

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
ESCUELA DE POSTGRADO
PROGRAMA DE MAESTRÍA
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
AGRÍCOLA



TESIS

**EFFECTOS DEL CAMBIO CLIMATICO SOBRE ELEMENTOS
TERMOPLUVIOMETRICOS EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA ILAVE –
PUNO**

**PRESENTADA POR:
ROGELIO NOA ALIAGA**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:
MAGISTER SCIENTIAE EN INGENIERÍA DE RECURSOS HÍDRICOS**

**PUNO, PERÚ
2016**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
ESCUELA DE POSTGRADO
PROGRAMA DE MAESTRÍA
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA AGRÍCOLA
TESIS

**EFFECTOS DEL CAMBIO CLIMATICO SOBRE ELEMENTOS
TERMOPLUVIOMETRICOS EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA ILAVE –
PUNO**

PRESENTADA POR:

ROGELIO NOA ALIAGA

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAGISTER SCIENTIAE EN INGENIERÍA DE RECURSOS HÍDRICOS

APROBADO POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE



.....
Mg. ISIDRO ALBERTO PILARES HUALPA

PRIMER MIEMBRO



.....
Mg. ROBERTO ALFARO ALEJO

SEGUNDO MIEMBRO

.....
Mg. BERNARDO PIO COLOMA PAXI

ASESOR DE TESIS



.....
Dr. GERMAN BELIZARIO QUISPE

Puno, 20 de junio del 2016

DEDICATORIA

A nuestro Dios padre supremo,
simiente divina que habita en
nuestro fuero íntimo, por haberme
iluminado por el sendero del
pensamiento y del bien.

En memoria de mis amados padres
don ENRIQUE y doña ANACLETA,
ahora que ya están al lado del altar
de nuestro padre celestial, con
acendrada devoción y justo orgullo,
dedico este esfuerzo a ellos que me
forjaron, quienes con su paciencia,
por sus sabios concejos, que se hizo
posible el logro de mi noble Grado;
en el presente seguro ruegan el
futuro de mi bienestar, gracias
Padres lindos les extraño.

A mis dos tesoros: DANIELA
ANDREA y GUILLERMO
MAURICIO por su comprensión lo
que pasamos, son la razón de mí
existir, los amo.

AGRADECIMIENTOS

- A la UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO, en especial a la Escuela de POST GRADO, mi alma mater por siempre, con su apertura me concedió a mí y a muchas generaciones más conceder a una educación de calidad, por haberme formado profesionalmente.
- A mi asesor de tesis, Dr. Germán Belizario Quispe, por sus acertadas exhortaciones para la culminación del presente y por compartir conmigo parte de su sapiencia, muchas gracias.
- A los jurados Mg. Isidro Alberto Pilares Hualpa y Mg. Roberto Alfaro Alejo, por sus valiosas experiencias, aporte y sugerencias.
- Expreso una extensiva gratitud, a mis compañeros de estudio muy especial a los Ing. Marisabel Cachicatari Molina y Carlos Saúl Huayta Mendoza, a su vez a mis colegas Johnny Jara Ramos y Jaime Herrera Velásquez que de una u otra manera han contribuido en la culminación del presente trabajo.
- Por último, agradezco al Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca – PELT, por haberme brindado la información y la oportunidad de elaborar la presente tesis.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I.....	4
PROBLEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN	4
1.1. Problema de la investigación	4
1.2. Justificación	7
1.3. Objetivos.....	8
1.3.1 Objetivos General	8
1.3.2 Objetivo Específico	8
1.4. Hipótesis.....	9
1.4.1 Hipótesis General	9
1.4.2 Hipótesis Específico	9
CAPITULO II	10
MARCO TEÓRICO	10
2.1. Marco teórico	10
2.1.1. Calentamiento global	13
2.1.2 Cambio climático	17
2.1.3 Variabilidad climática	21
2.1.4. Clima	23
2.2. Elementos y factores climáticos.....	24
2.2.1. Precipitación	24
2.2.2 Temperatura	26

2.2.3	Altitud.....	27
2.2.4	Cuenca hidrológica	28
2.3.-	Hidrología	28
2.4.	Análisis estadístico	29
2.4.1.	Análisis de saltos	29
CAPITULO III		31
METODOLOGÍA		31
3.1.-	Ubicación del ámbito de estudio	31
3.1.1.	Clima en la cuenca llave.....	32
3.1.2	Fisiografía.....	33
3.1.3	Geomorfología	36
3.1.4	Geología.	38
3.2.-	Procedimiento del método	39
3.2.1.-	Información cartográfica	39
3.2.2.-	Información básica	39
3.2.3.-	Información hidrometeorología.....	39
3.2.4.	Precipitación y temperatura.	40
3.2.5.	Análisis de series históricas.....	40
3.2.6.	Análisis de consistencia de información	40
3.2.7.	Vector Regional (VR).....	43
3.3	Análisis de tendencias.	46
3.3.1	Tests paramétricos.	47
3.3.2	Tests no paramétricos	48
CAPITULO IV.....		54
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....		54
4.1.	Comportamiento temporal y espacial de la temperatura y la precipitación en la cuenca llave.....	54
4.1.1.	Comportamiento temporal y espacial de la temperatura	54
4.4.1.1.	Variación de la temperatura media anual en la cuenca hidrográfica llave.....	58
4.1.2.	Comportamiento temporal y espacial de la precipitación pluvial	60
4.4.2.1.	Variación de la precipitación media anual en la cuenca hidrográfica llave	68

4.2. Relación entre el cambio climático y el comportamiento de la temperatura y la precipitación en la cuenca hidrográfica llave.....	71
4.2.1. Relación entre el cambio climático y el comportamiento de la temperatura	71
4.2.2. Relación entre el cambio climático y el comportamiento de la precipitación.	76
4.3. Los efectos del cambio climático sobre los comportamientos de los recursos hídricos en la cuenca hidrográfica llave.	82
4.3 1. Comportamiento de la descarga en la cuenca hidrográfica llave	82
4.3.2. Variación del caudal medio anual de la cuenca hidrográfica llave ..	84
CONCLUSIONES	88
RECOMENDACIONES	90
BIBLIOGRAFÍA	92
ANEXOS	98

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
1 Principales afluentes de la cuenca llave.....	32
2 Diferencia entre temperaturas media y observada al año 2050	59
3 Análisis de saltos de las precipitaciones media.....	63
4 Diferencia entre precipitación media y observada al año 2050	69
5 Resultados de análisis de tendencia de temperatura media anual.....	72
6 Resumen del modelo de variables predictorias de temperatura media anual, 1990 – 2011.....	74
7 Modelo de variables predictorias de temperatura media anual, 1990 – 2011	74
8 Variables predictorias de las tendencias de temperatura media anual, 1990 – 2011	75
9 Resultados del análisis de tendencia de precipitación media anual de la estación llave	77
10 Resumen del modelo de variables predictorias de precipitación media anual, 1964 – 2014.....	78
11 Modelo de variables predictorias de precipitación media anual, 1964 – 2014	79
12 Variables predictorias de las tendencias de precipitación media anual, 1964 – 2014	80
13 Diferencia entre caudal medio y observada al año 2050.....	85

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1	Serie histórico de temperaturas máximas mensuales55
2	Serie histórico de temperaturas mínimas mensuales56
3	Suma de los índices anuales del vector y las estaciones57
4	Índices anuales del vector y de las estaciones57
5	Hidrograma de temperaturas medias anuales 1980 – 201158
6	Diagrama de doble masa de las precipitaciones anuales62
7	Suma de los índices anuales del vector y de las estaciones64
8	Índices anuales del vector y de las estaciones65
9	Precipitaciones promedios anuales (1964-2014)66
10	Serie histórico de precipitación media mensual68
11	Descargas medias mensuales de la estación puente llave84

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
1	Precipitación total mensual histórica llave99
2	Precipitación total mensual histórica Rincón de la Cruz 100
3	Precipitación total mensual histórica Chilligua101
4	Precipitación total mensual histórica Laraqueri 102
5	Precipitación total mensual histórica Mazocruz103
6	Precipitación total mensual histórica Capazo 104
7	Precipitación total medias mensuales (1964 - 1989)105
8	Precipitación total medias mensuales (1990 - 2014)106
9	Temperatura media histórica llave 107
10	Temperatura media histórica Rincon de la Cruz.....108
11	Temperatura media histórica Laraqueri 109
12	Temperatura media histórica Mazocruz.....110
13	Temperatura media histórica Capazo.....111
14	Temperatura total medias mensuales (1964 – 2011)112
15	Caudales medios mensuales (1964 – 2014)113
16	Resultado de modelamiento de la temperatura media114
17	Resultado de modelamiento de la precipitación media115
18	Mapa de ubicación de estaciones meteorológicas116
19	Mapa de isoyetas 2025.....117
20	Mapa de isoyetas 2050.....118
21	Mapa de isotermas 2025119
22	Mapa de isotermas 2050120

RESUMEN

La presente investigación, tuvo el propósito de evaluar los efectos del cambio climático sobre los elementos termo-pluviométricos en la cuenca llave; pues para el desarrollo se recabaron información de la serie histórica de precipitaciones así como de temperaturas desde 1964 hasta 2014 los cuales son consistente. Por lo que en el análisis de tendencias utilizadas tanto las pruebas paramétricas y no paramétricas, las temperaturas han resultado significativos a las probabilidades de $\alpha=0.1$, $\alpha=0.05$, $\alpha=0.01$, de acuerdo a las test de Mann Kendall, Spearman's, regresión lineal como autocorrelación, con incremento de la temperatura media durante los 48 años de $0.11\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{década}$ por causas del cambio climático; de igual manera se proyectó la tendencia al incremento de temperatura media en la zona baja de 1.5 a $2.3\text{ }^{\circ}\text{C}$, la zona media de $1.98\text{ }^{\circ}\text{C}$, la zona alta 2.3 a $1.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ para el año 2050. El comportamiento de la precipitación pluvial en los 51 años presenta una ligera disminución de 0.049 mm/año generando cambios en los patrones de lluvias por causas del cambio climático, así mismo en las proyecciones de la precipitación en la zona baja es de 201 a 216 mm con tendencia moderada de aumento, la zona media de 202 a 18 mm moderada a descenso de lluvias, la zona alta de 38 a 0.0 mm ausencia de lluvias para el año 2050. Los escurrimientos superficiales durante los 51 años presentan ligero descenso en el flujo del caudal de $0.019\text{ m}^3/\text{año}$ por ausencia de lluvias en su periodo de la cuenca hidrográfica llave.

Palabras clave: Análisis de tendencia, cambio climático, precipitación pluvial, temperatura.

ABSTRACT

The present research, had the purpose of assessing the effects of climate change on the thermo-pluviometric elements in the Ilave basin; as for the development were gathered historical series of precipitation and temperatures from 1964 until 2014 which are consistent. As the trend analysis used in both parametric and nonparametric tests, the temperatures have result significant to probability of $\alpha = 0.1$, $\alpha = 0.05$, $\alpha = 0.01$, according to Mann Kendall, Spearman's, regression linear and Auto correlation with increase in the average temperature during the 48 years of $0.11 \text{ } ^\circ\text{C/decade}$ caused by the climate change; Similarly the trend was projected to increase in average temperature in the lower area of 1.5 to $2.3 \text{ } ^\circ\text{C}$, average $1.98 \text{ } ^\circ\text{C}$ area, Uptown 2.3 to $1.2 \text{ } ^\circ\text{C}$ was projected to the year 2050. The behaviour of rainfall in the 51 years shows a slight decrease of 0.049 mm / year causing changes in rainfall patterns because of climate change, likewise in them projections of the precipitation in the area low is of 201 to 216 mm with trend moderate of increase, it area average of 202 to 18 mm moderate to descent of rains, the zone high of 38 to 0.0 mm absence of rainfall for the year 2050. The surface runoff during the 51 years have slight decline in the flow rate of $0.019 \text{ m}^3/\text{year}$ by a lack of rainfall in its watershed period in the basin of Ilave city.

Keywords: Trend analysis, climate change, rainfall, temperature.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, el cambio climático está causando fuertes repercusiones sobre diferentes variables meteorológicas en el planeta, induciendo cambios en el patrón de precipitación que afecta directamente la disponibilidad hídrica, que repercute en la modificación irreversible en los ecosistemas, las prácticas agrícolas así como el conjunto de principios, procedimientos y normas del hombre; mientras la acumulación de calor produce desglaciaciones en los casquetes polares como en los nevados, cambio en el régimen de los vientos; causados principalmente por la acumulación en la atmósfera de gases de efecto invernadero emitidos por la quema de combustible fósiles en las ciudades industriales, como también por la deforestación en las junglas, así como los cambios de uso de las tierras; es decir más allá de cualquier duda razonable (Anderson, Doblas-Reyes, Balmaseda, & y Weisheimer, 2009).

Los recientes cambios en el clima, es una de las incertidumbres que toda sociedad debe enfrentar en su vida cotidiana, mediante complejos procesos de aprendizaje, adaptación y mitigación. Por lo tanto, los efectos del cambio climático sobre elementos termo-pluviométricos, pueden ser definidos como uno de los elementos que explican la diferenciación espacial de los paisajes naturales así como culturales; es evidente que los climas constituyen además recursos naturales en sí mismos, debido a los servicios ambientales que ofrecen, a los que derivan de sus características, especialmente en términos de acumulaciones de calor, precipitaciones, fuentes de agua, capacidad de los vientos para depurar a la atmósfera, etc.

Por lo tanto, la sociedad tiene que incorpora al clima en sus acciones cotidianas, como necesidad de enfrentar con éxito a los riesgos derivados de su variabilidad, como sequías, inundaciones, tormentas, olas de frío a su vez calor; además de disponer de la capacidad organizativa para distribuirlos socialmente en forma equitativa y justa. Si ello no ocurre, solo unos pocos tendrán acceso a los lugares climáticamente más seguros o bien podrán emplear sus recursos como beneficios en función de sus propios intereses, agregando al clima como otro de los componentes de la inequidad social que delimita nuestro altiplano (Ballinas, 2011).

En el presente trabajo en la cuenca llave, se evaluaron las evidencias del cambio climático con el análisis estadístico sobre los elementos termo pluviométrico, como también en los recursos hídricos, sobre la incidencia de los riesgos naturales. Para ello se han recopilado a la vez se analizaron importantes investigaciones que manifiestan la influencia en las variables climáticas, recabando para los cuales se recabó información de la serie histórica de precipitaciones así como de temperaturas medias desde 1964 hasta 2014, para evaluar con las pruebas paramétricas y no paramétricas, luego simulando las variables climáticas con el software Trend, también se proyectó la futura tendencia de temperatura y la precipitación con series de tiempo con la función pronóstico de tendencia lineal en la cuenca llave, en sus procesos de variación así como su degradación.

En efecto, durante los 48 años (1964-2011) el comportamiento de la temperatura media se incrementó de 0.11 °C/década por causas del cambio climático; de igual manera se proyectó la tendencia con ascensos de temperatura media en la zona baja es de 1.5 a 2.3 °C, la zona media es 1.98

°C, la zona alta es de 2.3 a 1.2 °C para el año 2050. El comportamiento de la precipitación pluvial en los 51 años (1964-2014) presenta una ligera disminución de 0.049 mm/año generando cambios en los patrones de lluvias por causas del cambio climático, así mismo en las proyecciones de precipitación en la zona baja es de 201 a 216 mm con tendencia moderada de aumento, la zona media de 202 a 18 mm moderada con descenso de lluvias, la zona alta de 38 a 0.0 mm ausencia de lluvias para el año 2050. Los escurrimientos superficiales durante los 51 años presentan ligero descenso en el flujo del caudal de 0.019 m³/año por ausencia de lluvias en su periodo. Por lo tanto, con el ascenso de la temperatura así como la insuficiente cantidad de lluvia, causará la baja disponibilidad de agua en los nacientes andinos occidentales a su vez en el descenso de la recarga en los acuíferos, lo cual estarían experimentando alteraciones que podrían estar repercutiendo en los más sensibles génesis naturales de acuerdo a la tendencia señaladas, así como brotes de nuevos microorganismos, para lo cual se identificaron las zonas potencialmente que podrían ser afectadas por las alteraciones climáticas.

El presente estudio, es de múltiples determinaciones, desde la óptica cualitativa sobre el tema de modelos como escenarios en cambio climático, a efectos de que las capacidades científicas puedan desarrollar en métodos y análisis de vulnerabilidad acorde a las consecuencias que se presentan en el altiplano puneño, a fin de aplicar medidas de adaptación más eficientes.

CAPITULO I

PROBLEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la investigación

A lo largo de la historia de la humanidad, los efectos del cambio climático han modificado los paisajes como las actividades humanas, desde los inicios de la era industrial (1750) se utilizó la combustión masiva de energías fósiles (carbón, gas, petróleo), para lo cual estamos experimentando un considerable aumento de concentraciones de gases de efecto invernadero, incluyendo la concentración del dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera (IPCC, 2007).

La concentración creciente de GEI conduce a la alteración radiactiva relevante del planeta. Según el Quinto informe del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) la temperatura de la superficie de la Tierra se ha incrementado en 0.85°C durante el siglo XX, atribuido principalmente al efecto invernadero antrópico. En el futuro el IPCC a partir del año 2014 predijo que la temperatura global del planeta aumentará en 1.1°C a 6.4°C al año 2100, relativo al período 1980 - 1999 según los distintos escenarios y modelos utilizados.

El Perú tiene una extensión de 1'285,215 Km² de área, conformadas de 159 cuencas denominadas unidades hidrográficas las que conforman tres grandes vertientes: vertiente del pacífico con 21.80% del territorio con 62 cuencas, vertiente del Atlántico con 74.60% del territorio con 84 cuencas y vertiente del Titicaca 3.60% del territorio con 13 cuencas, también tiene 35 climas así como 84 zonas de vida (Ministerio del Ambiente, 2013).

Los cuales, el país concentra el 71.0% de los glaciares tropicales de los Andes, habiéndose registrado un total de 3,044 glaciares equivalente a 2,042 Km² de extensión con 56,151 Km³ de volumen de agua, dichos casquetes de hielo se están derritiendo en forma progresiva como acelerada, estimándose que en un lapso de diez a quince años la mayoría de ellos habrán desaparecido con ello dejado de aportar el agua resultante de su fusión; cuyos efectos perversos guardan relación directa con el incremento de la temperatura media del planeta ésta, con la emisión de gases efecto invernadero (CONAM, 2005).

La cuenca hidrográfica llave, constituye un espacio geográfico con un significativo potencial de recursos naturales, los más importantes por su biodiversidad, sin embargo, en los últimos años el cambio climático ha causado un severo incremento en la temperatura global así como en el aire superficial, dicho cambio se atribuye a la contaminación ambiental de las grandes ciudades además ciudades industriales, por la introducción y concentraciones de gases de efecto invernadero, provocando a su vez una alteración del ciclo hidrológico, por ende, el comportamiento aleatorio alternándose sin concierto alguno, períodos con prolongadas ausencias de lluvias, a su vez van en aumento las manifestaciones adversas por las lluvias ocasionales intensas, provocando la

pérdida de suelo por la erosión así como la desertificación, elementos que son el sustento de todos los ecosistemas terrestres, (Díaz Padilla, y otros, 2008).

Así mismo, los nacientes andinos, ríos como también el descenso del manto freático enfrentan la amenaza de la disminución así como la pérdida del volumen de agua disponible año a año; en tal escenario estos elementos afectan sustancialmente la disponibilidad de agua para el desarrollo de la biodiversidad, razonablemente directa del cambio climático, muy probablemente se eleve aún más la temperatura media lo que puede provocar que disminuyan sustancialmente las lluvias por consiguiente el escurrimiento natural de los ríos y las recargas de los acuíferos (ANA, 2009).

Por lo tanto, en el futuro cercano por el posible cambio climático, la vulnerabilidad y las condiciones de vida en la cuenca llave, serían afectadas, principalmente la actividad agropecuaria que es el principal sustento de la población que dependen para producir de las aguas provenientes de las lluvias, lo cual no está en condiciones de reponer sus medios de vida, si éstos son afectados por el cambio climático global. Razón por el cual, es necesario atenuar los impactos negativos de eventos extremos y adaptarse al cambio climático es uno de los desafíos fundamentales al año 2050, para minimizar las pérdidas de la biodiversidad así como la economía de los pobladores del altiplano puneño.

¿Cuál es el comportamiento espacial y temporal de la temperatura y precipitación en la unidad hidrográfica del río llave?

¿Cuál es la relación entre los efectos del cambio climático y el comportamiento espacial y temporal de la temperatura y la precipitación en la unidad hidrográfica del río llave?

¿Cuáles son los efectos del cambio climático sobre el comportamiento de los recursos hídricos en la unidad hidrográfica del río llave?

1.2. Justificación

El fenómeno global del cambio climático, está provocando la progresiva disminución de la disponibilidad de agua, hay que tener presente que este fenómeno nos está afectando en forma significativa cuando el calentamiento medio del planeta, ha llegado tan sólo a 0.85 °C que, los pretendidos esfuerzos por contener la emisión de gases efecto invernadero, se encaminarían a alcanzar que dicha temperatura media del planeta se situé en 1.1 °C a 6.4 °C al año 2100, poniendo en riesgo a la sociedad humana (IPCC 2014).

La limitada disponibilidad de agua, reducida vegetación, la baja temperatura media, la variedad de flora y fauna, son características más conocidas en la cuenca hidrográfica del río llave. Sin embargo, en los últimos años se denotan prolongados periodos secos, a su vez van en aumento las manifestaciones adversas por las lluvias ocasionales intensas así como la pérdida de suelos por erosión, elementos que están afectando los ecosistemas terrestres de la cuenca (ANA, 2009).

Los nacientes andinos, ríos, bofedales, y los acuíferos enfrentan la amenaza de la pérdida del volumen de agua disponible, por la limitada precipitación pluvial a su vez causa la falta de los escurrimientos superficiales; lo abrupto de la

topografía en las zonas altas de la cuenca, así mismo sus extensas planicies convierten su gestión sustentable en un problema difícil de regular y controlar para su uso sostenido como también eliminar los efectos nocivos de su exceso, causa frecuente de los desastres naturales (ANA, 2009).

En la cuenca llave, una de las consecuencias directas del cambio climático, es que muy probablemente se incremente aún más la temperatura media lo que puede provocar que se limiten las lluvias afectando las recargas de los acuíferos y el escurrimiento en los cauces provocando así la baja disponibilidad de agua para el ecosistema, la producción y el consumo humano.

En el presente se evaluará múltiples determinaciones, desde la óptica cualitativa sobre el tema de modelos como escenarios en cambio climático, a efectos de que las capacidades científicas puedan desarrollar en métodos y análisis de vulnerabilidad acorde a las consecuencias que se presentan en el altiplano puneño, a fin de aplicar medidas de adaptación más eficientes.

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivos General

Evaluar los efectos del cambio climático sobre los elementos termoplumiométricos en la cuenca llave.

1.3.2 Objetivo Específico

1. Analizar el comportamiento espacial y temporal de la temperatura así como la precipitación en la cuenca llave.
2. Evaluar la relación entre el cambio climático y el comportamiento de la temperatura así como la precipitación en la cuenca llave.

3. Evaluar los efectos del cambio climático sobre los comportamientos de los recursos hídricos en la cuenca hidrográfica del río llave.

1.4. Hipótesis

1.4.1 Hipótesis General

El cambio climático genera efectos negativos sobre los elementos climáticos termo-pluviométricos en la cuenca llave.

1.4.2 Hipótesis Específico

1. Existen variaciones temporal y espacial en los registros históricos de los elementos climáticos en la cuenca llave.
2. El cambio climático tiene relación directa con el comportamiento de la temperatura e inversa con la de precipitación en la cuenca llave.
3. El cambio climático influye en la variación de los recursos hídricos en la cuenca hidrográfica del río llave.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Marco teórico

En la actualidad existe un amplio consenso científico en que el fenómeno del cambio climático es un hecho inequívoco, causado principalmente por la acción del hombre, (IPCC, 2014), quien ha aumentado las concentraciones en la atmósfera de un grupo de gases de efecto invernadero (GEI), cuyas emisiones han crecido marcadamente desde la revolución industrial. Los efectos adversos del cambio climático son considerados como amenazas cuyos impactos pueden poner en riesgo el desarrollo de los países así como la integridad del ecosistémica a nivel mundial. Numerosas especies vegetales como animales debilitadas ya por la contaminación, la pérdida de hábitat, no sobrevivirán los próximos años (IPCC, 2014).

Los análisis científicos también señalan una tendencia creciente en la frecuencia e intensidad de los eventos meteorológicos extremos en los últimos cincuenta años, también se considera probable que las altas temperaturas, olas

de calor y fuertes precipitaciones, continuarán siendo más frecuentes en el futuro, lo que puede ser desastroso para la humanidad (IPCC, 2014).

Diferentes grupos de investigadores, desde el Instituto Goddard de Estudios Espaciales de la NASA (GISS, por sus siglas en inglés), el Centro Hadley para Cambio Climático del Reino Unido, la Agencia Meteorológica del Japón, así como el Centro Nacional de Datos Climáticos de la NOAA (NCDC, por sus siglas en inglés), han hecho uso de estos datos brutos para producir registros acerca de los cambios en la temperatura superficial del planeta a largo plazo, estos grupos realizan un trabajo cuidadoso para asegurar que los datos no estén sesgados por cosas como cambios en los instrumentos de medición u otros factores que afectan las temperaturas locales, tales como el calor adicional, producto del crecimiento; estos análisis muestran que la temperatura superficial de la Tierra se ha incrementado en más de 0.8°C (1.4°F) durante los últimos 100 años; la mayor proporción de este incremento se dio durante los últimos 35 años (Espinoza, 2011).

Un incremento en la temperatura de 0.8°C puede no parecer mucho si se piensa en las fluctuaciones diarias o estacionales, pues es un cambio significativo cuando se piensa en un incremento permanente promediado a través del planeta entero, considérese, por ejemplo, que 0.8°C es mayor que las diferencias de temperatura entre Washington, DC y Charleston, Carolina del Sur, que se encuentra a más de 450 millas al sur, así mismo considérese un decremento de tan sólo 5°C (9°F) en la temperatura mundial promedio es la diferencia entre el clima de hoy día y una era glacial (IPCC, 2007).

El total mundial anual de emisiones de GEI antropógenas, ponderado mediante los PCM a 100 años, ha aumentado en un 70% entre 1970 y 2004. Por efecto de las emisiones antropógenas, las concentraciones de N₂O en la atmósfera sobrepasan actualmente con mucho los valores de la era preindustrial a lo largo de miles de años, los de CH₄ y CO₂ exceden también con mucho de los valores naturales existentes en los últimos 650.000 años.

Los cambios experimentados por los fenómenos extremos, como las sequías, los ciclones tropicales, las temperaturas extremas o la frecuencia e intensidad de las precipitaciones, son más difíciles de analizar a su vez de monitorizar los promedios climáticos, ya que requieren series temporales de datos más prolongadas, resoluciones espaciales y temporales más altas (Amador J, y Alfaro E, 2009).

Es probable que algunos sistemas, sectores, regiones resulten especialmente afectados por el cambio climático. Los sistemas como sectores son: ciertos ecosistemas (tundras, bosques boreales, montañas, ecosistemas de tipo mediterráneo, manglares, marismas, arrecifes de coral, el bioma de los hielos marinos), las costas bajas, los recursos hídricos en algunas regiones secas de latitudes medias, en los trópicos, subtropicos secos y en las áreas que dependen de la nieve el hielo fundidos, la agricultura en regiones de latitud baja, la salud humana en áreas de escasa capacidad adaptativa. Cuyas regiones son: el Ártico, África, las islas pequeñas, los grandes deltas de Asia (Smith & and Murphy, 2007).

2.1.1. Calentamiento global

Desde los albores de 1820, los científicos empezaron a apreciar la importancia de ciertos gases en la regulación de la temperatura sobre la tierra, los gases de efecto invernadero que incluyen dióxido de carbono (CO_2), metano, óxido nitroso así como vapor de agua, actúan como una cubierta en la atmósfera, manteniendo atrapado el calor en la atmósfera baja. Si bien los gases de efecto invernadero representan sólo una pequeña fracción de la atmósfera de la Tierra, su presencia es crítica para mantener al planeta lo suficientemente caliente como para mantener la vida tal como la conocemos. He aquí cómo opera el “efecto invernadero”, conforme la energía del Sol llega a la Tierra, parte de ella es reflejada nuevamente hacia el espacio, pero la mayor parte es absorbida por la tierra y los océanos (Cigarán, 2005).

En 1824, el físico Francés Joseph Fourier, fue el primero en sugerir que la atmósfera de la tierra podría estar actuando como un aislante de cierto tipo. Hacia 1850, el físico Irlandés John Tyndall, fue el primero en mostrar el efecto invernadero, demostrando que el vapor de agua y otros gases atmosféricos absorben el calor radiante de la tierra.

En 1896, el científico Sueco Svante Arrhenius, fue el primero en calcular el poder térmico del exceso de dióxido de carbono, a partir de sus cálculos, Arrhenius predijo que si las actividades humanas incrementaban los niveles de CO_2 en la atmósfera, la consecuencia podría ser una tendencia hacia el calentamiento (Cigarán, 2005).

Los gases de efecto invernadero absorben eficazmente la radiación infrarroja emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera debido a esos

mismos gases, así como por las nubes. La radiación atmosférica es emitida en todas las direcciones, en particular hacia la superficie de la Tierra. Por ello, los gases de efecto invernadero retienen calor en el sistema superficie-troposfera (Donoso, 2005).

Este fenómeno se denomina efecto invernadero. La radiación infrarroja térmica de la troposfera está fuertemente acoplada a la temperatura de la atmósfera a la altitud en que se emite. En la troposfera, la temperatura suele disminuir con la altura. De hecho, la radiación infrarroja emitida hacia el espacio proviene de una altitud cuya temperatura promedio es de $-19\text{ }^{\circ}\text{C}$, en equilibrio con la radiación solar entrante neta, mientras que la superficie de la Tierra se mantiene a una temperatura mucho más alta de $+14\text{ }^{\circ}\text{C}$ en promedio (Jiménez, 2013).

No obstante, durante este mismo periodo hubo variaciones en la temperatura media, debidas a causas naturales, especialmente erupciones volcánicas, las cuales forman una capa de partículas de sulfatos en la atmósfera, que difunden la radiación. La función de los gases en trazas, distintos del dióxido de carbono, que producen efecto invernadero, es casi tan importante como la del dióxido de carbono, al analizar el impacto de estos gases en el conjunto total de efecto invernadero, se debe considerar no solo la magnitud de la concentración, también su importancia radiativa (Valdivia, 2010).

Se estima que el dióxido de carbono contribuye con un 60% al efecto invernadero debido a la actividad humana, el metano con un 25% y los clorofluorocarbonos en 10%. Desde el punto de vista radiativa, se calcula que si se mantiene la tendencia actual, las concentraciones combinadas del dióxido

de carbono más los otros gases que producen efecto invernadero, tendrían un impacto a mediados del próximo siglo, equivalente a la duplicación del dióxido de carbono en relación a su valor correspondiente a la era preindustrial. (Díaz Padilla, y otros, 2008)

A pesar de otros factores, tales como los cambios en la concentración de aerosoles como la vegetación, ejercen una influencia sobre el clima, se considera que la principal causa del cambio climático para el próximo siglo, será debido a los gases que producen efecto invernadero. El ozono, además de su papel como un gas que produce efecto invernadero, desempeña también otra función sumamente importante: absorbe fuertemente la radiación ultravioleta proveniente del Sol. Debido a que esta radiación es muy dañina para la vida, la modificación de la capa de ozono por parte de la actividad humana, es un aspecto de gran preocupación (Vergara, 2011).

Es importante considerar cómo responde el sistema climático a cambios iniciales en la temperatura del aire comparativamente pequeños, que toman lugar sobre territorios extensos. Por ejemplo, el albedo en las regiones cubiertas con hielo así como nieve es, en promedio, aproximadamente dos veces mayor que aquel de las regiones no cubiertas de hielo o nieve. Entonces, la cobertura de hielo reduce apreciablemente la absorción de la radiación solar, como resultado, la baja temperatura del aire en la región congelada, Por lo tanto, la cobertura de hielo no es solamente la consecuencia de condiciones climáticas frías, sino también, en alguna extensión. En este contexto, una reducción del área congelada puede producir un calentamiento climático, lo cual a su vez reduciría aún más el área congelada. (Espinoza, 2011).

La actividad agropecuaria libera gases con efecto invernadero, cuyas consecuencias, además de las ambientales, incrementan los problemas económicos y sociales. Por esta razón el secuestro de carbono aparece como una propuesta que intenta disminuir las actuales tasas de liberación de CO₂, derivado de los sistemas productivos agropecuarios dominantes a nivel mundial (Wang, 2006).

El objetivo de este trabajo fue establecer la importancia que actualmente se otorga al secuestro de carbono, con relación al efecto invernadero; además de la influencia que la agricultura tiene en el secuestro como liberación del carbono orgánico del suelo y la relevancia del mismo en el pool global del ciclo del carbono. También, se entrega una visión de los distintos sistemas agrícolas propuestos (cero labranzas o siembra directa, rotaciones de cultivos), que mejoran la retención del carbono orgánico en el suelo. Finalmente, se discute la cantidad de carbono que puede ser secuestrado mediante la aplicación de diferentes manejos agronómicos. (Sanabria, J., Marengo, J., y Velarde, M., 2010).

La distribución espacial de la precipitación media anual, tiene un patrón decreciente de norte a sur, en general varía de 200 a 1400 mm/año, con valores máximos sobre el lago Titicaca, debido a la influencia propia de la gran masa de agua lacustre, las zonas más lluviosas se encuentran en las cabeceras de los ríos Coata 151 días de lluvias, y Ramis con valores entre 800 a 1000 mm ésta disminuye paulatinamente en la región del altiplano y hacia el sur 40 días de lluvia (Amador J, y Alfaro E, 2009).

