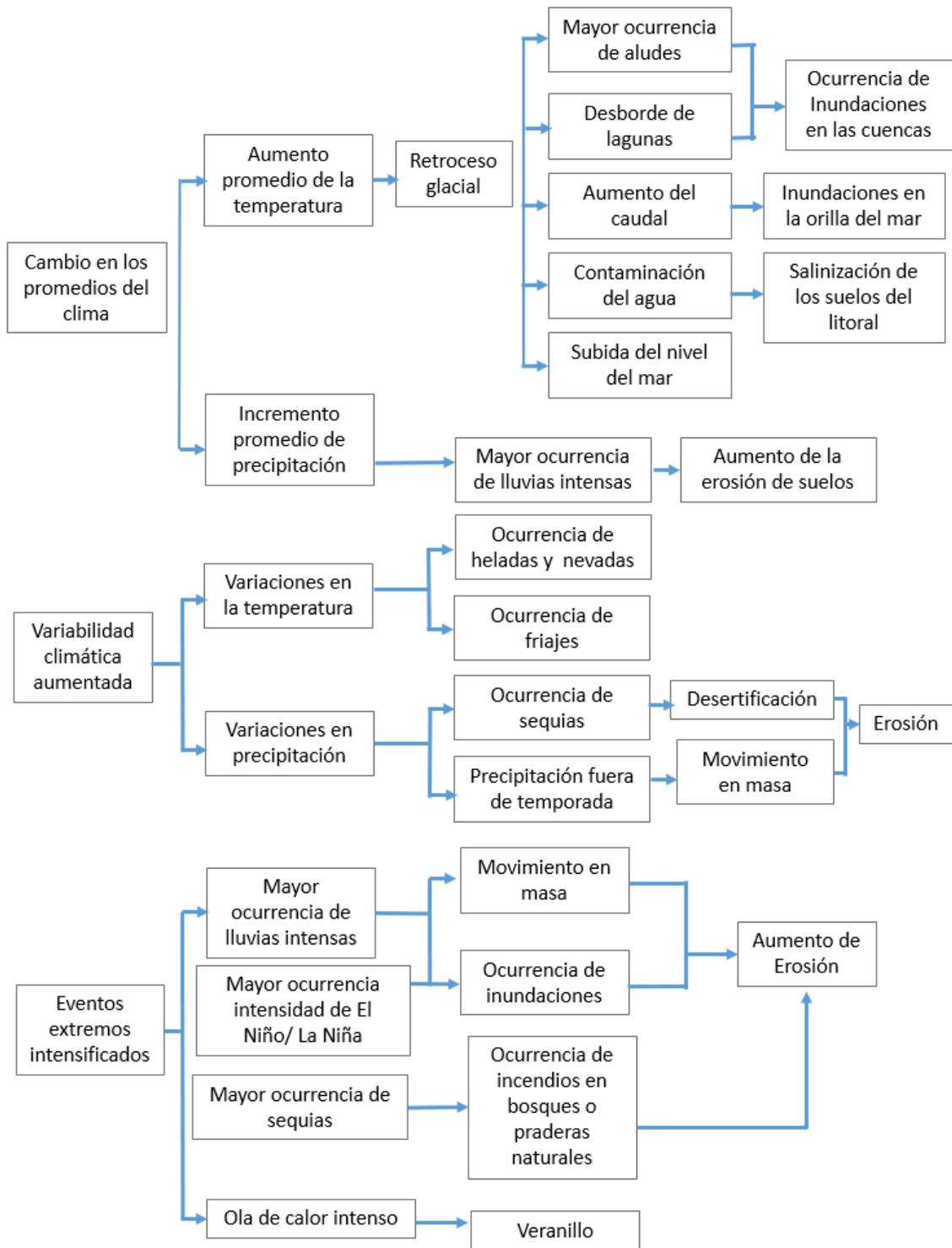


Figura 1. Efectos y peligros asociados al cambio climático.

Fuente: Adaptado de Minam, (2013)



2.2.4. Gases de efecto invernadero

Los Gases de Efecto Invernadero (GEI), son aquellos gases presentes en la atmosfera que contribuyen al efecto invernadero, son de origen natural y antropogénico (resultado de la actividad humana). Entendemos por efecto invernadero como el proceso por el que la radiación térmica emitida por la atmosfera es absorbida por los gases presentes e irradia en todas las direcciones (Maqueda, Carbonelli, Martinez, & Florez, 2006).

Según indican J. Martinez, Fernandez, & Osnaya (2004), la emisión continuada de estos gases provoca un mayor calentamiento de la superficie terrestre, ya que absorbe mayor radiación de la que posteriormente es devuelta por la superficie terrestre. El efecto de estos gases en el cambio climático depende de tres factores principales: la cantidad o concentración de los mismos en la atmosfera, el tiempo que permanecen en ella y el nivel de impacto en la temperatura global, siendo los principales gases de efecto invernadero el Vapor de agua (H₂O), Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxido Nitroso (N₂O), los Clorofluorocarbonos (CFC) y el Ozono (O₃).

El vapor de agua (H₂O), es un gas que se obtiene por evaporación o ebullición del agua líquida o por sublimación del hielo. Es el que más contribuye al efecto invernadero debido a la absorción de los rayos infrarrojos.

El dióxido de carbono (CO₂), es un gas cuyas moléculas están compuestas por dos átomos de oxígeno y uno de carbono, normalmente los demás gases de efecto invernadero pueden representarse en CO₂ equivalente, que es la medida más común para representar la cantidad emitida de estos gases a la atmosfera.



El metano (CH_4), es el hidrocarburo alcano más sencillo, en el que cada uno de los átomos de hidrogeno está unido al carbono por medio de un enlace covalente. El metano es un gas de efecto invernadero relativamente potente que podría contribuir al calentamiento global del planeta ya que tiene un potencial de calentamiento, aunque su concentración se bajísima.

El Óxido Nitroso (NO_2), se aplica a varios compuestos químicos binarios gaseosos formados por la combinación de oxígeno y nitrógeno, cuyo proceso de formación es a menudo la combustión a altas temperaturas, proceso por el cual el aire es el comburente.

Los Clorofluorocarbonos (CFC), son los derivados de los hidrocarburos saturados obtenidos mediante la sustitución de átomos de hidrogeno por átomos de flúor y cloro principalmente; normalmente son muy sados en gases refrigerantes, agentes extintores y propelentes para aerosoles, lo que hace que sean de uso muy común y su emisión sea constante.

El Ozono (O_3), es una sustancia cuya molécula está compuesta por tres átomos de oxígeno, formada al disociarse los dos átomos que componen el gas de oxígeno, cada átomo de oxigeno liberado se une a otra molécula de oxigeno formando moléculas de Ozono.

Estos gases de efecto invernadero son los principales impulsores del cambio climático, ya que normalmente son emitidos por causa de actividades antrópicas y cuyo incremento en la atmosfera afecta positiva o negativamente el forzamiento radiativo global (Minam, 2013).



2.2.5. Impulsores del cambio climático

Las sustancias y los procesos naturales y antropógenos que alteran el balance energético de la Tierra son impulsores del cambio climático. El forzamiento radiativo permite cuantificar las modificaciones en los flujos de energía provocados por los cambios producidos en estos impulsores en 2011, en relación con 1750, a menos que se indique otra cosa. Cuando el forzamiento radiativo es positivo, se produce un calentamiento en superficie, y cuando es negativo, un enfriamiento (IPCC, 2014).

El forzamiento radiativo se calcula a partir de observaciones obtenidas in situ y por teledetección de las propiedades de los gases de efecto invernadero y los aerosoles y de estimaciones que utilizan modelos numéricos para representar los procesos observados. Algunos de los compuestos emitidos afectan a la concentración atmosférica de otras sustancias. En la Figura 2 se muestran los diferentes impulsores del cambio climático y su aporte al forzamiento radiativo total (Flato et al., 2013).

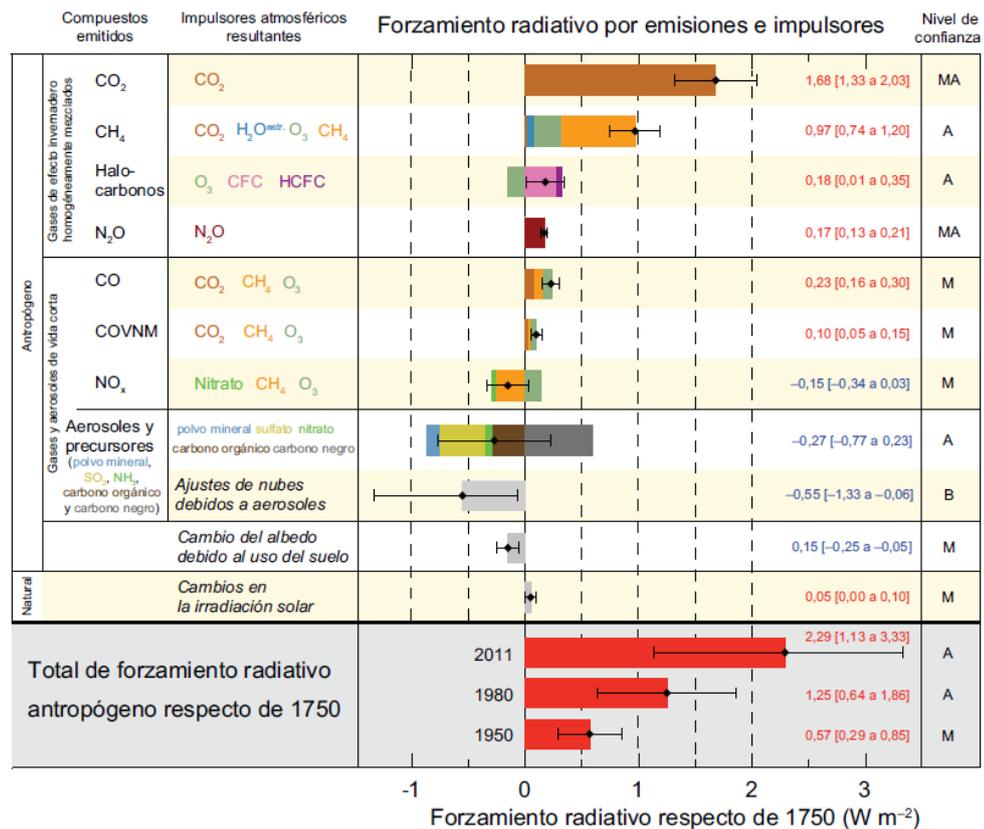


Figura 2. Estimaciones del forzamiento radiativo en 2011 respecto de 1750.

Fuente: Adaptado de (Minam, 2013).

Como se observa en la Figura 2, el forzamiento radiativo total es positivo y ha dado lugar a la absorción de energía por el sistema climático. La principal contribución al forzamiento radiativo total proviene del aumento en la concentración de CO₂ en la atmósfera que se viene produciendo desde 1750 (IPCC, 2014).

El forzamiento radiativo puede señalarse mediante cambios en la concentración de cada sustancia, o también puede señalarse por la emisión de un componente, lo que ofrece una relación más directa con la actividad humana. Este incluye las contribuciones de todas las sustancias afectadas por esa emisión (Minam, 2013).



2.2.6. Escenarios de cambio climático futuro

Los escenarios de cambio climático son construcciones de efectos de proyectados del clima futuro, conocidos también como proyecciones del clima, de tal manera que se pueda estimar la ocurrencia de los peligros y anticipar sus impactos. Estos escenarios son herramientas que soportan la toma de decisiones, aunque, debido a la incertidumbre que presentan, su buen uso requiere de capacidad técnica de análisis e interpretación (Minam, 2013).

Los escenarios cambio climático son escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), desde los cuales es posible generar escenarios climáticos a escala global, los cuales pueden ser sometidos a procesos de regionalización (reducción de escala), para obtener así un escenario climático de mayor resolución espacial (por ejemplo, a nivel regional o de cuenca). La disponibilidad de data climática local histórica es clave, pues permite evidenciar tendencias en variables climáticas y generar escenarios con una mejor resolución (Minam, 2013).

Para construir las proyecciones del clima futuro, se utilizan además de la información del área de interés, los escenarios globales de emisiones de GEI que son establecidos por el IPCC. (Minam, 2013).

El IPCC, en su Quinto Informe de Evaluación, AR5 (por sus siglas en ingles), planteó una familia de escenarios que se denominan Sendas Representativas de Concentración (RCP, por sus siglas en ingles). Los escenarios RCP dependen de los niveles de forzamiento radiativo (FR), que no solo están asociados a escenarios socioeconómicos o de emisión únicos, sino que también resultan de la combinación de

diferentes escenarios económicos, tecnológicos, demográficos, políticos e institucionales futuros (Armenta, Dorado, Rodríguez, & Murcia, 2014).

En el AR5 se presentan cuatro nuevos escenarios del clima futuro, que son el RCP 2.6, el RCP 4.5, el RCP 6.0 y el RCP 8.5, que indican la cantidad de energía que retiene el planeta, producto del FR: 2.6, 4.5, 6.0 u 8.5 W/m^2 respectivamente, así como diversas condiciones entre los años 2100 y 2500. En la Figura 3 y la Tabla 1, se muestran los cuatro escenarios climáticos futuros propuestos por el IPCC y sus características.

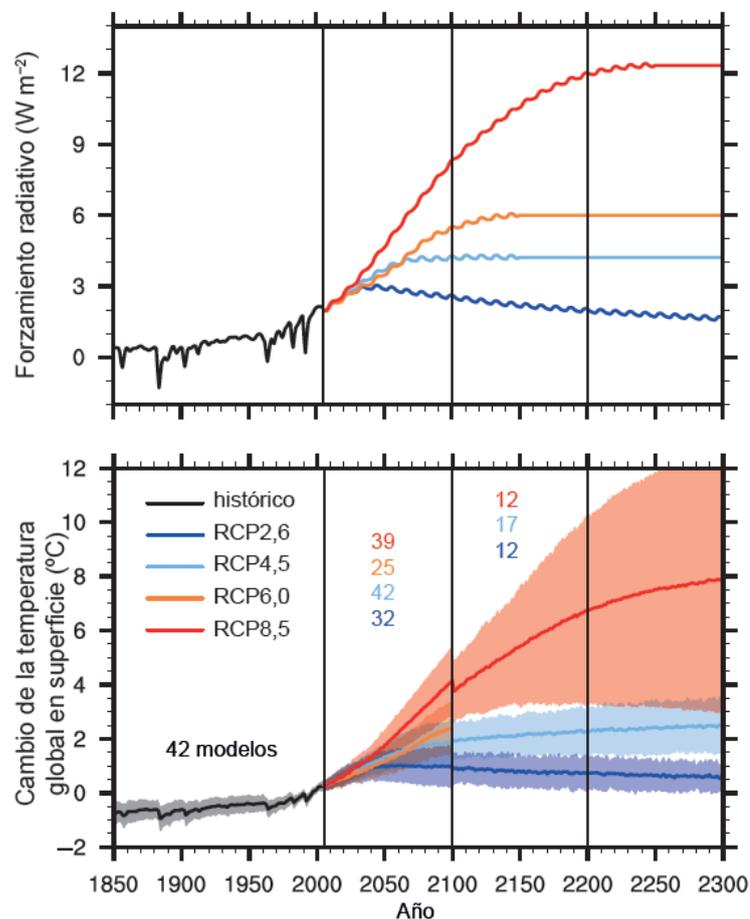


Figura 3. Niveles del forzamiento radiativo y cambios de temperatura para los RCP propuestos por el IPCC en el AR5

Fuente: (IPCC, 2014).

Tabla 1. Escenarios RCP al año 2100 del IPCC, adaptado de (*Minam, 2013*)

Escenarios	FR total (W/m ²)	Concentraciones de CO ₂ (ppm)	Aumento promedio de la temperatura del aire (°C)	Aumento promedio del nivel del mar (metros)
RCP	2.6	421	+1.0	+0.40
	4.5	538	+1.8	+0.47
	6.0	670	+2.2	+0.48
	8.5	936	+3.7	+0.63

Fuente: IPCC (2014).

Según el Minam (2013), las proyecciones del clima en la región de Puno muestran un incremento de la precipitación cercano al 9%, con ligera disminución hacia el extremo norte oriental. En promedio para todas las zonas de la región de Puno, se proyectan incrementos de alrededor de +1.7 °C, tanto para la temperatura máxima como para la temperatura mínima como para la temperatura mínima, principalmente sobre la zona suroeste. Para la temperatura máxima y mínima, el cambio sería más notable (+1.9 °C) en invierno, principalmente al suroeste de la región.

Estos cambios de temperatura y precipitación son mostrados por Minam (2013) en la Tercera Comunicación Nacional sobre el Cambio Climático con proyecciones al 2030 en distintas regiones, como se muestra en las Figuras 4 y 5.

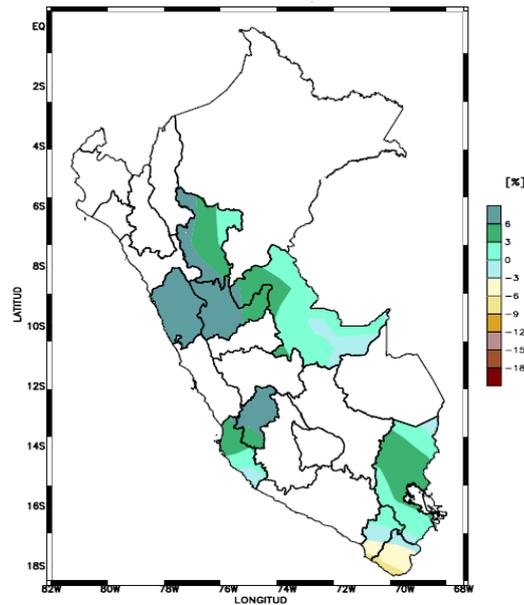


Figura 4. Cambios proyectados al 2030 en la precipitación acumulada anual (%) en regiones del Perú

Fuente: Minam (2013)

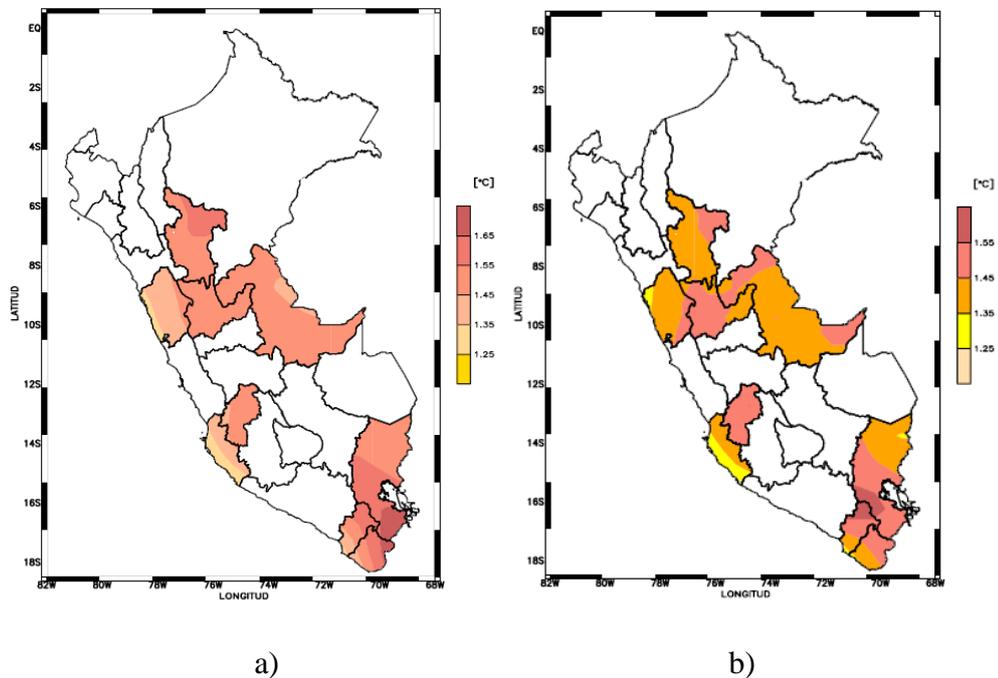


Figura 5. Cambios proyectados al 2030 en la temperatura a) máxima y b) mínima promedio anual (°C) en regiones del Perú

Fuente: Minam (2013)



2.2.7. Modelos climáticos globales (MCG)

Los MCG son herramientas poderosas que nos permiten entender el sistema climático global y proyectar el futuro cambio climático, que está asociado con una variedad de escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero. La fiabilidad de los MCG, depende de la capacidad que estos tienen para representar los procesos climáticos y reproducir los fenómenos observados (Gorguner et al., 2019).

Estos Modelos Climático Globales fueron utilizados por el IPCC en su Quinto Informe de Evaluación AR5 para simular posibles escenarios bajo las RCP 2.6, 4.5, 6.0 y 8.5 que dependen del Forzamiento Radiativo de la atmosfera terrestre, esto a través de una serie de experimentos de modelado climático, conocido como el Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados Fase 5 - CMIP5 (Taylor et al., 2009).

Sin embargo, debido a las bajas resoluciones espaciales de los MCG, que normalmente son mayores a 100 km, los MCG no son capaces de representar las condiciones climáticas regionales de un lugar o de una cuenca como procesos de formación de nubes, transferencia de humedad del suelo, procesos a mesoescala como la convección o efectos orográficos (Fowler et al., 2007).

Para superar el problema de incompatibilidad de escala entre las salidas de los MCG de baja resolución y la resolución requerida para la evaluación de los impactos en una cuenca se requiere de una técnica de reducción de escala o llamada también Downscaling (Gorguner et al., 2019). La visualización de un MCG se observa en la Figura 6.

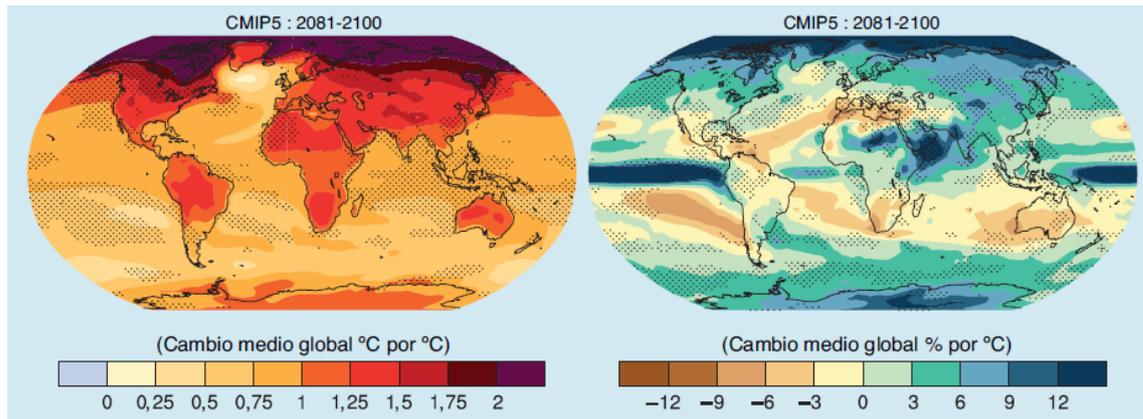


Figura 6. Patrones de cambio de temperatura media global bajo el CMIP5 en el periodo de 2081-2100

Fuente: (IPCC, 2014).

2.2.8. Reducción de escala espacial

La reducción de escala (Downscaling, en inglés), es el proceso para adaptar las proyecciones de gran escala generadas por los MCG a características regionales, locales o a nivel de una cuenca. Este proceso consiste en establecer relaciones entre variables simuladas por los MCG y los datos históricos observados de precipitación o temperatura de estaciones climatológicas (Torres, 2016).

La reducción de escala puede ser de dos tipos: dinámico o estadístico. El Reducción de escala estadística se realiza relacionando empíricamente variables climáticas de la resolución de los MCG y datos locales observados mediante una relación estadística. A comparación de la reducción de escala dinámica, la reducción de escala estadística requiere menores esfuerzos computacionales y es más fácil de aplicar, ya que depende de la suposición fundamental de la estacionalidad del clima, pero no puede incorporar la variabilidad del sistema climático (Fowler et al., 2007).



La reducción de escala dinámica, permite llevar las salidas de los MCG a una escala regional, teniendo como entrada los MCG para obtener las variables climatológicas locales por mediante la solución dinámica de los procesos físicos del sistema atmosférico. A diferencia del Reducción de escala estadística, el de tipo dinámico no se limita a suposiciones de estacionariedad, ya que utiliza las mismas ecuaciones de los MCG que representa los procesos físicos y la dinámica atmosférica (Gorguner et al., 2019).

Ambas técnicas de reducción de escala tienen ventajas y desventajas, y sus salidas podrían cambiar en función de la zona de estudio y de las escalas espaciales y temporales, ya que mientras La reducción de escala dinámica representa mejor las características atmosféricas locales, pero tiene limitaciones de exigir un alto requerimiento computacional y procesamientos prolongados, el de reducción de escala estadística realiza un proceso estadístico que es bastante rápido, pero supone una estacionalidad climática.

2.2.9. Información climática NEX-GDDP

El conjunto de datos de las Proyecciones Descendentes Diarias Mundiales de la NASA Intercambio de la Tierra de la NASA (NEX-GDDP, por sus siglas en inglés) se compone de escenarios climáticos reducidos para el mundo que se derivan de las ejecuciones de los Modelos Climáticos Globales (MCG) realizadas en el marco del Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados Fase 5 (CMIP5) y en dos de los cuatro escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero conocidos como Sendas de Concentración Representativas (RCP). Las ejecuciones CMIP5 de los MCG se desarrollaron en apoyo del Quinto Informe de Evaluación (AR5) del Panel Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2014).



El conjunto de datos NEX-GDDP incluye proyecciones a escala reducida para RCP 4.5 y RCP 8.5 de los 21 modelos y escenarios para los que se produjeron y distribuyeron escenarios diarios bajo CMIP5. Cada una de las proyecciones climáticas incluye la temperatura máxima diaria, la temperatura mínima y la precipitación para los períodos de 1950 a 2100 (Bridget Thrasher & Nemani, 2015).

La resolución espacial del conjunto de datos es de 0.25 grados (~ 25 km x 25 km). El conjunto de datos NEX-GDDP se proporciona para ayudar a la comunidad científica a realizar estudios de los impactos del cambio climático a escalas locales y regionales, y para mejorar la comprensión pública de posibles patrones climáticos globales futuros a escala espacial de pueblos, ciudades y cuencas hidrográficas individuales (B. Thrasher, Maurer, McKellar, & Duffy, 2012).

Cada una de las proyecciones climáticas incluye la temperatura máxima promedio mensual, la temperatura mínima y la precipitación para los períodos de 1950 a 2005 (ejecución retrospectiva) y de 2006 a 2099 (ejecución prospectiva).

La demanda de reducción de escala de las salidas de MCG surge a partir de dos principales limitaciones inherentes con los resultados actuales de simulación global. En primer la mayoría de los modelos climáticos globales se ejecutan utilizando redes de resolución relativamente baja, que limitan la capacidad para capturar detalles espaciales en los patrones climáticos que a menudo se requieren o desean en análisis regionales, locales o a escala de cuenca. En segundo Lugar, incluso los MCG más avanzados pueden producir proyecciones globalmente precisas, pero sesgadas localmente en sus características estadísticas cuando se compara con los datos observados. Para corregir



esos sesgos con la información observada, es posible usar el método de corrección del sesgo o bias-correction - BCSD (Bridget Thrasher & Nemani, 2015).

2.2.10. Producto grillado PISCO

El producto grillado PISCO (Peruvian Interpolated data of the SENAMHI's Climatological and hydrological Observations, por sus siglas en ingles), es una base de datos de grillada a nivel nacional de precipitación (PISCOp) y temperatura (PISCOt) tanto diaria como mensual (Aybar et al., 2017). En la primera versión de PISCO contaba con una resolución espacial de ~5 km, con una serie temporal desde 1981 hasta 2013 (Luna & Lavado, 2015), sin embargo la nueva versión de PISCO v2.1 presenta una resolución espacial de ~1 km y cuenta con información desde 1981 hasta el 2019 (Aybar et al., 2019).

Para la construcción de PISCO, fue necesario utilizar como covariable, la base de datos global del proyecto CHIRPS (Climate Hazards InfraRed Precipitation with Station data), que es una mezcla de datos de provenientes de sensores remotos, modelos y datos provenientes de estaciones terrenas. Los datos CHIRPS están disponibles desde enero de 1981 para una grilla de ~5 km, lo que explicaría la resolución inicial del producto PISCO (Aybar et al., 2017).

La generación de PISCO se dividió en tres procesos: Control de calidad de la información meteorológica, análisis exploratorio de la información satelital, y la mezcla de datos basado en técnicas geoestadísticas y determinísticas (Aybar et al., 2019). El control de calidad se realizó en la evaluación de los datos de 681 estaciones meteorológicas gestionadas por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (Senamhi), la misma que gestiona los datos PISCO (Aybar et al., 2017).



El análisis exploratorio de CHIRPS se produjo una corrección de los datos obteniendo un producto modificado del mismo. En cuanto a la mezcla de la información meteorológica de precipitación y temperatura, se realizó entre la información de las estaciones del SENAMHI y CHIRP modificado utilizando la técnica geostadística Kriging con Derivada Externa (Lavado et al., 2014).

2.2.11. Régimen hidrológico

Las variaciones de caudal definen el régimen hidrológico de un río, las variaciones temporales se dan durante o después de las tormentas. En casos extremos se puede producir la crecida cuando el aporte de agua es mayor que la capacidad del río para evacuarla, desbordándose y cubriendo las zonas llanas próximas. El agua que circula bajo tierra (caudal basal) tarda mucho más en alimentar el caudal del río y puede llegar a él días, semanas o meses después de la lluvia que generó la escorrentía.

El régimen hidrológico hace referencia a como está distribuida el agua a lo largo del tiempo, puede ser a lo largo del año, también hace referencia a la duración de las épocas o estaciones características de una cuenca, puede ser estación húmeda, seca, periodo de avenidas, estiaje, como resultado de la cantidad de agua distribuida en el tiempo (Lespinas et al., 2014).

La variación espacial se da porque el caudal del río aumenta aguas abajo, a medida que se van recogiendo las aguas de la cuenca de drenaje y los aportes de las cuencas de otros ríos que se unen a él como afluentes. Debido a esto, el río suele ser pequeño en las montañas, cerca de su nacimiento, y mucho mayor en las tierras bajas, próximas a su desembocadura (Clark et al., 2014).



La excepción son los desiertos, en los que la cantidad de agua que se pierde por la filtración o evaporación en la atmósfera supera la cantidad que aportan las corrientes superficiales. Por ejemplo, el caudal del Nilo, que es el río más largo del mundo, disminuye notablemente cuando desciende desde las montañas del Sudán y Etiopía, a través del desierto de Nubia y de Sahara, hasta el mar Mediterráneo.

El régimen hidrológico del altiplano es bien definido, las temporadas de lluvia es generalmente definida en los meses de diciembre a marzo, la temporada de transición seco-húmedo para ser abril, la estación seca se da en los meses de mayo a setiembre, mientras que la temporada transición seco-húmedo se da entre octubre a noviembre. En estos términos se establece el régimen y la estacionalidad en las cuencas andinas-altiplánicas del Perú (Lavado et al., 2018).

Diversos estudios indican un impacto en el régimen hidrológico debido a forzamientos antropogénicos. Estos impactos se ven reflejados en variables como precipitación, y evapotranspiración. Esto se evidencia en las tendencias negativas significativas que se han observado en los caudales de los ríos en las últimas décadas del siglo 20 (Dayon, Boé, Martin, & Gailhard, 2018).

Son pocos estudios los que han proyectados el comportamiento futuro regional del régimen hidrológico. Chen, Sun, & Li, (2017) se basa en la versión anterior de los MCG del CMIP3, en el que determina una disminución de los flujos de los ríos de Francia, especialmente pronunciada en verano y otoño para un futuro mediano al 2050.

Asimismo, juegan un papel importante los modelos hidrológicos en las incertidumbres de los impactos del régimen hidrológico, ya que los cambios hidrológicos



son afectados por la incertidumbre debido a los escenarios de emisiones y metodologías de reducción de escala (Dayon et al., 2018).

Dayon et al. (2018) evidencia en sus resultados que las precipitaciones tienden a incrementar en invierno, mientras que en verano disminuyen fuertemente; sin embargo, señala que existe una fuerte incertidumbre sobre la magnitud de la disminución de la precipitación.

Estos cambios en las variables climatológicas son reflejados en el régimen hidrológico, como es el caso de la cuenca del río Sena en Francia, donde para un escenario RCP 8.5 al año 2050 se prevé un incremento de la escorrentía de hasta 30% en verano y un descenso de hasta el 20% en invierno, además que estas variaciones cambian con respecto al MCG utilizado, lo que incrementa la incertidumbre (Dayon et al., 2018).

2.2.12. Modelamiento hidrológico

El modelamiento hidrológico trata de simplificaciones de los procesos físicos, químicos y biológicos que ocurren dentro de una o más unidades hidrográficas, llamadas también cuenca y que están compuestas de suelo, geología, morfología, cobertura vegetal, asentamientos humanos, etc., y que se encuentran expuestas a la influencia de los fenómenos atmosféricos y climáticos locales e intercontinentales (Avalos, 2018).

Entender el ciclo hidrológico implica entender la “respuesta” de la cuenca de manera continua en el tiempo y en el espacio, por este motivo la base de la modelación hidrológica es la modelación de cuencas (Cabrera, 2017). Los modelos hidrológicos son un reflejo de cómo entendemos el sistema de la cuenca y su respuesta. Su capacidad predictiva depende de cómo los construimos y cómo los aplicamos, y la calidad de las



predicciones es generalmente consistente con la calidad de nuestra comprensión del sistema y del modelo que lo representa (Avalos, 2018).

Esto significa que no existe el modelo perfecto aplicable a todas las cuencas del planeta: cada cuenca tiene condiciones muy particulares de clima, geografía, geología, etc., que incrementan la importancia de un proceso por sobre otros y condicionan la estructura del modelo (Cabrera, 2017).

2.2.12.1. Modelo hidrológico

Se puede definir modelo como una representación simplificada del mundo real, que permite tener una idea de lo que ocurre bajo ciertas circunstancias. Los modelos hidrológicos intentan representar los diferentes procesos que se dan dentro de un espacio (generalmente una cuenca) y que transforman, en principio, una precipitación en escorrentía (Pascual & Martin, 2016).

Un modelo hidrológico, busca representar los diferentes procesos involucrados en la distribución de la lluvia y la generación de caudales en una determinada cuenca. En la actualidad se dispone de una amplia variedad de modelos, los cuales han sido planteados bajo ciertas hipótesis cuyo claro entendimiento garantiza su correcto uso (Jorquera, Weber, & Reyna, 2012).

2.2.12.2. Tipo y clasificación de los modelos

Los modelos hidrológicos se pueden clasificar de múltiples maneras, teniendo en cuenta criterios como el enfoque matemático que realizan, el grado de representación espacial de sus componentes, etc. Si bien es cierto que en la mayoría de los casos los

modelos se describen por la forma o detalle que tienen de representar la superficie de la cuenca (agregados, semidistribuidos y distribuidos), el enfoque matemático (deterministas y estocásticos) y la forma de plantear los procesos hidrológicos que analiza (de base física o empírica), a continuación, se describen las características que se pueden dar en los modelos de acuerdo con la clasificación y tipología interrelacionada.

Los modelos matemáticos representan el sistema hidrológico en forma abstracta, mediante un conjunto de ecuaciones que relacionan las variables de entrada y de salida. Estas variables pueden ser funciones del espacio y del tiempo, y también pueden ser variables probabilísticas o aleatorias que no tienen un valor fijo en un punto particular del espacio y del tiempo (Pascual & Martin, 2016). Como se ve en la Figura 7.

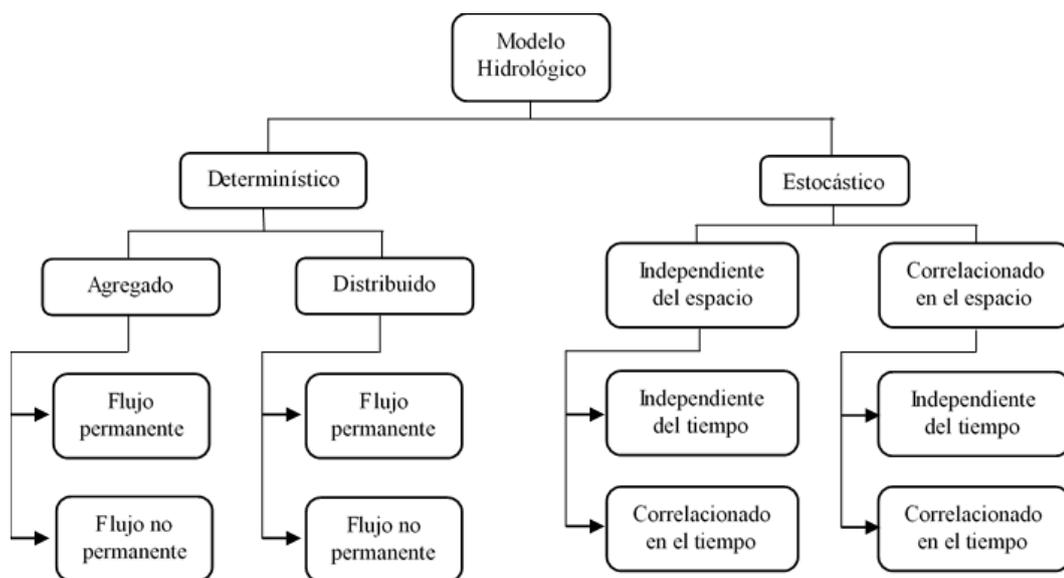


Figura 7. Clasificación de los modelos hidrológicos de acuerdo a su forma y variabilidad espacial y temporal.

Fuente: Chow, Maidment, & Mays (1994)

En los modelos determinísticos una entrada dada produce siempre una misma salida. En cambio, en los modelos estocásticos tienen salidas que son por lo menos



parcialmente aleatorias. Podría decirse que los modelos determinísticos hacen pronósticos, mientras que los modelos estocásticos hacen predicciones. A pesar que todos los fenómenos hidrológicos implican algún grado de aleatoriedad, la variabilidad resultante en la salida puede ser pequeña cuando se le compara con la variabilidad de otros factores conocidos (Pascual & Martin, 2016).

Los modelos estocásticos se clasifican en independientes del espacio y correlacionados en él, de acuerdo con la influencia que las variables aleatorias tengan entre ellas en diferentes puntos del espacio (Ramirez, 2012). Los modelos estocásticos siempre tienen salidas que son variables en el tiempo, por lo que además se clasifican como independientes del tiempo y correlacionados con él. Un modelo independiente del tiempo representa una secuencia de eventos hidrológicos que no influyen entre sí, mientras que un modelo correlacionado en el tiempo representa una secuencia en la cual el evento siguiente está parcialmente influido por el evento anterior y posiblemente con otros (Cabrera, 2017).

2.2.12.3. Calibración y validación de un modelo

El proceso de calibración consiste en la mejora selectiva de los parámetros iniciales del modelo de manera que este aproxime con mayor verosimilitud (sea más realista) los resultados estimados de la simulación. Normalmente la comprobación de la bondad del ajuste del modelo se realiza por medio de la comparación entre las variables hidrológicas medidas y las obtenidas con el modelo (Pascual & Martin, 2016).

La fase de validación consiste en la comprobación, una vez calibrado, por medio de simulaciones, de que el modelo funciona correctamente y conforme a los fines para los que ha sido desarrollado. Además de ser funcional, debe valorarse también que pueda



ser utilizado sin dificultades tanto por la comprensión de su funcionamiento como por los requerimientos para su parametrización (Ramírez, 2012).

2.2.13. Modelo hidrológico GR2M

El GR2M (Ingeniería Rural a 2 Parámetros y nivel Mensual, por sus siglas en francés), es un modelo precipitación-escorrentía desarrollado por el Centro de Investigación Agrícola e Ingeniería Ambiental de Francia (CEMAGREF), que buscaba proponer un modelo global lo más simple posible, para reconstruir caudales a partir de información de precipitación y evapotranspiración (Mouelhi et al., 2006).

Lavado (2010), realizó una comparación del modelo GR2M con los modelos Vandewiele y ABCD, resultando ser el mejor dentro de la categoría de los modelos mensuales que tienen pocos requerimientos de datos de entrada y buen ajuste en sus simulaciones.

En el proceso de modelamiento con GR2M, se procede a la calibración, validación y sensibilidad del modelo; en el primer caso obtener valores óptimos de los parámetros incluidos en el modelo, es decir, el mejor ajuste entre los datos observados y los datos simulados por el modelo; en el segundo caso, la validación, es el proceso de verificación de la calidad de los ajustes de la etapa de calibración y, finalmente, la etapa de sensibilidad del modelo tiende a medir cuanto puede llegar a afectar a los resultados del modelo, las variaciones relativamente pequeñas en los valores de los parámetros (Mena, 2010).

En términos generales, el modelo GR2M es un modelo conceptual de dos depósitos o reservorios, el reservorio-suelo que corresponde a la función de producción; y el reservorio de agua gravitacional, donde el aporte es instantáneo al inicio y después



con el paso de tiempo se vacía gradualmente. El nivel de este reservorio determina el gasto que puede liberar (Mouelhi et al., 2006).

El modelo GR2M puede ser evaluado de manera cuantitativa y cualitativa. La evaluación cuantitativa consiste en determinar el valor óptimo de una función objetivo o función criterio de evaluación, resume los resultados de comparación entre los valores observados y los valores calculados por el modelo. Por otra parte, la evaluación cualitativa se basa en la comparación grafica entre los valores calculados y los valores observados (Mouelhi et al., 2006).

Asimismo, (Carmona, Delgado, Rivera, Trucios, & Estrada, 2013) señalan que el modelo GR2M, al ser un modelo de paso mensual para caudales medios, presenta algunas limitaciones en cuanto a la representación de eventos extremos, en especial los ocurridos durante el verano en la estación húmeda, subestimando el escurrimiento en casos de precipitaciones altas y sobrestimando valores durante periodos de precipitaciones escasas.

A pesar de estas limitaciones, el modelo GR2M presenta altas eficiencias del coeficiente de Nash-Sutcliffe al simular la escorrentía mensual en las zonas del altiplano, presentando eficiencias mayores al 80% en la cuenca del rio Ramis (Vera & Obando, 2011), mayores a 70% en la cuenca del rio Verde y mayores a 85% en la cuenca del rio Coata (Herrera, 2015).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La cuenca del río Lampa, se ubica en la región de Puno, al sur de Perú; hidrográficamente es aportante de la cuenca del río Coata, que a su vez pertenece a la vertiente del lago Titicaca, quedando dentro del sistema TDPS (Titicaca Desaguadero Poopó y Salar de Coipasa). Hidrográficamente, la cuenca del río Lampa está compuesta por los ríos Vilavila y Palca, que forman el río Lampa, los cuales son los aportantes más importantes de la cuenca (INRENA, 2008).

3.1.1. Ubicación política

La cuenca del río Lampa, se ubica en la región de Puno, al sur del Perú y comprende un área de 1,635 km². Castillo (2018) señala que está inmersa en la unidad hidrográfica del río Coata, la que constituye una de las unidades hidrográficas más importantes de la vertiente del Titicaca, y que políticamente se ubica en las provincias de Lampa y San Román, cuyos límites hidrográficos son:

- Norte: Cuenca del río Pucará
- Sur: Cuenca del río Coata
- Este: Cuenca del río Coata
- Oeste: Cuenca del río Pucará

Para fines de la presente investigación se tomó como punto de control y salida de la cuenca, la estación hidrométrica Puente Mocoyache Lampa, difiriendo ligeramente con el área total de la cuenca, como se observa en la Figura 8.

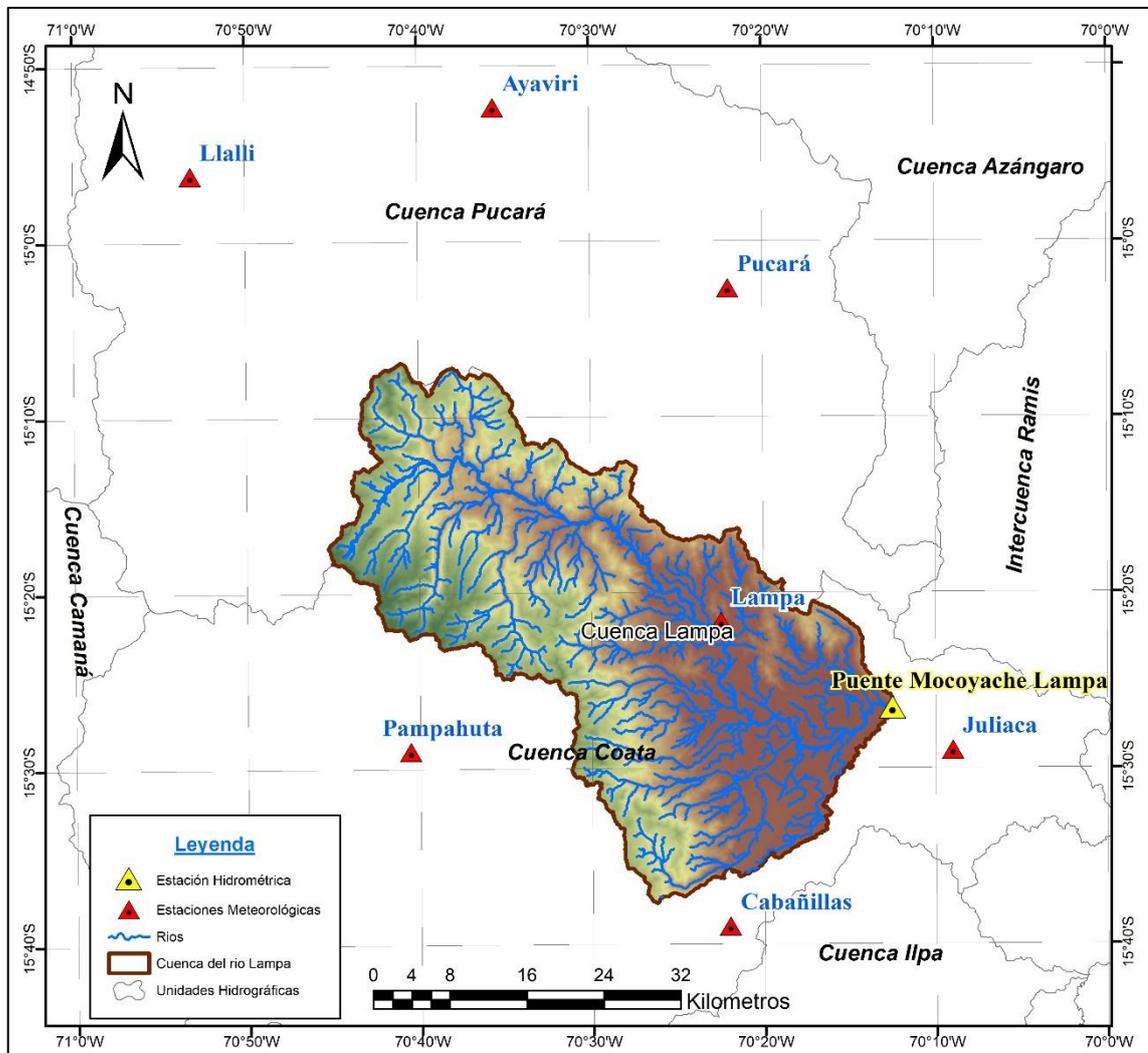


Figura 8. Área de estudio, cuenca del río Lampa y estaciones hidrometeorológicas.

Fuente: Elaboración propia

3.1.2. Características geomorfológicas de la cuenca

La cuenca del río Lampa (hasta la estación de aforo Puente Mocoyache Lampa) presenta características geomorfológicas generales, que fueron obtenidas mediante el uso



del Sistema de Información Geográfica ArcGIS 10.6.1, presentando condiciones geomorfológicas propias del Altiplano peruano.

El área de la cuenca en estudio es de 1,557 km², con un perímetro de 240.43 km, la cuenca posee un tiempo de concentración de 782.58 min., se encuentra entre las altitudes de 3820 y 4992 m.s.n.m., con altitud media de 4621 m.s.n.m., la pendiente media de la cuenca es de 24.60%, mientras que la pendiente del cauce principal de 1.15% cuya longitud es de 102.02 km, estos resultados son similares a los detallados por INRENA (2008).

3.2. MATERIALES

3.2.1. Equipos y software empleados

Para lograr los objetivos propuestos, se han utilizado los siguientes equipos logísticos y software de computo:

a. Equipos

- Laptop Intel Core i7 – Predator 8750H CPU 2.20 GHz
- Impresora laser
- Materiales de escritorio
- Memoria externa 5 TB

b. Software

- RStudio
- ArcGIS 10.6.1
- Hydraccess
- Microsoft Office 2016

3.3. INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA

3.3.1. Información histórica observada

La información meteorológica utilizada para el estudio corresponde a siete estaciones climáticas ordinarias que se encuentran en el área de estudio: Ayaviri, Cabanillas, Juliaca, Lampa, Llalli, Pampahuta, Pucará, así como una estación hidrométrica: Puente Mocoyache-Lampa, como se muestran en las Tablas 2 y 3.

Tabla 2. Estaciones meteorológicas del área de estudio

N ^o	Estación	Tipo	Región	Provincia	Distrito	Latitud	Longitud	Altitud m.s.n.m	Fecha inicio	Fecha fin
1	Ayaviri	CO	Puno	Melgar	Ayaviri	14°52'23"	70°35'35"	3928	Ene-1964	Dic-2014
2	Cabanillas	CO	Puno	San Román	Cabanillas	15°39'00 "	70°22'00 "	3892	Feb-1964	Dic-2014
3	Juliaca	CO	Puno	San Román	Juliaca	15°29'00"	70°09'00 "	3826	Feb-1967	Dic-2014
4	Lampa	CO	Puno	Lampa	Lampa	15°21'40 "	70°22'27 "	3892	Ene-1964	Dic-2014
5	Llalli	CO	Puno	Melgar	Llalli	14°56'13 "	70°53'10 "	3980	Ene-1964	Dic-2014
6	Pampahuta	CO	Puno	Lampa	Paratía	15°29'01 "	70°40'33 "	4400	May-1969	Dic-2014
7	Pucará	CO	Puno	Lampa	Pucará	15°02'42 "	70°21'60 "	3900	Oct-1963	Dic-2014

CO: Climática Ordinaria

Fuente: Senamhi

Tabla 3. Estación hidrométrica Puente Mocoyache-Lampa

N ^o	Estación	Tipo	Región	Provincia	Distrito	Latitud	Longitud	Altitud m.s.n.m	Fecha Inicio	Fecha Fin
1	Mocoyache Lampa	H	Puno	San Román	Juliaca	15°26'38"	70°12'33"	3838	Ene-1994	Dic-2016

H: Hidrométrica

Fuente: Senamhi



Las series de datos históricos de precipitación para las estaciones meteorológicas se muestran en la Anexo 7. Para la presente investigación se ha tomado como serie histórica observada solo el periodo de 1990-2016 (27 años) debido a la limitada disponibilidad de información de caudales de la estación Puente Mocoyache Lampa.

Debido a la falta de información de temperatura en algunos años de la serie histórica, se optó por utilizar para los datos de temperatura la información de la data Pisco v2.1, la cual cuenta con una serie de datos históricos grillados para el periodo 1981-2016 y ya se encuentra consistenciada y homogenizada con respecto a las estaciones meteorológicas utilizadas (Luna & Lavado, 2015), por lo que dicha serie encaja con el periodo histórico utilizado para el presente estudio. Por esta razón y debido a la disponibilidad de datos de la cuenca, el periodo de datos históricos analizados es para el periodo 1990-2016 como se señaló en el párrafo anterior.

3.3.2. Información climática futura NEX-GDDP

El Modelo Climático Global elegido para esta investigación es el MIROC5, cuya información fue descargada de la plataforma NEX-GDDP de la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio de los Estados Unidos (NASA), cuya procedencia y resolución espacial se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Características del modelo MIROC5

Modelo	Institución	Resolución de NEX-GDDP	Periodo histórico	Periodo futuro RCP 4.5 y RCP 8.5
MIROC5	Instituto de Investigaciones Atmosféricas y Oceánicas – Instituto Nacional para Estudios Ambientales y Agencia Japonesa de Ciencia y Tecnología Marina-Terrestre	Lat.: 25 km Long.: 25 km	1950 - 2005	2006 - 2099

Fuente: Adaptado de Moya, Ortega, & Jurado, (2016)

Los datos de NEX-GDDP contemplan la información grillada de las variables de precipitación y temperatura para 21 MCG del CMIP5, las mismas fueron descargadas para el MCG MIROC5 desde su mismo servidor en la página web: <https://cds.nccs.nasa.gov/nex-gddp/> o en el enlace <https://portal.nccs.nasa.gov/datashare/NEXGDDP/>.

3.4. METODOLOGÍA

De la determinación de los efectos del cambio climático en el régimen hidrológico de los caudales de la cuenca del río Lampa para el periodo futuro lejano de 2073-2099 bajo los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 propuestos por el IPCC, se siguió la metodología mostrada en la Figura 9, en la que primero se realizó el análisis exploratorio y se completó los datos históricos de las 7 estaciones meteorológicas observadas, así como se redujo la escala espacial del MCG MIROC5 para los escenarios futuros RCP 4.5 y 8.5; luego se realizó el modelamiento hidrológico de la cuenca con el modelo GR2M, y finalmente se determinaron los efectos del cambio climático en el régimen hidrológico de la cuenca

evaluando la variación de caudales del registro histórico y los resultados obtenidos para el periodo futuro.

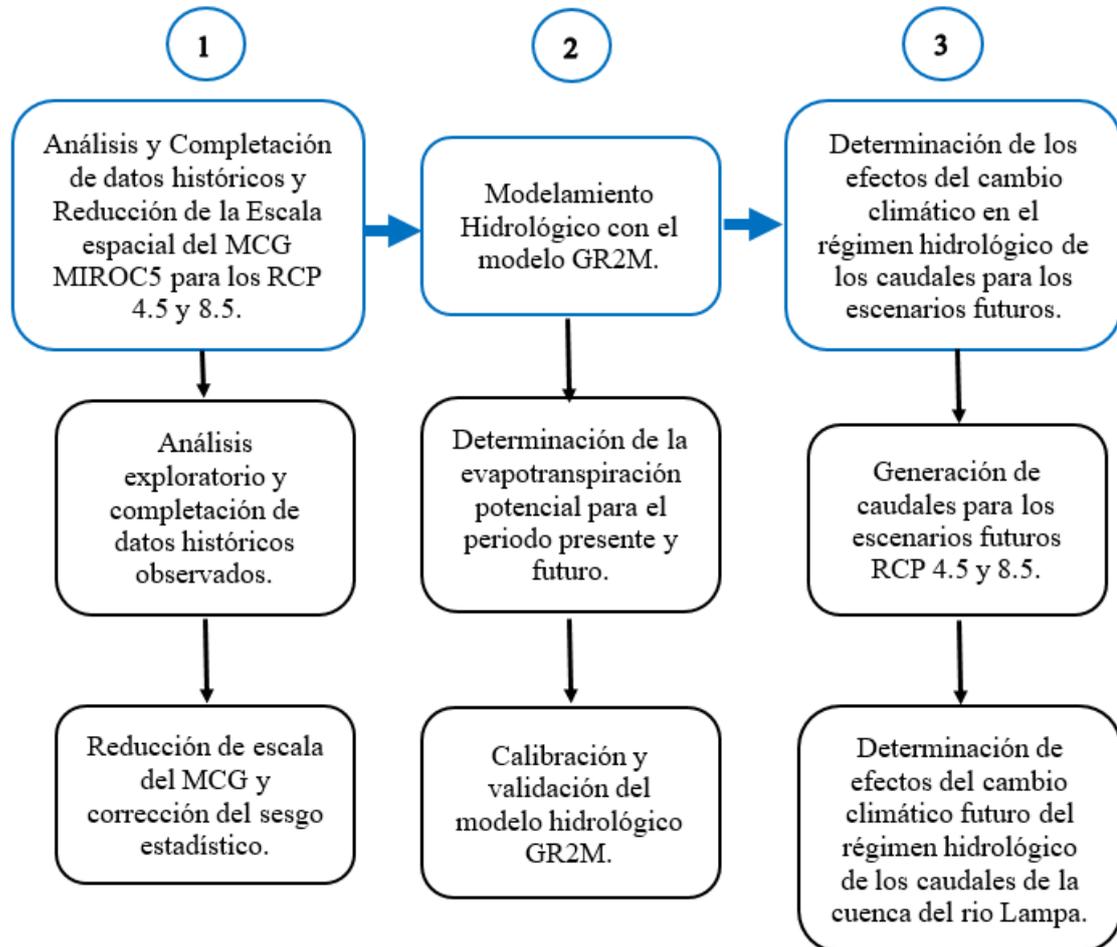


Figura 9. Esquema de la metodología general empleada.

Fuente: Elaboración propia

3.4.1. Completación de datos históricos y reducción de la escala espacial del Modelo Climático Global MIROC5 para los escenarios futuros RCP 4.5 y 8.5 propuestos por el IPCC.

Para analizar la información futura y compararla con el presente, primero se realizó un Análisis Exploratorio de Datos (AED) históricos, se realizó la completación de

datos observados, luego para reducir la escala espacial del MCG se realizó por el método de reducción de escala estadística, que implica la interpolación de la información grillada de precipitación y temperatura para los escenarios RCP 4.5 y 8.5 de los MCG, y la corrección de sesgo de la información escala espacialmente, como se muestra en la Figura 10.

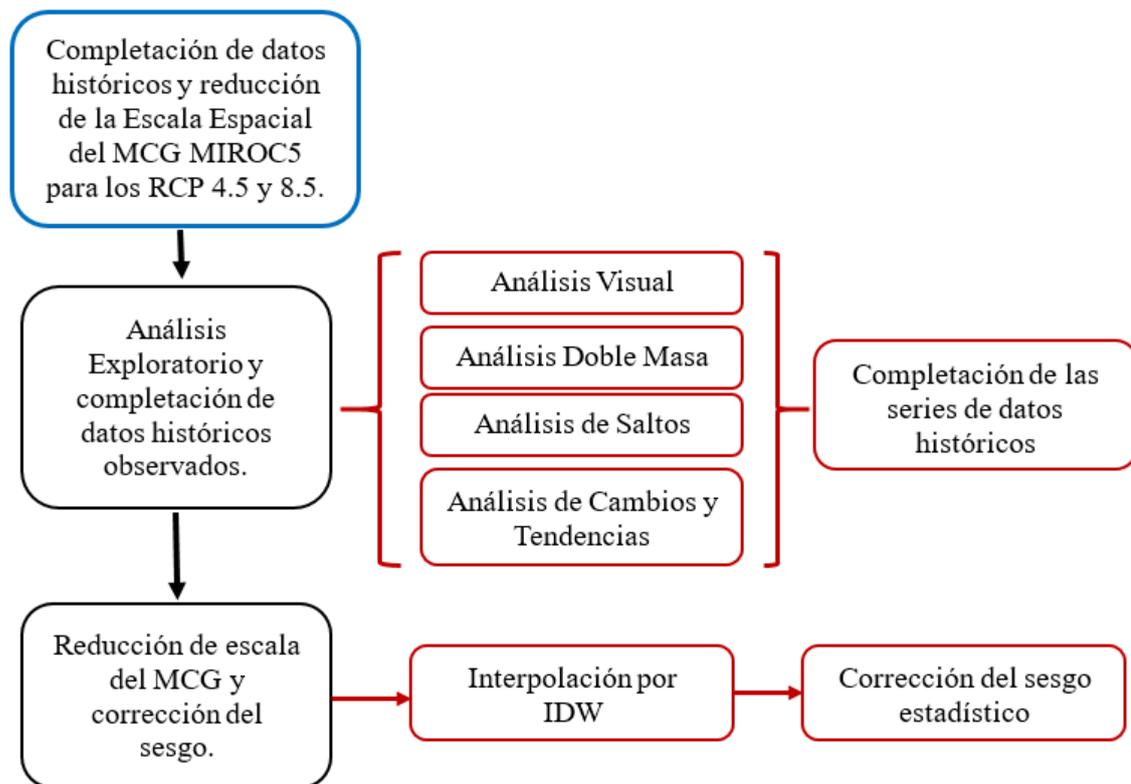


Figura 10. Esquema de la metodología para completar datos históricos y reducir la escala del MCG MIROC5 para los escenarios futuros RCP 4.5 y 8.5

Fuente: Elaboración propia

3.4.1.1. Análisis Exploratorio de Datos (AED) y completación de datos históricos

Asimismo, para el tratamiento y verificación de calidad de los datos hidrometeorológicos observados de las estaciones del Senamhi, que consiste en el



análisis visual, doble masa, análisis de saltos, análisis de tendencias para establecer la estacionariedad de las series de datos.

a. Análisis Visual

El análisis visual se realizó con ayuda de herramientas y software como Minitab y Microsoft Excel, analizando las series mensuales de los periodos de datos observados, para esto se analizaron los diagramas de caja o boxplot, identificando los datos atípicos ubicados fuera del rango intercuartil que pudiesen ser el resultado de un posible error de medición o de algún evento extremo.

b. Análisis de doble masa

El análisis de doble masa es llamado también de “dobles acumulaciones”, es una herramienta muy conocida y utilizada en la detección de inconsistencias de datos hidrológicos múltiples, cuando se dispone de 2 o más series de datos, en lo que respecta a errores que pueden haberse producido durante la obtención de los mismos. El método consiste en comparar gráficamente series de datos acumulados de las estaciones frente a los acumulados de la estación índice, la cual es la estación con mayor homogeneidad en la serie, si se presentan quiebres en alguna estación podría deberse a errores causados al recopilar la información u otros que deberán analizarse (Marcacuzco, 2012).

c. Análisis de saltos

El análisis de saltos trata de determinar si existe algún salto en parámetros estadísticos como la media y la mediana que puedan ser originados por causa de error o

saltos en la serie (Marcacuzco, 2012). Para esto es comúnmente utilizada la prueba de T de Student.