2.1.2 Cambio climático

El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales, a forzamientos externos o a cambios antropógenos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso de la tierra. La Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC) de las Naciones Unidas, en su Artículo 1, define el cambio climático como “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”. La CMCC diferencia, pues, entre el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica así como la variabilidad climática atribuible a causas naturales; Detección y atribución (IPCC, 2007).

El análisis espacial como temporal de las tendencias climáticas para el Altiplano, realizado por García (Valdivia et al., 2010), muestra tendencias al incremento de la temperatura mínima así como máxima, es decir de las temperaturas extremas en los últimos 50 años. Sin embargo, se observan variantes de acuerdo al territorio; así en el Altiplano sur hay una tendencia al enfriamiento de la temperatura mínima, mientras que el Altiplano norte y centro tiende al incremento de la temperatura máxima, es decir al calentamiento. Este mismo estudio no identifica tendencias al cambio en las precipitaciones. García aún analizó 14 estaciones meteorológicas donde sus resultados muestran que con el aumento en la temperatura hay una tendencia al incremento significativo de la evapotranspiración en el Altiplano norte y sur con el consecuente cambio en el régimen climático. En cuanto al futuro, el resultado de los análisis

realizados con el archivo de datos de varios modelos globales, apuntan a que las tendencias observadas persistirán.

El Cambio Climático, viene evidenciándose en la subregión andina por más de tres décadas con un incremento de la temperatura en la región de 0.34°C , que ha intensificado la tendencia del derretimiento de glaciares en Bolivia, Perú, Colombia y Ecuador, donde su futura desaparición compromete la disponibilidad de agua y la generación de energía. Además se indica que los eventos climáticos extremos se han duplicado en el último quinquenio para todos los países de la CAN paralelamente ha aumentado la vulnerabilidad de sus poblaciones. (Amat y León, CAN 2008)

De acuerdo con los resultados mostrados se sabe que a medida que el tiempo transcurra la precipitación y el escurrimiento disminuirán, mientras que la población podría seguir aumentando, lo que incrementaría la demanda del consumo de agua haciendo más vulnerable a diversas zonas del País ante los efectos del cambio climático (CEPAL, 2010)

En el caso de Perú se señala que en los últimos 37 años se han reducido los glaciares en un 22%, lo que implica la reducción del 12% del suministro de agua fresca para la costa donde vive más del 50% de la población del país. Incluso Pablo Fajnzylber, uno de los investigadores del informe, indicó que “Perú ya está padeciendo algunas de las consecuencias atribuidas al cambio climático, y por eso es importante mantener y profundizar todas las medidas de mitigación y adaptación posibles, como parte de una política de estado que sea amigable con el medio ambiente” (MINISTERIO DE AMBIENTE, 2010)

Vargas Paola (2009), el cambio climático es un caso paradigmático de la tragedia de los comunes. De acuerdo con este concepto, un recurso público (la atmósfera) es sobre-explotado debido a que no existen derechos de propiedad bien definidos sobre el mismo (nadie es dueño de ella) y los costos de las acciones individuales no son asumidos de manera privada, sino social.

En este contexto, los países desarrollados y los grandes países emergentes, como China e India, vienen depredando las condiciones atmosféricas y las consecuencias sociales de la emisión de GEI no son asumidas plenamente por ellos, sino que son distribuidas entre todos los países. En esta línea, las políticas de adaptación al cambio climático y mitigación de emisiones de GEI requieren una significativa cooperación internacional.

Lavado Casimiro Waldo S. (2010), Tesis Doctorado UNIVERSITÉ DE TOULOUSE "Modelado del balance hídrico de tiempo mensual para evaluar el impacto del cambio climático en la cuenca amazónica de Perú" concluye: El calentamiento en nuestra área de estudio se estima en + 0,09 ° C por década. Además, los fallos de medios observados en la serie de temperatura en los últimos años 70 coinciden con el tipo de secuencias de eventos "El Niño". Se demostró una correlación negativa entre las temperaturas e índice Pacífico (Índice de Oscilación del Sur, IOS), es decir, las temperaturas más altas durante años de El Niño.

El descenso (resp. Aumento) de lluvias en los Andes (resp. En el bosque tropical de la llanura amazónica) observó (e) desde mediados de los años 90 es compatible con la relación negativa entre la precipitación en los Andes del sur y del gradiente TSM entre el norte y el sur del océano Atlántico tropical.

Enfrente de las anomalías de precipitación entre los Andes y la selva ya se ha comentado (Jones y Carvalho, 2002) en la escala de tiempo intraestacional y con frecuencia están asociados con la activación o romper el monzón sudamericano.

Según Tumi R.A y Tumi R.J (2012), en el estudio “Estrategias de Adaptación Frente al Cambio Climático en Familias Rurales del Altiplano Puneño” la percepción de los comuneros, resulta muy claro que el mayor efecto negativo del cambio climático es sobre su principal recurso (el agua), cuya expresión se da en la reducción drástica de la disponibilidad del agua para el consumo humano, las actividades productivas y el ganado.

Espinoza D., Fernández R. (2011); “Análisis de Tendencia Climáticas en la Región de la Cuenca del Río Sajhuaya” concluye: En la temperatura media a nivel mensual y anual como era de esperar, en la Paz es más evidente la tendencia a presentar incrementos de temperatura en un futuro, como consecuencia del efecto isla de calor que se da en ciudades; en temperaturas máximas presenta cambios significativos a nivel mensual y anual para los periodos observados en cada estación, para el periodo común 1976 – 2009 los cambios son mucho más importantes y evidentes en la estación La Paz, con tendencias a incrementar la temperatura máxima extrema, tanto a nivel mensual como anual, como consecuencia del efecto isla que se da en ciudades; temperatura mínima sobre periodos de observación 1976 – 2009 presentan cambios significativos de temperatura a nivel mensual y anual.

En precipitación las tendencias sobre periodos de 1946 – 2009 y 1976 – 2009 en El Alto, La Paz y San Calixto, solamente en abril se tiene tendencias

significativas leve de aumento de lluvia para el periodo 1946 – 2009; para el mes de setiembre se tiene un gradiente negativo (disminución) en El Alto y San Calixto; para octubre la tendencia es negativa (disminución) en La Paz y El Alto; para noviembre en El Alto se tiene un gradiente positivo; para enero en La Paz y San Calixto se tiene una tendencia positiva (aumento); para febrero en El Alto la tendencia es a un decremento en lluvias; para marzo se tiene un incremento de lluvias en El Alto y La Paz; en junio la tendencia es positiva en El Alto. A nivel anual solo en La Paz la significancia es leve y moderada con una tendencia a incremento de lluvias; todos estos resultados sobre las series cronológicas observadas presentan significancia leve, moderada y fuerte según los test paramétricos y no paramétricos (Espinoza, 2011).

También se analiza que estas tendencias de las temperaturas presentan valores regionales muy particulares que, posiblemente, además de la influencia antropogénica, existan otros aspectos tales como las islas de calor, crecimiento de las ciudades, alteraciones de las propiedades del suelo, deforestación, etc., las que originan comportamientos diferenciados en las tendencias observadas en las estaciones meteorológicas de una misma región. (SENAMHI, 2009)

2.1.3 Variabilidad climática

Es evidente que la variabilidad climática, una de cuyas manifestaciones es la variabilidad de la precipitación, afecta de diversa forma la actividad humana, produciendo impactos socioeconómicos así como ambientales de grandes proporciones. Una forma directa de mitigar o reducir el impacto socioeconómico generado por la variabilidad interanual de la precipitación es el conocimiento previo sus fluctuaciones y tendencias con anticipación de meses.

El clima varía en escalas de tiempo y espacio, a través de los años, desde épocas remotas, se han presentado fluctuaciones del clima en diversas escalas de tiempo, tales fluctuaciones se originan, generalmente, por modificaciones en la forma de interacción entre los distintos componentes del sistema climático como cambios en los factores radiativos forzantes (Pabón, 1998).

La Variabilidad Climática, se refiere a las fluctuaciones observadas en el clima durante períodos de tiempo relativamente cortos. Durante un año en particular, se registran valores por encima o por debajo de lo normal; la normal Climatológica o valor normal, se utiliza para definir y comparar el clima, generalmente representa el valor promedio de una serie continua de mediciones de una variable climatológica durante un período de por lo menos 30 años. A la diferencia entre el valor registrado de la variable como su promedio se le conoce como Anomalía.

El clima varía naturalmente en diferentes escalas de tiempo como en el espacio, dentro de sus fluctuaciones temporales, las siguientes se consideran las de mayor trascendencia en la determinación así como en la modulación de procesos atmosféricos:

Estacional: A esta escala corresponde la fluctuación del clima a nivel mensual. La determinación del ciclo anual de los elementos climáticos es una fase fundamental dentro de la variabilidad climática a este nivel. En latitudes medias, la secuencia de las estaciones de invierno, primavera, verano y otoño es algo común para los habitantes de dichas regiones; en tanto que en latitudes tropicales, lo frecuente es la alternancia de temporadas lluviosas así como

temporadas secas. El planeamiento de las actividades, particularmente las agropecuarias, depende del conocimiento de este tipo de secuencia periódica.

Intraestacional: Este tipo de variabilidad es menos notorio, han sido de las menos estudiadas en nuestro medio (Pabón, 1997). Existen evidencias que, dentro de las estaciones, se presentan oscilaciones que determinan las condiciones de tiempo durante decenas de días o de uno a dos meses.

Interanual: A esta escala corresponden las variaciones que se presentan en las variables climatológicas de año en año. Normalmente percibimos que la precipitación de la estación lluviosa en un determinado lugar, no siempre es la misma de un año a otro, sino que fluctúa por encima o por debajo de lo normal. La variabilidad climática, enmarcada dentro de esta escala, podría estar relacionada con alteraciones en el balance global de radiación. Un ejemplo típico de la variabilidad climática interanual corresponde a los fenómenos enmarcados dentro del ciclo El Niño-La Niña-Oscilación del Sur. (Ropelewski y Halper 1996)

2.1.4. 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 el planeta entero, durante un período de tiempo relativamente largo. El clima de la Tierra depende del equilibrio radiativo que está controlado por factores radiativos forzantes, por factores determinantes por la interacción entre los diferentes componentes del sistema climático (Pabón, 1998).

La radiación solar, es el combustible que pone en movimiento la maquina atmosférica junto con el efecto invernadero, son los factores forzantes del clima de mayor trascendencia. Ahora, los factores determinantes del clima, se refieren a las condiciones físicas como geográficas, que son relativamente constantes en el tiempo como en el espacio que influyen en el clima en aspectos relacionados con la transferencia de energía y calor. Los de mayor importancia son la latitud, la elevación como la distancia al mar.

Los procesos que controlan el clima están directamente relacionados con los de la atmósfera, la superficie terrestre, los océanos, las áreas terrestres cubiertas de hielo, los que se suceden en la biosfera desde luego, con los de la actividad humana. En otras palabras, éstos son los seis componentes del sistema climático. Con la interacción entre estos componentes se registra el intercambio de masa así como la energía a través de ciclos biogeoquímicos, que regulan el clima del planeta. (Montealegre J. y J. Pabón, 2000)

2.2. Elementos y factores climáticos

2.2.1. Precipitación

La precipitación, es toda forma de humedad que originándose en las nubes, llega hasta la superficie del suelo; de acuerdo a esta definición la precipitación puede ser en forma de: lluvia, granizadas, garúas y nevadas; una nube está constituida por pequeñísimas gotas de agua, que mantienen estables gracias a su pequeño tamaño (Villón M., 2002).

2.2.1.1 Precipitación de convección

En tiempo caluroso, se produce una abundante evaporación a partir de la superficie del agua, formando grandes masas de vapor de agua, que por estar más calientes, se elevan sufriendo un enfriamiento de acuerdo a la adiabática seca o húmeda. En el curso de su ascenso, se enfrían según el gradiente adiabático seco ($1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$). o saturado ($0.5^{\circ}\text{C}/100\text{m}$).

Las masas de vapor se acumulan en los puntos llamados células de seguir elevándose hasta llegar a las convección. A partir de este punto, estas masas pueden encontrar condiciones que provocan la condensación para luego la precipitación. Generalmente viene acompañada de rayos que incluyen truenos. Son precipitaciones propias de las regiones tropicales, donde las mañanas son muy calurosas, el viento es predominancia de movimiento vertical del aire. (Villón M., 2002).

2.2.1.2 Precipitación orográfica

Se producen cuando el vapor de agua que se forma sobre la superficie de agua, es empujada por el viento hacia las montañas, aquí las nubes siguen por las laderas de las montañas, ascienden a grandes alturas, hasta encontrar condiciones para la condensación luego la consiguiente precipitación. (Villón M., 2002).

2.2.1.3 Precipitación ciclónica

Se producen cuando hay un encuentro de dos masas de aire, con diferente temperatura así como la humedad, las nubes más calientes son violentamente impulsadas a las partes más altas, donde pueden producirse la condensación

para luego la precipitación. Están asociadas con el paso de ciclones o zonas de baja presión. Todas estas formas de originarse las lluvias, en la naturaleza se presentan combinadas, de modo que una lluvia determinada puede provenir de cualquiera de las formas o de la combinación de ellas. (Villón M., 2002).

2.2.2 Temperatura

La temperatura expresa numéricamente el efecto que en los cuerpos produce el calor originado por el balance entre la radiación emitida así como la recibida. El aire se calienta o enfría a partir del suelo por distintos métodos de transmisión así por los cambios de estado físico del agua atmosférica.

La temperatura de aire en la superficie, es la temperatura comprendida entre 1.25 y 2 metros sobre el nivel del suelo, es diferente a la temperatura del suelo. Generalmente se admite que esta temperatura es representativa de las condiciones a que están sometidos los seres vivos en la superficie de la tierra. (ANA-2009)

2.2.2.1 Régimen de temperatura medias

Las temperaturas medias, ocurren a las diferencias de altitud, exposición a los vientos, al sol e influencia del lago Titicaca, por lo cual existen algunas variaciones en la distribución de la temperatura media del aire en la cuenca. En toda la región alta, las temperaturas medias más bajas se producen en el mes de Julio, mientras que las más elevadas se registran en los meses de noviembre a marzo, por lo general centradas en Enero.

2.2.2.2 Régimen de temperaturas máximas

La temperatura máxima, vendría ser en este caso, la temperatura media de las máximas diarias a nivel mensual de la cuenca, además varía de 12.5°C (zona sur) a 17.5°C (zona noroeste), así mismo el gradiente térmico para la temperatura máxima promedio de la región corresponde a 0.51°C por cada 100 m de desnivel. Durante el año la mayor temperatura máxima se registra en el mes de noviembre.

2.2.2.3 Régimen de temperaturas mínimas

Es la temperatura media de las mínimas diarias a nivel mensual, cuyo registro se verifica la distribución espacial de las temperaturas mínimas acentuándose más en las partes altas de la cuenca, con una variación de -10°C (zona alta - oeste) a 2°C (zona norte), así mismo se deduce un gradiente de temperatura de -1.37°C por cada 100 m de desnivel.

2.2.3 Altitud

Inicia desde el nivel del mar, al que sirve como referencia para ubicar la altitud de los accidentes geográficos; la altitud altera profundamente cualquier tipo de clima, así mismo la temperatura disminuye 0.6° por cada 100 metros, de igual manera la temperatura de montaña no se deben como en los medios polares a la debilidad de la insolación, sino a insuficiencias de la propia atmósfera, la atmosfera enrarecida absorbe menos calor solar; por otro lado, la amplitud térmica diaria es siempre más débil en la montaña que en el llano, de lo que resulta que la amplitud estacional es menor. (Pita, 1997)

2.2.4 Cuenca hidrológica

Cuenca, es el área natural o unidad de territorio, delimitada por una divisoria topográfica (Divortium Acuarium), que capta la precipitación y drena el agua de escorrentía hasta un colector común, denominado río principal. (Vásquez A., 2000).

Según Linsley – Kohler – Paulhus, ciclo hidrológico, se inicia con la evaporación del agua de los océanos. El vapor de agua resultante es transportado por las masas móviles de aire. Bajo condiciones adecuadas el vapor se condensa para formar las nubes, las cuales, a su vez, pueden transformarse en precipitación. La precipitación que cae sobre la tierra se dispersa de diversas maneras. La mayor parte de ésta es retenida temporalmente por el suelo, en las cercanías del lugar donde cae, y regresa eventualmente a la atmósfera por evaporación y transpiración de las plantas. Otra porción de agua que se precipita viaja sobre la superficie del suelo o a través de éste hasta alcanzar los canales de las corrientes. La porción restante penetra en el suelo para hacer parte del suministro de agua subterránea, tanto la escorrentía superficial como el agua subterránea se mueven cada vez hacia zonas más bajas hasta llegar al océano.

Sin embargo, una parte importante de la escorrentía superficial y del agua subterránea regresa a la atmósfera por medio de evaporación y transpiración, antes de alcanzar los océanos.

2.3.- Hidrología

La hidrología versa sobre el agua de la tierra, su existencia así como su distribución, sus propiedades físicas también químicas y su influencia en el

medio ambiente, incluyendo su relación con los seres vivos. El dominio de la hidrología abarca la historia completa del agua sobre la tierra. (Aparicio F. 1997).

2.4. Análisis estadístico

Una vez obtenido de los hidrográmas originales así como de la doble masa, los períodos de posible corrección y los períodos de datos que se mantendrán con sus valores originales, las cuales se modificarán, se procede a analizar estadísticamente tanto en la media como en la desviación estándar. (Villón M., 1983).

2.4.1. Análisis de saltos

2.4.1.1. Consistencia en la media

El análisis de consistencia, es una técnica que permite detectar, corregir así como eliminar errores sistemáticos aleatorios que se presentan en series hidrometeorológicas. La serie analizada debe ser homogénea, consistente a su vez confiable.

Generalmente en los análisis climatológicos se utiliza el término homogeneidad de la serie, en los análisis hidrológicos se emplea el término consistencia pero ambos términos son sinónimos. (Aliaga S., 1981).

Los errores aleatorios se presentan a causa de la inexactitud en las mediciones, mala lectura, mal funcionamiento del instrumento, errores de copia, etc.

Los errores sistemáticos son los de mayor importancia, como consecuencia de los mismos, los datos pueden ser incrementados ó reducidos sistemáticamente y pueden ser naturales (derrumbes, colmatación y erosión de la sección transversal de la estructura de la estación de aforo; en general llamados como desastres naturales); artificiales u ocasionado por la mano del hombre (déficit en la toma de datos, cambio de la estación de aforo, construcción de estructuras hidráulicas, explotación de aguas subterráneas, tala de árboles, etc.). (Villón M., 1983).

Mediante la prueba estadística “T” de students se analiza si los valores promedios (X_1 , X_2) de las sub muestras son estadísticamente iguales ó diferentes con un 95% de nivel de significancia, de la siguiente forma: (Villón M., 1983).

4.1.1.1. Consistencia en la desviación estándar.

El análisis de consistencia en la desviación estándar se realiza mediante la prueba estadística “F” de Fisher, si las desviaciones estándar (S_1, S_2) de las sub muestras son estadísticamente iguales ó diferentes con un 95% de nivel de significancia, de la siguiente forma: (Villón M., 1983).

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1.- Ubicación del ámbito de estudio

La cuenca del río llave tiene un área de 7'794 Km², constituye otra de las unidades geográficas más importantes del sistema fluvial del lago Titicaca, constituida políticamente por las provincias El Collao, Puno y Chucuito, el cual limita:

- Norte : Cuenca hidrográfica del río Illpa
- Sur : Cuenca hidrográfica del río Maure
- Este : Lago Titicaca y la cuenca Zapatilla
- Oeste : Cuenca hidrográfica del Tambo y Locuma.

Geográficamente está ubicado:

- Meridianos : 69° 27' - 69° 70' de longitud Oeste
- Paralelos : 15° 47' – 17° 08' de latitud Sur

Altitud : 3810 hasta 5585 m.s.n.m.

La cuenca del río llave tiene 07 Sub cuencas los cuales son:

CUADRO 1
PRINCIPALES AFLUENTES DE LA CUENCA ILAVE

CUENCA HIDROGRÁFICA ILAVE			
Nombre de la Sub unidad	Área total Km ² (A)	Perímetro total (P)	Longitud del curso principal (L)
Grande	1,846.00	252.85	59.65
Huenque	1,865.70	287.12	68.10
Uncallane	1,689.99	240.25	45.32
Llusta	796.63	167.78	41.80
Condoriri	564.67	106.81	25.60
Chichillapi	734.84	143.60	51.58
Ilave	296.40	97.45	67.07

Fuente: ANA, 2009

3.1.1. Clima en la cuenca llave

La bio-temperatura media anual máxima, tienen un rango de 8 °C a 10 °C, las variaciones estacionales no exceden de 5 °C, es decir es casi uniforme durante el año existiendo mínimas temperaturas en la estación de otoño e invierno llegando por debajo de 0 °C. La cuenca llave se encuentra dentro de un clima frígido de alta montaña con características de clima frío boreal-seco en invierno (DWB) con temperatura media superior a 10 °C, por lo menos durante cuatro meses en épocas de avenida (Clasificación climática de Koppen W.) en épocas de estiaje las temperaturas descienden a -15 °C aproximadamente (ANA, 2009).

Las precipitaciones se presentan entre los meses de diciembre a marzo, tal como consta en los registros históricos.

3.1.2 Fisiografía

La cuenca llave, se ha desarrollado dentro de los procesos exógenos de degradación y agradación o acumulación, cuya secuencia de conformación estaría dada a partir de la presencia del material volcánico basálticos así como sedimentarios de donde se produce una intensa erosión lineal producido por sus cauces, dando lugar a valles en forma de “V” en algunos casos en “U” cuyos fondos alcanzaron las cotas promedio de 3860 m.s.n.m. Finalmente debido a procesos tectónicos así como fenómenos climáticos, se constituyeron los depósitos fluvio – aluviales, fluvioglaciares y coluviales del cuaternario Holocenos (TDPS, 2011).

Así mismo, tiene formaciones de valles, laderas, planicies y terrazas fluviales, producidos por el cauce del río con sus afluentes que se caracteriza por presentar una pendiente moderada, el cauce muestra un desarrollo del tipo meándrico, lo que se manifiesta en una intercalación de meandros con radios de curvatura que oscilan entre 2 a 3 km, el caudal oscila 0.87 a 19.17 m³/seg con ancho promedio de 50.50 m.

En épocas de máximas avenidas, los ríos desarrollan inundaciones en las llanuras, así mismo socavan como erosionan las laderas en ambas márgenes en todo el recorrido del cauce, a su vez las terrazas nos ofrecen una imagen notorio con el marcado del desnivel con relación a sus afluentes, también son erosionados fácilmente por tener materiales inconsolidados (arenas, limos, arcillas y gran cantidad de grava).

La cuenca llave, tiene un cauce natural de 359.12 km de longitud, el cual desemboca al lago Titicaca, se caracteriza como un sistema de cuenca

endorreica, ubicada entre las provincias de Puno, El Collao y Chucuito del departamento de Puno.

El sistema hidrográfico de la subcuenca del río Huenque, nace desde los ríos Coypa Coypa - río Chichillapi - río Llusta baja - río Huenque - río llave, respectivamente.

El sistema hidrográfico de la subcuenca del río Aguas Calientes, se origina desde los ríos quebrada Hualla Apacheta - quebrada Taipicerca - quebrada Mocsoma - quebrada San Miguel - río Samigia - río Malcomayo - río Grande - río Aguas Calientes, este confluye con el río Huenque, los cuales forman el río llave (ANA-2009).

3.1.2.1. Sistema fluvial

Los afluentes principales en la cuenca hidrográfica llave, las cuales discurren en direcciones de S-NE y N-SE con declinación al Este, siendo de gran importancia para la biodiversidad de la cuenca, este río desemboca al lago Titicaca, llevando consigo materiales cuaternarios sueltos como son las gravas, arenas y limos a lo largo del río.

Las terrazas se hallan ubicadas en ambas márgenes derecho e izquierdo de sus ríos, estos fueron formadas al socavarse, así como erosionando los bordes del lecho fluvial, las terrazas están formadas por materiales granulares a su vez finos superpuestas tales como gravas, arenas y suelos finos. Dentro de esta cuenca, se desarrolla la producción agrícola, aprovechando su relieve como sus propiedades físicas de los suelos.

En la cuenca se tiene extensiones de áreas hidromórficas que se mantienen como tal, incluso en épocas de estiaje, se forman debido a una capa impermeabilizante que impide la infiltración del agua. Estos bofedales son de gran importancia para mantener la biodiversidad tanto para la flora como para la fauna (ONERN-1984).

3.1.2.2. Sistema montañoso

Las zonas altas de la cuenca, está constituido por geo formas originadas por edificación tectónica, volcánica y sedimentaria; originadas por denudación muy relacionada con la composición litológica. Podemos distinguir dos clasificaciones dentro de esta cuenca como son las laderas altas, que contempla esencialmente las áreas elevadas que poseen una pendiente mayor a 35° 45° , las áreas que poseen un pendiente menor a 35° con respecto a su relieve se consideran laderas.

Así mismo, al pie de los montes son acumulaciones de materiales inconsolidados que se encuentra en las zonas de unión entre las montañas como planicies, este depositario se produce cuando estas partículas sueltas pierden su energía potencial debido a la disminución del ángulo de la pendiente; de igual manera las cárcavas son las acumulaciones de materiales procedentes de la alteración mecánica seca de las rocas a la salida de una quebrada de la pared montañosa en forma de medio cono, esta geo-forma está constituido por materiales sedimentarios (ONERN, 1984 y INGEMMET, 1993).

3.1.3 Geomorfología

La cuenca hidrográfica llave, está ubicado dentro de la unidad geomorfológica regional conocida como cordillera occidental a su vez altiplano o meseta del Collao, el cual se caracteriza por presentar una topografía variada de tipo montañosa, ondulada, llanura, así mismo está conformada por una cadena de rocas volcánicas, volcans clásticas así como sedimentarias cubiertas por depósitos cuaternarios como son: aluviales, fluviales, coluviales, fluvio-glaciares y residuales.

La evolución geomorfológica de la cuenca, está ligada al levantamiento andino que determinó el afloramiento de rocas volcánicas. La tectónica y la acción climática, esencialmente glacial, han contribuido a configurar la expresión topográfica actual.

3.1.3.1. Cordillera occidental

La cordillera occidental, está ligada a una altiplanicie conocida como puna que en la zona llega a los 4800 m.s.n.m., esta geo-estructura sufrió un fenómeno de glaciación durante el periodo del pleistoceno. Es una planicie sin rasgos fisiográficos macro estructurales, que corresponden a una cuenca de origen continental, así mismo se desarrolla hasta los 4800 m.s.n.m. localiza a una sub unidad denominada “depresión central del lago Titicaca” que se caracteriza por corresponder a una depresión de origen tectónico, que fue rellenada con deposición del cenozoico (Cuaternario – Holocena), en donde la presencia de los ríos y sus cuencas conjuntamente con las cadenas montañosas que afloran, derivan una diversidad de sub cuencas.

La morfología de la cuenca hidrográfica queda definida por su forma, relieve así como su drenaje, para lo cual se han encontrado 06 características diferentes:

Planicie - altiplanicie (A-a).- se caracteriza en la parte baja como se ubica en diferentes zonas de la cuenca hidrográfica del río llave, abarca en total los 431.39 Km² de superficie que representa 5.51% del total de la cuenca, además en esta zona la pendiente de la unidad es muy baja.

Planicie ondulada a disectada - altiplanicie disectada (Ad-c).- se caracteriza generalmente en la parte media y baja de la cuenca, abarcando un área de 337.43 Km² significa 4.31% del total de la cuenca, en estas zonas la pendiente es moderada.

Planicie ondulada a disectada – altiplanicie ondulada (Ac-b).- estas características se ubica en la parte baja, media así como alta de la cuenca, abarca una superficie de 215.85 Km² que figura 2.76% del total de la cuenca hidrográfica del río llave, igualmente la pendiente en estas zonas es suave a moderada.

Colina y montaña - vertiente montañosa y colina moderadamente empinada (Vs1-d).- es la segunda característica geomorfológica que ocupa mayor área de influencia, abarca la parte baja, media así como alta de la cuenca, con una superficie de 3109.43 Km² y 39.70% del total de la cuenca, en estas zonas la pendiente es fuerte.

Colina y montaña - vertiente montañosa y colina empinada a escarpada (Vs1-e).- es la primera característica geomorfológica de la cuenca que ocupa mayor área, abarca en la parte alta, media como baja de la cuenca, en una superficie de 3734.31 Km² significa 47.68% del total de la cuenca, en estas zonas la pendiente es muy fuerte.

Lagunas.- en la cuenca existen áreas pequeñas ocupadas por lagunas naturales, que abarca una superficie de 4.12 Km² representa 0.05% del total de la cuenca llave (ONERN - 1984, ANA - 2009, y Otros).

3.1.4 Geología.

En la cuenca llave, afloran rocas de diferente composición, cuyas edades parten desde el precámbrico al cuaternario reciente, estando compuestas mayormente por rocas sedimentarias así como metamórficas cubiertas por depósitos de rocas volcánicas también depósitos in consolidados modernos.

La estratigrafía está conformado por secuencias de calizas de la formación Ayabacas de la era mesozoica, dentro de la era cenozoica se distingue una secuencias de areniscas como areniscas arcuosicas de la formación Muñani a su vez del grupo Puno respectivamente, el sistema paleógeno – oligoceno se define por una secuencia de material volcánico como son las tobas, cubierta por lavas y brechas volcánicas del grupo Sillapaca, así como areniscas tobaceas del grupo Maure, seguido por una secuencia de materiales como son las brechas de la formación Sencca, a estas se superponen los materiales de recientes como son las suelos constituidos por limos, arenas de la formación Azangaro.

En el sistema cuaternario los suelos no consolidados constituidos por arenas, limo, gravas están representados por los depósitos aluviales y fluviales. En los afloramientos de estas cuencas litoestratigráficas se encuentra marcado los materiales de la morfo estructura del complejo volcánico bencasi, datado en la era cenozoica del sistema neógeno (ONERN-1984, INGEMMET, ANA-2009).

3.2.- Procedimiento del método

3.2.1.- Información cartográfica

Para la información cartográfica, se realizaron en base a las características de la cuenca hidrográfica llave, usando cartas nacionales a escala 1/100000, planos catastrales a escala 1/25000 del sistema TDPS, para luego digitalizarlos utilizando el software Arc Gis, con el cual se sistematizó luego empleado en el presente trabajo.

3.2.2.- Información básica

Para la presente investigación, se han recopilado las informaciones básicas de las investigaciones a nivel de tesis Post Grado, artículos científicos, informes, publicaciones, revistas con la finalidad de sistematizar todas las informaciones para posteriormente categorizarlas.

3.2.3.- Información hidrometeorología

Se recopilaron la información registrada de las estaciones meteorológicas dentro de la cuenca así como de las cuencas vecinas, a su vez con influencia sobre esta; se empleó registros históricos de 51 como de 48 años de precipitación a su vez de temperatura de las estaciones hidrometeorológicas de Mazocruz, Laraqueri, Capazo, Puno, llave, Chilligua, Pizacoma, Acora; dicha información fue proporcionado por el Proyecto Especial Lago Titicaca (PELT) y SENAMHI.

La investigación climática regional, requiere del conocimiento inicial de las condiciones físico-geográficas, datos puntuales medidos observados,

procesamiento, tratamiento, a su vez con análisis de variables meteorológicas a nivel mensual.

3.2.4. Precipitación y temperatura.

La precipitación, es el agua que proviene de la humedad atmosférica que cae a la superficie terrestre, principalmente en estado líquido (lluvia) o sólido (granizo y nieve).

La temperatura máxima, es la oscilación de la amplitud térmica mayor temperatura registrada de un período dado; la temperatura mínima, es la menor temperatura registrada en un período dado. La temperatura media: es la temperatura promedio de un periodo dado.

3.2.5. Análisis de series históricas

La escasa disponibilidad de datos históricos continuos a su vez extensos de precipitación como de la temperatura de la cuenca hidrográfica, limitan la evaluación climática, por ello se recurre a estaciones de las cuencas vecinas de apoyo. Para reponer a estas limitaciones, para el presente estudio sea considerado ocho estaciones distribuidas espaciales como altitudinalmente en la cuenca hidrográfica llave.

3.2.6. Análisis de consistencia de información

El análisis de consistencia de la información, es una técnica que nos permite detectar, corregir como eliminar los errores sistemáticos, a su vez aleatorios que se presentan en series hidrometeorológicas, la serie analizada debe ser homogénea, consistente a su vez confiable.

Para el presente estudio, se realizó el análisis de consistencia de la información de precipitación media mensual, temperatura media utilizando el análisis de doble masa, análisis gráfico, análisis estadístico; basado en el hecho de que un gráfico de los valores acumulados de una estación contra los valores acumulados del promedio de estaciones vecinas consistentes durante el mismo período, debe ser una línea recta siempre que las cantidades sean proporcionales, lo que significa que la causa meteorológica se mantuvo para la estación analizada, un cambio en la inclinación de la recta representa que las condiciones de medición variaron, por tanto es necesario realizar un análisis estadístico para determinar la significancia del cambio de pendiente (Lavado W.,2011).

Para el presente estudio, se han considerado ocho estaciones que se encuentran dentro como fuera de la cuenca, esto debido a la inexistencia de estaciones meteorológicas.

En las estaciones meteorológicas se tienen errores en las mediciones de los datos, los cuales se pueden agrupar en dos tipos:

Error en la medida puntual

Error en la evaluación espacial

Los errores mayormente son intrínsecos a la medición, a su vez inevitables. Los errores en la medición puntual son debidos al instrumento de medición así como a la perturbación aerodinámica (velocidad del viento) en las trayectorias de las partículas de agua causada por el pluviómetro, o debido a la mala operación de los instrumentos; a fin de estimar el error en la medida puntual de la precipitación, se puede decir que:

$$P = P_m + \Delta p$$

Dónde: P : Precipitación verdadera

P_m : Precipitación medida en el pluviómetro

ΔP : Corrección total que debe efectuarse a la precipitación media

Donde ΔP puede descomponerse en errores de operación, instrumento, efecto aerodinámico en las trayectorias de las partículas causados por el instrumento, ubicación del instrumento; la base para estimar la distribución espacial de la precipitación en una cuenca, es la medida puntual registrada en los distintos puntos de la red pluviométrica; la precisión de la evaluación depende de la densidad de la red, la calidad de los instrumentos, instalaciones y observaciones. El error en la estimación espacial de la precipitación se puede descomponer en:

$$\Delta PC = \Delta P + \Delta PG + \Delta PF$$

ΔPC : Error en la evaluación de la precipitación espacial.

ΔP : Error en la medida de la precipitación puntual

ΔPG : Error por no ser suficientemente representativa, la precipitación puntual de la zona

ΔPF : Error en la precipitación de las zonas altas de montañas, donde no hay instrumento y es necesario estimarla, a partir de extrapolaciones de lo que ocurre en las zonas más bajas.

Para obtener una calidad a su vez aceptable los datos puntuales temporales de la precipitación, para su posterior análisis, manejo como su utilización, se siguieron las tres etapas:

Análisis de consistencia, homogenización y regionalización de la precipitación.

Evaluado los ajustes estadísticos, se prosigue con el proceso de completar y extendió los registros históricos de la información hidrometeorológica, para el mismo se utilizó el modelo hidrológico denominado HEC-4 MONTHLY STREAMFLOW SIMULATION, desarrollado por el Hydrologic Engineering Center de los Estados Unidos de América.

3.2.7. Vector Regional (VR)

Para comprobar el análisis de doble masa y el análisis estadístico, se utilizó el software Hydracces, con la finalidad de crear la base de datos hidrometeorológicos, además es un programa completo como homogéneo que permite importar, a su vez guardar varios tipos de datos en una base de formato Access 2000 (office Microsoft), así mismo este programa puede manejar los siguientes datos a nivel instantáneos, horario, diario y mensual.

Los datos cronológicos tales como precipitaciones a su vez temperatura, se organizaron por campos, para así vincular al código de la estación (punto de medición) a un captor (código de la serie observada), la misma que posee propiedades que definen su tipo, unidad, número de dígitos significativos y de decimales, etc. Para lo cual, existen tres tipos de captores:

Captore instantáneos "I" : Los datos son ingresados con fecha y hora libres sin imponer un intervalo de tiempo fijo.

Captoreos diarios “D” : Se ingresa un solo valor por día.

Captoreos mensuales “M” : Se ingresa un solo valor por mes.

Los procesamientos que se realizaron se mencionan: generación de gráficas simples o comparativas, a partir de los datos importados, así como la visualización gráfica, como también agregar datos con varios intervalos de tiempo fijo, desde el minuto hasta el año; pasando por el día, 5 días, 10 días, 15 días y el mes; de igual manera se tiene que elaborar tablas de anuario a nivel diario o mensual, así realizar un inventario de los datos presentes en la base (Lavado W, 2011).

Estableciendo el vector regional, donde se crea un vector de índices anuales o mensuales (caso individualmente) de precipitación como de temperaturas, en base a una serie cronológica de datos temporales ficticios, consecuentes a una estación igualmente ficticia. El VR de índices, toma en cuenta los efectos de la tendencia de las series, los pseudo-ciclos de la zona o región climática que afectan a cada una de las estaciones, verificando de esta manera la homogeneidad temporal de las series; el vector regional de índices anuales como mensuales, lo cual verifica igualmente la homogeneidad espacial de series observadas en las estaciones pertenecientes a la misma zona climática (Espinoza D - Fernández R, 2011 y Lavado W, 2011).

El tratamiento de la información de los índices del vector regional, se basa en una matriz de indagaciones compuesta de los registros anuales o mensuales de la variable meteorológica de μ estaciones con n años de registros con observaciones carentes a ciertas estaciones en ciertos años. Para cada estación se calcula una media que cubre el conjunto de datos de la etapa de

estudio, así como para todos los años, se calcula un índice que será superior a 1, cuando el año presente valores altos (año húmedo o con altas temperaturas) e inferior a 1 cuando el año posea valores bajos (año con déficit de precipitaciones o con bajas temperaturas). El vector regional, toma en cuenta la información de una región que supuestamente es homogénea climáticamente (comportamiento temporal similar).

Automatizado el vector regional del grupo regional de estaciones, la crítica de los datos se facilita grandemente, para que se pueda realizar: evaluar la calidad de los datos de una estación así como su pertenencia al grupo regional, mediante diversos parámetros estadísticos (i. e. coeficiente de correlación, error relativo, desviación estándar) correspondidos por el vector regional.

Comparar como evaluar gráficamente el comportamiento de las estaciones dentro de un grupo y entre grupos, trazando el vector regional del grupo de las estaciones que lo componen, así como las curvas doble acumuladas. Esto permite identificar rápidamente los quiebres a su vez los datos anómalos.

La característica del vector regional, depende de la calidad de los datos de la entrada, aunque los algoritmos usados intentan minimizar la influencia de los datos erróneos. El vector calcula a la salida “la contaminación” por los errores que existen en los datos de origen. Si se eliminan o corrigen gradualmente los datos incoherentes más evidentes en los datos de entrada, se llegará a un vector regional de buena calidad. Cuando el VR es de buena calidad, se emplea para reconstruir datos carentes, multiplicando el índice regional de un año por el valor medio de la precipitación en esa estación durante el periodo de estudio.

La salida del programa contiene varios parámetros que evalúan la calidad de los resultados, para lo cual se consideró principalmente los siguientes parámetros:

El coeficiente de correlación “r” del índice con las estaciones (>0.70)

El valor de las desviaciones (que se deben mantener dentro de un margen de tolerancia)

Los límites de confianza (inferior y superior) dentro de los que se deben mantener las series interanuales del índice del vector (Espinoza D - Fernández R, 2011 y Lavado W, 2011).

3.3 Análisis de tendencias.

Con el análisis de tendencia, se realizará la evaluación del cambio en el comportamiento de la precipitación así como la temperatura sobre periodos prolongados, sobre las series temporales de la precipitación a su vez de la temperaturas medias extremas en la cuenca llave, así mismo se analizará la tendencia aplicando técnicas estadísticas, denominadas test paramétricos y no paramétricos, también se describe una metodología para evaluar la sensibilidad del análisis de tendencias sobre distintos periodos.

Para el presente trabajo, se identificaron las tendencias en las series temporales con registros de variable climática que pueden comprometerse a distintas causas como: el cambio climático global, por efecto del aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero introducidas por las consecuencias urbanas así como las grandes metrópolis, cambio de uso de la tierra es el caso de la deforestación, urbanización, reforestación, etc. (Lavado W, 2011).

3.3.1 Tests paramétricos.

La prueba paramétrica responde a un modelo matemático predefinido que condiciona la muestra investigada con su población a parámetros estadísticos, la significancia de resultados de este tipo de test dependen de las suposiciones o condiciones estadísticas impuestas:

Estas pruebas se utilizan para cuantificar el cambio en los datos, en este caso cambio en la media o la pendiente de la tendencia, por lo visto estas pruebas son más poderosas que las no paramétricas.

Así mismo, se describe el fundamento matemático estadístico de los 2 test paramétricos aplicados en el presente estudio:

Regresión lineal (test para tendencia)

El Test asume que los datos están distribuidos normalmente; prueba si hay una tendencia lineal examinando las relaciones entre el tiempo (x) así como la variable de interés (y).

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

$$a = \bar{y} - b\bar{X} \quad S = \frac{b}{\sigma} \quad \sigma = \sqrt{\frac{12 \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i)}{n(n-2)(n^2-1)}}$$

Donde:

La S de la prueba estadística sigue una distribución T-Student con n-2 grados de libertad bajo la hipótesis nula (valores críticos de la prueba estadística para varios niveles de significancia se obtienen de tablas estadísticas T-Student).

Este test, asume que los datos están distribuidos normalmente, a su vez que los errores (desviaciones de la tendencia) son independientes y sigue en la misma distribución normal con media 0.

T – Student (test para diferencia de medias de datos en dos periodos)

Este método prueba si los valores medios de dos distintos periodos son diferentes, por lo tanto el test asume que los datos son normalmente distribuidos.

El T de la prueba estadística de Student es (valores críticos de la prueba estadística para varios niveles de significancia se obtienen de tablas estadísticas T-Student):

$$t = \frac{(\bar{x} - \bar{y})}{S \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{1}{m}}}$$

Donde X y Y son las medias del primer como el segundo periodo respectivamente, m y n son los números de observaciones en el primer como en el segundo periodo correspondientemente, así S es la muestra de la desviación estándar de la totalidad m y n observaciones (Lavado W, 2011).

3.3.2 Tests no paramétricos

La prueba no paramétrica, responde a un modelo matemático de distribución libre, que no condiciona la muestra investigada como su población a parámetros estadísticos.

La significancia de resultados de este tipo de test depende de algunas suposiciones o condiciones estadísticas asociadas a este tipo de test, con menor grado de condicionamiento respecto a las pruebas paramétricas:

Datos de series temporales independientes.

VARIABLES DE CONTINUIDAD BÁSICA.

Estos test no requieren de mediciones fuertes, gran parte de estos se aplican a datos de escala ordinal o escala nominal.

Estas pruebas detectan tendencias o cambio, sin embargo no cuantifican la magnitud, además son muy útiles porque la mayoría de las series temporales de datos hidrológicos no se distribuyen normalmente (Lavado W, 2011).

Mann – Kendall (test para tendencia)

Estadísticamente basado en el ranking (número de orden) de dos variables, ampliamente usado en estudios de identificación de tendencias en series de variables hidrometeorológicas en cuanto así son ascendentes o descendentes, sin embargo no cuantifica estas. Además de tendencia detecta saltos.

Los n valores de la serie temporal ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$) son reemplazados por sus filas relativas ($R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$) comenzando en 1 para el más bajo hasta n).

El S del test estadístico es:
$$s = \sum_{i=1}^{n-1} \left[\sum_{j=i+1}^n \text{sgn}(R_i - R_j) \right]$$

$$\text{Sgn}(x) = 1 \text{ for } x > 0$$

$$\text{Sgn}(x) = 0 \text{ for } x = 0$$

$$\text{Sgn}(x) = -1 \text{ for } x < 0$$

Dónde: si la hipótesis nula H_0 es verdadera, entonces S es normalmente distribuida con:

$$\mu=0; \quad \sigma = n(n-1)(2n+5)/18$$

La Z – estadística está dada por: $Z = |S| / \sigma^{0.5}$

Los valores críticos de la prueba estadística para varios niveles de significancia, pueden ser obtenidos de tablas de probabilidad normal, para rechazar o aceptar la hipótesis. Los valores positivos (+) o negativos (-) de S indican una tendencia de aumento o disminución.

Spearman's Rho (test para tendencia)

Es un buen método cuando los datos no tienen distribución normal, especialmente si hay valores extremos.

Este método realiza test basado en rangos, que determina si la correlación entre dos variables es significativa; en dicho análisis de tendencia, una variable es considerada como el tiempo (X_1) años, el otro a las correspondientes series temporales de datos (Y_1).

Los n valores de la serie temporal, son reemplazados por sus filas relativas (comenzando en 1 para el más bajo hasta n) como en la prueba de Mann-Kendall.

El test estadístico ρ_s , es el coeficiente de correlación, obtenido de la misma manera que el coeficiente de correlación de una muestra cualquiera, utilizando rangos:

$$\rho_t = S_{xy} / (S_x S_y)^{0.5}$$

$$S_y = \sum_{i=1}^n \left(y_i - \bar{y} \right)^2$$

$$S_x = \sum_{i=1}^n \left(X_i - \bar{X} \right)^2$$

$$S_{xy} = \sum_{i=1}^n \left(x_i - \bar{x} \right) \left(y_i - \bar{y} \right)$$

Dónde:

X_1 (tiempo), Y_1 (variable de interés), \bar{X} y \bar{Y} se refieren a las filas (\bar{X} , \bar{Y} , S_x , S_y) tienen el mismo valor en un análisis de tendencias.

Para muestras largas, la cantidad está normalmente distribuida con media de 0 y la varianza $\rho_{S, \sqrt{n-1}}$ de 1 (valores críticos para la prueba estadística para distintos niveles de significancia se obtienen de las tablas de probabilidades normal) (Lavado W. 2011).

a. Tendencia de la media

Para ver si la serie presenta tendencia en la media se procedió al cálculo:

Se calculó la tendencia en la media.

Se calculó los parámetros de la ecuación de regresión lineal simple.

Se concluyó que: $Tc \leq Tt$ (95%), el cual indica que no presenta tendencia en la media.

b. Tendencia en la desviación estándar

Se utilizó la tendencia en la desviación estándar, puesto que se trabajó con datos mensuales para el primer y segundo objetivo, con el procedimiento siguiente:

Preparación como su armado de series continuas mensuales a su vez anuales de los datos de precipitación y temperaturas para el análisis de tendencias. Los

datos originales presentan vacíos en algunos meses o periodos, que fueron reconstituidos para poder aplicar test estadísticos usados para el análisis de tendencias. Para el análisis de tendencias de precipitaciones como temperaturas mensuales y anuales, aplicando test estadísticos paramétricos y no paramétricos se utilizó el software Trend (test Mann-Kendall y Sperman's Rho, t-student, autocorrelación y regresión lineal) (Yue et al., 2002).

Después de realizar los procedimientos desde el tratamiento de datos hasta la prueba de bondad de ajuste de las estaciones seleccionadas desde tres puntos de vista, por la longitud de la serie de datos, estaciones con datos faltantes menores o iguales al 15% a su vez por la consistencia o homogeneidad de los mismos, sus análisis respectivo de los datos termo-pluviométricos.

Las variables en estudio, se evaluó su tendencia para ver el comportamiento de dichos valores registrados desde el año 1964 hasta 2011, a fin de poder observar si muestran variaciones respecto al transcurso del tiempo como del espacio (oscilaciones de la temperaturas medias, así como de la precipitación pluvial), mediante test paramétricos y no paramétricos, los resultados se interpretaron considerando los comportamientos de eventos extremos de los elementos frente al fenómeno del cambio climático.

Seguidamente, esta secuencia de estimaciones permitió ver el impacto de cada variable en el modelo como al final se comparó cada uno, también se eligió el mejor modelo según los criterios estadísticos.

Posteriormente, se realizó las interpretaciones de los valores obtenidos de la interrelación de las variables climáticas como el rendimiento hídrico (Lavado W, 2011).

La técnica estadística utilizada para validación de resultados, fue el coeficiente de correlación de Pearson, cuyo estadígrafo es:

$$r \approx \frac{n(\sum f_{xy}d_xd_y) - (\sum f_xd_x)(\sum f_yd_y)}{\sqrt{[n(\sum f_xd_x^2) - (\sum f_xd_x)^2][n(\sum f_yd_y^2) - (\sum f_yd_y)^2]}}$$

Dónde: n= Población o número de observaciones bivariadas, f_x = Frecuencias marginales de la variable X, f_y = Frecuencias marginales de la variable Y, d_x = Desviación respecto a un valor de X, d_y = Desviación respecto a un valor de Y.

Para interpretar el coeficiente de correlación (r) que se obtiene, se tiene como criterio de decisión, la siguiente calificación:

- (+) (-) Correlación inexistente $0.00 \leq r < 0.00$
- (+) (-) Correlación muy baja $0.01 \leq r < 0.20$
- (+) (-) Correlación baja $0.21 < r > 0.40$
- (+) (-) Correlación moderada $0.41 < r > 0.60$
- (+) (-) Correlación alta $0.61 < r > 0.80$
- (+) (-) Correlación muy alta $0.81 \leq r \geq 0.99$
- (+) (-) Correlación perfecta $1.00 \leq r \geq 1.00$

Para la prueba de hipótesis estadística se toma en cuenta lo siguiente:

No existe correlación : $H_0: R_{xy} = 0$

Existe correlación : $H_1: R_{xy} \neq 0$

Se considera un nivel de significancia de $p < 5\%$.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Comportamiento temporal y espacial de la temperatura y la precipitación en la cuenca llave.

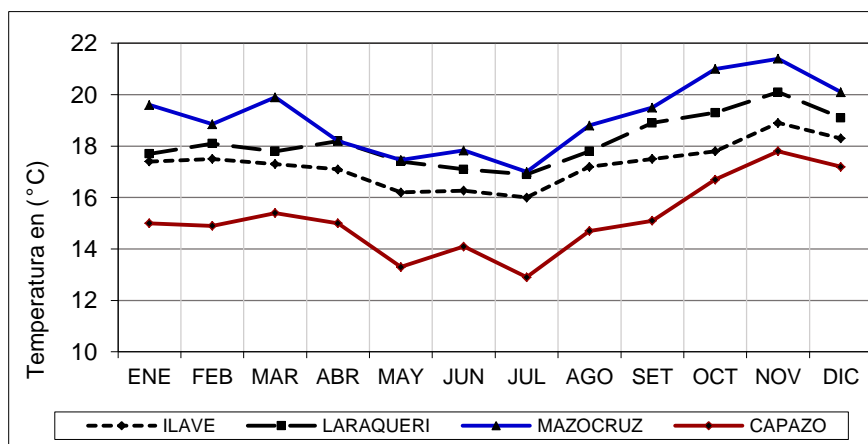
4.1.1. Comportamiento temporal y espacial de la temperatura

El análisis de la temperatura para la cuenca en estudio, reviste con mayor complejidad por el condicionamiento debido a variaciones fisiográficas como mayor o menor altitud, posición geográfica, exposición de vientos fuerte, de igual manera a los factores básicos del proceso de evaporación, la evapotranspiración potencial a partir de la superficie del suelo, etc. Todos estos factores se presentan con diferentes grados de intensidad en el área de estudio, típico del altiplano con temperaturas que oscilan más o menos uniformes.

El análisis de consistencia de la información se realizó mediante el método gráfico a su vez el método estadístico, posteriormente se completaron los datos faltantes del grupo de estaciones, utilizando el software HEC-4 MONTHLY

STREAMFLOW SIMULATION, con periodos registrados en las estaciones base.

FIGURA 1
SERIE HISTÓRICO DE TEMPERATURAS MÁXIMAS MENSUALES



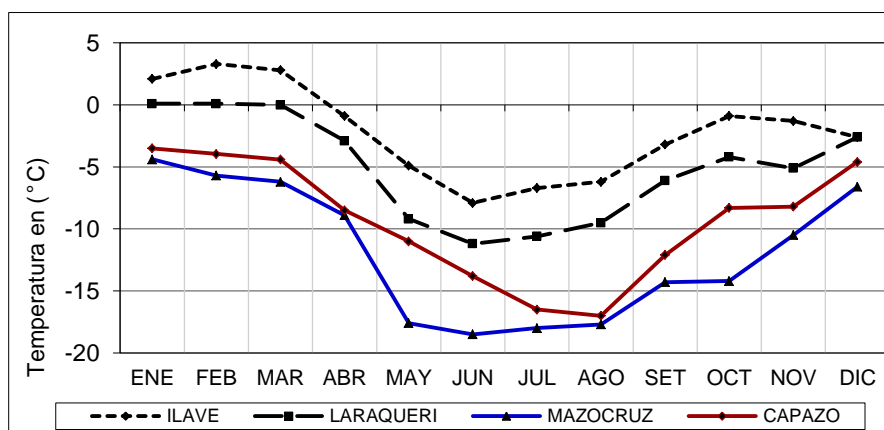
Fuente: Elaboración propio.

De acuerdo a los registros meteorológicos de la cuenca de estudio (fig. 1), las temperaturas máximas extremos se registraron en la estación Mazocruz que presentan entre 21.00, 20.10 y 21.40 °C ocurrieron en los periodos de 1988, 1999 y 2008; seguidamente por la estación Laraqueri con 19.10, 19.30 y 20.10 °C así mismo en los años 2004, 2009 y 2010 respectivamente; así mismo en los años 2004, 2008 y 2009 se de la estación Capazo se registraron temperaturas que presentan en 17.20, 17.80 y 16.70 °C respectivamente.

De igual manera (fig. 2), durante los 48 años las temperaturas mínimas extremas se registró en la estación meteorológica de Mazocruz de -18.00, -18.50, -17.70 °C en los años 1966, 1980, y 2005; seguidamente en la estación de Capazo con -17.00, -16.50 °C ocurridos en los años 2008 y 2009; así mismo en la estación de Laraqueri registra de -11.20, -10.60 en los años 2005 y 2010.

FIGURA 2

SERIE HISTÓRICO DE TEMPERATURAS MÍNIMAS MENSUALES



Fuente: Elaboración propio.

Para el análisis de consistencia de la información termométrica, se realizó con registro climatológico de 48 años (1964 – 2011) con seis estaciones, dicho trabajo se desarrolló a través del análisis de correlación, basado en las suposiciones de las temperaturas medias de las estaciones regionales, que se relacionan entre sí, mediante los índices anuales de vector regional utilizado el software Hydracces, resultando consistente el comportamiento de los registros de temperaturas en las estaciones seleccionadas, además existe una buena correlación entre ésta y los registros de las estaciones de apoyo. El índice anual acumulado para la temperatura media (fig. 3), muestra un comportamiento regional homogéneo, implica que los índices de las estaciones está dentro del límite de confianza, lo que se obtiene una buena calidad de datos teniendo un comportamiento similar.

Seguidamente (fig. 4), para las temperaturas medias muestran un comportamiento regional homogéneo, donde implica que los índices de las estaciones están dentro del límite de confianza, por lo que se tiene una buena calidad de datos a su vez tiene que validarse, ya que tiene un comportamiento

similar. Cabe mencionar la estación meteorológico de Mazocruz presentan años en que el índice queda fuera del límite de confianza del grupo regional, pues significa eventos realmente ocurridos, en este caso las temperaturas medias presentan fuertes oscilaciones; pese a estas condiciones se tomó en consideración por tener una serie continua para ser comparada con las otras estaciones regionales adoptadas para el análisis.

FIGURA 3

SUMA DE LOS INDICES ANUALES DEL VECTOR Y LAS ESTACIONES

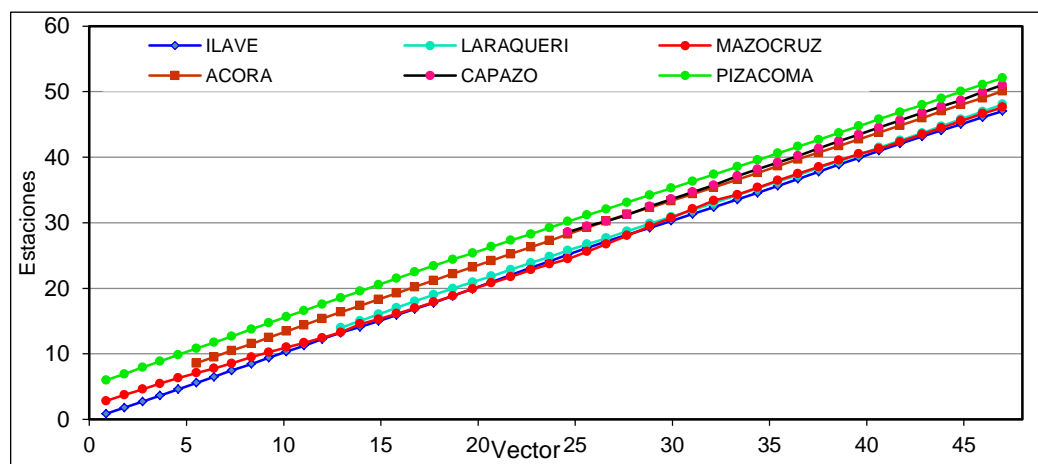
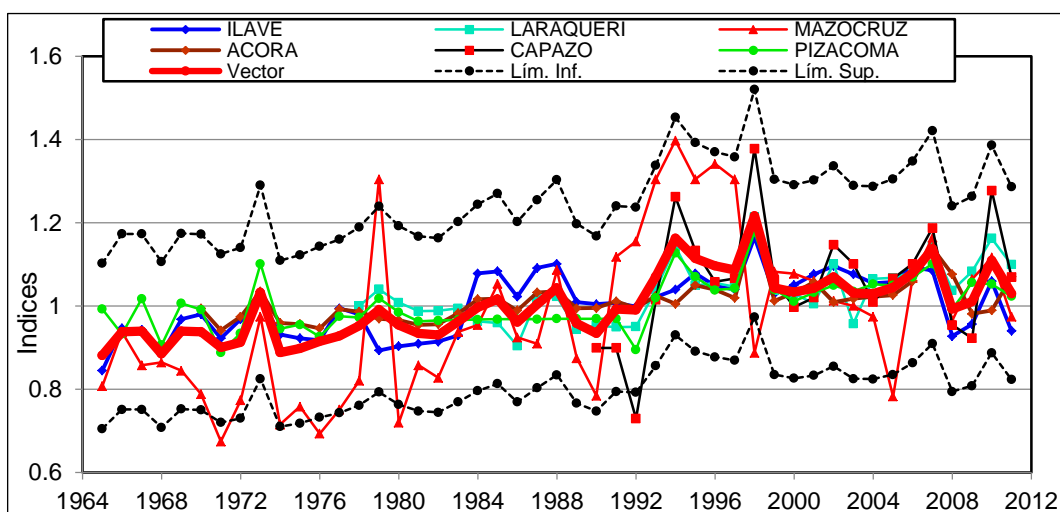


FIGURA 4

ÍNDICES ANUALES DEL VECTOR Y DE LAS ESTACIONES



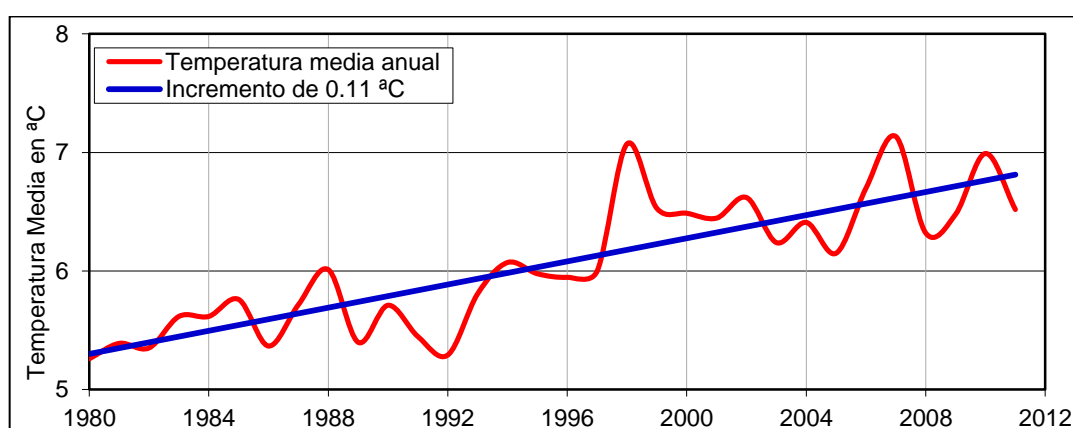
Fuente: Elaboración propio.

4.4.1.1. Variación de la temperatura media anual en la cuenca hidrográfica llave.

El comportamiento de la tendencia de temperatura media en la cuenca llave durante los 48 años (1964-2014) se incrementó en 0.11 °C/década con un nivel de probabilidad de 78.0% por causas del cambio climático, tal como SENAMHI (2009) afirma que, la temperatura media se ha incrementado hasta en 0.2 °C/década en casi todo el territorio nacional, este patrón indica que las regiones más altas están cada vez más cálidas, además estas tendencias observadas se encuentran dentro del rango estimado por el IPCC (2007) para toda la tierra. Así mismo Brack A. (2003) confirma que, desde sus más remotos orígenes, el Perú es un país cuya actividad más importante es la agricultura; efectivamente en la cuenca llave, estas variaciones están cambiando la composición del ecosistema con la alteración de la oferta de agua, causando riesgos en la producción agropecuaria, en especial en la seguridad alimentaria y la vulnerabilidad de la salud del poblador andino, por tal razón, es necesario implementar los procesos de adaptación para reducir los riesgos del cambio climáticos en el sur del altiplano puneño.

FIGURA 5

HIDROGRAMA DE TEMPERATURAS MEDIAS ANUALES: 1980 – 2011



Fuente: Elaboración propio.

Además PNUD (2011) ratifica que, se ha demostrado que la temperatura en la cordillera de los andes ha aumentado en los últimos 25 años entre 0.32 a 0.34 °C por década; de modo que en el altiplano puneño muchas cadenas con glaciares presentan una pérdida de superficie aceleradamente en estos últimos años, por lo que causaría un riesgo en un futuro cercano limitaciones en el recurso hídrico afectando a la producción agropecuaria en ámbitos locales y rurales.

De mismo modo, se realizó la proyección del incremento de los residuales de temperatura media anual al año 2050 para la cuenca llave, en base a series de tiempo con la función pronóstico de tendencia lineal, cuyos resultados presentamos en el siguiente cuadro:

CUADRO 2
PROYECCIÓN DE LA TEMPERATURAS MEDIA AL AÑO 2050

Ubicación	Estación Meteorológica	Temperatura promedio anual	Temperatura media en (°C)	
			Año - 2025	Año - 2050
Zona baja	llave	8.0	9.6	10.3
	Acora	8.1	9.1	9.6
Zona media	Laraqueri	7.0	8.3	9.0
Zona alta	Mazocruz	4.6	6.2	6.9
	Capazo	3.7	4.4	4.9

Fuente: Elaboración propio.

Las temperaturas medias presentan tendencias positivas (cuadro 2), en la zona baja las estaciones de Acora e llave de 1.5 y 2.3 °C por influencias de la ciudad de llave y ciudades circundantes, pues en las urbes se tiene materiales que absorben a su vez retienen calor; así mismo en la zona media la estación Laraqueri presenta ascenso de 1.98 °C en la zona alta las estaciones de Mazocruz y Capazo muestran aumento de 2.3 y 1.2 °C. Sanabria *et al.* (2009) concluye que, la proyección de incremento de temperaturas medias entre 2 a 4

°C en la zona sur del lago, además este incremento relaciona con el aumento del CO₂ a lo largo del siglo 21. Con lo que corrobora los resultados obtenidos en el presente estudio, mientras que el IPCC (2007) muestra resultados muchos mayores sobre el incremento en la temperatura.

Por consiguiente, el IPCC (2014) afirma que, en el tiempo provocará que la evolución anual de la evapotranspiración real sea descendiente, especialmente en el último periodo del siglo, así mismo en las estaciones de primavera a verano se predice que se tendrá los decrementos significativos en la evapotranspiración real; mientras en el invierno se llegará a evapotranspirar de manera considerable, producto de la mayor evapotranspiración potencial causados por la prolongada ausencia de lluvias, lo que acentuará conforme avanza el siglo. De manera que, el clima en la cuenca hidrográfica llave no han llegado a alterar excesivamente en los últimos 22 años, sin embargo, se evidencia un moderado incremento en la temperatura así como en el aire superficial, acentuándose días cálidos a su vez la disminución de días con heladas. En tal escenario, en las zonas baja, media y alta de la cuenca yacería la pérdida de suelos por la erosión a su vez la deforestación, experimentando alteraciones que podrían estar repercutiendo en los más sensibles génesis naturales de acuerdo a la tendencia señaladas, así como brotes de nuevos microorganismos, por lo que se identificaron zonas que pueden ser afectadas por las alteraciones de la temperatura en la cuenca llave.

4.1.2. Comportamiento temporal y espacial de la precipitación pluvial

Para el presente estudio meteorológico, se realizó con la información de los registros históricos proporcionado por el Proyecto Especial Lago Titicaca

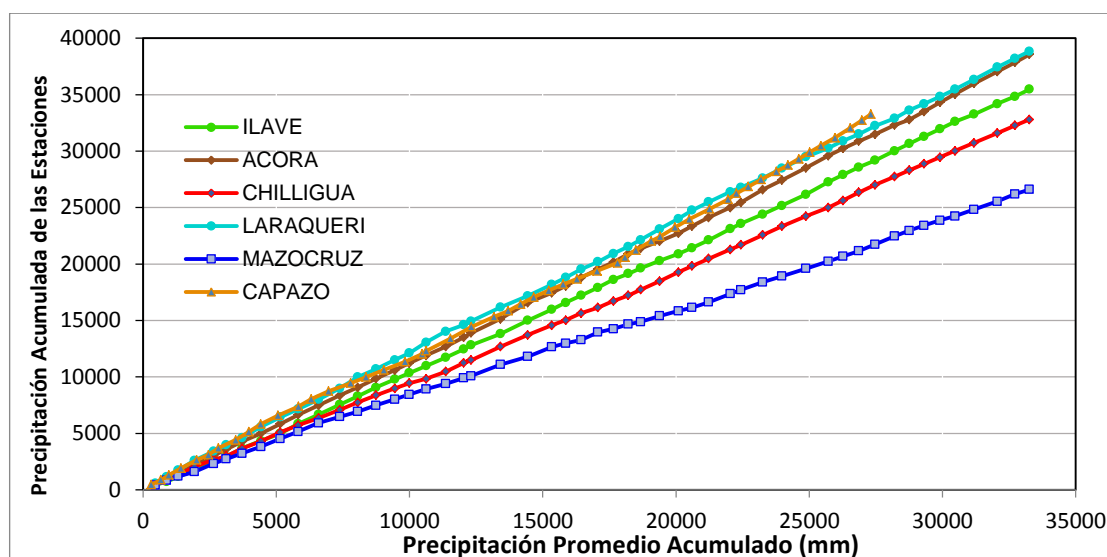
(PELT), sobre la base de la información general de las precipitaciones medias mensuales, de igual manera se ubicaron las estaciones meteorológicas mediante sus coordenadas UTM con aplicación del software Arc Gis; procesando la delimitación de la cuenca hidrográfica y las precipitaciones pluviales, por consiguiente es la información básica para el análisis y modelamiento hidrológico para la generación de series hidrológicas, así mismo para la determinación e identificación de la cuenca del río llave.

En el análisis de consistencia, se realizó la verificación visual mediante el método gráfico, así mismo se corrigieron los registros de los periodos dudosos del grupo de las estaciones, también se consideró que no se debe confundir un salto con un periodo seco así como húmedo, pues significa eventos extremos realmente ocurridos, esto se presentan generalmente en todas las variables meteorológicas.