Marcacuzco (2012), indica que la prueba de t de Student, sirve para detectar inconsistencias debido a cambios abruptos en la media de la precipitación. En este caso, se divide la muestra total en dos partes con tamaños similares, de tal forma que sus medias sean análogas. La serie es homogénea si el valor del estadístico calculado t_c resulta menor o igual al estadístico t_d de la distribución t de Student de dos colas y con $n_1 + n_2 - 2$ grados de libertad.

$$t_d = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\left[\frac{n_1 s_1^2 + n_2 s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right) \right]^{\frac{1}{2}}} \quad (1)$$

Donde \bar{x}_1 , \bar{x}_2 , s_1^2 , s_2^2 , son las medias y varianzas de las dos partes de la serie.

d. Análisis de cambios y tendencias

Por último, se prueba la estacionariedad de la serie de datos a través de los métodos propuestos por Castro & Escobar (2013), mediante pruebas estadísticas como la prueba de Mann Kendall y la Prueba de Cusum que evalúan los posibles cambios y tendencias en la media y mediana de la serie evaluada. Caso contrario, a la existencia de tendencias se establece que la serie es estacionaria y no presenta tendencias significativas.

La prueba de Cusum es un test no paramétrico, que contempla la división y comparación de la serie en dos partes similares, en la que dada una serie de datos $(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n)$, el test estadístico está definido por:



$$V_k = \sum_{i=1}^k \text{sgn}(X_i - X_{media}) \quad (2)$$

Donde $K= 1, 2, 3, \dots, n$, y

$$\text{sgn}(X) = 1 \text{ v para } X > 0 \quad (3)$$

$$\text{sgn}(X) = 0 \text{ para } X = 0 \quad (4)$$

$$\text{sgn}(X) = -1 \text{ para } X < 0 \quad (5)$$

V_k es la función que sigue la distribución de Kolmogorov-Smirnov con 2 sencillos estadísticos ($KS = \left(\frac{2}{n}\right) \max|V_k|$) con los valores críticos de $\max |V_k|$ dados por:

$$\alpha=0.10 \quad 1.22\sqrt{n} \quad (6)$$

$$\alpha=0.01 \quad 1.63\sqrt{n} \quad (7)$$

$$\alpha=0.05 \quad 1.36\sqrt{n} \quad (8)$$

Del cual, las series de datos serán analizadas al 95% de significancia.



La prueba de Mann Kendall es un test no paramétrico para una correlación. En la que se sigue una serie de datos X_1, X_2, \dots, X_n medidas a lo largo del tiempo. Este método propone una prueba en la que la Hipótesis nula, H_0 , que los datos provienen de una población donde las variables aleatorias son independientes e idénticamente repartidas, mientras que la Hipótesis alternativa, H_1 , señala que los datos siguen una tendencia monótonica en el tiempo. Bajo H_0 , la estadística de la prueba de Mann Kendall es:

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sgn}(X_j - X_i) \quad (9)$$

Donde:

$$\text{sgn}(\theta) = \begin{cases} +1 & \dots \dots \theta > 0 \\ 0 & \dots \dots \theta = 0 \\ -1 & \dots \dots \theta < 0 \end{cases} \quad (10)$$

Siendo S el indicador del incremento o descenso de la tendencia.

Bajo la hipótesis de ser independiente y al azar de las variables aleatorias distribuidas, cuando $n \geq 8$, el estadístico S esta aproximadamente distribuido normalmente, con media cero y varianza de la siguiente manera:

$$\sigma^2 = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \quad (11)$$



Como consecuencia, el estadístico Z estandarizado sigue una distribución normal estandarizada.

$$Z = \begin{cases} \frac{S - 1}{\sigma} & \text{si } S > 0 \\ 0 & \text{si } S = 0 \\ \frac{S + 1}{\sigma} & \text{si } S < 0 \end{cases} \quad (12)$$

La hipótesis de que no hay tendencia se rechaza cuando el valor Z calculado es mayor en absoluto que el valor crítico Z_{α} , en un elegido nivel de significancia α

e. **Completación de las series de datos**

Para la completación de datos se usó la herramienta HEC4 del Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos, que es el método recomendado y descrito a profundidad por Salas (2014). Este método realiza una correlación múltiple cruzada entre los datos de precipitación mensual de todas las estaciones, buscando el coeficiente de correlación más adecuado, es descrito con mayor detalle por Mejia (2017). De este proceso resultan hidrogramas para la completación y extensión de series.

3.4.1.2. Reducción de escala espacial del MCG MIROC5

Para reducir la escala espacial gruesa del MCG MIROC5 se utilizó el método reducción de escala estadística o también conocido como downscaling estadístico. El método de reducción de escala estadística consiste en reducir la escala espacial grillada y gruesa (25 km x 25 km) de la información grillada del MCG a una información puntual que podría representarse en la ubicación de una estación meteorológica, para este objetivo

se requiere realizar dos procesos: la interpolación a la estación deseada y la corrección del sesgo de forma estadística, lo que implica igualar las medias mensuales con la información observada.

a. Interpolación del Modelo Climático Global

Para interpolar la información grillada de los MCG se utilizó el método de ponderación inversa a la distancia o IDW, que es un algoritmo que utiliza la distancia de los puntos con datos; se asume que cada punto posee una influencia local que disminuye con la distancia, por lo que el método pondera con mayor fuerza a los puntos con datos cercanos al punto de valor desconocido y con menor intensidad sobre los que están a mayor distancia (Lavado & Fernandez, 2014), cuya ecuación se presenta como:

$$Z = \frac{\sum \frac{Z_i}{d_i^n}}{\sum \left(\frac{1}{d_i^n}\right)} \quad (13)$$

Donde Z es el valor a interpolar, Zi son los valores de los puntos vecinos, di la distancia entre los puntos vecinos y el punto a predecir, n es la potencia a la cual se eleva la distancia, que tiene un valor de 2.

b. Corrección del sesgo

La corrección de sesgo tiene el fin de corregir la información de precipitación y temperatura media de los modelos climáticos globales, ajustando parámetros estadísticos como la media para que sean semejantes a los de la información observada.



Para evaluar la corrección del sesgo estadístico de las series escaladas espacialmente, se realiza igualando las Curvas de Distribución de Frecuencia (CDF), esto con el fin de igualar estadísticamente la Distribución de Frecuencia Acumulada de la serie observada y la serie del MCG, mediante la siguiente igualdad.

$$cdf_{obs}(f(x)) = cdf_{mcg}(f(x)) \quad (14)$$

Donde cdf_{obs} es la función de distribución acumulada de la serie observada y cdf_{mcg} es la función de distribución acumulada de la serie escalada del MCG.

Para igualar estadísticamente las series observada y del MCG, se siguió el método del factor lineal propuesto por Teutschbein & Seibert (2012), para series hidrometeorológicas en estudios de cambio climático a través del método de escalamiento lineal de precipitación y temperatura, el cual opera con valores de corrección mensual en función de las diferencias entre los valores observados y los simulados por el MCG en el periodo histórico.

Por definición, las simulaciones de los MCG serán casi perfectamente corregidos con respecto a sus valores medios mensuales con los datos observados. La precipitación y temperatura se corrigen con un factor basado en la relación entre los datos observados y control de ejecución mensual media a largo plazo. Como se muestra en las siguientes ecuaciones:

$$P'gcm(m) = Pgcm(m) * fc(p) \quad (15)$$

$$P'scen(m) = Pscen(m) * fc(p) \quad (16)$$

Considerando que $fc(P)$ es el factor de corrección de sesgo para la precipitación, donde:

$$fc(P) = \left[\frac{\mu_m(P_{obs}(m))}{\mu_m(P_{gcm}(m))} \right] \quad (17)$$

Donde $P'scen(m)$ es la precipitación mensual histórica del MCG corregida, $P_{gcm}(m)$ es la precipitación mensual histórica del MCG sin corregir, $\mu_m(P_{obs}(m))$ es el promedio de la precipitación mensual observada, $\mu_m(P_{gcm}(m))$ es el promedio de la precipitación mensual del MCG sin corregir.

Asimismo, la temperatura resultante de los MCG es corregida por las ecuaciones:

$$T'gcm(m) = Tgcm(m) * fc(T) \quad (18)$$

$$T'scen(m) = Tscen(m) * fc(T) \quad (19)$$

Donde $fc(T)$ es el factor de corrección de sesgo para la temperatura, donde:

$$f_c(T) = \left[\frac{\mu_m(T_{obs}(m))}{\mu_m(T_{gcm}(m))} \right] \quad (20)$$

Donde $T'_{scen}(m)$ es la temperatura media mensual histórica del MCG corregida, $T_{gcm}(m)$ es la temperatura media mensual histórica del MCG sin corregir, $\mu_m(T_{obs}(m))$ es el promedio de la temperatura media mensual observada, $\mu_m(T_{gcm}(m))$ es el promedio de la temperatura media mensual del MCG sin corregir.

3.4.2. Del modelamiento hidrológico de los caudales de la cuenca del río Lampa con el modelo GR2M

Con el fin de alcanzar el segundo objetivo y se realizó el modelamiento hidrológico de la cuenca del río Lampa con el modelo GR2M, para la que se utilizó la información de precipitación, temperatura y caudales del periodo presente (1990-2014), con el fin de calibrar y validar el modelo y usarlo posteriormente para generar los caudales del periodo futuro. El modelo utiliza las variables de precipitación y ETP para modelar la escorrentía; sin embargo, debido a que no se cuenta con información de ETP medida en las estaciones, por lo que primero se determina la ETP por el método de Thornthwaite (para el periodo presente y futuro), luego el modelo es calibrado para establecer y fijar los parámetros, posteriormente se valida el modelo, como se muestra en la Figura 11.

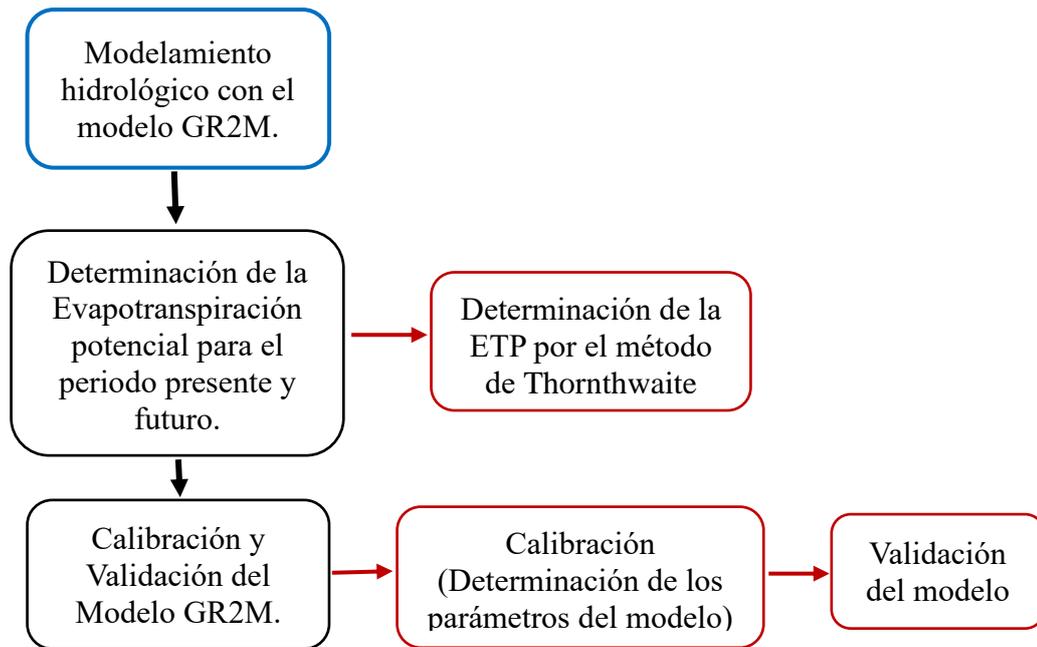


Figura 11. Esquema de la metodología para realizar el modelamiento hidrológico con el modelo GR2M

Fuente: Elaboración propia

3.4.2.1. Determinación de la evapotranspiración potencial para el periodo presente y futuro

Es el fenómeno físico que considera los procesos de evaporación y transpiración. Para el cálculo de la evapotranspiración potencial, se está considerando la metodología empleada por Montaner & Sánchez (1988), por el método de Thornthwaite, para el cual se utiliza la siguiente ecuación:

$$ETP = ETP' \times \frac{N}{12} \times \frac{d}{30} \quad (21)$$

Donde, ETP es la evapotranspiración potencial mensual corregida (mm/mes), ETP' es la evapotranspiración potencial mensual sin corregir, N la duración máxima diaria media de las horas de fuerte insolación (Según la Tabla del Anexo 11), d es el número de días del mes.

Para determinar la evapotranspiración potencial mensual sin corregir se usa la siguiente ecuación:

$$ETP' = 16x \left(\frac{10t}{I} \right)^a \quad (22)$$

Donde, I es el índice térmico anual, a es un exponente adimensional dependiente de I.

Asimismo se determina el Índice Térmico con la siguiente ecuación:

$$i_n = \left(\frac{Tm}{s} \right)^{1.514} \quad (23)$$

Donde i_n es el índice térmico para el mes y Tm es la temperatura media mensual (°C). También se calcula el índice térmico anual, como sigue:

$$I = \sum_{n=1}^{n=12} i_n \quad (24)$$

Donde I es el índice térmico anual, in es el índice térmico mensual y n es el mes.

De igual manera, se determina el exponente a :

$$a = 0.6751 \times 10^{-6} x I^3 - 0.771 \times 10^{-4} x I^2 + 0.01792 x I + 0.49239 \quad (25)$$

3.4.2.2. Modelo GR2M

El modelo GR2M funciona a paso de tiempo mensual, el cual está basado en la transformación de la lluvia en escorrentía, a través de la utilización de un conjunto de ecuaciones, como se observa en la Figura 12.

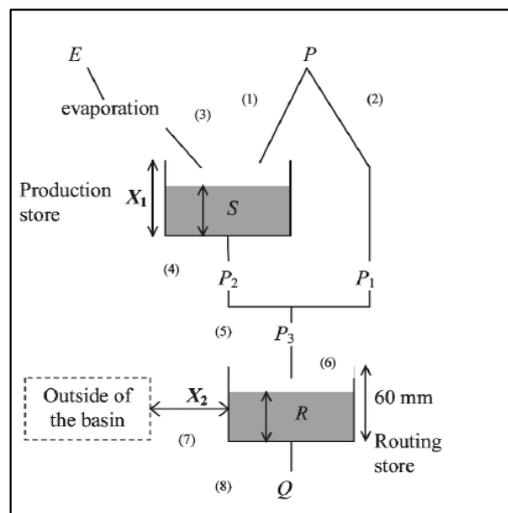


Figura 12. Estructura del Modelo GR2M

Fuente: Mouelhi et al. (2006).

En el modelo, todas las cantidades (entradas, salidas y variables internas) están expresadas en mm. En las ecuaciones presentadas a continuación, P y E representan la precipitación y la evapotranspiración potencial promedio de la cuenca.



Debido a la precipitación, el almacenamiento en el tanque de producción, S , se convierte en S_1 , obtenido por medio de la siguiente expresión:

$$S_1 = \frac{S + X_1 \operatorname{Tanh}\left(\frac{P}{X_1}\right)}{1 + \frac{S}{X_1} \operatorname{Tanh}\left(\frac{P}{X_1}\right)} \quad (26)$$

Donde X_1 representa la máxima capacidad del tanque de producción. El exceso de precipitación, P_1 , se calcula como:

$$P_1 = P + S - S_1 \quad (27)$$

Debido a la evaporación (el cálculo de la evaporación real depende del valor de E), S_1 se convierte en S_2 :

$$S_2 = \frac{S_1 + (1 - \operatorname{Tanh}\left(\frac{E}{X_1}\right))}{1 + (1 - \frac{S_1}{X_1}) \operatorname{Tanh}\left(\frac{E}{X_1}\right)} \quad (28)$$

Posteriormente una cantidad de agua P_2 es liberada del tanque de producción como percolación. De esta manera, S_2 toma un nuevo valor S , el cual representa el almacenamiento inicial en el siguiente mes:



$$S = \frac{S_2}{\left[1 + \left(\frac{S_2}{X_1}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}}} \quad (29)$$

$$P_2 = S_2 - S \quad (30)$$

La suma de P1 y P2 es la cantidad de agua que entra en el tanque de transito:

$$P_3 = P_1 + P_2 \quad (31)$$

El nivel inicial en tanque de tránsito, R, se actualiza como:

$$R_1 = R + P_3 \quad (32)$$

Luego se calcula el término de intercambio de agua F:

$$F = (X_5 - 1)R_1 \quad (33)$$

Donde X5 es un parámetro adimensional, Si X5 es mayor que 1, F representa una ganancia de agua para la cuenca, y si es menor que 1 representa una pérdida. El nuevo nivel en el tanque de transito es:



$$R_2 = X_5 * R1 \quad (34)$$

La descarga a la salida de la cuenca de interés se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$Q = \frac{R_2^2}{R_2 + X_4} \quad (35)$$

Donde X4 es la máxima capacidad del tanque de tránsito y tiene un valor de 60 mm. Finalmente, el nivel en el tanque de tránsito al inicio del siguiente mes se calcula como:

$$Q = \frac{R_2^2}{R_2 + X_4} \quad (36)$$

Los parámetros que deben ser calibrados en el modelo GR2M son X1 y X2.

Los procesos físicos en la cuenca están representados por el almacenamiento están representados por el almacenamiento de agua en el suelo (almacenamiento en el tanque de producción S), la infiltración, la evaporación real (E), la Percolación (P2), transito de escorrentía (P1 y P2), flujo de agua subterránea (F).

3.4.2.3. Calibración y validación del modelo

El modelamiento hidrológico de la cuenca se realizó mediante el modelo GR2M, que utiliza como entrada las variables de Precipitación y temperatura y simulados por el modelo como ingresos a reservorios de escorrentía y almacenamiento, y dando como resultado de salida la escorrentía en mm. Para evaluar la calibración y validación del modelo GR2M se utilizó el coeficiente de eficiencia de Nash-Sutcliffe (NSE), como se muestra en la siguiente ecuación (Traverso et al., 2019):

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Q_{sim,i} - Q_i)^2}{\sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q})^2} \quad (37)$$

Donde NSE es la Eficiencia de Nash-Sutcliffe, Q_{sim} es el caudal simulado y Q_i es el caudal observado.

El coeficiente de Nash-Sutcliffe evalúa que tan eficiente es el modelo, verificando que tan bien se ajustan los valores simulados con los valores observados, este coeficiente toma valores de 0 a 1, cuyos resultados se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Valores referenciales del criterio de Nash-Sutcliffe

NSE	Ajuste
< 0.2	Insuficiente
0.2 – 0.4	Satisfactorio
0.4 – 0.6	Bueno
0.6 – 0.8	Muy bueno
> 0.8	Excelente

Fuente: Molnar (2011)

3.4.3. De la determinación de los efectos del cambio climático futuro en el régimen hidrológico de los caudales de la cuenca del río Lampa.

Con el fin de alcanzar le tercer objetivo específico, se realizó la determinación de las variaciones del régimen hidrológico de los caudales bajo escenarios de cambio climático futuro para los escenarios RCP 4.5 y 8.5 propuestos por el IPCC en el AR5. Por lo que primero se generan los caudales para los escenarios futuros usando el modelo GR2M previamente calibrado y validado; posteriormente se determinaron las variaciones de caudal ΔQ para ambos escenarios futuros comparándolos con respecto a la información histórica de caudales del río Lampa, como se indica en la Figura 13.

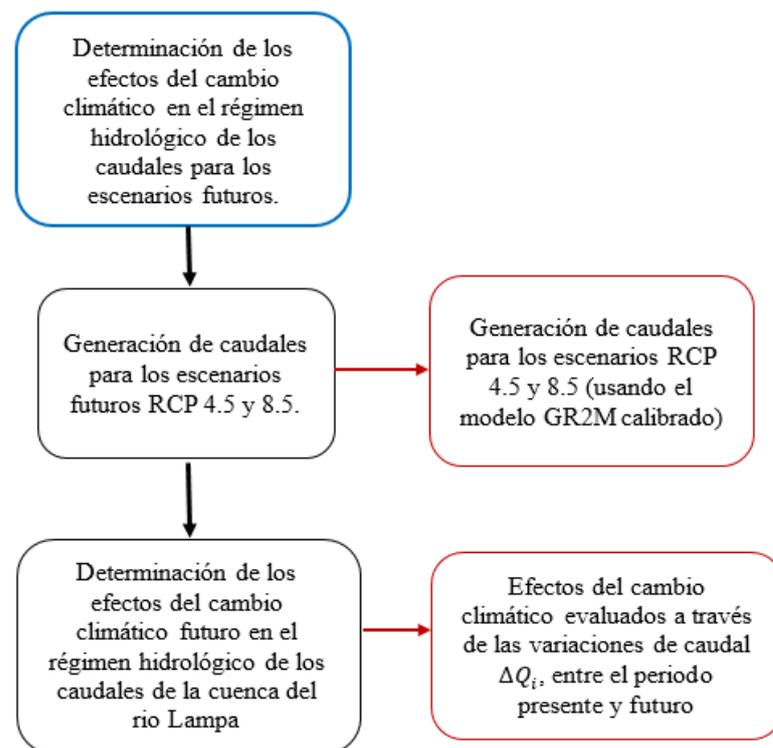


Figura 13. Esquema de la metodología para determinar las variaciones en el régimen hidrológico de los caudales para los escenarios futuros RCP 4.5 y 8.5 del IPCC.

Fuente: Elaboración propia

3.4.3.1. Generación de caudales para escenarios RCP 4.5 y 8.5 del periodo futuro lejano (2073-2099).

Para la generación de los caudales para escenarios futuros RCP 4.5 y 8.5, se utilizó el modelo GR2M previamente calibrado y validado, que mediante el ingreso de la información de la precipitación y evapotranspiración (generada por la temperatura) para los escenarios climáticos futuros de los RCP 4.5 y RCP 8.5 del IPCC, se generó la esorrentía de la cuenca que luego es convertida a caudal.

3.4.3.2. Efectos del cambio climático futuro en el régimen hidrológico de los caudales de la cuenca del río Lampa

Para determinar las variaciones de los caudales del régimen hidrológico de la cuenca se realiza considerando el indicador ΔQ_i propuesto por Cepeda (2017) en su metodología empleada.

$$\Delta Q_i = \frac{Q_{esci}}{Q_{histi}} \quad (38)$$

En donde ΔQ es la variación en el caudal medio del mes i , Q_{esci} es el caudal bajo el escenario futuro y Q_{histi} , es el caudal histórico del mismo mes.

Estas variaciones se determinan para identificar los meses que presentan mayores variaciones y los meses con menores en el régimen hidrológico de los caudales para los escenarios climáticos futuros RCP4.5 y 8.5 propuestos por el IPCC.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS DE LA COMPLETACIÓN DE DATOS HISTÓRICOS Y REDUCCIÓN DE ESCALA ESPACIAL DEL MODELO CLIMÁTICO GLOBAL MIROC5 PARA LOS ESCENARIOS CLIMÁTICOS RCP 4.5 Y RCP 8.5 PROPUESTOS POR EL IPCC PARA EL PERIODO FUTURO LEJANO DE 2073-2099

4.1.1. Análisis exploratorio y completación de datos históricos

Como resultados del Análisis Exploratorio de datos, se obtuvo los resultados de análisis para cada estación meteorológica evaluada.

a. Resultados del análisis visual (Diagrama de cajas y análisis de cercas)

Primero se detectaron los valores atípicos (outliers) con el diagrama de cajas o boxplot de manera cualitativa, con ayuda del software estadístico Minitab v.16, para el cual se muestran los resultados en el Anexo 1.

Asimismo, se realizó el análisis de cercas que, al igual que el caso del diagrama de cajas, se utilizó para determinar los valores atípicos de la serie, con el fin de retirarlos en caso este atípico sea producto de un error de lectura o solo de manera temporal para realizar la completación de datos y luego regresarlos a la serie histórica. Estos resultados se muestran en el Anexo 2.



Fernandez (2015) también señala que estos datos atípicos que superan el rango intercuartil de los boxplots y diagrama de cercas se debería a que poseen una distribución simétrica con la mediana por lo que no siguen una distribución normal, corrigiéndose dichos datos para alcanzar la normalidad de la serie.

b. Resultados del Análisis de Doble Masa

Una vez identificados los valores atípicos de las series de datos. Se realizó el análisis por el diagrama de doble masa, con el fin de identificar de forma gráfica, los posibles saltos estructurales de las series datos, tomando como estación índice a la estación Lampa, la única que se ubica dentro de la cuenca y la mejor distribución de valores acumulados presentaba, luego las demás series fueron graficas versus la estación índice, como se muestra en el Anexo 3.

Los resultados muestran que la estación Lampa posee una mejor representación de los valores medios de las otras estaciones, presentando menos quiebres en el diagrama doble masa, razón por la que fue elegida como estación índice; asimismo, esta es la que presenta mejor coeficiente de determinación con $R^2 > 0.999$ cercano a 1, mientras que la estación con menor ajuste es la estación Ayaviri, sin embargo, todas las estaciones presentan coeficientes de determinación muy buenos. Estos resultados se asemejan a los obtenidos por Salas, (2014) para a cuenca del rio Illpa en la región del altiplano de Puno, lo que corrobora los señalado por Castro & Escobar (2013) de que las variables de las estaciones presentan similares porcentajes de variación y reflejan buen ajuste para la cuenca.



c. Resultados del Análisis de Saltos

Con respecto al análisis de saltos, se realizó mediante la prueba de T de Student, dividiendo las series en grupos con similar cantidad de datos, clasificándolos en un periodo confiable y un periodo dudoso, usualmente se tomó como periodo confiable la parte más actual de la serie, la que presenta en los últimos años, así como el criterio de que debe tener una mejor homogeneidad de datos en su serie, mientras que para el periodo dudoso se tomó los datos restantes y menos homogéneos, cuyos resultados se muestran en la Tabla 7.

Longobardi & Villani (2009), señala que se considera las series como homogéneas cuando los cambios en la media indicados por la prueba de t de Student no es significativa al 95% de significancia, lo que evidenciaría que las series de las estaciones tomadas para la cuenca del río Lampa no presentan saltos significativos. El resumen de los resultados del análisis de saltos se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Resumen de análisis de saltos de las estaciones meteorológicas

Estación	Período		N° de Datos	Promedio	Desviación Estándar	Estadísticos			Desviación Estándar				
	Confiabilidad	Inicio Final				Sp	Sd	Tc	Tt	Diferencia Significancia	Fc	Ft	Diferencia Significancia
Ayaviri	Dudoso	Feb-64	181	50.61	55.73	57.652	5.196	0.992	1.964	NO	1.103	1.240	NO
	Confiable	Ene-82	385	55.76	58.53								
Juliacca	Dudoso	Ene-64	261	49.59	51.62	53.690	4.640	0.451	1.964	NO	1.159	1.224	NO
	Confiable	Ene-86	275	51.68	55.58								
Lampa	Dudoso	Ene-64	246	55.05	61.37	61.957	5.146	0.355	1.964	NO	1.044	1.212	NO
	Confiable	Ene-85	353	56.87	60.07								
Llalli	Dudoso	Ene-64	197	62.22	66.04	68.842	6.497	0.961	1.965	NO	1.152	1.249	NO
	Confiable	Feb-93	261	68.46	70.88								
Pampahuta	Dudoso	Ene-83	48	75.7	84.17	84.001	12.969	0.806	1.966	NO	1.396	1.400	NO
	Confiable	Ene-87	333	65.3	71.24								
Cabanillas	Dudoso	Ene-64	240	49.8	58.55	60.944	5.067	1.197	1.964	NO	1.138	1.217	NO
	Confiable	Ene-84	364	55.9	62.47								
Pucara	Dudoso	Ene-83	33	58.2	64.17	57.934	10.566	0.142	1.966	NO	1.254	1.478	NO
	Confiable	Ene-86	338	56.7	57.31								

Fuente: Elaboración propia



d. Resultados del Análisis de Cambios y Tendencias

De la misma forma y con ayuda del software Trend v1.0, se realizó el análisis de tendencias, para el cual se analizó las series anuales de cada estación, con el fin de identificar posibles tendencias a través de las pruebas de Cusum y Mann Kendall, lo que significaría determinar si las series son estacionarias no presentan tendencias a un nivel de significancia del 95%, como se muestra en el Anexo 4.

Según los resultados obtenidos, luego de retirar los outliers de las series históricas, todas las estaciones meteorológicas presentan series consistentes y sin una tendencia significativa que pueda afectar la consistencia de los datos.

Longobardi & Villani (2009), califican el método de Mann Kendall como robusto para este tipo de análisis, sobretodo en series no paramétricas como son las de precipitación en la cuenca Lampa, ya que no siguen una distribución normal, asimismo, este estadístico como el de Cusum nos indican que las estaciones presentan series estacionarias y homogéneas.

Según los resultados obtenidos por el método de Mann Kendal, las series analizadas cuentan con estabilidad y sin saltos significativos a un nivel de confianza del 95%, por lo que pueden considerarse como series homogéneas y sin tendencia.

e. Series de datos históricos completados

Una vez analizadas las series de datos y evaluadas su consistencia, probando que no existen saltos estructurales en la serie ni tendencias significativas, se procedió a completar los datos faltantes, realizandose con la ayuda del software HEC4 de la US

Army de los Estados Unidos, que usa algoritmos matriciales que permiten mantener la homogeneidad estadística de las series de datos, mostrando los resultados en la Figura 14.

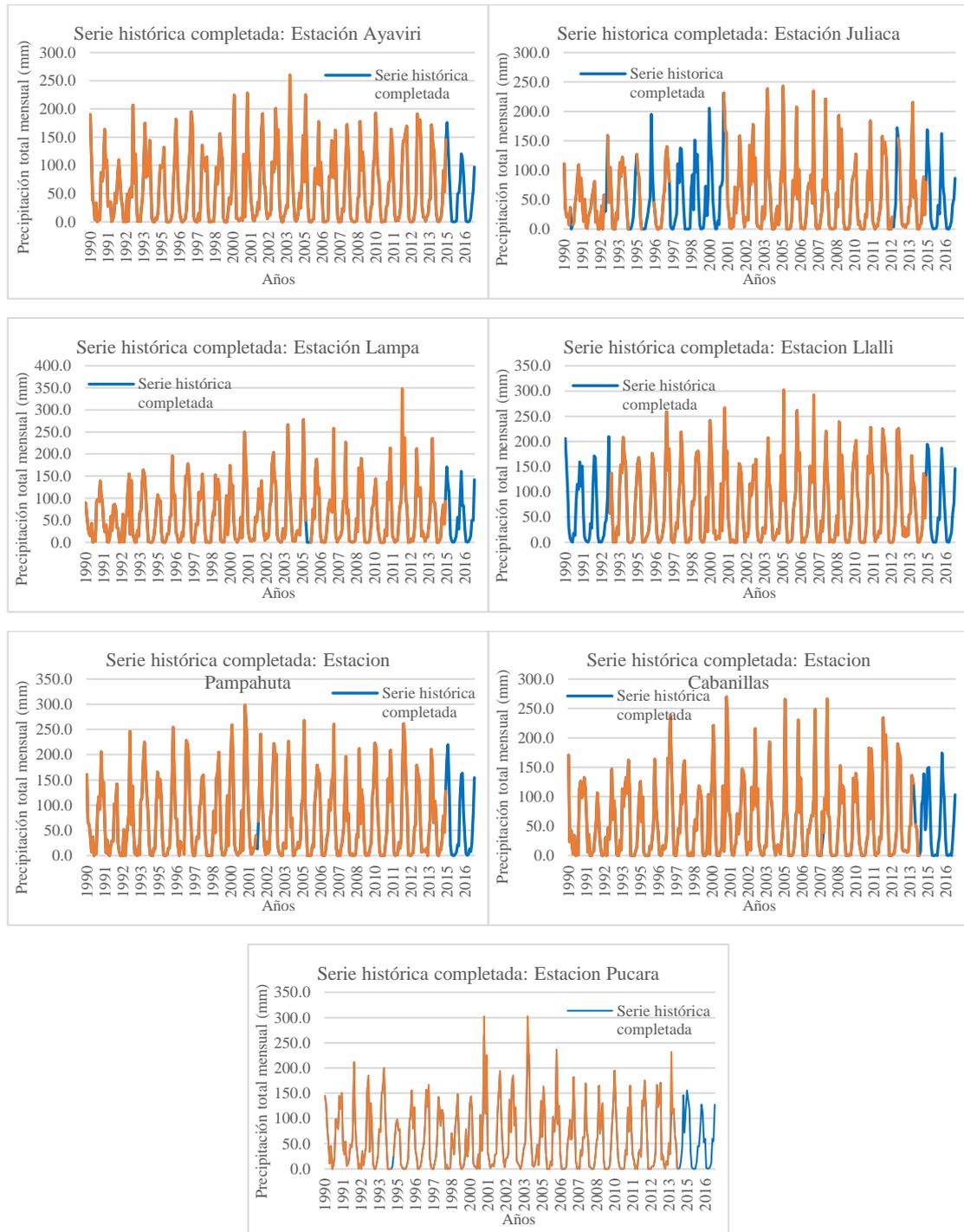


Figura 14. Resultados de las series de precipitación completadas en el periodo histórico (1964-2014).



Como lo señala Mejia (2017) en su investigación para el río Verde, los resultados evidencian que los datos completados con HEC4 mantienen la homogeneidad y estacionariedad de las series históricas, lo que hace de este método confiable al mantener estadísticamente sus características originales.

El proceso anterior fue realizado para las series de precipitación y caudales, debido a que los datos faltantes no fueron excesivos, pudiéndose completar fácilmente con la ayuda de HEC4. Sin embargo, para el caso de las series de temperatura no se cuenta con series extensas, teniendo una gran cantidad de datos faltantes, por lo que se optó por reemplazar los datos con la información proporcionada por el producto grillados Pisco v2.1 del Senamhi, el cual ya presenta una serie de datos homogenizada y consistenciada considerada estacionaria.

Para verificar que los datos Pisco representen eficazmente las series se evaluó con los estadísticos de la Raíz del Error Cuadrático Medio (RMSE) y el coeficiente de correlación (r), obteniendo resultados satisfactorios que muestran una eficiente correlación entre la data histórica de temperatura y el producto grillados Pisco, como se muestra en la Figura 15.

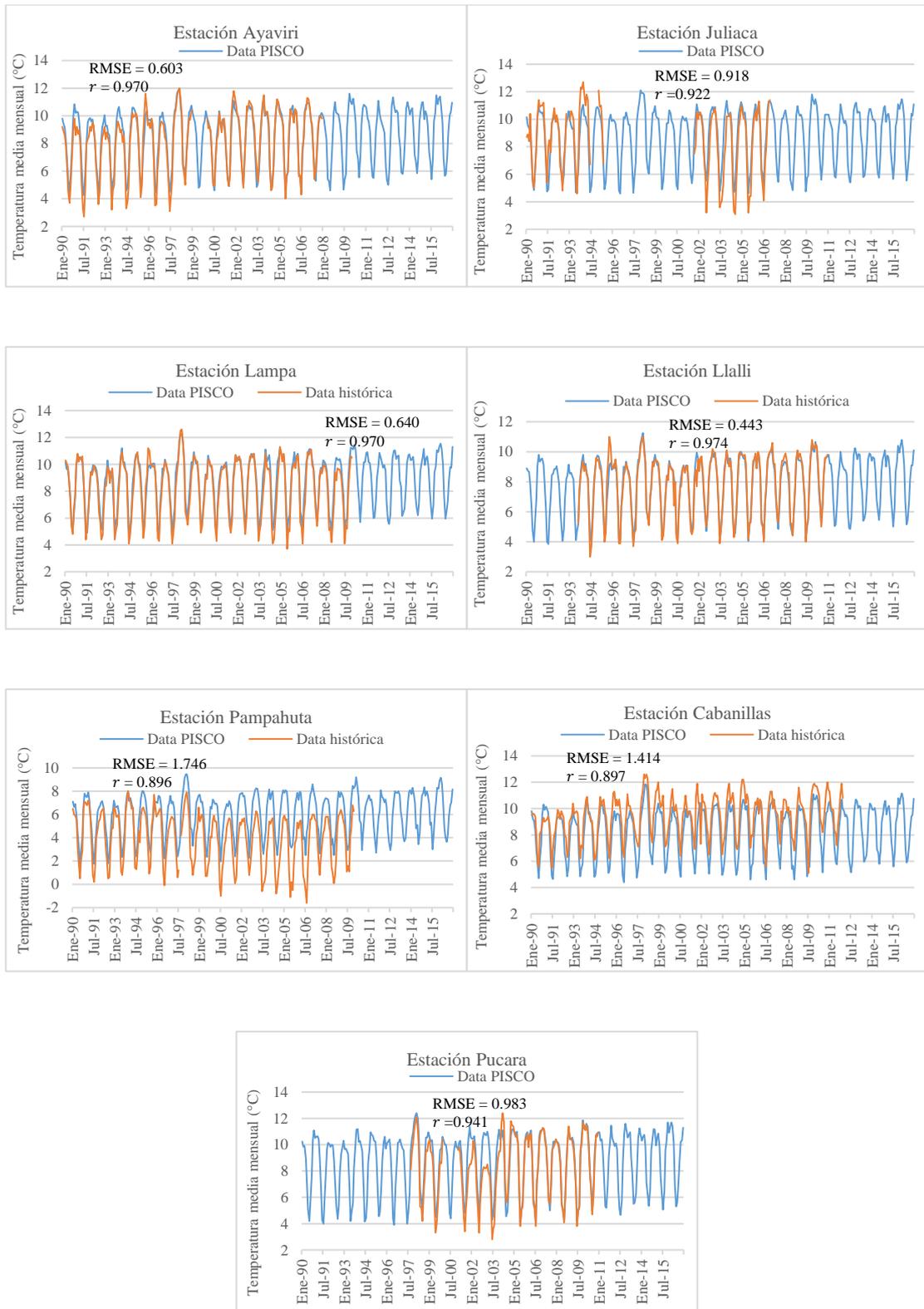


Figura 15. Resultados de la validación de la data de Temperatura observada y la data del producto Pisco.

Fuente: Elaboración propia

Karaseva, Prakash, & Gairola (2012), que utilizó datos grillados del producto TRMM, señalan que el uso de datos grillados y de distribución regional como el producto PISCO de Senamhi, poseen buen ajuste a la data observada, sin embargo, a veces pueden ser menos representativos a nivel puntual de una estación debido a que en este tipo de datos grillados se toma mayor importancia a la representatividad regional y no puntual.

Asimismo, Aybar et al. (2019) señala que el buen ajuste de información climática en la región del altiplano y otras regiones del Perú es proporcional a la gran cantidad de estaciones y la densidad de datos utilizados para la generación del producto PISCO.

De la misma forma se completó la información de los caudales de la estación hidrométrica Mocoyache- Lampa, siguiendo el mismo proceso que se realizó para las series de precipitación (con el software HEC 4) y correlacionándola con la estación del puente Ramis que, si presentaba la data completa, homogénea y estacionaria, estos resultados se muestran en la Figura 16.

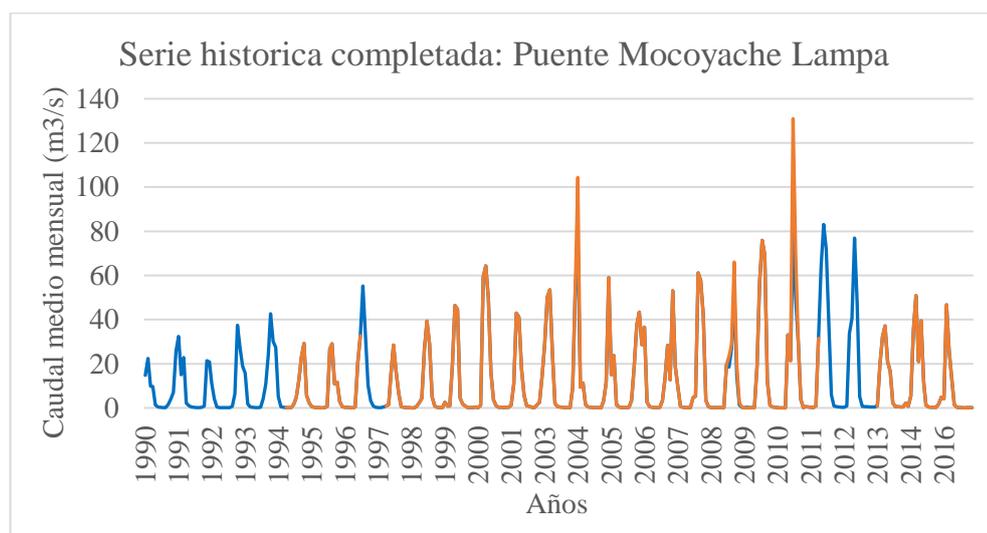


Figura 16. Resultados de la serie completada de los caudales de la estación Puente Mocoyache-Lampa (periodo histórico 1990-2016)

Fuente: Elaboración propia



Mejia (2017), presentó resultados similares para la completación de información de caudales de la cuenca del río Verde, cuya serie completada tiende a mantener las mismas propiedades estadísticas que las series originales sin completar, asegurando así la homogeneidad y estacionariedad de la misma.

Una vez obtenidas las series completadas de precipitación, temperatura y caudales, se utilizaron para determinar los factores de corrección de sesgo, así reducir la escala espacial del MCG MIROC5 y corregir el sesgo estadístico de la información escalada.

4.1.2. Reducción de la escala espacial del MCG MIROC5

Los resultados de la reducción de escala estadística o downscaling estadístico, que consistió en interpolar mediante el método Inversa a la Distancia (IDW) la información grillada del MCG MIROC5 para el periodo histórico de 1990-2014, luego de obtener la información puntual para cada estación, se procedió a corregir el sesgo, que significa ajustar los estadísticos de la media de los datos del MCG a la media de los datos históricos, así como ajustar la Distribución de Frecuencias Acumuladas (CDF) de la series de datos, en el Anexo 5, se muestra los resultados de los CDF ajustados y corregidos para las series de precipitación.

Asimismo, se realizaron las correcciones de sesgo estadístico para las series de temperatura, esto se realiza mediante los factores de corrección que ajusten la Curvas de Distribución de Frecuencia (CDF) de las series de datos, como se muestra en el Anexo 6.

Teutschbein & Seibert (2012), señalan que los valores medios de los MCG corregidos de precipitación deben asemejarse a los valores medios mensuales de las series

observadas, lo que indicaría que estadísticamente las series son semejantes. Los factores de corrección de sesgo se acercan a 1 cuando los valores del modelo MIROC5 son más cercanos a la data histórica observada (Lujano et al., 2016). Los factores de corrección de sesgo son mostrados en la Tabla 7.

Tabla 7. Factores de corrección de sesgo para la precipitación

Factores de corrección de sesgo (para precipitación)							
Mes	Ayaviri	Juliaca	Lampa	Llalli	Pampahuta	Cabanillas	Pucara
Enero	0.939	1.014	1.093	1.186	1.319	1.091	1.039
Febrero	0.761	0.779	0.905	0.891	1.100	0.951	0.837
Marzo	0.938	0.857	1.065	1.161	1.143	0.989	1.056
Abril	0.981	1.001	1.181	1.337	1.688	1.315	1.057
Mayo	2.086	4.202	4.559	6.618	1.000	1.000	2.447
Junio	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Julio	1.406	1.335	1.613	1.861	3.726	1.816	3.177
Agosto	8.852	1.000	1.000	9.765	9.129	1.000	1.000
Setiembre	1.033	1.344	1.821	2.383	2.209	1.871	1.372
Octubre	1.123	1.473	1.504	1.300	1.877	1.632	1.644
Noviembre	1.078	1.076	1.297	1.355	2.200	1.306	1.081
Diciembre	0.735	0.830	1.084	0.912	1.151	0.971	0.964

Fuente: Elaboración propia

Como resultado de la reducción de escala y corrección del sesgo estadístico, en la Figura 17 se muestra la distribución de las medias mensuales históricas y corregidas del MCG MIROC5 para la variable de precipitación, en la que se muestra que los valores medios mensuales del MCG corregido se hacen iguales con las medias de los datos históricos, con una ligera variación en los meses de la estación seca (junio, julio y agosto), debido a que para estos meses los valores de precipitación del MCG MIROC5 son cero, mientras que en la serie histórica observada son valores pequeños, lo que origina una ligera variación en estos meses.

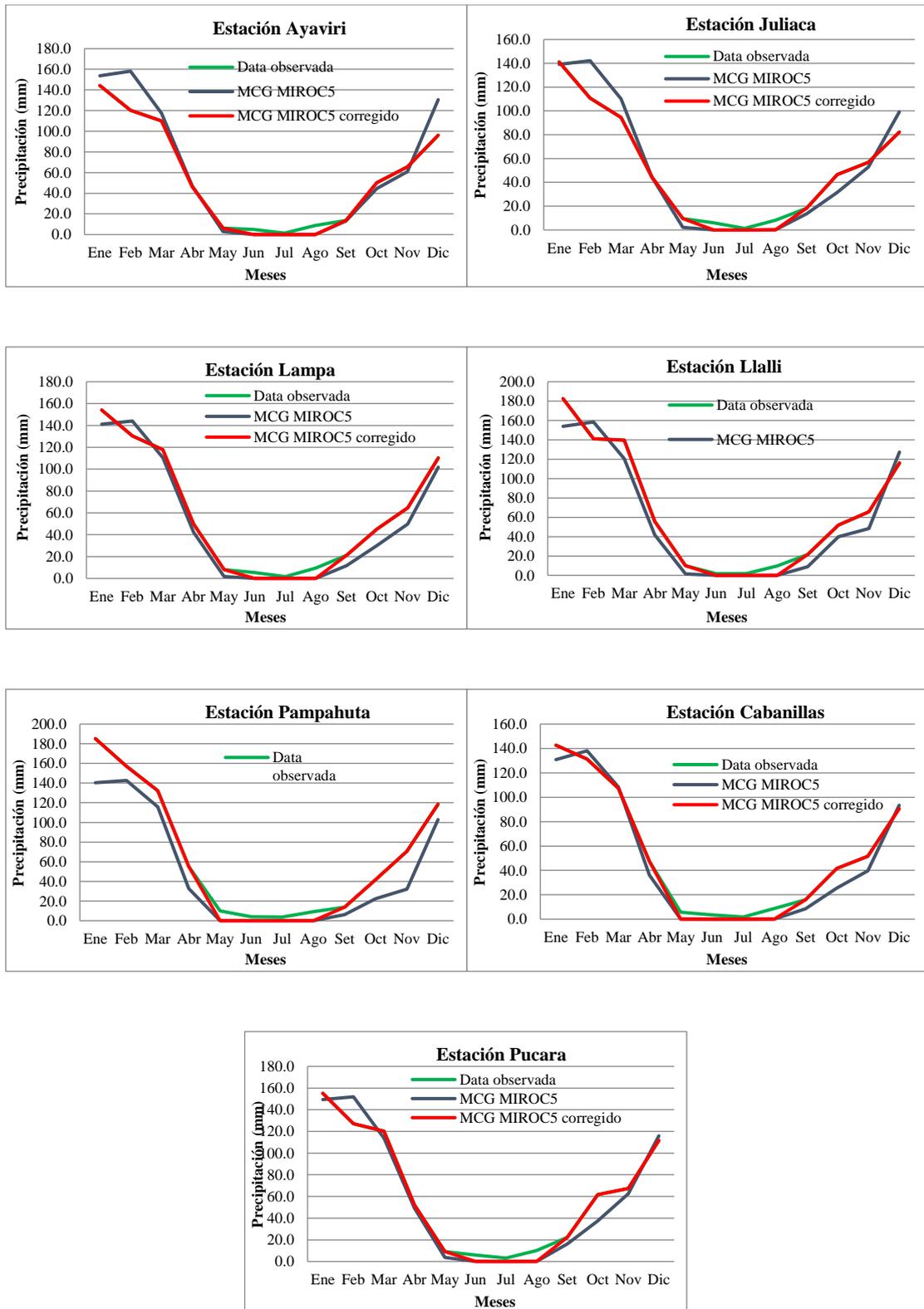


Figura 17. Medias corregidas de la precipitación del MCG MIROC5

Fuente: Elaboración propia

Los valores medios de las series de precipitación corregido para el MCG MIROC5 adquieren la misma distribución media mensual que la data histórica observada, siendo estos factores cercanos a 1 debido a que la información del MCG es cercana a la información observada de las estaciones (Lujano et al., 2016).

La precipitación escalada del modelo MIROC5, evidencia un desplazamiento en la estacionalidad del régimen de precipitaciones a nivel mensual con respecto al régimen inicial, que muestra un ligero desplazamiento en los meses que lluevan, sobre todo en febrero y octubre; asimismo, con la reducción estadística se ve un mejor ajuste de estos meses, ajustándose al régimen histórico y reduciendo el sesgo estadístico (Teutschbein & Seibert, 2012).

Los factores de corrección de sesgo para la variable de temperatura como resultado de la reducción de escala, se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. Factores de corrección de sesgo para la temperatura.

Factores de corrección de sesgo (para temperatura)							
Mes	Ayaviri	Juliaca	Lampa	Llalli	Pampahuta	Cabanillas	Pucara
Enero	0.975	0.966	0.983	1.014	1.082	1.006	0.978
Febrero	0.967	0.942	0.967	1.016	1.075	0.973	0.976
Marzo	0.921	0.955	0.978	0.991	1.071	1.001	0.984
Abril	0.878	0.924	0.925	0.942	1.013	0.952	0.924
Mayo	0.750	0.803	0.842	0.829	0.912	0.827	0.759
Junio	0.697	0.700	0.752	0.747	1.020	0.831	0.630
Julio	0.656	0.703	0.726	0.697	0.554	0.738	0.616
Agosto	0.768	0.801	0.816	0.838	0.880	0.886	0.726
Setiembre	0.860	0.888	0.883	0.888	0.885	0.929	0.857
Octubre	0.904	0.897	0.880	0.923	0.945	0.906	0.898
Noviembre	0.954	0.937	0.915	0.967	1.027	0.965	0.950
Diciembre	0.976	0.963	0.975	1.009	1.061	0.988	0.960

Fuente: Elaboración propia



Shrestha, Shrestha, & Babel (2016), que obtuvieron valores similares con los factores de corrección para la temperatura de diversos MCG, señalan que factores de corrección menores a 1 indican que el MCG tiende a sobredimensionar la información en su forma original, por lo que hay que corregir sus valores medios con estos factores para cada mes.

Asimismo, esta corrección del sesgo de la serie de temperaturas, igualando las medias del MCG MIROC5 a las medias de los datos observados para el periodo histórico. Se debe resaltar que, a diferencia de la precipitación, los valores corregidos del MIROC5 presentan solo una ligera diferencia en el mes de julio, como se muestra en la Figura 19.

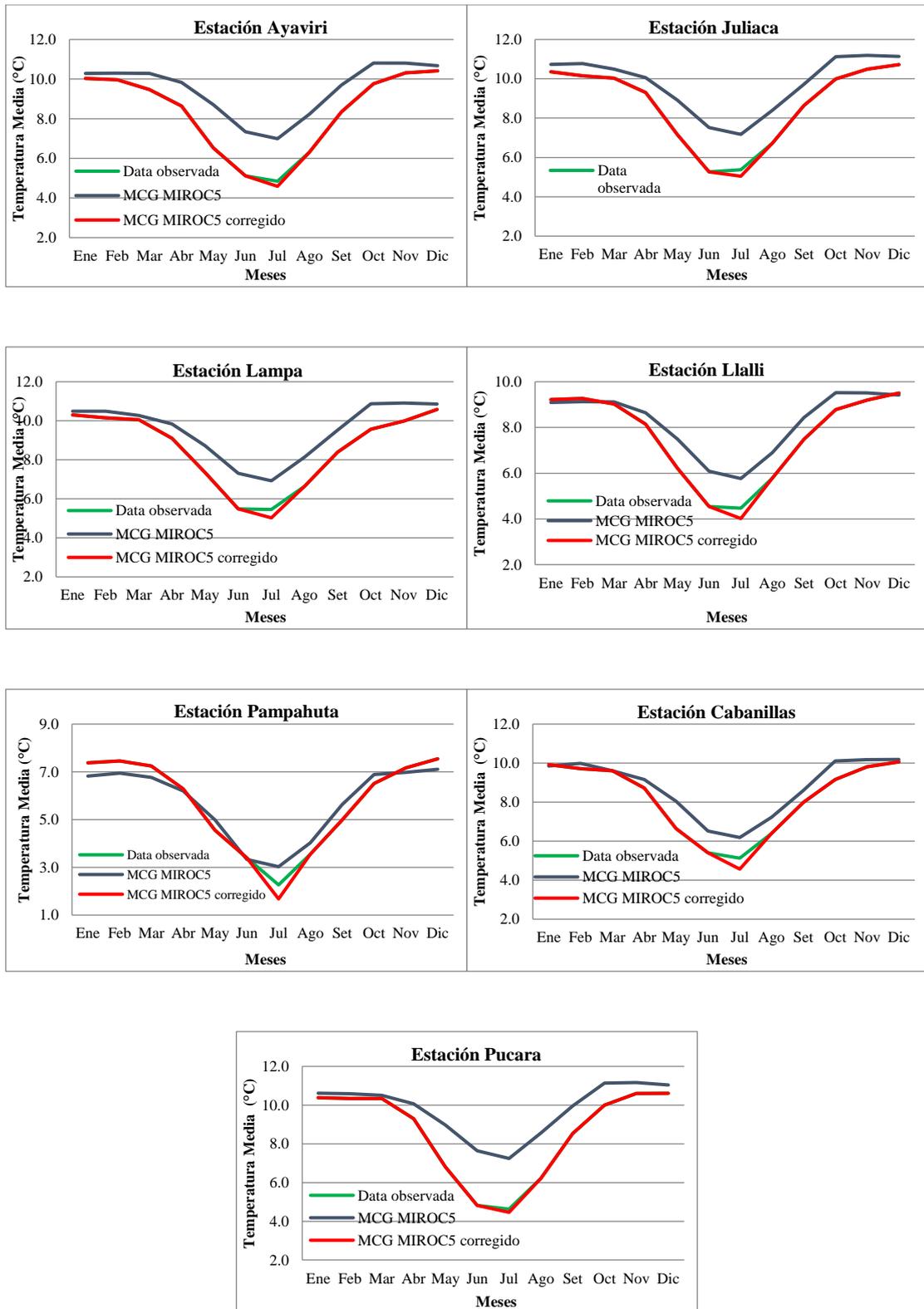


Figura 18. Medias corregidas de temperatura para el MCG MIROC5.

Fuente: Elaboración propia

De la figura 18 podemos observar que, en el caso de la temperatura, la necesidad de corrección del sesgo estadístico es mayor, debido a que el modelo MIROC5 tiende a incrementar mucho más los valores de temperatura para los meses fríos de estiaje, gracias a esta corrección se disminuyen los riesgos de incrementar excesivamente la información futura para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 del modelo.

Gudmundsson, Bremnes, Haugen, & Engen-Skaugen (2012), señalan la necesidad de la corrección de sesgo de la información de NEX-GDDP para los diferentes MCG, que como se puede ver en los resultados de la Figura 18, las medias de temperatura del MIROC5 sin corregir usualmente se encuentran sobredimensionadas, por lo que se hace necesario realizar la corrección del sesgo.

Asimismo, como resultado final se observan los coeficientes de correlación de las variables de precipitación y temperatura de las series históricas observadas y la precipitación y temperatura escalada y reducida del MCG MIROC5, como se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9. Coeficientes de correlación (r) entre la precipitación y temperatura del MCG MIROC5 y la data histórica observada

Estación	Coefficiente de correlación r (precipitación)	Coefficiente de correlación r (temperatura)
Ayaviri	0.704	0.947
Juliaca	0.636	0.943
Lampa	0.660	0.933
Llalli	0.728	0.937
Pampahuta	0.671	0.925
Cabanillas	0.622	0.927
Pucara	0.707	0.956

Fuente: Elaboración propia



Lujano et al. (2016), también obtuvo correlaciones buenas para el MCG MIROC5 en las cuencas de Ramis e Ilave, debido al uso de la información regionalizada de NEX-GDDP de la NASA, afirmación que también sería compartida por (Gudmundsson et al., 2012), señalando que el uso de este producto regionalizado presenta buen ajuste de las variables de precipitación y temperatura.

Los coeficientes correlación obtenidos luego de la corrección del sesgo estadístico por el método del escalamiento lineal, evidenciando un buen ajuste de los datos históricos del producto NEX-GDDP y los datos históricos de las estaciones meteorológicas.

Una vez escalada estadísticamente los datos de precipitación y temperatura del MCG MIROC5, se procedió a realizar la reducción de escala y corrección de sesgo de la precipitación y temperatura para el periodo futuro 2073-2099.

4.2. RESULTADOS DEL MODELAMIENTO HIDROLÓGICO CON GR2M

4.2.1. Evapotranspiración potencial presente y futura

Los resultados de Evapotranspiración potencial para el periodo presente se muestran en la siguiente figura. Estos realizaron mediante el método de Thornthwaite para los valores medios mensuales de serie del periodo histórico (1990-2014) y periodo futuro del MIROC5 (2073-2099). Estos resultados se muestran en las Figuras 19, 20 y 21.

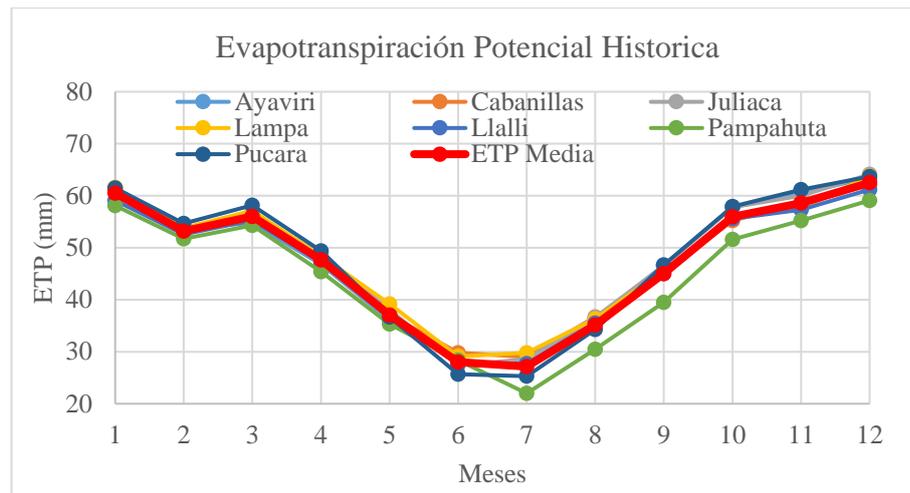


Figura 19. Evapotranspiración potencial para el periodo histórico

Fuente: Elaboración propia

Huaccoto (2017) determina que el método más eficiente para calcular la ETP para un modelo lluvia escorrentía como el GR2M en la cuenca del río Huancané, que pertenece al altiplano de Puno al igual que la cuenca del río Lampa es el método de Thornthwaite, determinando que este método es el que permite obtener los mejores valores de eficiencia de Nash Sutcliffe para este modelo, siendo además influenciado y directamente proporcional a la temperatura y la radiación solar. Esto mismo se puede observar en los resultados obtenidos, ya que la ETP obtenida presenta una distribución mensual similar a la de la temperatura media de la cuenca.

Asimismo, Montaner & Sánchez (1988), señalan que a pesar de que el método de Thornthwaite tenga sus limitaciones, es válido para representar la ETP de una cuenca, y más cuando no existen registros de otras variable climáticas que se usan para otros métodos más complejos; sin embargo, se debe tener en cuenta que Thornthwaite valores de ETP menores a otros método como los de Penman Monteith o de Hargraves.

De la misma manera se realizó el cálculo de la ETP futura bajo los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5, en la que la principal variable de entrada según el método es la temperatura media, como se muestra en la Figura 20.