Procesado el análisis de doble masa (fig. 6), la estación Chilligua es seleccionada como la estación base, por presentar mayor regularidad, es decir, presenta menor número de quiebre, y esto es comparado con la serie de las precipitaciones anuales de las estaciones, así mismo se evaluaron con el análisis estadístico para evaluar la consistencia de información de las series históricas de los datos de la precipitación pluvial media anual.

FIGURA 6

DIAGRAMA DE DOBLE MASA DE LAS PRECIPITACIONES ANUALES



Fuente: Elaboración propio.

La precipitación pluvial se analizó de manera mensual para cada uno de los registros de las estaciones meteorológicas, con el fin de obtener series mensuales sin saltos significativos en los parámetros analizados, la prueba T para las medias y F para la desviación estándar en las estaciones consideradas, las pruebas de hipótesis se hacen al nivel de significancia de 5% con una probabilidad de 95%, lo que muestran estos resultados de las pruebas en el cuadro 3.

De acuerdo a la sistematización de las pruebas estadísticas (cuadro 3), resultaron que no existe diferencia significativa entre medias y los registros de las series históricas de la precipitación pluvial analizados en cada estación de la cuenca hidrográfica del río Ilave.

Del mismo modo, en la desviación estándar también no existe una diferencia significativa en ninguna estación meteorológica, el análisis de doble masa no evidencia mayores quiebres, por lo que se consideran consistentes y por ende

homogéneos los registros de las series históricas de las precipitaciones pluviales.

CUADRO 3
ANÁLISIS DE SALTOS DE LAS PRECIPITACIÓN MEDIA

Estación	Periodo de Análisis	N° Datos	Promedio	Desviac.Es tandar	Consistencia en la Media			Consistencia en la Desviación Estandar		
					T c	T t	Diferencia Signif.	F c	F t	Diferencia Significativa
ILAVE	1964 - 1978	161	55.73	65.7	-0.7945	1.9644	NO	1.1219	1.2537	NO
	1984 - 2014	372	60.86	69.59						
ACORA	1985 - 1995	130	63.19	68.06	-0.4394	1.9666	NO	1.241	1.3002	NO
	1996 - 2014	228	66.72	75.82						
CHILLIGUA	1964 - 1982	228	49.29	62.98	-1.4017	1.9646	NO	1.2223	1.2325	NO
	1983 - 2006	284	57.61	69.63						
LARAQUER	1964 - 1993	360	63.32	72.97	0.0626	1.9639	NO	1.0502	1.2095	NO
	1994 - 2014	250	62.94	74.78						
MAZOCRUZ	1964 - 1992	348	42.76	61.66	-0.3409	1.9639	NO	1.1731	1.2116	NO
	1993 - 2014	264	44.42	56.93						
CAPAZO	1964 - 1980	204	44.34	69.03	-0.075	1.9639	NO	1.0999	1.217	NO
	1981 - 2014	408	44.77	65.82						

Fuente: Elaboración propio.

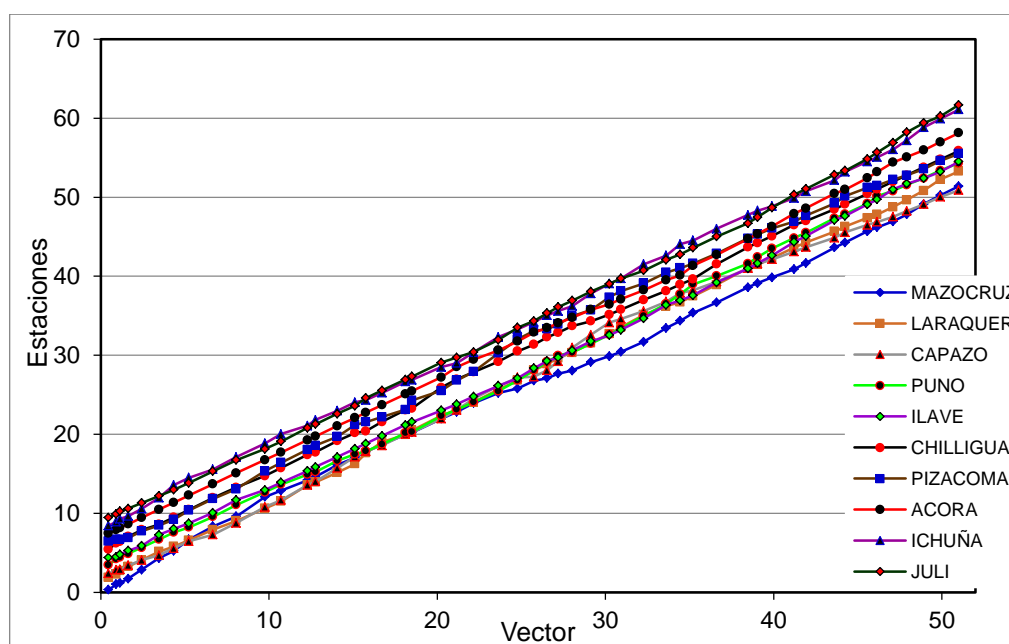
Seguidamente, se corrigieron la información meteorológica de las precipitaciones pluviales mensuales, para luego completar así como extender la información durante los años 1964 al 2014, aplicando el software HEC-4 MONTHLY STREAMFLOW SIMULATION, considerando el periodo de registro de la estación base. Cabe mencionar, la mayor parte de registros se completaron con períodos internos de la serie histórica, señalando que se tiene datos actualizados al año 2014.

Los registros de la precipitación pluvial de la serie histórica de cada estación, se comprobó mediante el diagrama de doble masa con el programa Hydracces, a fin de obtener un resultado adecuado, de acuerdo a la figura N° 7; por tanto, se corrobora que no se tiene cambios en la pendiente de las curvas masa, indicando que la proporción se mantiene entre el acumulado de la estación respecto al acumulado del promedio, por lo que las condiciones que causaron

la ocurrencia de los máximos son comunes para todas las estaciones, así mismo no existieron causas que pudieron hacer variar la tendencia; pues los registros de las diez estaciones son consistentes. Cabe indicar, que se ratifica los datos de la serie histórica de la estación Chilligua como la estación base, por presentar mayor regularidad y por poseer el coeficiente de correlación más próximo a la unidad; el cotejo de la serie de precipitaciones anuales de las estaciones respecto a la estación base, muestran pequeños quiebres, dichos quiebres fueron evaluados con el análisis estadístico en concordancia a la figura.

FIGURA 7

SUMA DE LOS ÍNDICES ANUALES DEL VECTOR Y DE LAS ESTACIONES

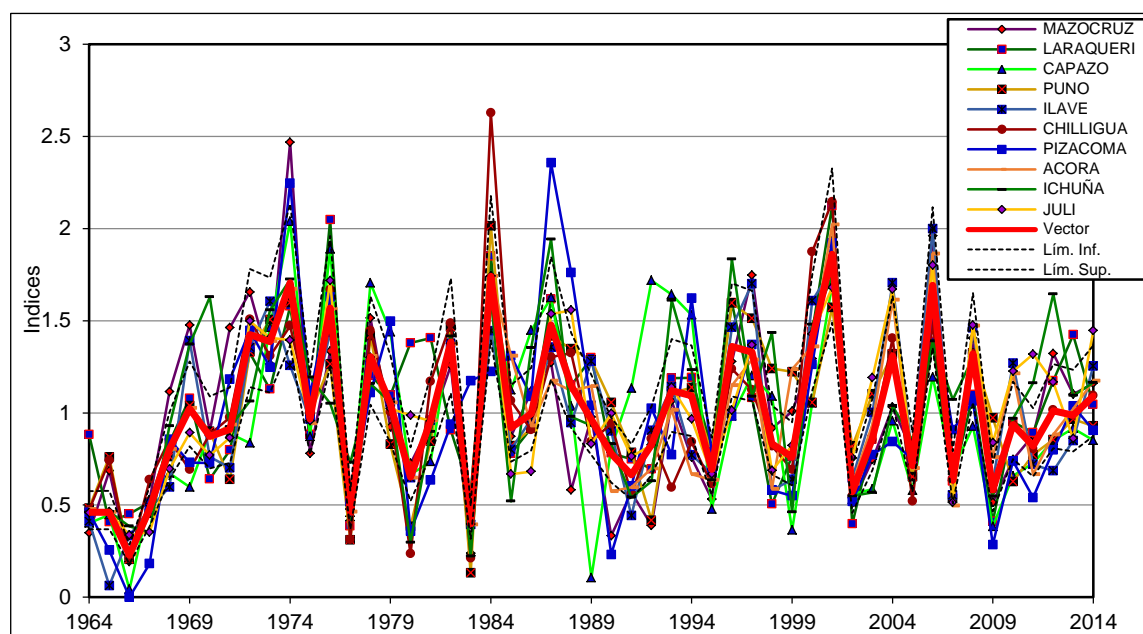


Fuente: Elaboración propio.

Sistematizado el vector regional con el software Hydracces, las estaciones seleccionados en el grupo (figura 8), se evaluó la calidad de los registros con los parámetros estadísticos, también se evaluó gráficamente el comportamiento de las estaciones dentro del grupo y entre grupos, así trazando el vector

regional que lo compone como las curvas doble acumuladas, que permite identificar los quiebres así como datos anómalos.

FIGURA 8
ÍNDICES ANUALES DEL VECTOR REGIONAL Y DE LAS ESTACIONES



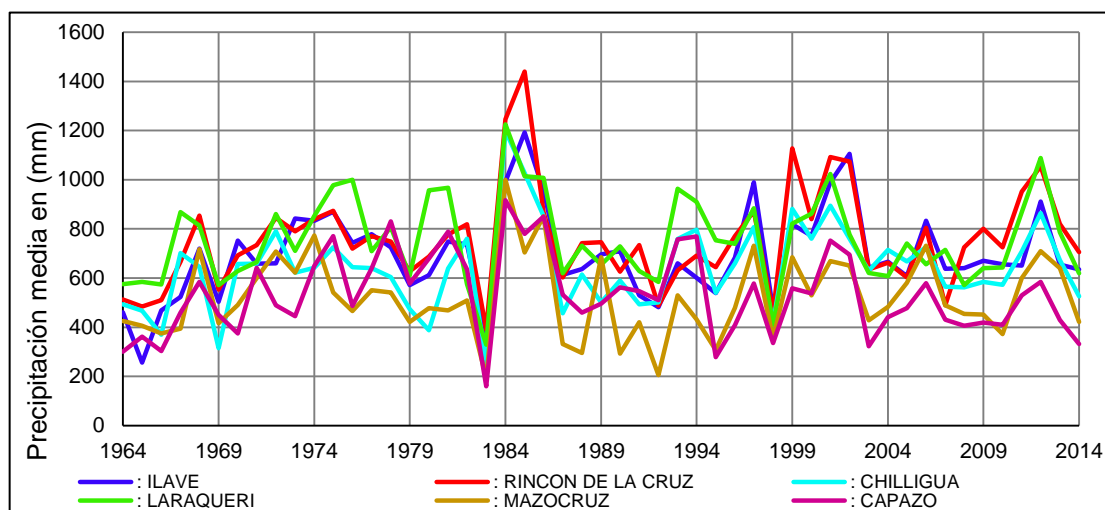
Fuente: Elaboración propio.

En general, se observa que el comportamiento hidrológico es relativamente homogéneo, salvo en algunas estaciones de Capazo, Pizacoma y Mazocruz presentan años que el índice queda fuera del límite de confianza del grupo. Sin embargo, los registros de series históricas de datos de las estaciones en estudio tiene una correlación entre ellos, además se consideró por tener una serie continua y extendida para ser contrastada con las demás estaciones adoptadas para el análisis; lo cual implica que dichos valores de los índices de las estaciones están dentro del intervalo de confianza para trabajar con los registros de series históricas, mostrando eventos extremos realmente ocurridos.

La precipitación ponderada para la cuenca hidrográfica del río llave, en donde la época de lluvia inicia en el mes de setiembre con precipitación máxima hasta

de 61.16 mm, también con precipitación media de 14.46 mm, a su vez precipitación mínima de 0.01 mm ocurridos durante los años 1964 al 2014; los meses con presencia pluvial son de enero, febrero, marzo con precipitaciones máximo de (314.70, 274.40 y 219.70 mm) también con precipitación media registradas (160.60, 137.10 y 103.20 mm), a su vez precipitación mínima (37.34, 39.10 y 28.16 mm) respectivamente; denotándose los meses de mayo a agosto con precipitación pluvial más bajas conocida como época de estiaje.

FIGURA 9
PRECIPITACIONES PROMEDIOS ANUALES (1964-2014)



Fuente: Elaboración propio.

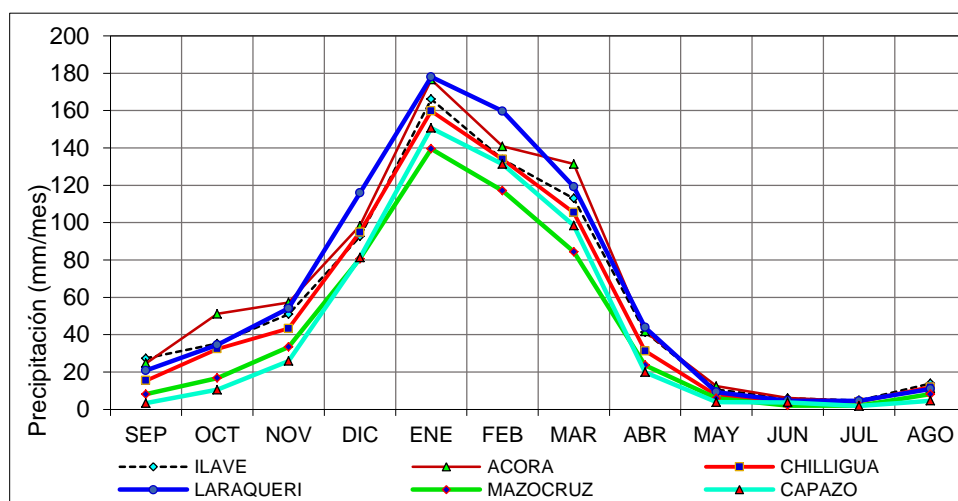
Analizando visualmente la distribución temporal de toda la información disponible (figura; 9), donde se observa durante los 51 años hidrológicos la estación Acora registro el año más intenso en precipitación pluvial ocurridos en los años 1984 – 1985 con 1245.60 a 1440.70 mm; seguidamente por las estaciones de Laraqueri como Chilligua fue en el año 1984 registraron 1224.90 y 1199.70 mm respectivamente; en la estación meteorológica de llave se registró 991.50 y 1192.40 mm en el periodo 1984 – 1985.

Sin embargo, durante los 51 años hidrológicos las estaciones meteorológicas con menos intensos de precipitaciones pluviales se registraron en las estaciones de Capazo, Mazocruz y Chilligua con 160.10, 194.20 y 251.50 mm en el año 1983; seguidamente en 1992 la estación meteorológica de Mazocruz registró 205.70 mm.

A nivel interanual, tal como afirma SENAMHI (2010), los años más lluviosos en los últimos 51 años fueron en 1984, 1985 y 1986. Las lluvias del año 1985 con la precipitaciones pluviales medias anuales muestran incrementos entre el 20 y 85% al norte de la región, entre el 20 y 50% en la región media, en el sur de la región es entre 0.0 y 50%, no obstante, el año 1983 fue el menos lluvioso, con una precipitación inferior al 50% del promedio multianual en el conjunto del sistema. En ambos casos los pobladores del altiplano puneño perdieron cuantiosas divisas económicas de sus actividades agropecuarias.

En resumen, ponderamos las precipitaciones medias mensuales del grupo de estaciones pluviométricas, (figura 10) con fines comparativos para el periodo estudiado, en donde nos permite identificar mes a mes el periodo donde se ha obtenido medias de lluvias más altas así como más bajas, lo cual se tiene una idea inicial de las tendencias; registrándose las estaciones de Laraqueri y Acora con precipitaciones medias mayores en la precipitación mensuales de la cuenca hidrográfica de llave.

FIGURA 10
SERIE HISTÓRICA DE PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL



Fuente: Elaboración propio.

4.4.2.1. Variación de la precipitación media anual en la cuenca hidrográfica llave

Evaluando la precipitación pluvial durante 51 años (1964-2014), presenta tendencias al descenso de 0.049 mm/año con un nivel de ocurrencia al 31.19% para los cuales señalamos que no hubo cambios significativos fuertes en las lluvias; no obstante, se presentan cambios en los patrones de precipitación por causa del cambio climático. De igual manera, se realizó el diagnóstico desde los años 1964 hasta 1989 obteniendo una precipitación promedio de 0.55 mm/año, de manera simultánea para el último periodo desde 1990 hasta 2014 alcanzando en 0.141 mm/año, por consiguiente, de acuerdo a los registros meteorológicos proporcionados por el SENAMHI en la primera temporada hubo lluvias extremas, específicamente en los años de 1984 a 1986 ocasionando graves inundaciones a los ribereños de la cuenca hidrográfica, mientras en la segunda temporada se produjeron niveles de lluvias regulares a decrecientes, presentándose variaciones interanuales, es decir en una tendencia a una sucesión de años húmedos y secos. Por lo tanto, el IPCC (2014) sostiene que,

el calentamiento en el sistema climático es inequívoco con incremento de temperatura y los cambios en los patrones de lluvia teniendo en la agricultura un impacto muy profundo en este sector, podrán ocurrir más demanda dado el crecimiento de la población; del mismo modo SENAMHI (2010) afirma que, presentan cambios en la estacionalidad las lluvias con retrasos en el inicio del año hidrológico; en la cuenca llave se observa con mayor persistencia las frecuencias de eventos extremos con prolongados periodos secos que los años húmedos, a su vez acompañan lluvias ocasionales intensos, afectando a la agricultura y la ganadería, por ende a la economía del poblador andino.

De igual manera, se realizó la proyección de las variaciones residuales de precipitación media en la cuenca hidrográfica del río llave, en base a las series de tiempo con la función pronóstico de tendencia lineal, cuyos resultados apreciamos en el siguiente cuadro:

CUADRO 4
PROYECCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MEDIA AL AÑO 2050

Ubicación	Estación meteorológica	Precipitación promedio anual	Precipitación media en (mm)	
			Año – 2025	Año – 2050
Zona baja	llave	696	839	897
	Acora	756	910	972
Zona media	Chilligua	643	786	845
	Laraqueri	756	769	774
Zona alta	Mazocruz	522	549	560
	Capazo	536	474	449

Fuente: Elaboración propio.

La proyección de las precipitaciones pluviales resultaron (cuadro 4), en la zona baja las estaciones de llave y Acora representan de 201 a 216 mm con tendencia moderada ha aumento de lluvia, las estaciones de Chilligua y Laraqueri de 202 a 18 mm moderadas a descenso en la zona media de

precipitaciones, las estaciones de Mazocruz y Capazo obteniéndose de 38 a 0.0 mm que indica ausencia de lluvia para el año 2050. Según el IPCC (2014) define que, en los andes occidentales se presentaran aumento de las manifestaciones adversas por las lluvias ocasionales intensas a su vez con prolongados periodos secos; actualmente al sur de la región Puno en estas últimas décadas frecuentan una disminución de precipitación pluvial entre los meses de setiembre a noviembre así como marzo a abril de acuerdo a los registros meteorológicos del SENAMHI, denotándose el retraso en el inicio del año hidrológico a su vez presentándose periodos cortos de lluvias con eventos extremos de granizadas, nevadas. Por lo tanto, en la cuenca hidrográfica llave se habitúan los cambios de los patrones de precipitación por causas del calentamiento global.

En efecto, los periodos de lluvia en la cuenca hidrográfica del río llave, se visualiza las variaciones con ligeros desplazamientos anuales, el IPCC (2014) sostiene que, las proyecciones dan diferentes resultados en las distintas regiones, lo que hace difícil concluir un patrón espacial de variación en especial en zonas altas. De acuerdo a los resultados obtenidos, las sequias tienden a presentarse más frecuentes en cualquier periodo del tiempo contemplados durante el siglo, como actualmente se presentan las sequías de corta duración de 3 años, los mismos son más frecuentes e intensos en el último periodo, mientras que las de larga duración presentan mayor frecuencia e intensidad hacia mediados del siglo. Por lo que, se evidencia no hay un incremento generalizado de precipitaciones pluviales conforme avanzan los años en la cuenca hidrográfica llave.

4.2. Relación entre el cambio climático y el comportamiento de la temperatura y la precipitación en la cuenca hidrográfica llave.

4.2.1. Relación entre el cambio climático y el comportamiento de la temperatura

Para determinar la relación entre el cambio climático con el comportamiento de la temperatura media, se utilizó el software Trend con la finalidad de evaluar los periodos extensos de las series cronológicas extremas en la cuenca hidrográfica del río llave; mediante el test no paramétrico de Man Kendall y Spearman's Rho, de forma simultánea para el test paramétrico de regresión lineal y auto correlación, en base a técnicas estadísticas, además se evaluaron la sensibilidad de tendencia durante los años de 1964 al 2011.

Para evaluar la tendencia de temperatura media anual, se utilizaron los registros meteorológicos de las estaciones que están ubicadas dentro de cuenca hidrográfica, los mismos se dividieron por zonas: la zona baja conforman las estaciones de llave – Acora, zona media consigna la estación Laraqueri y zona alta integran las estaciones de Mazocruz y Capazo, identificándose el comportamiento de la temperatura de las series de tiempo, tal como se aprecia en el cuadro (5).

Cabe detallar, en la columna de la tabla estadística se muestra las estaciones climatológicas estudiadas, denotándose valores para niveles de significancia de $\alpha = 0.1$, $\alpha = 0.05$ y $\alpha = 0.01$, en la última columna se encuentra los resultados de la prueba, el NS tiene como resultado no significativo, mientras el (S= 0.01) representa estadísticamente significativo.

CUADRO 5

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE TENDENCIA DE TEMPERATURA MEDIA ANUAL

Estación meteorológica	Pruebas	Test statistic	Critical values			Resultado
			(Statistical table)			
			a=0.1	a=0.05	a=0.01	
Ilave	Mann-Kendall	4	1	1	2	S (0.01)
	Spearman's Rho	4	1	1	2	S (0.01)
	Linear regression	5	1	2	2	S (0.01)
	Auto Correlation	4	1	1	2	S (0.01)
Acora	Mann-Kendall	4	1	1	2	S (0.01)
	Spearman's Rho	4	1	1	2	S (0.01)
	Linear regression	4	1	2	2	S (0.01)
	Auto Correlation	2	1	1	2	S (0.05)
Laraqueri	Mann-Kendall	3	1	1	2	S (0.01)
	Spearman's Rho	3	1	1	2	S (0.01)
	Linear regression	4	1	2	2	S (0.01)
	Auto Correlation	2	1	1	2	S (0.01)
Mazocruz	Mann-Kendall	2	1	1	2	S (0.01)
	Spearman's Rho	3	1	1	2	S (0.01)
	Linear regression	3	1	2	2	S (0.01)
	Auto Correlation	5	1	1	2	S (0.01)
Capazo	Mann-Kendall	1	1	1	2	NS
	Spearman's Rho	1	1	1	2	NS
	Linear regression	1	1	2	2	NS
	Auto Correlation	1	1	1	2	NS

Fuente: Elaboración propio.

Efectivamente (cuadro 5), el comportamiento de la temperatura media en las estaciones de Ilave y Acora presentan incrementos significativos por influencias de las ciudades circundante a la zona por concentrar isla de calor, por lo que CONAMA afirma que, este proceso se inicia con la formación de una capa gruesa de gases invernadero, como dióxido de carbono, metano y óxido nitroso, que retienen los rayos infrarrojos en la atmósfera, generando un aumento en las temperaturas sobre la superficie de la tierra, modificando el clima en el tiempo.

Seguidamente en las estaciones de Mazocruz como Laraqueri se tiene una tendencia con ascenso de calor, por lo que Mc Kenzie (2006) define que, la

zona con mayor radiación ultravioleta son en los andes y en el altiplano, debido a dos factores: su cercanía con las líneas ecuatoriales y su altitud, en el verano la radiación incrementa y sus efectos son mayores en la sierra debido al efecto de la altitud, a pesar de tener cielo con nubes; mientras en el invierno, los cielos mayormente están despejados esto hacen más expuestas a la radiación, a consecuencia del calentamiento global por efecto de los gases efecto invernadero, causados por las ciudades circundantes a la cuenca hidrográfica del río llave.

En la estación de Capazo la temperatura no presenta cambios significativos, para lo cual SENAMHI (2010) precisa, en los últimos veinticinco años al sur del país, la temperatura presentan en todos los meses estabilidad o aumento respecto a los valores medios, destacando que este aumento es mayor en los meses centrales del año, especialmente en verano, periodo en el que se produce una mayor pérdida de precipitaciones pluviales, de tal manera en los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre, tiene un incremento de temperatura de 0,3 °C superior en los últimos veinticinco años, a consecuencias del calentamiento global. De igual manera Hofmann y Requena (2013) afirman que, existen serias limitaciones para conocer el comportamiento del clima futuro en las tierras altas (cordilleras y altiplano), debido no solamente a la accidentada topografía, sino que también existen muchas incertidumbres acerca del comportamiento futuro de los fenómenos de El Niño y de La Niña, a estas dificultades se agrega la falta de datos meteorológicos históricos y confiables; en la estación Capazo no se tiene considerables registros históricos, pues se completaron con las estaciones cercanas que pertenezca al

mismo grupo regional climático, logrando así la certeza en la proyección de la temperatura media al futuro.

CUADRO 6
RESUMEN DEL MODELO DE VARIABLES DE TEMPERATURA MEDIA ANUAL,
1990 – 2011

Modelo	R	R ²	R ² cuadrado corregida	Error tip. De la estimación
1	0.883	0.780	0.711	3.49

Fuente: Elaboración propio.

De acuerdo al modelo de la regresión lineal (cuadro 6), se presenta en 0.78, lo cual el coeficiente es próximo a (1) lo que indica que tiene una relación directa alta el incremento de temperatura media con el cambio climático la cuenca hidrográfica llave, es decir en los últimos 22 años hidrológicos tiene relación significativa, que es corroborado por Sanabria (2009), así mismo SENAMHI (2010) proyectó el incremento de la temperatura en todo el territorio nacional.

CUADRO 7
MODELO DE VARIABLES DE TEMPERATURA MEDIA ANUAL, 1990 – 2011

Modelo	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	690.61	5	138.12	11.34	0.00008
Residuos	194.89	16	12.18		
Total	885.50	21			

Fuente: Elaboración propio.

Conforme al cuadro 7, el análisis de la hipótesis mediante la distribución F, en donde $F_c > F_t$ y el resultado de la significancia es casi nulo, el valor de influencia es = 0.00008 que mucho menor al nivel de importancia de 0.05, entonces es altamente significativa los registros de la temperatura durante los últimos 22 años con el cambio climático en la cuenca hidrográfica del río llave; por lo que corroboramos los resultados obtenidos de la temperatura media

anual en el presente estudio, mientras que el IPCC (2007) muestra resultados mucho mayores sobre el incremento en la temperatura.

CUADRO 8
VARIABLES DE PROYECCIONES EN LAS TENDENCIAS DE TEMPERATURA
MEDIA ANUAL, 1990 - 2011

Estación	Coeficiente de Regresión		Coeficiente correlación R	N° Datos	ESTADISTICO T		Comparación	Tendencia Significativa
	Am	Bm			T calculada Tc	T tabla (95%) Tt		
Ilave	7.4053	0.0022	0.1906	576	4.6517	1.9641	[Tc] > Tt	SI
Acora	7.726	0.0016	0.1611	504	3.6573	1.9647	[Tc] > Tt	SI
Laraqueri	-5.4036	0.0834	0.3763	507	9.1272	1.9647	[Tc] > Tt	SI
Mazocruz	4.0042	0.0021	0.1152	576	2.7785	1.9641	[Tc] > Tt	SI
Capazo	3.468	0.0016	0.0521	264	0.8445	1.969	[Tc] < Tt	NO

Fuente: Elaboración propio.

Definimos (cuadro 8), las zonas donde se encuentran las estaciones meteorológicas de Ilave, Acora, Laraqueri y Mazocruz se confirma el incremento de la temperatura relacionado directamente con el cambio climático por concentrar gases de efecto invernadero por influencias de las ciudades circundantes a la cuenca, pues se tienen la presencia de las industrias así como los flujos vehiculares los mismos producen el dióxido de carbono, también se tiene materiales que absorben así como retienen calor, no obstante, están ubicados próximos al lago en el mismo contempla el efecto termorregulador. Simultáneamente la estación de Capazo, no muestra cambios significativos en el calor, tal como afirma SENAMHI (2009), es dependiente de dos factores: la longitud es más frío al oeste que al este por las influencias de las masas de aire húmedo procedentes de la Amazonía, mientras a mayor altitud la temperatura desciende; del mismo modo el Ministerio del Ambiente concluye que, el sector noreste de la región, es el que tiene las temperaturas medias más elevadas de 2.9 °C para 5000 m.s.n.m, seguido por el sureste 0.8 °C, el noroeste de 0.1 °C, finalmente el suroeste de -2.8 °C; de igual manera

para altitudes menores de 4.400 m.s.n.m. el sector noroeste presenta temperaturas superiores a las del sureste. Sin duda alguna en el presente escenario climático en las zonas baja, media y alta de la cuenca se están acentuándose días cálidos y periodos secos alterando el año hidrológico, estas variaciones causan mayores riesgos en la producción agropecuaria, que tiene grave impacto sobre las condiciones de vida del poblador andino ocasionado por el efecto del cambio climático, por lo que es necesario impulsar el proceso de adaptación para reducir la vulnerabilidad ante los riesgos climáticos, con la intervención de las instituciones públicas, privadas así como la participación de la sociedad civil que generará una mayor decisión y acción con la toma de decisiones sobre la mitigación frente a la alteración del clima.

4.2.2. Relación entre el cambio climático y el comportamiento de la precipitación.

Se determinó la relación entre el cambio climático con el comportamiento de la precipitación media de la cuenca llave, utilizando el software Trend con la finalidad de evaluar sobre los periodos históricos extensos de la series cronológicas extremas, mediante el test no paramétrico de Man Kendall y Spearman's Rho, de forma simultánea para el test paramétrico de la regresión lineal y auto correlación, en base a técnicas estadísticas, así mismo se evaluaron la sensibilidad de tendencia sobre las influencias durante los años de 1964 al 2014.

Para evaluar la tendencia de precipitación media anual, se utilizaron los registros meteorológicos de las estaciones que están ubicadas dentro de la cuenca, los mismos se clasificaron por zonas: la zona baja conforman las

estaciones de llave - Acora, zona media las estaciones Laraqueri y Chilligua, zona alta las estaciones de Mazocruz – Capazo, identificándose el comportamiento de las series de tiempo, tal como se aprecia en el cuadro 9.

Cabe detallar, en las columnas de la tabla estadística muestran los resultados de las pruebas para las estaciones climatológicas estudiadas, denotando los valores para niveles de significancia de $\alpha = 0.1$, $\alpha = 0.05$ y $\alpha = 0.01$, en la última columna se define los resultados de la prueba, el NS tiene como resultado no significativo, (S= 0.01) representa estadísticamente significativo.

CUADRO 9
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE TENDENCIA DE PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA ILAVE.

Estación meteorológica	Pruebas	Test statistic	Critical values			Result
			(Statistical table)			
			$\alpha=0.1$	$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$	
llave	Mann-Kendall	0.86	1.65	1.96	2.58	NS
	Spearman's Rho	0.86	1.65	1.96	2.58	NS
	Linear regression	1.38	1.68	2.01	2.68	NS
	Auto Correlation	2.42	1.65	1.96	2.58	S (0.05)
Acora	Mann-Kendall	1.24	1.65	1.96	2.58	NS
	Spearman's Rho	1.23	1.65	1.96	2.58	NS
	Linear regression	1.32	1.68	2.01	2.68	NS
	Auto Correlation	1.86	1.65	1.96	2.58	S (0.1)
Chilligua	Mann-Kendall	1.28	1.65	1.96	2.58	NS
	Spearman's Rho	1.58	1.65	1.96	2.58	NS
	Linear regression	1.43	1.68	2.01	2.68	NS
	Auto Correlation	0.86	1.65	1.96	2.58	NS
Laraqueri	Mann-Kendall	0.37	1.65	1.96	2.58	NS
	Spearman's Rho	0.41	1.65	1.96	2.58	NS
	Linear regression	0.12	1.68	2.01	2.68	NS
	Auto Correlation	1.12	1.65	1.96	2.58	NS
Mazocruz	Mann-Kendall	0.42	1.65	1.96	2.58	NS
	Spearman's Rho	0.51	1.65	1.96	2.58	NS
	Linear regression	0.28	1.68	2.01	2.68	NS
	Auto Correlation	0.29	1.65	1.96	2.58	NS
Capazo	Mann-Kendall	-0.75	1.65	1.96	2.58	NS
	Spearman's Rho	-0.81	1.65	1.96	2.58	NS
	Linear regression	-0.63	1.68	2.01	2.68	NS
	Auto Correlation	1.56	1.65	1.96	2.58	NS

Fuente: Elaboración propio.

En efecto, las estaciones de Acora e llave las lluvias no presentan cambios significativos, mientras en las estaciones de Chilligua, Mazocruz, Laraqueri y Capazo muestran descensos en las precipitaciones pluviales, lo que representa ausencia de lluvias por efecto del cambio climático, para lo cual Nathan Gillett y sus colegas de la Universidad de Victoria (Canadá) demostraron que, existe un cierto efecto invernadero referente a la presión del aire, definiendo: los cambios en la presión de aire pueden tener un efecto importante sobre el clima, lo cual la presión del aire modifica la circulación atmosférica, y por tanto influye en la distribución de la humedad, estos cambios en la circulación atmosférica pueden alterar las precipitaciones, la temperatura, los vientos y probabilidad de tormentas. En la cuenca hidrográfica llave se está presentando variaciones en el régimen de lluvias, es decir, se han incrementado periodos secos que años húmedos produciéndose el estrés hídrico afectando el inicio de la campaña agrícola en el sur del altiplano puneño.

CUADRO 10

RESUMEN DEL MODELO DE VARIABLES DE PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL,
1964 - 2014

Modelo	R	R ²	R ² corregido	Error tip. de la estimación
1.00	0.45	0.21	0.10	14.12

Fuente: Elaboración propio.

De acuerdo al modelo de la regresión lineal (cuadro 10), presenta en 0.21, el citado coeficiente es próximo a (0) lo que señala que tiene una mínima relación directa con el incremento de precipitación media, es decir en los últimos 51 años hidrológicos se tiene descensos de lluvias a su vez variación con el patrón de precipitación por causas del cambio climático, que es corroborado por el

Ministerio del Ambiente (2011) concluye que, las lluvias presentan deficiencias significativas y cambios en el patrón de precipitación, repercutiendo en la producción agropecuaria debido a la baja disponibilidad hídrica que existe; de igual manera el IPCC (2014) afirma que, en América Latina se presentarán consecuencias debidas al cambio climático con los cambios en los patrones de lluvia, podrán ocurrir más sequías dado el crecimiento de la población, por tanto la demanda de alimentos también aumente.

CUADRO 11

MODELO DE VARIABLES PREDICTORIAS DE PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL,
1964 – 2014

Modelo	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	2,274.98	6	379.16	1.90	0.10
Residuos	8,775.02	44	199.43		
Total	11,050.00	50			

Fuente: Elaboración propio.

Conforme al cuadro 11, el análisis de la hipótesis mediante la distribución F con la varianza, podemos comprobar que los registros de las precipitaciones pluviales tiene una influencia significativa, resultando la significancia en 0.10 mayor que 0.05, por tanto, el valor del nivel crítico nos permite afirmar que en los 51 años se tiene descensos de lluvia, a su vez cambios en el régimen de pluviosidad por causas del cambio climático; tal como sostiene Thibeault J. *et al.* (2010) se tiene mayor variabilidad e incertidumbre en cuanto a su comportamiento en su estacionalidad iniciando tardíamente la temporada de lluvia con mayor intensidad en todo el altiplano.

CUADRO 12

VARIABLES DE PROYECCIÓN EN LAS TENDENCIAS DE PRECIPITACIÓN MEDIA
ANUAL, 1964 - 2014

Estación	Coeficiente de Regresión		Coeficiente correlación R	N° Datos	ESTADISTICO T		Comparación	Tendencia Significativa
	Am	Bm			T calculada Tc	T tabla (95%) Tt		
Ilave	53.8836	0.0133	0.0354	612	0.8749	1.9639	[Tc] < Tt	NO
Acora	58.6064	0.0144	0.0361	612	0.8922	1.9639	[Tc] < Tt	NO
Chilligua	49.4423	0.0135	0.0364	612	0.8996	1.9639	[Tc] < Tt	NO
Laraqueri	63.4504	-0.0016	-0.0039	612	-0.0963	1.9639	[Tc] < Tt	NO
Mazocruz	43.3574	0.0004	0.0013	612	0.0321	1.9639	[Tc] < Tt	NO
Capazo	47.787	-0.0103	-0.0272	612	-0.672	1.9639	[Tc] < Tt	NO

Fuente: Elaboración propio.

Concordando (cuadro 12), el comportamiento de las lluvias en las estaciones meteorológicas de Ilave, Acora, Chilligua y Mazocruz, no presentan cambio significativos, a consecuencia del proceso de incremento de la temperatura media en la superficie de aire, por lo que el IPCC (2007) manifiesta, cuantas nubes impactan con el cambio de temperatura las nubes pueden interferir con la radiación que causa el calentamiento global, originados por los gases de efecto invernadero influenciados por las ciudades de Puno, Ilave y demás urbes circundante a la zona. Del mismo modo CONAMA afirma que, el cambio global se entiende como la interrelación de cambios inducidos por los procesos naturales así por la acción humana en el ambiente global, y sus implicaciones en el funcionamiento de los ecosistemas naturales a su vez en la sociedad. Este complejo proceso incluye muchos factores intensamente interrelacionados entre los que destacan las alteraciones en el clima, conocidas en la actualidad como cambio climático. Por lo tanto, la variabilidad del clima, es un hecho constatado (Bates **et al.**, 2008; Chiva y Sala, 1997; Houghton, 2008; Keller **et al.**, 2007; Rosenzweig **et al.**, 2008; Vázquez Abeledo, 2006; Wigley, 2009; etc.)

Mientras en las estaciones de Laraqueri y Capazo, la tendencia es descendente que representa ausencia de lluvias, para el cual IPCC (2014) confirma que, el aumento de las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero se traducirá en cambios en la frecuencia, intensidad como duración de los fenómenos extremos asociados a las precipitaciones. Durante el desarrollo de un episodio hidrológico, el comportamiento de las condiciones meteorológicas en la cuenca hidrográfica llave se alteran, provocando anomalías en el comportamiento de las lluvias principalmente en la vertiente occidental del altiplano, tal como se aprecia en los registros observados por el SENAMHI. Así mismo, en los estudios de Salar de Coipasa define que, por fuera de la zona lacustre, la zona más lluviosa se encuentra en el extremo norte de la región (cabeceras de los ríos Coata y Ramis), alcanzando valores entre 800 y 1000 mm, luego se produce un decrecimiento paulatino de la lluvia en la región del altiplano hasta alcanzar 400 mm en el sector del Mauri, aproximadamente hacia la mitad de la región. Al sur del río Mauri la precipitación sigue decreciendo hasta alcanzar la cifra de 200 mm en el extremo suroccidental (Salar de Coipasa). De la misma manera Donoso M. y Ramírez P. afirman, lo más importante de todo, es que se produce una marcada tendencia descendente en las precipitaciones estivales en todo el territorio de la cuenca llave, perdiendo peso pluviométrico con respecto a otras estaciones, lo que efectivamente se observa de manera clara, que refleja el peso porcentual de cada mes sobre el total de la pluviosidad anual.

4.3. Los efectos del cambio climático sobre los comportamientos de los recursos hídricos en la cuenca hidrográfica llave.

4.3 1. Comportamiento de la descarga en la cuenca hidrográfica llave

La cuenca llave, nace en las faldas de las cordilleras occidentales entre los 4,000 a 6000 m.s.n.m., alimentados sus cursos de agua principalmente con las precipitaciones estacionales que ocurren en su parte alta; ello da origen a un régimen de escurrimiento irregular y de carácter torrencioso, concentrado durante 3 a 5 meses del año, principalmente de diciembre a abril, periodo durante el cual se estima que discurre del 60 al 80% del escurrimiento total anual; durante el resto del año, presenta una sequía extrema. La irregularidad indicada se hace más notoria aún si se señala que la descarga máxima registrada en el área ha sido de 93.20 m³/seg., dicho caudal es alimentado por los tributarios Huenque, Aguas Caliente, río Grande, Tumquipa, Loripongo, Cutimbo, Condorire, Cachkara, Chilisaya y LLusta. El relieve de la cuenca llave es variable, pudiendo establecerse dos zonas diferenciadas: una alta en la cual la cuenca hidrográfica es escarpada, de fondo profundo y quebrado de pendiente relativamente fuerte; otra baja, en el cual la unidad hidrográfica es plana poco escarpada alargada y de desnivel bajo gradual pero de cauce ancho como profundo. La cuenca hidrográfica del río llave aporta al escurrimiento superficial en la vertiente un caudal promedio de 41.60 m³/seg., el periodo de análisis considerado ha sido de 36 años, comprendidos entre los años 1940 y 1975, con lo cual el escurrimiento superficial es parcial (ONERN, 1980).

Los niveles de agua en los ríos tienen variaciones interanuales importantes, en tiempos recientes en los años 1985 – 1988, han producido inundaciones graves para los ribereños. Por el contrario en los años 1941 – 1948 se produjeron los niveles históricos conocidos más bajos, el lago quedó aislado sin salida por el Desaguadero; las consecuencias de estas variaciones, llevadas a límites extremos, produciendo inundaciones o sequías en las cuencas del propio lago y aguas bajo de la misma, así mismo funciona como sistema cerrado ó endorreica. Un descenso del nivel del lago, causaría disminución en su superficie, disminución en la evaporación, que puede a su vez afectar el patrón de precipitaciones y sus aportes, lo cual entraría en un sistema inestable, es decir en una tendencia a una sucesión de años secos y húmedos (SISTEMA HÍDRICO TDPS, 1993).

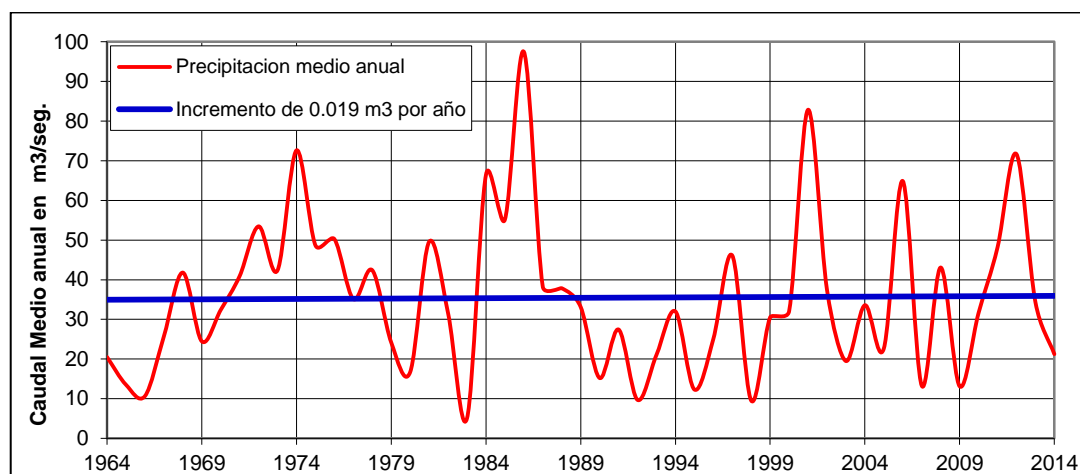
Por lo tanto, los recursos hídricos de la cuenca hidrográfica del río llave las descargas se inician desde las densidades de los nacientes acuíferos andinos occidentales, para luego formar los escurrimientos superficiales y subterráneo luego se van concentrando en los cauces de los ríos Huenque así como el río Aguas Calientes que conforman el volumen total de la cuenca llave en forma permanente; lo cual se tiene una estación hidrométrica con registro de caudales históricos en forma significativa, lo que quiere decir se cuenta con la información de descargas durante los años 1964 hasta 2014; así mismo la estación hidrométrica puente llave, geográficamente se localiza en las coordenadas 16°05'04" latitud sur y 69°37'47" longitud oeste, a una altitud de 3825 msnm del río llave.

De acuerdo a la sistematización de las descargas medias mensuales, resultaron consistentes, es decir no existe un periodo dudoso significativo en

las series mensuales y anuales, tal como se muestra en el presente hidrograma figura N° 11, reflejando con picos altos durante los 51 años 1974, 1986, 2001 y 2012, con caudales de descargas de 72.60, 97.50, 82.90 y 71.70 m³/seg respectivamente, mientras con los picos bajos se muestran en los años 1966, 1983, 1992 y 1998 con descargas de 10.60, 5.0, 9.70 y 9.50 m³/seg.; al presente en el gráfico aparecen saltos y/o tendencias, los cuales se manifiestan que son fenómenos naturales que efectivamente ocurrieron en los años señalados, para lo cual el IPCC (2014) afirme que, se tiene cambios en los patrones de descargas en los ríos de los andes occidentales, debido a la ausencia de lluvias en su periodo.

FIGURA 11

HIDROGRAMA DE CAUDALES MEDIA MENSUALES PUENTE ILAVE



Fuente: Elaboración propio.

4.3.2. Variación del caudal medio anual de la cuenca hidrográfica Ilave

Se evaluaron la tendencia de la descarga hidrométrica durante los 51 años (1964 – 2014), con descenso de 0.019 m³/año con un nivel de probabilidad de 19.17% para los cuales señalamos que no hubo cambios significativos en el flujo del caudal, por la ausencia de lluvias en su periodo, tal como afirma

SENAMHI (2010), las variaciones fluviales está directamente relacionado con la temporada de lluvia y los cambios estacionales de temperatura, así como sus características fisiográficas. De acuerdo a los registros pluviométricos, en la zona sur del altiplano se están denotando ausencias de lluvias en su tiempo así como retiros temporales durante el mismo periodo, por lo que se está acentuándose más periodos secos que los húmedos, asociándose a eventos extremos; estos nuevos escenarios originados por los efectos del cambio climático ocasionan daños significativos en la producción agropecuaria los que causan grandes pérdidas económicas a los pobladores andinos, debido a la escasez de agua en la cuenca hidrográfica del río llave.

De igual manera, se proyectó las variaciones de caudales medios anuales, para el cauce principal de la cuenca llave, en base a la series de tiempos con la función pronóstico de tendencia lineal.

CUADRO 13
DIFERENCIA ENTRE CAUDAL MEDIO Y OBSERVADA AL AÑO 2050

Años	Caudal promedio	Media general	Caudal pronostico
2025	35	1.16	36.2
2030	35	1.25	36.3
2050	35	1.63	36.6

Fuente: Elaboración propio.

El escurrimiento superficial del río llave (cuadro 13) presenta tendencias anuales con decremento de 36.20, 36.30 y 36.6 m³/seg. para los años 2025, 2030 y 2050 respectivamente, por falta de precipitaciones pluviales en su periodo, por lo que el IPCC (2014) sostiene que, se tiene la disminución en la cantidad y extensión de las masas de hielo como de nieve, a su vez el descenso de los volúmenes de agua superficial subterránea. De acuerdo a los

resultados obtenidos, señalamos una tendencia decreciente en el volumen de agua para el año 2050. En efecto, de acuerdo a los comportamientos de la precipitación así como de temperatura afectará en los cambios evolutivos de los caudales en los afluentes Huenque y Aguas Calientes, lo que significa la insuficiente cantidad de lluvias en la cuenca, causando el descenso en la cantidad de volúmenes de agua en los nacientes andinos occidentales; actualmente se denota cuando se presenta una tormenta pluvial al finalizar se manifiesta una fuerte insolación produciéndose la evaporación más de lo normal, por lo que el suelo pierde su humedad a su vez no se cumple el proceso de infiltración provocando la disminución en la recarga de almacenamiento en el manto freático como también en las escorrentías superficiales, manifestándose con escasos afloramientos de aguas en los manantiales como la baja disponibilidad de aguas en los ríos.

En las investigaciones de Tumi Rivas Alberth y Jéssica, 2012 concluyen que, la percepción de los comuneros resulta la reducción drástica de la disponibilidad del agua para el consumo humano, así como la limitada producción agropecuaria. De acuerdo a los registros hidrométricos del SENAMHI, a partir de la década de 1980 en la hoya del Titicaca, especialmente en la zona sur, este fenómeno se viene acentuándose cada vez más frecuente, con la ausencia de lluvias en su periodo lo cual repercute en los afloramientos y ríos con caudales mínimos como también presentándose temporalmente de agua; si para el futuro las instituciones públicas como privadas no impulsan diversas estrategias de adaptación o mitigación con acciones de conservación y preservación del recurso hídrico tal como se demuestran en los resultados, en un futuro cercano las laderas como las llanuras se presentarán desoladas con

ellos traerá la erosión a su vez la desertificación de la cuenca, por lo que se deben de iniciar a identificar las zonas media y alta de la cuenca para realizar las prácticas a nivel de laderas con pendientes de 13.20 a 25.0% con proyectos de reforestación, rehabilitación de andenes, control de cárcavas en las quebradas, construcción de zanjas de infiltración en las zonas con pendientes moderadamente pronunciadas, con el fin de recargar los manantiales y los acuíferos, a efecto de satisfacer en el futuro las necesidades del consumo de agua para los pobladores andinos de la cuenca hidrográfica de río llave.

CONCLUSIONES

El comportamiento de la temperatura media en la cuenca llave durante los 48 años (1964-2011) se incrementó en 0.11 °C/década por causas del cambio climático; con tendencias al año 2050 el incremento en la zona baja están las estaciones de Acora e llave de 1.5 a 2.3 °C por influencias de la ciudad de llave y ciudades circundantes, pues en la urbe se tiene materiales que absorben como retienen calor; también en la zona media representa la estación Laraqueri con ascenso de 1.98 °C en las zonas altas conforman las estaciones de Mazocruz y Capazo con aumento de 2.3 a 1.2 °C.

Así mismo la precipitación durante los 51 años (1964-2014) presenta tendencias al descenso de 0.049 mm/año, para los cuales señalamos que no hubo cambios significativos, no obstante presentan variaciones en los patrones de lluvias por causas del cambio climático; en las proyecciones de precipitación en la zona baja es de 201 a 216 mm con tendencia moderada de aumento, la zona media de 202 a 18 mm moderada a descenso de lluvias, la zona alta de 38 a 0.0 mm ausencia de lluvias para el año 2050.

La temperatura se incrementó de 0.78 de probabilidad, lo que indica tiene una alta relación directa con el cambio climático, mientras la precipitación pluvial es decreciente con 0.21 de ocurrencia lo que señala tiene una relación mínima con el incremento de lluvias por efecto del cambio climático, esta presenta una distribución espacialmente variable ya que en la zona alta la temperatura asciende y la precipitación decrece, en la zona baja la temperatura se incrementa mientras la precipitación pluvial no presenta cambios significativos.

El cambio climático influye en el comportamiento de la descarga hidrométrica en la cuenca hidrográfica llave durante los 51 años (1964-2014) resultó negativamente con un descenso de $0.019 \text{ m}^3/\text{año}$ por ausencia de lluvias en su tiempo; de igual manera presenta una tendencia anual con decremento el escurrimiento superficial del agua con un caudal residual de $36.60 \text{ m}^3/\text{seg}$ para el año 2050 por falta de precipitaciones en su periodo.

RECOMENDACIONES

Se recomienda el presente trabajo referente de series temporales de observaciones meteorológicas consistentes en base a sus ajuste con mayor longitud de datos sin que estas sufra alteraciones así como distorsión, la cual servirá para evaluar la tendencia de temperaturas y la precipitación pluvial en el altiplano puneño, tanto temporal como espacial.

Se encomienda a los investigadores comprendidos al cambio climático, impulsar acciones en diversos procesos e iniciativas del aprovechamiento de los recursos hídricos y su adaptación a los mismos, a fin de potenciarlas en la investigación con propuestas, a su vez la institucionalización frente al futuro escenario climático, su incorporación con instrumentos de política, que defina en los procesos de evaluación, formulación de proyectos, lineamientos del uso eficiente de recurso hídrico, para satisfacer las necesidades del consumo de agua en el tiempo y espacio.

Finalmente, se deben de iniciar con acciones de protección en los nacientes andinos, identificando la zona de recarga con actividades de reforestación que permitan captar más agua de lluvia e incrementar los niveles freáticos, así

cubrir las necesidades de agua para la población de la cuenca de llave, ya que va en aumento y esto incrementará la demanda de consumo agua con fines agropecuarios, puesto que el comportamiento de lluvias va en descenso.

BIBLIOGRAFÍA

- Ministerio del Medio Ambiente,. (2013). Plan nacional de adaptación al Cambio Climático. *Santiago - Chile*.
- Alfaro, E. J. (2007). Uso de analisis de correlacion canonica para la prediccion de la precipitacion pluvial en Centroamerica. *Ingenieria y Competitividad*, Vol 9. N° 2 33-48.
- Amador J, y Alfaro E. (2009). Métodos de reducción de escala: Aplicaciones al clima, variabilidad y cambio climático. *Revista REVIBEC*, 11:39-52.
- ANA. (2009). “*Evaluación de los Recursos Hídricos en la cuenca del río llave*” volumen I. Puno - Perú: Estudio Hidrológico.
- Anderson, D., Doblas-Reyes, F., Balmaseda, M., & y Weisheimer, A. (2009). Decadalvariability: Processes, predictability and prediction. *ECMWF Technical Memorandum*, (591), 47.
- Badan-Dangon, A., C. E. Dorman, M. A. Merrifield, and C. D. Winant. . (1991). The atmosphere over the Gulf of California. *J. Geophysical Res* 96., 16877-16896.

- Ballinas, H. A. (2011). *Efectos del Cambio Climático en el escurrimiento natural superficial de la cuenca del sistema Hidroeléctrico del río Grijalva*. México: Universidad Nacional Autónoma .
- Banco interamericano de Desarrollo. (1997). *Guía para la Evaluación de Impacto Ambiental para Proyectos de residuos sólidos municipales*. New York Avenue, N.W.: IDB Headquarters .
- Cane, M. A. (2010). decadal predicciones in demand. *Nature Geoscience*, (3) 231-232.
- Carbajal, M., Yarleque, C., Posada, A., Silvestre, E., & Mejia, A. &. (2010). Reconstrucción de datos faltantes de precipitación pluvial diaria mediante la Transformada Wavelet. *Revista peruana Geoatmosférica RPGA*, 76-88.
- Cigarán, M. (2005). *Convención de cambio climático: avances y perspectivas en el Perú*. Lima-Perú: CONAM.
- CONAM. (2005). *Escenarios del cambio climático en el Perú al 2050 Cuenca del río Piura*. Lima Peru: CONAM-PROCLIM-SENAMHI.
- CONAMA, (. N. (2010). Cambio Climatico. *En Linea*: <http://www.sinia.cl/1292/w3-propertyvalue-15482.html>, Consultado 20 de noviembre del.
- Díaz Padilla, G., Sanchez Cohen, I., Quiroz, R., Garatuza Payán, J., Watts Thorp, C., & Cruz Medina, R. (2008). Interpolación espacial de la precipitación pluvial en la zona de barlovento y sotavento del golfo de México. *Agricultura Técnica en México Vol. 34 Núm. 3 Julio-Septiembre*, p. 279-287.

- Donoso M, y Ramírez P. (2001). LatinAmerica and theCaribbean:
ReportontheClimate Outlook ForumsforMesoamerica. In:
Copingwiththeclimate: A step Forward. WorkshopReport. “A multi-
stakeholderreview of Regional Climate Outlook Forums”, October 16-20
(2000), Pretoria, South Africa. PublicationIRI-CW/01/1, , pp. 11-18.
- Donoso, M. (2005). *IX Jornadas de Trabajo CONAPHI, El agua y su impacto en
el desarrollo de Chile; desafio al 2025*. Santiago de Chile: 3° Ponencia.
- Douglas, A. V., and P.J. Englehart. (1997). Inter monthly variability of the
Mexican summermonsoon.Twenty Second Annual Climate Diagnostics
and Prediction Workshop. NOAA.USA, 207p.
- Douglas, W. M., R. A. Maddox, and K. Howard. (1993). The Mexican Monsoon.
Meteorological Soc. 6(8), 1665-1667.
- Englehart, P. J., and A. V. Douglas. (2002). Mexican ssummerrainfall patterns:
analysis af regional models and changes in theirteleconnectivity.
Atmosfera 15, 147-164.
- Espinoza, D. y. (2011). *Análisis de Tendencias Climáticas en la región de la
cuenca del Río Sajhuaya*. La Paz Bolivia.
- García-Solera I, y Ramírez P. (2012). Central America’sSeasonalClimate
Outlook Forum. *TheClimateServicesPartnership*, 8 pp [http://climate-
services.org/resource/central-american-climate-outlook-forum](http://climate-services.org/resource/central-american-climate-outlook-forum), 8pp.
- Gidding, L. & Soto, M. . (2006). Participacion de America Latina y del Caibe en
los registros Globales Climatologicos, GHCN. *Interciencia: revista de
Ciencia y tecnologia de America.*, 632-637.

- Harnet, D.L. y Murray, J.L. (1980). *Introductory Statistical Analysis*.
Massachussets USA: Addison Wesley 712 Pags.
- Hartkamp, A. D., De Beurs, K., & Stein, A. a. (1999). Interpolation techniques for
climate Variables. *NRG-GIS, Series 99-01. CIMMYT. México, D. F.*
- Hong, Y., Nix, H. A., & Hutchinson, M. F. (2005). Spatial interpolation of monthly
mean climate data for China. *International Journal of Climatology*,
25:1369-1379.
- INRENA, I. d. (2008). *Actualizacion del Balance Hidrico de la Cuenca del Rio
Ramis*. Ayaviri-Melgar-Puno-Peru: ATDR Ramis.
- IPCC. (2007). Cambio Climático. *Informe de síntesis al cuarto informe de
evaluación del grupo Ginebra – Suiza*.
- IPCC. (2007). Climate Change 2007: Climate Change Impacts, Adaptation and
Vulnerability. *Summary for policy makers. IPCC WGII 4th. Praga
República Checa*.
- IPCC. (2014). Cambio climático. *Impactos, adaptación y vulnerabilidad,
contribución del grupo de trabajo II al quinto informe de evaluación*.
- Jiménez, E. (2013). Cambio climático y adaptación en el Altiplano Boliviano.
- Ministerio del Ambiente. (2013). *Línea base ambiental de la cuenca del lago
Titicaca*. Lima – Perú.
- MOPT, M. d. (1992). *Atlas Nacional de España. Seccion II. Grupo 7*. Madrid
España: Edit. centro Nacional de informacion Geografica.
- Mosiño, P., and E. Garcia. (1974). The climate of Mexico. *Climates of North
America. World Survey of Climatology 11, 345-404*.

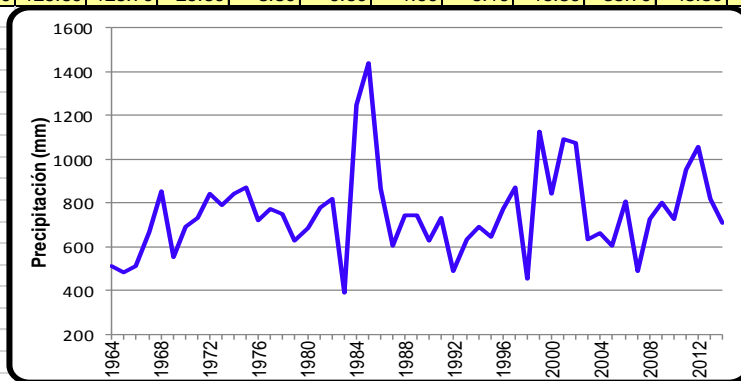
- ONERN. (1980). Inventario y Evaluación Nacional de las aguas Superficiales.
- ONERN. (1980). *Plan Nacional de Ordenamiento de los Recursos Hidráulicos del Perú- Bases Metodológicas*. Lima Perú: OEA CIDIAT-ONERN.
- Programa Nacional de Cambio Climático. (2010). Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en Bolivia. *Resultados de un proceso de investigación participativa en las regiones del lago Titicaca y los valles Cruceños*.
- PRORRIDRE. (1995). Estudio Hidrológico Proyecto Derivación Kovire-Huenque. *Informe*.
- Sanabria, J., Marengo, J., y Velarde, M. (2010). Escenarios de cambio Climático con modelos regionales sobre el Altiplano Peruano (Departamento de Puno) Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. *SENAMHI*.
- Seco, A., Ramírez, F., Serna, E., Prieto, E., García, R., Moreno, A., y otros. (2012). Rain pattern analysis and forecast model based on GPS estimated atmospheric water vapor content. *Atmospheric Environment*, Volume 49: 85–93.
- SENAMHI. (2009). Escenarios Climáticos en el Perú para el año 2030” segunda comunicación nacional de cambio climático. *Lima – Perú*.
- Smith, D. M., & and Murphy, J. M. (2007). An Objective ocean temperature and salinity analysis using covariances from a global climate model. *J. Geophys, Res.*, 112.
- TDPS, T.-D.-S. (2011). *Perspectivas del Medio Ambiente*. Impreso en Colombia por Panamericana Formas e Impresos, S.A.: Publicado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

- Transporte), M. M. (1992). *Atlas Nacional de España. Edafología. Sección II. Grupo 7*. Madrid España: Edit. centro Nacional de Información geográfica.
- Tumi, A. y. (2012). "Estrategias de adaptación frente al cambio climático en familias rurales del Altiplano Puneño. estudio de caso en el centro poblado de Huancho Huancane -Puno Peru.
- Valdivia, E. (2010). El análisis espacial como temporal de las tendencias climáticas para el Altiplano. *La Paz, Bolivia*.
- Vargas, P. (2009). El Cambio Climático y sus Efectos en el Perú. *BCRP – Serie de Documentos de Trabajo julio-2009*.
- Vergara, K. V. (2011). Variabilidad climática, percepción ambiental y estrategias de adaptación de la comunidad campesina de Conchucos, Ancash. *Universidad Católica del Perú*.
- Wang, C. (2006). An overlooked feature of tropical climate: inter-Pacific-Atlantic variability. *Geophysical Research Letters* 33 (12), L12702.1-L12702.5.
- Wang, C. Enfield, D. B., Lee, S. K., & Landsea, C. W. (2006). Influences of the Atlantic warm pool on westerly hemisphere summer rainfall and Atlantic hurricanes. *Journal of climate* 19 (12), 3011-3028.
- Yarlequé, C., Posadas, A., & Quiroz, R. (2007). Reconstrucción de datos de precipitación pluvial en series de tiempo mediante transformadas de wavelet con dos niveles de descomposición. *División de Manejo de Recursos Naturales. Centro Internacional de la Papa*.