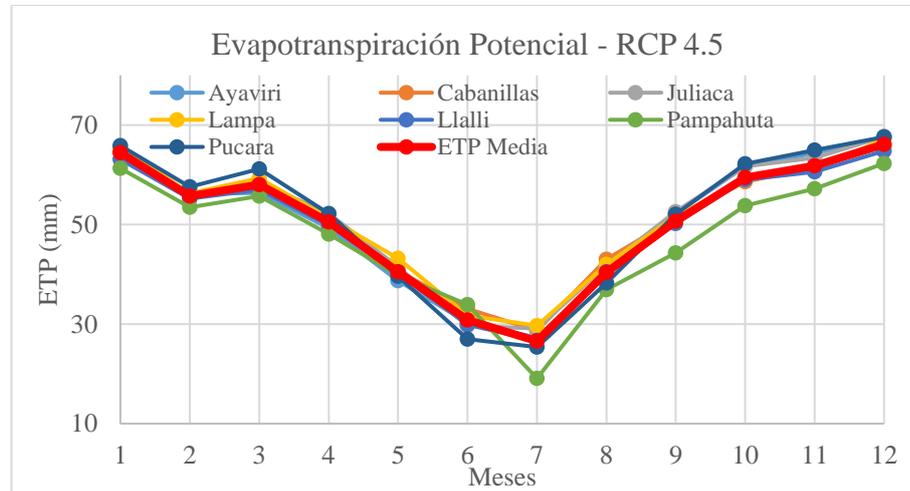


Figura 20. Evapotranspiración potencial bajo el escenario futuro RCP 4.5

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la ETP para el escenario climático futuro RCP 4.5, no son tan diferentes a los obtenidos para el periodo actual; esto se debe a lo señalado por Huaccoto (2017), que la ETP resultantes es directamente proporcional a la temperatura media mensual, evidenciándose que bajo este escenario no se observa un gran incremento de temperatura, por lo que tampoco se obtiene grandes incrementos en la ETP de este escenario futuro.

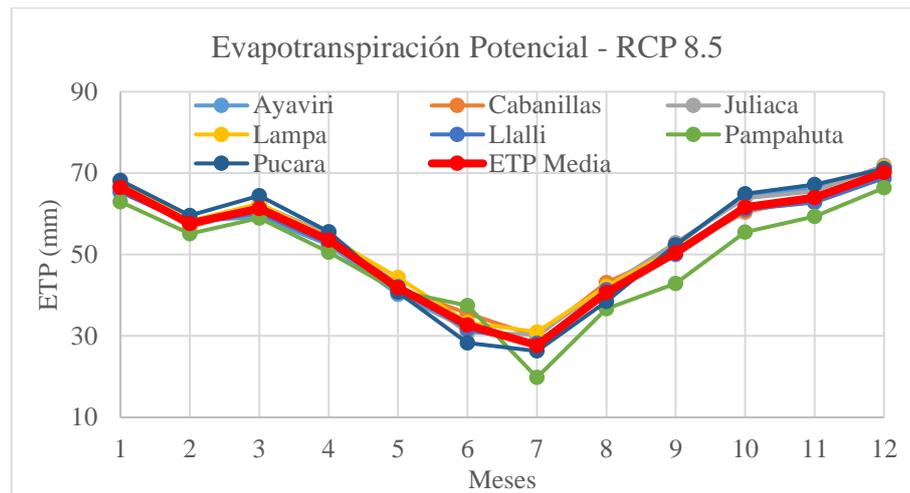


Figura 21. Evapotranspiración potencial bajo el escenario futuro RCP 8.5

Fuente: Elaboración propia

Los incrementos de la ETP para el escenario climático futuro RCP 8.5, muestra tan solo un ligero incremento de los valores mensuales de la evapotranspiración potencial, a pesar del incremento de temperatura que es incluso mayor a 3°C para este escenario, lo que indicaría que los incrementos de ETP con respecto a los incrementos de temperatura media son menores, razón por la que se obtienen valores ligeramente subestimados, en concordancia con lo señalado por Huaccoto (2017).

Los resultados obtenidos de la Evapotranspiración potencial muestran que los valores son similares para todas las estaciones, debido a las características similares que se encuentran en toda la región del Altiplano (Lavado et al., 2018) . Los resultados para la estación Pampahuta muestran un ligero valor inferior con respecto a los demás, esto puede ser debido a que esta estación se ubica a una mayor altitud con respecto a las demás y presenta menores valores de temperatura.

4.2.2. Calibración del modelo

Para el modelo GR2M se siguieron los pasos de calibración y validación del modelo, con el fin de utilizarlo con la información climática futura de los MCG. Para este fin Alcantara, Montalvo, Mejia, & Ingol (2014), recomiendan dividir la serie histórica en tres partes, siendo que 2/3 de la serie forma parte del proceso de calibración y el 1/3 restante para el periodo de validación, como se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10. Periodo de calibración y validación del modelo

Calibración (2/3)																Validación (1/3)										
Ene-90	Ene-91	Ene-92	Ene-93	Ene-94	Ene-95	Ene-96	Ene-97	Ene-98	Ene-99	Ene-00	Ene-01	Ene-02	Ene-03	Ene-04	Ene-05	Ene-06	Ene-07	Ene-08	Ene-09	Ene-10	Ene-11	Ene-12	Ene-13	Ene-14	Ene-15	Ene-16

Fuente: Elaboración propia

Para la calibración del modelo se ingresaron los datos de entrada para la cuenca Lampa que abarca un área de 1,557 km², la información precipitación y evapotranspiración de 12 meses para el periodo de calentamiento y 204 meses para el periodo evaluado. Asimismo, se utilizó el programa Solver de Microsoft Excel; que, a través de una función objetivo, ajusta automáticamente los parámetros X1 y X2 del modelo, con el fin de maximizar el valor del coeficiente de Nash.

Para el caso de la cuenca del río Lampa los valores de los parámetros optimizados son de X1= 5.59 y X2= 0.89, que obtienen una eficiencia del 78.2% según el coeficiente de Nash, que correspondería a una eficiencia buena, como se indica en la Tabla 11.

Tabla 11. Valor de los parámetros calibrados del modelo.

Nombre de Cuenca	Cuenca Lampa	
Área de Cuenca (km ²)	1557	
Parámetros del Modelo	Transformado	Real
x1: Capacidad de producción almacenada (mm)	5.59	267.88
x2: Coeficiente de intercambio de agua (mm)	0.89	0.89
Periodo		
Duración del periodo de calentamiento (meses)	12	
Duración del periodo de prueba (meses)	204	
Fecha de inicio	01/01/1991	
Fecha de fin	01/01/2008	
Criterio de eficiencia (%)		
Nash (Q)	78.2	
Nash (VQ)	78.7	
Nash (ln(Q))	66.6	
Bias	127.2	

Fuente: Elaboración propia

Herrera (2015) obtuvo para la cuenca del río Coata, una eficiencia de Nash de 71% para el modelo GR2M, usando para el cálculo de la ETP el método del tanque evaporímetro tipo A; mientras que para la presente investigación el Nash obtenido es de 78.2% y el método de cálculo de ETP es el de Thornthwaite, lo que corrobora lo afirmado por Huaccoto (2017) que este método proporciona mejores resultados para el modelo GR2M.

Asimismo, los parámetros optimizados y obtenidos por Solver a través de la función objetivo, son de $X1=5.59$ y $X2=0.89$, siendo similares a los obtenidos por Herrera (2015) para la cuenca Coata y por Metzger (2017) para la cuenca Ramis, señalando que los parámetros $X1$ y $X2$ toman valores cercanos a 6 y 1 para la región del altiplano de Puno.

El modelo transforma la precipitación (mm) y evapotranspiración (mm) en escorrentía (mm) a través de las ecuaciones que gobiernan el modelo con los parámetros

optimizados, esta escorrentía simulada es comparada con escorrentía observada que es equivalente al caudal mensual de la estación hidrométrica para el periodo de calibración, en la Figura 22 se observa la escorrentía observada y simulada, así como la precipitación que la produce.

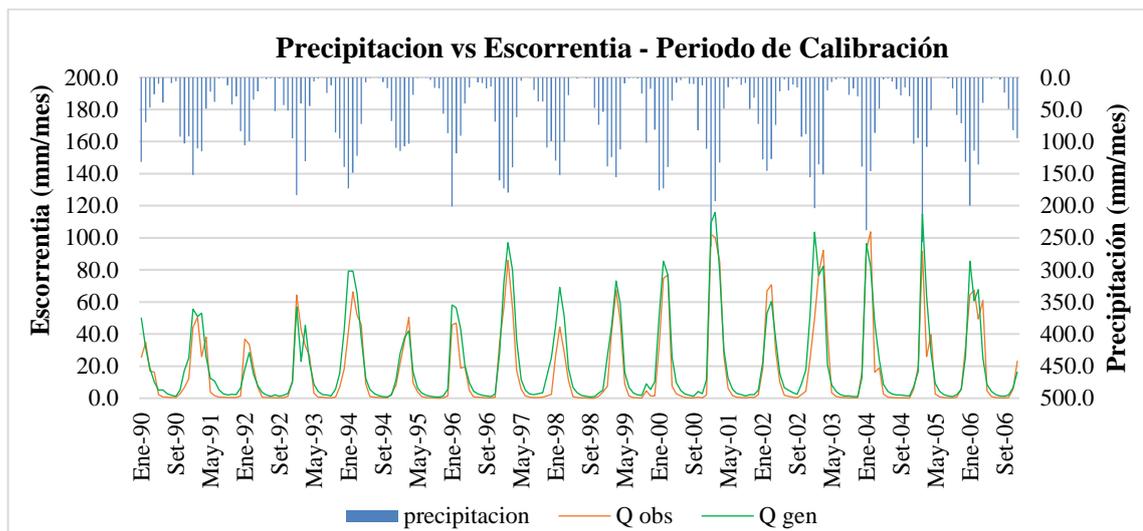


Figura 22. Hidrograma de precipitación – escorrentía del periodo de calibración.

Fuente: Elaboración propia

Como se observa, para el periodo de calibración, el modelo GR2M simula bien la escorrentía, sin embargo, existe un ligero sobredimensionamiento del modelo mayormente en los meses de avenidas como febrero y marzo en años como 1994 y 2001, coincidiendo con los resultados de Herrera (2015) para el periodo de calibración en la cuenca del río Coata.

Asimismo, para el periodo de calibración, como se muestra en la Figura 23, el coeficiente de determinación R^2 tiene un valor bueno de 0.87, lo que significa que se cumple que el modelo simula adecuadamente la escorrentía y que se correlaciona muy bien con la escorrentía observada.

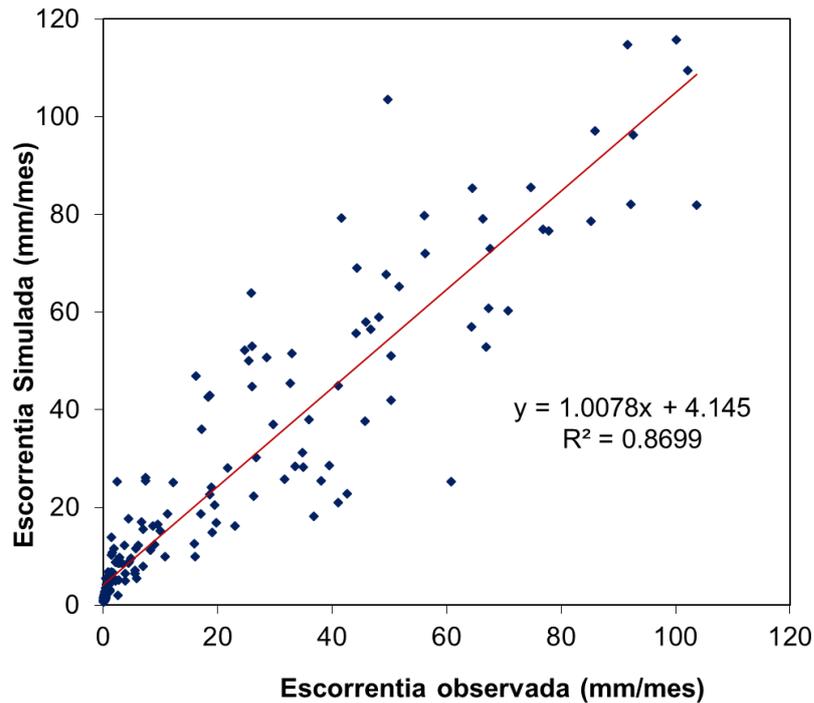


Figura 23. Línea de tendencia y coeficiente R^2 para el periodo de calibración

Fuente: Elaboración propia

La escorrentía simulada versus la escorrentía observada, presentan una buena dispersión y ajuste de datos, lo que indica que el modelo simula correctamente la escorrentía, así como el coeficiente de determinación $R^2 = 0.8699$ indica que el modelo representa por lo menos un 87% la relación entre lo observado y lo simulado, valor similar al obtenido por Zubieta, Laqui, & Lavado (2018).

4.2.3. Validación del modelo

Para validar el modelo se usaron los mismos valores de los parámetros X1 y x2, determinados en el periodo de calibración del modelo, para 1/3 de la serie histórica posterior al periodo de calibración.

Para este proceso se consideró un periodo de calentamiento de 12 meses y periodo de prueba 96 meses, iniciando en enero del 2009 y finalizando en enero de 2017; lo que produjo un coeficiente de Nash de 76.3%, que corresponde a una eficiencia buena, como se observa en la Tabla N° 12.

Tabla 12. Parámetros para el periodo de validación del modelo.

Nombre de Cuenca	Cuenca Lampa	
Área de Cuenca (km ²)	1557	
Parámetros del Modelo	Transformado	Real
x1: Capacidad de producción almacenada (mm)	5.59	267.88
x2: Coeficiente de intercambio de agua (mm)	0.89	0.89
Periodo		
Duración del periodo de calentamiento (meses)	12	
Duración del periodo de prueba (meses)	96	
Fecha de inicio	01/01/2009	
Fecha de fin	01/01/2017	
Criterio de eficiencia (%)		
Nash (Q)	76.3	
Nash (VQ)	83.8	
Nash (ln(Q))	78.8	
Bias	81.4	

Fuente: Elaboración propia

Los resultados indican una eficiencia de Nash de 76.3% para el periodo de validación, que es menor a la obtenida durante el periodo de calibración, coincidiendo nuevamente con (Herrera, 2015), (Zubieta et al., 2018) y (Metzger, 2017), que también obtienen menores eficiencias de Nash para los periodos de validación en las cuencas de los ríos Coata, Ilave y Ramis respectivamente.

La escorrentía simulada por el modelo para el periodo de validación, tienden a ser subestimados por el modelo, especialmente para los valores máximos en los meses de avenidas, como se muestra en la Figura 24.

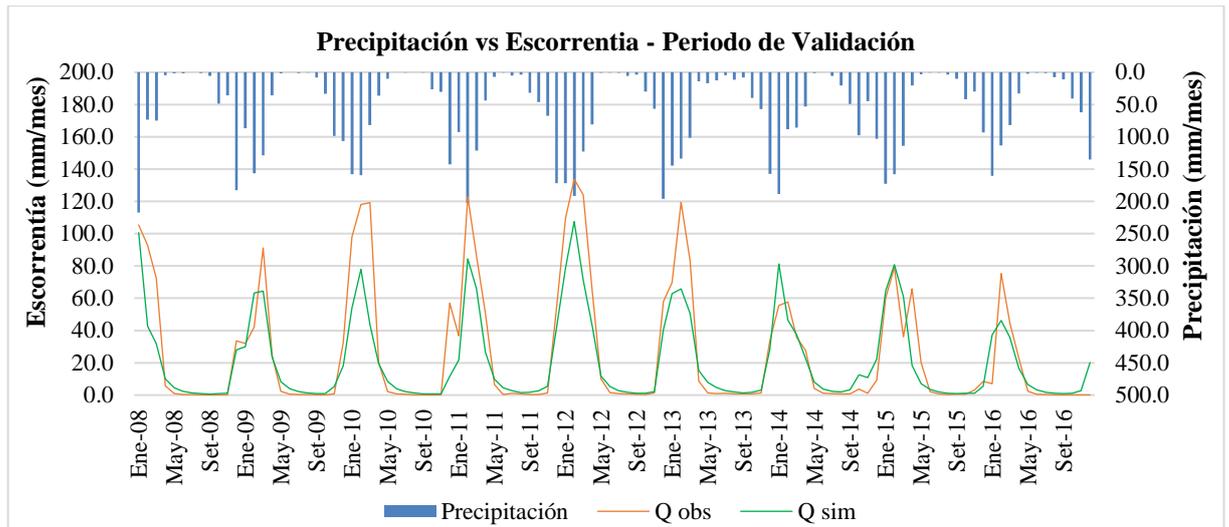


Figura 24. Hidrograma precipitación – escorrentía del periodo de validación.

Fuente: Elaboración propia

Herrera (2015), también obtuvo que para el periodo de validación, el modelo tiende a subestimar los valores de escorrentía simulados, en este caso con mayor incidencia en marzo del 2010 y febrero del 2013. Resultados similares también son presentados por Alcantara, Montalvo, Mejia, & Ingol (2014) para la cuenca del río Jequetepeque.

Los resultados estadísticos de la línea de tendencia con la ecuación lineal de la escorrentía simulada en el periodo de validación, indica que se mantiene una muy buena correlación entre la escorrentía simulada por el modelo y la escorrentía observada en la estación del Puente Mocoyache Lampa, con un coeficiente de determinación de 0.86, lo que validaría el uso del modelo para la cuenca, como se observa en la Figura 25.

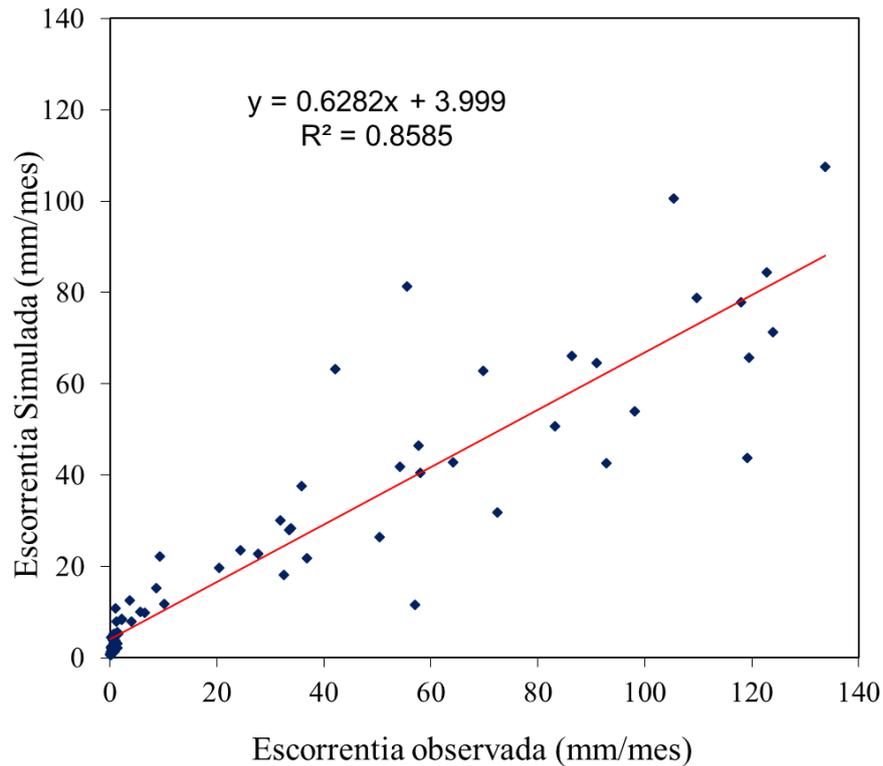


Figura 25. Línea de tendencia y coeficiente R^2 para el periodo de validación

Fuente: Elaboración propia

Al igual que Herrera (2015), el $R^2=0.86$ para el periodo de validación es menor que el del periodo de calibración, sin embargo, el valor de este sigue siendo alto, lo que significa que el modelo simula eficientemente la escorrentía de la cuenca para los parámetros $X1=5.59$ y $X2=0.89$.

Estos periodos de calibración y validación del modelo corresponden o agrupan a la mayor cantidad de datos posible de la estación en estudio, con la cual se está validando la aceptación del modelo para la cuenca del río Lampa.

Con el modelo GR2M se simula la escorrentía generada por la cuenca, en unidades de mm, sin embargo, por la naturaleza misma de esta tesis, estos se muestran como

caudales en unidades de m^3/s como se observa en la serie histórica de caudales en la Figura 26.

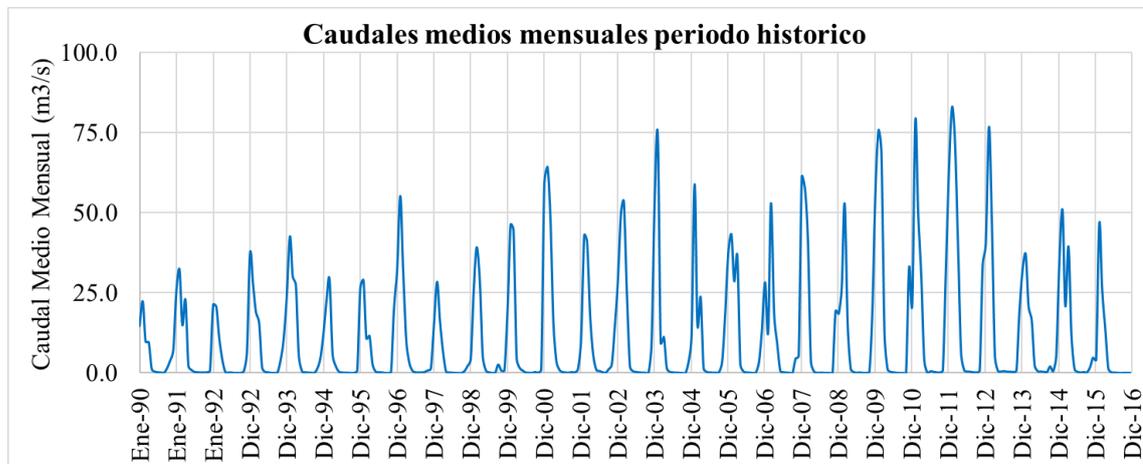


Figura 26. Caudales medios mensuales en el periodo histórico (1990 – 2016)

Fuente: Elaboración propia

4.3. DETERMINACIÓN DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO FUTURO EN EL RÉGIMEN HIDROLÓGICO DE LOS CAUDALES DE LA CUENCA DEL RIO LAMPA

4.3.1. Caudales bajo los escenarios de cambio climático futuro RCP 4.5 y RCP 8.5

Una vez calibrado y validado el modelo GR2M, se realizó la generación de los caudales futuros bajo los escenarios RCP 4.5 y 8.5 del IPCC para el periodo futuro lejano 2073 - 2099, en la Figura 27 se muestran los resultados de la generación precipitación-escorrentía futura bajo el escenario climático futuro RCP 4.5.

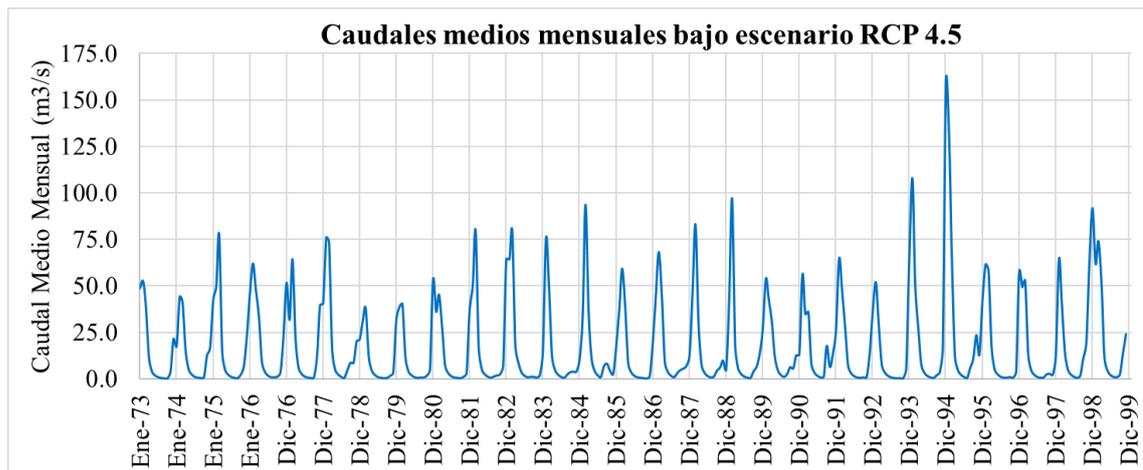


Figura 27. Serie de caudales medios mensuales futuros bajo el escenario RCP 4.5 (periodo 2073-2099)

Fuente: Elaboración propia

En este escenario bajo el RCP 4.5, se muestran caudales ligeramente mayores a los caudales históricos, presentando un valor máximo de 159.5 m³/s en enero de 2095 y el caudal más bajo en noviembre del 2086, estos incrementos están de acuerdo a lo obtenido por (Lujano et al., 2016), que obtiene incrementos poco significativos para el periodo de estiaje y medianamente significativos para el periodo de avenidas bajo el escenario RCP 4.5 al año 2100.

De hecho estudios recientes como el de Bintanja & Selten (2014) señalan que se prevé incrementos de precipitación anual en el Ártico de hasta un 20% bajo escenarios del RCP 4.5 para finales del siglo XXI, lo que influiría en un posible aumento de los caudales medios de las cuencas en las regiones subtropicales.

Por su parte, Hassol (2004) señala que bajo escenarios climáticos futuros del RCP 4.5 y RCP 8.5, debido al derretimiento de capas de hielo del ártico y el incremento de

temperatura a nivel global, las precipitaciones en regiones costeras subtropicales podrían presentar incrementos que superen incluso el 30%.

Viendo los resultados es de estas investigaciones, es de esperar que las precipitaciones y por ende los caudales del régimen hidrológico puedan verse afectados en la región del Perú, a esto hay que sumarle los efectos que podrían causar también la influencia del fenómeno de El Niño que, aunque mayormente afecta la región costera del país se ha visto que puede influir en el régimen hidrológico de regiones andinas del Perú (Lavado et al., 2018).

Así también, en la Figura 28, se observan los caudales generados por el modelo GR2M para el periodo futuro 2073-2099 bajo el escenario climático futuro RCP 8.5.

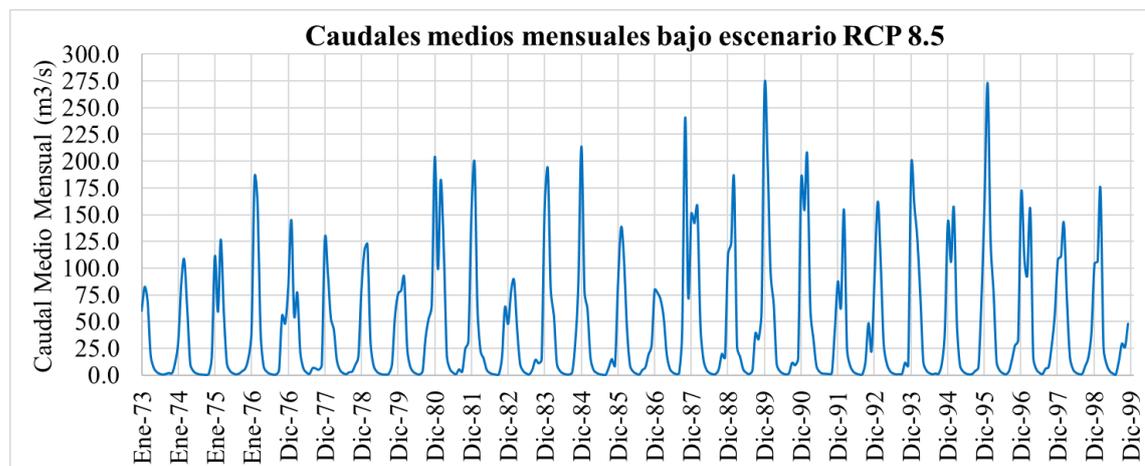


Figura 28. Serie de caudales medios mensuales para el escenario futuro RCP 8.5 (2073-2099)

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura anterior, los caudales medios mensuales en el escenario RCP 8.5 son mucho mayores que los caudales históricos y los caudales del escenario RCP 4.5, con picos altos de hasta 272.79 m³/s y 270.73 m³/s en febrero del

2096 y enero del 2090 respectivamente. Los incrementos de caudales en el periodo futuro son similares a los obtenidos por Santos, (2016).

Lespinas et al. (2014), también obtuvo incrementos en las descargas en los ríos de pequeñas cuencas del mediterráneo para escenarios futuros del 2071 al 2100, estos resultados fueron obtenidos para un escenario crítico de incremento del forzamiento radiativo, que es equivalente al escenario RCP 8.5, en el cual señala un posible incremento de hasta el 30% de la esorrentía en dichas cuencas, lo que coincide con los resultados de la presente investigación, ya que se utiliza también el modelo hidrológico GR2M, sin embargo, utiliza diferentes métodos para la obtención de la evapotranspiración además del método de Thornrhwaite, como los de Folton Lavabre, Hamon y Oudin, que refuerzan el concepto que a pesar del uso de diferentes métodos, el incremento de precipitación y temperatura son los principales causantes del incremento de los caudales de una cuenca.

4.3.2. Efectos del cambio climático futuro en el régimen hidrológico de los caudales de la cuenca del río Lampa

Los efectos fueron evaluados a través de las variaciones (incrementos y descensos) en el caudal medio mensual con respecto al régimen histórico actual, determinando que para el periodo futuro se tendrían notables consecuencias en el régimen hidrológico de la cuenca, ya que los valores medios a lo largo del año serían considerablemente mayores, estos resultados de las variaciones de caudal verificados a través de los ΔQ son más significativos bajo el escenario futuro RCP 8.5 que bajo el escenario RCP 4.5 del IPCC, como se muestra en la Figura 32.

El régimen hidrológico de la cuenca del río Lampa, gráficamente se observa con caudales mayores bajo el escenario futuro RCP 8.5 que bajo el escenario RCP 4.5, debido

a que, según el IPCC, este escenario sería el más pesimista, como se observa en la Figura 29.

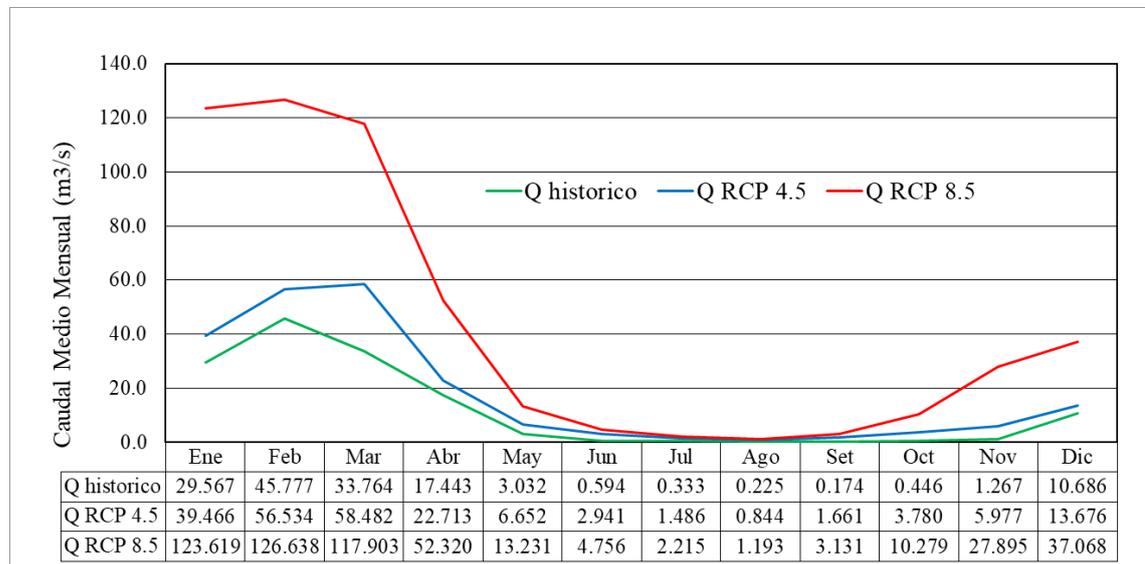


Figura 29. Régimen hidrológico de la cuenca del río Lampa para el periodo presente y escenarios futuros RCP 4.5 y 8.5.

Fuente: Elaboración propia

Felipe, Sanchez, & Astorayme (2015), utilizando los MCG CNRM-CM5 y MPI-ESM del CMIP5, con resoluciones de grilla muy gruesas (~200 km) y sin regionalizar, determinaron que se prevé que para el año 2050 (futuro mediano) habría una disminución de hasta -28% en caudales en la vertiente del Titicaca, lo que difiere de los resultados obtenidos en la presente investigación. Sin embargo, es necesario considerar que ellos utilizaron diferentes métodos para el cálculo de la ETP (Hargraves Samani) y el modelo hidrológico que utilizaron fue el Modelo Budyko, que es un modelo espacialmente distribuido, que toma además la cobertura vegetal de la cuenca, mientras que en esta investigación se toma para el cálculo de la ETP el método de Thornthwaite y el modelo



GR2M que es un modelo agregado de paso mensual que no toma en cuenta los cambios de cobertura vegetal.

Asimismo, cabe resaltar que todos los estudios de cambio climático en los recursos hídricos están asociados a incertidumbres, que van desde la elección del MCG, el método de cálculo de la ETP, el método de escalamiento espacial del MCG, hasta el modelo hidrológico utilizado, por lo que no se puede establecer con certeza las variaciones del caudal en una cuenca (Gorguner et al., 2019).

Santos (2016), señala que para escenarios de climáticos futuros del RCP 8.5 para diferente modelos climáticos globales como el CMCC-CM, MIRC5 y MRI-CGCM3, los efectos se verían a través de incrementos de los caudales en el régimen hídrico de la cuenca del río Coata, aunque los impactos serían de diferente magnitud según el MCG utilizado, asimismo, señala que los cambios en la esorrentía mantienen una relación directa con los cambios de precipitación, a pesar de un posible incremento en la ETP durante todo el siglo XXI.

Como se observa, el régimen hidrológico de los caudales de la cuenca del río Lampa, para el periodo actual, presenta el valor máximo en el mes de febrero con promedio de 45.78 m³/s y los caudales mínimos en el mes de setiembre con promedio de 0.17 m³/s. Sin embargo, en los resultados se muestra que bajo el escenario climático futuro RCP 4.5 se evidencia un desplazamiento en el régimen hidrológico, provocando que los caudales mayores se den en el mes de marzo con promedio de 58.48 m³/s, así como el mes de menores caudales también sufriría un desplazamiento, siendo el mes de menores caudales el mes de agosto con 0.84 m³/s.

Por otra parte, bajo el escenario RCP 8.5 se observan cambios mucho más significantes, en los caudales medios, pero el régimen hidrológico se mantiene con valores máximos en el mes de febrero con caudal de 126.64 m³/s, mostrando el mismo comportamiento del periodo actual; sin embargo, si existe el desplazamiento de los caudales mínimos, presentándose en el mes agosto con caudal de 1.19 m³/s, lo que significaría que el periodo de estiaje se vería reducido temporalmente para este escenario, esto sería debido al adelanto del inicio de las lluvias que muestra el mismo escenario futuro.

Asimismo, las variaciones (ΔQ) de los caudales del régimen hidrológico en la cuenca del río Lampa para los escenarios climáticos futuros son presentados en la Figura 30.

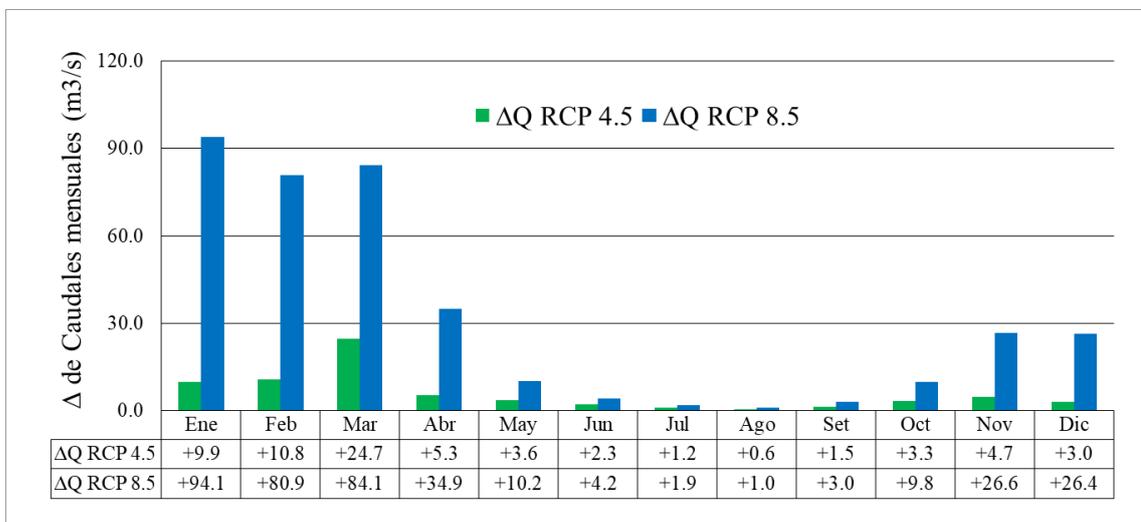


Figura 30. Variación mensual en el régimen de los caudales para escenarios futuros RCP 4.5 y 8.5.

Fuente: Elaboración propia

De estos resultados obtenidos y mostrados en la figura anterior, se puede observar que para el escenario climático futuro RCP 4.5, las variaciones del caudal (ΔQ) con respecto a los valores medios actuales, son mayores en la época húmeda o periodo de avenidas, como en el mes de marzo con $\Delta Q = +24.7 \text{ m}^3/\text{s}$, no presentando grandes variaciones para la época seca, donde se observa un incremento de los caudales de hasta $\Delta Q = +0.6 \text{ m}^3/\text{s}$.

Según Lujano, Hidalgo, Tapia, & Lujano (2016), para el periodo futuro lejano al 2100, en las cuencas del río Ramis e Ilave, obtienen que bajo los escenarios RCP 4.5 y 8.5 se prevé un incremento mayor de los caudales (en m^3/s) para los meses del periodo de avenidas y un ligero incremento poco significativo en los meses de estiaje, esto coincidiría con los resultados obtenidos, además de coincidir en que los mayores incrementos de caudal son para el RCP 8.5 que es el escenario futuro más pesimista del IPCC.

Con respecto al escenario RCP 8.5, presenta mayores incrementos de los caudales, debido a que es el escenario más desfavorable propuesto por el IPCC, en el que también la precipitación y temperatura incrementan significativamente (IPCC, 2014). Bajo este escenario, el mes con mayor incremento es el de enero con $\Delta Q = +94.1 \text{ m}^3/\text{s}$ con respecto al caudal medio actual para ese mes, mientras que el mes con menor incremento es el de agosto con un $\Delta Q = +1.0 \text{ m}^3/\text{s}$.

Ticona (2016), señala que para la cuenca del río Ilave, ubicada también en el altiplano de Puno, al año 2050 (futuro mediano), habría un descenso de hasta el 50% de los caudales medios en la cuenca, sin embargo, esto se debería a que tomó en cuenta el cambio de la cobertura vegetal para la cuenca y no los cambios en las variables



meteorológicas de precipitación y temperatura para los escenarios RCP del IPCC, es decir, que mantuvo las mismas variables de entrada cambiando solo posibles escenarios en el cambio de uso de suelos, razón por la que habría obtenido resultados muy diferentes a la presente investigación.

Asimismo, Santos (2016) señala que bajo estas previsiones de incremento de los caudales en las cuencas del altiplano bajo escenarios de cambio climático futuro, es necesario tomar acciones que permitan planificar a futuro un adecuado manejo y gestión de los recursos hídricos, ya que bajo el escenario más catastrófico se incrementaría la variabilidad de los caudales haciendo que en el periodo de lluvias se tengan caudales muy grandes que podrían provocar incluso inundaciones en la cuenca, mientras que en el periodo de estiaje los caudales serían aun mínimos y se agudizaría la escasez de agua, por lo que se requerirá de la elaboración de planes de gestión de los recursos hídricos a largo plazo.

En resumen, los resultados muestran que para los escenarios climáticos futuros propuestos por el IPCC para el periodo 2073-2099 (futuro lejano), se prevé un incremento significativo de caudales en el régimen hidrológico para el periodo de avenidas, mientras que para el periodo de estiaje los incrementos son reducidos y poco significativos.

En ese sentido, la presente investigación contribuye a ver un panorama futuro sobre el régimen hidrológico de los caudales del río Lampa, que ayudará a las autoridades, instituciones y demás interesados en la gestión de los recursos hídricos tomen en cuenta los efectos del cambio climático futuro en los planes de desarrollo regional y planes de manejo de recursos hídricos para la toma de decisiones, más aún cuando se trata de una cuenca del altiplano peruano como es la cuenca del río Lampa.



V. CONCLUSIONES

Los efectos climáticos en el régimen hidrológico de los caudales de la cuenca del río Lampa evidencian incrementos significativos para el periodo futuro lejano de 2073-2099 de hasta 24.7 m³/s en el mes de marzo para el escenario RCP 4.5 y de hasta 94.1 m³/s en el mes de enero para el escenario RCP 8.5 del IPCC; asimismo, se obtuvo cambios en la estacionalidad del régimen hidrológico para los periodos húmedo y seco, previendo un ligero adelanto del inicio del periodo húmedo, que pasaría del mes de octubre al mes de setiembre; finalmente se evidencia una mayor variabilidad en el régimen hidrológico, incrementándose la diferencia entre los valores máximos y mínimos, lo que incrementa la variabilidad e incertidumbre del mismo régimen hidrológico, conforme a otros estudios realizados en diferentes cuencas del altiplano y regiones andinas del Perú.

Los datos históricos de las 07 estaciones observadas fueron completados para el periodo histórico de 1990-2016 (27 años), determinando que las series de datos históricos de precipitación y temperatura son homogéneas y estacionarias al no presentarse cambios estructurales y tendencias significativas según el análisis estadístico aplicado; asimismo, se redujo la escala espacial del Modelo Climático Global MIROC5 para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 del IPCC para el periodo futuro lejano de 2073-2099, obteniéndose los factores de corrección de sesgo cercanos a 1, coeficientes de correlación $r \geq 0.622$ para la precipitación y $r \geq 0.925$ para la temperatura, indicando que los datos del MCG MIROC5 se ajustan bien a los datos de las estaciones observadas.

El modelamiento hidrológico de los caudales de la cuenca del río Lampa indica ser eficiente para el modelo GR2M, debido a que representa eficientemente los caudales de la cuenca, conforme a los indicadores de eficiencia de Nash Sutcliffe de 78.2% y



76.3% para los periodos de calibración y validación respectivamente, corroborando estos resultados de los parámetros obtenidos para modelo de $X1= 5.59$ y $X2=0.89$, obteniendo resultados similares con estudios realizados para cuencas del altiplano peruano.

Los efectos del cambio climático futuro en el régimen hidrológico de los caudales de la cuenca del río Lampa se analizaron a través de las variaciones de los caudales (ΔQ) bajo los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 propuestos por el IPCC, determinando variaciones significativas en el periodo húmedo de avenidas y poco significativas en el periodo seco de estiaje, con variaciones positivas entre $\Delta Q = +0.6 \text{ m}^3/\text{s}$ hasta $\Delta Q = +24.7 \text{ m}^3/\text{s}$ bajo el escenario RCP 4.5 y de $\Delta Q = +1.0 \text{ m}^3/\text{s}$ hasta $\Delta Q = +94.1 \text{ m}^3/\text{s}$ bajo el escenario RCP 8.5 del IPCC.



VI. RECOMENDACIONES

Para estudios similares futuros, se recomienda probar nuevos métodos para la reducción de escala espacial, debido a que el uso de diferentes métodos de escalamiento espacial podría reducir la incertidumbre de los resultados de los Modelo Climáticos Globales.

Evaluar los efectos del cambio climático en el régimen hidrológico de la cuenca implementando un método distribuido que considere el uso del suelo, ya que en otros estudios han demostrado que, es posible que las mayores variaciones de los caudales en el régimen hidrológico de una cuenca, no necesariamente serían debido a los efectos del cambio climático, sino efectos debido al cambio en el uso del suelo de la misma cuenca.

Implementar un plan de gestión de recursos hídricos en la cuenca del río Lampa, con el fin de asegurar la gestión y el manejo adecuado de los recursos hídricos con un enfoque de prevención ante los efectos del cambio climático futuro, asegurando así su disponibilidad en cantidad y oportunidad.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alcantara, A., Montalvo, N., Mejia, A., & Ingol, E. (2014). Validación de modelos hidrológicos lluvia-escorrentía para su aplicación a la cabecera de cuenca del río Jequetepeque. *Revista Del Instituto de Investigación de La Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalurgica y Geográfica*, 17(33), 7–17.
- Andrades, M., & Muñoz, C. (2012). Fundamentos de climatología. In *Agricultura y alimentacion* (Vol. 12). <https://doi.org/10.1192/bjp.111.479.1009-a>
- Armenta, G., Dorado, J., Rodríguez, A., & Murcia, J. (2014). Escenarios de Cambio Climático para Precipitación y Temperaturas en Colombia. *IDEAM*, (1), 274.
- Avalos, R. (2018). Elaborar modelos hidrológicos al alcance de estudiantes universitarios. *Revista Ciencia y Tecnología*, (21), 177–193. <https://doi.org/10.5377/rct.v0i20.5955>
- Aybar, C., Fernández, C., Huerta, A., Lavado, W., Vega, F., & Felipe-Obando, O. (2019). Construction of a high-resolution gridded rainfall dataset for Peru from 1981 to the present day. *Hydrological Sciences Journal*, 0(0), 1. <https://doi.org/10.1080/02626667.2019.1649411>
- Aybar, C., Lavado, W., Huerta, A., Fernández, C., Vega, F., Sabino, E., & Felipe, O. (2017). Uso del Producto Grillado “PISCO” de precipitación en Estudios, Investigaciones y Sistemas Operacionales de Monitoreo y Pronóstico Hidrometeorológico. In *Nota Técnica 001 SENAMHI-DHI-2017*. Lima.
- Bedoya, M., Contreras, C., & Ruiz, F. (2010). Agua 2010. *Estudio Nacional Del Agua 2010*, 421.
- Belizario, G., Huaquisto, E., & Chirinos, T. (2013). Influencia del cambio climatico en los elemntos climáticos de la cuenca del rio Coata - Puno. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 35.



- Bintanja, R., & Selten, F. M. (2014). Future increases in Arctic precipitation linked to local evaporation and sea-ice retreat. *Nature*, 509(7501), 479–482.
<https://doi.org/10.1038/nature13259>
- Cabrera, J. (2017). Modelos hidrológicos. In *Mdelamiento hidrológico*. Retrieved from http://www.imefen.uni.edu.pe/Temas_interes/modhidro_1.pdf
- Carmona, D., Delgado, G., Rivera, M., Trucios, C., & Estrada, J. (2013). Ajuste y Validacion del Modelo Hidrologico GR2M en la Cuenca Alta del Rio Nazas. *Agrofaz*, 13(2), 81–89.
- Castillo, A. (2018). Estudio de aprovechamiento hidrico para riego en la cuenca del rio Lampa - Puno. Universidad Nacional del Altiplano.
- Castro, D., & Escobar, Y. C. (2013). Análisis de tendencia en la precipitación pluvial anual y mensual en el departamento del Valle del Cauca. *Memorias - Revista Digital de Historia y Arqueología Desde El Caribe*, 11(20), 9–17.
<https://doi.org/10.16925/me.v11i20.494>
- Cepeda, J. (2017). Análisis de los caudales nivo-glaciares históricos y proyectados en la cuenca del Río Olivares: Comparación entre el modelo DHSVM y WEAP. Universidad de Chile.
- Chen, H.-P., Sun, J.-Q., & Li, H.-X. (2017). Future changes in precipitation extremes over China using the NEX-GDDP high-resolution daily downscaled data-set. *Atmospheric and Oceanic Science Letters*, 10(6), 403–410.
<https://doi.org/10.1080/16742834.2017.1367625>
- Chow, V. Te, Maidment, D., & Mays, L. (1994). *Hidrologia Aplicada (Ven Te Chow)*.pdf (p. 584). p. 584.
- Clark, K. E., Torres, M. A., West, A. J., Hilton, R. G., New, M., Horwath, A. B., ... Malhi, Y. (2014). The hydrological regime of a forested tropical Andean



- catchment. *Hydrology and Earth System Sciences*, 5377–5397.
<https://doi.org/10.5194/hess-18-5377-2014>
- Dayon, G., Boé, J., Martin, É., & Gailhard, J. (2018). Impacts of climate change on the hydrological cycle over France and associated uncertainties. *Comptes Rendus Geoscience*, 350(4), 141–153.
- Felipe, O., Sanchez, T., & Astorayme, M. (2015). Actualización de los escenarios de disponibilidad hídrica en el Perú en contexto de cambio climático. Retrieved from <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-75.pdf>
- Fernandez, C. (2015). Frecuencia de precipitaciones máximas según los L-Momentos en la cuenca hidrográfica del lago Titicaca. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Flato, G., Marotzke, J., Abiodun, B., Braconnot, P., Chou, S. C., Collins, W., ... Rummukainen, M. (2013). IPCC AR5. WG1. Chap. 9. Evaluation of Climate Models. In *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324>
- Fowler, H. J., Blenkinsop, S., & Tebaldi, C. (2007). Linking climate change modelling to impacts studies: recent advances in downscaling techniques for hydrological modelling. *International Journal of Climatology*, 27(12), 1547–1578.
- González, D., Garrote, L., & Iglesias, A. (2013). Análisis hidrológico de los escenarios de cambio climático en España. *Memoria Investigaciones En Ingeniería*, 11, 2301–1106.
- Gorguner, M., Kavvas, M. L., & Ishida, K. (2019). Assessing the impacts of future climate change on the hydroclimatology of the Gediz Basin in Turkey by using dynamically downscaled CMIP5 projections. *Science of the Total Environment*, 648, 481–499. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.167>



- Gudmundsson, L., Bremnes, J. B., Haugen, J. E., & Engen-Skaugen, T. (2012). Technical Note: Downscaling RCM precipitation to the station scale using statistical transformations - A comparison of methods. *Hydrology and Earth System Sciences*, 16(9), 3383–3390. <https://doi.org/10.5194/hess-16-3383-2012>
- Hassol, S. (2004). Impacts of a Warming Arctic. In *Assessment of Arctic Climate Impact* (Vol. 29). Londres.
- Herrera, J. (2015). Generación y calibración de caudales medios mensuales mediante el modelo GR2M, en la cuenca del río Coata. Universidad Nacional del Altiplano.
- Huaccoto, P. (2017). Determinación del método más eficiente para calcular la evapotranspiración potencial para un modelo lluvia - escorrentía en la cuenca Huancané - Puno. Universidad Nacional del Altiplano.
- INRENA. (2008). Evaluación de los Recursos Hídricos en las Cuencas de los Ríos Cabanillas y Lampa. Retrieved from https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/estudio_hidrologico_lampa_0_0_3.pdf
- IPCC. (2014). Cambio climático 2014: Informe de Síntesis. In *Contribución de los Grupos de trabajo I,II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*.
- Jorquera, E., Weber, J. F., & Reyna, S. M. (2012). Revisión del estado del arte en la modelación hidrológica distribuida e integrada. 1° Encuentro de Investigadores En Formación En Recursos Hídricos, (October 2014), 18.
- Karaseva, M. O., Prakash, S., & Gairola, R. M. (2012). Validation of high-resolution TRMM-3B43 precipitation product using rain gauge measurements over Kyrgyzstan. *Theoretical and Applied Climatology*, 108(1–2), 147–157. <https://doi.org/10.1007/s00704-011-0509-6>



- Lavado. (2010). Modélisation du bilan hydrique à pas de temps mensuel pour l'évaluation de l'impact du changement climatique dans le bassin Amazonien du Pérou. (Université Paul Sabatier - Toulouse III). Retrieved from <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00467030/>
- Lavado, W., Calle, J., Ticona, L., & Blacutt, L. (2018). Clima y eventos extremos del Altiplano Perú-boliviano.
- Lavado, W., & Fernandez, C. (2014). Analisis Comparativo de Métodos de Interpolación Espacial para la Elabración de Mapas Climáticos de Precipitación. In Estudios e Investigación en Hidrología (Vol. 53).
- Lavado, W., Fernandez, C., Aybar, C., Caycho, T., Endara, S., Vega, F., ... Obando, O. F. (2014). PISCO: Peruvian Interpolated data of the SENAMHI's Climatological and hydrological Observations. Precipitation v1.1. Lima.
- Lespinas, F., Ludwig, W., & Heussner, S. (2014). Hydrological and climatic uncertainties associated with modeling the impact of climate change on water resources of small Mediterranean coastal rivers. *Journal of Hydrology*, 511, 403–422. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.01.033>
- Li, Z., & Fang, H. (2017). Modeling the impact of climate change on watershed discharge and sediment yield in the black soil region, northeastern China. *Geomorphology*, 293, 255–271. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2017.06.005>
- Longobardi, A., & Villani, P. (2009). Trend analysis of anual seasonal rainfall time series in the Mediterranean area. *International Journal of Climatology*, 2029(March 2008), 2011–2029. <https://doi.org/10.1002/joc>
- Lujano, E., Hidalgo, L., Tapia, B., & Lujano, A. (2016). Cambios proyectados de los recursos hídricos bajo escenarios de emisiones RCP4.5 y 8.5 de modelos



- climáticos globales del CMIP5 en el Altiplano Peruano. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 18(2), 195–204.
- Luna, E., & Lavado, W. (2015). Evaluación de métodos hidrológicos para la completación de datos faltantes de precipitación en estaciones de la cuenca Jetepeque. *Revista Tecnologica ESPOL*, 28(Noviembre), 42–52.
- Maqueda, M., Carbonelli, M., Martinez, E., & Florez, M. (2006). Fuentes de emision de gases de efecto invernadero en la agricultura. Cali.
- Marcacuzco, J. A. (2012). *Hidrología Aplicada* (Primera ed; M. Olaya, Ed.). Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Martinez, C. (2014). *Impacto Del Cambio Climático En La Hidrología De La Cuenca Del Río Ica* (Universidad Nacional Agraria La Molina). Retrieved from <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1605/Q54.B9D-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Martinez, J., Fernandez, A., & Osnaya, P. (2004). *Cambio climatico: una vision desde Mexico*. Mexico. Mexico.
- Mejia, G. (2017). *Influencia del cambio climatico en los caudales mensuales de la cuenca rio verde*. Universidad Nacional de San Agustin.
- Mena, S. (2010). *Evolución de la Dinámica de los Ecurrimientos en Zonas de Alta Montaña: Caso del Volcán Antisana*. Escuela Politecnica Nacional de Quito.
- Metzger, L. (2017). *Modelamiento hidrológico para pronóstico estacional de caudales del Ramis*. Lima.
- Minam. (2013). *El Perú y el Cambio Climático, Tercera Comunicación Nacional*. Lima.
- Molnar, P. (2011). Calibration. In E. Zurich (Ed.), *Watershed Modelling*. Switzerland.



- Montaner, M. E., & Sánchez, E. (1988). Aproximación, Por Le Método De Thornthwaite, Al Cálculo De La Infiltración De La Lluvia Útil. *Papeles de Geografía*, 14, 223–235.
- Montealegre, J. E., & Pabón, J. D. (2000). La Variabilidad Climatica Interanual Asociada Al Ciclo El Niño-La Niña–Oscilacion Del Sur Y Su Efecto En El Patron Pluviometrico De Colombia. *Meteorología Colombiana*, (January 2000), 7–21. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/281605886_La_variabilidad_climtica_interanual_asociada_al_ciclo_El_Nio-La_Nia-Oscilacin_del_Sur_y_su_efecto_en_el_patrn_pluviomtrico_de_Colombia
- Mouelhi, S., Michel, C., Perrin, C., & Andréassian, V. (2006). Stepwise development of a two-parameter monthly water balance model. *Journal of Hydrology*, 318(1–4), 200–214. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2005.06.014>
- Moya, A., Ortega, J., & Jurado, X. (2016). Evaluación del Modelo Climático Global MIROC5 y estimaciones de temperatura y precipitaciones para las zonas sur y norte del Perú. *Apuntes de Ciencia & Sociedad*, 05(02), 1–8.
- Pascual, J., & Martin, M. (2016). Guía práctica sobre la modelización hidrológica y el modelo HEC-HMS.
- Pilares Hualpa, I. A., Montalvo, N., Mejia, M., Guevara-Perez, E., Fano, M., & Alfaro, A. (2018). Evaluation of water availability in the Cabanillas river basin of the Peruvian Altiplano under regionalized climatic scenarios. *INGENIERIA UC*, 25(2), 307-319.
- Piras, M., Mascaro, G., Deidda, R., & Vivoni, E. R. (2016). Impacts of climate change on precipitation and discharge extremes through the use of statistical downscaling



- approaches in a Mediterranean basin. *Science of the Total Environment*, 543, 952–964. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.06.088>
- Ramirez, L. (2012). Analisis de la implementacion de un modelo hidrológico distribuido con información estandar en España. Universidad Politécnica de Valencia.
- Reder, A., Rianna, G., Vezzoli, R., & Mercogliano, P. (2016). Assessment of possible impacts of climate change on the hydrological regimes of different regions in China. *Advances in Climate Change Research*, 7(3), 169–184.
- Salas, E. (2014). Analisis de Tendencia de la Temperatura y Precipitación Pluvial Mensual en la Cuenca del Rio Illpa, Puno. Universidad Nacional del Altiplano.
- Sanabria, J., Marengo, J., & Valverde, M. (2009). Escenarios de Cambio Climático con modelos regionales sobre el Altiplano Peruano (Departamento de Puno). *Revista Peruana Geo-Atmosferica*, 149(1), 134–149.
- Santos, D. (2016). Oferta hídrica superficial del río Coata-Puno bajo escenarios de cambio climático. Retrieved from <http://www.senamhi.gob.pe/pdf/estudios/hidro2016-0002.pdf>
- Shrestha, S., Shrestha, M., & Babel, M. S. (2016). Modelling the potential impacts of climate change on hydrology and water resources in the Indrawati River Basin, Nepal. *Environmental Earth Sciences*, 75(4), 1–13. <https://doi.org/10.1007/s12665-015-5150-8>
- Stocker, T., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S., Boschung, J., ... Midgley, P. (2013). Cambio Climatico 2013. Bases Fisicas. In Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Taylor, K. E., Stouffer, R. J., & Meehl, G. A. (2009). A Summary of the CMIP5 Experiment Design. Maryland.



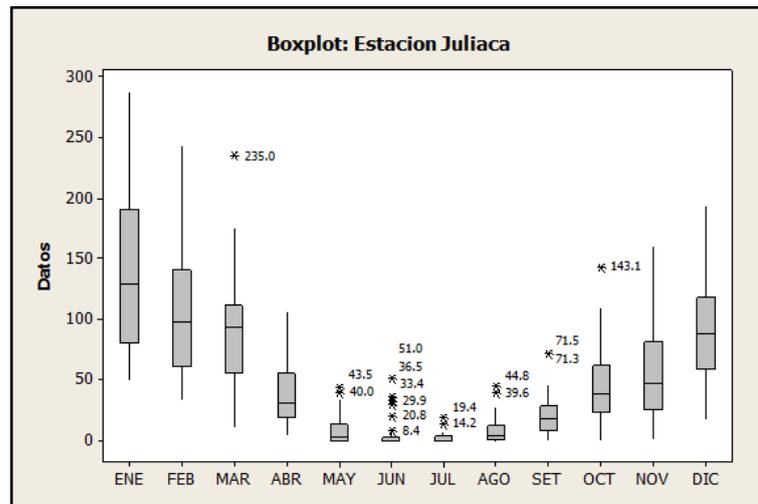
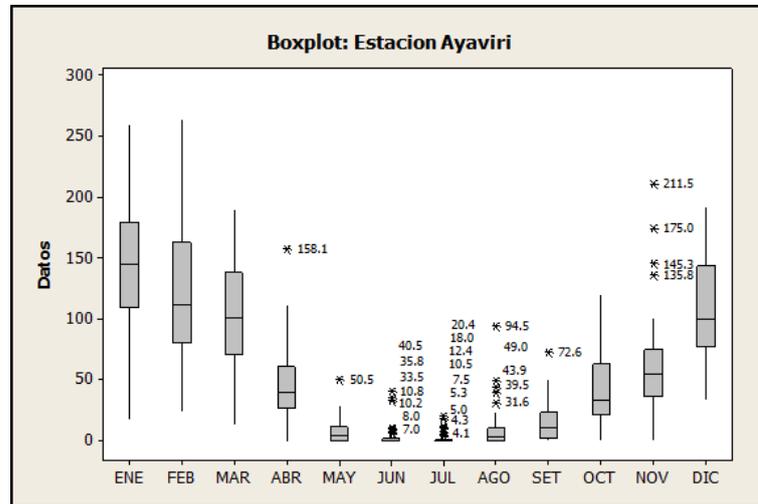
- Teutschbein, C., & Seibert, J. (2012). Bias correction of regional climate model simulations for hydrological climate-change impact studies: Review and evaluation of different methods. *Journal of Hydrology*, 456–457, 12–29. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.05.052>
- Thrasher, B., Maurer, E. P., McKellar, C., & Duffy, P. B. (2012). Technical Note: Bias correcting climate model simulated daily temperature extremes with quantile mapping. *Hydrology and Earth System Sciences*, 16(9), 3309–3314. <https://doi.org/10.5194/hess-16-3309-2012>
- Thrasher, Bridget, & Nemani, R. (2015). NASA Earth Exchange Global Daily Downscaled Projections (NEX-GDDP).
- Ticona, A. (2016). Modelación hidrológica de escenarios futuros de caudales medios con la aplicación del modelo hidrológico weap en la cuenca del río Ilave - Puno (Universidad Nacional del Altiplano). Retrieved from <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4617>
- Torres, S. (2016). Impacto de cambio climático en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) y quinua (*Chenopodium quinoa* Will) en el departamento de Puno (Universidad Nacional Agraria La Molina). Retrieved from <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2581/F08-T6-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Traverso, K., Mamani, J. A., & Alfaro, R. (2019). Generation of monthly average flow rates from the hydrological characteristics in the Huancane river basin. In *38th IAHR World Congress* (4682-4691).
- Vera, H., & Obando, O. (2011). Modelización de los caudales medios mensuales en la cuenca del río Ramis. *Revista Peruana Geo-Atmosférica*, 3(3), 116–124. Retrieved from http://www.senamhi.gob.pe/rpga/pdf/2011_vol03/art10.pdf

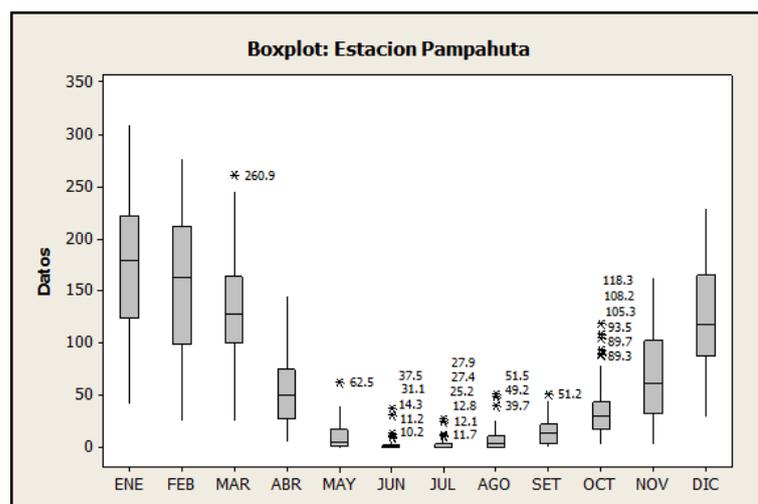
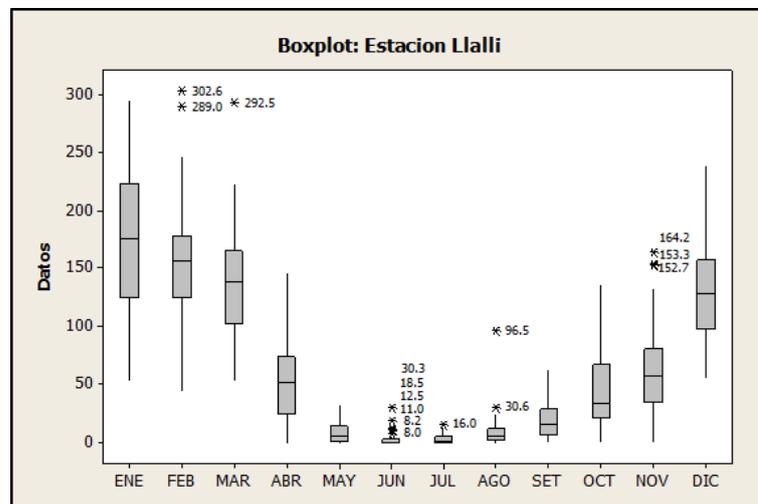
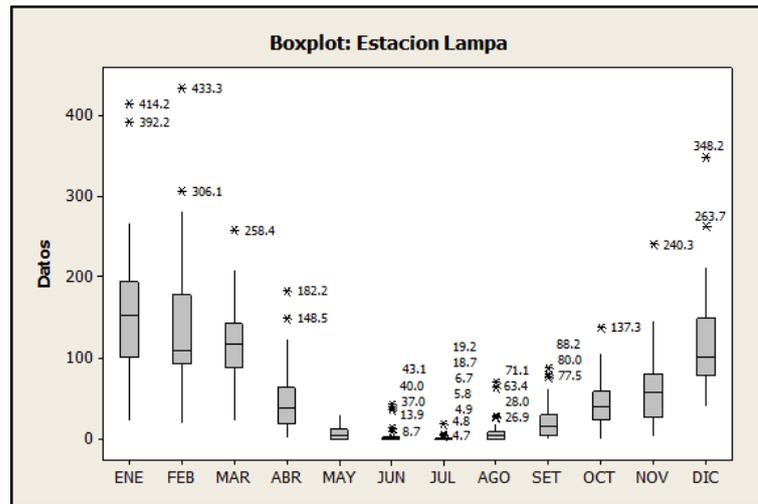


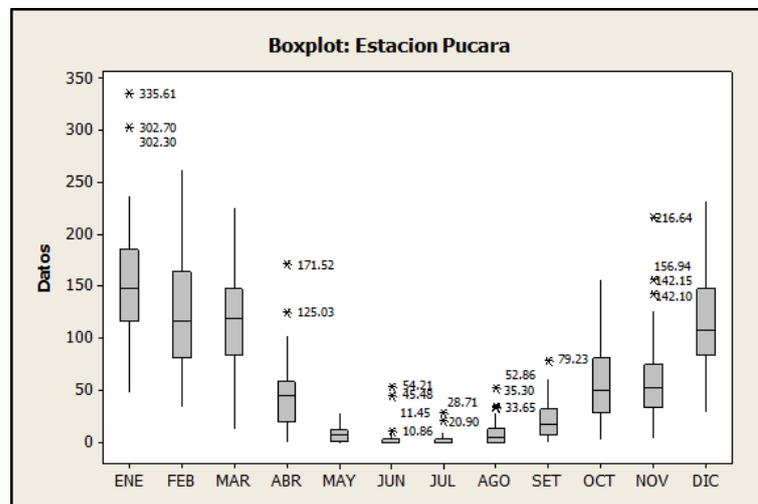
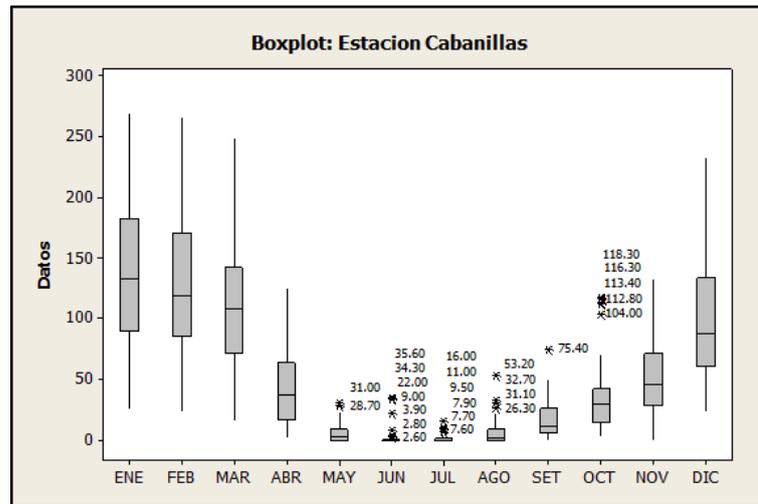
- Yan, D., Werners, S. E., Ludwig, F., & Huang, H. Q. (2015). Hydrological response to climate change: The Pearl River, China under different RCP scenarios. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 4(PB), 228–245.
<https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2015.06.006>
- Zubieta, R., Laqui, W., & Lavado, W. (2018). Modelación hidrológica de la cuenca del río Ilave a partir de datos de precipitación observada y de satélite, periodo 2011-2015, Puno, Perú. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 9(5), 85–105.
<https://doi.org/10.24850/j-tyca-2018-05-04>

ANEXOS

Anexo 1: Resultado del análisis visual (diagrama de cajas o boxplot)

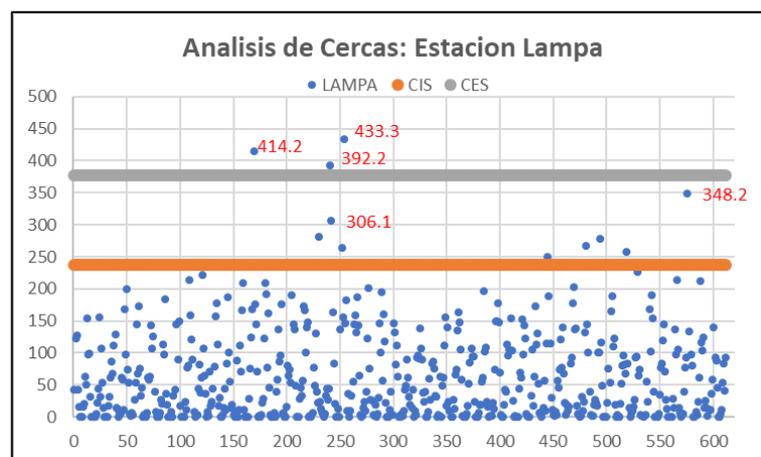
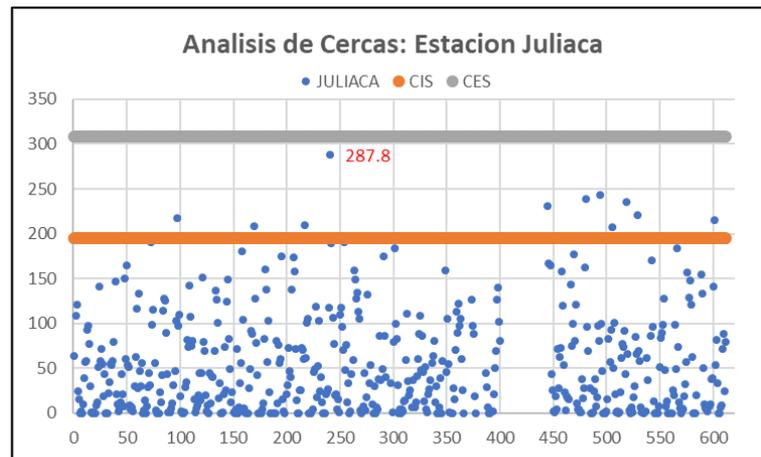
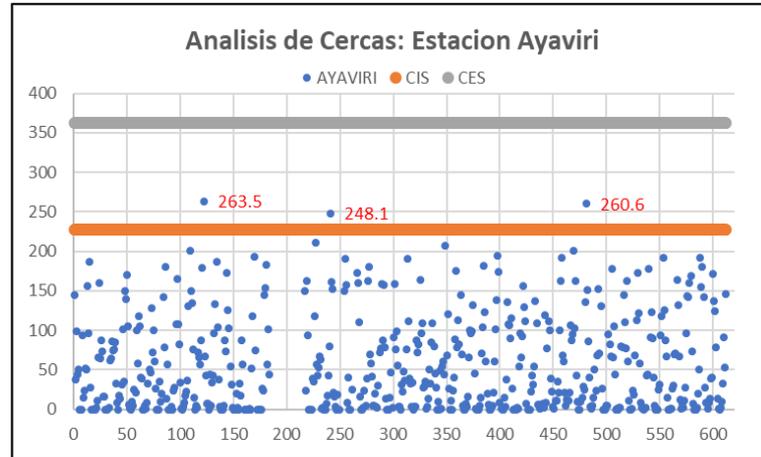


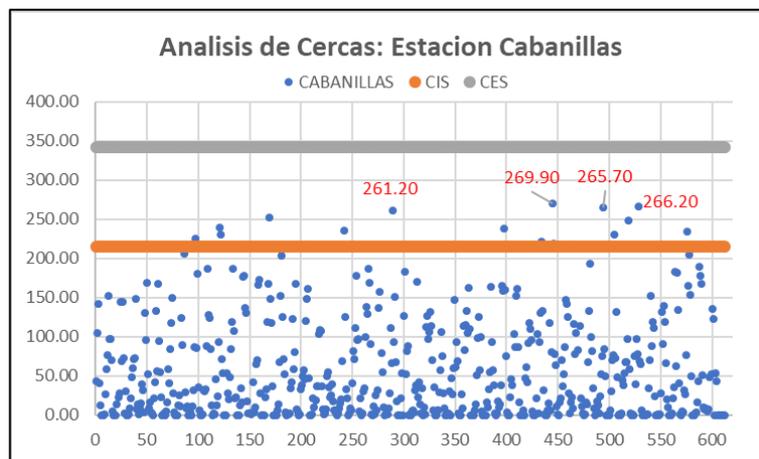
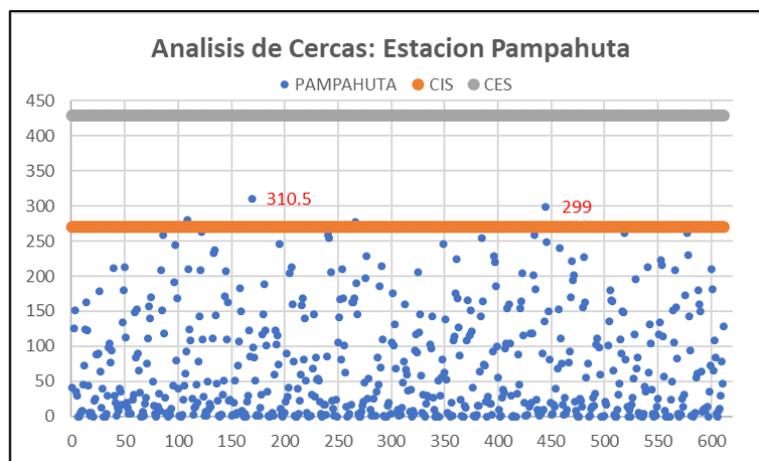
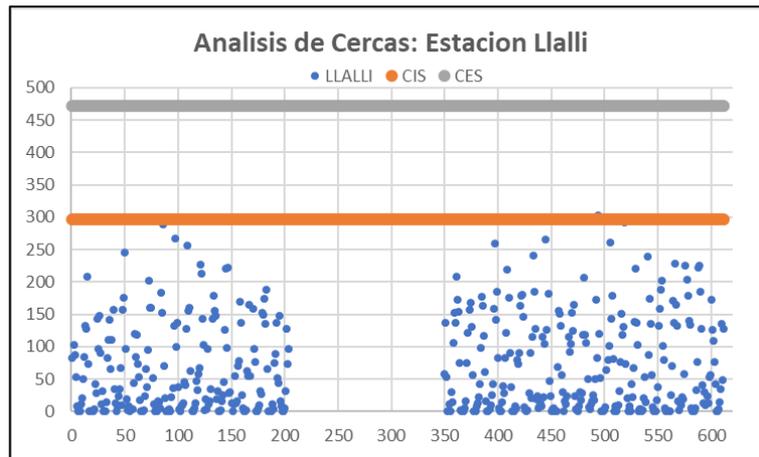


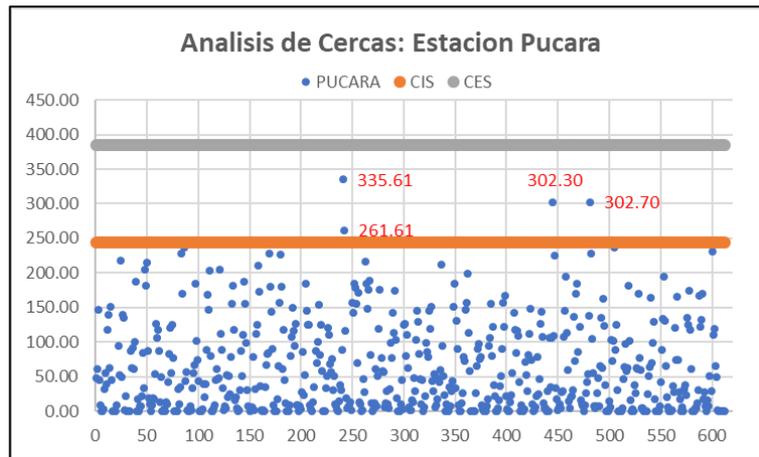


Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Resultados del análisis de cercas

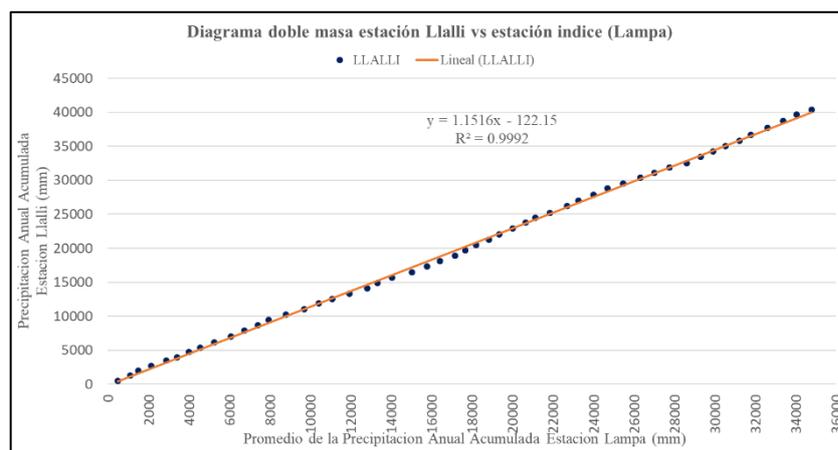
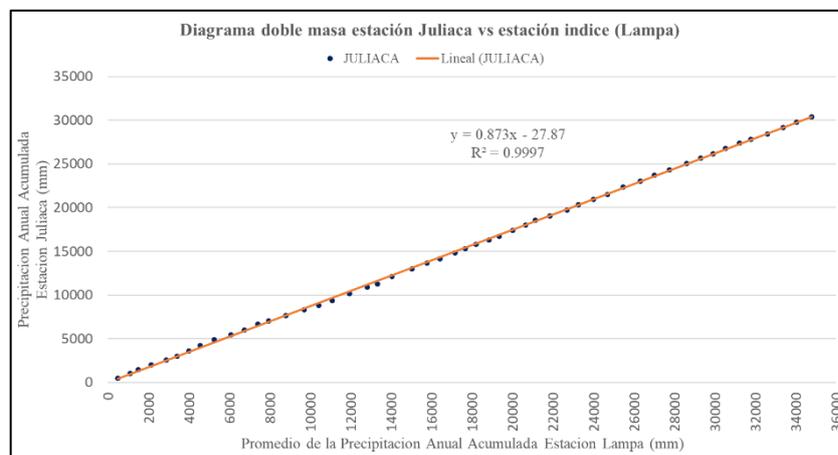
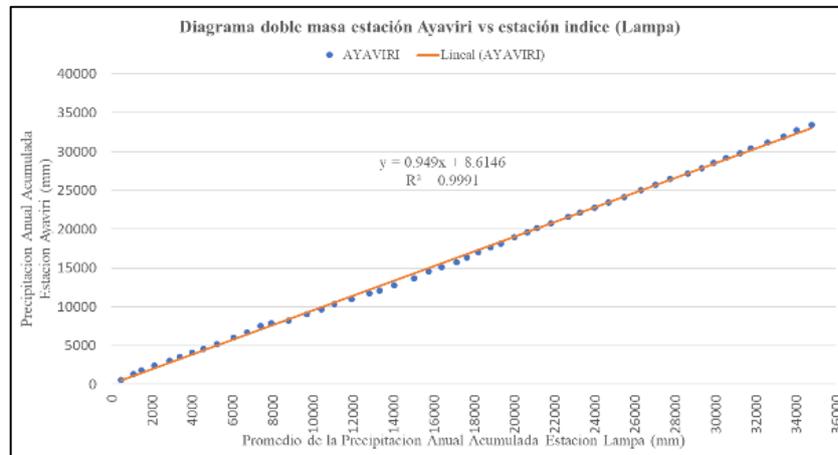


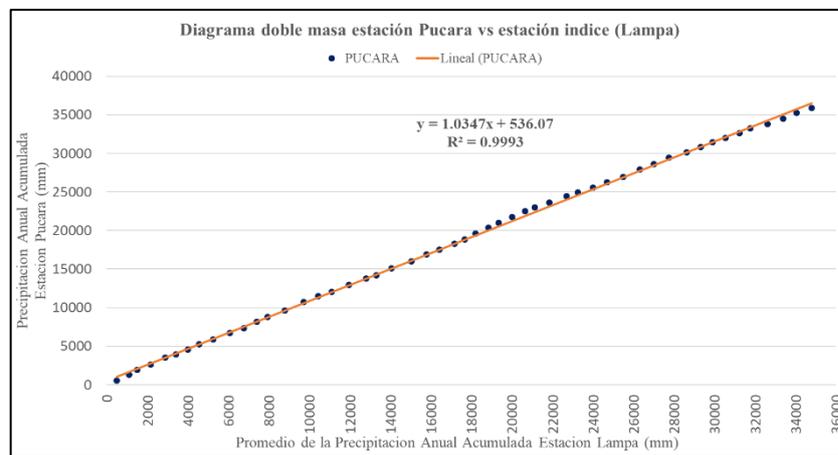
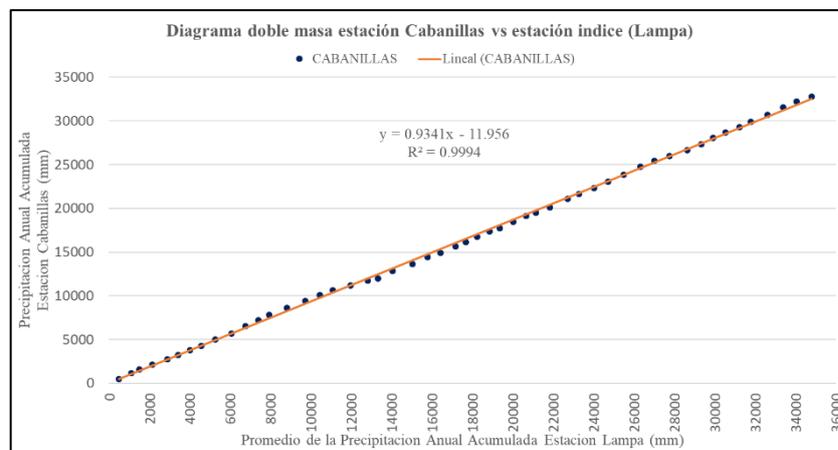
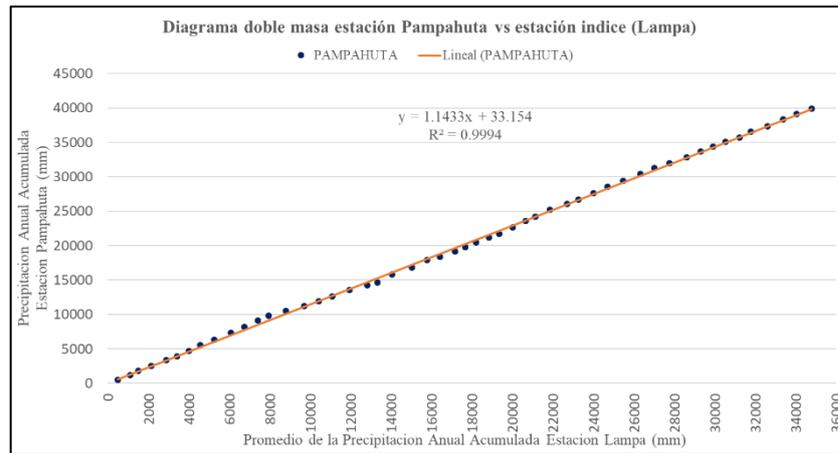




Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Resultados del análisis de doble masa





Fuente: Elaboración propia

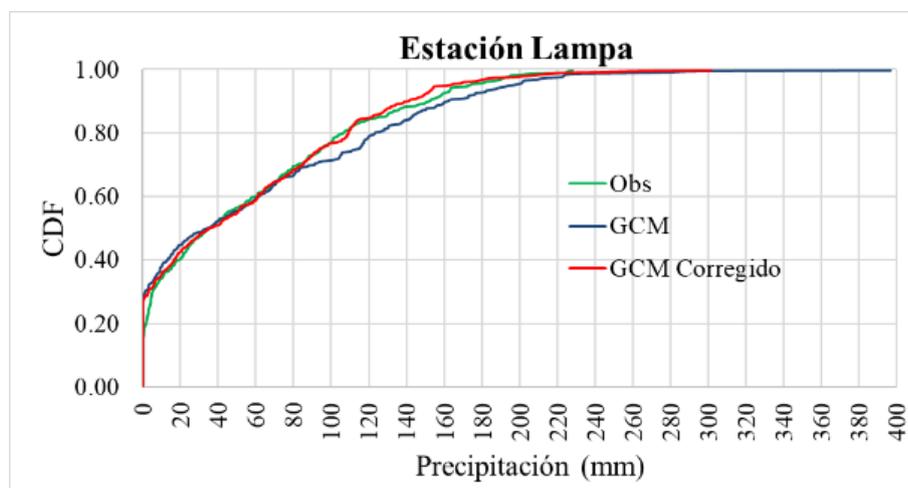
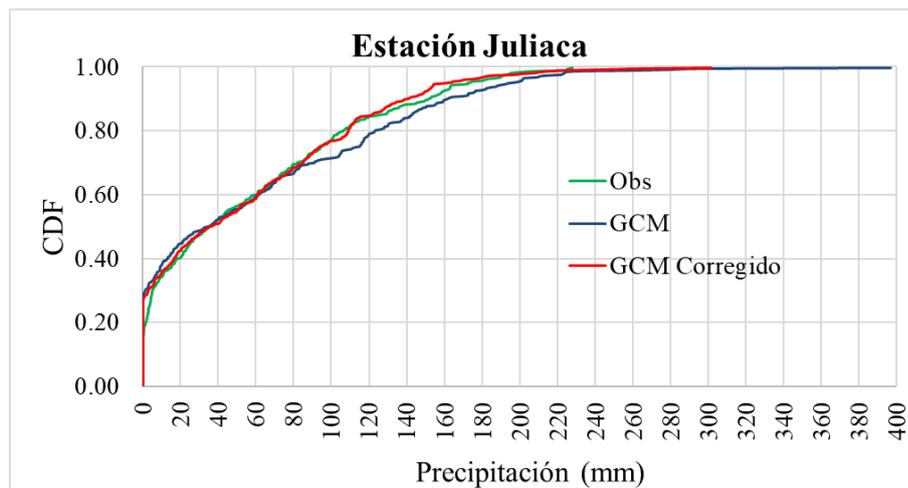
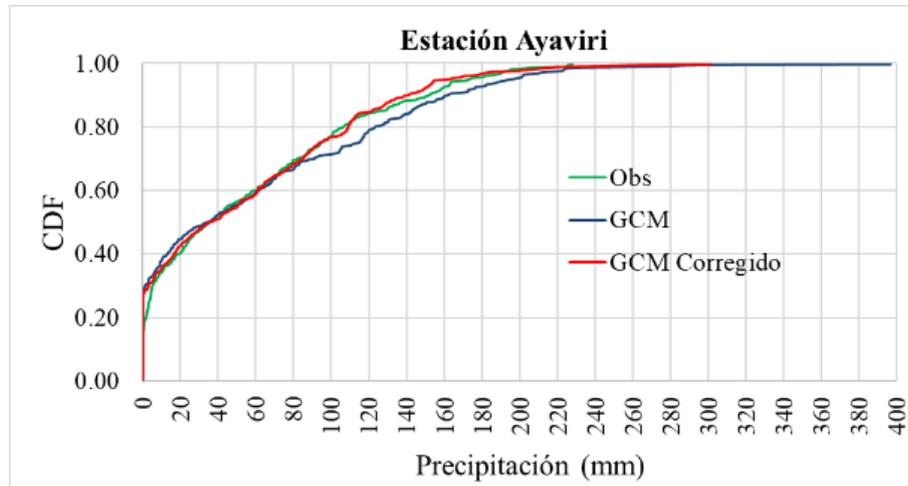
Anexo 4: Resultados del análisis de Cambios y Tendencias

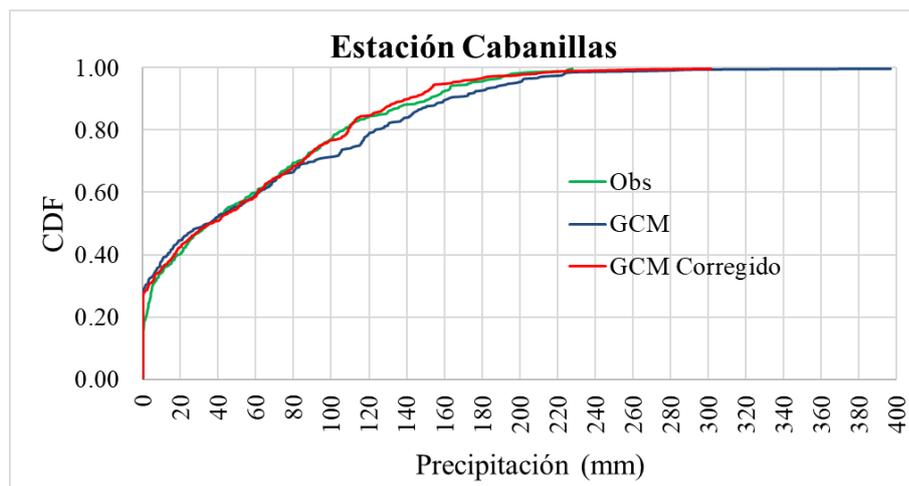
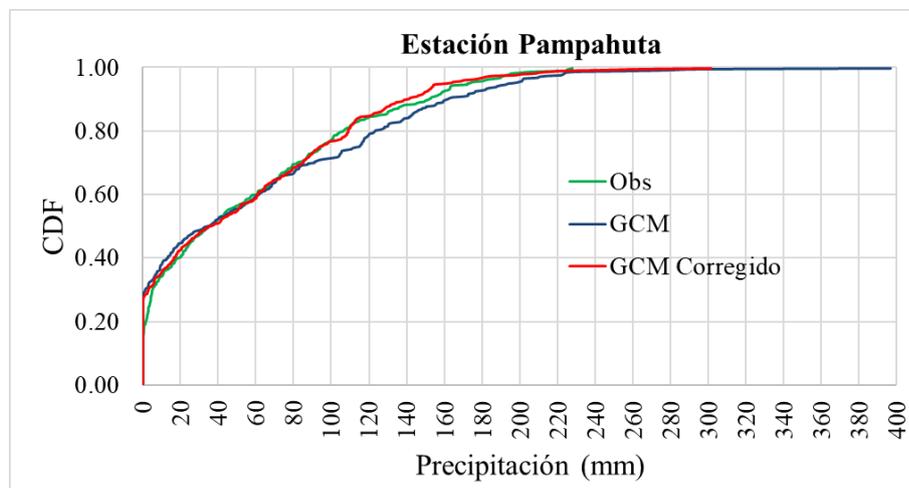
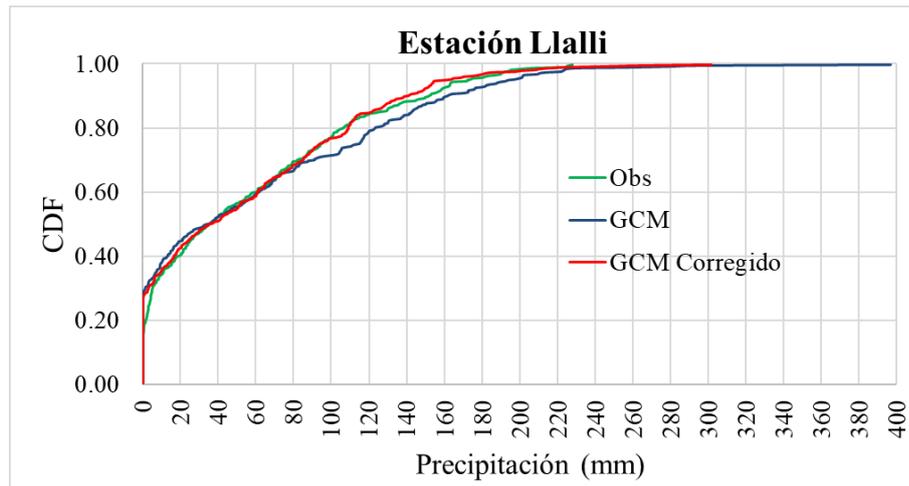
Estación	Tipo de análisis	Prueba estadística	Test estadístico	Valores críticos			Resultados
				a=0.1	a=0.05	a=0.01	
Estación Ayaviri	Tendencia	Mann-Kendal	1.952	1.645	1.96	2.576	S (0.10)
	Cambio en Media / Mediana	Cusum	8	8.093	9.021	10.812	NS
	Diferencia en Media / Mediana	T de Student	-0.813	1.683	2.018	2.697	NS
Estación Juliaca	Tendencia	Mann-Kendal	1.844	1.645	1.96	2.576	S (0.10)
	Cambio en Media / Mediana	Cusum	7	7.421	8.273	9.915	NS
	Diferencia en Media / Mediana	T de Student	-0.548	1.689	2.029	2.722	NS
Estación Lampa	Tendencia	Mann-Kendal	1.773	1.645	1.96	2.576	S (0.10)
	Cambio en Media / Mediana	Cusum	8	8.627	9.617	11.526	NS
	Diferencia en Media / Mediana	T de Student	-0.962	1.68	2.011	2.682	NS
Estación Llalli	Tendencia	Mann-Kendal	1.82	1.645	1.96	2.576	S (0.10)
	Cambio en Media / Mediana	Cusum	6	7.32	8.16	9.78	NS
	Diferencia en Media / Mediana	T de Student	-2.253	1.69	2.031	2.727	S (0.10)
Estación Pampahuta	Tendencia	Mann-Kendal	1.138	1.645	1.96	2.576	NS
	Cambio en Media / Mediana	Cusum	7	8.627	9.617	11.526	NS
	Diferencia en Media / Mediana	T de Student	-0.534	1.68	2.011	2.682	NS
Estación Cabanillas	Tendencia	Mann-Kendal	1.91	1.645	1.96	2.576	S (0.10)
	Cambio en Media / Mediana	Cusum	8	8.627	9.617	11.526	NS
	Diferencia en Media / Mediana	T de Student	-1.114	1.68	2.011	2.682	NS
Estación Pucara	Tendencia	Mann-Kendal	-0.302	1.645	1.96	2.576	NS
	Cambio en Media / Mediana	Cusum	6	8.54	9.52	11.41	NS
	Diferencia en Media / Mediana	T de Student	0.458	1.681	2.012	2.685	NS

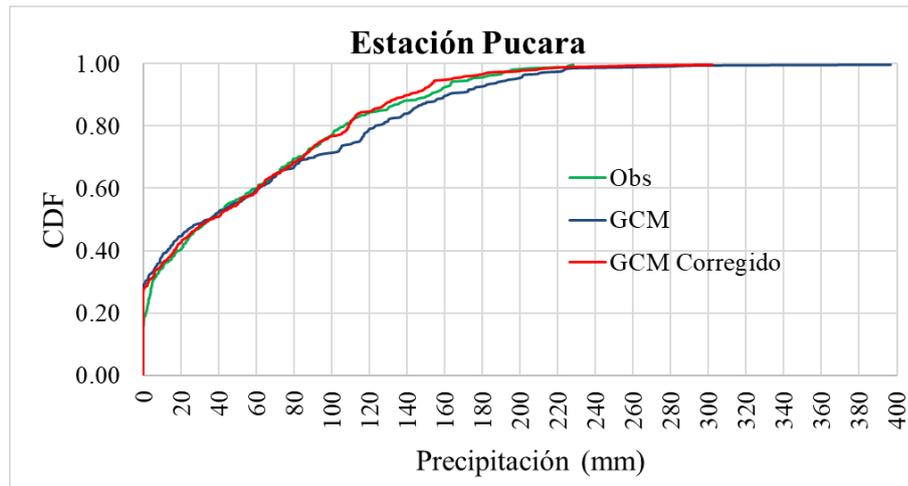
Nota: NS= No Significativo, S(n)= Significativo (nivel de significancia al 95%).

Fuente: Resultados obtenidos a partir de software TREND. Elaboración propia.

Anexo 5: Resultados del escalamiento espacial y ajuste de curvas de distribución de frecuencia (CDF) para la precipitación del modelo climático MIROC5.

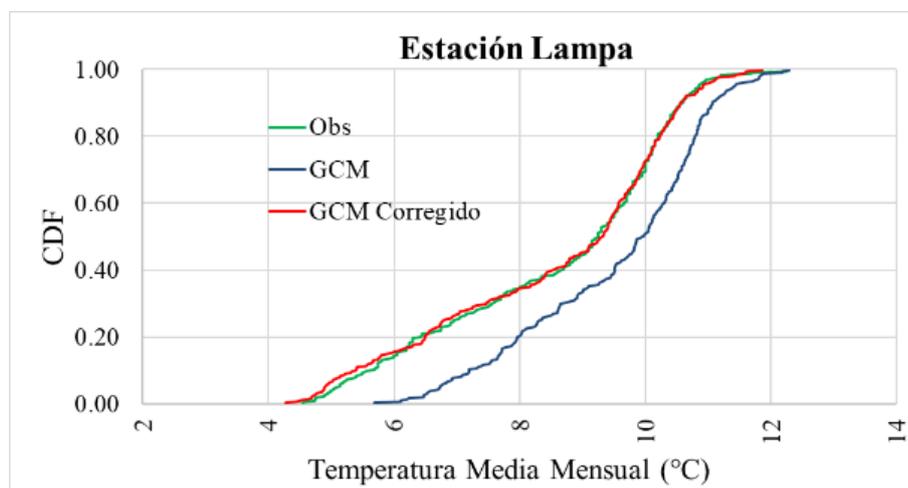
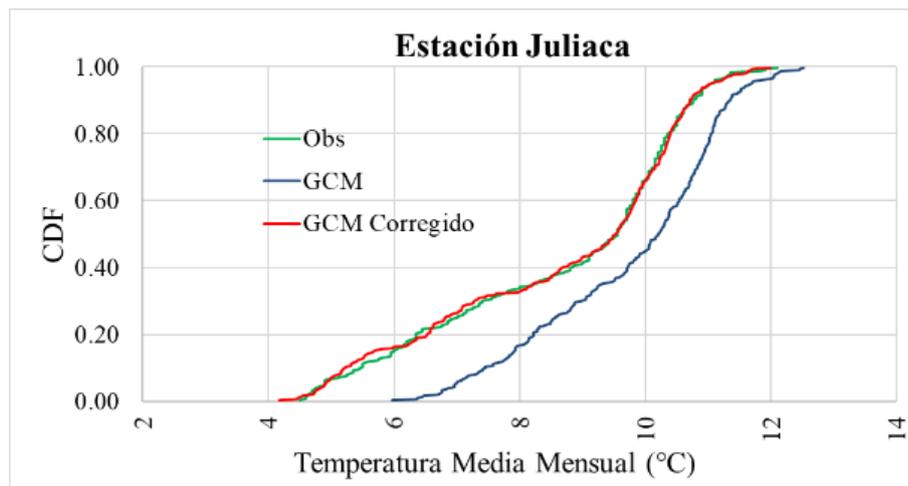
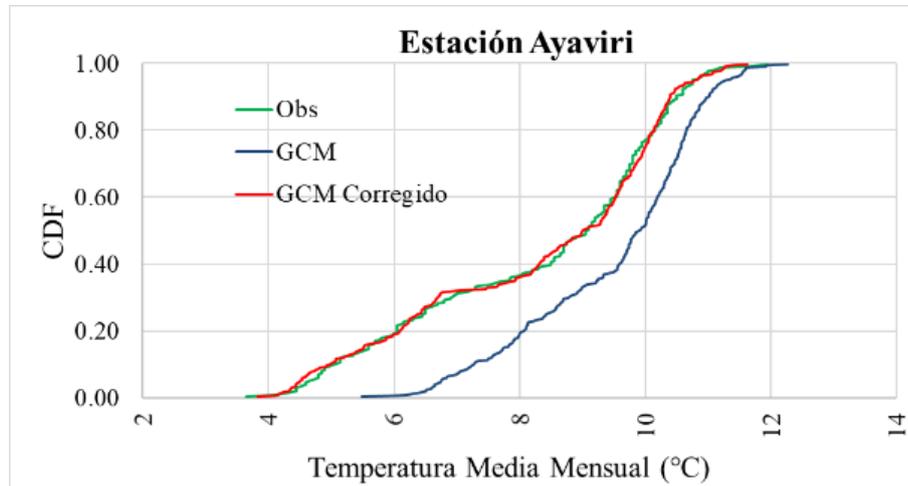


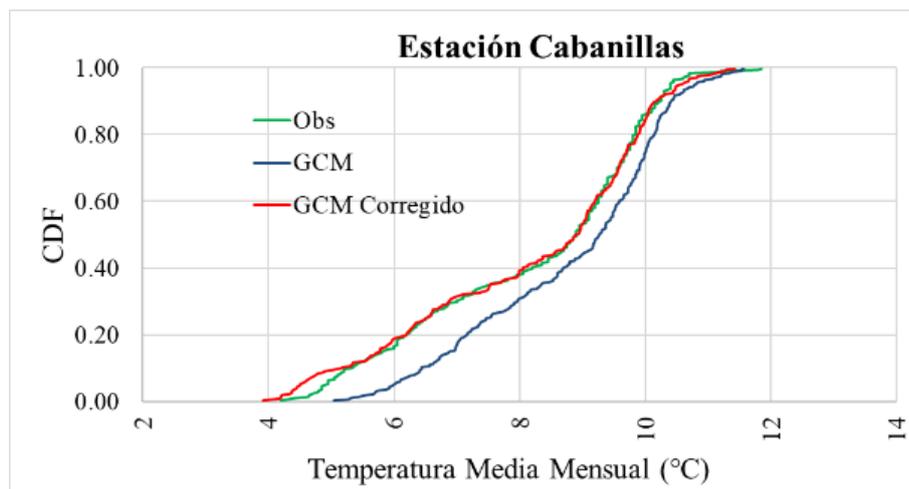
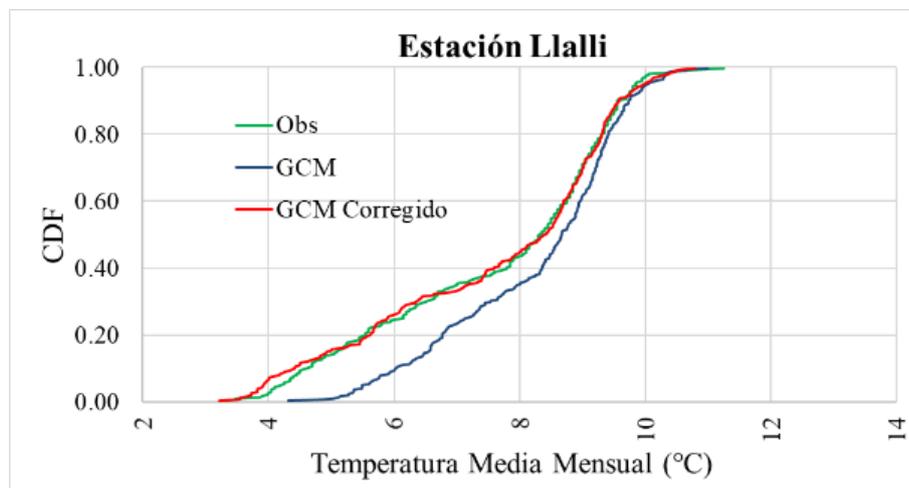
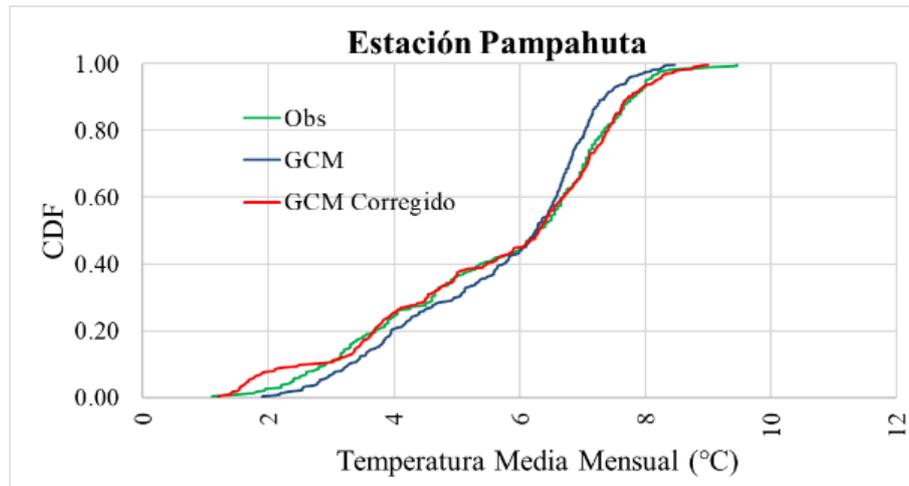


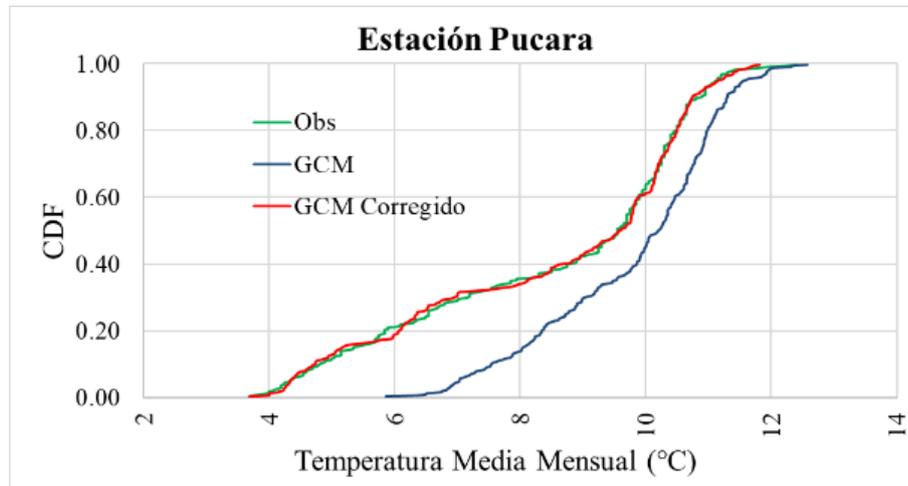


Fuente: Elaboración propia

Anexo 6: Resultados del escalamiento espacial y ajuste de Curvas de Distribución de Frecuencia (CDF) para la temperatura.







Fuente: Elaboración propia



Anexo 7: Registro histórico de datos hidrometeorológicos

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL HISTORICA (mm)													
ESTACION: AYAVIRI													
Cuenca:	Ramis			Región:	Puno			Latitud Sur:	14°52'23"				
Altitud:	3928			Provincia:	Melgar			Latitud Oeste:	70°35'35"				
Propietario:	Senamhi			Distrito:	Ayaviri			Tipo:	Climatica Ordinaria				
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964		38.2	98.5		50.5	0.0	0.0	94.5	15.5	23.5	51.5	51.0	
1965	155.9	97.0	187.1	27.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	11.3	66.5	159.5	707.3
1966	65.0	88.0	74.0	16.0	16.5	0.0	0.0	0.0	2.0	62.5	65.0	86.0	475.0
1967	75.0	76.0	85.5	32.5	9.2	0.0	18.0	14.1	32.0	101.9	35.5	150.0	629.7
1968	139.7	170.7	105.5	6.5	1.3	0.0	10.5	5.0	24.8	21.3	100.9	58.8	645.0
1969	118.1	105.6	40.1	38.6	0.0	0.0	5.0	0.7	9.0	32.7	50.3	47.1	447.2
1970	128.7	72.7	100.4	61.2	26.6	0.0	0.0	0.0	35.8	10.0	20.3	142.4	598.1
1971	78.1	180.3	13.9	56.9	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0	24.0	27.3	107.5	491.1
1972	165.3	108.5	82.4	34.2	1.2	0.0	3.0	8.6	17.3	22.7	36.8	130.8	610.8
1973	201.4	150.5	134.0	76.6	15.2	0.0	5.3	2.0	72.6	65.7	57.0	87.8	868.1
1974	178.6	263.5	67.0	42.6	7.3	7.0	0.0	43.9	5.4	34.2	43.5	95.9	788.9
1975	133.1	187.4	104.7	37.3	4.1	0.0	0.0	0.0	4.9	87.2	73.4	172.3	804.4
1976	125.3	103.2	54.3	31.1	1.8	0.0	0.0	0.0	20.4	2.7	0.0	33.1	371.9
1977	17.2	87.4	57.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	52.5	118.0	333.9
1978	226.1	192.8	75.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.0	23.9	145.3	153.2	843.5
1979	183.3	56.9	101.0	44.3									
1980													
1981													
1982	149.6	23.3	163.0	93.9	0.0	0.0	0.0	39.5	35.0	117.9	211.5	57.1	890.8
1983	43.0	53.2	67.8	63.5	0.4	2.1	0.0	0.0	7.0	17.4	43.4	79.3	377.1
1984	248.1	161.1	152.1	21.3	16.6	3.4	0.0	18.8	0.0				
1985		149.9	190.1	158.1	8.2	40.5	0.0	0.0	24.6				
1986		172.3	159.7	110.4	16.8	0.0	0.0	2.3	24.0	4.4	38.9	163.1	
1987	180.2	70.1	58.1	41.3	4.7	4.8	20.4	3.3	2.0	30.5	72.8	76.9	565.1
1988	158.9	87.9	157.1	78.6	13.7	0.0	0.0	0.0	15.6	46.7	2.5	91.8	652.8
1989	158.5	75.7	99.0	56.2	3.7	2.9	0.1	31.6	22.8	47.6	37.0	76.6	611.7
1990	190.2	111.1	38.6	32.4	3.8	33.5	0.0	3.5	4.1	87.1	71.7	81.9	657.9
1991	163.5	95.9	109.8	27.6	29.6	35.8	0.6	2.9	13.6	51.1	33.2	85.4	649.0
1992	109.8	79.5	45.3	27.4	0.0	10.2	0.0	49.0	1.1	54.4	61.0	43.8	481.5
1993	206.6	68.0	120.0	26.6	0.3	10.8	0.3	23.7	40.8	89.1	175.0	78.8	840.0
1994	113.5	81.9	144.6	69.9	4.7	0.0	0.0	7.5	4.1	16.7	65.5	99.8	608.2
1995	96.3	98.4	132.5	44.9	0.5	0.0	0.0	0.0	5.1	15.1	70.5	104.1	567.4
1996	181.6	123.6	61.0	19.8	6.2	0.0	0.0	4.1	5.3	21.1	61.1	101.0	584.8
1997	139.0	194.9	174.1	8.4	1.4	0.0	0.0	14.7	2.9	37.7	135.8	107.4	816.3
1998	106.5	90.1	115.2	26.6	0.0	0.5	0.0	1.9	0.5	54.3	96.9	66.0	558.5
1999	92.8	156.3	129.7	111.6	7.0	0.0	0.0	0.0	22.6	43.2	31.5	54.9	649.6
2000	136.8	224.6	108.6	5.9	6.2	1.6	4.1	7.1	2.5	119.8	8.6	76.9	702.7
2001	228.1	111.2	99.9	39.0	22.7	2.9	1.3	10.8	11.3	34.8	21.4	100.8	684.2
2002	162.6	191.4	68.0	60.6	21.5	5.2	12.4	11.2	21.3	106.3	87.9	94.7	843.1
2003	201.0	103.2	163.2	42.7	9.6	0.0	0.0	10.5	15.1	29.3	25.2	135.6	735.4
2004	260.6	151.4	86.6	40.2	3.9	0.8	4.3	15.4	50.9	24.5	68.7	153.0	860.3
2005	70.6	224.9	130.2	26.3	0.3	0.0	0.0	4.5	4.8	94.8	83.0	67.0	706.4
2006	177.5	65.9	105.6	44.5	0.0	0.6	0.0	2.1	2.8	80.5	78.5	144.3	702.3
2007	110.8	77.9	162.4	61.3	11.2	0.0	0.0	0.6	23.7	18.3	68.6	112.6	647.4
2008	172.7	121.6	58.3	8.9	1.8	0.5	0.0	0.4	1.9	43.0	44.6	177.9	631.6
2009	91.8	123.8	89.8	40.7	4.8	0.0	0.9	0.2	25.2	32.0	94.4	118.7	622.3
2010	192.5	125.2	87.9	67.2	15.2	0.0	0.0	0.8	0.4	26.0	30.3	69.8	615.3
2011	71.6	164.1	132.7	66.6	12.6	1.4	7.5	2.1	10.8	27.5	96.0	143.3	736.2
2012	142.6	159.5	169.4	73.3	7.6	0.0	0.5	0.0	2.8	20.7	50.7	191.3	818.4
2013	154.8	180.9	142.5	27.9	8.1	8.0	1.0	8.9	13.6	39.0	40.3	172.0	797.0
2014	137.7	124.6	78.5	13.7	0.8	0.0	2.5	10.0	32.5	91.4	52.9	145.7	690.3
N° DATOS	46	49	49	48	48	48	48	48	48	46	46	46	44
PROM	144.4	122.9	105.8	44.6	7.9	3.6	2.0	9.6	15.0	44.5	62.7	105.8	657.2
DESVEST	53.44	53.03	42.83	31.14	9.88	9.05	4.54	17.15	15.21	32.31	41.59	40.8	138.31
MAXIMA	260.6	263.5	190.1	158.1	50.5	40.5	20.4	94.5	72.6	119.8	211.5	191.3	890.8
MINIMA	17.2	23.3	13.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.1	333.9

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología



PRECIPITACION TOTAL MENSUAL HISTORICA (mm)														
ESTACION: JULIACA														
Cuenca:	Coata			Región:	Puno			Latitud Sur:	15°29'00"					
Altitud:	3826			Provincia:	San Román			Latitud Oeste:	70°09'00"					
Propietario:	Senamhi			Distrito:	Juliaca			Tipo:	Climatica Ordinaria					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	
1964	64.2	108.6	120.8	24.7	15.7	0.0	2.7	0.0	9.8	39.6	56.7	57.9	500.7	
1965	92.5	97.7	77.0	30.0	1.0	0.0	1.0	0.0	9.0	11.9	51.5	141.4	513.0	
1966	58.4	71.7	54.9	18.9	43.5	0.0	0.0	0.0	21.8	34.8	54.5	53.9	412.4	
1967	58.3	79.4	146.6	21.3	9.7	2.2	5.0	12.4	43.6	21.4	7.3	149.7	556.9	
1968	60.6	164.9	53.5	52.0	9.3	4.0	7.0	2.1	29.8	62.8	116.9	28.3	591.2	
1969	133.4	46.5	29.7	55.7	0.0	3.2	14.2	0.0	8.1	29.2	45.2	31.6	396.8	
1970	190.4	98.1	115.3	55.6	3.2	0.0	0.0	0.0	22.9	11.8	42.2	114.8	654.3	
1971	127.2	125.7	90.0	43.3	0.8		0.7	5.7	10.8	30.8	47.4	103.3		
1972	217.7	97.9	109.9	18.8	2.0	0.0	0.0	0.8	29.0	34.5	81.7	74.2	666.5	
1973	142.3	107.4	74.7	80.3	15.7	1.2	5.4	9.2	20.0	45.0	14.2	44.4	559.8	
1974	150.9	79.0	69.9	19.9	1.8	8.4	0.0	44.8	10.7	40.9	39.9	69.4	535.6	
1975	137.1	126.8	100.5	16.6	33.9	0.2	0.0	1.5	21.0	74.3	25.9	124.6	662.4	
1976	148.7	83.0	48.8	11.9	23.3	1.0	0.0	4.1	71.3	0.0	6.3	33.3	431.7	
1977	56.1	180.8	104.6	5.0	1.4	0.0	0.0	0.0	27.4	49.2	92.2	88.9	605.6	
1978	208.2	127.9	78.1	42.1	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	11.6	83.0	160.7	715.7	
1979	137.7	56.6	103.0	23.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	81.1	10.9	76.2	489.1	
1980	55.7	60.0	174.4	15.1	1.6	0.0		21.6	31.2	72.3	47.2	40.0		
1981	137.3	173.5	158.3	71.3	14.0	0.0	0.0	25.8	26.1	72.5	70.5	59.9	809.2	
1982	209.3	61.1	101.1	105.8	0.0	0.0	0.0	4.0	46.4	48.7	118.9	17.5	712.8	
1983	52.4	102.8	24.9	40.0	12.0	0.0	0.0	0.0	21.0	23.4	26.3	117.9	420.7	
1984	287.8	189.8	106.1	77.1	19.8	20.8	4.0	15.5	1.0	109.7	117.2	95.8	1044.6	
1985	70.3	190.7	48.4	76.5	12.6	33.4	0.0	2.3	43.5	59.4	159.5	149.3	845.9	
1986	127.6	134.7	112.7	104.8	3.0	0.0	3.3	7.5	44.8	2.9	17.4	131.9	690.6	
1987	192.3	33.7	53.2	10.4	0.0	29.9	0.0	6.4	4.7	37.8	86.2	36.8	491.4	
1988	196.6	48.9	174.5	86.8	40.0					33.0	1.5	80.0		
1989	184.2	99.3	83.3	30.8	0.0	4.4	0.0	4.0	2.5	13.0	14.8	58.8	495.1	
1990	110.8	35.8	20.5	25.4	7.0	36.5		7.0	12.0	41.4	60.6	88.1		
1991	109.2	47.8	86.6	46.0	13.0	51.0	4.0	1.0	21.3	27.3	36.5	55.7	499.4	
1992	64.1	80.8	12.0	30.5	0.0	0.0	6.5	39.6	0.0	58.0				
1993	158.8	45.8	105.2	54.5	1.5	0.0	0.0	28.0	16.0	71.0	113.0	89.5	683.3	
1994	122.4	98.0	105.0	60.0	26.0	0.0								
1995	127.0	98.0	88.0	19.2	0.0									
1996			45.0	29.0	7.0	0.0	0.0	2.5	2.0	21.0	50.0	69.0		
1997	127.0	140.0	101.5	81.0										
1998														
1999														
2000														
2001	231.2	166.8	164.5	43.3	26.2	2.6	0.6	18.5	4.3	71.5	27.5	63.1	820.1	
2002	73.0	158.4	119.5	54.2	24.0	3.4	19.4	16.7	15.1	143.1	75.5	99.9	802.2	
2003	177.5	80.1	121.3	10.7	4.3	4.4	1.1	0.6	38.2	16.9	28.1	162.9	646.1	
2004	238.4	96.3	69.4	28.2	0.0	0.2	1.5	24.3	38.5	7.2	17.6	97.2	618.8	
2005	80.6	242.9	100.1	46.7	0.0	0.0	0.0	1.8	16.0	82.9	57.2	92.6	720.8	
2006	207.4	50.8	101.3	20.7	0.8	2.0	0.0	1.5	23.8	61.6	77.6	73.8	621.3	
2007	92.4	43.7	235.0	66.1	3.6	0.2	6.5	0.8	18.2	30.1	84.6	66.6	647.8	
2008	220.8	69.1	58.5	6.2	0.6	1.0	0.0	1.1	1.8	61.3	37.1	193.2	650.7	
2009	85.9	170.3	95.9	13.7	0.0	0.0	1.0	0.2	8.1	51.2	83.8	89.5	599.6	
2010	98.7	127.6	48.0	7.8	13.8	0.4	0.4		0.4	25.6	19.9	98.6		
2011	49.2	184.0	74.0	12.7	5.8	0.0	5.9	4.7	18.5	32.0	56.7	157.4	600.9	
2012	129.2	147.8	121.4	62.7	0.0	0.2	0.0	20.3						
2013	154.4	133.7	50.0	9.6	5.0	7.0	2.5	7.9	9.6	38.0	38.8	141.3	597.8	
2014	215.1	53.7	82.3	33.2	0.4	0.1	6.8	8.9	71.5	88.5	24.2	79.8	664.5	
N° DATOS	47	47	48	48	47	44	42	43	43	44	43	43	37	
PROM	135.5	106.8	92.1	39.6	8.6	4.9	2.4	8.2	20.4	45.0	54.0	89.7	621.0	
DESVEST	60.77	50.21	43.72	26.76	11.24	11.32	4.05	11.03	17.56	29.53	36.27	42.03	135.54	
MAXIMA	287.8	242.9	235.0	105.8	43.5	51.0	19.4	44.8	71.5	143.1	159.5	193.2	1044.6	
MINIMA	49.2	33.7	12.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	17.5	396.8	