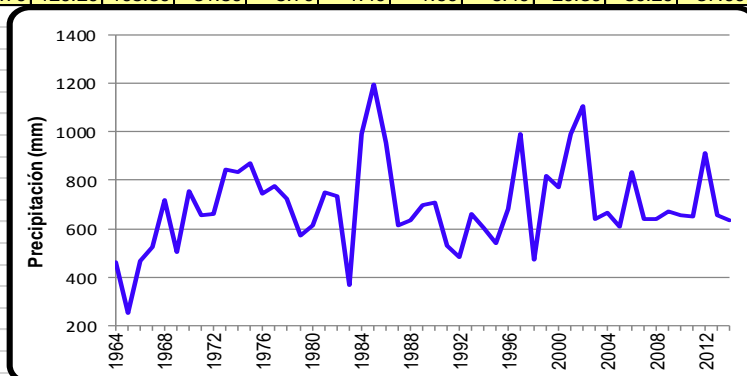


ANEXOS

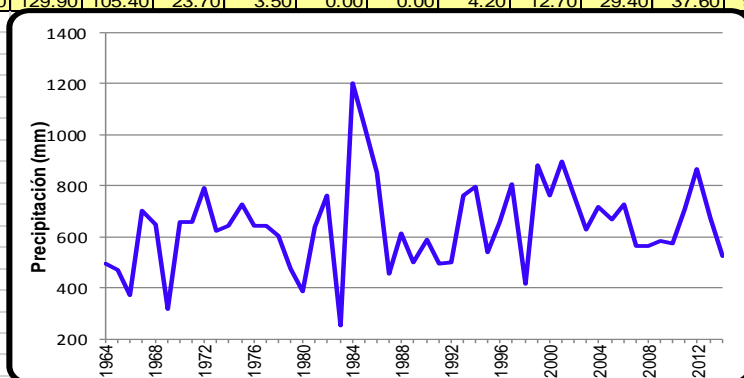
PRECIPITACION TOTAL MENSUAL HISTORICA (mm)													
NOMBRE : RINCON DE LA CRUZ		LATITUD		15° 59' 26.1"		REGION : PUNO							
CUENCA : CIRCUNLACUSTRE		LONGITUD		69° 48' 39"		PROV : PUNO							
CODIGO : 000821		ALTITUD		3935 MSNM		DIST : ACORA							
TIPO : CO													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	84.2	95.1	113.9	31.5	23.3	0.0	0.0	3.1	32.2	29.9	53.4	46.6	513.20
1965	81.4	81.5	60.5	23.7	2.0	1.7	1.9	6.0	54.0	22.4	34.2	115.0	484.30
1966	41.1	83.9	68.9	19.2	57.5	0.0	0.1	0.0	3.7	63.6	97.7	73.8	509.50
1967	84.2	105.5	188.0	23.7	19.7	0.0	7.8	6.1	56.0	60.1	10.5	104.6	666.20
1968	141.4	145.0	150.9	23.9	41.1	20.2	1.9	0.7	20.1	103.1	147.8	58.4	854.50
1969	180.6	84.2	61.7	18.9	10.4	4.5	1.7	1.0	16.5	26.7	48.5	98.4	553.10
1970	153.6	107.9	169.7	34.0	24.1	0.3	0.9	0.1	10.7	32.1	21.2	137.6	692.20
1971	164.7	227.3	90.1	33.9	1.8	2.7	0.0	5.9	0.1	13.7	78.3	115.3	733.80
1972	250.5	124.3	167.9	17.6	5.3	0.5	2.0	0.5	37.9	59.4	56.8	122.4	845.10
1973	244.5	134.0	143.4	83.7	18.8	1.1	3.5	13.5	50.5	27.1	24.8	45.5	790.40
1974	294.4	215.1	73.9	51.3	10.9	4.6	0.1	73.0	12.9	20.8	28.4	54.9	840.30
1975	166.1	202.6	146.7	17.3	33.1	7.6	0.0	4.6	25.6	68.8	20.2	181.0	873.60
1976	275.2	129.6	117.6	20.4	17.5	0.6	5.3	24.0	50.5	6.2	4.5	67.9	719.30
1977	81.6	189.8	184.3	6.3	5.6	0.0	4.3	0.2	30.1	63.2	115.0	90.7	771.10
1978	230.2	78.5	103.9	58.2	0.1	0.0	4.9	4.3	10.0	9.5	133.5	115.1	748.20
1979	186.0	59.9	151.8	25.3	0.7	0.2	4.7	2.1	2.3	64.3	46.0	83.9	627.20
1980	114.0	58.9	219.2	17.6	7.4	1.6	3.5	9.5	38.5	118.5	32.9	66.0	687.60
1981	168.8	202.7	126.7	43.3	7.0	0.9	0.1	17.4	19.2	35.7	38.9	116.3	777.00
1982	242.0	92.7	109.9	38.6	7.0	2.8	0.8	2.4	40.9	146.4	101.8	33.8	819.10
1983	69.4	62.2	45.5	29.6	10.5	2.9	1.6	3.5	22.7	30.7	27.7	84.3	390.60
1984	306.8	261.4	191.2	20.1	10.9	10.9	1.5	8.7	3.1	192.9	148.8	89.3	1245.60
1985	230.7	309.0	171.5	63.2	71.4	67.7	2.3	19.5	60.6	42.6	208.9	193.3	1440.70
1986	163.7	219.4	188.1	132.8	8.8	0.0	0.2	14.9	5.5	32.9	17.5	84.1	867.90
1987	206.5	87.2	74.6	21.2	3.5	9.3	9.0	0.2	0.0	32.4	108.0	50.9	602.80
1988	197.4	51.2	219.2	96.0	13.2	0.0	3.4	0.0	39.4	10.0	21.9	90.8	742.50
1989	201.7	173.9	142.6	82.9	0.0	0.0	2.8	14.2	37.0	19.3	26.0	45.3	745.70
1990	101.1	56.5	54.8	11.0	12.3	67.6	0.0	16.4	13.1	134.5	27.8	131.4	626.50
1991	104.9	43.8	270.6	71.0	14.6	43.5	7.7	9.9	13.7	45.7	49.2	60.2	734.80
1992	122.9	84.9	63.8	45.0	0.0	3.0	3.2	35.7	3.0	23.2	58.4	45.5	488.60
1993	178.9	29.7	109.1	37.4	6.5	0.5	0.0	37.9	27.5	51.1	82.4	70.9	631.90
1994	117.4	103.2	80.7	84.4	17.8	0.5	0.0	0.5	1.6	30.8	62.1	192.4	691.40
1995	112.0	113.9	170.9	5.2	6.3	0.0	0.1	1.5	13.7	12.3	70.9	136.9	643.70
1996	202.4	185.9	95.7	45.9	0.5	0.0	20.8	7.1	12.5	6.8	92.8	100.1	770.50
1997	227.0	158.4	105.2	55.8	6.7	0.0	0.0	40.3	87.1	47.4	91.2	53.1	872.20
1998	103.3	161.3	46.3	45.3	0.0	2.5	0.0	0.7	3.2	5.6	53.4	34.9	456.50
1999	217.9	214.8	275.0	69.2	5.1	0.0	0.0	1.5	37.8	190.3	36.8	79.4	1127.80
2000	239.5	164.3	134.6	28.8	2.8	6.5	5.8	20.2	7.4	99.8	7.3	123.3	840.30
2001	356.0	222.9	202.1	65.2	9.6	3.2	10.5	19.3	15.8	58.0	33.8	96.0	1092.40
2002	108.2	240.7	220.5	148.8	20.9	19.8	42.0	13.2	10.7	62.8	80.7	106.0	1074.30
2003	165.1	78.9	168.5	14.8	23.4	0.5	0.0	10.3	53.6	14.8	18.2	87.3	635.40
2004	284.1	135.5	50.6	20.2	10.8	2.0	19.8	37.5	15.2	2.5	21.4	62.3	661.90
2005	123.1	145.5	75.7	21.6	8.8	0.0	0.0	0.0	25.2	56.5	57.5	89.2	603.10
2006	328.3	81.2	136.2	32.8	3.2	3.0	0.0	8.9	28.7	26.5	74.6	81.3	804.70
2007	87.4	113.4	107.0	29.4	0.0	0.4	0.0	0.2	10.8	3.1	49.2	87.8	488.70
2008	259.3	101.8	97.0	6.7	8.5	3.8	3.0	4.0	2.4	81.4	17.5	139.2	724.60
2009	133.6	135.9	130.0	69.7	0.0	0.0	3.8	0.0	29.6	95.7	124.2	78.7	801.20
2010	213.8	161.7	96.9	26.5	18.3	0.0	0.0	8.6	4.8	68.3	0.0	126.3	725.20
2011	117.2	290.3	163.4	23.1	26.4	0.0	8.8	0.0	59.8	25.6	45.0	192.1	951.70
2012	155.3	308.9	175.7	106.4	0.0	0.0	0.0	16.0	15.3	27.3	29.4	220.4	1054.70
2013	179.7	179.1	94.0	4.5	20.9	15.0	29.4	16.9	13.7	47.2	58.1	161.8	820.30
2014	206.6	88.9	94.6	22.3	0.0	0.0	2.2	40.1	72.8	62.2	23.2	93.2	706.10
PROM	176.58	140.87	131.38	41.67	12.45	6.12	4.34	11.41	24.69	51.21	57.22	98.33	756.27
STD	72.35	69.89	56.36	31.64	14.04	14.41	7.82	14.31	20.61	43.65	42.95	43.56	199.78
MIN	41.10	29.70	45.50	4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	0.00	33.80	390.60
MAX	356.00	309.00	275.00	148.80	71.40	67.70	42.00	73.00	87.10	192.90	208.90	220.40	1440.70
MEDIANA	168.80	129.60	126.70	29.60	8.80	0.60	1.90	6.10	16.50	35.70	48.50	89.30	734.80



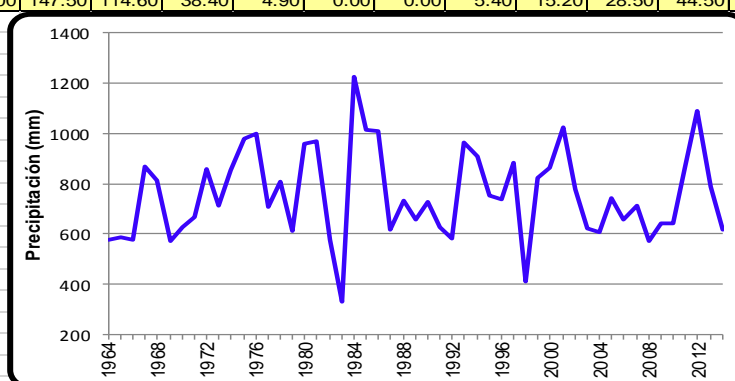
PRECIPITACION TOTAL MENSUAL HISTORICA (mm)													
NOMBRE : ILAVE													
CUENCA : CIRCUNLACUSTRE				LATITUD	16° 04' 03"						REGION : PUNO		
CODIGO : 116027				LONGITUD	69° 39' 43"						PROV : EL COLLAO		
TIPO : CO				ALTITUD	3871 MSNM						DIST : ILAVE		
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	69.0	97.2	101.5	36.0	16.0	0.0	0.0	8.5	39.5	13.5	75.5	4.4	461.10
1965	10.6	21.8	21.7	6.4	0.8	0.0	0.0	0.0	63.2	14.0	10.5	106.5	255.50
1966	56.0	86.5	23.0	21.0	52.4	0.0	0.2	0.0	4.3	30.2	92.9	101.3	467.80
1967	80.4	107.7	105.8	12.7	13.3	0.0	0.0	0.0	39.8	36.7	14.8	112.2	523.40
1968	100.4	161.3	134.9	36.0	31.3	19.9	4.2	1.0	16.1	23.6	139.0	51.7	719.40
1969	233.4	86.0	53.3	19.4	8.3	4.2	1.9	1.4	19.2	15.6	21.3	39.9	503.90
1970	127.9	143.3	177.7	57.7	17.4	2.4	3.7	0.0	51.5	25.9	24.1	120.9	752.50
1971	117.8	217.3	42.5	47.2	1.8	10.1	0.1	20.3	0.0	18.4	72.2	110.5	658.20
1972	227.2	120.2	85.9	21.7	0.0	0.0	6.4	4.5	27.7	15.7	28.6	122.4	660.30
1973	269.3	142.8	163.9	83.5	12.2	0.0	9.9	20.1	40.6	29.1	23.4	47.9	842.70
1974	211.0	288.8	60.0	49.0	0.0	4.0	0.0	107.1	10.0	35.0	15.0	53.7	833.60
1975	162.0	191.1	105.0	23.0	37.0	27.0	0.0	10.0	41.0	62.0	9.0	202.0	869.10
1976	241.0	157.0	101.0	25.0	11.8	3.0	1.0	47.0	68.0	4.0	6.0	78.0	742.80
1977	87.0	156.0	232.0	4.0	1.3	0.0	15.6	2.8	58.4	39.4	104.8	76.9	778.20
1978	211.0	120.0	81.4	23.0	0.0	0.0	5.1	11.4	28.6	7.9	124.6	112.5	725.50
1979	177.60	61.20	131.10	26.00	0.60	0.20	5.20	3.00	2.70	37.70	43.70	82.00	571.00
1980	108.80	60.10	189.30	18.10	5.90	1.50	3.90	13.90	45.00	69.50	31.30	64.50	611.80
1981	161.10	207.00	109.40	44.50	5.60	0.80	0.10	25.40	22.50	20.90	37.00	113.60	747.90
1982	231.00	94.70	94.90	39.70	5.60	2.60	0.90	3.50	47.80	85.90	96.90	33.10	736.60
1983	66.20	63.60	39.30	30.40	8.30	2.70	1.70	5.00	26.60	18.00	26.30	82.30	370.40
1984	242.40	284.30	179.80	28.50	16.60	9.20	3.00	12.60	1.00	94.40	73.90	45.80	991.50
1985	134.40	287.60	144.80	69.80	29.20	23.00	0.00	11.40	65.20	49.40	196.60	181.00	1192.40
1986	162.30	261.10	194.30	111.30	5.80	0.00	3.40	4.30	20.30	13.90	45.50	133.70	955.90
1987	227.60	80.10	69.50	29.50	1.10	7.30	19.10	4.80	20.20	46.10	89.30	18.00	612.60
1988	158.70	53.30	169.80	101.30	13.70	0.40	2.00	0.00	19.80	36.50	9.00	71.40	635.90
1989	214.80	113.20	142.00	91.30	0.30	3.60	7.80	9.60	30.60	14.20	18.10	50.90	696.40
1990	151.20	39.10	59.50	48.90	25.00	67.70	0.00	15.50	7.40	65.90	101.10	127.80	709.10
1991	74.20	75.20	115.10	50.60	20.00	43.40	6.40	4.00	14.20	45.50	17.30	63.40	529.30
1992	151.90	88.80	29.70	8.20	0.00	1.60	1.40	55.50	2.40	38.80	57.80	45.10	481.20
1993	191.70	36.70	125.30	65.30	1.50	1.00	0.00	45.30	20.00	23.80	55.30	94.20	660.10
1994	129.40	126.70	100.20	58.10	14.80	0.00	0.00	0.00	5.20	10.80	39.50	117.10	601.80
1995	112.90	80.20	138.30	14.60	5.70	1.40	0.00	4.20	9.60	11.20	47.50	113.40	539.00
1996	245.60	141.10	34.30	31.50	2.00	0.00	7.20	30.50	12.00	9.50	83.20	86.30	683.20
1997	285.30	190.80	124.70	60.70	1.40	0.00	0.00	61.70	96.10	27.10	91.70	50.20	989.70
1998	97.30	112.60	54.70	59.90	0.00	13.00	0.00	0.10	4.60	41.00	47.10	41.10	471.40
1999	107.10	153.80	223.40	89.70	14.90	0.60	1.50	3.90	21.00	123.30	17.90	62.30	819.40
2000	269.90	161.10	135.60	14.40	4.90	4.40	9.30	6.40	3.20	51.50	1.00	109.80	771.50
2001	298.90	231.80	162.20	44.10	2.50	0.10	15.00	23.90	12.20	58.00	33.80	106.90	989.40
2002	108.20	242.70	228.50	156.80	20.90	19.80	43.60	15.20	10.70	69.80	80.70	108.00	1104.90
2003	168.10	78.90	172.00	14.50	24.30	0.50	0.00	10.30	52.20	14.10	17.90	89.30	642.10
2004	286.10	132.50	52.60	19.40	10.20	1.60	22.10	38.30	15.90	2.00	22.40	63.20	666.30
2005	125.10	142.50	78.70	23.60	8.30	0.00	0.00	0.00	26.20	58.70	55.70	88.50	607.30
2006	335.40	80.10	138.30	30.80	3.20	3.00	0.00	8.90	27.70	25.60	99.60	81.10	833.70
2007	92.90	61.80	212.40	66.20	2.50	2.10	7.80	5.20	41.50	27.50	30.60	87.10	637.60
2008	245.10	94.70	68.50	17.00	1.80	1.40	7.20	3.20	1.40	53.70	0.60	146.20	640.80
2009	105.10	126.70	81.70	57.50	0.00	0.00	8.20	0.00	40.50	35.20	158.00	57.40	670.30
2010	212.90	117.50	64.40	42.00	37.20	0.00	0.00	8.70	1.20	39.00	7.80	125.90	656.60
2011	120.90	165.80	152.60	5.60	4.00	0.00	11.00	0.00	23.10	22.60	16.00	128.90	650.50
2012	115.00	248.40	179.60	43.50	0.00	1.20	0.00	4.20	12.40	7.50	46.30	252.60	910.70
2013	142.40	152.10	39.30	13.40	33.70	18.30	7.20	6.50	2.50	46.00	19.10	173.60	654.10
2014	210.40	77.70	36.00	18.60	5.20	0.00	3.30	29.20	120.50	30.70	20.10	83.50	635.20
PROM	166.12	133.77	112.97	41.39	10.59	5.94	4.83	13.89	27.32	35.22	50.93	92.55	695.52
STD	72.81	67.78	58.03	30.22	11.97	12.19	7.56	19.79	24.76	24.34	43.00	45.81	177.81
MIN	10.60	21.80	21.70	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.60	4.40	255.50
MAX	335.40	288.80	232.00	156.80	52.40	67.70	43.60	107.10	120.50	123.30	196.60	252.60	1192.40
MEDIANA	158.70	120.20	105.80	31.50	5.70	1.40	1.90	6.40	20.30	30.20	37.00	87.10	660.30



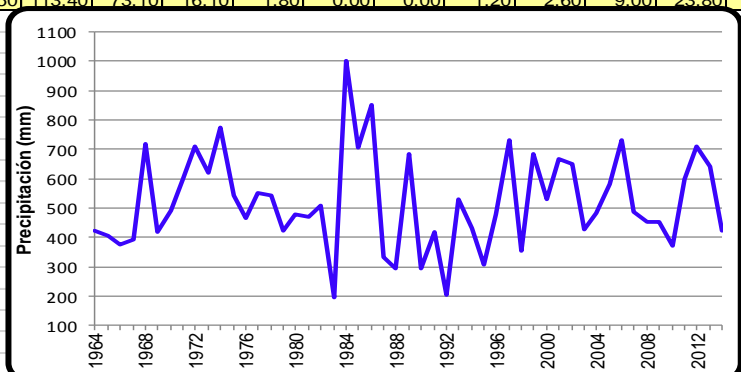
PRECIPITACION TOTAL MENSUAL HISTORICA (mm)													
NOMBRE : CHILLIGUA			LATITUD 16° 32' 32"			REGION : PUNO							
CUENCA : ILAVE			LONGITUD 69° 40' 40"			PROV : EL COLLAO							
CODIGO : 158329			ALTITUD 4164 MSNM			DIST : CONDURIRI							
TIPO : CO													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	75.7	80.6	132.2	16.6	18.7	0.0	0.0	4.2	15.8	11.0	45.5	93.2	493.50
1965	118.7	67.3	54.6	17.5	1.2	5.2	5.4	3.1	29.7	7.4	10.4	146.7	467.20
1966	33.4	91.8	61.8	9.8	40.5	0.0	0.0	0.0	0.8	17.3	67.4	47.0	369.80
1967	102.0	127.2	173.2	32.3	8.2	0.0	5.3	0.0	46.5	40.2	11.0	155.8	701.70
1968	136.7	91.6	137.1	20.2	35.9	0.0	0.0	0.0	1.8	44.0	102.1	76.0	645.40
1969	110.9	70.8	12.1	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	4.4	14.2	47.4	53.2	315.00
1970	141.6	122.3	137.0	35.7	10.0	0.0	0.0	0.0	8.2	31.2	21.2	149.5	656.70
1971	156.1	198.1	93.2	33.1	3.4	1.4	0.0	0.0	0.0	7.1	39.2	127.3	658.90
1972	241.5	208.1	147.6	2.5	0.0	0.0	1.6	0.0	12.8	26.6	65.2	84.4	790.30
1973	209.6	136.3	149.4	58.8	14.1	0.0	2.0	9.6	15.2	0.0	5.4	21.9	622.30
1974	235.8	227.7	48.7	17.9	0.0	0.0	0.0	72.0	0.0	0.0	0.0	39.2	641.30
1975	160.0	229.1	141.1	0.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.8	3.0	16.9	154.4	725.30
1976	267.2	160.2	81.8	13.8	3.5	0.0	6.5	29.6	13.5	0.0	1.8	67.0	644.90
1977	50.1	198.2	147.9	13.8	6.8	0.0	0.0	0.0	21.8	21.2	89.8	90.8	640.40
1978	231.8	52.7	77.2	38.1	0.0	0.0	11.8	10.4	5.9	5.9	80.5	90.2	604.50
1979	161.1	89.9	93.2	22.6	0.0	0.0	9.3	4.8	0.0	19.9	0.7	72.6	474.10
1980	37.8	41.9	154.2	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	24.8	65.4	16.3	44.7	387.10
1981	187.5	184.9	65.8	13.0	0.0	0.0	0.0	37.5	14.1	33.3	22.2	80.2	638.50
1982	238.1	58.1	135.1	44.4	8.3	2.2	0.0	0.0	61.8	93.6	82.4	36.1	760.10
1983	33.8	25.7	4.0	5.5	0.0	3.1	0.0	5.8	17.5	0.0	31.4	124.7	251.50
1984	420.7	273.1	120.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	135.4	158.3	92.1	1199.70
1985	170.8	302.2	115.2	87.7	19.3	23.4	0.0	15.1	29.1	12.7	89.1	163.0	1027.60
1986	145.5	141.0	202.4	103.0	10.2	0.0	9.0	10.6	3.4	5.2	52.4	169.9	852.60
1987	208.7	26.6	25.2	15.6	0.0	3.5	24.5	0.0	12.7	60.3	61.9	18.2	457.20
1988	212.1	45.7	148.7	94.3	7.9	0.0	0.0	0.0	37.0	0.0	0.0	68.5	614.20
1989	135.1	89.1	124.9	32.5	18.7	7.7	8.1	14.1	11.5	5.2	22.3	31.8	501.00
1990	150.8	25.5	38.8	40.5	12.5	30.6	0.0	21.4	7.7	74.6	79.2	108.2	589.80
1991	89.6	63.6	122.9	44.3	6.0	19.2	6.8	3.2	21.4	40.6	17.3	57.9	492.80
1992	137.5	45.2	18.6	20.1	1.6	4.6	4.5	59.7	0.8	72.3	47.1	89.6	501.60
1993	95.3	106.8	173.1	55.9	13.1	1.4	0.0	39.7	21.1	80.0	75.2	97.6	759.20
1994	134.8	188.0	131.4	72.5	13.8	0.9	3.1	1.7	4.7	37.6	81.7	126.9	797.10
1995	98.3	118.7	105.4	14.6	7.5	2.2	0.0	1.9	18.0	21.4	42.5	109.7	540.20
1996	198.3	129.9	65.3	51.8	0.0	0.0	0.0	20.0	5.3	11.5	67.1	110.2	659.40
1997	180.2	174.1	96.6	37.9	0.0	0.0	0.0	47.0	66.5	33.0	91.2	81.0	807.50
1998	131.4	103.3	44.0	13.3	0.0	24.6	0.0	0.6	1.3	15.2	58.0	24.0	415.70
1999	110.8	232.8	259.6	69.1	6.2	1.8	0.0	0.0	7.6	69.4	11.5	112.3	881.10
2000	300.1	174.9	86.7	21.7	7.6	3.3	0.0	16.1	3.9	58.1	5.7	82.1	760.20
2001	343.5	208.5	174.2	27.1	3.1	0.0	6.0	19.7	2.0	42.2	25.7	42.1	894.10
2002	87.9	202.3	122.1	63.9	22.8	10.7	24.1	11.2	6.1	57.7	61.3	90.6	760.70
2003	136.8	157.9	152.3	6.2	8.0	0.0	4.6	16.6	18.7	11.8	8.2	108.3	629.40
2004	225.0	161.1	77.3	15.7	0.0	5.3	42.5	64.4	20.7	0.0	16.2	86.8	715.00
2005	83.4	164.0	58.2	23.7	0.0	0.0	0.0	0.0	46.3	40.4	60.0	191.7	667.70
2006	238.2	123.9	124.0	52.4	2.8	1.6	0.0	7.8	20.4	35.5	55.9	63.6	726.10
2007	101.9	94.3	153.2	33.4	2.3	0.3	2.8	1.6	19.6	29.9	37.6	87.9	564.80
2008	211.7	89.3	71.5	5.8	1.3	0.5	1.2	5.7	0.7	34.5	7.2	132.9	562.30
2009	93.6	137.4	85.4	46.2	0.3	0.0	7.5	0.0	24.3	29.4	85.9	74.0	584.00
2010	150.1	141.3	60.5	30.1	17.6	0.0	0.3	4.1	1.4	37.6	6.0	123.4	572.40
2011	129.1	189.6	105.4	32.7	5.8	0.1	7.0	1.5	19.8	15.1	33.3	168.2	707.60
2012	162.5	241.7	154.7	61.9	2.6	0.2	0.3	5.1	10.0	17.8	37.1	171.1	865.00
2013	158.3	154.6	62.3	5.7	19.3	11.2	8.2	14.0	3.1	72.9	26.8	136.9	673.30
2014	175.1	61.2	48.9	21.9	1.3	0.5	1.0	27.1	44.5	52.9	28.3	63.4	526.10
PROM	159.74	133.92	105.41	31.32	7.53	3.25	3.99	11.94	15.39	32.38	43.27	94.88	643.02
STD	75.81	67.52	51.77	24.83	9.10	6.79	7.63	17.44	15.67	28.43	33.54	43.15	172.05
MIN	33.40	25.50	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.20	251.50
MAX	420.70	302.20	259.60	103.00	40.50	30.60	42.50	72.00	66.50	135.40	158.30	191.70	1199.70
MEDIANA	150.10	129.90	105.40	23.70	3.50	0.00	0.00	4.20	12.70	29.40	37.60	90.20	641.30



PRECIPITACION TOTAL MENSUAL HISTORICA (mm)													
NOMBRE :	LARAQUERI												
CUENCA :	ILAVE												
CODIGO :	472CB426												
TIPO :	CO												
						LATITUD	16° 09' 16.9"					REGION :	PUNO
						LONGITUD	70° 03' 59.7"					PROV :	PUNO
						ALTITUD	3900 MSNM					DIST :	PICHACANI
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	153.2	133.6	80.9	41.4	12.0	0.0	0.0	1.1	61.7	31.7	24.8	34.4	574.80
1965	70.6	82.1	62.4	38.4	4.0	2.0	4.6	8.1	31.0	41.3	46.1	193.9	584.50
1966	78.5	152.8	63.9	25.4	50.5	0.0	0.0	0.0	7.7	36.8	106.7	52.2	574.50
1967	89.2	173.7	258.4	31.1	18.5	0.0	27.7	25.0	44.7	49.8	0.0	150.0	868.10
1968	145.7	189.6	124.5	37.1	34.1	17.7	2.3	1.4	16.0	56.2	103.2	85.7	813.50
1969	187.3	85.7	103.3	47.2	0.0	0.0	2.0	0.0	25.8	13.0	25.0	82.0	571.30
1970	111.4	106.5	140.3	37.0	25.5	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	18.5	179.3	628.50
1971	138.5	252.8	52.2	25.0	2.1	1.3	0.0	3.1	0.0	4.3	56.2	129.6	665.10
1972	230.2	197.8	111.7	16.3	3.6	0.0	0.0	0.0	29.6	49.7	51.0	170.3	860.20
1973	195.9	123.7	129.7	46.7	18.7	0.0	5.0	12.2	55.7	10.9	26.7	85.2	710.40
1974	274.1	245.8	100.5	51.0	0.0	1.1	0.0	57.4	20.0	12.1	16.5	74.5	853.00
1975	153.1	258.0	112.4	23.5	31.7	3.1	0.0	8.1	21.7	61.8	43.1	260.8	977.30
1976	355.5	135.4	218.3	40.8	18.4	0.0	27.6	29.8	64.4	14.6	11.0	84.6	1000.40
1977	66.8	191.0	148.3	7.0	5.3	0.0	0.0	0.0	21.1	55.6	88.3	126.4	709.80
1978	209.0	147.5	101.9	43.1	0.0	0.0	18.6	1.5	15.2	8.4	153.1	109.2	807.50
1979	190.2	115.0	125.6	22.3	0.0	1.2	9.3	1.7	5.0	29.7	53.5	56.5	610.00
1980	239.5	58.4	229.5	8.0	0.0	0.0	4.0	15.7	40.2	87.5	30.1	244.1	957.00
1981	244.1	277.0	125.5	54.0	1.9	0.0	0.0	30.2	32.4	18.0	22.5	161.5	967.10
1982	157.3	88.9	85.2	26.9	0.0	0.0	0.0	4.3	36.7	64.6	88.1	23.5	575.50
1983	97.8	78.1	18.7	8.4	0.0	1.6	0.0	0.5	17.1	13.4	15.8	77.8	329.20
1984	321.2	232.1	220.8	38.8	18.7	33.6	0.0	17.6	1.8	67.8	156.9	115.6	1224.90
1985	135.2	190.9	105.3	140.6	24.4	13.4	0.0	0.0	44.0	7.8	148.7	204.2	1014.50
1986	159.3	283.3	238.3	100.7	8.4	0.2	0.0	9.4	11.7	1.8	43.7	151.2	1008.00
1987	280.9	77.1	74.3	26.2	0.0	0.0	36.5	6.5	8.6	23.5	57.0	28.5	619.10
1988	199.5	45.1	179.1	130.7	9.6	2.5	0.0	0.0	5.9	44.6	13.2	101.4	731.60
1989	225.5	130.9	129.0	77.3	3.5	5.3	2.4	5.4	4.8	0.0	26.1	44.6	654.80
1990	135.7	36.7	80.8	11.0	15.3	55.3	0.0	15.7	9.5	99.4	141.5	128.5	729.40
1991	130.1	131.0	148.2	27.6	2.9	43.6	0.0	0.6	21.8	28.5	30.1	64.0	628.40
1992	120.7	100.0	59.5	39.5	0.0	3.9	15.8	31.9	0.0	61.9	48.9	102.1	584.20
1993	206.4	66.2	133.8	61.0	14.1	1.5	0.0	34.6	18.3	123.4	126.8	176.9	963.00
1994	206.8	197.2	148.8	110.0	14.8	1.5	1.5	0.0	5.9	8.7	74.3	140.1	909.60
1995	140.5	205.5	150.2	12.1	0.0	0.0	0.0	0.0	11.1	3.4	59.3	171.0	753.10
1996	277.3	127.4	0.0	52.6	20.2	0.0	0.0	52.0	12.0	4.7	96.3	97.5	740.00
1997	187.9	240.2	114.6	29.3	1.0	0.0	0.0	21.8	94.9	22.6	122.0	49.9	884.20
1998	87.7	94.3	88.8	31.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	28.3	44.0	25.1	409.20
1999	132.7	170.7	240.7	73.9	19.5	0.0	0.0	11.9	6.7	92.5	1.1	71.1	820.80
2000	250.3	236.7	126.3	12.5	5.3	1.4	0.0	10.1	6.5	66.7	7.1	139.5	862.40
2001	368.5	267.6	139.4	78.2	13.1	0.0	3.5	4.7	12.1	24.5	44.5	67.8	1023.90
2002	68.9	214.8	163.0	74.8	22.6	4.6	25.9	15.0	10.9	44.3	68.9	63.0	776.70
2003	148.6	123.4	124.0	28.2	12.6	0.0	0.0	5.6	19.1	6.1	24.3	128.4	620.30
2004	228.3	146.8	71.8	22.5	0.0	1.8	11.1	43.9	6.1	0.0	14.1	61.4	607.80
2005	115.1	280.3	79.3	42.5	0.0	0.0	0.0	0.0	19.1	39.0	37.5	127.8	740.60
2006	240.8	96.5	88.3	32.7	6.3	3.4	0.0	12.9	34.0	18.7	53.5	68.6	655.70
2007	109.3	96.8	168.9	48.0	4.9	0.0	0.0	1.3	45.8	57.8	71.4	110.6	714.80
2008	190.9	105.0	73.6	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	2.3	35.9	15.6	143.5	571.30
2009	71.4	173.4	107.9	67.2	0.0	0.0	5.1	0.0	11.1	15.0	86.7	102.1	639.90
2010	165.0	187.4	41.4	40.6	19.0	0.0	0.5	2.6	3.4	34.3	4.1	144.8	643.10
2011	155.0	239.9	120.8	48.3	3.4	0.0	5.3	0.2	9.6	35.7	47.3	202.3	867.80
2012	203.9	286.7	160.5	94.9	0.6	0.0	0.5	9.2	15.5	18.1	69.3	229.7	1088.90
2013	247.1	175.0	54.1	23.8	6.3	26.9	18.7	17.2	0.9	17.5	7.2	191.7	786.40
2014	181.5	91.3	54.1	29.8	0.5	0.0	2.8	23.5	62.9	60.4	35.5	77.2	619.50
PROM	178.04	159.68	119.19	43.86	9.28	4.65	4.52	10.95	20.83	34.55	54.06	115.91	755.52
STD	71.90	69.45	56.66	30.24	10.96	11.22	8.63	13.91	20.22	27.89	41.84	58.07	177.10
MIN	66.80	36.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.50	329.20
MAX	368.50	286.70	258.40	140.60	50.50	55.30	36.50	57.40	94.90	123.40	156.90	260.80	1224.90
MEDIANA	165.00	147.50	114.60	38.40	4.90	0.00	0.00	5.40	15.20	28.50	44.50	109.20	731.60

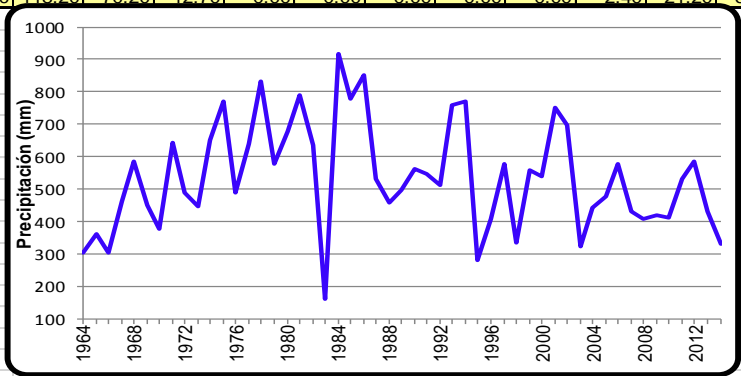


PRECIPITACION TOTAL MENSUAL HISTORICA (mm)														
NOMBRE : MAZOCRUZ											REGION : PUNO			
CUENCA : ILAVE											PROV : EL COLLAO			
CODIGO : 000878											DIST : SANTA ROSA			
TIPO : CO														
											LATITUD : 16° 44' 20.4"			
											LONGITUD : 69° 42' 55.7"			
											ALTITUD : 4003 MSNM			
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	
1964	48.2	118.4	107.6	10.6	20.2	0.0	0.0	2.0	18.4	2.6	27.6	69.2	424.80	
1965	94.8	74.6	35.6	34.2	0.0	0.0	0.0	15.6	23.2	7.0	15.2	106.2	406.40	
1966	26.6	81.4	40.8	10.0	28.4	0.0	0.0	0.0	0.0	23.8	63.3	99.8	374.10	
1967	73.0	81.0	101.0	13.2	5.8	0.0	3.0	1.0	33.4	2.8	7.0	73.2	394.40	
1968	154.2	124.6	103.2	7.0	33.6	5.8	0.0	0.0	7.0	50.6	158.6	73.0	717.60	
1969	204.4	53.2	17.8	2.6	0.0	5.0	0.8	0.0	2.0	14.2	33.2	83.2	416.40	
1970	124.6	96.5	103.0	11.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	9.0	14.8	129.7	490.20	
1971	202.4	184.4	34.5	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	34.0	141.0	600.30	
1972	229.2	114.4	179.2	9.6	0.0	0.0	0.0	0.0	9.2	21.4	45.4	100.0	708.40	
1973	175.0	140.0	103.4	87.4	11.4	1.2	0.0	10.2	35.2	0.0	22.4	35.8	622.00	
1974	341.8	173.3	84.2	19.8	0.0	0.0	0.0	79.8	0.0	1.0	19.8	53.0	772.70	
1975	107.8	185.9	113.0	11.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	5.0	110.8	541.90	
1976	184.8	89.6	83.6	0.0	1.8	0.0	0.0	45.4	16.7	0.0	0.0	43.6	465.50	
1977	57.4	193.6	73.8	2.8	3.7	0.0	0.0	0.0	15.2	22.8	95.2	85.5	550.00	
1978	209.7	48.9	68.4	47.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	2.7	87.7	74.8	541.40	
1979	127.8	8.1	131.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	34.3	6.0	114.0	421.50	
1980	100.4	109.2	70.4	16.1	15.5	1.4	0.1	3.0	15.6	12.4	41.9	91.1	477.10	
1981	130.5	107.8	66.8	18.0	8.2	0.0	0.0	9.0	0.0	4.0	13.0	111.0	468.30	
1982	174.0	58.0	112.0	15.6	2.7	0.0	0.4	0.0	20.2	60.0	52.0	14.0	508.90	
1983	32.8	49.2	7.8	40.8	5.6	0.0	0.0	2.8	19.4	7.0	0.2	28.6	194.20	
1984	241.5	314.0	238.0	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0	59.2	117.6	25.8	999.70	
1985	120.8	202.0	54.8	60.1	3.3	12.0	0.0	3.7	17.4	0.0	82.3	148.2	704.60	
1986	154.5	303.4	221.8	12.6	0.0	0.0	2.8	3.5	0.0	0.0	13.9	138.6	851.10	
1987	176.3	15.4	19.4	1.5	0.0	8.6	23.4	0.0	0.0	26.8	37.2	22.4	331.00	
1988	80.4	41.9	36.0	69.9	12.6	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3	0.0	45.0	295.10	
1989	135.3	258.8	254.1	34.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	2.5	685.00	
1990	46.3	35.7	44.8	2.5	16.9	27.4	19.6	16.9	2.2	43.7	4.1	32.4	292.50	
1991	78.7	77.3	73.1	14.1	10.0	0.0	0.0	8.7	1.4	10.4	45.9	100.6	420.20	
1992	53.9	45.6	1.6	4.2	0.0	0.0	0.0	8.2	0.6	32.3	23.8	35.5	205.70	
1993	147.3	15.6	97.2	19.4	2.1	0.0	0.0	44.6	13.0	50.7	46.1	94.2	530.20	
1994	105.0	120.4	63.1	28.1	0.3	0.2	1.8	1.7	4.1	3.4	19.0	84.4	431.50	
1995	73.6	49.9	90.5	11.4	0.3	0.0	0.0	0.0	3.6	2.5	21.6	53.4	306.80	
1996	177.0	88.2	29.0	19.5	13.6	0.0	0.0	14.2	0.0	1.0	34.1	102.3	478.90	
1997	241.7	183.5	60.9	13.3	5.0	0.0	0.0	32.2	41.8	8.0	63.1	81.5	731.00	
1998	126.8	44.2	77.0	14.2	0.0	18.6	0.0	0.6	0.4	11.6	38.1	20.8	352.30	
1999	139.6	177.5	212.8	64.2	1.6	0.0	0.0	0.0	8.4	35.2	0.0	45.8	685.10	
2000	179.2	135.8	64.1	22.9	6.4	1.2	0.0	1.2	0.6	28.3	7.9	82.2	529.80	
2001	267.5	184.1	116.3	33.6	4.8	0.6	0.0	6.4	0.2	13.8	14.4	27.0	668.70	
2002	70.4	175.4	120.3	75.6	17.0	9.2	10.0	2.2	2.0	51.1	36.8	81.1	651.10	
2003	103.3	103.7	92.8	5.8	8.0	0.0	2.2	7.5	7.0	11.8	10.6	75.9	428.60	
2004	142.8	118.8	64.4	16.2	0.0	0.8	26.2	59.6	12.1	0.0	0.0	41.9	482.80	
2005	109.2	187.5	40.0	42.8	0.0	0.0	0.0	0.0	18.2	6.6	18.0	158.3	580.60	
2006	271.5	118.1	109.5	26.9	11.4	0.2	0.0	0.4	5.0	37.7	57.2	94.2	732.10	
2007	87.4	113.4	107.0	29.4	0.0	0.4	0.0	0.2	10.8	3.1	49.2	87.8	488.70	
2008	194.4	52.7	57.9	1.4	0.0	0.0	0.0	6.4	0.0	6.3	3.0	132.2	454.30	
2009	71.0	130.0	61.8	33.4	0.7	0.0	6.4	0.0	6.4	4.6	72.7	65.0	452.00	
2010	103.5	63.8	40.6	44.2	20.5	0.0	0.0	0.0	0.8	9.4	6.3	82.4	371.50	
2011	121.6	153.6	46.6	47.7	5.8	0.0	3.2	0.0	12.4	0.4	37.6	171.6	600.50	
2012	183.0	174.4	87.1	73.8	0.2	0.0	0.4	3.4	0.9	7.6	36.0	142.6	709.40	
2013	152.4	166.0	49.4	1.8	22.4	8.2	4.0	8.0	2.6	65.8	18.0	141.8	640.40	
2014	160.5	28.2	37.0	18.1	0.0	0.0	0.0	15.0	24.6	33.0	47.8	57.4	421.60	
PROM	139.53	117.08	84.44	23.64	5.88	2.05	2.05	8.11	8.12	16.80	33.42	80.63	521.74	
STD	66.49	69.72	55.13	22.02	8.14	5.11	5.60	16.09	10.24	18.44	32.22	40.76	162.71	
MIN	26.60	8.10	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	194.20	
MAX	341.80	314.00	254.10	87.40	33.60	27.40	26.20	79.80	41.80	65.80	158.60	171.60	999.70	
MEDIANA	130.50	113.40	73.10	16.10	1.80	0.00	0.00	1.20	2.60	9.00	23.80	82.20	488.70	