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología



PRECIPITACION TOTAL MENSUAL HISTORICA (mm)													
ESTACION: LAMPA													
Cuenca:	Lampa	Región:		Puno	Latitud Sur:		15°21'40"						
Altitud:	3892	Provincia:		Lampa	Latitud Oeste:		70°22'27"						
Propietario:	Senamhi	Distrito:		Lampa	Tipo:		Climatica Ordinaria						
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	43.0	123.4	127.6	42.0	16.5	0.0	0.0	0.0	15.9	20.9	63.5	50.1	502.9
1965	154.8	97.5	99.1	31.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5	23.0	45.0	155.0	610.9
1966	31.0	107.0	53.0	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.3	31.7	61.2	87.1	403.3
1967	67.6	111.7	128.8	14.3	13.5	0.6	4.9	5.2	61.6	58.5	11.8	168.5	647.0
1968	97.9	199.4	73.4	54.0	4.4	2.2	5.8	3.0	27.0	53.1	145.5	67.6	733.3
1969	172.5	75.7	32.9	45.5	0.0	2.8	3.2	0.0	5.8	62.2	58.7	63.4	522.7
1970	142.9	107.7	126.3	39.2	8.6	0.0	0.0	0.0	5.9	27.7	21.4	112.7	592.4
1971	97.8	184.3	36.0	19.4	0.0	0.0	0.0	8.4	0.5	32.6	42.9	144.4	566.3
1972	239.3	89.0	149.6	17.6	0.8	0.0	0.0	0.0	23.1	11.1	77.5	80.0	688.0
1973	213.1	158.1	121.1	89.8	7.6	0.0	2.0	3.3	43.8	81.6	38.1	61.6	820.1
1974	222.4	107.2	64.6	36.4	0.0	8.7	1.3	71.1	18.2	24.0	44.7	78.9	677.5
1975	157.7	178.1	113.8	18.1	30.5	0.8	0.0	3.8	14.8	43.6	10.9	82.9	655.0
1976	187.2	100.0	55.2	15.0	19.1	4.0	0.3	9.3	88.2	0.0	11.0	111.3	600.6
1977	71.0	167.0	208.5	11.5	0.0	0.0	1.0	0.0	29.0	75.2	124.0	168.7	855.9
1978	414.2	176.0	145.5	71.0	0.0	1.5	0.0	3.5	22.0	28.7	123.0	209.6	1195.0
1979	192.5	76.9	161.9	45.7	3.3	0.0	0.0	6.2	0.0	38.8	57.9	136.5	719.7
1980	86.5	95.5	176.5	5.0	5.9	0.0	0.0	15.5	80.0	65.0	73.5	54.0	657.4
1981	190.5	145.5	136.1	48.5	0.0	0.0	0.0	28.0	46.5	33.9	56.5	173.5	859.0
1982	166.5	101.5	140.0	148.5	0.0	2.5	0.0	6.5	77.5	48.2	131.0	39.5	861.7
1983	23.0	281.4	24.5	13.0	8.5	4.5	0.0	4.5	32.5	44.0	26.5	43.5	505.9
1984	392.2	306.1	164.1	83.0	21.0	0.0	0.0	13.0	0.0	137.3	240.3	263.7	1620.7
1985	156.1	433.3	146.5	182.2	10.0	37.0	0.0	9.5	33.7	56.0	145.4	158.4	1368.1
1986	131.6	186.7	142.4	64.2	3.6	0.0	1.4	15.1	23.5	10.4	38.9	122.0	739.8
1987	202.0	76.3	27.1	25.8	4.0	1.8	19.2	0.0	4.2	29.6	146.6	101.4	638.0
1988	194.5	56.5	160.5	117.3	21.7	0.0	0.1	0.0	11.9	39.7	2.9	146.2	751.3
1989	131.4	82.0	111.5	63.2	0.5	2.6	0.8	4.9	2.6	9.1	41.9	49.7	500.2
1990	89.7	61.7	31.3	18.9	13.9	43.1	0.0	9.0	2.9	92.7	96.7	91.8	551.7
1991	138.7	107.0	90.5	38.2	23.5	40.0	0.8	0.0	8.5	59.4	26.6	82.9	616.1
1992	86.4	76.2	33.5	31.4	0.0	2.8	1.4	63.4	0.5	49.2	61.0	111.1	516.9
1993	155.3	18.2	140.1	24.6	9.6	0.2	0.0	26.9	13.4	66.0	74.6	135.7	664.6
1994	164.0	148.2	105.0	58.1	1.5	0.7	0.0	0.0	4.5	17.6	51.8	85.2	636.6
1995	107.8	94.9	94.2	23.7	0.8	0.0	0.0	5.8	19.7	18.7	55.3	61.8	482.7
1996	196.0	101.6	108.4	23.6	16.5	0.0	1.8	2.5	22.1	13.5	74.1	149.3	709.4
1997	149.4	177.8	147.1	68.9	3.9	0.0	0.0	19.0	42.9	39.9	113.2	95.6	857.7
1998	105.0	154.4	104.0	25.8	0.0	2.0	0.0	0.0	0.2	44.9	69.9	62.1	568.3
1999	152.7	97.8	143.4	123.0	5.3	1.8	0.0	0.8	32.7	105.5	17.6	63.5	744.1
2000	173.7	113.5	130.3	52.7	7.1	6.2	0.0	7.4	14.5	57.1	9.9	114.2	686.6
2001	249.7	188.3	114.6	29.5	10.6	2.9	2.2	8.1	4.0	57.5	46.1	73.7	787.2
2002	121.8	76.5	139.4	67.6	21.7	4.0	18.7	9.1	16.4	83.3	92.6	177.4	828.5
2003	203.3	136.2	139.1	18.3	5.2	3.2	0.0	1.5	30.9	9.1	23.7	132.1	702.6
2004	266.6	144.1	101.0	38.9	3.3	2.0	2.3	19.2	26.5	21.6	16.8	100.0	742.3
2005	100.6	278.3	116.5	49.6		0.0		0.0	22.4	75.3	54.3	164.6	
2006	188.2	109.5	122.9	19.8	0.7	3.3	0.0	0.2	20.1	52.1	79.7	95.7	692.2
2007	81.5	67.8	258.4	83.5	14.0	0.5	6.7	10.0	16.2	27.4	93.3	93.8	753.1
2008	226.9	64.8	74.6	3.4	1.7	1.2	0.0	1.4	3.3	54.6	23.4	168.3	623.6
2009	102.2	190.3	153.4	40.2	0.8	0.0	0.0	0.0	4.6	35.2	77.8	83.8	688.3
2010	118.9	144.2	71.6	26.8	12.4	0.0	0.0	0.0	0.0	28.4	14.0	136.3	552.6
2011	97.8	213.5	105.4	14.1	7.2	0.0	4.8	4.3	39.6	77.9	93.3	348.2	1006.1
2012	134.0	238.1	97.6	80.4	0.0	0.0	1.7	8.3	2.9	23.4	61.5	212.2	860.1
2013	116.4	104.3	123.7	14.3	25.1	13.9	2.2	10.7	11.7	35.6	58.4	140.1	656.4
2014	235.5	92.4	88.5	45.8	0.0	0.0	4.7	11.3	53.5	84.1	41.0	93.0	749.8
N° DATOS	51	51	51	51	50	51	50	51	51	51	51	51	50
PROM	155.7	137.7	113.0	45.8	7.3	3.9	1.7	8.4	21.7	45.4	64.1	117.7	719.4
DESVEST	76.19	73.94	47.14	36.71	8.17	9.5	3.93	13.81	21.36	27.53	45.57	58.71	214.29
MAXIMA	414.2	433.3	258.4	182.2	30.5	43.1	19.2	71.1	88.2	137.3	240.3	348.2	1620.7
MINIMA	23.0	18.2	24.5	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	39.5	403.3

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología



PRECIPITACION TOTAL MENSUAL HISTORICA (mm)														
ESTACION: LLALLI														
Cuenca:	Ramis	Región:						Puno	Latitud Sur:		14°56'13"			
Altitud:	3980	Provincia:						Melgar	Latitud Oeste:		70°53'10"			
Propietario:	Senamhi	Distrito:						Llally	Tipo:		Climatica Ordinaria			
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	
1964	83.5	102.5	87.7	53.0	8.5	0.0	0.0	0.0	11.5	21.5	51.0	84.5	503.7	
1965	133.0	127.0	209.0	73.5	0.0	0.0	1.0	1.0	4.5	42.5	28.3	143.5	763.3	
1966	97.5	148.1	90.5	12.0	32.3	0.0	0.0	0.0	14.5	83.1	110.0	141.0	729.0	
1967	65.5	110.5	157.5	35.5	13.0	0.0	8.0	24.5	34.5	67.5	9.5	156.5	682.5	
1968	175.3	245.9	96.0	20.0	1.5	8.0	0.0	3.0	4.5	44.5	120.5	83.6	802.8	
1969	118.6	73.5	53.5	17.5	0.5	0.5	0.0	1.5	24.5	66.5	37.8	94.5	488.9	
1970	202.0	160.2	160.5	51.5	11.0	0.0	0.0	0.0	16.5	14.0	5.0	183.9	804.6	
1971	153.0	289.0	70.0	21.5	0.5	0.0	0.0	4.0	0.0	22.0	36.5	132.0	728.5	
1972	268.0	99.5	137.8	37.5	3.5	0.0	9.0	10.0	12.5	45.0	41.0	127.5	791.3	
1973	256.5	156.0	161.0	62.0	1.0	0.0	6.0	12.5	46.5	33.5	57.6	67.0	859.6	
1974	226.6	213.5	142.5	103.0	2.5	18.5	4.0	96.5	12.0	16.5	34.5	143.5	1013.6	
1975	179.3	156.2	147.5	18.5	31.1			2.0	15.5	26.0	45.0	126.0		
1976	221.5	98.5	222.0	28.0	29.5	12.5	0.5	11.0	55.0	13.0	16.0	71.0	778.5	
1977	78.8	169.0	136.9	25.0	5.0	1.3	1.3	1.7	62.9	55.5	164.2	54.5	756.1	
1978	294.7	158.0	96.9	76.7			5.2	9.8	31.5	26.9	152.7	149.4		
1979	175.0	135.6	187.7	65.7	0.3	0.0	0.2	12.2	4.0	74.7	89.3	136.5	881.2	
1980	52.3	44.7	147.3	15.8	8.6	0.0	0.8	5.0	31.7	127.8	73.1	97.1	604.2	
1981														
1982														
1983														
1984														
1985														
1986														
1987														
1988														
1989														
1990														
1991														
1992														
1993		57.3	137.6	53.2	0.0	11.0	0.1	30.6	15.1	105.4	153.3	137.3		
1994	208.2	173.3	154.4	75.2	2.8	0.0	0.0	0.0	5.0	15.9	75.4	122.2	832.4	
1995	156.5	168.1	131.5	57.1	1.1	0.0	1.3	8.8	13.8	21.8	43.2	97.9	701.1	
1996	176.6	163.4	117.3	60.9	16.6	0.0	0.0	3.9	9.8	25.1	41.8	158.0	773.4	
1997	258.8	142.2	185.5	83.0	5.0	0.0	0.0	14.1	39.2	28.0	82.4	121.8	960.0	
1998	218.6	175.9	90.0	37.6	0.0	1.1	0.0	9.1	5.3	80.2	73.2	89.8	780.8	
1999	164.0	178.6	181.0	146.1	7.4	1.7	0.0	1.8	28.7	89.9	21.2	116.1	936.5	
2000	241.5	184.8	127.7	18.5	24.1	5.1	9.0	12.4	7.8	115.8	23.0	104.4	874.1	
2001	266.4	126.3	181.3	47.8	24.2	0.0	3.7	5.2	0.0	0.0	0.0	69.2	724.1	
2002	155.9	150.4	132.0	56.0	30.2	0.6	16.0	11.0	23.2	115.8	92.0	104.5	887.6	
2003	153.2	124.2	164.7	24.6	3.9	2.0	0.0	8.4	29.4	17.6	29.0	118.0	675.0	
2004	207.1	118.8	105.4	50.4	7.0	4.0	11.0	15.8	26.0	17.9	50.9	172.7	787.0	
2005	82.7	302.6	120.1	51.8	0.2	0.0	1.4	2.4	6.7	64.7	80.3	102.0	814.9	
2006	261.1	142.6	178.6	80.9	0.0	8.2	0.0	9.1	10.6	30.9	77.1	151.0	950.1	
2007	118.3	130.6	292.5	73.5	21.3	0.4	8.6	0.0	42.7	21.6	66.7	138.7	914.9	
2008	220.1	136.9	102.4	0.3	4.3	4.5	0.0	2.1	20.8	52.9	14.8	239.1	798.2	
2009	87.1	173.8	135.3	56.0	7.4	0.0	0.1	0.0	18.1	37.3	131.8	159.0	805.9	
2010	188.5	201.8	101.4	79.0	5.2	0.0	0.4	0.0	0.0	24.9	70.0	171.0	842.2	
2011	136.8	228.1	165.7	131.8	16.5	1.5	12.8	10.2	22.2	18.7	58.6	225.3	1028.2	
2012	204.4	179.1	140.8	134.1	4.8	0.0	0.0	0.0	5.5	33.5	76.4	222.4	1001.0	
2013	225.8	184.6	128.5	41.2	13.0	30.3	10.5	24.6	13.7	53.3	57.2	172.1	954.8	
2014	125.7	109.9	76.1	43.1	1.1	0.0	3.6	13.9	34.3	136.1	48.1	128.2	720.1	
N° DATOS	38	39	39	39	38	37	38	39	39	39	39	39	36	
PROM	174.7	154.9	139.8	54.3	9.1	3.0	3.0	9.7	19.5	48.4	62.5	131.1	804.2	
DESVEST	64.28	53.9	45.92	33.76	10.08	6.26	4.41	16.11	15.41	35.5	41.21	42.95	126.19	
MAXIMA	294.7	302.6	292.5	146.1	32.3	30.3	16.0	96.5	62.9	136.1	164.2	239.1	1028.2	
MINIMA	52.3	44.7	53.5	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	54.5	488.9	

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología



PRECIPITACION TOTAL MENSUAL HISTORICA (mm)														
ESTACION: PAMPAHUTA														
Cuenca:	Rio Verde					Región:	Puno			Latitud Sur:	15°29'01"			
Altitud:	4400					Provincia:	Lampa			Latitud Oeste:	70°40'33"			
Propietario:	Senamhi					Distrito:	Paratía			Tipo:	Climatica Ordinaria			
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	
1964	40.9	126.2	152.0	35.2	29.0	0.0	0.0	4.5	6.1	8.2	45.7	72.0	519.8	
1965	124.1	163.1	123.1	43.4	5.4	0.5	4.9	0.0	22.4	25.1	87.7	87.7	687.4	
1966	89.4	178.5	63.5	13.0	40.0	0.0	0.0	0.0	3.7	30.1	98.7	103.4	620.3	
1967	77.2	94.0	211.1	29.8	19.2	0.6	12.1	8.3	39.9	35.3	16.5	133.7	677.7	
1968	179.5	213.3	112.8	19.2	12.0	3.4	5.8	3.9	24.1	30.5	148.2	83.9	836.6	
1969	152.6	89.6	65.1	34.4	0.0	0.0	6.4	1.0	17.7	26.3	75.8	111.4	580.3	
1970	157.4	140.5	169.6	49.7	15.6	3.4	0.0	5.4	14.2	31.8	7.5	209.1	804.2	
1971	151.7	259.4	117.7	27.4	4.2	5.9	0.0	4.7	1.8	11.2	43.4	191.1	818.5	
1972	244.3	79.1	168.0	39.6	0.3	0.0	0.0	1.9	23.7	44.3	61.2	93.2	755.6	
1973	279.6	210.4	124.7	108.3	25.1	2.9	12.8	14.1	45.6	19.4	78.7	142.5	1064.1	
1974	208.0	262.6	109.5	27.9	0.3	6.6	0.6	49.2	9.4	18.2	13.7	110.6	816.6	
1975	232.5	237.2	144.7	47.1	23.1	1.4	0.0	1.8	2.2	31.0	50.5	171.3	942.8	
1976	207.2	110.4	162.5	22.0	23.8	1.5	2.3	20.0	51.2	2.2	5.7	72.8	681.6	
1977	106.8	182.5	150.4	8.6	2.3	0.0	3.7	0.0	20.4	29.0	122.9	85.0	711.6	
1978	310.5	98.7	83.6	50.4	0.3	1.9	0.6	0.4	13.0	30.5	117.0	145.7	852.6	
1979	188.3	123.1	100.9	34.8	1.3	0.0	2.4	5.0	1.2	59.3	122.8	103.3	742.4	
1980	115.1	73.7	245.5	10.4	2.5	0.2	3.9	5.9	21.3	89.3	28.6	41.4	637.8	
1981	204.0	212.5	159.7	77.9	1.4	0.0	0.0	39.7	3.8	23.0	59.4	159.1	940.5	
1982	168.2	81.8	139.8	51.7	5.2	0.5	0.0	1.4	31.0	68.4	145.4	28.7	722.1	
1983	83.6	53.0	53.8	50.6	20.7	3.3	0.0	1.0	16.2	16.8	2.9	86.1	388.0	
1984	259.1	254.3	205.3	22.1	11.6	0.8	0.9	23.4	0.0	105.3	141.8	166.8	1191.4	
1985	81.8	210.0	168.1	101.2	62.5	14.3	0.0	0.8	3.2	16.8	162.9	162.5	984.1	
1986	168.8	276.8	189.9	145.3	4.5	0.0	0.0	6.7	14.6	21.6	47.7	196.5	1072.4	
1987	229.1	25.0	54.2	8.9	0.6	2.4	25.2	1.4	1.5	35.4	84.5	45.5	513.7	
1988	186.0	69.9	214.0	110.3	0.5	0.0	0.0	0.0	15.9	19.1	4.5	105.5	725.7	
1989	175.2	100.5	131.8	68.9	5.0	10.2	1.2	5.4	2.1	12.9	48.8	78.1	640.1	
1990	160.5	67.1	59.9	36.8	7.1	37.5	0.0	7.5	4.1	93.5	116.7	91.4	682.1	
1991	205.6	119.3	146.2	58.3	5.8	31.1	3.1	0.0	18.6	29.4	28.6	102.4	748.4	
1992	96.5	142.3	26.2	9.4	0.0	2.2	0.0	51.5	0.0	30.3	55.0	81.6	495.0	
1993	246.2	62.0	138.2	52.5	4.6	1.8	0.0	19.3	1.6	108.2	114.5	175.1	924.0	
1994	224.8	168.1	127.6	86.3	23.4	1.1	0.0	0.0	15.1	12.9	108.3	165.4	933.0	
1995	115.4	151.5	120.9	40.8	1.1	0.0	0.0	2.6	14.8	15.1	64.2	142.8	669.2	
1996	254.5	164.2	73.5	73.0	21.5	0.0	27.9	18.8	18.8	3.0	93.2	228.3	976.7	
1997	220.1	185.5	100.3	55.4	9.1	0.0	0.3	26.6	37.9	33.6	96.9	103.7	869.4	
1998	154.6	159.8	103.4	29.7	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	31.8	88.1	45.0	613.3	
1999	153.5	163.9	204.9	116.1	19.3	1.1	0.8	1.9	13.5	118.3	19.5	118.0	930.8	
2000	202.1	258.8	181.6	23.3	9.4	3.9	0.4	7.7	5.1	89.7	9.9	136.1	928.0	
2001	299.0	248.1	149.3	81.2	19.5	2.9	3.7	16.1	14.1	39.7		68.1		
2002	152.6	240.7	111.0	75.2	17.0	2.0	27.4	4.3	10.1	76.8	92.9	170.5	980.5	
2003	222.2	194.8	201.4	21.3	8.3	2.8	0.0	0.0	25.5	22.7	14.1	155.6	868.7	
2004	226.8	162.8	55.8	75.3	0.0	0.6	11.7	13.2	26.6	14.7	32.3	102.1	721.9	
2005	111.5	267.5	97.7	60.2	0.0	0.0	0.0	0.6	21.4	16.4	101.3	136.1	812.7	
2006	179.4	165.0	163.7	65.3	1.8	0.0	0.0	9.1	31.4	46.7	110.3	89.4	862.1	
2007	149.6	147.9	260.9	81.0	13.2	0.0	9.7	0.0	16.7	27.3	54.3	116.8	877.4	
2008	196.3	68.2	84.2	5.8	0.5	3.9	0.0	0.2	3.3	42.2	35.9	212.2	652.7	
2009	63.1	131.4	103.7	38.7	3.8	0.0	4.2	0.7	13.9	25.4	117.0	134.2	636.1	
2010	223.1	215.7	113.9	57.3	7.8	0.0	0.0	0.0	0.0	23.2	49.2	151.9	842.1	
2011	105.9	209.1	155.6	83.2	3.8	0.0	3.9	1.8	25.7	14.1	31.5	172.2	806.8	
2012	261.5	230.7	142.8	94.5	1.5	0.7	0.0	3.2	4.9	55.7	61.6	179.4	1036.5	
2013	160.0	149.2	63.6	6.5	9.4	11.2	8.0	14.1	0.0	36.0	72.7	210.7	741.4	
2014	181.6	65.3	108.1	83.7	3.3	0.0	7.7	11.2	30.3	78.4	46.2	127.9	743.7	
N° DATOS	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	50	51	50	
PROM	176.2	158.1	131.7	51.9	10.0	3.2	3.8	8.2	14.9	37.8	68.7	125.6	785.6	
DESVEST	62.69	67.37	52.23	32.49	12.04	7.05	6.79	11.94	12.68	28.57	43.18	48.56	164.44	
MAXIMA	310.5	276.8	260.9	145.3	62.5	37.5	27.9	51.5	51.2	118.3	162.9	228.3	1191.4	
MINIMA	40.9	25.0	26.2	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	2.9	28.7	388.0	

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología



PRECIPITACION TOTAL MENSUAL HISTORICA (mm)														
ESTACION: CABANILLAS														
Cuenca:	Cabanillas			Región:	Puno			Latitud Sur:	15°39'00"					
Altitud:	3892			Provincia:	San Roman			Latitud Oeste:	70°22'00"					
Propietario:	Senamhi			Distrito:	Cabanillas			Tipo:	Climatica Ordinaria					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	
1964	43.0	104.8	142.6	41.0	13.0	0.0	0.0	0.0	1.5	27.4	59.0	77.1	509.4	
1965	153.0	96.8	97.2	69.9	5.0	0.0	0.0	0.0	14.2	23.2	27.8	145.2	632.3	
1966	69.5	145.2	72.9	3.1	31.0	0.0	0.0	1.0	9.5	21.9	49.0	60.7	463.8	
1967	71.2	72.7	148.9	7.3	13.7	0.6	9.5	15.6	40.0	31.8	4.2	131.0	546.5	
1968	95.7	168.5	52.4	8.7	16.1	3.9	2.2	0.0	21.6	41.9	133.3	56.1	600.4	
1969	167.4	94.3	55.5	23.4	0.0	0.0	3.0	0.0	4.4	16.1	59.3	41.3	464.7	
1970	84.9	117.9	150.3	28.5	3.6	0.0	0.0	0.0	13.3	25.3	11.9	124.4	560.1	
1971	89.7	206.5	29.1	9.0	11.0	0.0	0.0	4.0	0.0	11.8	31.8	87.0	479.9	
1972	224.8	85.9	180.8	36.3	6.2	0.0	0.0	0.6	32.0	30.8	33.8	87.9	719.1	
1973	187.0	128.0	124.8	85.0	12.4	0.0	2.1	1.3	46.1	12.9	24.0	93.3	716.9	
1974	240.1	230.5	71.7	53.6	0.0	0.0	0.0	53.2	27.6	20.5	48.1	84.8	830.1	
1975	119.2	186.9	107.4	22.1	23.5	0.0	0.0	0.0	13.1	34.1	17.0	176.8	700.1	
1976	177.6	136.6	130.3	18.4	2.0	1.9	1.3	3.9	41.8	4.3	9.7	65.1	592.9	
1977	70.3	166.6	173.2	28.5	0.0	0.0	0.0	0.0	23.1	33.4	119.3	168.2	782.6	
1978	251.9	148.5	117.8	37.3	0.0	0.0	0.0	0.0	5.9	14.2	67.5	152.1	795.2	
1979	203.6	125.0	71.9	52.0	3.9	0.0	0.6	1.2	3.1	33.9	42.4	122.5	660.1	
1980	58.8	81.1	168.4	8.1	4.9	0.0	1.0	32.7	38.6	49.9	57.0	46.3	546.8	
1981	120.1	148.8	161.2	47.9	0.0	0.0	1.0	22.2	10.0	18.6	36.7	36.6	603.1	
1982	103.7	109.2	107.9	37.5	7.0	1.0	2.5	7.5	50.2	55.5	35.5	23.0	540.5	
1983	26.0	39.0	17.5	6.4	6.0	2.8	0.0	3.0	9.0	15.0	20.5	69.0	214.2	
1984	218.0	235.5	126.0	33.5	21.4	0.0	3.0	9.0	6.5	41.5	81.4	71.5	847.3	
1985	111.0	178.6	95.5	97.7	5.0	22.0	0.0	2.0	30.5	34.5	100.0	138.5	815.3	
1986	129.9	186.6	168.7	90.3	1.3	0.0	11.0	1.5	26.0	6.5	31.4	136.7	789.9	
1987	157.4	79.1	54.6	9.7	0.0	0.9	7.6	1.5	9.0	27.7	111.6	66.2	525.3	
1988	261.2	93.2	151.4	67.2	17.4	0.0	0.0	0.0	21.9	53.5	0.0	126.7	792.5	
1989	183.4	52.3	82.5	88.4	0.0	1.4	0.0	4.8	6.0	3.3	32.1	38.9	493.1	
1990	170.5	23.0	42.6	13.5	2.4	34.3	0.0	9.8	1.0	112.8	126.7	97.7	634.3	
1991	106.4	132.4	114.2	70.1	5.8	35.6	0.0	0.0	6.3	6.8	29.7	58.2	565.5	
1992	106.8	75.1	28.5	8.5	0.0	0.5	2.2	31.1	0.0	47.5	27.2	60.1	387.5	
1993	147.2	61.7	93.5	69.5	3.0	0.0	0.0	26.3	9.5	113.4	83.0	115.0	722.1	
1994	132.6	105.2	162.1	109.6	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5	14.3	51.2	98.0	679.5	
1995	125.8	57.6	100.2	5.0	0.0	0.0	0.0	0.2	16.6	9.9	32.8	55.3	403.4	
1996	163.6	92.8	57.3	37.7	1.9	0.0	2.0	17.6	10.3	13.8	37.8	165.6	600.4	
1997	158.5	238.3	160.0	75.1	3.7	0.0	0.0	22.4	46.5	38.0	103.3	87.6	933.4	
1998	152.0	161.3	87.3	16.9	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0	47.7	61.6	42.7	575.5	
1999	92.3	118.3	110.2	95.9	5.4	0.0	0.0	1.8	21.9	104.0	3.0	93.1	645.9	
2000	130.8	221.4	133.3	31.7	0.6	0.0	0.0	6.9	15.8	118.3	6.9	80.1	745.8	
2001	269.9	219.0	78.2	63.9	11.5	0.8	0.4	16.2	21.6	70.8	36.9	52.6	841.8	
2002	87.3	147.3	142.7	125.7	28.7	2.0	16.0	22.9	8.8	116.3	78.0	105.3	881.0	
2003	215.6	83.5	114.5	22.1	10.8	2.6	0.0	0.9	16.9	14.0	67.5	132.6	681.0	
2004	193.0	100.1	81.6	34.2	8.5	0.5	7.7	18.4	12.8	2.9	24.1	52.4	536.2	
2005	75.3	265.7	84.0	49.7	0.0	0.0	0.0	0.5	5.8	30.6	70.6	76.5	658.7	
2006	230.2	72.8	132.0	48.8	0.0	0.7	0.0	2.8	44.2	38.0	54.1	68.0	691.6	
2007	67.4	97.0	248.1	58.5	2.4	0.0	0.8	0.0	75.4	39.0	97.6	77.8	764.0	
2008	266.2	69.5	65.1	6.3	0.0	0.2	0.0	0.6	1.8	34.9	70.1	152.6	667.3	
2009	88.8	118.9	111.4	24.6	0.0	0.0	1.6	0.5	1.4	28.4	131.6	91.2	598.4	
2010	139.7	119.3	66.2	20.1	9.6	0.0	0.5	0.0	2.4	21.2	35.8	183.0	597.8	
2011	62.3	181.4	134.0	41.3	1.7	0.0	5.1	4.3	32.1	27.2	76.2	234.1	799.7	
2012	165.2	205.4	154.3	49.8	0.0	0.0	0.0	2.9	3.2	16.0	42.9	189.9	829.6	
2013	178.2	168.2	51.3	10.7	7.6	9.0	7.9	5.0	8.0	49.2	52.1	136.2	683.4	
2014	122.6		53.4	43.8	0.0	0.0								
N° DATOS	51	50	51	51	51	51	50	50	50	50	50	50	50	
PROM	142.5	131.1	107.2	42.0	6.0	2.4	1.8	7.2	17.5	36.1	52.9	98.7	646.9	
DESVEST	62.41	57.93	47.27	30.63	7.66	7.44	3.39	11.13	16.51	29.9	34.9	46.97	143.36	
MAXIMA	269.9	265.7	248.1	125.7	31.0	35.6	16.0	53.2	75.4	118.3	133.3	234.1	933.4	
MINIMA	26.0	23.0	17.5	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	23.0	214.2	

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología



PRECIPITACION TOTAL MENSUAL HISTORICA (mm)														
ESTACION: PUCARÁ														
Cuenca:	Azangaro			Región:	Puno			Latitud Sur:	15°02'42"					
Altitud:	3900			Provincia:	Lampa			Latitud Oeste:	70°21'60"					
Propietario:	Senamhi			Distrito:	Pucará			Tipo:	Climatica Ordinaria					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	
1964	47.8	61.2	147.0	45.0	8.7	0.0	0.0	2.5	31.8	55.7	39.3	118.2	557.3	
1965	139.1	62.4	151.9	45.6	0.0	0.0	0.0	0.0	9.2	94.8	53.1	217.7	773.8	
1966	49.2	139.9	134.6	2.3	22.0	0.0	0.0	0.0	0.1	87.4	62.2	91.7	589.5	
1967	61.5	101.0	187.4	0.9	18.3	0.0	7.4	21.9	84.7	33.9	205.2		729.6	
1968	181.7	214.8	87.6	19.8	10.1	0.0	8.5	19.3	17.6	54.1	125.9	105.6	845.1	
1969	117.8	86.7	13.9	49.6	0.0	0.0	3.0	0.0	13.9	9.9	43.0	83.5	421.3	
1970	120.5	55.4	124.9	77.5	0.0	0.0	0.0	0.0	32.5	10.4	35.6	227.9	684.7	
1971	169.6	237.4	43.9	56.7	1.3	0.0	0.0	7.4	1.4	34.0	56.0	67.6	675.4	
1972	184.6	101.9	73.6	44.4	0.1	0.0	0.0	2.9	39.7	21.2	39.6	88.3	596.5	
1973	168.8	146.9	203.6	79.7	0.0	0.0	5.2	9.4	44.9	61.8	46.8	47.6	814.8	
1974	204.5	112.2	89.3	33.4	1.7	7.3	5.2	52.9	21.0	51.5	24.7	78.2	682.1	
1975	155.7	181.4	117.9	16.1	20.8	4.9	0.0	1.3	30.5	87.5	51.6	110.9	778.8	
1976	188.1	155.8	99.5	31.0	7.5	0.0	3.3	5.7	79.2	1.8	32.2	111.7	715.8	
1977	125.2	210.3	173.4	36.2	1.6	0.0	1.6	0.0	34.8	66.4	82.3	84.6	816.6	
1978	227.7	180.7	144.2	89.8	8.3	0.0	0.0	0.0	17.3	66.3	156.9	226.2	1117.6	
1979	180.8	61.5	118.4	45.6	11.7	0.0	0.2	0.0	8.4	80.1	106.9	150.3	764.2	
1980	116.1	93.9	126.6	9.1	9.6	0.0	7.1	3.1	27.6	85.3	24.1	53.1	555.8	
1981	184.6	145.6	124.7	125.0	8.4	2.5	0.0	13.9	34.4	87.2	70.4	100.7	897.5	
1982	154.7	81.0	125.3	57.6	0.0	0.0	0.0	33.6	51.3	120.2	111.0	69.1	804.0	
1983	56.3	76.2	31.1	50.7	10.5	7.4	1.9	0.0	15.3	38.3	30.1	88.2	406.2	
1984	335.6	261.6	116.2	18.7	4.6	6.7	9.4	13.6	2.2	156.5	142.1	184.0	1251.3	
1985	178.0	155.1	70.2	171.5	12.8	10.2	0.0	1.8	47.2	28.0	216.6	185.2	1076.6	
1986	147.9	175.8	189.2	81.2	12.3	0.0	3.4	11.3	61.5	7.6	51.6	118.7	860.7	
1987	176.0	76.8	58.8	57.4	6.2	11.5	28.7	9.9	4.9	32.1	98.7	77.6	638.5	
1988	142.6	113.7	174.5	102.8	18.9	0.0	0.0	0.0	10.0	45.4	3.8	125.7	737.6	
1989	127.1	80.3	110.2	62.8	5.4	2.4	1.4	16.5	13.6	48.3	30.0	103.0	600.9	
1990	144.7	129.2	83.5	46.5	10.7	45.5	0.0	5.8	22.2	98.4	85.4	78.8	750.7	
1991	144.8	118.7	150.8	43.8	28.7	54.2	5.6	9.1	17.4	48.2	42.8	60.2	724.5	
1992	211.6	94.8	51.3	23.8	0.6	10.9	0.1	35.3	7.0	29.6	43.9	151.1	660.1	
1993	184.8	33.6	130.4	89.9	8.3	0.5	0.0	12.6	26.6	78.7	73.0	147.4	785.8	
1994	157.7	199.7	113.2	58.6	0.0	0.0	0.0	0.0		25.9	65.4	90.1		
1995	98.2	76.1	78.9	9.3	2.6	0.0	0.3	0.5	7.7	17.8	94.0	105.5	490.9	
1996	155.7	79.8	122.2	38.6	22.1	0.0	0.5	4.4	15.7	36.8	50.4	89.7	615.9	
1997	156.8	122.6	166.5	21.3	2.7	0.0	0.0	13.4	23.3	55.0	142.1	118.0	821.7	
1998	85.1	116.9	108.6	41.9	0.0	8.6	0.0	0.5	2.7	70.8	51.9	28.6	515.6	
1999	80.8	111.6	147.7	73.6	10.6	0.0	1.0	6.7	22.3	78.1	24.5	46.2	603.1	
2000	126.1	143.3	107.9	11.7	4.2	4.1	0.1	29.0	0.3	106.6	35.6	105.7	674.6	
2001	302.3	109.2	224.9	33.6	18.1	1.8	4.8	9.9	5.0	27.9	29.8	108.3	875.6	
2002	144.7	194.0	113.3	59.2	14.9	3.9	20.9	21.5	31.4	137.3	72.5	170.6	984.2	
2003	185.1	86.0	121.9	16.3	10.4	6.8	0.0	8.8	26.2	41.8	54.0	137.7	695.0	
2004	302.7	227.4	104.1	55.2	6.9	4.0	8.2	26.5	48.0	7.5	64.9	134.9	990.3	
2005	62.9	163.4	123.3	37.7	0.0	0.0	0.0	14.7	6.2	103.2	73.4	102.0	686.8	
2006	236.1	88.2	124.6	30.8	0.0	0.2	0.0	0.6	5.0	47.2	64.1	97.2	694.0	
2007	58.0	62.3	182.1	101.4	15.5	0.0	3.5	0.0	37.4	26.2	63.3	61.7	611.4	
2008	169.4	77.4	59.4	4.1	3.9	0.0	0.0	0.9	24.2	51.4	63.5	164.9	619.1	
2009	70.2	98.4	130.0	18.2	0.0	0.0	0.0	0.1	6.9	42.7	88.5	134.3	589.3	
2010	195.1	131.3	65.2	20.0	6.0	0.0	0.0	0.0	1.2	36.9	27.3	121.3	604.3	
2011	73.9	165.1	74.6	27.9	17.7	0.2	6.6	0.0	32.6	38.2	24.1	135.7	596.6	
2012	125.0	175.1	117.2	61.0	0.0	0.0	0.0	4.6	4.6	12.2	31.4	166.5	697.6	
2013	122.8	131.8	170.7	17.8	27.7	7.7	0.4	15.6	7.8	51.5	29.1	231.6	814.5	
2014	111.2	119.1	65.3	49.5	1.0	0.0								
N° DATOS	51	51	51	51	51	51	50	50	49	50	50	50	49	
PROM	150.0	126.0	117.2	47.1	8.1	3.9	2.8	8.7	21.5	55.7	63.3	118.2	724.4	
DESVEST	63.12	52.67	45.15	33.18	7.88	9.99	5.38	11.17	17.43	34.78	40.42	49.79	167.9	
MAXIMA	335.6	261.6	224.9	171.5	28.7	54.2	28.7	52.9	79.2	156.5	216.6	231.6	1251.3	
MINIMA	47.8	33.6	13.9	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.8	3.8	28.6	406.2	

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología



TEMPERATURA MEDIA MENSUAL HISTORICA (°C)													
ESTACION: AYAVIRI													
Cuenca:	Ramis			Región: Puno				Latitud Sur:			14°52'23"		
Altitud:	3928			Provincia: Melgar				Latitud Oeste:			70°35'35"		
Propietario:	Senamhi			Distrito: Ayaviri				Tipo:			Climatica Ordinaria		
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1964													
1965	7.7	9.7	8.9	7.7	4.0	3.3	4.0	4.9	7.4	8.1	9.4	8.6	7.0
1966	9.0	9.3	8.7	6.4	5.1	2.5	2.1	4.2	5.9	9.3	9.2	9.3	6.8
1967	9.8	8.7	8.8	7.4	5.8	3.2	2.8	4.1	7.6	7.6	8.5	8.1	6.9
1968	8.8	8.8	8.4	6.4	4.4	2.1	2.2	4.5	5.8	8.2	9.0	9.6	6.5
1969	9.4	9.8	9.9	9.2	6.3	4.1	3.7	3.6	7.4	8.7	9.9	10.0	7.7
1970	9.5	10.1	9.4	8.7	6.4	5.0	4.0	5.4	7.6	8.5		9.6	
1971	9.3	8.5	8.9	7.7	5.2	5.3	3.2	5.1	6.9	8.4	9.3	9.6	7.3
1972	8.3	8.1	8.3	8.0	5.4	2.8	4.4	5.8	8.1	9.2	10.3	9.6	7.4
1973	9.8	9.8	9.5	9.7	6.7	2.8	3.9	4.9	8.3	10.5	10.3	9.7	8.0
1974	8.7	9.4	9.7	8.8	5.5	4.0	4.3	4.6	7.3	9.4	9.5	9.8	7.6
1975	8.8	8.5	9.4	8.9	8.4	6.1	1.7	4.9	8.1	8.7	9.4	9.2	7.7
1976	9.2	9.0	9.5	8.4	6.9	3.0	3.6	3.9	6.7	9.2	8.9	9.7	7.3
1977	9.5	8.9	9.2	8.0	5.3	2.0	4.1	4.7	7.8	8.6	8.8	9.0	7.2
1978	9.1	9.2	9.2	8.8	6.3				8.0	8.9	9.4	9.9	
1979	8.6	9.7	9.4	8.2									
1980													
1981													
1982	9.7	10.3	9.9	8.1	5.4	3.9	4.5	5.6	7.1	8.9	9.8	10.9	7.8
1983	11.5	11.1	10.6	10.0	8.1	5.5	6.0	7.5	8.6	9.9	10.5	10.1	9.1
1984	8.6	9.1	9.6	8.5	6.9	5.5	4.6	6.3	7.1	10.0	9.9	9.8	8.0
1985	9.8	10.0		9.3	7.5	6.7	3.3	5.2	7.6				
1986	9.0	8.9	9.1	8.8	6.6	5.9	2.7	5.2	7.7		9.6	9.9	
1987	9.9	9.8	9.1		6.8	5.4	4.4	6.0	8.5	9.6	10.8	10.7	
1988	9.9	9.9	10.0	8.8	6.8	3.8	3.8	5.0	8.2	9.4	9.7	9.3	7.9
1989	8.9	8.7	8.6	8.0	5.4	4.5	3.4	5.4	7.7	9.0	8.8	9.7	7.3
1990	9.2	8.9	8.6	7.9	6.2	4.5	3.7	4.9	7.0	9.0	9.8	8.6	7.4
1991	9.2	8.7	9.0	7.7	5.1	3.3	2.7	4.9	8.0	8.3	8.5	9.2	7.1
1992	8.9	9.5	9.3	8.2	6.4	5.0	3.6	4.6	7.1	8.4	8.7	9.2	7.4
1993	8.3	8.8	8.4	8.0	6.3	3.2	4.6	5.0	7.7	9.0	9.6	9.3	7.4
1994	8.8	9.0	8.1	8.6	6.2	3.3	3.8	4.9	8.1	9.1	10.2	9.9	7.5
1995	10.0	10.2	9.9	8.6	6.1	4.1	5.0	8.4	10.3	11.6	10.6	9.3	8.7
1996	9.5	9.1	9.8	9.4	6.3	3.5	3.6	6.0	7.4	9.1	9.6	9.5	7.7
1997	9.3	8.4	8.2	6.7	5.3	3.1	4.1	5.4	8.6	10.1	10.4	11.4	7.6
1998	11.8	12.0	11.3	10.0	6.4	5.7	5.0	7.4	8.6	9.8	9.7	10.4	9.0
1999													
2000	9.8	9.1	9.2	8.9	6.9	5.0	4.9	6.7	8.3	8.6	10.2	9.4	8.1
2001	8.8	9.7	9.8	8.9	6.9	5.4	4.9	5.7	9.8	11.0	11.8	11.4	8.7
2002	10.8	10.1	9.9	9.2	7.5	6.2	4.8	6.6	8.7	10.7	10.6	11.1	8.9
2003	10.9	10.7	9.9	9.3	7.4	6.3	5.2	6.7	8.4	9.8	10.9	11.5	8.9
2004	10.1	10.3	10.3	9.5	6.4	4.6	4.8	6.3	8.8	10.4	11.2	11.0	8.6
2005	10.3	10.0	9.8	9.3	6.4	4.0	5.7	5.9	9.0	10.5	10.2	10.0	8.4
2006	9.5	10.5	10.3	8.7	5.6	5.7	4.3	7.6	8.4	10.3	10.5	11.3	8.6
2007	11.2	10.7	9.7	9.4	7.5	5.4	6.0	7.3	9.3	9.8	10.0	9.8	8.8
2008													
2009													
2010													
2011													
N° DATOS	40	40	39	39	39	38	38	38	39	37	37	38	34
PROM	9.5	9.5	9.4	8.5	6.3	4.4	4.0	5.6	7.9	9.3	9.8	9.9	7.8
DESVEST	0.88	0.82	0.7	0.88	0.95	1.27	1.01	1.11	0.92	0.89	0.77	0.82	0.72
MAXIMA	11.8	12.0	11.3	10.0	8.4	6.7	6.0	8.4	10.3	11.6	11.8	11.5	9.1
MINIMA	7.7	8.1	8.1	6.4	4.0	2.0	1.7	3.6	5.8	7.6	8.5	8.1	6.5

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología



TEMPERATURA MEDIA MENSUAL HISTORICA (°C)													
ESTACION: CABANILLAS													
Cuenca:	Cabanillas			Región: Puno				Latitud Sur:			15°39'00"		
Altitud:	3892			Provincia: San Roman				Latitud Oeste:			70°22'00"		
Propietario:	Senamhi			Distrito: Cabanillas				Tipo:			Climatica Ordinaria		
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1964													
1965													
1966													
1967	10.9	10.2	9.4	8.7	7.9	7.4	6.3	7	8.6	9.4	11.1	8.9	8.8
1968	9.5	9.5	8.5	8.1	6.7	6.1	5.7	7.1	8.2	9.9	9.7	10.5	8.3
1969	10.4	10.1	9.6	9.6	8	6.4	6.1	7.6	8.7	9.7	10.7	11.6	9.0
1970	10	10.1	9.2	9	7.9	6.9	6	7.4	8.9	10.5	10.5	10.5	8.9
1971	10.9	9.2	10	9.1	6.9	6.3	5.7	6.6	8.2	8.2	9.5	9.8	8.4
1972	8.9	8.9	9.2	8.9	7.2	6.1	7.2	7.5	8.9	9.7	11	10.6	8.7
1973	10.5	10.7	10.6	10.3	8.6	5.9	6.6	7.3	8.7	10.8	11.7	11.1	9.4
1974	9.7	9.6	9.5	9.5	7.8	6.7	7	6.7	8.2	9.8	10.5	10.9	8.8
1975	9.3	9.9	9.7	10.3	9.1	7.2	6.1	7.6	8.8	8.8	11	9.9	9.0
1976	9.5	9.8	10	8.2	7.8	5.9	6.7	7.4	8.6	9.9	10.1	11.3	8.8
1977	11.6	10.4	10	9.8	7.6	6	7.7	8	9.6	10.7	11.1	11.1	9.5
1978	11	11.4	10.9	10.9	8.1	7.3	6.1	7	9	9.9	10.9	10.8	9.4
1979	10.3	11.4	10.7	10.7	8.2	7.7	7	7.4	9.7	10.1	11.7	10.9	9.7
1980	12.1	11.5	11.2	10.1	8.4	8.2	8.2	8	10	10.3	10.8	10.2	9.9
1981	10.9	10.1	10	9.4	8.7	7.3	7.9	9.1	9.9	10.1	10.9	10.7	9.6
1982	10.6	10.6	10.4	9.3	9.4	7.9	7.5	8.9	9.5	10.2	10.1	10.4	9.6
1983	10.8	10.5	10.8	11	9.6	8.6	8.5	9.6	10	10	10.7	11.4	10.1
1984	10.7	10.6	10.6	9.9	9.3	8.3	9	8.5	9.2	9.7	9.6	9.8	9.6
1985	10.1	10	10.2	10	9.6	8	7.3	8.4	9.5	9.8	9.5	9.9	9.4
1986	10.4	10.1	10.4	9.5	6.9	6.9	5.3	7	8.7	9.7	10.7	9.9	8.8
1987	10.2	10.1	10.4	10.4	8	7.3	6.4	7.8	9.8	10.4	11.3	12.2	9.5
1988	10.6	10.7	10.3	10	9	7	6.5	8.4	9.9	10.2	11.1	10.8	9.5
1989	9.6	9.5	9.5	9.1	7.9	7.3	6.2	7.2	7.9	9.5	9.6	10.7	8.7
1990	9.5	9.6	9.6	9.4	8.1	5.9	5.6	8.1	8.3	8.8	9.3	9	8.4
1991	9.1	9.2	9.4	8.9	7.8	5.5	6.9	7.9	8.3	9	9.9	9.7	8.5
1992	9.2	9.8	9.6	9.3	8	7.8	6.3	6.8	9	9.2	9.5	10.4	8.7
1993	9.6	9.7	9.8	9.6	8.1	6.2	7.2	7	9.3	10	10.7	10.9	9.0
1994	9.6	9.5	9	9.1	8	6.1	6.2	6.9	8.6	9.8	10.9	10.2	8.7
1995	10.6	10.7	9.7	9.4	8.1	7	6.2	8.8	9.6	11.2	11.3	10.2	9.4
1996	10.7	10.2	10.7	9.9	8.8	6.9	6.3	8.5	9.4	11.1	10.2	10.2	9.4
1997	9.8	9.6	9.2	8.5	7.9	7.5	7.1	7.4	9.6	10.8	11.3	12.6	9.3
1998	12.3	12.6	12.3	11.2	9	8	7.4	9.4	10.3	11.3	11.4	12	10.6
1999	10.8	10.1	10.2	11	8.8	7.1	7.3	8	8.9	9.5	10.9	11.5	9.5
2000	10.2	9.8	10.3	9.6	8.8	7.4	6.4	8.2	9.7	9.9	11	10.2	9.3
2001	9.5	9.8	9.7	9.4	8.6	7.5	6.9	10.9	11.9	10.5	10.1	7.3	9.3
2002	11.1	10.5	10.5	10	8.8	8	6.5	7.9	9.5	10.2	11	11.2	9.6
2003	10.9	11	10.2	9.8	8.9	6.5	7.2	7.8	8.9	10.6	11.5	11.9	9.6
2004	10.4	10.7	11.2	10.4	8.8	7	6.9	7.6	9.8	11.5	12.2	12.2	9.9
2005	11.6	10.4	11.1	10.7	8.8	7	8	7.9	9.6	10.5	10.3	10.8	9.7
2006	9.6	10.7	10.5	9.3	7.4	6.9	5.6	8.5	9.7	10.8	11.3	11.3	9.3
2007	10	10.7	9.9	9.7	9.5	8.3	7.3	9.8	9	10.7	10.7	10.6	9.7
2008	9.8	10.1	9.5	9.8	7.8	7.6	6.8	8.2	9.5	10.7	11.6	10.5	9.3
2009	10.3	10.1	9.9	9.2	8.9	7.3	5.1	8	10.3	11.3	11.8	11.9	9.5
2010	11.7	11.7	11.4	11	9.2	8.9	8.2	8.9	10.2	11.3	12	11.4	10.5
2011	11.3	10.1	9.9	9.9	8.4	8.1	7.2	8.7	9.7	11	11.9	10.8	9.8
N° DATOS	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
PROM	10.4	10.3	10.1	9.7	8.3	7.1	6.8	8.0	9.3	10.2	10.8	10.7	9.3
DESVEST	0.8	0.72	0.72	0.74	0.73	0.81	0.86	0.9	0.74	0.74	0.75	0.96	0.53
MAXIMA	12.3	12.6	12.3	11.2	9.6	8.9	9.0	10.9	11.9	11.5	12.2	12.6	10.6
MINIMA	8.9	8.9	8.5	8.1	6.7	5.5	5.1	6.6	7.9	8.2	9.3	7.3	8.3

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología



TEMPERATURA MEDIA MENSUAL HISTORICA (°C)													
ESTACION: JULIACA													
Cuenca:	Coata	Región: Puno					Latitud Sur:		15°29'00"				
Altitud:	3826	Provincia: San Román					Latitud Oeste:		70°09'00"				
Propietario:	Senamhi	Distrito: Juliaca					Tipo:		Climática Ordinaria				
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1964													
1965													
1966	10.9	10.9	9.7	7.5	6.5	4.4	4.7	6.7	8.5	10.7	10.3	10.6	8.5
1967	10.8	10.4	9.7	8.2	6.9	4.9	4.6	5.5	8.2	9.1	9.8	8.8	8.1
1968	9.2	9.7	8.5	7.0	5.3	4.0	2.9	5.0	6.8	9.5	9.8	9.3	7.3
1969	9.5	10.0	10.2	9.2	6.9	4.7	4.0	4.4	7.3	9.8	11.1	11.0	8.2
1970	10.3	10.4	9.1	8.4	6.2	5.3	4.3	5.6	7.9	8.9	9.6	10.2	8.0
1971	9.8	9.0	9.4	7.5	4.8		2.9	5.1	6.6	7.4	8.8		
1972	9.4	9.2	9.3	8.7	5.5	3.2	4.6	5.9	8.1	9.5	11.0	10.2	7.9
1973	10.9	11.4	10.2	9.5	7.2	3.9	3.9	6.1	7.6	10.0	10.2	9.9	8.4
1974	9.4	9.7	9.2	7.8	5.4	4.4	5.2	5.1	7.5	8.8	9.7	10.1	7.7
1975	9.3	9.8	9.6	8.7	6.8	5.2	3.1	5.5	8.3	7.9	9.7	9.1	7.8
1976	8.9	9.6	9.4	9.3	6.0	4.5	4.5	5.4	6.8	8.4	9.0	10.1	7.7
1977	10.6	10.0	10.0	8.4	5.7	3.1	5.0	5.2	7.9	8.7	10.3	10.1	7.9
1978	10.2	10.6	9.6	9.0	6.1	5.0	3.5	6.1	7.1	8.6	10.1	10.5	8.0
1979	9.7	10.6	10.5	8.9	5.8	6.0	4.3	5.1	7.8	9.8	10.8	10.6	8.3
1980	11.0	10.9	10.1	8.6	6.2	5.3				10.0	10.7	10.4	
1981	10.7	10.1	9.9	8.0	6.3	3.9	4.6	5.8	6.8	9.6	11.1	11.1	8.2
1982	10.2	10.9	10.6	8.9	5.6	4.9	4.5	5.9	7.6	9.8	10.7	11.0	8.4
1983	12.0	11.4	11.6	10.5	7.5	5.8	5.9	7.8	9.2	9.7	10.4	10.3	9.3
1984	9.5	9.8	10.3	9.2	8.0	6.3	4.8	6.0	7.0	10.1			
1985	10.3	10.2	9.7	9.6	7.8	5.7	4.3	7.2	8.9	9.3	9.3	9.2	8.5
1986	10.3	10.0	9.7	9.6	5.4	4.8	3.9	6.0	7.9	9.6	10.4	10.7	8.2
1987	10.8	10.6		9.1	7.7			6.7	8.8	9.3			
1988													
1989	9.9	9.5	9.8	9.1	7.2	5.8	4.7	6.4	8.3	10.5	10.0		
1990	8.7	8.9	8.4	10.4	7.5	5.7	5.0	6.2	7.9	10.2	11.4	10.9	8.4
1991	11.0	11.0	11.2	9.3	7.2	5.4	8.1	8.5	7.6	9.7	10.2	10.8	9.2
1992	9.8	10.3	9.9	9.0	6.6	6.0	4.8	7.2	7.8	10.4			
1993	9.9	10.6	10.4	10.0	7.9	5.8	4.6	6.9	10.5	12.3	12.2	12.7	9.5
1994	11.9	11.0	11.8	11.4	8.5	6.7							
1995	12.1	10.9	11.0	9.7	6.8								
1996													
1997													
1998													
1999													
2000													
2001									7.5	8.1	10.5	10.0	
2002	10.5	10.5	10.0	9.3	7.4	5.9	3.2	5.4	6.5	8.9	10.0	10.4	8.2
2003	10.5	10.8	10.2	8.2	6.9	3.6	3.9	4.1	5.2	7.2	8.2	10.2	7.4
2004	10.2	10.3	10.4	9.2	5.2	3.3	3.1	5.4	7.8	9.4	10.1	11.0	8.0
2005	10.6	10.1	10.0	9.4	5.8	3.2	4.4	4.4	7.7	9.3	10.1	10.6	8.0
2006	9.9	10.9	11.3	9.5	6.1	5.1	4.1	7.0	7.9	10.2	11.1	11.4	8.7
2007													
2008													
2009													
2010													
2011													
N° DATOS	34	34	33	34	34	31	30	31	32	33	30	28	26
PROM	10.3	10.3	10.0	9.0	6.6	4.9	4.4	5.9	7.7	9.4	10.2	10.4	8.2
DESVEST	0.82	0.64	0.78	0.9	0.94	1	1	1	0.94	0.99	0.81	0.77	0.53
MAXIMA	12.1	11.4	11.8	11.4	8.5	6.7	8.1	8.5	10.5	12.3	12.2	12.7	9.5
MINIMA	8.7	8.9	8.4	7.0	4.8	3.1	2.9	4.1	5.2	7.2	8.2	8.8	7.3

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología



TEMPERATURA MEDIA MENSUAL HISTORICA (°C)													
ESTACION: LAMPA													
Cuenca:	Lampa			Región: Puno				Latitud Sur:			15°21'40"		
Altitud:	3892			Provincia: Lampa				Latitud Oeste:			70°22'27"		
Propietario:	Senamhi			Distrito: Lampa				Tipo:			Climatica Ordinaria		
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1964	9.7	10.1	9.9		6.2	4.1	3.2	6.0	6.4	7.8	7.7	8.6	
1965	8.4	9.2	9.0	8.2	6.4	3.9	4.2	4.9	7.5	8.3	9.8	10.1	7.5
1966	10.2	10.1	8.9	7.7	6.1	4.2	3.6	5.7	7.8	9.9	9.6	10.2	7.8
1967	10.2	9.5	9.2	7.6	6.7	4.6	4.2	5.4		8.4	9.4	8.4	
1968	9.2	9.4	8.6	7.7	6.1	4.5	3.8	5.6	7.1	9.2	9.3	9.4	7.5
1969	9.7	9.9	10.0	9.0	6.8	4.8	4.3	4.2	7.1	8.4	10.1	10.3	7.9
1970	9.9	9.6	8.9	8.6	6.7	5.8	4.8	5.8	7.3	8.9	9.7	10.1	8.0
1971	9.8	9.0	9.1	7.9	5.2	4.9	3.6	5.5	6.4	6.8	8.4	9.4	7.2
1972	9.0	9.0	9.5	8.7	5.9	4.1	5.2	5.8	8.1	9.4	10.7	10.1	8.0
1973	10.8	10.5	9.8	9.8	7.5	4.9	4.5	6.4	7.5	9.8	10.1	9.6	8.4
1974	9.2	9.9	9.0	8.4	6.1	5.0	5.3	4.9	7.4	8.3	8.7	9.0	7.6
1975	8.6	9.6	9.0	8.1	6.1	4.5	2.8	5.3	7.5	6.9	8.2	9.0	7.1
1976	8.9	9.2	9.3	6.6	5.7	5.6	4.7	5.2	7.6	7.5	8.2	8.9	7.3
1977	10.1	9.8	9.7	8.8	6.3	4.0	5.0	4.9	7.5	8.8	9.8	9.4	7.8
1978	9.9	9.8	9.5	8.2	6.0	4.8	3.4	6.0	6.3	7.3	9.5	9.9	7.6
1979	9.5	10.0	9.9	7.8	5.2	5.8	4.2	4.8	6.4		9.4	9.2	
1980	10.0	9.6	9.5	8.1	6.8	6.3	6.4	6.4	8.8	9.0	9.4	8.9	8.3
1981	9.9	9.6	9.1	8.7	6.8	5.0	6.2	7.6	8.1		10.1	9.7	
1982	9.5	9.5	9.3		5.1	4.4	6.0	7.6	8.7	7.8	10.2	10.0	
1983	9.2		9.9	8.8	6.9	6.2	7.0	6.9	8.3	7.7	9.3	10.8	
1984	9.4	9.4	10.4	8.8	7.2	6.1	5.3	7.5	6.3	8.5	9.0	8.9	8.1
1985	9.3	8.8	8.6	8.5	7.4	5.7	3.7	6.2	8.7	8.4	8.7	9.1	7.8
1986	9.9	9.3	9.4	9.3	6.0	5.1	3.8	5.7	8.0	7.9	10.1	10.7	7.9
1987	10.9	9.8	9.9	9.0	7.1	5.3	5.0	6.0	7.4	9.0	10.8	11.1	8.4
1988	10.9	10.5	10.5	9.5	7.2	4.5	4.7	5.7	8.5	8.6	9.0	10.3	8.3
1989	10.0	9.4	9.8	8.9	6.5	5.8	4.8	5.9	7.6	8.9	8.8	10.4	8.1
1990	10.3	10.1	9.8	8.8	7.3	5.4	4.8	6.7	7.7	10.0	10.8	10.2	8.5
1991	10.5	10.4	10.6	9.1	6.6	4.4	5.4	6.5	8.3	9.4	9.2	9.5	8.3
1992	9.9	9.5	9.3	8.3	6.4	5.7	4.4	4.7	6.8	8.4	8.4	9.8	7.6
1993	9.6	8.6	9.3	9.7	8.4	4.4	5.0	5.5	7.4	9.0	10.3	10.9	8.2
1994	10.2	9.8	9.6	9.3	6.4	4.1	4.8	5.8	7.6	8.5	10.2	10.6	8.1
1995	10.9	10.1	9.5	8.3	6.2	4.5	5.4	8.3	9.2	11.2	11.0	10.0	8.7
1996	10.0	9.8	9.9	9.4	6.9	4.5	4.3	6.5	7.5	9.0	9.5	10.2	8.1
1997	10.1	9.5	9.1	7.5	6.1	4.1	4.8	5.9	8.2	9.4	10.1	11.7	8.0
1998	12.5	12.6	11.7	10.0	6.5	6.0	5.5	6.7	7.6	9.4	9.8	10.7	9.1
1999	10.5	10.3	10.2	9.2	7.2	4.9	5.4	6.5	7.7	9.1	8.9	10.3	8.4
2000	10.3	9.9	9.9	8.6	7.1	5.3	4.3	6.6	7.9	8.8	9.6	9.6	8.2
2001	9.9	10.0	9.7	8.8	6.8	5.4	4.9	5.8	8.6	9.6	10.7	10.2	8.4
2002	10.5	10.6	10.2	9.3	7.6	6.1	4.8	6.1	8.3	10.0	10.6	10.7	8.7
2003	10.5	10.8	9.9	8.7	6.8	4.3	5.0	5.5	6.8	7.9	9.1	10.8	8.0
2004	9.8	9.6	9.7	9.0	5.5	4.1	4.4	5.7	7.2	8.8	10.0	11.3	7.9
2005	10.8	10.2	10.8	9.8	6.4	3.7	5.2	5.0	7.9	9.6	9.8	10.1	8.3
2006	9.7	10.6	10.7	9.2	5.7	5.3	4.1	6.5	7.1	9.5	10.9	10.7	8.3
2007	10.9	11.1	9.9	9.6	7.8	6.2	5.4	7.0	8.8	9.6	9.3	9.8	8.8
2008	10.0	9.7	9.3	7.8	5.1	5.3	4.2	5.4	7.0	9.4	8.8	9.7	7.6
2009	9.6	9.6	9.1	8.2	6.6	4.1	5.4	5.2	8.1	9.4	10.6	10.5	8.0
2010													
2011													
N° DATOS	46	45	46	44	46	46	46	46	45	44	46	46	40
PROM	10.0	9.9	9.7	8.7	6.5	5.0	4.7	6.0	7.6	8.8	9.6	10.0	8.0
DESVEST	0.71	0.67	0.61	0.72	0.72	0.74	0.84	0.84	0.72	0.88	0.8	0.74	0.44
MAXIMA	12.5	12.6	11.7	10.0	8.4	6.3	7.0	8.3	9.2	11.2	11.0	11.7	9.1
MINIMA	8.4	8.6	8.6	6.6	5.1	3.7	2.8	4.2	6.3	6.8	7.7	8.4	7.1

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología



TEMPERATURA MEDIA MENSUAL HISTORICA (°C)													
ESTACION: LLALLI													
Cuenca:	Ramis		Región: Puno				Latitud Sur:			14°56'13"			
Altitud:	3980		Provincia: Melgar				Latitud Oeste:			70°53'10"			
Propietario:	Senamhi		Distrito: Llally				Tipo:			Climatica Ordinaria			
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1964	9.4	9.6	8.8	7.6	5.8	4.0	3.1	5.5	6.4	7.5	7.3	8.3	6.9
1965	7.9	8.5	7.7	7.5	5.9	3.3	3.6	4.6				8.2	
1966	8.9	8.7	8.0	6.5	4.5	3.0	3.0	4.8	6.3	9.8	10.1	11.0	7.1
1967	9.9	10.5	9.5	8.3	7.2	5.6	4.8	5.8	8.1	8.2	8.4	8.2	7.9
1968	8.4	8.6	7.8	6.9	5.0	4.2		5.9	7.6	8.8	8.7	9.3	
1969	9.5	9.7	9.8	9.2	7.0		4.1	4.0			8.9	9.5	
1970	9.0	9.2	7.9	7.4	5.5	4.2	3.2	4.8	6.9	7.7	8.8	8.3	6.9
1971	8.6	7.3	8.4	7.1	4.4	3.8	2.8	4.6	5.3	6.5	7.7	8.4	6.2
1972	8.1			7.6	4.9	3.0	4.4	4.9	6.8	8.2	10.2		
1973	8.6	9.6	8.9	8.2	6.0	3.7	3.5	5.2	6.7	8.6	9.0	8.7	7.2
1974	8.1	8.2	7.5	7.1	4.8	3.7	5.0	4.4	6.3		8.7	8.8	
1975	8.0			8.0	6.3	4.8	2.4	3.6	5.9	6.2	7.5	8.1	
1976	7.8	7.7	8.6	6.3	5.2	4.4	4.0	4.9	6.0	7.3	8.4	9.1	6.6
1977	9.5	7.6		6.0	4.7				7.2	7.3	8.0	8.4	
1978	8.1	8.7	7.9	7.2	4.3	3.7	1.8	4.3	5.7	7.1	7.7	8.8	6.3
1979	7.9	8.2	8.0	6.7	4.4	3.9	2.7	2.8	6.0	7.7	8.7	8.2	6.3
1980	8.6	8.3	7.6	6.0	4.7	3.9	4.1	4.1	6.4	8.1	7.7		
1981	8.3	8.1	7.4										
1982													
1983													
1984													
1985													
1986													
1987													
1988													
1989													
1990													
1991													
1992													
1993								5.2	7.5	8.5	8.9	9.4	
1994	8.7	9.0	8.5	8.2	5.7	3.0	3.7	5.0	7.4	8.6	9.6	9.4	7.2
1995	9.5	8.9	8.8	7.8	5.8	4.0	4.6	8.1	9.5	11.0	10.4	9.1	8.1
1996	8.9	8.9	9.5	8.9	6.5	3.9	3.9	6.3	7.0	8.4	8.7	9.2	7.5
1997	9.0	8.5	8.3	6.6	5.4	3.7	4.6	4.8	8.0	9.1	9.4	10.4	7.3
1998	10.7	11.0	10.1	9.3	6.1	5.7	5.1	7.1	7.5	9.3	9.0	9.5	8.4
1999	9.4	9.4	9.2	8.2	6.4	4.1	4.4	5.6	7.3	8.4	8.1	9.2	7.5
2000	9.0	8.8	8.8	6.4	8.0	4.3	3.9	6.1	7.6	7.7	8.9	9.0	7.4
2001	8.6	8.9	9.1	7.8	6.4	4.7	4.5	4.9	7.8	8.8	7.7	9.5	7.4
2002	8.7	9.6	9.7	8.6	7.2	6.0	5.0	6.0	8.2	9.2	9.4	10.2	8.2
2003	10.0	9.9	9.3	8.2	6.6	3.9	4.6	5.7	7.2	8.5	9.4	10.1	7.8
2004	9.5	9.0	9.4	8.6	5.7	4.3	5.0	5.9	8.1	9.8	10.0	9.8	7.9
2005	9.8	9.7	9.8	9.2	6.4	4.2	5.3	5.3	7.7	9.4	9.5	9.9	8.0
2006	8.9	10.0	9.8	8.6	5.2	5.0	4.0	6.7	7.7	9.5	9.8	10.0	7.9
2007	10.1	10.6	9.2	9.2	7.2	5.8	5.3	6.9	8.6	9.4	9.4	9.7	8.5
2008	9.9	9.4	8.6	8.6	5.3	5.2	4.4	6.0	7.6	9.5	10.1	9.6	7.9
2009	9.9	9.6	9.2	8.0	7.0	4.0	5.2	5.6	8.4	9.5	10.8	10.4	8.1
2010	10.2	10.5	10.4	9.4	7.6	6.5	5.0	6.4	8.4	9.6	9.6	9.8	8.6
2011													
N° DATOS	35	33	32	34	34	32	32	34	33	32	34	33	26
PROM	9.0	9.1	8.8	7.8	5.9	4.3	4.1	5.3	7.2	8.5	9.0	9.3	7.5
DESVEST	0.77	0.89	0.82	1	1	0.88	0.91	1.06	0.95	1.06	0.91	0.75	0.68
MAXIMA	10.7	11.0	10.4	9.4	8.0	6.5	5.3	8.1	9.5	11.0	10.8	11.0	8.6
MINIMA	7.8	7.3	7.4	6.0	4.3	3.0	1.8	2.8	5.3	6.2	7.3	8.1	6.2

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología



TEMPERATURA MEDIA MENSUAL HISTORICA (°C)													
ESTACION: PAMPAHUTA													
Cuenca:	Rio Verde			Región: Puno				Latitud Sur:			15°29'01"		
Altitud:	4400			Provincia: Lampa				Latitud Oeste:			70°40'33"		
Propietario:	Senamhi			Distrito: Paratía				Tipo:			Climatica Ordinaria		
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1964	6.4	7.1	6.2	5.4	3.1	1.3	-0.5	2.1	2.7	3.4	4.2	5.4	3.9
1965	5.5	6.4	5.4	5.1	3.4	0.3	0.0	1.2	3.6	5.2	5.9	6.0	4.0
1966	7.4	7.0	6.5	4.4	2.7	1.6	0.9	2.0	3.1	4.6	5.9	6.5	4.4
1967	6.4	6.6	6.3	4.9	3.5	2.0	0.4	1.7	3.7	4.4	4.5	5.0	4.1
1968	5.8	6.0	5.1	3.9	2.3	0.8	0.2	1.3	2.6	5.0	5.6	5.8	3.7
1969	6.2	6.8	6.5	5.0	3.6	1.2	0.8	0.7	3.4	4.4	5.7	6.4	4.2
1970	6.2	6.4	5.5	4.9	3.7	2.0	0.7	1.7	3.3	4.8	5.4	5.7	4.2
1971	6.4	5.4	5.9	4.4	1.3	0.6	3.9	0.8	2.0	2.7	4.0	5.6	3.6
1972	5.9	5.9	5.9	5.2	2.2	0.2	1.3	1.2	4.0	4.8	6.8	6.5	4.2
1973	7.2	6.8	6.8	5.9	4.0	1.5	0.8	1.7	3.6	5.7	5.9	5.9	4.7
1974	6.0	6.2	5.7	4.8	2.0	0.5	1.3	1.0	3.4	4.5	5.0	5.3	3.8
1975	5.5	6.2	5.9	5.0	3.1	1.0	-1.1	0.9	3.0	3.5	4.8	6.2	3.7
1976	6.1	6.4	6.5	4.2	2.2	0.5	0.8	1.4	4.3	3.9	4.0	6.7	3.9
1977	7.2	6.5	6.7	4.9	1.6	-0.5	1.3	1.1	3.8	5.0	6.3	6.4	4.2
1978	6.3	7.1	6.0	5.9	2.4	1.1	-0.3	2.2	2.9	4.3	6.2	6.7	4.2
1979	6.1	7.0	7.1	5.2	2.3	2.1	0.8	1.4	3.6	6.1	6.7	6.9	4.6
1980	7.3	6.9	6.7	5.4	2.6	1.5	1.8	2.3	4.1	6.2	6.4	6.0	4.8
1981	7.3	7.1	6.7	5.1	2.7	-0.3	0.5	2.2	3.2	5.4	7.0	7.1	4.5
1982	6.9	7.1	6.9	5.5	2.4	0.3	0.8	1.7	4.0	5.9	7.0	6.9	4.6
1983	8.3	8.0	7.8	7.0	3.9	1.4	1.2	3.6	4.4	5.0	5.3	7.0	5.2
1984	6.5	6.6	7.3	6.1	5.0	2.6	1.5	2.9	3.1	6.6	6.7	6.7	5.1
1985	6.8	6.9	6.7	6.3	4.7	3.1	0.4	2.8	4.5	4.5	5.6	6.4	4.9
1986	6.8	6.5	6.1	6.2	2.2	1.5	-0.7	1.8	3.9	4.9	6.4	7.0	4.4
1987	7.2	6.7	6.5	5.6	3.3	1.4	1.4	2.3	3.6	5.6	6.7	7.5	4.8
1988	7.5	7.5	7.0	6.3	4.4	0.9	1.4	2.4	5.1	5.2	4.9	7.0	5.0
1989	6.3	6.5	6.3	5.8	3.5	2.1	0.5	2.3	3.5	5.3	5.2	6.5	4.5
1990	6.5	6.0	5.9	5.6	3.3	1.9	0.5	2.1	2.9	6.5	7.1	7.0	4.6
1991	6.8	7.2	6.8	5.7	3.2	0.8	0.2	1.6	4.0	4.7	5.4	5.6	4.3
1992	6.2	6.4	6.5	4.8	3.0	2.0	0.5	0.6	3.0	4.9	4.8	6.6	4.1
1993	6.4	5.8	5.8	6.0	4.2	1.1	0.8	1.8	3.7	6.2	7.3	8.0	4.8
1994	7.5	7.1	6.5	6.6	4.4	1.4	1.3	2.5	4.6	3.6	5.9	6.5	4.8
1995	6.6	6.2	6.0	5.0	2.9	0.9	1.5	5.0	5.6	7.7	6.9	5.8	5.0
1996	6.0	6.2	6.5	6.2	3.4	0.9	-0.1	2.1	3.3	4.6	5.0	5.5	4.1
1997	5.8	5.7	5.5	4.1	2.6	0.6	1.2		4.2	4.9	6.1	7.0	
1998	7.7	7.9	6.9	5.5	2.3	2.0	0.8	1.5	2.2	4.3	4.8	6.6	4.4
1999	5.4	5.8	6.0	5.3	3.2	0.7	0.7	1.6	2.0	4.1	4.0	5.5	3.7
2000	5.9	5.4	5.4	4.2	3.2	-0.2	-1.0	1.2	2.0	3.4	3.8	4.9	3.2
2001	5.4	5.7	5.5	4.3	2.8	1.1	0.1	0.6	3.2	4.2	5.3	5.1	3.6
2002	5.6	5.4	5.7	4.3	3.4	2.1	0.8	1.6	3.0	4.4	5.0	5.7	3.9
2003	6.3	6.0	5.2	4.2	2.2	-0.6	0.0	0.2	0.9	2.8	3.8	5.4	3.0
2004	5.2	5.5	5.7	4.1	0.9	-0.8	-0.2	1.1	2.1	3.4	4.5	5.7	3.1
2005	5.9	5.5	5.6	4.4	1.2	-1.1	0.2	-0.5	1.8	3.5	3.9	5.3	3.0
2006	4.8	5.4	5.5	3.6	0.8	0.2	-0.6	-1.6	1.8	3.9	5.6	5.6	2.9
2007	6.0	6.0	5.6	5.4	3.9	2.3	0.8	2.3	3.5	4.4	4.7	5.8	4.2
2008	5.8	5.8	5.0	4.4	1.5	1.0	0.1	0.7	2.1	5.1	5.9	6.1	3.6
2009	6.4	6.1	5.5	5.1	3.6	1.1	1.6	1.1	4.0	4.8	6.8	6.3	4.4
2010													
2011													
N° DATOS	46	46	46	46	46	46	46	45	46	46	46	46	45
PROM	6.4	6.4	6.2	5.2	2.9	1.0	0.6	1.6	3.3	4.7	5.5	6.2	4.2
DESVEST	0.73	0.66	0.63	0.79	0.98	0.91	0.85	1.03	0.94	1.02	1.01	0.7	0.59
MAXIMA	8.3	8.0	7.8	7.0	5.0	3.1	3.9	5.0	5.6	7.7	7.3	8.0	5.2
MINIMA	4.8	5.4	5.0	3.6	0.8	-1.1	-1.1	-1.6	0.9	2.7	3.8	4.9	2.9

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología



TEMPERATURA MEDIA MENSUAL HISTORICA (°C)													
ESTACION: PUCARÁ													
Cuenca:	Azangaro					Región: Puno				Latitud Sur: 15°02'42"			
Altitud:	3900					Provinci Lampa				Latitud Oeste: 70°21'60"			
Propietario:	Senamhi					Distrito: Pucará				Tipo: Climatologica Ordinaria			
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1964													
1965													
1966													
1967													
1968													
1969													
1970													
1971													
1972													
1973													
1974													
1975													
1976													
1977													
1978													
1979													
1980													
1981													
1982													
1983													
1984													
1985													
1986													
1987													
1988													
1989													
1990													
1991													
1992													
1993													
1994													
1995													
1996													
1997									8.1	9.5	10.1	11.1	
1998	11.8	12.1	11.1	9.5	5.3	5.2	4.2	6.5	7.6	9.6	9.5	10.1	8.5
1999	10.4	9.5	9.3	8.4	5.9	3.3	3.9	5.5	7.2	8.7	8.6	10.4	7.6
2000													
2001	9.6	9.8	9.4	7.9	6.4	4.4	3.4	5.2	6.6	8.1	8.5	8.5	7.3
2002	9.0	10.3	9.8	8.9	6.6	4.9	3.3	5.6	7.1	8.0	8.3	8.2	7.5
2003	8.2	8.5	7.9	7.6	6.1	2.8	3.6	3.9	6.6	7.9	9.0	9.5	6.8
2004	9.5	11.7	12.4	11.7	7.3	5.6	5.9	7.5	9.9	11.8	11.5	11.4	9.7
2005	11.0	10.6	10.7	10.0	6.5	3.8	5.1	5.3	8.3	10.3	10.4	10.8	8.6
2006	9.8	10.8	10.8	9.3	5.5	5.2	3.8	7.3	8.3	10.1	10.8	11.1	8.6
2007	11.3	11.2	10.2	9.8	7.8	5.7	5.5	6.9	9.6	9.8	10.0	10.4	9.0
2008	10.2	10.0	9.4	8.6	5.4	5.0	4.1	5.9	8.1	10.4	11.4	10.4	8.2
2009	10.4	10.3	9.7	8.7	6.7	3.8	5.0	5.2	9.6	10.1	11.7	11.4	8.6
2010	11.1	11.5	11.0	9.7	7.6	6.6	4.7	6.1	8.7	10.7	10.6	10.9	9.1
2011													
2012													
N° DATOS	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	12
PROM	10.2	10.5	10.1	9.2	6.4	4.7	4.4	5.9	8.1	9.6	10.0	10.3	8.3
DESVEST	1.03	1.02	1.15	1.09	0.84	1.1	0.85	1.02	1.11	1.16	1.18	1.03	0.84
MAXIMA	11.8	12.1	12.4	11.7	7.8	6.6	5.9	7.5	9.9	11.8	11.7	11.4	9.7
MINIMA	8.2	8.5	7.9	7.6	5.3	2.8	3.3	3.9	6.6	7.9	8.3	8.2	6.8

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología



CAUDALES MEDIOS MENSUALES HISTORICOS (m3/s)													
ESTACION: PUENTE MOCOYACHE-LAMPA													
Cuenca:	Lampa					Región:	Puno			Latitud Sur:	15°26'37"		
Altitud:	3837					Provincia:	San Roman			Latitud Oeste:	70°12'33"		
Propietario:	Senamhi					Distrito:	Juliaca			Tipo:	Hidrométrica		
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
1990													
1991													
1992													
1993													
1994								0.204	0.160	0.113	1.545	4.799	
1995	12.631	23.170	29.272	5.712	2.292	0.552	0.231	0.172	0.149	0.065	0.147	0.771	6.264
1996	26.655	29.057	10.859	11.697	2.842	0.512	0.314	0.243	0.110	0.071	0.425	20.345	8.594
1997	32.704	14.740	34.915	7.228	2.228	0.651	0.207	0.204			0.889	1.412	
1998	15.144	28.528	16.580	6.736	0.530	0.247	0.178	0.095	0.060	0.062	0.701	2.260	5.927
1999	4.305	26.407	39.289	28.896	5.082	0.841	0.262	0.123	0.170	2.675	0.800	0.832	9.140
2000	19.192	46.432	44.656	4.446	1.673	0.823	0.191	0.157	0.088	0.368	0.169	1.111	9.942
2001	59.340	64.410	49.576	16.069	3.562	1.018	0.355	0.222	0.160	0.335	0.276	1.294	16.385
2002	10.822	43.016	41.132	17.816	5.793	1.067	0.715	0.342	0.162	1.234	2.632	14.402	11.594
2003	28.888	50.126	53.538	24.683	1.990	0.617	0.401	0.255	0.167	0.148	0.094	9.243	14.179
2004	53.816	104.457	9.434	11.337	1.498	0.407	0.253	0.153	0.135	0.082	0.053	3.256	15.407
2005	11.477	58.963	15.027	23.762	1.457	0.435	0.212	0.169	0.153	0.346	3.529	18.446	11.164
2006	37.516	43.326	28.699	36.537	2.615	0.562	0.250	0.168	0.110	0.223	3.363	13.403	13.897
2007	28.363	12.706	53.075	18.722	9.410	0.760	0.305	0.202	0.139	0.123	4.639	5.350	11.150
2008	61.218	57.652	42.087	3.451	0.544	0.167	0.149	0.129	0.111	0.114	0.141	19.467	15.436
2009	18.545	27.095	52.905	14.687	1.309	0.337	0.164	0.235	0.107	0.118	0.433	18.897	11.236
2010	56.977	75.909	69.283	12.224	1.265	0.422	0.266	0.127	0.071	0.051	0.063	33.110	20.814
2011	21.398	130.988	70.215	30.284	3.787	0.150	0.627	0.431	0.266	0.213	0.855	31.495	24.226
2012	63.732	93.099	72.073	38.563	5.870	0.900	0.511	0.478	0.277	0.248	0.825	33.705	25.857
2013	40.578	76.877	48.326	5.162	0.749	0.527	0.653	0.467	0.484	0.398	0.816	19.635	16.223
2014	32.308	37.111	20.862	16.608	2.346	0.628	0.532	0.433	0.428	2.107	0.672	5.387	9.952
2015	35.034	50.891	20.956	39.534	11.752	1.263	0.411	0.240	0.339	0.267	1.836	4.885	13.951
2016	4.156	46.771	25.994	13.632	1.387	0.293	0.213	0.124	0.066	0.088	0.100	0.128	7.746
N° DATOS	22	22	22	22	22	22	22	23	22	22	23	23	21
PROM	30.673	51.897	38.580	17.627	3.181	0.599	0.336	0.234	0.178	0.429	1.087	11.462	13.290
DESVEST	18.725	29.81	19.041	11.302	2.871	0.297	0.169	0.116	0.113	0.687	1.275	11.031	5.362
MAXIMA	63.7	131.0	72.1	39.5	11.8	1.3	0.7	0.5	0.5	2.7	4.6	33.7	25.9
MINIMA	4.156	12.706	9.434	3.451	0.530	0.150	0.149	0.095	0.060	0.051	0.053	0.128	5.927

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología



Anexo 8: Información Histórica Completada y Extendida

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL COMPLETADA Y EXTENDIDA (mm)														
ESTACION: AYAVIRI														
Cuenca: Ramis				Región: Puno				Latitud Su: 14°52'23"						
Altitud: 3928				Provincia: Melgar				Latitud Oe: 70°35'35"						
Propietari: Senamhi				Distrito: Ayaviri				Tipo: Climática Ordinaria						
AÑO	MESES												TOTAL	
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
1964	31.6	38.2	98.5	35	50.5	0	0	94.5	15.5	23.5	51.5	51	489.8	
1965	155.9	97	187.1	27.5	0	0	0	0	2.5	11.3	66.5	159.5	707.3	
1966	65	88	74	16	16.5	0	0	0	2	62.5	65	86	475	
1967	75	76	85.5	32.5	9.2	0	18	14.1	32	101.9	35.5	150	629.7	
1968	139.7	170.7	105.5	6.5	1.3	0	10.5	5	24.8	21.3	100.9	58.8	645	
1969	118.1	105.6	40.1	38.6	0	0	5	0.7	9	32.7	50.3	47.1	447.2	
1970	128.7	72.7	100.4	61.2	26.6	0	0	0	35.8	10	20.3	142.4	598.1	
1971	78.1	180.3	13.9	56.9	0	0	0	3.1	0	24	27.3	107.5	491.1	
1972	165.3	108.5	82.4	34.2	1.2	0	3	8.6	17.3	22.7	36.8	130.8	610.8	
1973	201.4	150.5	134	76.6	15.2	0	5.3	2	28.4	65.7	57	87.8	823.9	
1974	178.6	127.9	67	42.6	7.3	7	0	43.9	5.4	34.2	43.5	95.9	653.3	
1975	133.1	187.4	104.7	37.3	4.1	0	0	0	4.9	87.2	73.4	172.3	804.4	
1976	125.3	103.2	54.3	31.1	1.8	0	0	0	20.4	2.7	0	33.1	371.9	
1977	17.2	87.4	57.5	0	0	0	0	0	1.3	0	52.5	118	333.9	
1978	226.1	192.8	75.2	0	0	0	0	0	27	23.9	145.3	153.2	843.5	
1979	183.3	56.9	101	44.3	2.7	0	0.1	0.4	3.6	63.1	72.5	101.5	629.4	
1980	107.6	72.5	114.7	8.2	2.2	0	0	2.9	17.6	85.2	61.2	72.4	544.5	
1981	155	130	131.1	79.5	2.2	0.5	0	8.8	11	49.1	64.7	94	725.9	
1982	149.6	23.3	163	93.9	0	0	0	39.5	35	117.9	86.8	57.1	766.1	
1983	43	53.2	67.8	63.5	0.4	2.1	0	0	7	17.4	43.4	79.3	377.1	
1984	164.5	161.1	152.1	21.3	16.6	3.4	0	18.8	0	73.6	94.3	101.3	807	
1985	129.1	149.9	190.1	158.1	8.2	40.5	0	0	24.6	25.3	92.8	137.8	956.4	
1986	146.9	172.3	159.7	110.4	16.8	0	0	2.3	24	4.4	38.9	163.1	838.8	
1987	180.2	70.1	58.1	41.3	4.7	4.8	20.4	3.3	2	30.5	72.8	76.9	565.1	
1988	158.9	87.9	157.1	78.6	13.7	0	0	0	15.6	46.7	2.5	91.8	652.8	
1989	158.5	75.7	99	56.2	3.7	2.9	0.1	31.6	22.8	47.6	37	76.6	611.7	
1990	190.2	111.1	38.6	32.4	3.8	33.5	0	3.5	4.1	87.1	71.7	81.9	657.9	
1991	163.5	95.9	109.8	27.6	29.6	35.8	0.6	2.9	13.6	51.1	33.2	85.4	649	
1992	109.8	79.5	45.3	27.4	0	10.2	0	49	1.1	54.4	61	43.8	481.5	
1993	206.6	68	120	26.6	0.3	10.8	0.3	23.7	40.8	89.1	175	78.8	840	
1994	113.5	81.9	144.6	69.9	4.7	0	0	7.5	4.1	16.7	65.5	99.8	608.2	
1995	96.3	98.4	132.5	44.9	0.5	0	0	0	5.1	15.1	70.5	104.1	567.4	
1996	181.6	123.6	61	19.8	6.2	0	0	4.1	5.3	21.1	61.1	101	584.8	
1997	139	194.9	174.1	8.4	1.4	0	0	14.7	2.9	37.7	135.8	107.4	816.3	
1998	106.5	90.1	115.2	26.6	0	0.5	0	1.9	0.5	54.3	96.9	66	558.5	
1999	92.8	156.3	129.7	111.6	7	0	0	0	22.6	43.2	31.5	54.9	649.6	
2000	136.8	224.6	108.6	5.9	6.2	1.6	4.1	7.1	2.5	119.8	8.6	76.9	702.7	
2001	228.1	111.2	99.9	39	22.7	2.9	1.3	10.8	11.3	34.8	21.4	100.8	684.2	
2002	162.6	191.4	68	60.6	21.5	5.2	12.4	11.2	21.3	106.3	87.9	94.7	843.1	
2003	201	103.2	163.2	42.7	9.6	0	0	10.5	15.1	29.3	25.2	135.6	735.4	
2004	195.5	151.4	86.6	40.2	3.9	0.8	4.3	15.4	50.9	24.5	68.7	153	795.2	
2005	70.6	224.9	130.2	26.3	0.3	0	0	4.5	4.8	94.8	83	67	706.4	
2006	177.5	65.9	105.6	44.5	0	0.6	0	2.1	2.8	80.5	78.5	144.3	702.3	
2007	110.8	77.9	162.4	61.3	11.2	0	0	0.6	23.7	18.3	68.6	112.6	647.4	
2008	172.7	121.6	58.3	8.9	1.8	0.5	0	0.4	1.9	43	44.6	177.9	631.6	
2009	91.8	123.8	89.8	40.7	4.8	0	0.9	0.2	25.2	32	94.4	118.7	622.3	
2010	192.5	125.2	87.9	67.2	15.2	0	0	0.8	0.4	26	30.3	69.8	615.3	
2011	71.6	164.1	132.7	66.6	12.6	1.4	7.5	2.1	10.8	27.5	96	143.3	736.2	
2012	142.6	159.5	169.4	73.3	7.6	0	0.5	0	2.8	20.7	50.7	191.3	818.4	
2013	154.8	180.9	142.5	27.9	8.1	8	1	8.9	13.6	39	40.3	172	797	
2014	137.7	124.6	78.5	13.7	0.8	0	2.5	10	32.5	91.4	52.9	145.7	690.3	
2015	176.1	131.8	84.2	31.9	1.2	0.1	0	0.4	1.9	49.7	51.4	73.6	602.3	
2016	120.8	112	78.6	30.5	1.5	0	0.2	1.4	8.3	36.4	55.7	96.9	542.3	
N° DATO	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
PROM	138.8	119.5	105.5	43.9	7.3	3.3	1.8	8.9	13.6	45.8	61.4	104.6	654.4396	
DESVES	48.36	47.52	41.6	30.55	9.56	8.66	4.36	16.46	12.4	31.08	33.5	38.79	133.7792	
MAXIMA	228.1	224.9	190.1	158.1	50.5	40.5	20.4	94.5	50.9	119.8	175	191.3	956.4	
MINIMA	17.2	23.3	13.9	0	0	0	0	0	0	0	0	33.1	333.9	

Fuente: Elaboración propia



PRECIPITACION TOTAL MENSUAL COMPLETADA Y EXTENDIDA (mm)													
ESTACION: JULIACA													
Cuenca: Coata				Región: Puno				Latitud Su: 15°29'00"					
Altitud: 3826				Provincia: San Román				Latitud Oe: 70°09'00"					
Propietari Senamhi				Distrito: Juliaca				Tipo: Climatica Ordinaria					
AÑO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1964	64.2	108.6	120.8	24.7	15.7	0	2.7	0	9.8	39.6	56.7	57.9	500.7
1965	92.5	97.7	77	30	1	0	1	0	9	11.9	51.5	141.4	513
1966	58.4	71.7	54.9	18.9	43.5	0	0	0	21.8	34.8	54.5	53.9	412.4
1967	58.3	79.4	146.6	21.3	9.7	2.2	5	12.4	43.6	21.4	7.3	149.7	556.9
1968	60.6	164.9	53.5	52	9.3	4	7	2.1	29.8	62.8	116.9	28.3	591.2
1969	133.4	46.5	29.7	55.7	0	3.2	14.2	0	8.1	29.2	45.2	31.6	396.8
1970	190.4	98.1	115.3	55.6	3.2	0	0	0	22.9	11.8	42.2	114.8	654.3
1971	127.2	125.7	90	43.3	0.8	0	0.7	5.7	10.8	30.8	47.4	103.3	585.7
1972	217.7	97.9	109.9	18.8	2	0	0	0.8	29	34.5	81.7	74.2	666.5
1973	142.3	107.4	74.7	80.3	15.7	1.2	5.4	9.2	20	45	14.2	44.4	559.8
1974	150.9	79	69.9	19.9	1.8	8.4	0	44.8	10.7	40.9	39.9	69.4	535.6
1975	137.1	126.8	100.5	16.6	33.9	0.2	0	1.5	21	74.3	25.9	124.6	662.4
1976	148.7	83	48.8	11.9	23.3	1	0	4.1	49.9	0	6.3	33.3	410.3
1977	56.1	180.8	104.6	5	1.4	0	0	0	27.4	49.2	92.2	88.9	605.6
1978	208.2	127.9	78.1	42.1	0	0	0	0	4.1	11.6	83	160.7	715.7
1979	137.7	56.6	103	23.6	0	0	0	0	0	81.1	10.9	76.2	489.1
1980	55.7	60	174.4	15.1	1.6	0	0.2	21.6	31.2	72.3	47.2	40	519.3
1981	137.3	173.5	158.3	71.3	14	0	0	25.8	26.1	72.5	70.5	59.9	809.2
1982	209.3	61.1	101.1	105.8	0	0	0	4	46.4	48.7	118.9	17.5	712.8
1983	52.4	102.8	24.9	40	12	0	0	0	21	23.4	26.3	117.9	420.7
1984	148.3	189.8	106.1	77.1	19.8	20.8	4	15.5	1	109.7	117.2	95.8	905.1
1985	70.3	190.7	48.4	76.5	12.6	33.4	0	2.3	43.5	59.4	159.5	149.3	845.9
1986	127.6	134.7	112.7	104.8	3	0	3.3	7.5	44.8	2.9	17.4	131.9	690.6
1987	192.3	33.7	53.2	10.4	0	29.9	0	6.4	4.7	37.8	86.2	36.8	491.4
1988	196.6	48.9	174.5	86.8	40	0	0	0	11.1	33	1.5	80	672.4
1989	184.2	99.3	83.3	30.8	0	4.4	0	4	2.5	13	14.8	58.8	495.1
1990	110.8	35.8	20.5	25.4	7	36.5	0	7	12	41.4	60.6	88.1	445.1
1991	109.2	47.8	86.6	46	13	51	4	1	21.3	27.3	36.5	55.7	499.4
1992	64.1	80.8	12	30.5	0	0	6.5	39.6	0	58	29.6	55.7	376.8
1993	158.8	45.8	105.2	54.5	1.5	0	0	28	16	71	113	89.5	683.3
1994	122.4	98	105	60	26	0	0.1	0	5.8	19.1	47.7	96.8	580.9
1995	127	98	88	19.2	0	0.2	0.1	0.5	11.7	23.8	38.5	54.1	461.1
1996	195.3	97.4	45	29	7	0	0	2.5	2	21	50	69	518.2
1997	127	140	101.5	81	4.7	0	0	6.8	17.5	25.3	111.2	78.6	693.6
1998	138	135.9	74.1	29.7	0	0.1	0	0.2	1.6	67.7	92.7	32.7	572.7
1999	151.2	97.3	127.2	56.1	6.5	0.2	0.4	1.9	23.4	73	22.4	57.9	617.5
2000	205.6	141.1	113.9	48.5	15.6	0.7	0.2	14.2	7.5	71.8	74	84.3	777.4
2001	231.2	166.8	164.5	43.3	26.2	2.6	0.6	18.5	4.3	71.5	27.5	63.1	820.1
2002	73	158.4	119.5	54.2	24	3.4	19.4	16.7	15.1	74.5	75.5	99.9	733.6
2003	177.5	80.1	121.3	10.7	4.3	4.4	1.1	0.6	38.2	16.9	28.1	162.9	646.1
2004	238.4	96.3	69.4	28.2	0	0.2	1.5	24.3	38.5	7.2	17.6	97.2	618.8
2005	80.6	242.9	100.1	46.7	0	0	0	1.8	16	82.9	57.2	92.6	720.8
2006	207.4	50.8	101.3	20.7	0.8	2	0	1.5	23.8	61.6	77.6	73.8	621.3
2007	92.4	43.7	156.1	66.1	3.6	0.2	6.5	0.8	18.2	30.1	84.6	66.6	568.9
2008	220.8	69.1	58.5	6.2	0.6	1	0	1.1	1.8	61.3	37.1	193.2	650.7
2009	85.9	170.3	95.9	13.7	0	0	1	0.2	8.1	51.2	83.8	89.5	599.6
2010	98.7	127.6	48	7.8	13.8	0.4	0.4	0	0.4	25.6	19.9	98.6	441.2
2011	49.2	184	74	12.7	5.8	0	5.9	4.7	18.5	32	56.7	157.4	600.9
2012	129.2	147.8	121.4	62.7	0	0.2	0	20.3	3.4	23.8	43.8	171.9	724.5
2013	154.4	133.7	50	9.6	5	7	2.5	7.9	9.6	38	38.8	141.3	597.8
2014	215.1	53.7	82.3	33.2	0.4	0.1	6.8	8.9	32.1	88.5	24.2	79.8	625.1
2015	168.9	123.4	83.9	16	3.9	0.3	0.7	0.9	5.4	40.4	25.5	92.7	562
2016	162.3	71.3	55.3	23.3	0.4	0.3	0.2	5.9	14.2	42.1	51.6	86.5	513.4
N° DATO	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
PROM	136.8	107.3	90.5	39.1	8.2	4.1	1.9	7.2	17.3	43.4	54	88.1	597.9113
DESVES	55.01	47.97	38.44	25.91	10.77	10.45	3.71	10.31	13.66	25.04	34.87	41.07	120.5484
MAXIMA	238.4	242.9	174.5	105.8	43.5	51	19.4	44.8	49.9	109.7	159.5	193.2	905.1
MINIMA	49.2	33.7	12	5	0	0	0	0	0	0	1.5	17.5	376.8

Fuente: Elaboración propia



PRECIPITACION TOTAL MENSUAL COMPLETADA Y EXTENDIDA (mm)													
ESTACION: LAMPA													
Cuenca: Lampa				Región: Puno				Latitud Su: 15°21'40"					
Altitud: 3892				Provincia: Lampa				Latitud Oe: 70°22'27"					
Propietari Senamhi				Distrito: Lampa				Tipo: Climatica Ordinaria					
AÑO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1964	43	123.4	127.6	42	16.5	0	0	0	15.9	20.9	63.5	50.1	502.9
1965	154.8	97.5	99.1	31	0	0	0	0	5.5	23	45	155	610.9
1966	31	107	53	14	0	0	0	0	18.3	31.7	61.2	87.1	403.3
1967	67.6	111.7	128.8	14.3	13.5	0.6	4.9	5.2	61.6	58.5	11.8	168.5	647
1968	97.9	199.4	73.4	54	4.4	2.2	5.8	3	27	53.1	145.5	67.6	733.3
1969	172.5	75.7	32.9	45.5	0	2.8	3.2	0	5.8	62.2	58.7	63.4	522.7
1970	142.9	107.7	126.3	39.2	8.6	0	0	0	5.9	27.7	21.4	112.7	592.4
1971	97.8	184.3	36	19.4	0	0	0	8.4	0.5	32.6	42.9	144.4	566.3
1972	239.3	89	149.6	17.6	0.8	0	0	0	23.1	11.1	77.5	80	688
1973	213.1	158.1	121.1	89.8	7.6	0	2	3.3	43.8	81.6	38.1	61.6	820.1
1974	222.4	107.2	64.6	36.4	0	8.7	1.3	71.1	18.2	24	44.7	78.9	677.5
1975	157.7	178.1	113.8	18.1	30.5	0.8	0	3.8	14.8	43.6	10.9	82.9	655
1976	187.2	100	55.2	15	19.1	4	0.3	9.3	13.5	0	11	111.3	525.9
1977	71	167	208.5	11.5	0	0	1	0	29	75.2	124	168.7	855.9
1978	248	176	145.5	71	0	1.5	0	3.5	22	28.7	123	209.6	1028.8
1979	192.5	76.9	161.9	45.7	3.3	0	0	6.2	0	38.8	57.9	136.5	719.7
1980	86.5	95.5	176.5	5	5.9	0	0	15.5	80	65	73.5	54	657.4
1981	190.5	145.5	136.1	48.5	0	0	0	28	46.5	33.9	56.5	173.5	859
1982	166.5	101.5	140	148.5	0	2.5	0	6.5	77.5	48.2	131	39.5	861.7
1983	23	281.4	24.5	13	8.5	4.5	0	4.5	32.5	44	26.5	43.5	505.9
1984	178.5	181.6	164.1	83	21	0	0	13	0	66.3	129.8	123.7	961
1985	156.1	162.6	146.5	124.4	10	37	0	9.5	33.7	56	145.4	158.4	1039.6
1986	131.6	186.7	142.4	64.2	3.6	0	1.4	15.1	23.5	10.4	38.9	122	739.8
1987	202	76.3	27.1	25.8	4	1.8	19.2	0	4.2	29.6	146.6	101.4	638
1988	194.5	56.5	160.5	117.3	21.7	0	0.1	0	11.9	39.7	2.9	146.2	751.3
1989	131.4	82	111.5	63.2	0.5	2.6	0.8	4.9	2.6	9.1	41.9	49.7	500.2
1990	89.7	61.7	31.3	18.9	13.9	43.1	0	9	2.9	92.7	96.7	91.8	551.7
1991	138.7	107	90.5	38.2	23.5	40	0.8	0	8.5	59.4	26.6	82.9	616.1
1992	86.4	76.2	33.5	31.4	0	2.8	1.4	63.4	0.5	49.2	61	111.1	516.9
1993	155.3	18.2	140.1	24.6	9.6	0.2	0	26.9	13.4	66	74.6	135.7	664.6
1994	164	148.2	105	58.1	1.5	0.7	0	0	4.5	17.6	51.8	85.2	636.6
1995	107.8	94.9	94.2	23.7	0.8	0	0	5.8	19.7	18.7	55.3	61.8	482.7
1996	196	101.6	108.4	23.6	16.5	0	1.8	2.5	22.1	13.5	74.1	149.3	709.4
1997	149.4	177.8	147.1	68.9	3.9	0	0	19	42.9	39.9	113.2	95.6	857.7
1998	105	154.4	104	25.8	0	2	0	0	0.2	44.9	69.9	62.1	568.3
1999	152.7	97.8	143.4	123	5.3	1.8	0	0.8	32.7	105.5	17.6	63.5	744.1
2000	173.7	113.5	130.3	52.7	7.1	6.2	0	7.4	14.5	57.1	9.9	114.2	686.6
2001	249.7	188.3	114.6	29.5	10.6	2.9	2.2	8.1	4	57.5	46.1	73.7	787.2
2002	121.8	76.5	139.4	67.6	21.7	4	18.7	9.1	16.4	83.3	92.6	177.4	828.5
2003	203.3	136.2	139.1	18.3	5.2	3.2	0	1.5	30.9	9.1	23.7	132.1	702.6
2004	266.6	144.1	101	38.9	3.3	2	2.3	19.2	26.5	21.6	16.8	100	742.3
2005	100.6	278.3	116.5	49.6	0	0	0	0	22.4	75.3	54.3	164.6	861.6
2006	188.2	109.5	122.9	19.8	0.7	3.3	0	0.2	20.1	52.1	79.7	95.7	692.2
2007	81.5	67.8	196.9	83.5	14	0.5	6.7	10	16.2	27.4	93.3	93.8	691.6
2008	226.9	64.8	74.6	3.4	1.7	1.2	0	1.4	3.3	54.6	23.4	168.3	623.6
2009	102.2	190.3	153.4	40.2	0.8	0	0	0	4.6	35.2	77.8	83.8	688.3
2010	118.9	144.2	71.6	26.8	12.4	0	0	0	0	28.4	14	136.3	552.6
2011	97.8	213.5	105.4	14.1	7.2	0	4.8	4.3	39.6	77.9	93.3	156.9	814.8
2012	134	178.5	97.6	80.4	0	0	1.7	8.3	2.9	23.4	61.5	212.2	800.5
2013	116.4	104.3	123.7	14.3	25.1	13.9	2.2	10.7	11.7	35.6	58.4	140.1	656.4
2014	235.5	92.4	88.5	45.8	0	0	4.7	11.3	53.5	84.1	41	93	749.8
2015	171	131.3	114.6	15.8	3.9	0.4	0.1	6.3	15.1	56.7	29.7	84.1	629
2016	161.1	83.8	83.3	28.3	1.5	0.6	1.3	6.5	15	50.2	50	142	623.6
N° DAT	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
PROM	148.9	128	111.3	43.8	7	3.7	1.7	8.3	20	44.4	61.1	111.3	689.4887
DESVES	57.91	53.66	43.35	32.8	8.04	9.34	3.83	13.55	18.81	24.02	38.73	43.63	136.8745
MAXIMA	266.6	281.4	208.5	148.5	30.5	43.1	19.2	71.1	80	105.5	146.6	212.2	1039.6
MINIMA	23	18.2	24.5	3.4	0	0	0	0	0	0	2.9	39.5	403.3

Fuente: Elaboración propia



PRECIPITACION TOTAL MENSUAL COMPLETADA Y EXTENDIDA (mm)													
ESTACION: LLALLI													
Cuenca: Ramis				Región: Puno				Latitud Su 14°56'13"					
Altitud: 3980				Provincia: Melgar				Latitud Oe 70°53'10"					
Propietari Senamhi				Distrito: Llally				Tipo: Climatica Ordinaria					
AÑO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1964	83.5	102.5	87.7	53	8.5	0	0	0	11.5	21.5	51	84.5	503.7
1965	133	127	209	73.5	0	0	1	1	4.5	42.5	28.3	143.5	763.3
1966	97.5	148.1	90.5	12	32.3	0	0	0	14.5	83.1	110	141	729
1967	65.5	110.5	157.5	35.5	13	0	8	24.5	34.5	67.5	9.5	156.5	682.5
1968	175.3	245.9	96	20	1.5	8	0	3	4.5	44.5	120.5	83.6	802.8
1969	118.6	73.5	53.5	17.5	0.5	0.5	0	1.5	24.5	66.5	37.8	94.5	488.9
1970	202	160.2	160.5	51.5	11	0	0	0	16.5	14	5	183.9	804.6
1971	153	180.1	70	21.5	0.5	0	0	4	0	22	36.5	132	619.6
1972	268	99.5	137.8	37.5	3.5	0	9	10	12.5	45	41	127.5	791.3
1973	256.5	156	161	62	1	0	6	12.5	46.5	33.5	57.6	67	859.6
1974	226.6	213.5	142.5	103	2.5	18.5	4	5.9	12	16.5	34.5	143.5	923
1975	179.3	156.2	147.5	18.5	31.1	0.4	0.4	2	15.5	26	45	126	747.9
1976	221.5	98.5	222	28	29.5	12.5	0.5	11	55	13	16	71	778.5
1977	78.8	169	136.9	25	5	1.3	1.3	1.7	62.9	55.5	164.2	54.5	756.1
1978	263	158	96.9	76.7	0.1	0.3	5.2	9.8	31.5	26.9	152.7	149.4	970.5
1979	175	135.6	187.7	65.7	0.3	0	0.2	12.2	4	74.7	89.3	136.5	881.2
1980	52.3	44.7	147.3	15.8	8.6	0	0.8	5	31.7	127.8	73.1	97.1	604.2
1981	194.7	176.8	118.1	62.9	5.7	0.1	0.1	48.3	28.7	51.1	41.6	138.9	867
1982	187.5	96.6	142.8	91	0	0.8	0.2	7.6	38.7	88.3	88.1	70	811.6
1983	87	148.3	82.8	61.4	1.2	3.6	0.1	2.6	37.2	39.7	11.5	119	594.4
1984	250.3	165.3	141.5	51.6	30	0.1	0.3	18.9	7.4	87	106.6	143	1002
1985	98.7	188.1	147	89.2	8.1	4.5	0	5.3	32.8	59.4	109.7	175.4	918.2
1986	178.4	174.4	178.8	91.1	22.5	0	0.4	7.4	43	22.9	48.1	166.8	933.8
1987	201.3	45.9	84.7	19.2	7.9	1.8	2.1	6.6	10	39.1	115.1	68.1	601.8
1988	210.5	78	182.7	89.7	9.4	0.1	0	0	19.7	35.1	0.1	134.2	759.5
1989	243.1	145.4	153.1	84	4.9	1	1.6	17	3.4	9.9	20	121.6	805
1990	206.1	162.3	98.9	28.3	9	2.1	0.1	18	13.3	79.8	115.1	104.9	837.9
1991	159.5	111	150.9	59	10.9	3.1	1.6	0.1	7.8	37.7	27.7	119	688.3
1992	171.7	167.6	82.5	13.2	0.1	1.7	0.3	5.7	14	38.1	44	90.7	629.6
1993	209.9	57.3	137.6	53.2	0	11	0.1	30.6	15.1	105.4	153.3	137.3	910.8
1994	208.2	173.3	154.4	75.2	2.8	0	0	0	5	15.9	75.4	122.2	832.4
1995	156.5	168.1	131.5	57.1	1.1	0	1.3	8.8	13.8	21.8	43.2	97.9	701.1
1996	176.6	163.4	117.3	60.9	16.6	0	0	3.9	9.8	25.1	41.8	158	773.4
1997	258.8	142.2	185.5	83	5	0	0	14.1	39.2	28	82.4	121.8	960
1998	218.6	175.9	90	37.6	0	1.1	0	9.1	5.3	80.2	73.2	89.8	780.8
1999	164	178.6	181	146.1	7.4	1.7	0	1.8	28.7	89.9	21.2	116.1	936.5
2000	241.5	184.8	127.7	18.5	24.1	5.1	9	12.4	7.8	115.8	23	104.4	874.1
2001	266.4	126.3	181.3	47.8	24.2	0	3.7	5.2	0	0	0	69.2	724.1
2002	155.9	150.4	132	56	30.2	0.6	16	11	23.2	115.8	92	104.5	887.6
2003	153.2	124.2	164.7	24.6	3.9	2	0	8.4	29.4	17.6	29	118	675
2004	207.1	118.8	105.4	50.4	7	4	11	15.8	26	17.9	50.9	172.7	787
2005	82.7	191	120.1	51.8	0.2	0	1.4	2.4	6.7	64.7	80.3	102	703.3
2006	261.1	142.6	178.6	80.9	0	8.2	0	9.1	10.6	30.9	77.1	151	950.1
2007	118.3	130.6	195.1	73.5	21.3	0.4	8.6	0	42.7	21.6	66.7	138.7	817.5
2008	220.1	136.9	102.4	0.3	4.3	4.5	0	2.1	20.8	52.9	14.8	239.1	798.2
2009	87.1	173.8	135.3	56	7.4	0	0.1	0	18.1	37.3	131.8	159	805.9
2010	188.5	201.8	101.4	79	5.2	0	0.4	0	0	24.9	70	171	842.2
2011	136.8	228.1	165.7	131.8	16.5	1.5	12.8	10.2	22.2	18.7	58.6	225.3	1028.2
2012	204.4	179.1	140.8	134.1	4.8	0	0	0	5.5	33.5	76.4	222.4	1001
2013	225.8	184.6	128.5	41.2	13	30.3	10.5	24.6	13.7	53.3	57.2	172.1	954.8
2014	125.7	109.9	76.1	43.1	1.1	0	3.6	13.9	34.3	136.1	48.1	128.2	720.1
2015	194.7	184.5	130	27.2	6.2	0.2	0	0.6	15.2	48.8	45	119.5	771.9
2016	186.7	135.9	84.8	44.8	2.2	0.5	0.5	11.3	19.6	54.9	78.5	146.3	766
N° DATO	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
PROM	177.1	147.2	134.6	55.3	8.7	2.5	2.3	8.2	19.8	48.7	62.1	128.9	795.4302
DESYES	58.08	43.01	38.49	32.19	9.58	5.32	3.9	9.1	14.7	32.47	40.65	40.21	123.9944
MAXIMA	268	245.9	222	146.1	32.3	30.3	16	48.3	62.9	136.1	164.2	239.1	1028.2
MINIMA	52.3	44.7	53.5	0.3	0	0	0	0	0	0	0	54.5	488.9

Fuente: Elaboración propia



PRECIPITACION TOTAL MENSUAL COMPLETADA Y EXTENDIDA (mm)														
ESTACION: PAMPAHUTA														
Cuenca: Rio Verde	Región: Puno					Latitud Su 15°29'01"								
Altitud: 4400	Provincia: Lampa					Latitud Oe 70°40'33"								
Propietari Senamhi	Distrito: Paratía					Tipo: Climatica Ordinaria								
AÑO	MESES												TOTAL	
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
1964	40.9	126.2	152	35.2	29	0	0	4.5	6.1	8.2	45.7	72	519.8	
1965	124.1	163.1	123.1	43.4	5.4	0.5	4.9	0	22.4	25.1	87.7	87.7	687.4	
1966	89.4	178.5	63.5	13	40	0	0	0	3.7	30.1	98.7	103.4	620.3	
1967	77.2	94	211.1	29.8	19.2	0.6	12.1	8.3	39.9	35.3	16.5	133.7	677.7	
1968	179.5	213.3	112.8	19.2	12	3.4	5.8	3.9	24.1	30.5	148.2	83.9	836.6	
1969	152.6	89.6	65.1	34.4	0	0	6.4	1	17.7	26.3	75.8	111.4	580.3	
1970	157.4	140.5	169.6	49.7	15.6	3.4	0	5.4	14.2	31.8	7.5	209.1	804.2	
1971	151.7	259.4	117.7	27.4	4.2	5.9	0	4.7	1.8	11.2	43.4	191.1	818.5	
1972	244.3	79.1	168	39.6	0.3	0	0	1.9	23.7	44.3	61.2	93.2	755.6	
1973	279.6	210.4	124.7	108.3	25.1	2.9	12.8	14.1	45.6	19.4	78.7	142.5	1064.1	
1974	208	262.6	109.5	27.9	0.3	6.6	0.6	49.2	9.4	18.2	13.7	110.6	816.6	
1975	232.5	237.2	144.7	47.1	23.1	1.4	0	1.8	2.2	31	50.5	171.3	942.8	
1976	207.2	110.4	162.5	22	23.8	1.5	2.3	20	51.2	2.2	5.7	72.8	681.6	
1977	106.8	182.5	150.4	8.6	2.3	0	3.7	0	20.4	29	122.9	85	711.6	
1978	291.9	98.7	83.6	50.4	0.3	1.9	0.6	0.4	13	30.5	117	145.7	834	
1979	188.3	123.1	100.9	34.8	1.3	0	2.4	5	1.2	59.3	122.8	103.3	742.4	
1980	115.1	73.7	245.5	10.4	2.5	0.2	3.9	5.9	21.3	89.3	28.6	41.4	637.8	
1981	204	212.5	159.7	77.9	1.4	0	0	39.7	3.8	23	59.4	159.1	940.5	
1982	168.2	81.8	139.8	51.7	5.2	0.5	0	1.4	31	68.4	145.4	28.7	722.1	
1983	83.6	53	53.8	50.6	20.7	3.3	0	1	16.2	16.8	2.9	86.1	388	
1984	259.1	254.3	205.3	22.1	11.6	0.8	0.9	23.4	0	105.3	141.8	166.8	1191.4	
1985	81.8	210	168.1	101.2	62.5	14.3	0	0.8	3.2	16.8	162.9	162.5	984.1	
1986	168.8	276.8	189.9	145.3	4.5	0	0	6.7	14.6	21.6	47.7	196.5	1072.4	
1987	229.1	25	54.2	8.9	0.6	2.4	25.2	1.4	1.5	35.4	84.5	45.5	513.7	
1988	186	69.9	214	110.3	0.5	0	0	0	15.9	19.1	4.5	105.5	725.7	
1989	175.2	100.5	131.8	68.9	5	10.2	1.2	5.4	2.1	12.9	48.8	78.1	640.1	
1990	160.5	67.1	59.9	36.8	7.1	37.5	0	7.5	4.1	93.5	116.7	91.4	682.1	
1991	205.6	119.3	146.2	58.3	5.8	31.1	3.1	0	18.6	29.4	28.6	102.4	748.4	
1992	96.5	142.3	26.2	9.4	0	2.2	0	51.5	0	30.3	55	81.6	495	
1993	246.2	62	138.2	52.5	4.6	1.8	0	19.3	1.6	108.2	114.5	175.1	924	
1994	224.8	168.1	127.6	86.3	23.4	1.1	0	0	15.1	12.9	108.3	165.4	933	
1995	115.4	151.5	120.9	40.8	1.1	0	0	2.6	14.8	15.1	64.2	142.8	669.2	
1996	254.5	164.2	73.5	73	21.5	0	27.9	18.8	18.8	3	93.2	228.3	976.7	
1997	220.1	185.5	100.3	55.4	9.1	0	0.3	26.6	37.9	33.6	96.9	103.7	869.4	
1998	154.6	159.8	103.4	29.7	0	0.9	0	0	0	31.8	88.1	45	613.3	
1999	153.5	163.9	204.9	116.1	19.3	1.1	0.8	1.9	13.5	118.3	19.5	118	930.8	
2000	202.1	258.8	181.6	23.3	9.4	3.9	0.4	7.7	5.1	89.7	9.9	136.1	928	
2001	295.9	248.1	149.3	81.2	19.5	2.9	3.7	16.1	14.1	39.7	13.5	68.1	952.1	
2002	152.6	240.7	111	75.2	17	2	27.4	4.3	10.1	76.8	92.9	170.5	980.5	
2003	222.2	194.8	201.4	21.3	8.3	2.8	0	0	25.5	22.7	14.1	155.6	868.7	
2004	226.8	162.8	55.8	75.3	0	0.6	11.7	13.2	26.6	14.7	32.3	102.1	721.9	
2005	111.5	267.5	97.7	60.2	0	0	0	0.6	21.4	16.4	101.3	136.1	812.7	
2006	179.4	165	163.7	65.3	1.8	0	0	9.1	31.4	46.7	110.3	89.4	862.1	
2007	149.6	147.9	190.5	81	13.2	0	9.7	0	16.7	27.3	54.3	116.8	807	
2008	196.3	68.2	84.2	5.8	0.5	3.9	0	0.2	3.3	42.2	35.9	212.2	652.7	
2009	63.1	131.4	103.7	38.7	3.8	0	4.2	0.7	13.9	25.4	117	134.2	636.1	
2010	223.1	215.7	113.9	57.3	7.8	0	0	0	0	23.2	49.2	151.9	842.1	
2011	105.9	209.1	155.6	83.2	3.8	0	3.9	1.8	25.7	14.1	31.5	172.2	806.8	
2012	261.5	230.7	142.8	94.5	1.5	0.7	0	3.2	4.9	55.7	61.6	179.4	1036.5	
2013	160	149.2	63.6	6.5	9.4	11.2	8	14.1	0	36	72.7	210.7	741.4	
2014	181.6	65.3	108.1	83.7	3.3	0	7.7	11.2	30.3	78.4	46.2	127.9	743.7	
2015	189	220.2	129	21.7	2.5	0.3	0	2.8	5.8	22	19	109.4	721.7	
2016	160.6	163.3	85.9	34.8	3.8	0.7	2.2	13.2	8	23.7	83.9	154.6	734.7	
N° DATO	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
PROM	175.8	159.4	129.4	51	9.7	3.1	3.7	8.2	14.6	37.2	67	125.8	784.9038	
DESYES	60.68	66.61	49.03	32.21	11.88	6.93	6.68	11.76	12.54	28.16	43.18	47.84	161.0835	
MAXIMA	295.9	276.8	245.5	145.3	62.5	37.5	27.9	51.5	51.2	118.3	162.9	228.3	1191.4	
MINIMA	40.9	25	26.2	5.8	0	0	0	0	0	2.2	2.9	28.7	388	

Fuente: Elaboración propia



PRECIPITACION TOTAL MENSUAL COMPLETADA Y EXTENDIDA (mm)													
ESTACION: CABANILLAS													
Cuenca: Cabanillas				Región: Puno				Latitud Su 15°39'00"					
Altitud: 3892				Provincia: San Roman				Latitud Oe 70°22'00"					
Propietari Senamhi				Distrito: Cabanillas				Tipo: Climatologica Ordinaria					
AÑO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1964	43	104.8	142.6	41	13	0	0	0	1.5	27.4	59	77.1	509.4
1965	153	96.8	97.2	69.9	5	0	0	0	14.2	23.2	27.8	145.2	632.3
1966	69.5	145.2	72.9	3.1	31	0	0	1	9.5	21.9	49	60.7	463.8
1967	71.2	72.7	148.9	7.3	13.7	0.6	9.5	15.6	40	31.8	4.2	131	546.5
1968	95.7	168.5	52.4	8.7	16.1	3.9	2.2	0	21.6	41.9	133.3	56.1	600.4
1969	167.4	94.3	55.5	23.4	0	0	3	0	4.4	16.1	59.3	41.3	464.7
1970	84.9	117.9	150.3	28.5	3.6	0	0	0	13.3	25.3	11.9	124.4	560.1
1971	89.7	206.5	29.1	9	11	0	0	4	0	11.8	31.8	87	479.9
1972	224.8	85.9	180.8	36.3	6.2	0	0	0.6	32	30.8	33.8	87.9	719.1
1973	187	128	124.8	85	12.4	0	2.1	1.3	46.1	12.9	24	93.3	716.9
1974	240.1	230.5	71.7	53.6	0	0	0	53.2	27.6	20.5	48.1	84.8	830.1
1975	119.2	186.9	107.4	22.1	23.5	0	0	0	13.1	34.1	17	176.8	700.1
1976	177.6	136.6	130.3	18.4	2	1.9	1.3	3.9	41.8	4.3	9.7	65.1	592.9
1977	70.3	166.6	173.2	28.5	0	0	0	0	23.1	33.4	119.3	168.2	782.6
1978	251.9	148.5	117.8	37.3	0	0	0	0	5.9	14.2	67.5	152.1	795.2
1979	203.6	125	71.9	52	3.9	0	0.6	1.2	3.1	33.9	42.4	122.5	660.1
1980	58.8	81.1	168.4	8.1	4.9	0	1	32.7	38.6	49.9	57	46.3	546.8
1981	120.1	148.8	161.2	47.9	0	0	1	22.2	10	18.6	36.7	36.6	603.1
1982	103.7	109.2	107.9	37.5	7	1	2.5	7.5	50.2	55.5	35.5	23	540.5
1983	26	39	17.5	6.4	6	2.8	0	3	9	15	20.5	69	214.2
1984	218	235.5	126	33.5	21.4	0	3	9	6.5	41.5	81.4	71.5	847.3
1985	111	178.6	95.5	97.7	5	22	0	2	30.5	34.5	100	138.5	815.3
1986	129.9	186.6	168.7	90.3	1.3	0	11	1.5	26	6.5	31.4	136.7	789.9
1987	157.4	79.1	54.6	9.7	0	0.9	7.6	1.5	9	27.7	111.6	66.2	525.3
1988	164.8	93.2	151.4	67.2	17.4	0	0	0	21.9	53.5	0	126.7	696.1
1989	183.4	52.3	82.5	88.4	0	1.4	0	4.8	6	3.3	32.1	38.9	493.1
1990	170.5	23	42.6	13.5	2.4	34.3	0	9.8	1	112.8	126.7	97.7	634.3
1991	106.4	132.4	114.2	70.1	5.8	35.6	0	0	6.3	6.8	29.7	58.2	565.5
1992	106.8	75.1	28.5	8.5	0	0.5	2.2	31.1	0	47.5	27.2	60.1	387.5
1993	147.2	61.7	93.5	69.5	3	0	0	26.3	9.5	113.4	83	115	722.1
1994	132.6	105.2	162.1	109.6	0	0	0	0	6.5	14.3	51.2	98	679.5
1995	125.8	57.6	100.2	5	0	0	0	0.2	16.6	9.9	32.8	55.3	403.4
1996	163.6	92.8	57.3	37.7	1.9	0	2	17.6	10.3	13.8	37.8	165.6	600.4
1997	158.5	238.3	160	75.1	3.7	0	0	22.4	46.5	38	103.3	87.6	933.4
1998	152	161.3	87.3	16.9	0	0	0	6	0	47.7	61.6	42.7	575.5
1999	92.3	118.3	110.2	95.9	5.4	0	0	1.8	21.9	104	3	93.1	645.9
2000	130.8	221.4	133.3	31.7	0.6	0	0	6.9	15.8	118.3	6.9	80.1	745.8
2001	269.9	219	78.2	63.9	11.5	0.8	0.4	16.2	21.6	70.8	36.9	52.6	841.8
2002	87.3	147.3	142.7	125.7	28.7	2	16	22.9	8.8	116.3	78	105.3	881
2003	215.6	83.5	114.5	22.1	10.8	2.6	0	0.9	16.9	14	67.5	132.6	681
2004	193	100.1	81.6	34.2	8.5	0.5	7.7	18.4	12.8	2.9	24.1	52.4	536.2
2005	75.3	265.7	84	49.7	0	0	0	0.5	5.8	30.6	70.6	76.5	658.7
2006	230.2	72.8	132	48.8	0	0.7	0	2.8	44.2	38	54.1	68	691.6
2007	67.4	97	248.1	58.5	2.4	0	0.8	0	18.2	39	97.6	77.8	706.8
2008	266.2	69.5	65.1	6.3	0	0.2	0	0.6	1.8	34.9	70.1	152.6	667.3
2009	88.8	118.9	111.4	24.6	0	0	1.6	0.5	1.4	28.4	131.6	91.2	598.4
2010	139.7	119.3	66.2	20.1	9.6	0	0.5	0	2.4	21.2	35.8	183	597.8
2011	62.3	181.4	134	41.3	1.7	0	5.1	4.3	32.1	27.2	76.2	234.1	799.7
2012	165.2	205.4	154.3	49.8	0	0	0	2.9	3.2	16	42.9	189.9	829.6
2013	178.2	168.2	51.3	10.7	7.6	9	7.9	5	8	49.2	52.1	136.2	683.4
2014	122.6	93.5	53.4	43.8	0	0	7.7	87	96.4	139.1	43.6	63.4	750.5
2015	148	149.8	93.6	19.1	0.6	0	0.1	1.5	0	20.9	32.6	90.9	557.1
2016	174.6	124.4	95.8	25.5	1	0.1	0.3	2.9	0.1	23.1	63.6	103.3	614.7
N° DATO	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
PROM	141.4	130.6	106.7	41.3	5.8	2.3	1.8	8.6	17.2	37.5	52.5	97.9	643.6717
DESYES	59.19	56.54	46.41	30.28	7.58	7.31	3.41	15.44	18	32.44	34.05	45.86	138.5008
MAXIMA	269.9	265.7	248.1	125.7	31	35.6	16	87	96.4	139.1	133.3	234.1	933.4
MINIMA	26	23	17.5	3.1	0	0	0	0	0	2.9	0	23	214.2