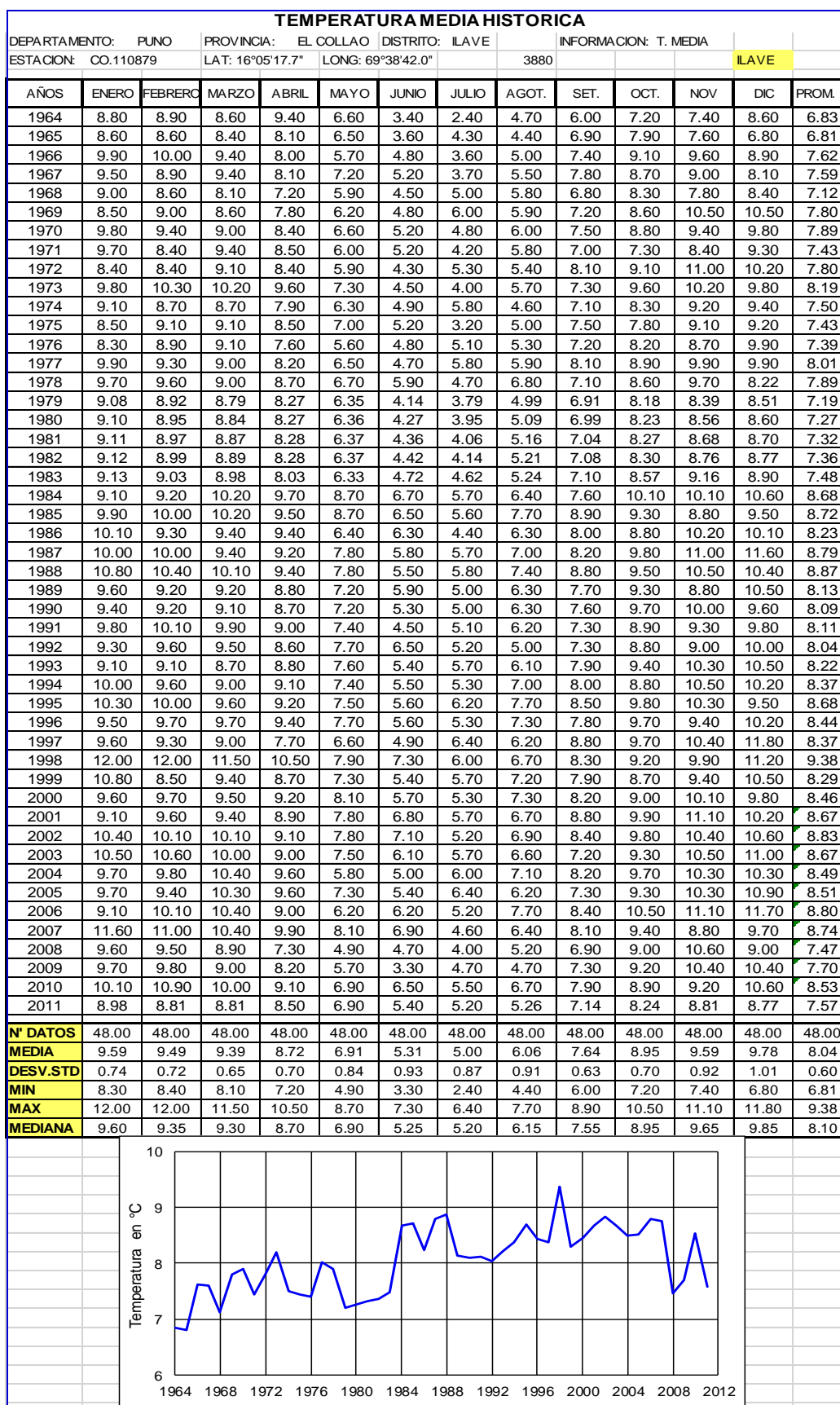


PRECIPITACION TOTAL MENSUAL HISTORICA (mm)													
NOMBRE : CAPAZO													
CUENCA : ILAVE							LATITUD 17° 11' 15.8"					REGIO : PUNO	
CODIGO : 158326							LONGITUD 69° 44' 07.8"					PROV : EL COLLAO	
TIPO : CO							ALTITUD 4419 MSNM					DIST : CAPASO	
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	63.3	96.6	38.8	14.2	10.0	0.0	0.0	0.0	1.2	15.2	22.7	39.0	301.00
1965	70.3	146.2	33.6	15.0	0.0	0.0	0.0	9.0	22.2	0.0	13.8	51.2	361.30
1966	6.8	123.8	60.5	0.0	19.9	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	36.3	54.4	302.70
1967	82.9	126.8	170.8	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0	3.7	2.1	1.3	69.0	459.80
1968	105.9	158.5	89.6	6.3	21.0	9.8	0.0	0.0	9.8	31.0	92.1	60.6	584.60
1969	94.0	99.6	53.2	2.5	60.2	0.0	0.0	0.0	11.0	0.0	22.3	107.6	450.40
1970	141.1	118.2	70.2	9.0	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	32.9	374.80
1971	139.6	244.6	117.1	15.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40.6	84.1	641.70
1972	131.5	87.2	160.1	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	20.5	25.9	51.9	489.20
1973	230.3	128.4	27.8	0.0	0.0	0.0	0.0	11.5	12.8	0.0	4.1	30.0	444.90
1974	320.6	196.4	7.3	14.2	0.0	0.5	0.0	75.8	0.0	0.0	12.1	23.0	649.90
1975	137.1	199.7	209.8	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	14.0	0.0	0.0	205.8	770.60
1976	297.1	98.9	58.3	0.0	0.0	0.0	0.0	7.2	5.0	0.0	0.0	20.8	487.30
1977	72.3	253.0	169.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	52.1	90.5	639.50
1978	268.2	74.9	182.2	67.6	0.0	0.0	0.0	6.8	0.0	0.0	92.8	138.1	830.60
1979	226.5	71.9	142.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.1	16.0	99.5	577.30
1980	104.8	81.5	341.9	41.2	0.0	0.0	0.0	10.1	0.0	42.4	0.0	57.0	678.90
1981	115.8	282.4	212.1	18.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.6	149.3	788.80
1982	226.9	226.8	52.9	7.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	31.9	54.4	33.9	634.70
1983	38.8	26.3	31.8	0.0	0.0	0.0	4.5	0.0	0.0	8.5	0.0	50.2	160.10
1984	264.7	257.8	85.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	80.8	72.7	155.5	916.60
1985	176.9	171.3	114.0	10.1	0.0	9.4	0.0	0.0	0.0	0.0	80.2	218.0	779.90
1986	227.8	263.7	236.3	12.7	0.0	0.0	0.0	3.2	4.6	0.0	0.0	102.2	850.50
1987	255.5	104.8	41.4	4.6	0.0	0.0	28.5	0.0	0.0	0.0	24.1	73.2	532.10
1988	163.0	50.6	167.0	28.4	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	0.0	44.2	458.80
1989	16.7	132.7	199.5	123.6	0.0	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	14.7	495.80
1990	127.0	33.4	64.4	17.7	0.0	56.0	0.0	0.0	0.0	24.1	82.7	156.7	562.00
1991	178.3	87.8	147.9	33.7	4.2	30.2	0.0	0.0	0.0	12.7	11.5	40.6	546.90
1992	270.4	17.3	12.3	0.8	0.0	0.0	0.0	4.9	0.0	17.6	40.5	146.9	510.70
1993	258.2	120.0	74.9	17.2	0.0	0.0	0.0	28.9	0.0	13.7	67.3	177.8	758.00
1994	240.8	264.7	29.8	57.0	9.8	0.0	0.0	0.6	2.7	2.4	28.5	132.6	768.90
1995	75.1	50.3	87.7	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4	27.1	31.6	277.80
1996	154.6	94.3	37.3	20.0	3.1	0.0	0.0	2.7	0.0	0.1	30.2	66.6	408.90
1997	189.1	189.0	50.8	11.8	20.5	0.0	0.0	17.7	36.0	3.7	21.2	37.9	577.70
1998	171.5	79.6	25.1	9.7	0.0	2.0	0.0	0.3	0.0	0.2	29.9	17.3	335.60
1999	57.3	175.9	209.2	57.0	0.1	0.0	0.0	2.1	1.5	19.5	0.0	36.3	558.90
2000	165.7	130.7	139.8	14.8	3.8	0.0	0.0	0.0	0.9	19.6	1.7	61.0	538.00
2001	266.8	257.8	134.7	37.4	0.0	3.1	0.0	2.8	0.4	5.8	9.4	33.8	752.01
2002	88.1	159.3	160.4	67.1	7.4	9.2	12.2	2.1	0.0	35.7	42.4	111.3	695.20
2003	92.1	82.2	78.1	0.0	6.4	0.0	6.2	0.0	0.0	0.9	2.5	53.5	321.90
2004	150.4	73.9	60.5	11.9	0.0	47.8	31.0	25.5	1.3	0.0	0.0	39.3	441.60
2005	91.0	187.8	48.4	12.9	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	5.7	19.1	108.2	477.50
2006	188.0	101.9	139.1	22.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.4	27.4	87.2	579.00
2007	108.3	102.4	92.4	18.3	1.9	0.0	1.9	0.0	3.8	5.2	31.4	65.0	430.60
2008	145.8	86.9	53.2	1.5	0.0	0.0	0.0	6.6	0.0	0.0	0.6	110.7	405.30
2009	60.4	77.3	58.4	77.1	0.0	0.0	0.0	0.0	11.4	1.4	80.7	51.8	418.50
2010	103.5	76.4	42.5	24.8	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	27.9	3.2	130.6	410.00
2011	114.4	152.6	47.6	34.5	3.6	1.5	4.8	0.0	6.0	0.0	20.7	143.8	529.50
2012	133.8	154.8	63.4	46.3	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	12.1	33.1	135.4	584.30
2013	144.1	102.5	42.9	0.0	12.5	14.6	2.7	2.2	0.0	13.9	7.6	86.2	429.20
2014	133.8	16.8	48.8	12.5	0.0	0.0	0.0	16.5	5.3	44.2	28.5	24.7	331.10
PROM	150.72	131.34	98.48	19.86	3.83	3.77	1.80	4.64	3.38	10.53	25.91	81.24	535.51
STD	75.40	69.46	69.76	24.33	9.57	11.00	6.02	11.91	6.50	15.63	26.59	50.74	165.39
MIN	6.80	16.80	7.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.70	160.10
MAX	320.60	282.40	341.90	123.60	60.20	56.00	31.00	75.80	36.00	80.80	92.80	218.00	916.60
MEDIANA	139.60	118.20	70.20	12.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.40	21.20	65.00	529.50



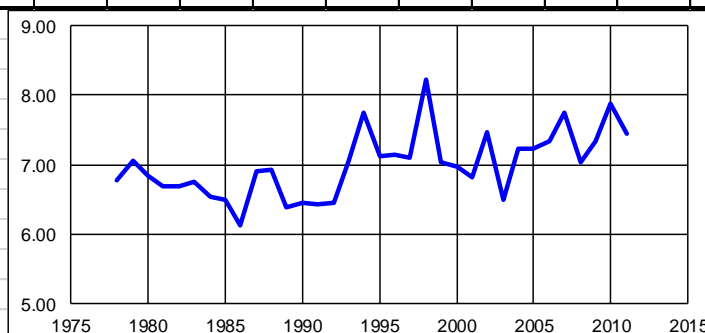
PRECIPITACION TOTAL MEDIAS MENSUALES (mm)														
UNIDAD HIDROGRÀFICA ILAVE														
PERIODO : 1964 - 1989														
Nro	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MED ANL
1	1964	92.52	113.51	92.33	25.35	15.23	0.00	0.00	2.17	31.66	16.24	31.34	52.97	39.44
2	1965	83.86	87.56	47.81	29.28	16.2	143	2.38	9.32	28.65	18.50	26.12	135.00	39.29
3	1966	44.16	113.28	53.13	16.89	37.95	0.00	0.03	0.00	2.99	25.21	76.72	66.95	36.44
4	1967	84.19	127.74	179.76	20.24	10.74	0.00	11.86	10.01	36.53	27.29	4.57	114.22	52.26
5	1968	138.66	148.35	15.04	22.50	31.39	10.51	1.11	0.63	10.44	48.14	117.67	74.47	59.91
6	1969	169.50	76.42	54.86	19.56	8.84	165	1.13	0.09	12.59	12.30	31.14	79.16	38.94
7	1970	125.50	106.95	122.69	26.23	11.78	0.10	0.15	0.03	3.90	12.31	15.39	135.03	46.67
8	1971	157.78	223.26	60.63	19.64	1.28	1.17	0.00	2.31	0.05	3.99	47.27	124.80	53.52
9	1972	217.21	153.79	144.08	12.10	1.51	0.00	0.51	0.18	18.19	32.02	46.86	117.71	62.01
10	1973	201.06	132.08	113.31	57.52	12.90	0.37	2.49	11.31	36.44	5.65	19.30	52.02	53.70
11	1974	291.78	215.95	72.19	32.18	0.01	0.71	0.01	70.33	8.77	6.41	14.98	54.46	63.98
12	1975	139.23	219.04	131.25	14.61	17.01	2.23	0.00	3.78	13.09	28.72	20.12	190.10	64.93
13	1976	274.06	121.75	130.29	18.11	8.26	0.14	10.59	31.40	34.37	5.56	4.75	62.54	58.49
14	1977	62.64	200.29	134.89	5.60	4.29	0.00	0.72	0.11	19.40	32.61	84.81	101.60	53.91
15	1978	221.11	91.96	99.82	45.76	0.02	0.00	8.45	3.41	8.35	5.82	113.52	102.33	58.38
16	1979	170.15	68.75	125.65	13.70	0.08	0.42	4.79	1.46	2.17	29.35	25.58	83.46	43.80
17	1980	138.92	74.04	136.55	14.58	4.86	0.49	1.76	9.07	26.41	54.67	27.43	129.61	55.70
18	1981	177.19	209.04	110.35	32.96	3.50	0.05	0.01	20.92	14.97	14.03	19.77	130.15	61.08
19	1982	189.04	94.55	96.70	25.74	2.34	0.63	0.23	1.66	31.50	65.54	72.93	24.67	50.46
20	1983	57.68	54.60	17.75	19.09	2.57	1.21	0.74	2.24	16.98	9.66	12.41	67.68	21.88
21	1984	300.59	271.16	190.97	16.38	7.87	13.22	0.27	7.63	0.70	80.99	126.93	87.87	92.05
22	1985	141.77	216.91	95.37	86.52	14.32	14.75	0.01	4.06	28.69	7.81	112.05	179.90	75.18
23	1986	164.93	264.09	225.59	63.93	4.61	0.07	2.44	6.87	7.60	2.10	28.96	142.34	76.13
24	1987	232.54	55.66	46.51	15.28	0.11	3.46	28.21	2.45	5.78	28.77	50.79	30.82	41.70
25	1988	160.58	46.50	132.84	90.35	9.94	0.89	0.09	0.00	8.92	22.85	6.75	71.46	45.93
26	1989	156.28	161.93	175.78	66.08	3.89	4.24	2.39	4.83	5.23	1.93	13.80	26.47	51.90
PROMEDIO		161.27	140.35	113.70	31.16	8.34	2.22	3.09	7.93	15.94	23.02	44.31	93.76	53.76
DESVEST		68.63	67.35	51.22	22.97	9.34	4.10	6.08	14.60	12.01	20.31	38.32	44.26	14.40
COEF. VAR. (%)		42.56	47.99	45.05	73.70	111.90	184.43	196.79	184.02	75.38	88.24	86.49	47.21	26.79
TENDEN (00 - 26) (% de la media)		3.06	0.92	2.02	1.41	-0.52	0.14	0.15	-0.06	-0.38	0.20	0.29	-0.62	0.550
MAXIMO		300.59	271.16	225.59	90.35	37.95	14.75	28.21	70.33	36.53	80.99	126.93	190.10	92.05
MINIMO		44.16	46.50	17.75	5.60	0.01	0.00	0.00	0.00	0.05	1.93	4.57	24.67	21.88

PRECIPITACION TOTAL MEDIOS MENSUALES (mm)														
UNIDAD HIDROGRÀFICA ILAVE														
PERIODO : 1990 - 2014														
Nro	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MED ANL
1	1990	111.98	33.92	60.20	16.38	13.50	44.12	5.74	14.51	5.73	68.06	80.67	98.74	46.13
2	1991	113.25	94.94	122.84	28.59	6.43	25.12	123	3.49	12.14	23.06	30.42	70.10	44.30
3	1992	123.28	64.03	27.25	19.71	0.23	2.09	6.25	26.54	0.39	46.58	39.70	82.55	36.55
4	1993	178.32	64.46	19.01	41.79	7.69	0.80	0.00	38.11	14.64	74.56	82.67	135.61	63.14
5	1994	167.40	179.25	101.27	71.23	10.26	0.72	1.49	0.82	5.19	115.2	50.59	117.72	59.79
6	1995	104.13	117.47	116.16	10.99	155	0.37	0.00	0.56	8.79	6.06	40.49	102.71	42.44
7	1996	217.32	112.26	26.74	38.30	11.49	0.00	0.40	27.18	5.42	4.37	63.89	96.78	50.35
8	1997	208.81	204.03	87.34	26.98	4.70	0.00	0.00	29.56	67.62	17.64	82.89	61.70	65.94
9	1998	121.39	80.46	70.48	21.55	0.00	13.51	0.00	0.47	0.66	18.09	42.49	24.45	32.80
10	1999	122.48	184.39	228.43	69.14	9.02	0.28	0.12	4.64	7.62	65.70	3.97	64.24	63.34
11	2000	222.47	179.33	105.48	18.29	5.53	157	0.54	7.11	3.80	48.16	6.39	99.76	58.20
12	2001	313.88	229.77	140.96	50.39	6.95	0.70	2.68	8.16	6.13	24.33	28.16	49.55	71.81
13	2002	78.64	193.42	147.17	76.87	18.57	8.72	19.68	9.51	6.11	48.80	54.24	82.46	62.02
14	2003	127.66	114.82	114.23	14.73	11.13	0.20	2.17	7.30	15.10	8.93	14.31	98.36	44.08
15	2004	193.47	129.32	69.74	18.30	0.65	8.20	23.23	48.65	10.74	0.30	9.70	56.12	47.37
16	2005	105.56	213.58	62.63	35.17	0.35	0.00	0.00	0.00	20.78	25.95	34.81	140.67	53.29
17	2006	248.06	105.51	111.19	32.67	6.23	158	0.00	6.08	18.08	26.82	53.11	79.89	57.44
18	2007	100.22	103.29	142.40	37.17	2.79	0.25	1.10	1.01	26.38	30.00	51.80	92.03	49.04
19	2008	191.61	83.92	66.62	2.45	0.52	0.18	0.47	5.34	1.04	24.45	8.45	134.34	43.28
20	2009	77.40	139.05	84.75	55.69	0.26	0.00	5.19	0.00	13.05	14.55	84.58	76.89	45.95
21	2010	135.76	126.69	45.73	36.97	17.44	0.00	0.22	2.11	1.77	26.71	5.46	120.78	43.30
22	2011	133.13	190.88	87.93	42.12	4.57	0.22	5.14	0.32	13.29	16.54	37.33	175.60	58.92
23	2012	175.84	227.88	127.49	73.86	0.64	0.08	0.33	5.29	8.70	13.31	48.94	180.85	71.93
24	2013	184.55	158.62	53.43	10.67	15.50	16.60	9.53	11.11	2.07	41.01	15.79	151.20	55.84
25	2014	167.68	58.31	47.01	22.77	0.57	0.07	1.25	20.96	43.61	47.17	36.22	62.98	42.38
PROMEDIO		156.97	135.58	94.66	34.91	6.26	5.02	3.47	11.15	12.75	29.31	40.28	98.24	52.38
DESVEST		57.15	57.20	45.07	21.16	5.80	10.33	5.99	13.22	14.88	20.52	25.53	38.98	10.60
COEF. VAR. (%)		36.41	42.19	47.61	60.60	92.56	205.99	172.62	118.53	116.66	70.03	63.38	39.68	20.23
TENDEN (90 - 14)		0.50	2.15	-0.60	0.16	-0.09	-0.53	0.08	-0.44	0.24	-0.57	-1.09	1.88	0.141
(% de la media)		0.32	1.59	-0.64	0.45	-1.39	-10.57	2.24	-3.92	1.91	-1.94	-2.72	1.91	0.27
MAXIMO		313.88	229.77	228.43	76.87	18.57	44.12	23.23	48.65	67.62	74.56	84.58	180.85	71.93
MINIMO		77.40	33.92	26.74	2.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.39	0.30	3.97	24.45	32.80



TEMPERATURA MEDIA HISTORICA													
DEPARTAMENTO : PUNO			PROV. : PUNO			DIST. ACORA			INFORMACION.:			T. MEDIA	
Estación CO. 110821			LAT. " S " : 15°59'26,1"			Long. " W " : 69°48'39,0"			Alt. 3935 MSNM			RINCON DE LA CRUZ ACORA	
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGOT	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1970	9.4	8.9	8.5	8.2	7.0	6.3	5.8	6.7	7.7	8.7	9.3	9.3	7.98
1971	9.2	8.4	9.0	8.3	6.4	5.9	5.2	6.4	7.3	7.3	8.3	9.0	7.56
1972	8.4	8.4	8.8	8.2	6.2	5.3	5.9	6.3	7.9	8.7	10.0	9.7	7.82
1973	9.5	9.7	9.5	9.0	7.7	5.7	5.4	6.5	8.1	9.2	9.9	9.5	8.31
1974	8.8	8.6	8.6	8.0	6.6	5.8	6.5	5.7	7.4	8.3	9.1	9.0	7.70
1975	8.4	8.9	8.9	8.4	7.3	6.1	4.7	6.2	7.7	7.7	8.8	9.1	7.68
1976	8.5	8.8	8.8	7.6	6.5	5.8	6.0	6.1	7.5	8.0	8.3	9.5	7.60
1977	9.4	9.1	8.8	8.2	6.6	5.3	6.5	6.6	7.8	8.4	9.6	9.4	7.97
1978	9.1	9.3	8.7	8.5	7.0	6.2	5.4	7.0	7.2	8.5	9.2	8.9	7.92
1979	9.0	9.0	8.9	8.2	6.9	6.0	5.3	6.2	7.5	8.5	8.9	9.0	7.78
1980	9.1	9.0	8.7	8.4	7.0	5.6	5.6	6.2	7.5	8.4	8.8	8.7	7.76
1981	9.0	8.7	8.7	8.2	6.9	5.4	5.5	6.1	7.3	8.3	8.9	8.9	7.66
1982	8.9	8.8	8.8	8.2	6.8	5.5	5.4	6.2	7.4	8.4	8.9	8.9	7.68
1983	9.2	9.0	9.0	8.5	7.1	5.9	5.9	6.3	7.6	8.4	9.0	8.9	7.89
1984	8.8	8.8	9.2	8.8	7.8	6.5	6.0	6.6	7.6	9.1	9.3	9.5	8.16
1985	9.2	9.1	9.2	8.8	7.8	6.4	6.0	7.1	8.1	8.6	8.7	9.0	8.17
1986	9.2	8.8	8.8	8.7	6.8	6.2	5.4	6.5	7.7	8.4	9.3	9.3	7.94
1987	9.3	9.2	8.9	8.7	7.5	6.1	6.1	6.9	8.0	8.9	9.8	10.1	8.29
1988	9.6	9.4	9.2	8.8	7.5	5.9	6.1	7.1	8.3	8.8	9.5	9.5	8.31
1989	9.0	8.7	8.7	8.5	7.2	6.2	5.7	6.7	7.8	8.8	8.8	9.6	7.98
1990	9.0	8.9	8.8	8.5	7.3	5.9	5.8	6.6	7.6	8.9	9.3	9.2	7.99
1991	8.8	9.2	9.3	9.0	7.7	5.7	6.5	7.3	7.4	9.0	8.6	9.0	8.12
1992	8.7	9.4	10.2	9.2	7.6	6.4	6.2	6.0	7.9	7.8	7.9	8.5	7.98
1993	7.7	8.6	8.8	8.6	7.8	4.8	5.7	6.2	9.0	10.1	10.4	10.9	8.22
1994	9.5	9.4	8.8	9.2	7.3	5.6	5.8	6.9	7.5	8.7	8.6	9.5	8.07
1995	9.0	9.6	9.0	9.1	8.1	5.5	6.2	7.6	8.7	9.8	9.8	8.7	8.43
1996	8.9	9.0	9.4	9.3	7.8	6.2	5.9	7.2	8.2	9.6	9.0	9.6	8.34
1997	8.9	8.6	8.4	7.5	7.6	5.6	6.4	6.3	8.5	9.3	9.8	11.3	8.18
1998	11.5	11.6	11.2	10.9	8.8	7.8	6.8	7.8	8.8	9.8	10.2	10.5	9.64
1999	9.4	9.0	8.8	8.4	7.4	5.6	5.9	7.6	8.0	8.5	8.8	10.2	8.13
2000	9.0	8.8	9.2	8.8	8.0	5.7	5.6	7.0	9.1	8.3	10.2	9.7	8.28
2001	9.0	9.6	9.4	9.6	8.0	7.3	5.8	7.0	9.2	9.1	8.7	9.2	8.49
2002	8.6	9.2	9.3	8.9	7.6	5.5	6.2	6.7	7.8	9.1	8.9	9.4	8.10
2003	8.8	9.2	9.3	9.0	7.7	5.6	6.2	6.8	8.0	9.1	9.0	9.5	8.17
2004	8.8	9.2	9.3	9.0	7.7	5.7	6.2	6.8	8.1	9.1	9.1	9.5	8.21
2005	8.9	9.3	9.3	9.0	7.7	5.8	6.1	6.8	8.1	9.1	9.1	9.6	8.24
2006	8.9	9.3	9.3	9.0	7.8	5.8	6.1	6.9	8.2	9.1	10.6	11.2	8.51
2007	11.1	10.5	9.8	9.9	8.4	7.3	6.6	7.9	8.5	9.8	9.7	10.3	9.15
2008	9.8	10.0	9.2	8.7	6.6	6.6	6.3	6.9	8.8	10.0	10.8	10.0	8.64
2009	10.0	10.0	9.6	8.8	7.7	5.3	5.0	4.9	7.2	8.4	9.1	8.6	7.88
2010	8.7	9.2	8.7	7.9	6.5	5.7	4.8	6.0	7.2	9.1	10.6	10.9	7.94
2011	10.5	9.7	9.6	9.2	7.8	7.0	6.4	7.1	8.3	9.1	8.9	9.5	8.59
N° DATO	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00
MEDIA	9.16	9.19	9.10	8.70	7.37	5.96	5.88	6.66	7.94	8.82	9.27	9.51	8.13
DESV.S	0.66	0.57	0.49	0.60	0.57	0.58	0.47	0.57	0.53	0.60	0.66	0.68	0.39
MIN	7.70	8.37	8.40	7.50	6.19	4.80	4.67	4.90	7.20	7.32	7.90	8.50	7.56
MAX	11.50	11.60	11.20	10.90	8.80	7.80	6.80	7.90	9.20	10.10	10.80	11.30	9.64
MEDIAN	9.00	9.07	8.98	8.70	7.53	5.82	5.93	6.66	7.86	8.81	9.08	9.47	8.11