Fuente: Elaboración propia



PRECIPITACION TOTAL MENSUAL COMPLETADA Y EXTENDIDA (mm)														
ESTACION: PUCARÁ														
Cuenca: Azangaro				Región: Puno				Latitud Su: 15°02'42"						
Altitud: 3900				Provincia: Lampa				Latitud Oe: 70°21'60"						
Propietari Senamhi				Distrito: Pucará				Tipo: Climatica Ordinaria						
AÑO	MESES												TOTAL	
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
1964	47.8	61.2	147	45	8.7	0	0	2.5	31.8	55.7	39.3	118.2	557.2	
1965	139.1	62.4	151.9	45.6	0	0	0	0	9.2	94.8	53.1	217.7	773.8	
1966	49.2	139.9	134.6	2.3	22	0	0	0	0.1	87.4	62.2	91.7	589.4	
1967	61.5	101	187.4	0.9	18.3	0	7.4	7.4	21.9	84.7	33.9	205.2	729.6	
1968	181.7	214.8	87.6	19.8	10.1	0	8.5	19.3	17.6	54.1	125.9	105.6	845	
1969	117.8	86.7	13.9	49.6	0	0	3	0	13.9	9.9	43	83.5	421.3	
1970	120.5	55.4	124.9	77.5	0	0	0	0	32.5	10.4	35.6	227.9	684.7	
1971	169.6	237.4	43.9	56.7	1.2	0	0	7.4	1.4	34	56	67.6	675.2	
1972	184.6	101.9	73.6	44.4	0.1	0	0	2.9	39.7	21.2	39.6	88.3	596.3	
1973	168.8	146.9	203.6	79.7	0	0	5.2	9.4	44.9	61.8	46.8	47.6	814.7	
1974	204.5	112.2	89.3	33.4	1.7	7.3	5.2	52.9	21	51.5	24.7	78.2	681.9	
1975	155.7	181.4	117.9	16.1	20.8	4.9	0	1.3	30.5	87.5	51.6	110.9	778.6	
1976	188.1	155.8	99.5	31	7.5	0	3.3	5.7	64.6	1.8	32.2	111.7	701.2	
1977	125.2	210.3	173.4	36.2	1.6	0	1.6	0	34.8	66.4	82.2	84.6	816.3	
1978	227.7	180.7	144.2	89.8	8.3	0	0	0	17.3	66.3	156.9	226.2	1117.4	
1979	180.8	61.5	118.4	45.6	11.7	0	0.2	0	8.4	80.1	106.9	150.2	763.8	
1980	116.1	93.9	126.6	9.1	9.6	0	7.1	3.1	27.6	85.3	24.1	53.1	555.6	
1981	184.6	145.6	124.7	125	8.4	2.5	0	13.9	34.4	87.2	70.4	100.7	897.4	
1982	154.7	81	125.3	57.6	0	0	0	33.6	51.3	120.2	111	69.1	803.8	
1983	56.3	76.2	31.1	50.7	10.5	7.4	1.9	0	15.3	38.3	30.1	88.2	406	
1984	218	147.4	116.2	18.7	4.6	6.7	9.4	13.6	2.2	156.5	142.1	184	1019.4	
1985	178	155.1	70.2	171.5	12.8	10.2	0	1.8	47.2	28	96	185.2	956	
1986	147.9	175.8	189.2	81.2	12.3	0	3.4	11.3	61.5	7.6	51.6	118.7	860.5	
1987	176	76.8	58.8	57.4	6.2	11.5	28.7	9.9	4.9	32.1	98.7	77.6	638.6	
1988	142.6	113.7	174.5	102.8	18.9	0	0	0	10	45.4	3.8	125.7	737.4	
1989	127.1	80.3	110.2	62.8	5.4	2.4	1.4	16.5	13.6	48.2	30	103	600.9	
1990	144.7	129.2	83.5	46.5	10.7	45.5	0	5.8	22.2	98.4	85.4	78.8	750.7	
1991	144.8	118.7	150.8	43.8	28.7	54.2	5.6	9.1	17.4	48.2	42.8	60.2	724.3	
1992	211.6	94.8	51.3	23.8	0.6	10.9	0.1	35.3	7	29.6	43.9	151.1	660	
1993	184.8	33.6	130.4	89.9	8.3	0.5	0	12.6	26.6	78.7	73	147.4	785.8	
1994	157.7	199.7	113.2	58.6	0	0	0	0	5.3	25.9	65.4	90.1	715.9	
1995	98.2	76.1	78.9	9.3	2.6	0	0.3	0.5	7.7	17.8	94	105.5	490.9	
1996	155.7	79.8	122.2	38.6	22.1	0	0.5	4.4	15.7	36.8	50.4	89.7	615.9	
1997	156.8	122.6	166.5	21.3	2.7	0	0	13.4	23.3	55	142.1	118	821.7	
1998	85.1	116.9	108.6	41.9	0	8.6	0	0.5	2.7	70.8	51.9	28.6	515.6	
1999	80.8	111.6	147.7	73.6	10.6	0	1	6.7	22.3	78.1	24.5	46.2	603.1	
2000	126.1	143.3	107.9	11.7	4.2	4.1	0.1	29	0.3	106.6	35.6	105.7	674.6	
2001	265.3	109.2	224.9	33.6	18.1	1.8	4.8	9.9	5	27.9	29.8	108.3	838.6	
2002	144.7	194	113.3	59.2	14.9	3.9	20.9	21.5	31.4	137.3	72.5	170.6	984.2	
2003	185.1	86	121.9	16.3	10.4	6.8	0	8.8	26.2	41.8	54	137.7	695	
2004	228.2	227.4	104.1	55.2	6.9	4	8.2	26.5	48	7.5	64.9	134.9	915.8	
2005	62.9	163.4	123.3	37.7	0	0	0	14.7	6.2	103.2	73.4	102	686.8	
2006	236.1	88.2	124.6	30.8	0	0.2	0	0.6	5	47.2	64.1	97.2	694	
2007	58	62.3	182.1	101.4	15.5	0	3.5	0	37.4	26.2	63.3	61.7	611.4	
2008	169.4	77.4	59.4	4.1	3.9	0	0	0.9	24.2	51.4	63.5	164.9	619.1	
2009	70.2	98.4	130	18.2	0	0	0	0.1	6.9	42.7	88.5	134.3	589.3	
2010	195.1	131.3	65.2	20	6	0	0	0	1.2	36.9	27.3	121.3	604.3	
2011	73.9	165.1	74.6	27.9	17.7	0.2	6.6	0	32.6	38.2	24.1	135.7	596.6	
2012	125	175.1	117.2	61	0	0	0	4.6	4.6	12.2	31.4	166.5	697.6	
2013	122.8	131.8	170.7	17.8	27.7	7.7	0.4	15.6	7.8	51.5	29.1	113.3	696.2	
2014	111.2	119.1	65.3	49.5	1	0	2.4	14.4	42.8	146.2	71.5	122.5	745.9	
2015	155.4	138.8	117.1	34.4	3	0.3	0	0.3	14.1	45.2	44	83.7	636.3	
2016	127.6	114.1	52.7	59.3	2.2	0.1	0.8	2.5	11.4	59.7	54.9	127.8	613.1	
N° DATO	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
PROM	145.3	123.8	115.9	47.1	7.9	3.8	2.7	8.5	21	57.3	60.6	115.5	709.5226	
DESYES	52.19	48.2	45.15	32.62	7.8	9.82	5.24	10.97	16.38	36.02	33.32	45.9	142.1196	
MAXIMA	265.3	237.4	224.9	171.5	28.7	54.2	28.7	52.9	64.6	156.5	156.9	227.9	1117.4	
MINIMA	47.8	33.6	13.9	0.9	0	0	0	0	0.1	1.8	3.8	28.6	406	

Fuente: Elaboración propia



TEMPERATURA MEDIA MENSUAL PRODUCTO PISCO (°C)													
ESTACION: AYAVIRI													
Cuenca:	Ramis			Región: Puno				Latitud Sur:			14°52'23"		
Altitud:	3928			Provincia: Melgar				Latitud Oeste:			70°35'35"		
Propietario:	Senamhi			Distrito: Ayaviri				Tipo:			Climatica Ordinaria		
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	10.0	9.8	9.4	7.9	6.1	4.2	4.8	6.1	7.3	9.6	10.9	10.8	96.5
1982	9.9	10.2	9.5	8.1	5.2	4.7	5.2	6.0	7.9	9.5	10.8	10.7	97.2
1983	11.2	11.0	10.3	9.7	7.2	5.8	6.1	7.6	8.9	9.6	10.0	10.4	107.4
1984	9.2	9.6	9.6	8.7	7.0	5.8	4.8	6.0	7.6	10.1	10.5	10.0	98.7
1985	9.6	9.6	9.6	8.8	7.2	5.6	3.9	6.5	8.6	9.1	9.4	9.8	97.4
1986	9.8	9.3	9.2	8.7	5.6	5.4	3.7	6.1	8.1	9.1	9.8	10.4	94.8
1987	10.2	10.2	9.1	8.5	6.5	5.2	5.2	6.7	8.7	10.0	11.2	10.9	102.2
1988	10.5	10.4	9.8	9.0	7.0	4.9	4.7	6.7	9.1	9.7	9.9	9.9	101.4
1989	9.6	9.2	8.8	8.4	6.1	5.7	4.4	5.8	8.5	9.8	9.4	10.3	95.7
1990	9.8	9.5	9.2	8.3	6.7	5.4	4.5	5.7	7.7	10.0	10.9	10.2	97.6
1991	10.3	10.3	9.6	8.3	6.5	4.6	4.3	6.1	7.9	9.5	9.8	9.9	96.8
1992	9.6	9.8	9.1	8.2	6.6	5.7	4.5	5.4	7.8	9.2	9.5	10.1	95.2
1993	9.3	9.3	8.8	8.6	6.5	4.5	5.2	5.7	8.0	9.7	10.5	10.7	96.5
1994	9.9	9.9	9.1	8.8	6.6	4.6	4.8	6.0	8.6	9.6	10.6	10.6	98.8
1995	10.4	10.1	9.5	8.5	6.3	5.0	5.5	7.3	8.7	10.1	10.4	9.7	101.2
1996	9.7	9.7	9.5	8.9	6.8	4.8	4.5	6.9	8.2	10.0	9.9	10.3	98.9
1997	9.7	9.4	8.7	7.3	5.6	4.5	5.2	6.3	9.1	10.4	10.6	11.6	98.2
1998	11.8	12.0	10.9	9.8	6.5	6.2	5.6	7.4	8.7	10.3	10.4	10.8	110.2
1999	10.3	9.8	9.6	8.7	6.9	4.8	4.9	6.5	8.2	9.4	9.6	10.4	98.9
2000	9.8	9.6	9.2	8.7	7.0	5.1	4.6	6.8	8.6	9.3	10.4	9.6	98.5
2001	9.4	9.8	9.4	8.6	6.8	5.6	4.9	5.9	9.2	10.4	11.1	10.5	101.3
2002	10.3	10.1	9.8	8.9	7.3	6.2	4.9	6.5	8.8	10.2	10.6	10.8	104.3
2003	10.5	10.7	9.7	8.7	7.0	4.9	5.1	6.1	7.9	9.7	10.6	11.0	101.6
2004	10.0	10.2	10.1	9.1	6.2	4.9	5.0	6.4	8.7	10.4	11.0	11.0	102.7
2005	10.6	10.3	10.1	9.2	6.5	4.6	5.5	6.1	8.5	10.2	10.5	10.8	102.7
2006	9.7	10.5	10.2	8.9	5.8	5.7	4.5	7.2	8.5	10.4	10.8	10.9	102.8
2007	11.0	10.7	9.7	9.2	7.3	6.0	5.3	7.1	9.0	10.0	10.1	10.2	105.3
2008	10.0	9.7	9.0	8.3	5.4	5.3	4.6	6.3	8.4	10.2	11.0	10.3	98.4
2009	10.2	10.1	9.5	8.5	6.9	4.7	5.4	5.8	9.1	10.6	11.6	11.0	103.3
2010	10.9	11.3	10.7	9.6	7.5	7.0	5.6	7.1	9.4	10.6	10.8	10.7	110.8
2011	10.6	9.8	9.6	8.9	6.9	5.6	5.5	7.2	9.0	10.0	11.1	10.2	104.2
2012	9.8	9.4	9.2	8.8	6.4	5.4	5.0	6.1	8.6	10.8	11.4	10.7	101.2
2013	10.3	10.4	10.2	8.6	7.7	5.9	5.8	6.6	8.5	10.5	11.0	10.7	105.9
2014	10.1	10.4	10.6	9.2	7.2	6.8	5.9	6.9	9.6	10.3	11.0	11.0	108.8
2015	9.8	10.4	10.1	9.3	7.4	6.6	5.4	6.8	9.6	10.2	11.5	10.9	107.8
2016	11.3	11.4	10.7	9.6	7.0	5.7	5.8	7.2	8.9	10.1	10.3	11.0	108.5
N° DATOS	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
PROM	10.1	10.1	9.6	8.7	6.6	5.3	5.0	6.5	8.5	9.9	10.5	10.5	101.4
DESVEST	0.58	0.62	0.56	0.51	0.6	0.68	0.55	0.56	0.57	0.45	0.6	0.46	4.46
MAXIMA	11.8	12.0	10.9	9.8	7.7	7.0	6.1	7.6	9.6	10.8	11.6	11.6	110.8
MINIMA	9.2	9.2	8.7	7.3	5.2	4.2	3.7	5.4	7.3	9.1	9.4	9.6	94.8

Fuente: Data Pisco V.2.1



TEMPERATURA MEDIA MENSUAL PRODUCTO PISCO (°C)													
ESTACION: JULIACA													
Cuenca:	Coata			Región: Puno				Latitud Sur:			15°29'00"		
Altitud:	3826			Provincia: San Román				Latitud Oeste:			70°09'00"		
Propietario:	Senamhi			Distrito: Juliaca				Tipo:			Climática Ordinaria		
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	10.1	10.0	9.7	8.6	6.8	4.5	5.3	6.4	7.8	9.6	10.6	11.0	100.0
1982	10.2	10.3	9.4	8.5	5.5	4.7	5.8	6.4	8.2	9.9	11.3	11.0	101.0
1983	11.4	10.7	11.3	10.5	8.0	6.0	6.9	8.3	8.9	9.8	9.9	10.4	111.8
1984	9.8	9.8	10.1	9.3	7.6	6.1	5.5	6.5	7.9	10.5	10.8	10.4	104.1
1985	9.5	9.6	10.0	9.4	7.7	6.0	4.6	6.8	8.8	9.6	9.6	10.2	101.5
1986	10.2	9.6	9.7	9.4	6.2	5.1	4.6	6.5	8.8	9.5	10.3	10.6	100.2
1987	10.8	10.8	10.9	9.7	7.8	6.0	6.2	7.3	9.6	10.3	11.4	11.1	111.7
1988	11.0	10.3	10.2	9.7	7.8	5.0	5.5	7.3	9.2	9.9	10.4	10.3	106.2
1989	9.8	9.7	9.4	9.1	7.4	6.0	4.9	6.3	8.7	9.9	9.6	10.5	101.0
1990	10.2	9.6	9.4	9.1	7.6	5.5	4.9	6.2	8.0	10.2	10.9	10.6	101.8
1991	10.5	10.5	10.2	9.1	6.9	4.8	4.9	6.5	8.4	9.7	10.1	10.2	101.5
1992	10.0	9.9	9.8	9.2	7.4	6.0	5.3	6.0	8.2	9.8	10.1	10.6	101.9
1993	10.0	9.6	9.3	9.4	7.4	4.7	5.6	6.2	8.5	10.1	10.8	11.1	102.5
1994	10.3	10.2	9.7	9.4	7.2	4.7	5.2	6.3	8.9	10.0	10.8	10.9	103.4
1995	10.8	10.3	10.0	9.1	6.6	4.9	5.5	7.0	8.8	10.0	10.4	9.9	103.1
1996	10.0	9.9	9.7	9.1	7.2	4.8	4.6	7.1	8.3	10.2	10.1	10.5	101.3
1997	10.2	9.6	9.6	8.3	6.8	4.7	5.8	6.9	9.8	10.7	11.2	12.1	105.5
1998	11.9	11.9	11.8	10.6	7.3	6.4	6.1	7.6	8.7	10.5	10.5	11.0	114.1
1999	10.3	10.1	10.1	9.0	7.1	4.9	5.5	6.9	8.5	9.7	9.7	10.7	102.3
2000	10.5	9.9	9.7	9.2	7.4	5.3	4.9	7.2	8.8	9.8	10.2	10.1	102.7
2001	9.9	10.1	9.7	9.0	7.4	5.9	5.4	6.4	9.2	10.3	11.1	10.6	104.8
2002	10.4	10.3	10.3	9.5	7.7	6.2	5.6	6.9	9.0	10.3	10.7	10.9	107.6
2003	10.6	10.9	10.2	9.3	7.5	4.8	5.4	6.4	8.0	10.0	10.8	11.4	104.9
2004	10.5	10.2	10.5	9.7	6.4	4.7	5.4	7.1	9.1	10.4	10.9	11.3	105.9
2005	10.9	10.3	10.5	9.7	7.0	4.6	5.8	6.2	8.4	9.8	10.5	11.1	104.7
2006	10.2	10.6	10.7	9.2	6.4	6.0	5.3	7.8	8.8	10.8	11.3	11.3	108.2
2007	11.2	10.7	10.4	9.8	7.7	6.0	5.5	7.2	9.1	10.1	10.1	10.5	108.0
2008	10.7	10.0	9.5	8.4	5.7	5.3	4.9	6.4	8.4	10.3	11.0	10.5	100.7
2009	10.3	10.4	10.0	9.0	7.2	4.8	5.8	5.9	9.2	10.5	11.8	11.4	106.0
2010	11.1	11.5	11.0	10.2	8.1	6.7	5.6	6.8	8.9	10.4	10.4	10.4	110.8
2011	10.4	9.9	9.6	9.3	7.2	5.9	5.8	7.3	9.0	9.9	11.1	10.5	105.6
2012	10.1	9.7	9.9	9.5	6.8	5.8	5.4	6.3	8.8	10.6	11.1	11.2	104.9
2013	10.5	10.6	10.5	8.8	8.0	5.8	5.9	6.7	8.4	10.2	10.8	10.8	106.7
2014	10.3	10.0	10.0	9.7	7.3	6.1	5.8	7.1	9.5	10.1	10.9	11.0	107.5
2015	9.8	10.4	10.4	9.8	7.7	6.5	5.7	7.0	9.5	10.0	11.1	10.8	108.4
2016	11.1	11.5	11.1	10.1	7.2	5.6	6.3	7.4	8.9	10.4	10.3	11.1	110.7
N° DATOS	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
PROM	10.4	10.2	10.1	9.3	7.2	5.4	5.4	6.8	8.7	10.1	10.6	10.8	105.1
DESVEST	0.51	0.56	0.59	0.52	0.61	0.65	0.49	0.54	0.48	0.33	0.54	0.45	3.67
MAXIMA	11.9	11.9	11.8	10.6	8.1	6.7	6.9	8.3	9.8	10.8	11.8	12.1	114.1
MINIMA	9.5	9.6	9.3	8.3	5.5	4.5	4.6	5.9	7.8	9.5	9.6	9.9	100.0

Fuente: Data Pisco V.2.1



TEMPERATURA MEDIA MENSUAL PRODUCTO PISCO (°C)													
ESTACION: LAMPA													
Cuenca:	Lampa			Región: Puno				Latitud Sur:			15°21'40"		
Altitud:	3892			Provincia: Lampa				Latitud Oeste:			70°22'27"		
Propietario:	Senamhi			Distrito: Lampa				Tipo:			Climatica Ordinaria		
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	10.2	10.0	9.9	8.4	7.1	4.8	5.5	6.6	7.8	9.2	10.5	11.0	100.7
1982	10.1	10.5	9.8	8.4	5.8	5.0	5.9	6.5	8.3	9.3	10.8	10.6	100.7
1983	11.2	10.9	11.0	10.0	8.1	6.3	6.7	8.0	9.2	9.5	9.5	10.6	110.7
1984	9.8	9.8	10.1	9.3	7.8	6.3	5.5	6.5	7.6	10.2	10.4	10.1	103.2
1985	9.8	9.7	10.1	9.3	8.0	6.2	4.6	7.0	8.6	8.9	9.1	10.0	101.1
1986	10.1	9.6	9.8	9.2	6.3	5.8	4.6	6.3	8.2	9.0	9.7	10.6	98.9
1987	10.6	10.4	10.0	9.2	7.7	5.8	6.0	6.9	8.7	9.8	10.9	11.0	106.8
1988	10.9	10.5	10.3	9.5	7.9	5.3	5.4	6.9	9.1	9.5	9.5	10.1	104.7
1989	9.7	9.4	9.4	8.9	7.0	6.1	5.2	6.3	8.6	9.5	9.0	10.4	99.2
1990	10.2	9.7	9.6	8.8	7.6	5.7	5.1	6.2	7.6	9.9	10.5	10.5	101.1
1991	10.6	10.4	10.2	8.8	7.2	5.0	4.9	6.3	7.9	9.4	9.5	10.0	100.0
1992	9.8	9.8	9.6	8.7	7.4	6.1	5.2	5.8	7.7	8.9	9.2	10.3	98.3
1993	9.6	9.5	9.2	9.1	7.3	5.0	5.8	6.1	8.2	9.5	10.5	11.2	100.7
1994	10.2	10.2	9.7	9.3	7.3	4.9	5.3	6.2	8.6	9.3	10.4	10.8	101.9
1995	10.6	10.1	10.0	8.9	7.0	5.2	5.8	7.3	8.8	9.8	10.0	9.7	103.0
1996	10.0	10.1	10.1	9.2	7.5	5.0	4.8	7.1	8.1	9.7	9.6	10.4	101.4
1997	10.0	9.6	9.3	7.8	6.8	4.8	5.8	6.8	9.4	10.1	10.3	11.8	102.0
1998	12.3	12.3	11.7	10.3	7.4	6.5	6.1	7.6	8.7	10.2	10.0	10.9	113.5
1999	10.4	10.1	10.1	9.1	7.5	5.2	5.7	6.8	8.2	9.3	9.2	10.7	102.0
2000	10.2	9.9	9.8	9.1	7.7	5.4	5.2	7.1	8.6	9.3	9.9	9.8	101.7
2001	9.7	10.0	10.2	9.2	7.7	6.0	5.5	6.3	9.0	10.0	10.7	10.5	104.6
2002	10.4	10.3	10.4	9.3	8.1	6.4	5.4	6.8	8.8	10.0	10.3	10.8	106.9
2003	10.7	10.8	10.2	9.1	7.8	5.1	5.6	6.3	7.8	9.3	10.0	11.1	103.4
2004	10.2	10.4	10.7	9.7	6.9	5.1	5.6	6.9	8.7	10.2	10.6	11.2	106.1
2005	10.8	10.4	10.7	9.7	7.2	4.8	6.0	6.2	8.4	9.8	10.1	10.9	104.7
2006	10.0	10.7	10.8	9.3	6.5	6.1	5.0	7.5	8.4	10.2	10.5	11.1	105.9
2007	11.2	10.9	10.3	9.6	8.2	6.6	5.8	7.3	9.2	9.8	9.5	10.3	108.3
2008	10.2	10.0	9.6	8.5	6.1	5.8	5.1	6.3	8.3	10.0	10.5	10.4	100.6
2009	10.3	10.4	10.0	8.9	7.6	5.0	5.9	5.9	9.1	10.3	11.3	11.2	105.6
2010	11.1	11.5	11.1	10.0	8.3	7.3	5.7	7.2	9.1	10.2	10.2	10.9	112.3
2011	10.9	10.2	10.1	9.3	7.8	6.0	6.1	7.3	9.0	9.9	10.9	10.5	107.7
2012	10.2	9.8	10.0	9.6	7.2	5.8	5.6	6.3	8.7	10.5	11.0	11.1	105.4
2013	10.4	10.6	10.7	8.8	8.4	6.2	6.5	6.7	8.2	10.1	10.7	10.8	107.8
2014	10.3	10.4	10.6	9.7	7.7	6.8	6.2	7.1	9.5	10.0	10.6	11.2	109.8
2015	10.0	10.5	10.6	9.7	8.2	6.8	6.0	7.0	9.4	9.9	11.1	10.9	109.8
2016	11.3	11.6	11.2	10.0	7.7	6.0	6.5	7.3	8.8	9.8	9.8	11.3	111.0
N° DATOS	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
PROM	10.4	10.3	10.2	9.2	7.4	5.7	5.6	6.7	8.5	9.7	10.1	10.7	104.5
DESVEST	0.55	0.61	0.55	0.52	0.61	0.68	0.51	0.52	0.53	0.42	0.61	0.47	4.05
MAXIMA	12.3	12.3	11.7	10.3	8.4	7.3	6.7	8.0	9.5	10.5	11.3	11.8	113.5
MINIMA	9.6	9.4	9.2	7.8	5.8	4.8	4.6	5.8	7.6	8.9	9.0	9.7	98.3

Fuente: Data Pisco V.2.1



TEMPERATURA MEDIA MENSUAL PRODUCTO PISCO (°C)													
ESTACION: LLALLI													
Cuenca:	Ramis			Región: Puno				Latitud Sur:			14°56'13"		
Altitud:	3980			Provincia: Melgar				Latitud Oeste:			70°53'10"		
Propietario:	Senamhi			Distrito: Llally				Tipo:			Climatica Ordinaria		
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	9.2	9.2	8.9	7.4	5.7	3.5	4.4	5.4	6.4	8.5	9.8	9.9	88.0
1982	9.0	9.5	9.0	7.6	4.9	4.1	4.7	5.5	7.2	8.5	9.7	9.8	89.3
1983	10.4	10.0	9.9	9.2	6.7	5.2	5.6	7.0	7.9	8.5	8.8	9.4	98.4
1984	8.4	8.9	9.1	8.2	6.6	5.2	4.4	5.3	6.7	9.0	9.3	9.0	89.7
1985	8.6	8.9	9.2	8.2	6.7	4.9	3.5	5.8	7.6	8.1	8.3	8.8	88.3
1986	9.0	8.5	8.8	8.1	5.0	4.5	3.3	5.5	7.3	8.1	8.8	9.5	86.2
1987	9.5	9.6	8.9	8.0	6.2	4.6	4.8	6.2	7.8	9.0	10.1	10.0	94.3
1988	9.8	9.7	9.3	8.5	6.6	4.3	4.4	6.2	8.1	8.6	8.8	9.0	93.1
1989	8.8	8.5	8.3	7.9	6.2	5.1	4.0	5.3	7.6	8.9	8.3	9.3	87.9
1990	8.9	8.8	8.7	7.9	6.4	4.8	4.0	5.3	6.8	9.1	9.8	9.4	89.6
1991	9.5	9.6	9.2	7.9	6.2	4.0	3.9	5.6	7.1	8.5	8.6	8.9	88.6
1992	8.9	9.1	8.6	7.9	6.4	5.1	4.1	4.9	6.9	8.2	8.4	9.2	87.3
1993	8.6	8.6	8.4	8.2	6.3	4.1	4.7	5.2	7.2	8.7	9.4	9.8	89.0
1994	9.1	9.2	8.7	8.3	6.3	4.1	4.5	5.6	7.8	8.7	9.5	9.8	91.2
1995	9.7	9.4	9.0	8.1	6.0	4.5	5.1	6.7	7.9	9.1	9.3	8.8	93.3
1996	8.9	9.2	9.0	8.6	6.7	4.2	4.2	6.4	7.5	9.0	8.9	9.4	91.7
1997	8.9	8.7	8.3	7.0	5.5	3.9	4.9	5.8	8.3	9.5	9.6	10.6	90.7
1998	10.9	11.3	10.5	9.3	6.2	5.6	5.3	6.8	7.8	9.4	9.3	9.8	101.9
1999	9.4	9.2	9.0	8.1	6.5	4.3	4.5	6.0	7.3	8.4	8.5	9.4	90.4
2000	9.0	8.9	8.8	8.3	6.7	4.5	4.3	6.3	7.7	8.4	8.9	9.1	90.6
2001	8.6	9.1	9.1	7.9	6.5	5.1	4.7	5.5	8.2	9.4	10.0	9.6	93.4
2002	9.4	9.5	9.4	8.4	6.9	5.6	4.7	6.0	8.0	9.3	9.6	9.9	96.5
2003	9.7	10.0	9.3	8.2	6.7	4.4	4.7	5.6	7.0	8.9	9.5	10.1	93.7
2004	9.2	9.6	9.6	8.5	5.8	4.4	4.6	5.8	7.9	9.4	9.9	10.0	94.5
2005	9.8	9.6	9.6	8.8	6.2	4.1	5.2	5.6	7.6	9.1	9.5	9.8	94.5
2006	8.9	9.8	9.7	8.4	5.5	5.1	4.2	6.6	7.6	9.4	9.7	10.0	94.8
2007	10.1	9.9	9.2	8.7	7.0	5.6	4.9	6.5	8.3	9.1	9.1	9.4	97.5
2008	9.3	9.1	8.6	7.9	5.2	4.8	4.5	5.8	7.5	9.3	10.0	9.5	91.3
2009	9.4	9.5	9.1	8.2	6.6	4.2	5.0	5.5	8.3	9.7	10.5	10.1	95.8
2010	10.0	10.7	10.2	9.1	7.2	6.3	5.2	6.6	8.4	9.5	9.6	9.7	102.4
2011	9.8	9.2	9.2	8.4	6.7	5.1	5.2	6.6	8.2	9.0	10.0	9.3	96.4
2012	9.0	8.8	8.8	8.5	6.1	4.9	4.9	5.7	8.0	9.8	10.3	10.0	94.5
2013	9.5	9.9	9.8	8.2	7.3	5.4	5.6	6.1	7.7	9.5	9.9	9.8	98.5
2014	9.4	9.7	9.6	8.7	6.8	6.2	5.5	6.4	8.8	9.5	9.8	10.1	100.2
2015	9.0	9.8	9.7	8.8	7.2	6.0	5.0	6.3	8.7	9.4	10.4	10.0	100.0
2016	10.4	10.8	10.3	9.1	6.7	5.2	5.5	6.6	8.2	9.1	9.1	10.1	100.9
N° DATOS	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
PROM	9.3	9.4	9.2	8.3	6.3	4.8	4.6	5.9	7.7	9.0	9.4	9.6	93.4
DESVEST	0.57	0.62	0.53	0.49	0.59	0.67	0.56	0.54	0.56	0.47	0.59	0.44	4.46
MAXIMA	10.9	11.3	10.5	9.3	7.3	6.3	5.6	7.0	8.8	9.8	10.5	10.6	102.4
MINIMA	8.4	8.5	8.3	7.0	4.9	3.5	3.3	4.9	6.4	8.1	8.3	8.8	86.2

Fuente: Data Pisco V.2.1



TEMPERATURA MEDIA MENSUAL PRODUCTO PISCO (°C)													
ESTACION: PAMPAHUTA													
Cuenca:	Rio Verde			Región: Puno				Latitud Sur:			15°29'01"		
Altitud:	4400			Provincia: Lampa				Latitud Oeste:			70°40'33"		
Propietario:	Senamhi			Distrito: Paratía				Tipo:			Climática Ordinaria		
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	7.4	7.4	7.0	5.4	4.0	2.6	2.2	3.1	4.1	6.4	7.6	8.0	65.0
1982	7.2	7.5	7.2	5.9	3.3	2.8	2.5	3.2	4.8	6.4	7.8	7.3	65.7
1983	8.5	8.4	8.1	7.0	4.7	3.6	2.9	4.3	4.9	6.1	6.6	7.4	72.1
1984	6.2	7.0	7.2	6.1	4.7	3.9	2.0	2.8	4.0	6.8	7.0	6.7	64.0
1985	6.2	7.0	7.3	6.2	4.9	3.7	1.3	3.9	5.2	5.8	6.1	6.7	63.9
1986	7.1	6.5	7.0	6.1	3.0	3.3	1.1	3.2	4.9	5.6	7.1	7.7	62.3
1987	7.5	8.0	7.2	6.1	4.5	3.5	2.6	4.1	5.4	6.6	8.0	8.0	71.3
1988	7.9	8.0	7.5	6.6	4.9	2.9	2.2	3.9	5.6	6.4	6.9	7.0	69.5
1989	7.1	6.7	6.3	6.0	4.6	3.9	1.9	3.2	5.0	6.5	6.1	7.0	64.1
1990	7.1	6.7	6.9	5.9	4.5	3.4	1.6	2.9	4.1	6.7	7.8	7.6	65.0
1991	7.5	7.9	7.3	6.0	4.6	2.8	1.8	3.4	4.6	6.3	6.6	6.8	65.3
1992	7.1	7.2	6.7	5.9	4.6	3.8	1.8	2.6	4.1	6.0	6.3	7.2	63.0
1993	6.7	6.6	6.8	6.3	5.0	3.2	2.4	3.2	4.6	6.7	7.7	8.0	66.8
1994	7.2	7.4	7.0	6.5	4.7	3.0	2.4	3.6	5.5	6.3	7.4	8.0	68.7
1995	8.0	7.7	7.2	6.2	4.3	3.4	2.7	4.3	5.4	6.5	7.1	7.1	69.6
1996	7.0	7.6	7.5	6.9	5.1	3.2	2.2	4.0	5.3	6.8	7.0	7.6	70.1
1997	7.0	7.1	6.6	5.3	3.9	2.4	2.8	3.7	6.1	7.3	8.2	9.1	69.4
1998	9.5	9.5	8.9	7.6	4.9	4.7	3.3	4.5	5.3	7.0	7.3	7.7	80.0
1999	7.7	7.1	7.1	6.4	4.9	3.2	2.4	3.7	4.7	6.7	6.5	7.3	67.5
2000	7.1	6.9	7.0	6.7	5.1	3.3	2.0	4.0	5.0	6.3	6.6	6.9	66.7
2001	6.7	7.2	6.9	6.2	4.7	3.9	2.4	3.2	5.8	7.1	7.8	7.8	69.5
2002	7.9	7.6	7.6	6.5	5.3	4.6	2.3	3.8	5.6	7.1	7.7	8.1	73.9
2003	8.3	8.2	7.6	6.4	5.2	3.7	2.6	3.5	4.7	6.7	7.4	8.2	72.3
2004	7.3	7.8	8.0	6.5	4.1	3.4	2.5	3.9	5.6	6.8	7.7	8.1	71.5
2005	7.9	8.1	8.0	6.9	4.7	3.3	3.2	3.5	5.0	6.6	7.4	7.9	72.1
2006	7.3	8.0	7.9	6.5	3.9	4.1	2.5	4.5	5.2	6.8	7.8	8.0	72.2
2007	8.6	7.9	7.5	6.8	5.1	4.8	2.7	4.3	6.1	6.9	7.2	7.4	75.0
2008	7.4	7.3	6.8	5.5	3.4	3.9	2.5	3.7	4.9	7.0	8.0	7.5	67.7
2009	7.9	7.8	7.4	6.6	4.8	3.3	3.0	3.5	5.9	7.3	8.5	8.3	74.0
2010	8.5	9.2	8.6	7.5	5.5	5.3	3.0	4.5	6.0	6.7	7.1	7.4	79.0
2011	7.7	7.2	7.3	6.5	5.0	3.9	2.7	4.3	5.8	6.3	8.1	7.5	72.2
2012	7.4	7.1	7.3	6.7	4.6	3.6	3.0	3.6	5.8	7.2	8.0	7.9	71.9
2013	7.9	8.0	7.7	6.3	5.5	4.2	3.7	4.0	5.3	7.1	8.0	8.1	75.5
2014	7.8	8.3	7.7	7.0	4.8	5.1	3.5	4.4	6.4	7.6	7.9	8.4	78.7
2015	7.6	8.0	7.7	6.9	5.1	5.3	3.0	4.3	6.2	7.1	8.3	8.2	77.6
2016	8.9	9.2	8.7	7.3	4.9	4.1	3.7	4.3	5.8	6.8	7.1	8.2	78.6
N° DATOS	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
PROM	7.5	7.6	7.4	6.4	4.6	3.7	2.5	3.7	5.2	6.7	7.4	7.6	70.3
DESVEST	0.7	0.72	0.57	0.53	0.58	0.72	0.6	0.52	0.64	0.44	0.63	0.54	4.91
MAXIMA	9.5	9.5	8.9	7.6	5.5	5.3	3.7	4.5	6.4	7.6	8.5	9.1	80.0
MINIMA	6.2	6.5	6.3	5.3	3.0	2.4	1.1	2.6	4.0	5.6	6.1	6.7	62.3

Fuente: Data Pisco V.2.1



TEMPERATURA MEDIA MENSUAL PRODUCTO PISCO (°C)													
ESTACION: CABANILLAS													
Cuenca:	Cabanillas			Región: Puno				Latitud Sur: 15°39'00"					
Altitud:	3892			Provincia: San Roman				Latitud Oeste: 70°22'00"					
Propietario:	Senamhi			Distrito: Cabanillas				Tipo: Climatica Ordinaria					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	9.8	9.6	9.4	8.0	6.4	4.7	5.2	6.4	7.5	8.7	10.3	10.4	96.1
1982	9.7	9.9	9.3	8.0	5.2	4.9	5.6	6.3	8.1	8.9	10.6	10.1	96.3
1983	10.7	10.3	10.4	9.5	7.3	6.3	6.2	7.8	8.8	9.1	9.3	10.1	105.6
1984	9.4	9.4	9.7	8.9	7.1	6.3	5.2	6.2	7.1	9.9	10.2	9.6	98.8
1985	9.4	9.3	9.7	8.9	7.4	6.2	4.3	6.7	8.3	8.6	9.0	9.6	97.0
1986	9.8	9.2	9.4	8.8	5.6	5.7	4.2	6.1	7.9	8.5	9.7	10.1	94.8
1987	10.3	10.0	9.6	8.8	7.1	5.8	5.7	6.7	8.2	9.4	10.7	10.5	102.6
1988	10.5	10.1	9.9	9.2	7.3	5.2	5.1	6.6	8.7	9.1	9.2	9.6	100.2
1989	9.3	9.1	9.0	8.5	6.4	6.1	5.0	6.0	8.1	9.1	8.9	9.9	95.1
1990	9.8	9.2	9.1	8.4	6.9	5.7	4.7	6.1	7.3	9.6	10.3	9.9	96.7
1991	10.2	10.0	9.8	8.5	6.5	4.9	4.7	6.1	7.6	9.1	9.3	9.4	95.7
1992	9.4	9.3	9.1	8.4	6.6	6.0	4.9	5.5	7.2	8.6	9.0	9.8	93.7
1993	9.3	9.1	8.8	8.8	6.5	4.9	5.4	5.8	7.8	9.1	10.3	10.7	96.2
1994	9.8	9.7	9.2	8.9	6.6	4.8	5.0	6.0	8.1	8.9	10.2	10.3	97.4
1995	10.3	9.7	9.6	8.5	6.3	5.1	5.4	6.9	8.4	9.4	9.8	9.1	98.2
1996	9.6	9.6	9.5	8.7	6.8	4.9	4.4	6.8	7.6	9.2	9.3	9.9	96.3
1997	9.6	9.2	8.9	7.4	6.2	4.8	5.5	6.5	9.0	9.7	10.2	11.2	97.9
1998	11.9	11.8	11.2	9.9	6.7	6.4	5.8	7.3	8.1	9.7	9.8	10.4	108.7
1999	10.0	9.7	9.8	8.8	6.9	5.1	5.4	6.6	7.7	9.0	9.1	10.1	97.9
2000	9.9	9.4	9.3	8.7	7.0	5.4	4.8	6.9	8.2	8.9	10.0	9.4	97.6
2001	9.4	9.7	9.8	8.9	7.0	5.9	5.1	6.1	8.6	9.6	10.5	9.9	100.3
2002	10.0	9.9	10.0	9.0	7.5	6.3	5.1	6.5	8.5	9.7	10.2	10.3	102.5
2003	10.3	10.4	9.8	8.7	7.1	5.0	5.2	6.1	7.3	8.8	9.8	10.6	98.9
2004	9.8	9.9	10.3	9.3	6.1	5.0	5.3	6.6	8.2	9.8	10.4	10.7	101.0
2005	10.4	9.9	10.2	9.3	6.4	4.6	5.6	5.9	7.9	9.3	9.9	10.4	99.6
2006	9.6	10.2	10.4	8.8	5.9	6.0	4.6	7.3	8.0	9.8	10.3	10.5	101.1
2007	10.8	10.5	9.9	9.3	7.5	6.4	5.4	7.0	8.8	9.3	9.3	9.8	103.6
2008	9.9	9.6	9.2	8.1	5.4	5.7	4.6	6.0	7.8	9.6	10.3	9.9	95.6
2009	10.0	10.0	9.5	8.5	6.9	4.9	5.6	5.6	8.6	9.8	11.1	10.7	100.9
2010	10.7	11.0	10.7	9.7	7.7	7.1	5.2	6.9	8.6	9.7	9.8	10.4	107.1
2011	10.6	9.8	9.8	8.9	7.1	6.0	5.8	7.1	8.6	9.4	10.7	10.0	103.5
2012	9.8	9.4	9.6	9.3	6.5	5.7	5.2	6.0	8.3	10.0	10.7	10.6	100.8
2013	10.1	10.2	10.2	8.4	7.7	6.0	6.2	6.5	7.7	9.6	10.4	10.3	103.0
2014	9.9	9.9	10.1	9.4	6.9	6.7	5.8	6.9	9.0	9.6	10.3	10.6	105.0
2015	9.6	10.0	10.2	9.4	7.5	6.8	5.6	6.7	9.0	9.5	10.8	10.4	105.3
2016	10.9	11.2	10.8	9.6	7.0	5.9	6.1	7.1	8.4	9.4	9.5	10.8	106.4
N° DATOS	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
PROM	10.0	9.8	9.7	8.8	6.7	5.6	5.2	6.5	8.1	9.3	10.0	10.1	99.9
DESVEST	0.55	0.59	0.55	0.52	0.61	0.68	0.5	0.52	0.52	0.4	0.59	0.46	3.92
MAXIMA	11.9	11.8	11.2	9.9	7.7	7.1	6.2	7.8	9.0	10.0	11.1	11.2	108.7
MINIMA	9.3	9.1	8.8	7.4	5.2	4.6	4.2	5.5	7.1	8.5	8.9	9.1	93.7

Fuente: Data Pisco V.2.1



TEMPERATURA MEDIA MENSUAL PRODUCTO PISCO (°C)													
ESTACION: PUCARÁ													
Cuenca:	Azangaro			Región: Puno				Latitud Sur:			15°02'42"		
Altitud:	3900			Provincia: Lampa				Latitud Oeste:			70°21'60"		
Propietario:	Senamhi			Distrito: Pucará				Tipo:			Climatica Ordinaria		
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	10.3	10.2	10.2	8.5	6.5	4.1	4.7	6.1	7.9	9.6	11.2	11.0	100.1
1982	10.2	10.7	10.0	8.5	5.2	4.3	5.1	5.9	8.3	9.9	11.3	10.7	99.7
1983	11.4	11.1	11.3	10.3	7.5	5.7	5.9	7.7	9.3	10.0	10.1	10.7	110.8
1984	9.9	10.0	10.4	9.6	7.4	5.7	4.7	6.1	7.7	10.7	11.0	10.1	102.9
1985	9.8	9.8	10.3	9.5	7.6	5.5	3.7	6.6	8.7	9.3	9.7	10.1	100.3
1986	10.2	9.8	10.1	9.4	5.7	5.0	3.8	5.9	8.3	9.5	10.3	10.5	98.3
1987	10.7	10.6	10.4	9.4	7.2	5.2	5.2	6.5	8.9	10.3	11.5	11.1	106.5
1988	11.0	10.7	10.5	9.7	7.4	4.6	4.6	6.5	9.3	9.9	10.3	10.2	104.4
1989	9.8	9.6	9.7	9.1	6.6	5.4	4.2	5.8	8.8	9.9	9.6	10.4	98.6
1990	10.3	9.9	9.9	9.0	7.1	5.1	4.2	5.7	7.6	10.3	11.1	10.5	100.5
1991	10.6	10.7	10.4	9.0	6.6	4.3	4.0	5.9	8.0	9.7	10.2	10.1	99.1
1992	9.9	10.0	10.0	8.9	6.9	5.4	4.4	5.3	7.9	9.3	9.8	10.3	97.8
1993	9.7	9.7	9.5	9.3	6.8	4.2	5.0	5.6	8.3	9.9	11.2	11.2	100.3
1994	10.2	10.3	9.9	9.5	6.8	4.2	4.4	5.8	8.7	9.7	11.0	10.8	101.1
1995	10.7	10.3	10.3	9.1	6.4	4.6	4.9	6.8	8.9	10.2	10.6	9.7	102.2
1996	10.2	10.3	10.4	9.4	7.0	4.4	3.9	6.7	8.2	10.2	10.2	10.4	101.1
1997	10.0	9.8	9.6	8.0	6.1	4.0	4.8	6.3	9.6	10.5	11.0	11.8	101.3
1998	12.3	12.4	12.0	10.4	6.7	5.8	5.2	7.2	8.8	10.6	10.6	11.0	112.6
1999	10.6	10.3	10.4	9.3	7.0	4.5	4.9	6.3	8.3	9.6	9.8	10.6	101.3
2000	10.3	10.0	10.0	9.2	7.2	4.8	4.4	6.7	8.8	9.7	10.3	9.8	101.1
2001	9.7	10.2	10.3	9.3	7.2	5.4	4.8	5.9	9.3	10.5	11.4	10.6	104.2
2002	10.5	10.5	10.7	9.6	7.6	5.8	4.6	6.4	8.9	10.4	10.9	10.8	106.4
2003	10.7	11.0	10.5	9.3	7.2	4.3	4.7	5.9	7.9	9.7	10.7	11.2	102.9
2004	10.4	10.7	11.1	10.0	6.6	4.6	4.9	6.6	9.0	10.7	11.2	11.2	106.7
2005	10.9	10.6	11.0	9.9	6.6	4.1	5.2	5.7	8.5	10.3	10.8	11.0	104.5
2006	10.1	10.9	11.1	9.4	5.9	5.4	4.1	7.1	8.5	10.7	11.1	11.1	105.1
2007	11.2	11.1	10.6	9.8	7.7	6.0	5.0	6.9	9.4	10.3	10.2	10.4	108.4
2008	10.2	10.2	9.8	8.7	5.6	5.1	4.3	5.9	8.4	10.4	11.2	10.5	100.0
2009	10.4	10.6	10.2	9.0	7.0	4.2	5.1	5.4	9.2	10.8	11.9	11.2	104.7
2010	11.2	11.6	11.4	10.2	7.8	6.7	5.0	6.8	9.3	10.7	10.9	11.0	112.2
2011	11.0	10.3	10.4	9.4	7.2	5.3	5.2	6.9	9.1	10.3	11.5	10.5	107.0
2012	10.2	9.9	10.1	9.7	6.5	5.1	4.7	5.8	8.8	10.9	11.6	11.2	104.3
2013	10.6	10.8	11.0	9.0	7.9	5.5	5.6	6.3	8.3	10.5	11.3	10.8	107.3
2014	10.3	10.6	10.8	9.9	7.1	6.2	5.4	6.7	9.6	10.4	11.2	11.2	109.1
2015	10.0	10.6	10.9	9.9	7.6	6.2	5.1	6.5	9.6	10.3	11.7	10.9	108.9
2016	11.4	11.7	11.5	10.2	7.0	5.3	5.6	6.9	8.9	10.2	10.4	11.3	110.2
N° DATOS	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
PROM	10.4	10.5	10.4	9.4	6.9	5.0	4.7	6.3	8.7	10.1	10.8	10.7	103.9
DESVEST	0.56	0.6	0.56	0.53	0.64	0.7	0.52	0.55	0.56	0.43	0.61	0.46	4.13
MAXIMA	12.3	12.4	12.0	10.4	7.9	6.7	5.9	7.7	9.6	10.9	11.9	11.8	112.6
MINIMA	9.7	9.6	9.5	8.0	5.2	4.0	3.7	5.3	7.6	9.3	9.6	9.7	97.8

Fuente: Data Pisco V.2.1



CAUDALES MEDIOS MENSUALES COMPLETADOS Y EXTENDIDOS (m3/s)													
ESTACION: PUENTE MOCOYACHE-LAMPA													
Cuenca:	Lampa	Región: Puno						Latitud Su: 15°26'37"					
Altitud:	3837	Provinci: San Roman						Latitud Oe: 70°12'33"					
Propietario:	Senamhi	Distrito: Juliaca						Tipo: Hidrométrica					
AÑO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1990	14.800	22.400	9.900	9.700	1.300	0.500	0.300	0.200	0.200	1.600	4.000	7.100	6.000
1991	25.700	32.400	15.100	22.900	2.200	1.000	0.400	0.300	0.200	0.200	0.300	0.800	8.458
1992	21.400	20.800	11.100	4.200	0.400	0.200	0.200	0.100	0.100	0.100	0.700	6.300	5.467
1993	37.400	27.400	19.000	15.800	1.700	0.400	0.300	0.100	0.100	0.300	4.200	10.700	9.783
1994	24.200	42.700	30.100	27.500	5.200	0.600	0.300	0.204	0.160	0.113	1.545	4.799	11.452
1995	12.631	23.170	29.272	5.712	2.292	0.552	0.231	0.172	0.149	0.065	0.147	0.771	6.264
1996	26.655	29.057	10.859	11.697	2.842	0.512	0.314	0.243	0.110	0.071	0.425	20.345	8.594
1997	32.704	55.300	32.600	10.300	3.300	0.800	0.300	0.200	0.200	0.400	0.889	1.412	11.534
1998	15.144	28.528	16.580	6.736	0.530	0.247	0.178	0.095	0.060	0.062	0.701	2.260	5.927
1999	4.305	26.407	39.289	28.896	5.082	0.841	0.262	0.123	0.170	2.675	0.800	0.832	9.140
2000	19.192	46.432	44.656	4.446	1.673	0.823	0.191	0.157	0.088	0.368	0.169	1.111	9.942
2001	59.340	64.410	49.576	16.069	3.562	1.018	0.355	0.222	0.160	0.335	0.276	1.294	16.385
2002	10.822	43.016	41.132	17.816	5.793	1.067	0.715	0.342	0.162	1.234	2.632	14.402	11.594
2003	28.888	50.126	53.538	24.683	1.990	0.617	0.401	0.255	0.167	0.148	0.094	9.243	14.179
2004	53.816	74.457	9.434	11.337	1.498	0.407	0.253	0.153	0.135	0.082	0.053	3.256	12.907
2005	11.477	58.963	15.027	23.762	1.457	0.435	0.212	0.169	0.153	0.346	3.529	18.446	11.164
2006	37.516	43.326	28.699	36.537	2.615	0.562	0.250	0.168	0.110	0.223	3.363	13.403	13.897
2007	28.363	12.706	53.075	18.722	9.410	0.760	0.305	0.202	0.139	0.123	4.639	5.350	11.150
2008	61.218	57.652	42.087	3.451	0.544	0.167	0.149	0.129	0.111	0.114	0.141	19.467	15.436
2009	18.545	27.095	52.905	14.687	1.309	0.337	0.164	0.235	0.107	0.118	0.433	18.897	11.236
2010	56.977	75.909	69.283	12.224	1.265	0.422	0.266	0.127	0.071	0.051	0.063	33.110	20.814
2011	21.398	78.988	50.215	30.284	3.787	0.150	0.627	0.431	0.266	0.213	0.855	31.495	18.226
2012	63.732	83.099	72.073	38.563	5.870	0.900	0.511	0.478	0.277	0.248	0.825	33.705	25.023
2013	40.578	76.877	48.326	5.162	0.749	0.527	0.653	0.467	0.484	0.398	0.816	19.635	16.223
2014	32.308	37.111	20.862	16.608	2.346	0.628	0.532	0.433	0.428	2.107	0.672	5.387	9.952
2015	35.034	50.891	20.956	39.534	11.752	1.263	0.411	0.240	0.339	0.267	1.836	4.885	13.951
2016	4.156	46.771	25.994	13.632	1.387	0.293	0.213	0.124	0.066	0.088	0.100	0.128	7.746
N° DATOS	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
PROM	30.312	47.248	35.465	17.534	3.134	0.581	0.332	0.223	0.172	0.410	1.196	11.225	12.319
DESVEST	17.717	20.315	17.957	11.009	2.785	0.294	0.159	0.118	0.108	0.647	1.374	10.612	4.618
MAXIMA	63.7	83.1	72.1	39.5	11.8	1.3	0.7	0.5	0.5	2.7	4.6	33.7	25.0
MINIMA	4.156	12.706	9.434	3.451	0.400	0.150	0.149	0.095	0.060	0.051	0.053	0.128	5.467

Fuente: Elaboración propia



Anexo 9: Información Hidrometeorológica para escenario futuro RCP 4.5

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL GCM MIROC5 RCP 4.5 (mm)													
ESTACION: AYAVIRI													
Cuenca:	Ramis	Región: Puno						Latitud Su 14°52'23"					
Altitud:	3928	Provincia: Melgar						Latitud Oe 70°35'35"					
Propietario:	Senamhi	Distrito: Ayaviri						Tipo: Climatologica Ordinaria					
AÑO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
2073	198.6	115.2	142.4	29	0.1	0	0	0	4.4	40.5	143.4	150.2	823.8
2074	80.1	176.2	122	38.7	11.3	0	0	0	17.9	32.3	182.5	99.8	760.8
2075	184.3	146.1	173.7	36.4	0	0	0	0	8.7	122.6	100.8	128.3	900.9
2076	206.5	138	189.2	78.1	10.7	0	0	0	32.6	39.9	56.6	151.8	903.4
2077	196.8	78.3	184.7	31.9	4	0	0	0	7	57.1	111.4	202.9	874.1
2078	162	166.6	200.9	25.4	0.3	0	0	0	38.5	84.8	82.4	125.4	886.3
2079	104.9	129.4	156.6	32.5	40.2	0	0	0	13.8	52.7	71.8	60	661.9
2080	227	141.2	163.7	22.9	8	0	0	0	38.5	40	55.5	54.3	751.1
2081	176.1	107.2	153.2	48.6	0.2	0	0	0	5.4	23.9	70.6	86	671.2
2082	199.3	132.8	229.2	31.4	7.7	0	0	0	47.3	49	72.9	103.4	873
2083	254.2	173.9	206.6	62.8	77.8	0	0	0	35.9	37.2	17.3	75.4	941.1
2084	163.2	221.5	128.3	28.7	19.1	0	0	0	37.8	50.7	54.3	74	777.6
2085	153	178.2	331.3	83.6	48.1	0	0	0	39.1	42.1	34.5	25.8	935.7
2086	131.8	88.9	209.2	151.2	2.1	0	0	0	14.2	13	22	89.8	722.2
2087	136.7	178.5	168.4	127.3	0	0	0	0	24.8	84.1	64	55.6	839.4
2088	86	173.9	205.7	79.5	7.4	0	0	0	19.2	109.6	63.6	91.7	836.6
2089	35.3	169.4	243.1	31.8	14.8	0	0	0	13.6	135.1	63.1	127.8	834
2090	159.5	162.4	139.8	101.8	89.7	0	0	0	39.7	83.7	55.7	121.6	953.9
2091	85	171.4	129.3	109.4	1.4	0	0	0	13.6	118.2	27.7	143.8	799.8
2092	130.5	143.5	91.1	72.1	0	0	0	0	6.8	54.8	39.5	104	642.3
2093	177.8	117.1	113.2	5.3	20.4	0	0	0	10.9	59.5	36.7	125.9	666.8
2094	257.4	232.2	142.6	86	3	0	0	0	12.7	51.8	57.4	133.8	976.9
2095	360.7	239.9	217.8	8.4	30.8	0	0	0	34.1	99.2	131	71.9	1193.8
2096	194.2	169.6	156.4	53.1	1	0	0	0	44	48.4	8.5	117.9	793.1
2097	228.9	112.2	152.8	35	23.3	0.1	0	0	38.9	76.3	59.4	42.5	769.4
2098	139.2	196.2	144.3	27	30	0	0	0	16.8	102.8	119.5	243.8	1019.6
2099	299	142.5	190.7	125.7	31.7	0	0	0	31	76	116.8	134.8	1148.2
N° DATOS	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
PROM	175.1	155.6	173.6	57.9	17.9	0	0	0	24	66.1	71.1	109	850.3
DESVEST	70.36	40.09	48.9	39.01	23.4	0.02	0	0	13.86	32.13	41.32	47.71	136.3
MAXIMA	360.7	239.9	331.3	151.2	89.7	0.1	0	0	47.3	135.1	182.5	243.8	1193.8
MINIMA	35.3	78.3	91.1	5.3	0	0	0	0	4.4	13	8.5	25.8	642.3

Fuente: Resultados del modelo MIROC5. Elaboración propia



PRECIPITACION TOTAL MENSUAL GCM MIROC5 RCP 4.5 (mm)													
ESTACION: JULIACA													
Cuenca:	Coata	Región: Puno						Latitud Su 15°29'00"					
Altitud:	3826	Provinci: San Román						Latitud Oe 70°09'00"					
Propietario:	Senamhi	Distrito: Juliaca						Tipo: Climatica Ordinaria					
AÑO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
2073	167.4	126.6	93	8	0	0	0	0	5	36.7	103.9	120.5	661.1
2074	66.7	152.9	112.1	30.6	7.6	0	0	0	19	58.7	131.1	82.3	661
2075	153.2	140.9	194.2	9.1	0	0	0	0	15	93.1	66	110	781.5
2076	142.2	150	104.9	104.3	14.3	0	0	0.1	26.7	54.8	69.1	114.8	781.2
2077	158.5	67.1	180.7	53.4	1.7	0	0	0.1	8.8	56.3	143.8	140.9	811.3
2078	111.9	182.5	153.7	21.3	0	0	0	0	118.3	67.9	46.1	88.1	789.8
2079	97.6	102.5	105	17.6	21.3	0	0	0.1	9.3	56.3	61.3	53	524
2080	170.4	109.3	105.5	17.2	6.4	0	0	0.2	42.8	35.6	56.7	65.4	609.5
2081	235.9	82.3	126.6	82.5	5.2	0	0	0	14.2	24.2	62.5	62	695.4
2082	196.2	109.8	161.2	23.9	3.4	0	0	0.2	60.7	48.6	41.4	76.6	722
2083	234	142.4	197.3	22.8	32.1	0	0	0	37.6	40.8	9.5	58.3	774.8
2084	107.8	193	123.9	11.6	8.7	0	0	0.4	84.4	57.8	35.8	40.1	663.5
2085	89.5	124.7	218.4	90.6	20.3	0	0	0	106.4	78.1	18.5	14.7	761.2
2086	148.7	142	134.5	73.3	1.7	0	0	0	12.6	22.2	7.3	65.4	607.7
2087	167.4	140	172.6	101.8	0	0	0	0.3	75	64.8	44.7	53.5	820.1
2088	96.2	163.2	193.7	62	2.6	0	0	0.3	47.3	88.9	52.7	63.5	770.4
2089	25	186.4	214.8	22.3	5.3	0	0	0.2	19.7	113	60.7	73.5	720.9
2090	106.8	140.6	94.8	81.6	57.7	0	0	0	67.6	86	35.7	82.3	753.1
2091	66.2	159.2	73.6	115	0.9	0	0	0.1	39.6	195.6	9.6	81.9	741.7
2092	132.7	148.5	116.6	59.2	0	0	0	0.1	14.1	52.3	26.6	132.7	682.8
2093	115	126.9	67.2	3.3	13	0	0	0.1	16	40.8	26.1	107.8	516.2
2094	242.1	212.1	105	67.4	11.2	0	0	0	12.7	103.4	46.6	83.3	883.8
2095	395.1	217.7	117.9	7.5	4.7	0	0	0	129.1	81.9	100.9	50.5	1105.3
2096	189.5	152.9	133.8	27.7	0.7	0	0	0	29.4	53.2	12.1	98.7	698
2097	216.1	125.2	137.3	20.8	1.8	0	0	0.2	39.2	77.1	33.2	29.2	680.1
2098	124.8	179.9	91.4	34.7	1.6	0	0	0	68.5	149.9	93.8	164.6	909.2
2099	216.9	129.9	174	121.6	6.9	0	0	0	23.4	78.9	120.5	81.6	953.7
N° DATOS	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
PROM	154.6	144.8	137.2	47.8	8.5	0	0	0.1	42.3	71	56.2	81.3	743.7
DESVEST	73.97	35.74	43.26	37.02	12.57	0	0	0.12	35.19	37.69	37.86	34.45	125.4
MAXIMA	395.1	217.7	218.4	121.6	57.7	0	0	0.4	129.1	195.6	143.8	164.6	1105.3
MINIMA	25	67.1	67.2	3.3	0	0	0	0	5	22.2	7.3	14.7	516.2

Fuente: Resultados del modelo MIROC5. Elaboración propia



PRECIPITACION TOTAL MENSUAL GCM MIROC5 RCP 4.5 (mm)													
ESTACION: LAMPA													
Cuenca:	Lampa	Región: Puno						Latitud Su 15°21'40"					
Altitud:	3892	Provinci: Lampa						Latitud Oe 70°22'27"					
Propietario:	Senamhi	Distrito: Lampa						Tipo: Climatica Ordinaria					
AÑO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
2073	187.1	149.5	121.2	12.5	0	0	0	0	5.2	36.9	118.3	160.8	791.5
2074	77.3	169.9	138.6	37.2	4.5	0	0	0	22	54.4	156.4	97.9	758.2
2075	171.4	153.2	241.5	11.7	0	0	0	0	17	91.2	80.9	148.6	915.5
2076	169.4	174.7	138.5	105.3	12.9	0	0	0	29.5	47.5	81.2	164.1	923.1
2077	182	81.3	223.5	56	1.4	0	0	0	10.2	56	161	184.9	956.3
2078	127.9	210.4	205.1	24	0	0	0	0	144.9	72	56.6	121.7	962.6
2079	102.3	119.1	136.6	21.8	1	0	0	0	8.5	54.5	68.9	68.1	580.8
2080	195.3	127.2	137.7	20.6	0.3	0	0	0	50.7	32.3	65.3	87.2	716.6
2081	246.8	96.2	157.5	89.2	3.8	0	0	0	17.9	20.5	72.2	79.3	783.4
2082	213.8	136.8	217.2	26.8	0	0	0	0	70.3	46.6	46.2	95.8	853.5
2083	260	164.5	236.1	27.5	31.3	0	0	0	43.9	37.8	7.7	83.9	892.7
2084	124.4	237.6	152.7	13.8	8.3	0	0	0	102.7	55.8	45.2	53.6	794.1
2085	101.3	148.8	279.1	93.8	15	0	0	0	130.7	67.6	19.1	20	875.4
2086	161.5	148.6	179.6	93.3	0	0	0	0	14.1	16.1	8.2	91.4	712.8
2087	176.1	165.9	213.4	119.2	0	0	0	0	93.2	59.7	53.7	67.7	948.9
2088	99.8	191.5	240.8	73	0.1	0	0	0	58.3	80.6	62	88.7	894.8
2089	23.4	217.1	268.2	26.8	0.1	0	0	0	23.4	101.6	70.2	109.7	840.5
2090	125.8	170.8	123.6	96.5	34.3	0	0	0	83.7	85.7	43	115.9	879.3
2091	72.4	194.2	101.4	127.5	0	0	0	0	50.9	186.5	11.6	111.4	855.9
2092	136.5	182.5	141.6	71.9	0	0	0	0	15.8	51.9	30.4	171.7	802.3
2093	136.2	150.4	90.9	3.5	14.6	0	0	0	17.2	37	27.4	137	614.2
2094	270.6	261.6	135.4	77.6	11	0	0	0	10.5	99	57.2	124.9	1047.8
2095	435	271.2	164	7.1	5.1	0	0	0	160.5	84.1	124.4	59.7	1311.1
2096	195.8	176.2	173.1	33.8	0	0	0	0	33.7	52.5	7.9	115.2	788.2
2097	250	135.6	171.9	19.4	0.8	0	0	0	43.4	79.7	40.7	31.9	773.4
2098	135.2	218.6	124.2	39.4	0	0	0	0	86.2	141.7	109.3	230.4	1085
2099	249.5	153.4	226.5	139.1	6.8	0	0	0	28.7	74.2	137.4	118.4	1134
N° DATOS	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
PROM	171.4	170.6	175.6	54.4	5.6	0	0	0	50.9	67.5	65.3	108.9	870.1
DESVEST	81.79	45.15	52.23	41.21	9.23	0	0	0	44.08	36.26	44.37	47.57	154.6
MAXIMA	435	271.2	279.1	139.1	34.3	0	0	0	160.5	186.5	161	230.4	1311.1
MINIMA	23.4	81.3	90.9	3.5	0	0	0	0	5.2	16.1	7.7	20	580.8

Fuente: Resultados del modelo MIROC5. Elaboración propia



PRECIPITACION TOTAL MENSUAL GCM MIROC5 RCP 4.5 (mm)													
ESTACION: LLALLI													
Cuenca:	Ramis	Región: Puno						Latitud Su 14°56'13"					
Altitud:	3980	Provinci: Melgar						Latitud Oe 70°53'10"					
Propietario:	Senamhi	Distrito: Llally						Tipo: Climatica Ordinaria					
AÑO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
2073	233	131.9	192.1	53.2	0.5	0	0	0	8.1	30.8	126.4	167.5	943.5
2074	100	176.8	146.3	49.3	23.5	0	0	0	26.7	32.2	201.9	105.7	862.4
2075	241.3	149.5	198.4	37.8	0	0	0	0	22	117.8	115	148.3	1030.1
2076	261.4	167.9	230.2	88.8	22	0	0	0	54.7	30.8	57.5	197.9	1111.2
2077	262.7	110.7	197.5	33.3	6.2	0	0	0	9.3	50	119.8	221.3	1010.8
2078	211.2	189.5	233.5	31.8	0	0	0	0	58.6	105.7	80.5	171.4	1082.2
2079	114.1	152.2	212.5	48.7	38.8	0	0	0	32.6	48.5	70	69.2	786.6
2080	284	163.4	194.7	22.1	7.8	0	0	0	59.9	34.6	47	65	878.5
2081	225.6	127.9	187.9	49.8	3.2	0	0	0	8.4	18.1	72.6	84.1	777.6
2082	240.1	178.9	306.6	45.3	12.6	0	0	0	75.1	43.5	80.2	119.1	1101.4
2083	321.2	206.4	233.3	85.7	153.7	0	0	0	57.4	30.4	16.1	88.4	1192.6
2084	244.7	289.9	150.9	43.3	43.1	0	0	0	61.3	54.3	46.9	77.8	1012.2
2085	193.3	207	399.7	92.3	98	0	0	0	54.3	33.9	27.4	35.2	1141.1
2086	174.8	99.3	298.8	214.4	1.1	0	0	0	22.8	9.5	25.1	114.4	960.2
2087	162	181.7	210.5	153.7	0	0	0	0	54.6	73.5	67.8	73.8	977.6
2088	100.5	185.6	264	93.5	12.5	0	0	0	37.6	114.2	65.5	105.3	978.7
2089	39	189.6	317.4	33.3	25.1	0	0	0	20.6	155	63.1	136.8	979.9
2090	223.4	196.3	208.8	118.6	98.4	0	0	0	65.4	81.6	55.8	137.2	1185.5
2091	118.2	229.9	170.5	120.7	1.6	0	0	0	27.8	139	20.8	168.2	996.7
2092	145.9	201.3	143.2	126.8	0.1	0	0	0	10.7	52.3	35.3	133.2	848.8
2093	285.8	156.6	149.9	8.3	26.5	0	0	0	17	52.4	30.1	142.3	868.9
2094	310.6	266.9	183.4	100.8	10.5	0	0	0	21.3	43.3	64.1	194.8	1195.7
2095	472.7	305	279.2	9.6	48.4	0	0	0	52.3	92.3	135.2	70.1	1464.8
2096	207.2	188.6	182.7	59.5	1.5	0	0	0	66.7	38.3	6.1	121.7	872.3
2097	302.3	128.1	190.8	33.8	36.5	0	0	0	74.8	76.3	52.8	47.5	942.9
2098	185.5	230.8	174.7	27.5	46.3	0	0	0	27.9	90.9	104.9	293.4	1181.9
2099	364.8	160.4	217.4	155.3	70.1	0	0	0	48.5	71.8	111	178.7	1378
N° DATOS	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
PROM	223.2	184.2	217.6	71.7	29.2	0	0	0	39.9	63.7	70.3	128.5	1028.2
DESVEST	91.88	49.77	60.14	50.71	37.68	0	0	0	21.82	37.57	43.99	58.83	167.0
MAXIMA	472.7	305	399.7	214.4	153.7	0	0	0	75.1	155	201.9	293.4	1464.8
MINIMA	39	99.3	143.2	8.3	0	0	0	0	8.1	9.5	6.1	35.2	777.6

Fuente: Resultados del modelo MIROC5. Elaboración propia



PRECIPITACION TOTAL MENSUAL GCM MIROC5 RCP 4.5 (mm)													
ESTACION: PAMPAHUTA													
Cuenca:	Rio Verde	Región: Puno						Latitud Su 15°29'01"					
Altitud:	4400	Provinci: Lampa						Latitud Oe 70°40'33"					
Propietario:	Senamhi	Distrito: Paratía						Tipo: Climatica Ordinaria					
AÑO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
2073	210.2	178.7	130.8	34.5	0	0	0	0	4.1	23.7	120.4	155	857.4
2074	95.1	170.6	151.8	47.2	0.2	0	0	0	11.8	46.3	165	89.3	777.3
2075	198.6	155.7	227.7	25.4	0	0	0	0	14.2	78.1	99.9	151.1	950.7
2076	189.3	222.8	149.6	102.6	0.7	0	0	0	19.8	33.8	85.9	189.8	994.3
2077	221.8	131	205.6	52.4	0	0	0	0	6.7	43	172.8	172.5	1005.8
2078	175.4	244.4	217.1	24.8	0	0	0	0	90.8	81.3	66.8	159.2	1059.8
2079	100.7	140.1	148.5	30	0	0	0	0	5.2	35.1	74.4	67.3	601.3
2080	206.8	147	139.9	17.3	0	0	0	0	36.1	19.6	67.9	95.6	730.2
2081	287.9	128.5	164.7	98.3	0	0	0	0	1.1	11.7	77.7	64	833.9
2082	237.9	211.4	278.4	33.8	0	0	0	0	41.1	38	56	97.9	994.5
2083	298.2	190.6	208.7	31.3	0	0	0	0	24.6	17.5	6.7	87.6	865.2
2084	193.9	304.2	146.6	15.1	0.5	0	0	0	67.3	52.6	49.2	44.6	874
2085	112.4	172.1	262.7	94.2	0.4	0	0	0	113.3	49.9	15.2	28.9	849.1
2086	204.5	169.1	218.3	131	0	0	0	0	10.5	12.1	9	115.8	870.3
2087	180.7	163	218.6	136.7	0	0	0	0	73.4	49.4	64.3	86.4	972.5
2088	102.5	207.6	264.1	83.8	0	0	0	0	44.6	78.2	69	92.8	942.6
2089	24.2	252.1	309.5	30.8	0	0	0	0	15.8	107	73.8	99.3	912.5
2090	158.4	205.3	170.2	107.8	1.3	0	0	0	46.1	69.1	50.8	105.2	914.2
2091	95.2	269.7	132.5	117.9	0	0	0	0	38.2	148.1	8.8	109.4	919.8
2092	135.8	304.1	170.4	115.6	0	0	0	0	9.1	48.1	29	186.7	998.8
2093	222	207.2	116.8	4.8	0	0	0	0	10.9	28.2	23.5	124.6	738
2094	288.8	289.9	149.9	85.9	0.3	0	0	0	6.8	62.6	80	193.7	1157.9
2095	507.4	363.9	179.1	12.6	0.1	0	0	0	98.6	72.7	143.5	48.4	1426.3
2096	186.2	217.8	186.3	34.7	0	0	0	0	19.1	36.5	6.6	102.1	789.3
2097	330.6	155.4	164.8	16.7	0	0	0	0	40.1	60.3	38.2	35.2	841.3
2098	154.2	271.4	128.6	34.5	0	0	0	0	59.7	94	112.4	226.9	1081.7
2099	266.2	175.4	200.2	157.3	0.3	0	0	0	14	56.6	146	143.3	1159.3
N° DATOS	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
PROM	199.4	209.2	186.7	62.1	0.1	0	0	0	34.2	53.8	70.8	113.8	930.3
DESVEST	94.66	60.58	50.38	45.39	0.3	0	0	0	31.32	31.07	48.37	52.05	161.8
MAXIMA	507.4	363.9	309.5	157.3	1.3	0	0	0	113.3	148.1	172.8	226.9	1426.3
MINIMA	24.2	128.5	116.8	4.8	0	0	0	0	1.1	11.7	6.6	28.9	601.3

Fuente: Resultados del modelo MIROC5. Elaboración propia



PRECIPITACION TOTAL MENSUAL GCM MIROC5 RCP 4.5 (mm)													
ESTACION: CABANILLAS													
Cuenca:	Cabanillas	Región: Puno						Latitud Su 15°39'00"					
Altitud:	3892	Provinci: San Roman						Latitud Oe 70°22'00"					
Propietario:	Senamhi	Distrito: Cabanillas						Tipo: Climatica Ordinaria					
AÑO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
2073	158.7	161.1	100.1	12.1	0	0	0	0	4.2	22.9	91.7	123.8	674.6
2074	66.2	155	127.5	36.3	0.5	0	0	0	16.3	58.9	119.3	73.7	653.7
2075	153	151.5	228.5	8.1	0	0	0	0	13.5	75	64.8	122.6	817
2076	140.2	202.6	121.9	113.1	0.1	0	0	0	20.9	32.2	66.3	133.5	830.8
2077	165.1	90.7	207.1	67	0	0	0	0	7.2	38	142.6	133.2	850.9
2078	111.7	224.9	182	22.6	0	0	0	0	127.2	65.4	39.5	96.8	870.1
2079	98.5	112.9	122.4	19.2	0	0	0	0	6.5	38	50.1	57.5	505.1
2080	160.9	127.4	116	13.9	0.1	0	0	0	40.6	22.6	54	79.5	615
2081	263.6	97.2	132.7	103.8	0	0	0	0	2	13.5	61.4	51	725.2
2082	187.7	149.5	203.7	26.6	0	0	0	0	45.8	33.8	30.7	69.2	747
2083	235.8	160.7	206.4	20.9	0.1	0	0	0	37.4	28.8	4.3	66.1	760.5
2084	108.2	240.5	138.5	12.4	0.8	0	0	0	93.1	54.9	26.6	30.3	705.3
2085	71.9	133.6	230.2	89.9	0.8	0	0	0	140.9	65.3	10.2	14	756.8
2086	165.9	171.7	163.1	88.4	0	0	0	0	11.9	13.6	2.7	71.8	689.1
2087	172.7	143.9	201	117.3	0	0	0	0	93.3	43.6	39.8	58	869.6
2088	94.2	187.7	230.3	70.6	0	0	0	0	55.9	75.5	48.3	62.4	824.9
2089	15.6	231.5	259.6	23.9	0	0	0	0	18.5	107.5	56.9	66.8	780.3
2090	105.8	165.9	113.6	87.3	0.4	0	0	0	51.3	71.6	30.9	80	706.8
2091	59.3	209.4	91.5	107.1	0	0	0	0	44.5	196.4	6.7	78.1	793
2092	123.2	215.6	153.7	82.1	0	0	0	0	9.1	41.9	18.4	160	804
2093	134	170	77.7	4.2	0	0	0	0	12.1	28.3	15.2	101.4	542.9
2094	234.6	268	113.4	60.4	0.1	0	0	0	6.7	74.9	47.1	102.9	908.1
2095	429.2	282.8	117.5	7.9	0.1	0	0	0	128.2	80.5	94.5	38.8	1179.5
2096	162.3	177	164.8	26.9	0	0	0	0	26.2	36.9	4.2	87	685.3
2097	224.3	146.9	160	15.4	0	0	0	0	34.6	60.5	22.2	21.1	685
2098	119.9	224.8	98.7	32.1	0	0	0	0	76.9	115.3	76.2	176.6	920.5
2099	211.9	152.4	182	122	0.6	0	0	0	16.3	63.2	109.5	92.3	950.2
N° DATOS	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
PROM	154.6	176.1	157.2	51.5	0.1	0	0	0	42.3	57.7	49.4	83.3	772.3
DESVEST	80.68	48.77	50.11	40.14	0.25	0	0	0	41.29	38.1	37.4	39.74	135.8
MAXIMA	429.2	282.8	259.6	122	0.8	0	0	0	140.9	196.4	142.6	176.6	1179.5
MINIMA	15.6	90.7	77.7	4.2	0	0	0	0	2	13.5	2.7	14	505.1

Fuente: Resultados del modelo MIROC5. Elaboración propia



PRECIPITACION TOTAL MENSUAL GCM MIROC5 RCP 4.5 (mm)													
ESTACION: PUCARÁ													
Cuenca:	Azangaro			Región: Puno				Latitud Su 15°02'42"					
Altitud:	3900			Provinci Lampa				Latitud Oe 70°21'60"					
Propietario:	Senamhi			Distrito: Pucará				Tipo: Climatica Ordinaria					
AÑO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
2073	209.2	133	136	12.9	1.2	0	0	0	5.4	66.3	134.7	176.6	875.3
2074	83.4	188.2	140	37.6	13.4	0	0	0	22.5	56.6	155.4	115.9	813
2075	181.5	157.2	229.2	22.5	0	0	0	0	13.1	142.4	86.8	151.4	984.1
2076	192.8	144.6	156.8	98.1	26.8	0.2	0	0	38.1	75.2	78.5	165.8	976.9
2077	187.2	69.4	224.9	44.1	2.2	0	0	0	15	89.1	140.9	220.4	993.2
2078	142.6	191.3	218.4	26.6	2.7	0	0	0	102.6	93.4	70.8	126.8	975.2
2079	106.4	125.8	143.6	23.6	21.1	0	0	0	12.2	77.7	77.5	68.8	656.7
2080	221.9	129.2	154.9	28.7	12.9	0	0	0	54.8	56	67.1	75.5	801
2081	207.3	98	173.6	71.9	4.8	0	0	0	11.5	35	69.3	104.7	776.1
2082	227.4	121.2	216.8	28.1	4.2	0	0	0	77.5	70.4	59.7	113.8	919.1
2083	266.8	168.3	251.2	40.2	64.4	0	0	0	44.5	57.6	12.5	88.7	994.2
2084	134.6	223.2	152.2	15.9	29.2	0	0	0	76.4	67.6	61.6	76.9	837.6
2085	134.4	165.8	320.8	106.7	35.8	0	0	0	97.7	87	28.8	24	1001
2086	142.6	121.1	185.2	107.9	1.1	0	0	0	15.8	24.7	12.8	97.4	708.6
2087	165.4	189.9	205.4	127.1	0	0	0	0.1	64.6	101.9	60.6	65.1	980.1
2088	99.6	193.4	231.4	79.3	6.7	0	0	0.1	44	121.1	65.4	104.9	945.9
2089	33.8	197	257.3	31.6	13.4	0	0	0	23.3	140.3	70.2	144.6	911.5
2090	139.7	169.9	124.4	105.8	66	0	0	0	86.7	119.4	51.8	138.9	1002.6
2091	81.7	171.5	108.8	145.2	1.8	0	0	0	39.6	178.4	19.8	138.6	885.4
2092	145.6	142.5	108.7	58.8	0.1	0	0	0	17.8	76	41.2	143.8	734.5
2093	129.4	124.5	102.1	3	19.8	0	0	0	18.8	68.8	40	152.7	659.1
2094	289.2	247.5	149.3	99.8	12.6	0	0	0	15.4	123.9	56.6	126.1	1120.4
2095	399.3	249.5	206.7	6.9	28.6	0.2	0	0	127	117.3	131.5	80.4	1347.4
2096	223.7	176.3	170.4	45.1	0.6	0	0	0	43.4	84.6	12.4	135.3	891.8
2097	252.6	124.8	167.4	28.8	9.9	0.6	0	0	45.7	117.5	58.9	43.3	849.5
2098	141.5	207.7	144.4	42	13.2	0	0	0	63.8	187.2	127.7	254.3	1181.8
2099	282.7	152.1	250.6	149.4	13.1	0	0	0	36.9	100.6	140.5	127.8	1253.7
N° DATOS	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
PROM	178.6	162.3	182.6	58.8	15	0	0	0	45	93.9	71.6	120.8	928.7
DESVEST	77.78	43.22	53.92	43.58	17.71	0.12	0	0.03	32.46	39.21	41.93	50.33	166.2
MAXIMA	399.3	249.5	320.8	149.4	66	0.6	0	0.1	127	187.2	155.4	254.3	1347.4
MINIMA	33.8	69.4	102.1	3	0	0	0	0	5.4	24.7	12.4	24	656.7

Fuente: Resultados del modelo MIROC5. Elaboración propia



CAUDALES MEDIOS MENSUALES ESCENARIO RCP 4.5 (m3/s)													
ESTACION: PUENTE MOCOYACHE-LAMPA													
Cuenca:	Lampa	Región: Puno					Latitud Sur: 15°26'37"						
Altitud:	3837	Provinci San Roman					Latitud Oeste 70°12'33"						
Propietario:	Senamhi	Distrito: Juliaca					Tipo: Hidrométrica						
AÑO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
2073	48.844	52.608	38.773	11.334	3.980	1.974	1.053	0.623	0.422	0.409	3.837	21.574	15.453
2074	17.630	44.180	41.276	15.256	5.278	2.482	1.287	0.745	0.609	0.929	12.850	16.685	13.267
2075	42.193	50.317	77.806	14.420	4.702	2.270	1.193	0.697	0.542	2.263	6.434	22.027	18.739
2076	45.297	62.136	48.209	33.276	9.023	3.766	1.849	1.026	1.002	1.277	3.422	22.486	19.397
2077	51.755	31.905	64.379	21.351	6.138	2.804	1.433	0.820	0.577	0.864	12.152	39.733	19.493
2078	40.740	76.132	73.592	15.575	4.958	2.368	1.238	0.720	5.021	8.831	8.821	20.219	21.518
2079	21.380	31.503	38.049	12.002	4.609	2.225	1.170	0.684	0.487	0.672	1.811	3.412	9.834
2080	32.036	38.810	40.378	11.367	4.125	2.033	1.081	0.638	0.878	0.905	1.920	4.903	11.589
2081	53.486	36.233	45.407	27.879	7.257	3.193	1.604	0.906	0.645	0.493	1.269	3.165	15.128
2082	37.113	50.500	79.978	17.118	5.383	2.530	1.311	0.758	1.460	1.952	2.702	6.987	17.316
2083	64.445	64.310	79.494	17.870	9.026	3.758	1.843	1.023	1.235	1.256	0.835	2.104	20.600
2084	14.679	75.596	50.806	12.038	4.865	2.330	1.219	0.711	2.486	3.767	3.959	4.064	14.710
2085	10.486	33.697	93.660	36.297	10.692	4.268	2.057	1.127	7.059	8.303	4.359	2.575	17.882
2086	17.706	37.843	59.347	37.988	8.270	3.541	1.757	0.982	0.736	0.534	0.385	1.622	14.226
2087	19.761	45.597	68.294	44.431	8.889	3.746	1.846	1.027	3.181	4.825	5.639	7.016	17.854
2088	12.208	46.303	83.103	29.885	7.483	3.278	1.643	0.926	1.448	4.536	6.228	9.946	17.249
2089	5.048	44.261	96.928	17.772	5.699	2.650	1.366	0.786	0.661	4.130	6.734	13.511	16.629
2090	26.823	53.916	43.163	31.006	12.094	4.635	2.199	1.193	2.709	6.416	5.717	12.859	16.894
2091	13.136	56.267	34.987	36.054	8.038	3.460	1.721	0.964	1.278	17.870	6.499	13.678	16.163
2092	26.034	64.752	48.054	27.805	6.973	3.098	1.563	0.886	0.657	0.976	1.015	13.336	16.262
2093	35.958	52.118	30.368	7.851	3.606	1.823	0.983	0.586	0.451	0.505	0.517	5.411	11.681
2094	64.828	107.924	50.880	26.998	7.695	3.340	1.667	0.937	0.668	2.114	3.751	16.901	23.975
2095	159.489	131.954	65.591	11.953	4.786	2.304	1.209	0.705	6.115	11.023	23.634	13.196	35.996
2096	42.435	61.701	58.360	16.674	5.167	2.445	1.271	0.737	0.769	1.144	0.773	3.881	16.280
2097	57.817	49.401	52.954	12.979	4.681	2.261	1.187	0.694	0.907	2.568	2.836	2.326	15.884
2098	12.404	64.499	41.098	14.514	5.097	2.414	1.257	0.729	1.776	11.041	19.426	61.534	19.649
2099	91.854	61.955	74.083	51.559	11.093	4.401	2.117	1.157	1.069	2.450	13.853	24.114	28.309
N° DATOS	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
PROM	39.965	57.185	59.959	23.467	6.814	2.998	1.511	0.857	1.753	4.029	5.788	13.240	18.130
DESVEST	32.632	23.006	18.658	11.693	2.35	0.792	0.345	0.173	1.797	4.351	5.899	13.63	5.366
MAXIMA	159.5	132.0	96.9	51.6	12.1	4.6	2.2	1.2	7.1	17.9	23.6	61.5	36.0
MINIMA	5.048	31.503	30.368	7.851	3.606	1.823	0.983	0.586	0.451	0.493	0.385	1.622	9.834

Fuente: Resultados del modelo MIROC5. Elaboración propia

Anexo 10: Información Hidrometeorológica bajo el escenario futuro RCP 8.5

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL GCM MIROC5 RCP 8.5 (mm)													
ESTACION: AYAVIRI													
Cuenca:	Ramis	Región: Puno						Latitud Su 14°52'23"					
Altitud:	3928	Provincia: Melgar						Latitud Oe 70°35'35"					
Propietario:	Senamhi	Distrito: Ayaviri						Tipo: Climática Ordinaria					
AÑO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
2073	204.1	224.1	241.8	53.2	44.2	0	0	0	39.4	72.8	56.4	138	1074
2074	144.7	206.2	308.8	166.1	6.6	0	0	0	20.2	29.8	85.6	147	1115
2075	299	131	324.3	91.5	0.5	0	0	0	12.6	90.3	95.3	147.5	1192
2076	157.5	380.6	338.4	125.9	0.2	0	0	0	39	103.1	194.7	160.5	1499.9
2077	316.7	328.6	163.2	142.7	47.1	0.5	0	0	83.6	121.2	73.5	108.7	1385.8
2078	392.2	193.3	185.2	132.6	75.3	0	0	0	39.3	50.7	126.5	130.3	1325.4
2079	311.3	284.4	267.2	70.4	64.3	0	0	0	9	113.3	109.8	253	1482.7
2080	215.8	186.8	256.4	58.4	20.2	0	0	0	104.1	166.4	187.2	215.1	1410.4
2081	399.5	173.5	366.6	199.9	83.3	0	0	0	88	32.2	174.8	138.9	1656.7
2082	384.9	362.3	135.9	72	133.1	0	0	0	20.9	73.8	188.3	233.9	1605.1
2083	142	243.7	239.7	92.6	25.2	0	0	0	67.7	103.3	84.5	92.4	1091.1
2084	393.1	350.2	184.8	85.9	46.9	0	0	0	7.9	96.2	176.2	261	1602.2
2085	494.7	183.7	209.6	28.8	11	0	0	0	29.1	134	121.4	69	1281.3
2086	267.5	221	224.3	164.7	17.5	0	0	0	44.7	114.8	116.3	151.9	1322.7
2087	257.8	237.9	217.1	144.1	115.3	0	0	0	19	237.2	388.5	194.8	1811.7
2088	357.3	307.5	442.2	101.4	71.2	0	0	0	25.8	216.3	137.2	84.9	1743.8
2089	343.6	278.8	466.9	75.1	106.6	0	0	0	73.1	172.4	163.4	196.8	1876.7
2090	496.4	364	255.3	179.4	0.1	0	0	0	40.5	136.6	82.3	107.6	1662.2
2091	400.1	298.2	425.4	96.7	89.4	0	0	0	22.4	39.6	66.4	188.4	1626.6
2092	235.3	152.9	400.7	38.8	55.4	0	0	0	46.5	183.6	196	93.4	1402.6
2093	297.3	307	218.5	61.5	62.7	0	0	0	62.2	70.9	179.7	76.5	1336.3
2094	536.9	273.8	347.2	241.9	47.9	0	0	0	7.1	61.6	141.8	179.1	1837.3
2095	375.4	222.7	412.6	130.2	14	0	0	0	27.4	80.6	104.2	287.3	1654.4
2096	331.3	423.2	260.5	149.5	40.1	0	0	0	68.7	111.6	252.9	160.3	1798.1
2097	445.9	229.9	247.8	238.9	34.3	0	0	0	35	103.1	177.6	195.5	1708
2098	273.8	194.2	343.8	153.5	96.5	0	0	0	52.7	96.8	131.7	191.7	1534.7
2099	296.6	235.9	452.5	72.1	71.1	0.4	0	0	78.8	147.1	150.9	208.7	1714.1
N° DATOS	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
PROM	324.8	259.1	294	117.3	51.1	0	0	0	43.1	109.6	146.8	163.4	1509.3
DESVEST	105.1	75.25	95.15	57.35	37.3	0.12	0	0	26.89	52.65	68.41	58.54	237.0
MAXIMA	536.9	423.2	466.9	241.9	133.1	0.5	0	0	104.1	237.2	388.5	287.3	1876.7
MINIMA	142	131	135.9	28.8	0.1	0	0	0	7.1	29.8	56.4	69	1074

Fuente: Resultados del modelo MIROC5. Elaboración propia



PRECIPITACION TOTAL MENSUAL GCM MIROC5 RCP 8.5 (mm)													
ESTACION: JULIACA													
Cuenca:	Coata	Región:		Puno	Latitud Su		15°29'00"						
Altitud:	3826	Provinci:		San Román	Latitud Oe		70°09'00"						
Propietario:	Senamhi	Distrito:		Juliaca	Tipo:		Climatica Ordinaria						
AÑO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
2073	207.8	170.7	155.7	34.9	26.2	0	0	0.1	48.9	57.5	33.3	107.7	842.8
2074	159.2	190.6	202.1	123.4	2.5	0	0	0	15.7	21	62.7	126.9	904.1
2075	319.1	104.8	244.7	140.9	13.5	0	0	0	47.1	72.9	69.2	87.2	1099.4
2076	162.7	357.4	287.6	70.2	0	0	0	0	28.4	108.7	215.3	121.9	1352.2
2077	204.2	278.6	109.3	190.6	79.1	0	0	0.5	87	35	38.6	61.4	1084.3
2078	350.4	178.9	110.7	125.8	50.4	0	0	0	64.2	54.5	82.6	89	1106.5
2079	241.3	225.1	248.3	63.7	12.4	0	0	0	23.9	60.8	113.6	167.8	1156.9
2080	199	147.1	157.1	56.3	18.5	0	0	0.3	86.3	201.7	146.4	165.6	1178.3
2081	454.8	211.6	357.8	237.8	18.1	0	0	0	89.1	27.9	154.4	103.7	1655.2
2082	349.1	372.6	130.3	49.1	88	0	0	0.7	6.8	47.8	137.7	157.2	1339.3
2083	149.7	139.1	168.8	110	11.9	0	0	0	102.8	105.2	56.1	75	918.6
2084	355.3	362.5	130	129	0	0	0	0.1	27.5	95.1	167.1	196.2	1462.8
2085	399.3	143.7	149.4	12.2	4	0	0	0	38.3	131.3	87.6	50.5	1016.3
2086	255.8	246.3	167.3	88.3	3.1	0	0	0	109.1	70.5	96.6	101.9	1138.9
2087	250.2	164.8	160.3	130.5	70	0	0	0	46.9	202.6	517.9	133.4	1676.6
2088	337.1	268.6	308.1	103.6	47.5	0	0	0	34.3	94.5	115.7	52.2	1361.6
2089	330.9	230.6	308.2	52.7	76	0	0	0	80.2	225	88.9	149.7	1542.2
2090	554.1	315.2	190.4	149.2	4.7	0	0	0	50.4	116.2	49.5	86.4	1516.1
2091	489.7	265.9	373.8	143.7	185.4	0	0	0.2	25.1	30.1	33	198.8	1745.7
2092	225.3	140.2	318.3	42.1	29.2	0	0	0	39	144.8	169.2	65.6	1173.7
2093	272.3	303.4	208.3	62.9	45.2	0	0	0	41.1	50.1	111.8	25.6	1120.7
2094	510.6	291.3	248.2	167.3	2	0	0	0	51.6	29.8	117.8	145	1563.6
2095	365.5	209.7	249.4	104.9	1.1	0	0	0	45.7	98	61.9	230.5	1366.7
2096	369.9	481.4	225.6	156.6	1	0	0	0	77.3	125.6	91.6	107.4	1636.4
2097	395	187.6	193.8	326	14	0	0	0	97	75.9	142.2	150.2	1581.7
2098	300.2	224.5	275.8	170.8	45	0	0	0	31.8	119.3	95.8	112.7	1375.9
2099	275.4	218.1	347	46.4	35.7	0	0	0	121.1	123.9	82.1	151.4	1401.1
N° DATOS	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
PROM	314.2	238.2	223.2	114.4	32.8	0	0	0.1	56.2	93.5	116.2	119.3	1308.1
DESVEST	108.51	87.34	78.17	68.83	40.74	0	0	0.17	30.92	55.01	92.25	49.8	256.6
MAXIMA	554.1	481.4	373.8	326	185.4	0	0	0.7	121.1	225	517.9	230.5	1745.7
MINIMA	149.7	104.8	109.3	12.2	0	0	0	0	6.8	21	33	25.6	842.8

Fuente: Resultados del modelo MIROC5. Elaboración propia



PRECIPITACION TOTAL MENSUAL GCM MIROC5 RCP 8.5 (mm)																			
ESTACION: LAMPA																			
Cuenca:	Lampa	Región:		Puno	Latitud Su		15°21'40"		Altitud:		3892		Provinci		Lampa	Latitud Oe		70°22'27"	
Propietario:	Senamhi	Distrito:		Lampa	Tipo:		Climatica Ordinaria												
AÑO	MESES												TOTAL						
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC							
2073	224.2	206.2	203.6	39.5	19.3	0	0	0	63.2	53.7	35.8	141.4	986.9						
2074	155.2	229.8	262.6	141.9	1.8	0	0	0	18.7	16.9	70.1	173	1070						
2075	347.9	133.6	329.2	153.8	12.6	0	0	0	68.6	72.3	72.3	122.8	1313.1						
2076	175.8	432	381.7	89.7	0	0	0	0	37.6	112.3	250.2	167	1646.3						
2077	241.9	334.6	148.4	220.1	70.7	0	0	0	110.9	40.4	40.1	90.5	1297.6						
2078	394.8	211.8	149.4	127.8	35.4	0	0	0	87.1	52.6	98.9	116.2	1274						
2079	269.7	277	310	75	11.4	0	0	0	32.7	59.9	131.8	243.1	1410.6						
2080	217.6	188.6	211.6	58.1	21.1	0	0	0	103.9	201.2	169.4	214.3	1385.8						
2081	500.4	230.5	440.5	274.6	20.1	0	0	0	111.7	24.2	180.8	135.9	1918.7						
2082	400.4	430.7	169.6	60.9	84.6	0	0	0	9.5	49.3	169.8	235.8	1610.6						
2083	145.9	188.4	225.5	122.6	11.1	0	0	0	126.9	101.5	57.9	100.1	1079.9						
2084	416.5	420.9	182.9	146.9	0.1	0	0	0	31.2	88.3	194.9	277.9	1759.6						
2085	464.7	170.2	183.9	20.7	1.9	0	0	0	46.5	140.3	103.2	49	1180.4						
2086	296.6	298.9	237.3	96.1	0.5	0	0	0	130.2	66.4	120.5	137.9	1384.4						
2087	257.5	192.7	201.2	143.6	56.4	0	0	0	56.7	220.7	597	188.4	1914.2						
2088	375.6	321.2	391.7	115.5	40.1	0	0	0	48.4	90	137.3	74.8	1594.6						
2089	355.4	275.9	418.6	50.9	88.1	0	0	0	108.5	220.2	109.2	206.3	1833.1						
2090	625.5	394	236.6	167.1	0	0	0	0	67.5	123.7	56.1	112.1	1782.6						
2091	518	324.9	479	159.9	156	0	0	0	31.2	29	45.7	266	2009.7						
2092	249.9	166.4	397.5	50.5	28.7	0	0	0	43.6	137.6	204.4	79.4	1358						
2093	299	356.6	261.7	74.9	32.1	0	0	0	41.7	43.2	135.4	38.5	1283.1						
2094	558.2	335.9	316.7	187.1	0.1	0	0	0	60.4	29.4	138.7	198.3	1824.8						
2095	394.1	243.8	342.8	121.9	0	0	0	0	55.5	88.7	76.1	301.8	1624.7						
2096	405.7	567.1	309.2	188.7	0	0	0	0	98.7	123.8	114.6	137.5	1945.3						
2097	444.7	230.9	231.9	376	13.9	0	0	0	133.5	66.2	165.7	205.9	1868.7						
2098	307	257.9	368.2	187	29	0	0	0	39.4	117	109.2	166.7	1581.4						
2099	308.4	251.7	436.4	50.6	27.9	0	0	0	182.7	134.6	102.3	194.9	1689.5						
N° DATOS	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27						
PROM	346.3	284.2	289.9	129.7	28.3	0	0	0	72.1	92.7	136.6	162.1	1541.8						
DESVEST	123.35	101.44	98.42	78.71	36.19	0	0	0	42.23	57.2	106.78	69.48	298.3						
MAXIMA	625.5	567.1	479	376	156	0	0	0	182.7	220.7	597	301.8	2009.7						
MINIMA	145.9	133.6	148.4	20.7	0	0	0	0	9.5	16.9	35.8	38.5	986.9						

Fuente: Resultados del modelo MIROC5. Elaboración propia



PRECIPITACION TOTAL MENSUAL GCM MIROC5 RCP 8.5 (mm)													
ESTACION: LLALLI													
Cuenca:	Ramis	Región:		Puno		Latitud Su		14°56'13"					
Altitud:	3980	Provincia:		Melgar		Latitud Oe		70°53'10"					
Propietario:	Senamhi	Distrito:		Llally		Tipo:		Climatica Ordinaria					
AÑO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
2073	246.6	267.8	245.6	62.7	81.1	0	0	0	82.1	56.5	51	159.7	1253.1
2074	184.9	263	436.4	223.2	10.4	0	0	0	25.8	27.6	94.1	178.3	1443.7
2075	344	183.4	434.8	106.6	3.8	0	0	0	32.2	76.7	83.2	169.7	1434.4
2076	184.9	436.6	410.9	143	1.9	0	0	0	56.3	92.9	206.6	168.2	1701.3
2077	376	344.1	214.8	172.3	108	0	0	0	153.5	144.9	69.1	134.4	1717.1
2078	504.1	234.5	231.8	157.1	120.8	0	0	0	72.9	39.4	128.1	143.7	1632.4
2079	407.3	310.3	335.7	85.6	87.3	0	0	0	17	119.1	102.5	288.1	1752.9
2080	291	254.4	405.4	73.3	32.5	0	0	0	159.4	187.3	212.3	226.5	1842.1
2081	493	172.6	461	272.3	115.4	0	0	0	142.7	28.6	164.6	154.9	2005.1
2082	507.3	354.5	176	70.8	178.5	0	0	0	27.1	62.5	192.4	299.4	1868.5
2083	169.6	331.9	328.3	106.5	59.2	0	0	0	90.7	114.4	78.6	104.3	1383.5
2084	591.5	381.6	263.9	122.3	55.1	0	0	0	11.7	79.5	185.7	298.5	1989.8
2085	706.7	212.9	224.8	53.2	16.3	0	0	0	38.7	114.5	122	68.9	1558
2086	363	293.3	348.9	211.9	23.8	0	0	0	61.2	112.2	120.2	154.4	1688.9
2087	318	254.3	258.6	179.1	222.6	0	0	0	39.3	295.5	371.2	240	2178.6
2088	454.7	342.6	465.8	130	95.8	0	0	0	43.1	218.3	121.6	118.2	1990.1
2089	403.3	314.7	633.5	79.3	176.8	0	0	0	154	170	178.6	245.7	2355.9
2090	623.4	430.7	271.5	205.1	0	0	0	0	97.8	147.4	67.5	121.3	1964.7
2091	470.6	330	518.6	113.1	154	0	0	0	35.8	36.8	83	225.4	1967.3
2092	332.4	184.9	427.5	46.5	68.9	0	0	0	71.7	216.4	187.9	107.4	1643.6
2093	357.3	350.2	295.4	80.6	142.4	0	0	0	60.6	72.2	184.7	131.9	1675.3
2094	611.3	308.9	397.5	242.5	72.9	0	0	0	12.5	50	126.5	203.4	2025.5
2095	418.2	242.4	607.9	133.8	23.4	0	0	0	51.1	74.6	99.6	299.7	1950.7
2096	396.5	477	331.8	185.9	59	0	0	0	109.3	114.8	272.8	176.6	2123.7
2097	571.5	291.1	307	273.4	50.9	0	0	0	81.6	82.8	162.7	232	2053
2098	297.9	223.8	406.3	154.5	151.5	0	0	0	73.5	105.2	117.9	260.3	1790.9
2099	332.6	249.6	483.9	78.9	128.6	0	0	0	147.3	179	137.2	205.9	1943
N° DATOS	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
PROM	405.8	297.8	367.5	139.4	83	0	0	0	72.2	111.8	145.2	189.5	1812.3
DESVEST	139.69	78.07	117.73	66.83	61.51	0	0	0	46.19	65.85	69.95	65.83	261.5
MAXIMA	706.7	477	633.5	273.4	222.6	0	0	0	159.4	295.5	371.2	299.7	2355.9
MINIMA	169.6	172.6	176	46.5	0	0	0	0	11.7	27.6	51	68.9	1253.1

Fuente: Resultados del modelo MIROC5. Elaboración propia



PRECIPITACION TOTAL MENSUAL GCM MIROC5 RCP 8.5 (mm)													
ESTACION: PAMPAHUTA													
Cuenca:	Rio Verde	Región: Puno						Latitud Su 15°29'01"					
Altitud:	4400	Provinci Lampa						Latitud Oe 70°40'33"					
Propietario:	Senamhi	Distrito: Paratía						Tipo: Climatica Ordinaria					
AÑO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
2073	232.7	244.2	173.7	44.1	0.1	0	0	0	46.7	36.4	35.9	140.9	954.7
2074	172.4	310.1	315.7	201.3	0	0	0	0	10.8	14.7	83.4	177.1	1285.5
2075	364.2	191.8	358.4	158.4	0	0	0	0	47.1	59.4	68.8	118.7	1366.8
2076	199.3	497.3	390.3	99.8	0	0	0	0	8.5	90.9	291.1	145.1	1722.3
2077	235.1	342.6	147.8	234.2	2.5	0	0	0	87.4	39.5	42.6	106.8	1238.5
2078	441.6	257.7	153.3	134.8	1	0	0	0	58.8	37.6	113.7	107.7	1306.2
2079	295.8	296.2	316.6	79.6	0	0	0	0	19.6	46.6	128.5	218.5	1401.4
2080	258.7	270.3	322.7	58.3	0.8	0	0	0	69.3	188.8	196.1	183.1	1548.1
2081	519.9	234.6	452.9	280.1	0.2	0	0	0	58.4	11.6	191.3	129.7	1878.7
2082	448.7	422	175.9	60.2	1.2	0	0	0	5.6	42.8	188	261.4	1605.8
2083	174.8	283.6	282.5	118.7	0.1	0	0	0	82.1	112.4	54.6	97.3	1206.1
2084	568.8	451.6	266.4	200.3	0	0	0	0	13.2	68.2	223	266.7	2058.2
2085	602.6	204.5	167	77.7	0	0	0	0	29.7	101.8	107.5	39.2	1330
2086	404.1	403.5	368.3	114.8	0	0	0	0	82.3	49.6	152.6	116.2	1691.4
2087	271.2	197.1	197.7	160.5	0.7	0	0	0	41.7	234.5	615.6	206.3	1925.3
2088	406.7	344.3	326.9	112.5	2.1	0	0	0	26	69.9	140.4	100.8	1529.6
2089	364.2	308.2	456.8	47.2	2.1	0	0	0	52.2	170.2	126.1	216	1743
2090	702.5	455.7	245.2	184.2	0	0	0	0	61.5	120.5	49.2	110	1928.8
2091	517.4	380.2	478.8	157.5	4.4	0	0	0	19.8	18.3	77.9	262.3	1916.6
2092	298.9	189.5	378.5	45.5	1.2	0	0	0	29.4	143.2	212.6	77.9	1376.7
2093	315.4	397.1	311	70.8	0.8	0	0	0	15.6	34.8	150.1	80.3	1375.9
2094	550.1	377	297.7	171.2	0	0	0	0	47.9	17.1	137.7	184.1	1782.8
2095	378.4	258.9	448.4	113.5	0	0	0	0	34.9	70.1	79.7	256.4	1640.3
2096	439.4	633.7	324.8	216.5	0	0	0	0	65.9	110.7	138.5	120.6	2050.1
2097	473.5	295.8	267.1	385.3	0.5	0	0	0	82	38.5	154.7	214.7	1912.1
2098	295.2	289.1	322.2	168.4	0.1	0	0	0	22.1	131.7	105.8	196.1	1530.7
2099	303.9	265.1	369.5	47.7	0	0	0	0	141.9	136.4	99	162.3	1525.8
N° DATOS	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
PROM	379.1	326	308	138.6	0.7	0	0	0	46.7	81.3	146.8	159.1	1586.3
DESVEST	138.27	105.18	96.11	81.21	1.05	0	0	0	31.42	58.13	111.81	63.75	287.4
MAXIMA	702.5	633.7	478.8	385.3	4.4	0	0	0	141.9	234.5	615.6	266.7	2058.2
MINIMA	172.4	189.5	147.8	44.1	0	0	0	0	5.6	11.6	35.9	39.2	954.7

Fuente: Resultados del modelo MIROC5. Elaboración propia



PRECIPITACION TOTAL MENSUAL GCM MIROC5 RCP 8.5 (mm)													
ESTACION: CABANILLAS													
Cuenca:	Cabanillas			Región: Puno				Latitud Su 15°39'00"					
Altitud:	3892			Provincia: San Roman				Latitud Oe 70°22'00"					
Propietario:	Senamhi			Distrito: Cabanillas				Tipo: Climatologica Ordinaria					
AÑO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
2073	207.3	199.9	141.8	36.1	0.2	0	0	0	52.8	33.6	19.1	106.3	797.1
2074	142.8	245.7	247.6	131.1	0	0	0	0	12.4	16	47.9	134.9	978.4
2075	324.8	140.7	264.2	151.2	0.1	0	0	0	42.3	62	47.6	82	1114.9
2076	157	446.9	342.7	70.1	0	0	0	0	9.9	97.4	229	117.8	1470.8
2077	184.1	315.3	109.9	198.8	0.4	0	0	0	88.6	26	24.6	56.5	1004.2
2078	361.7	218.4	124.2	107.9	0.1	0	0	0	58.1	35.5	65.3	86.9	1058.1
2079	228.3	253.5	277.1	65.6	0	0	0	0	20.4	41.1	106.2	171.2	1163.4
2080	194.1	193.6	204	55.7	0.1	0	0	0	86.7	176.9	153.9	159.7	1224.7
2081	482.7	241.8	404	255.5	0.2	0	0	0	109	10.6	144.2	98.1	1746.1
2082	373.2	426.8	154.4	41	2.1	0	0	0	5.7	42.6	121.4	164.6	1331.8
2083	128.2	179.8	219.4	95.4	0.3	0	0	0	107	106.9	46.3	71.9	955.2
2084	403.7	442.3	173.8	148.3	0	0	0	0	20.1	73	168.8	211.6	1641.6
2085	437.5	161.9	171.2	21.9	0	0	0	0	35.3	93	77	31.1	1028.9
2086	283.2	341.7	245.2	72.1	0.1	0	0	0	124.2	52.6	100.8	91.1	1311
2087	232	154.2	171	167.7	1.3	0	0	0	62.6	208.6	521.4	135.8	1654.6
2088	352.7	301.4	275	96.8	0.1	0	0	0	20.1	62.8	110.6	53.7	1273.2
2089	320.3	258.3	354.7	36.1	2.6	0	0	0	60.6	187.3	77.2	163.5	1460.6
2090	598	396.4	226.6	187.9	0	0	0	0	50.5	97.1	36	75.8	1668.3
2091	492	319.4	450.4	164.8	11.6	0	0	0	27.2	17.3	30.5	225.7	1738.9
2092	238.8	171.8	341.6	34.7	2	0	0	0	33.5	122.9	161.7	54.4	1161.4
2093	254.9	378.5	247.4	60.2	1.3	0	0	0	18.4	30.9	80.6	27.1	1099.3
2094	503.8	345.8	277.8	149	0	0	0	0	69.2	15.7	88.5	153.8	1603.6
2095	346.6	233.3	307.4	96.7	0	0	0	0	43.4	69.4	45.3	227.9	1370
2096	382.5	617.6	254.8	180.6	0	0	0	0	84.3	125.9	84.6	95	1825.3
2097	389.6	234.5	218.2	395.5	0.9	0	0	0	79.4	43.3	111	164.2	1636.6
2098	288.7	283.6	280.2	155.7	0.4	0	0	0	23.5	127	70.7	130.1	1359.9
2099	271.7	247.2	345.7	40.8	0.1	0	0	0	145	104.9	61.6	138.7	1355.7
N° DATOS	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
PROM	317.8	287	253	119.2	0.9	0	0	0	55.2	77	104.9	119.6	1334.6
DESVEST	120.31	111.07	84.7	82.7	2.26	0	0	0	37.51	54.67	97.18	55.99	284.2
MAXIMA	598	617.6	450.4	395.5	11.6	0	0	0	145	208.6	521.4	227.9	1825.3
MINIMA	128.2	140.7	109.9	21.9	0	0	0	0	5.7	10.6	19.1	27.1	797.1

Fuente: Resultados del modelo MIROC5. Elaboración propia



PRECIPITACION TOTAL MENSUAL GCM MIROC5 RCP 8.5 (mm)													
ESTACION: PUCARÁ													
Cuenca:	Azangaro	Región:	Puno	Latitud Su	15°02'42"								
Altitud:	3900	Provincia:	Lampa	Latitud Oe	70°21'60"								
Propietario:	Senamhi	Distrito:	Pucará	Tipo:	Climatica Ordinaria								
AÑO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
2073	225.4	212.1	269.3	45.7	37.4	0	0	0	53.7	104.5	51.6	157.6	1157.3
2074	157.5	207.3	264.8	157.8	3.8	0	0	0	26.7	29.2	82.4	181.1	1110.6
2075	346.5	121	363	143.4	14.8	0	0	0	64.4	116.8	96.7	154.3	1420.9
2076	183.9	406.4	385.1	115.7	4.3	0	0	0	49.5	152.7	214.8	196.1	1708.5
2077	296.8	352	174.4	230.1	87.6	3.6	0	0.2	116.5	79.2	58.7	114.7	1513.8
2078	400.8	201.1	169.2	128.6	71.4	0	0	0	85.5	85.1	123.3	135.6	1400.6
2079	298	297.5	313.3	84.3	36.5	0	0	0	32.3	102.7	128.5	285.3	1578.4
2080	225.8	176.9	203.2	62.6	26.8	0	0	0	111.7	253.1	157.4	247.7	1465.2
2081	472.4	215.6	432.7	269.8	60.6	0	0	0	98.8	43.9	194.2	158.5	1946.5
2082	394.4	430	163.4	83.7	122.8	0	0	0.1	16.7	80	187.3	267.4	1745.8
2083	157.6	194.9	218.7	142.8	44.5	0	0	0	132.8	119.6	70.3	115.2	1196.4
2084	385.1	392.5	177.1	126.8	28.1	0.2	0	0	26.5	136.8	185.8	305.3	1764.2
2085	456.2	179.4	197.6	19.6	6.7	0	0	0	47.6	227.2	109.1	71.2	1314.6
2086	282.1	242.9	207.2	133.5	9.9	0.1	0	0	90.9	118.9	121.6	175.7	1382.8
2087	269.3	234.9	221.4	124.4	82.7	0	0	0	35.8	267.8	516.7	214.3	1967.3
2088	371.5	335.4	508.7	129.1	69.5	0	0	0	52.5	186.4	149.5	84.8	1887.4
2089	373.9	290.3	450.7	72.5	119.6	0	0	0	115.2	279	132.2	215.2	2048.6
2090	590.3	379.7	246.8	159.7	1.5	0	0	0	59.1	173.9	73.4	134.4	1818.8
2091	494.9	324.6	470.8	143.4	125.5	0	0	0	31.8	49.7	54.9	252.2	1947.8
2092	237.6	155.5	442.3	64.9	45.6	0	0	0	56	193.8	215.4	99.1	1510.2
2093	326.7	327.3	246.8	86.3	48.1	0	0	0	84.2	79.4	179.2	45.2	1423.2
2094	586	317.4	346.4	251.8	32.8	0	0	0	34.9	65.4	173.6	212.9	2021.2
2095	423.9	250.5	353.8	148.4	5	0	0	0	50.6	128.7	102.1	340.6	1803.6
2096	395.8	499	328.7	196.3	18.4	0	0	0	87.1	152.6	146.9	169.5	1994.3
2097	465.4	220.8	241.2	336	26.4	0	0	0	107.4	121.2	190.1	218.4	1926.9
2098	312.1	224.8	429.5	216.7	62.3	0.2	0	0	56.3	137	128.2	176.7	1743.8
2099	329.9	254.9	516.4	66.6	72.9	2.9	0	0	154.3	182.9	132.6	238.4	1951.8
N° DATOS	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
PROM	350.4	275.7	309	138.5	46.9	0.3	0	0	69.6	135.8	147.3	184	1657.4
DESVEST	116.47	92.68	112.86	73.67	37.35	0.87	0	0.04	36.52	67.28	88.62	72.89	288.8
MAXIMA	590.3	499	516.4	336	125.5	3.6	0	0.2	154.3	279	516.7	340.6	2048.6
MINIMA	157.5	121	163.4	19.6	1.5	0	0	0	16.7	29.2	51.6	45.2	1110.6

Fuente: Resultados del modelo MIROC5. Elaboración propia



CAUDALES MEDIOS MENSUALES ESCENARIO RCP 8.5 (m ³ /s)													
ESTACION: PUENTE MOCOYACHE-LAMPA													
Cuenca:	Lampa	Región: Puno						Latitud Sur: 15°26'37"					
Altitud:	3837	Provinci San Roman						Latitud Oeste: 70°12'33"					
Propietario:	Senamhi	Distrito: Juliaca						Tipo: Hidrométrica					
AÑO	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
2073	60.416	82.861	69.723	18.828	7.414	3.204	1.593	0.896	1.566	2.361	2.346	12.012	21.935
2074	31.582	86.847	108.561	61.864	10.491	4.187	2.012	1.102	0.866	0.656	1.640	17.278	27.257
2075	111.221	59.581	126.876	58.008	11.106	4.353	2.077	1.133	1.918	4.144	6.687	16.109	33.601
2076	40.523	184.810	160.647	39.714	8.400	3.543	1.742	0.971	0.949	4.863	55.990	48.474	45.885
2077	81.954	145.018	56.106	77.251	21.676	6.769	2.981	1.545	6.927	6.631	5.428	9.392	35.140
2078	127.493	94.073	54.260	42.506	14.032	5.078	2.351	1.259	3.140	3.752	10.044	17.704	31.308
2079	81.282	117.481	122.581	31.620	9.504	3.866	1.872	1.033	0.949	1.847	10.332	55.052	36.452
2080	76.306	79.495	91.856	24.865	8.207	3.464	1.704	0.951	4.044	35.458	53.376	65.034	37.063
2081	204.077	99.362	182.714	114.475	17.703	5.980	2.706	1.425	5.850	3.586	25.561	31.492	57.911
2082	150.969	198.230	65.293	22.955	16.274	5.576	2.532	1.343	0.922	1.275	16.790	63.742	45.492
2083	48.322	79.867	89.054	43.253	10.632	4.201	2.010	1.100	5.885	14.711	11.380	14.653	27.089
2084	158.188	193.198	81.109	56.279	10.956	4.308	2.057	1.123	0.983	3.093	31.652	85.272	52.351
2085	213.779	78.068	63.209	16.848	5.368	2.493	1.283	0.741	0.880	7.573	15.425	9.225	34.574
2086	86.592	138.563	108.054	42.118	9.015	3.733	1.821	1.009	5.293	7.834	19.750	27.980	37.647
2087	80.007	76.687	70.777	53.426	19.618	6.313	2.812	1.469	2.187	38.925	240.818	73.587	55.552
2088	150.768	142.240	157.659	46.100	14.690	5.246	2.418	1.290	1.519	6.037	20.349	16.594	47.076
2089	112.955	123.118	184.611	26.693	17.588	5.871	2.644	1.392	4.869	39.485	33.825	59.654	51.059
2090	270.725	195.082	96.442	66.645	10.542	4.206	2.021	1.107	2.282	11.828	9.640	15.806	57.194
2091	183.833	154.382	206.055	63.023	34.809	8.753	3.651	1.835	1.730	1.467	2.142	42.460	58.678
2092	87.701	64.301	154.753	24.535	9.386	3.826	1.854	1.024	1.285	12.351	48.879	23.133	36.086
2093	94.365	162.262	108.687	29.854	11.526	4.431	2.097	1.140	1.324	1.713	12.110	8.973	36.540
2094	196.686	157.847	128.968	74.802	12.545	4.753	2.238	1.210	1.905	1.724	10.749	39.873	52.775
2095	143.187	106.033	156.723	48.180	9.484	3.881	1.884	1.040	1.486	4.374	7.648	69.353	46.106
2096	161.115	272.793	128.391	76.501	12.220	4.671	2.207	1.195	4.064	15.109	28.435	32.643	61.612
2097	171.090	109.193	93.178	154.943	16.428	5.717	2.614	1.384	6.544	8.044	28.606	57.074	54.568
2098	108.226	111.082	142.589	70.972	16.969	5.790	2.628	1.388	1.591	8.904	17.079	39.924	43.929
2099	104.365	106.747	174.504	26.379	10.642	4.203	2.006	1.097	13.585	29.795	26.489	48.353	45.680
2100	15.667	20.669	71.226	25.601	2.973	0.856	0.352	0.129	0.217	0.604	0.316	10.399	12.417
2101	40.667	64.434	81.566	8.492	3.192	1.242	0.734	0.702	0.378	0.402	0.936	0.935	16.973
N° DATOS	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
PROM	122.299	123.504	116.959	50.594	12.796	4.560	2.122	1.149	3.063	10.205	27.794	36.403	42.621
DESVEST	60.469	54.937	43.977	31.491	6.384	1.615	0.662	0.316	2.913	11.763	45.185	23.681	12.435
MAXIMA	270.7	272.8	206.1	154.9	34.8	8.8	3.7	1.8	13.6	39.5	240.8	85.3	61.6
MINIMA	15.667	20.669	54.260	8.492	2.973	0.856	0.352	0.129	0.217	0.402	0.316	0.935	12.417

Fuente: Elaboración propia



Anexo 11: Número de horas de sol para determinar la ETP

Lat. Norte	En	Feb	Mar	Abr	May	Jn	Jul	Ag	Sep	Oc	Nov	Dic
Lat Sur	Jul	Ag	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
50	8,5	10,1	11,8	13,8	15,4	16,3	15,9	14,5	12,7	10,8	9,1	8,1
48	8,8	10,2	11,8	13,6	15,2	16,0	15,6	14,3	12,6	10,9	9,3	8,3
46	9,1	10,4	11,9	13,5	14,9	15,7	15,4	14,2	12,6	10,9	9,5	8,7
44	9,3	10,5	11,9	13,4	14,7	15,4	15,2	14,0	12,6	11,0	9,7	8,9
42	9,4	10,6	11,9	13,4	14,6	15,2	14,9	13,9	12,9	11,1	9,8	9,1
40	9,6	10,7	11,9	13,3	14,4	15,0	14,7	13,7	12,5	11,2	10,0	9,3
35	10,1	11,0	11,9	13,1	14,0	14,5	14,3	13,5	12,4	11,3	10,3	9,8
30	10,4	11,1	12,0	12,9	13,6	14,0	13,9	13,2	12,4	11,5	10,6	10,2
25	10,7	11,3	12,0	12,7	13,3	13,7	13,5	13,0	12,3	11,6	10,9	10,6
20	11,0	11,5	12,0	12,6	13,1	13,3	13,2	12,8	12,3	11,7	11,2	10,9
15	11,3	11,6	12,0	12,5	12,8	13	12,9	12,6	12,2	11,8	11,4	11,2
10	11,6	11,8	12,0	12,3	12,6	12,7	12,6	12,4	12,1	11,8	11,6	11,5
5	11,8	11,9	12,0	12,2	12,3	12,4	12,3	12,3	12,1	12,0	11,9	11,8
0° Ecuador	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1

Fuente: Huaccoto (2017)