TEMPERATURA MEDIA HISTORICA														
DEPARTAMENTO:	PUNO			PROVINCIA:	PUNO			DISTRITO:	PICHACANI			INFORMACION: T. MEDIA		
ESTACION:	CO. 120889			LAT: 16°08'00.0"				LONG: 70°03'00.0"				ALT: 4100	LARAQUERI	
AÑOS	ENER.	FEB.	MAR.	ABRIL.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOT.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	PROM.	
1978	8.3	8.7	7.8	7.4	5.5	4.1	3.2	5.5	5.5	7.5	8.7	9.4	6.78	
1979	8.6	8.4	8.6	7.2	5.6	5.3	3.7	5.0	6.3	8.1	8.5	9.2	7.05	
1980	8.6	8.7	7.7	7.8	6.0	3.9	4.2	4.7	6.5	7.6	8.3	7.9	6.83	
1981	8.1	7.6	7.8	7.7	5.9	3.9	4.2	4.7	6.5	7.6	8.4	8.1	6.69	
1982	8.1	7.7	7.8	7.6	5.8	3.9	4.1	4.7	6.5	7.5	8.4	8.2	6.70	
1983	8.9	8.4	8.6	7.7	5.6	4.0	4.2	4.4	6.1	6.8	7.9	8.3	6.74	
1984	7.4	7.4	8.0	7.3	6.0	4.5	3.4	4.3	5.5	7.9	8.1	8.5	6.53	
1985	8.0	7.7	8.1	7.4	6.1	4.1	3.3	5.2	6.4	7.1	7.0	7.6	6.50	
1986	8.0	7.5	7.5	7.2	4.3	3.7	2.3	4.2	5.7	6.8	8.1	8.3	6.13	
1987	8.2	8.1	7.6	7.3	5.9	3.8	3.6	5.0	6.6	7.8	9.1	9.6	6.90	
1988	8.9	8.7	8.2	7.5	5.8	3.4	3.7	5.2	7.0	7.6	8.6	8.5	6.93	
1989	7.6	7.2	7.2	6.9	5.3	4.0	3.1	4.7	6.4	7.9	7.6	8.9	6.39	
1990	8.0	7.7	7.6	7.1	5.7	3.5	3.4	4.4	5.8	7.8	8.2	8.4	6.46	
1991	8.3	8.6	8.1	7.2	5.2	2.9	3.3	4.4	5.7	7.4	7.7	8.3	6.43	
1992	7.6	7.9	7.9	7.2	5.9	4.4	3.5	3.5	6.0	7.2	7.6	8.5	6.44	
1993	7.6	8.1	9.2	7.7	5.5	5.1	4.9	3.9	6.0	6.9	9.7	9.9	7.05	
1994	9.1	8.8	8.5	8.5	6.0	4.5	5.2	6.9	7.6	8.9	9.3	9.7	7.75	
1995	7.7	7.5	7.6	7.7	6.7	5.0	4.9	5.8	7.3	7.8	9.0	8.4	7.11	
1996	8.1	8.6	7.9	7.8	6.8	4.6	3.9	5.8	6.5	8.6	8.6	8.6	7.15	
1997	7.6	7.5	7.4	7.0	5.6	4.8	5.2	5.1	7.3	8.5	9.1	10.0	7.09	
1998	9.2	9.5	9.3	9.0	7.1	6.6	6.0	7.1	8.0	8.8	8.7	9.3	8.22	
1999	8.2	7.0	6.9	7.3	7.0	5.2	5.3	6.0	7.0	7.4	8.4	8.7	7.03	
2000	7.2	6.9	7.4	7.9	6.9	5.0	4.3	6.2	7.7	7.1	9.2	7.9	6.98	
2001	7.0	6.8	7.0	7.1	6.3	5.1	4.5	5.2	7.3	8.2	9.0	8.2	6.81	
2002	8.3	7.8	8.2	7.7	6.5	5.6	3.8	5.3	9.3	8.1	11.0	7.9	7.46	
2003	9.2	9.5	9.3	7.4	6.3	2.8	2.9	3.4	5.4	6.7	6.9	8.1	6.49	
2004	9.9	9.2	9.4	7.7	3.8	2.3	3.3	5.2	6.4	8.9	10.1	10.4	7.22	
2005	10.2	9.2	9.2	8.1	5.5	2.4	3.8	3.7	6.1	8.7	9.8	10.0	7.23	
2006	9.1	9.5	9.7	8.0	4.2	3.5	2.6	5.2	6.6	9.2	9.8	10.6	7.33	
2007	9.9	10.2	9.5	8.0	6.3	4.8	4.0	5.6	7.5	8.8	8.9	9.5	7.75	
2008	9.5	9.2	8.5	6.9	4.0	4.1	3.2	4.0	6.1	8.7	10.2	9.9	7.03	
2009	9.9	9.7	8.9	7.5	5.1	2.6	3.9	3.7	7.3	8.9	10.1	10.5	7.34	
2010	10.3	10.9	9.6	8.2	6.2	5.5	3.2	5.3	6.9	8.8	9.2	10.4	7.88	
2011	10.1	9.6	9.2	7.8	5.8	4.7	3.8	6.0	7.4	7.9	8.7	8.4	7.45	
N' DATOS	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00	
MEDIA	8.55	8.40	8.28	7.58	5.77	4.23	3.88	4.99	6.65	7.93	8.76	8.94	7.00	
DESV.STD	0.91	0.99	0.79	0.45	0.79	0.96	0.80	0.88	0.82	0.71	0.90	0.87	0.46	
MIN	7.00	6.80	6.90	6.89	3.80	2.30	2.32	3.40	5.40	6.70	6.90	7.56	6.13	
MAX	10.30	10.90	9.70	9.00	7.10	6.60	6.00	7.10	9.30	9.20	11.00	10.60	8.22	
MEDIANA	8.27	8.42	8.11	7.55	5.83	4.13	3.80	5.06	6.49	7.84	8.69	8.54	7.00	



TEMPERATURA MEDIA HISTORICA													
DEPARTAMENTO:	PUNO			PROVINCIA:	CHUCUITO		DISTRITO:	MAZO CRUZ			INFORMACION: T. MEDIA		
ESTACION:	CO.110878			LAT: 16°44'24.4"	LONG: 69°42'21.9"		ALT: 4100						
MAZO CRUZ													
AÑOS	ENER.	FEB.	MAR.	ABRIL.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOT.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	PROM.
1964	7.70	8.50	5.60	3.50	0.50	-1.10	-1.60	1.20	2.30	3.60	4.40	7.50	3.51
1965	7.30	7.90	6.50	5.00	2.30	-0.90	0.10	0.70	4.20	4.50	5.80	8.60	4.33
1966	8.70	9.20	7.40	5.10	2.60	-0.40	-1.40	1.40	3.20	8.10	8.30	8.20	5.03
1967	8.00	8.50	8.20	5.10	2.80	1.20	0.00	1.70	4.70	4.40	4.70	5.90	4.60
1968	8.60	8.30	7.40	4.20	3.00	1.70	-0.70	1.70	1.80	4.70	7.60	7.40	4.64
1969	7.90	8.30	8.40	5.80	2.00	0.40	-0.50	0.30	2.90	4.40	7.20	7.30	4.53
1970	8.50	7.80	6.80	6.00	2.10	1.00	-1.40	-0.10	2.50	4.20	4.90	8.50	4.23
1971	7.80	7.60	7.10	4.40	0.90	-1.20	-1.90	0.10	2.30	3.00	6.70	6.60	3.62
1972	7.40	7.40	7.00	4.70	0.90	-1.30	0.10	-0.10	3.80	4.50	7.30	8.10	4.15
1973	9.00	9.00	8.20	7.80	3.70	0.00	-0.50	1.70	4.50	5.90	6.70	6.80	5.23
1974	7.80	7.90	6.60	3.90	0.90	-0.50	0.50	1.20	3.30	3.60	4.20	6.70	3.84
1975	7.30	7.60	7.90	4.90	2.40	0.10	-2.10	-0.50	2.60	4.00	6.20	8.40	4.07
1976	8.10	8.00	8.00	4.20	1.80	-1.20	-1.60	0.30	3.20	3.00	3.60	7.20	3.72
1977	7.70	7.20	7.90	4.20	0.40	-1.20	0.20	0.30	3.60	4.30	6.30	7.40	4.03
1978	7.70	8.60	6.60	6.00	2.30	0.90	-0.30	1.70	1.40	3.70	6.40	7.80	4.40
1979	7.90	7.60	7.80	3.90	-1.50	1.10	-0.80	-1.20	1.50	4.40	5.40	6.10	3.52
1980	6.60	5.90	6.90	4.90	0.70	-1.70	0.00	0.30	3.50	5.00	6.40	7.80	3.86
1981	7.00	7.00	7.40	5.30	2.90	-0.60	0.00	1.80	2.80	4.80	7.40	9.40	4.60
1982	8.40	8.00	7.30	4.60	1.20	-0.90	0.40	1.30	3.10	5.90	7.60	6.40	4.44
1983	8.20	7.80	7.20	5.80	2.50	1.70	1.40	4.20	5.60	5.10	4.90	6.00	5.03
1984	7.20	8.20	7.60	5.70	3.30	2.90	1.30	1.00	1.40	7.30	7.70	7.80	5.12
1985	9.40	8.10	8.70	6.70	5.20	3.20	0.80	2.80	4.50	4.00	6.50	7.90	5.65
1986	8.00	7.80	8.30	5.80	3.90	2.40	-0.70	2.20	2.90	4.00	6.90	8.00	4.96
1987	9.30	4.80	7.20	6.70	4.10	1.30	2.00	1.90	3.00	5.00	7.40	5.90	4.88
1988	7.30	6.90	8.30	8.40	5.40	1.60	1.30	2.50	9.00	8.20	4.60	6.50	5.83
1989	6.20	5.70	6.10	5.80	3.70	3.90	2.80	2.70	3.50	3.10	6.80	6.00	4.69
1990	7.90	6.30	6.40	4.80	2.30	1.80	0.50	0.20	0.70	5.80	7.20	6.60	4.21
1991	5.70	4.70	6.00	4.60	2.10	1.20	-0.10	-1.30	1.10	5.90	4.40	5.00	3.28
1992	5.40	5.60	5.50	4.30	1.90	0.60	-0.70	-0.40	0.20	3.90	5.00	5.60	3.08
1993	5.60	4.90	4.90	4.00	1.70	-1.20	0.60	1.40	2.50	4.60	5.50	6.90	3.45
1994	7.00	5.70	5.10	4.80	-1.40	-1.80	0.80	0.90	2.30	3.00	5.60	6.00	3.17
1995	6.90	6.40	7.10	4.20	0.90	0.20	0.40	2.20	3.50	0.50	4.10	6.20	3.55
1996	6.50	6.60	5.50	4.30	1.80	-0.70	0.70	2.00	1.80	3.40	4.90	6.60	3.62
1997	6.70	6.20	5.50	2.90	1.50	-0.40	0.40	2.00	5.30	4.30	6.30	7.50	4.02
1998	8.80	8.20	8.00	5.50	2.00	1.30	1.00	2.00	1.90	5.30	5.50	7.60	4.76
1999	7.80	8.30	8.80	7.60	4.20	1.70	2.40	3.10	4.00	6.90	5.90	9.00	5.81
2000	9.20	9.50	8.70	6.90	4.30	1.40	0.20	2.70	4.20	6.40	6.60	9.20	5.78
2001	9.20	9.50	9.50	8.50	5.10	1.80	-0.30	1.70	4.00	5.30	7.10	6.90	5.69
2002	7.60	7.90	7.00	5.90	4.60	1.60	0.60	2.20	4.60	7.20	7.50	8.50	5.43
2003	9.60	9.10	8.90	6.30	4.10	0.70	1.40	1.60	2.50	5.30	6.60	8.30	5.37
2004	9.40	8.50	8.40	6.40	1.10	0.00	1.70	3.40	4.20	5.30	6.10	8.20	5.23
2005	8.70	8.30	8.30	6.10	1.20	-1.90	-0.10	-0.90	2.30	4.40	6.10	7.90	4.20
2006	8.20	7.70	8.20	6.10	2.10	0.30	0.60	3.10	4.50	9.10	9.80	9.10	5.73
2007	8.80	9.30	9.10	7.40	4.30	3.20	1.80	3.40	5.60	6.60	6.70	8.80	6.25
2008	9.30	9.00	8.20	4.90	1.30	1.10	0.60	1.80	3.00	6.60	7.60	8.80	5.18
2009	9.10	9.80	8.40	6.30	2.80	0.00	1.80	0.70	4.50	5.90	9.30	9.90	5.71
2010	9.90	10.50	8.90	7.10	4.50	3.40	0.70	2.70	4.50	5.60	5.40	8.70	5.99
2011	9.00	9.00	8.20	6.90	4.30	2.70	2.20	0.61	2.86	4.18	5.84	6.97	5.23
N° DATOS	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00
MEDIA	7.94	7.72	7.44	5.50	2.43	0.61	0.30	1.38	3.27	4.96	6.27	7.47	4.61
DESV.STD	1.08	1.33	1.12	1.27	1.57	1.49	1.12	1.25	1.50	1.55	1.30	1.13	0.84
MIN	5.40	4.70	4.90	2.90	-1.50	-1.90	-2.10	-1.30	0.20	0.50	3.60	5.00	3.08
MAX	9.90	10.50	9.50	8.50	5.40	3.90	2.80	4.20	9.00	9.10	9.80	9.90	6.25
MEDIANA	7.90	7.90	7.50	5.40	2.30	0.65	0.40	1.65	3.15	4.65	6.35	7.50	4.60

Temperatura en °C

TEMPERATURA MEDIA HISTORICA													
DEPARTAMENTO :	PUNO			PROV. :	EL COLLAO			DIST.	CAPAZO		INFORMACION.:	T. MEDIA	
Estación	CO. 157418			LAT. " S ":	17°11'15,8"			Long. " W ":	69°44'07,8"		Alt. 4530 MSNM		
CAPAZO													
AÑOS	ENER.	FEB.	MAR.	ABRL.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOT.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	PROM.
1990	4.92	4.65	4.56	4.08	1.77	-0.25	-0.13	0.73	2.78	3.97	5.17	5.24	3.12
1991	4.92	4.66	4.56	4.07	1.76	-0.25	-0.13	0.73	2.78	3.95	5.17	5.25	3.12
1992	2.29	3.95	4.48	2.81	1.25	0.42	0.62	-0.10	2.19	3.95	4.16	4.37	2.53
1993	4.16	4.79	6.14	4.37	1.67	1.14	0.94	-0.31	2.29	3.33	6.77	6.97	3.52
1994	6.04	5.62	5.31	5.31	2.29	0.42	1.25	3.33	4.16	5.83	6.24	6.77	4.38
1995	6.56	6.24	5.83	3.54	2.19	-0.42	0.62	2.60	3.95	4.68	5.83	5.52	3.93
1996	5.72	5.83	5.41	4.48	2.19	-0.21	-0.42	2.50	2.60	4.58	5.31	6.04	3.67
1997	5.83	5.41	4.68	3.23	1.25	-0.52	0.94	0.83	4.06	4.58	6.56	7.60	3.70
1998	8.12	7.29	6.97	5.31	2.08	1.67	1.77	2.08	3.12	5.52	6.24	7.18	4.78
1999	5.93	5.83	5.10	3.95	2.29	-0.31	0.21	1.87	3.12	4.48	4.89	6.77	3.68
2000	5.72	5.62	5.31	4.68	2.60	-0.31	-1.15	1.04	3.02	4.27	5.10	5.62	3.46
2001	6.24	5.98	5.91	4.86	2.36	0.57	-2.70	1.70	2.90	3.30	6.00	5.40	3.54
2002	5.70	5.70	5.20	5.40	3.30	0.90	1.00	1.30	3.10	4.70	5.30	6.20	3.98
2003	7.00	6.40	5.90	4.10	2.40	1.30	1.10	1.20	1.70	4.00	4.40	6.30	3.82
2004	5.60	6.00	6.20	4.70	1.00	0.10	-2.30	1.80	3.80	3.60	5.20	6.30	3.50
2005	6.90	5.70	6.30	4.80	2.10	0.20	0.20	0.60	2.10	3.70	5.30	6.50	3.70
2006	6.30	6.30	6.40	4.90	1.70	0.40	-0.20	1.30	2.30	4.30	5.70	6.40	3.82
2007	6.70	6.70	6.10	4.80	2.40	1.90	0.50	2.40	3.10	4.60	4.60	5.60	4.12
2008	6.20	5.90	5.80	3.30	0.60	0.40	0.10	1.10	1.20	4.00	5.30	5.80	3.31
2009	5.90	6.80	5.50	4.30	-2.10	-3.10	0.10	0.20	2.80	4.50	6.90	6.60	3.20
2010	6.90	7.40	6.80	4.80	3.00	2.70	1.30	2.00	3.30	4.00	4.00	6.90	4.43
2011	6.20	5.40	5.20	4.30	2.10	1.70	0.40	1.44	2.71	3.84	5.37	5.88	3.71
N° DATO	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00
MEDIA	5.90	5.83	5.62	4.37	1.83	0.38	0.18	1.38	2.87	4.26	5.43	6.15	3.68
DESV.S	1.12	0.82	0.70	0.68	1.05	1.14	1.07	0.89	0.73	0.60	0.77	0.74	0.48
MIN	2.29	3.95	4.48	2.81	-2.10	-3.10	-2.70	-0.31	1.20	3.30	4.00	4.37	2.53
MAX	8.12	7.40	6.97	5.40	3.30	2.70	1.77	3.33	4.16	5.83	6.90	7.60	4.78
MEDIAN	5.98	5.83	5.65	4.42	2.10	0.40	0.30	1.30	2.85	4.13	5.30	6.25	3.69

TEMPERATURA TOTAL MEDIAS MENSUALES (°C)														
UNIDAD HIDROGRÁFICA ILAVE, PERIODO: 1964 - 2014														
Nro	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MED ANL
1	1964	2.98	3.24	2.37	1.77	0.71	0.05	-0.17	0.84	1.20	1.66	1.91	2.90	1.62
2	1965	2.87	3.05	2.62	2.16	1.27	0.11	0.47	0.66	1.86	2.05	2.43	3.21	1.90
3	1966	3.40	3.53	2.96	2.19	1.29	0.33	-0.03	0.93	1.61	3.17	3.24	3.21	2.15
4	1967	3.18	3.26	3.18	2.18	1.44	0.84	0.40	1.01	2.04	2.02	2.16	2.42	2.01
5	1968	3.27	3.18	2.85	1.85	1.40	0.93	0.22	1.01	1.14	2.13	2.94	2.92	1.99
6	1969	3.05	3.22	3.23	2.42	1.16	0.58	0.34	0.58	1.49	2.06	3.00	3.00	2.01
7	1970	4.64	4.34	3.94	3.63	2.18	1.69	0.86	1.47	2.48	3.24	3.57	4.62	3.06
8	1971	4.40	4.12	4.13	3.18	1.69	0.95	0.57	1.45	2.33	2.55	3.87	3.99	2.77
9	1972	4.07	4.08	4.05	3.24	1.66	0.77	1.36	1.38	2.92	3.33	4.48	4.60	3.00
10	1973	4.84	4.88	4.59	4.35	2.81	1.24	1.02	1.96	3.11	3.86	4.23	4.17	3.42
11	1974	4.30	4.28	3.90	2.96	1.75	1.14	1.59	1.59	2.62	2.95	3.31	4.04	2.87
12	1975	4.06	4.26	4.34	3.35	2.33	1.38	0.37	1.23	2.51	2.92	3.83	4.52	2.93
13	1976	4.29	4.34	4.36	2.95	1.95	0.90	0.84	1.43	2.62	2.71	2.96	4.29	2.80
14	1977	4.43	4.19	4.33	3.09	1.59	0.80	1.49	1.56	2.83	3.20	4.04	4.33	2.99
15	1978	7.21	7.67	6.64	6.25	4.13	3.08	2.17	3.96	3.93	5.61	6.98	7.55	5.43
16	1979	7.33	7.22	7.30	5.50	3.03	3.47	2.18	2.74	4.34	6.03	6.58	7.02	5.23
17	1980	7.02	6.81	6.68	6.06	3.81	2.09	2.68	3.12	4.97	6.04	6.80	7.02	5.26
18	1981	6.91	6.66	6.84	6.08	4.40	2.33	2.61	3.50	4.68	5.92	7.12	7.61	5.39
19	1982	7.30	7.05	6.85	5.82	3.84	2.28	2.71	3.38	4.80	6.24	7.17	6.76	5.35
20	1983	7.64	7.29	7.21	6.31	4.28	3.20	3.18	4.17	5.45	5.74	6.23	6.69	5.62
21	1984	6.69	6.95	7.13	6.20	4.83	3.88	2.86	3.25	3.99	6.98	7.21	7.42	5.62
22	1985	7.62	7.13	7.48	6.53	5.43	3.79	2.67	4.22	5.39	5.60	6.28	6.97	5.76
23	1986	7.25	6.89	7.05	6.19	4.10	3.33	1.73	3.55	4.57	5.41	6.97	7.35	5.37
24	1987	7.71	6.32	6.78	6.46	4.96	3.06	3.17	3.86	5.01	6.21	7.61	7.43	5.72
25	1988	7.46	7.21	7.42	7.05	5.29	2.95	3.01	4.15	6.95	7.06	6.55	7.03	6.01
26	1989	6.51	6.12	6.26	6.00	4.53	3.92	3.12	3.91	5.02	5.68	6.63	7.07	5.40
27	1990	7.85	7.20	7.13	6.35	4.54	2.98	2.56	3.15	4.32	6.99	7.77	7.68	5.71
28	1991	7.28	7.13	7.32	6.41	4.35	2.54	2.45	2.82	4.35	6.88	6.66	7.16	5.45
29	1992	6.53	7.04	7.20	6.18	4.50	3.19	2.43	2.40	4.20	6.03	6.56	7.22	5.29
30	1993	6.69	6.87	7.46	6.43	4.39	2.72	3.35	3.16	5.11	6.42	8.24	8.85	5.81
31	1994	8.23	7.62	7.18	7.15	3.65	2.36	3.51	4.68	5.63	6.78	7.80	8.26	6.07
32	1995	7.72	7.53	7.59	6.45	4.66	3.02	3.31	4.75	6.07	5.72	7.38	7.51	5.98
33	1996	7.57	7.80	7.24	6.68	4.93	2.73	2.83	4.61	5.00	6.81	7.20	7.95	5.95
34	1997	7.45	7.13	6.74	5.41	4.19	2.71	3.50	3.89	6.57	6.95	8.15	9.29	6.00
35	1998	9.51	9.34	9.06	7.88	5.25	4.62	4.12	5.07	5.74	7.58	7.81	8.88	7.07
36	1999	8.16	7.70	7.72	7.25	5.65	3.54	3.95	4.97	5.88	7.18	7.39	8.94	6.53
37	2000	8.08	8.02	7.95	7.43	5.84	3.43	2.66	4.71	6.34	6.86	8.12	8.40	6.49
38	2001	8.02	8.14	8.14	7.73	5.78	3.99	2.41	4.09	6.15	6.96	8.18	7.76	6.45
39	2002	7.99	7.95	7.78	7.18	5.80	3.90	2.97	4.20	6.82	7.67	8.87	8.30	6.62
40	2003	9.10	9.04	8.80	7.00	5.44	2.65	2.94	3.34	4.59	6.50	7.09	8.38	6.24
41	2004	9.04	8.66	8.77	7.27	3.42	2.08	2.71	4.60	5.81	7.25	8.17	9.13	6.41
42	2005	9.15	8.54	8.67	7.34	4.28	1.60	2.75	2.64	4.91	6.90	8.06	8.95	6.15
43	2006	8.48	8.59	8.84	7.28	3.95	2.72	2.39	4.51	5.79	8.60	9.48	9.76	6.70
44	2007	9.45	9.58	9.03	7.82	5.66	4.50	3.38	5.00	6.58	7.82	7.84	8.95	7.13
45	2008	9.09	8.88	8.23	6.19	3.29	3.22	2.63	3.58	5.05	7.71	8.93	9.03	6.32
46	2009	9.17	9.43	8.46	7.00	3.90	1.63	3.10	2.71	5.95	7.44	9.37	9.58	6.48
47	2010	9.54	10.10	8.99	7.52	5.44	4.70	2.71	4.39	5.92	7.35	7.67	9.56	6.99
48	2011	9.32	8.88	8.45	7.36	5.28	4.17	3.43	3.94	5.55	6.49	7.48	7.87	6.52
PROMEDIO		6.75	6.63	6.48	5.56	3.75	2.46	2.24	3.09	4.42	5.53	6.30	6.78	5.00
DESVEST		2.07	2.01	2.01	1.91	1.53	1.27	1.14	1.38	1.64	1.97	2.12	2.16	1.69
COEF. VAR. (%)		30.70	30.32	30.96	34.35	40.81	51.68	50.95	44.65	36.99	35.61	33.61	31.85	33.81
TENDEN (00 - 48)		0.14	0.13	0.13	0.12	0.09	0.07	0.07	0.08	0.10	0.12	0.13	0.14	0.10
(% de la media)		2.02	2.01	2.03	2.16	2.30	2.64	2.91	2.50	2.26	2.26	2.13	2.08	2.19
MAXIMO		9.54	10.10	9.06	7.88	5.84	4.70	4.12	5.07	6.95	8.60	9.48	9.76	7.13
MINIMO		2.87	3.05	2.37	1.77	0.71	0.05	-0.17	0.58	1.14	1.66	1.91	2.42	1.62

UNIDAD HIDROGRÀFICA RÌO ILAVE (1964 - 2014)														
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/seg)														
Nro	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MED ANL
1	1964	24.06	74.42	53.31	22.90	3.54	10.93	8.67	8.25	8.18	6.49	6.73	8.40	20.49
2	1965	16.96	40.91	29.17	15.21	8.10	6.89	7.10	6.34	7.81	5.05	4.48	14.02	13.50
3	1966	11.79	23.67	28.41	8.67	8.64	6.20	5.67	4.76	4.03	5.08	8.08	12.70	10.64
4	1967	9.63	52.38	160.03	31.35	10.65	6.88	6.58	5.54	5.53	5.37	3.16	11.60	25.73
5	1968	48.23	153.48	140.65	34.40	17.01	11.92	9.68	6.60	5.92	6.58	38.28	28.84	41.80
6	1969	76.76	101.11	36.70	18.93	8.68	7.54	7.64	7.32	5.81	4.58	5.64	12.96	24.47
7	1970	49.42	123.39	12.91	34.57	15.17	8.30	6.86	6.28	4.78	4.44	3.12	19.34	32.38
8	1971	40.35	249.26	15.46	27.07	10.42	8.27	7.19	5.97	4.20	3.33	5.45	14.19	40.93
9	1972	162.46	186.43	165.65	53.38	15.68	9.95	6.65	4.79	4.99	4.69	4.96	21.87	53.46
10	1973	84.91	179.43	154.44	42.42	16.64	8.38	7.44	4.22	3.61	2.65	1.43	3.05	42.39
11	1974	228.12	321.89	174.21	52.70	18.59	12.65	10.30	17.73	12.50	6.68	7.10	9.15	72.63
12	1975	52.64	243.30	159.24	31.13	17.62	12.15	9.30	8.03	6.94	6.50	5.79	31.29	48.66
13	1976	189.29	183.99	18.88	35.42	15.87	12.11	10.34	8.92	11.11	5.45	4.05	7.58	50.25
14	1977	16.39	118.43	165.99	31.10	12.66	10.03	8.77	7.24	7.02	6.53	21.88	15.53	35.13
15	1978	193.18	128.76	56.75	33.60	13.78	9.88	8.77	7.62	6.33	6.68	13.23	30.06	42.39
16	1979	84.01	50.22	75.57	18.67	9.30	7.64	7.32	6.31	6.52	7.69	4.71	11.87	24.15
17	1980	15.12	20.35	88.71	20.83	8.48	7.21	7.54	5.71	6.52	7.99	6.79	5.23	16.71
18	1981	53.95	225.98	151.81	64.20	17.55	13.12	12.02	11.84	11.84	9.67	9.03	13.81	49.57
19	1982	128.21	42.16	81.24	42.52	13.33	9.92	9.22	7.17	10.88	13.89	12.00	8.25	31.57
20	1983	7.21	11.74	5.23	6.52	4.29	3.67	3.55	3.43	3.51	3.25	2.74	5.41	5.05
21	1984	121.23	293.54	215.20	65.28	15.87	10.26	7.47	5.45	3.55	7.13	24.81	27.82	66.47
22	1985	64.03	173.90	138.22	79.90	32.37	21.88	12.88	8.62	12.92	6.53	36.42	74.41	55.17
23	1986	213.56	286.62	378.77	114.70	43.23	25.93	20.05	17.21	14.16	10.83	12.89	32.03	97.50
24	1987	242.87	77.17	35.32	16.71	11.61	11.84	12.69	9.60	10.30	10.19	10.76	9.67	38.23
25	1988	64.89	57.15	86.88	129.71	29.72	17.79	14.34	11.98	11.81	9.71	6.98	13.33	37.86
26	1989	52.79	91.77	86.47	73.57	23.97	15.66	13.81	10.86	8.22	7.28	6.75	6.24	33.12
27	1990	23.78	16.49	18.74	13.00	8.14	13.35	9.33	9.41	7.95	10.01	25.08	27.14	15.20
28	1991	68.66	58.90	91.62	31.67	14.45	13.85	10.23	8.14	8.76	7.13	7.56	8.40	27.45
29	1992	40.10	18.80	13.93	5.94	4.48	4.32	4.07	4.93	3.90	4.14	4.71	6.91	9.69
30	1993	59.10	25.75	58.92	22.45	9.00	4.44	6.31	10.27	7.18	9.82	11.96	27.52	21.06
31	1994	54.06	179.85	39.46	33.10	13.37	9.92	8.14	7.43	6.52	5.90	7.37	13.89	32.00
32	1995	24.49	12.17	45.84	18.44	9.20	7.93	6.59	5.52	5.56	3.42	4.38	4.13	12.31
33	1996	64.93	85.97	47.22	35.60	14.71	8.62	7.44	6.35	3.70	2.53	6.49	16.87	25.04
34	1997	110.56	215.77	110.46	63.61	17.64	11.24	9.67	2.82	1.59	1.58	1.54	6.78	46.11
35	1998	26.07	26.17	18.09	8.72	4.37	5.27	4.55	3.31	2.92	3.63	6.84	4.16	9.51
36	1999	8.12	124.75	114.18	62.70	13.42	8.68	6.88	5.62	4.06	6.08	3.59	8.28	30.53
37	2000	11.93	160.72	126.60	16.65	13.49	10.35	7.62	7.78	6.31	7.70	5.20	10.22	32.05
38	2001	253.37	287.45	277.80	78.00	20.31	13.39	12.90	12.46	11.60	8.98	8.48	9.61	82.86
39	2002	14.81	88.24	174.01	58.79	27.36	12.44	13.04	9.91	6.54	9.88	16.80	17.22	37.42
40	2003	29.24	40.99	84.92	27.40	10.99	7.78	6.98	6.95	5.01	4.03	3.18	6.37	19.49
41	2004	87.07	210.28	30.04	15.69	9.77	8.28	12.17	9.44	7.20	4.57	3.90	4.52	33.58
42	2005	12.07	157.74	28.99	12.81	7.92	5.90	5.22	4.66	5.78	6.39	6.85	17.48	22.65
43	2006	237.80	196.63	209.65	68.63	15.21	9.09	7.80	6.49	4.95	4.49	6.83	11.15	64.89
44	2007	61.20	45.70	12.10	8.30	6.00	5.30	5.10	3.00	2.90	1.50	3.20	4.90	13.27
45	2008	115.40	120.40	142.90	40.90	18.30	10.50	9.70	8.70	7.80	8.90	21.20	12.30	43.08
46	2009	14.40	34.70	42.50	15.80	9.40	6.30	5.20	3.80	3.50	3.90	2.10	15.90	13.13
47	2010	62.67	109.35	141.15	24.27	11.17	6.93	5.02	3.86	3.28	3.57	2.69	5.47	31.62
48	2011	88.75	257.26	123.16	47.58	14.61	7.94	7.70	6.12	4.28	3.45	5.85	11.13	48.15
49	2012	114.16	331.89	160.06	100.86	30.81	12.09	8.55	6.96	5.70	4.45	7.52	77.00	71.67
50	2013	153.56	91.29	82.06	23.30	12.76	11.85	8.29	7.89	5.63	4.21	3.84	7.51	34.35
51	2014	80.05	63.80	41.95	23.55	11.95	6.20	4.40	4.05	4.05	4.15	4.45	6.15	21.23
PROMEDIO		79.77	126.91	102.97	38.49	14.64	9.98	8.52	7.33	6.58	6.05	8.80	15.48	35.46
DESVEST		69.37	91.45	73.31	27.86	7.54	4.15	3.10	3.13	2.98	2.63	8.07	14.56	19.88
COEF. VAR. (%)		86.96	72.06	71.19	72.37	51.53	41.54	36.32	42.74	45.25	43.45	91.64	94.02	56.05
TENDEN (00 - 51)		0.35	0.18	-0.22	0.14	0.02	-0.02	-0.02	-0.03	-0.05	-0.03	-0.08	-0.03	0.019
(% de la media)		0.44	0.14	-0.21	0.38	0.15	-0.23	-0.20	-0.35	-0.70	-0.43	-0.91	-0.22	0.05
MAXIMO		253.37	331.89	378.77	129.71	43.23	25.93	20.05	17.73	14.16	13.89	38.28	77.00	97.50
MINIMO		7.21	11.74	5.23	5.94	4.29	3.67	3.55	2.82	1.59	1.50	1.43	3.05	5.05

RESULTADO DEL MODELAMIENTO DE PRECIPITACION EN HYDRACCES

ID Estación	No Años	D.E Obs.	Coef. Variación	Media Obs.	Media Calculada	Media Desvíos	D.E Desvíos	Homogeneidad B.M.	Correl. /vector	Lin. a priori	Lin. a post.	Proporcionalidad	Calidad (f10)	Evaluación (f10)
MAZOCRUZ	51	67.2	0.481	139.5	138.5	0.008	0.244	0.004	0.864	0.5	0.35	0.1794	6.2	6
LARAQUERI	51	72.6	0.408	178	173.7	0.025	0.225	0.574	0.845	0.51	0.29	0.1567	6.9	6.9
CAPAZO	51	76.1	0.505	150.7	157.3	-0.042	0.317	0.015	0.757	0.59	0.36	0.1949	5.7	5.7
PUNO	51	66.3	0.417	159.3	158.3	0.006	0.207	0.106	0.868	0.49	0.35	0.1711	6.4	6.4
ILAVE	51	73.5	0.443	166.1	167.8	-0.01	0.196	0.233	0.892	0.56	0.3	0.1519	7.1	7.1
CHILLIGUA	51	76.6	0.479	159.7	160.2	-0.003	0.214	0.759	0.897	0.52	0.33	0.1702	6.5	6.5
PIZACOMA	51	83.3	0.52	160.4	165.2	-0.029	0.32	0.114	0.77	0.55	0.44	0.2242	4.7	4.7
ACORA	51	73.1	0.414	176.6	176.1	0.003	0.156	0.158	0.925	0.43	0.22	0.1099	8.3	8.3
ICHUÑA	51	59.8	0.429	139.6	134.1	0.041	0.263	0.473	0.777	0.57	0.5	0.2523	3.8	3.8
JULI	51	78	0.392	199.2	192.8	0.033	0.188	0.092	0.889	0.5	0.27	0.1344	7.6	7.6

RESULTADO DEL MODELAMIENTO DE LA TEMPERATURA MEDIA CON HYDRACCES

Id Estación	N° Años	D.E. Obs.	Coef. Variación	Media Obs.	Media Calculada	Media Desvíos	D.E. Desvíos	Homogeneidad B.M.	Correl. /Vector	Lin. a priori	Lin. a post.	Proporcionalidad	Calidad (/10)	Evaluación (/10)
ILAVE	47	0.6	0.073	8.1	8.1	0.001	0.05	0.047	0.781	0.06	0.04	0.0224	9.9	9.6
LARAQUERI	34	0.5	0.067	7	6.8	0.002	0.042	0	0.808	0.06	0.03	0.0164	10	9.9
MAZOCRUZ	47	1	0.194	5.2	5.4	-0.029	0.144	0.002	0.723			0.054	9.6	9.6
ACORA	42	0.4	0.049	8.1	8	0.002	0.049	0.001	0.765	0.05	0.05	0.0231	9.9	9.9
CAPAZO	22	0.5	0.134	3.7	3.5	0.002	0.089	0.358	0.877			0.0519	9.6	9.6
PIZACOMA	47	0.5	0.06	7.7	7.6	0.002	0.043	0	0.835	0.06	0.03	0.0216	9.9	9.9

