REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil y del Ambiente

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA Y SU ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO PRECIPITACIÓN – ESCURRIMIENTO DE LUTZ SCHOLZ Y EL MODELO ESTOCÁSTICO DE THOMAS - FIERING

Tesis presentada por el Bachiller:

Velasquez Mercado, Dario

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Civil

Asesor:

Ing. Rendón Dávila, Víctor Oscar

Arequipa – Perú

2019

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS

VISTO

El BORRADOR DE TESIS Titulado:

ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA Y SU ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO PRECIPITACION ESCORRIMIENTO DE LUTZ SCHOLZ Y EL MODELO ESTOCASTICO DE THOMAS - FIERING

Presentado por el (la) (los) Bachiller (es):

DARIO VELASQUEZ MERCADO

Nuestro DICTAMEN es:

Aprobado

OBSERVACIONES:

Arequipa, 25 de noviembre del 2019

COD: 1950

COD 1783

COD 2592

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Dedicatorias

A Dios por su inmenso amor y guiar mis pasos.

A la Universidad Católica de Santa María de Arequipa, mi alma mater.

A nuestros docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, quienes contribuyeron en mi formación académica.

A mis padres, mi esposa, mis hijos, familiares y a todas las personas que colaboraron en el apoyo y motivación brindada a cada instante.

Al Ing. Abelardo Velásquez Alpaca, mi tío, gracias a sus conocimientos, experiencia y paciencia me motivó a la elaboración de mi tesis.

A mis hermanos, ejemplo a seguir apoyándome siempre en cada decisión tomada.

Dario Velasquez Mercado

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Agradecimiento

A Dios, por darme la existencia y poder disfrutar mis éxitos a lado de mis seres queridos este triunfo profesional.

A la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por la contribución en mi formación académica.

A mis amados padres Hermógenes Velasquez Alpaca y María Aurora Mercado Puente de la Vega, quienes contribuyeron en mi desarrollo profesional, a pesar de varios obstáculos en mi camino, siempre me apoyaron.

A mi amada esposa Guilliana Vidal, por su amor y comprensión en todo momento.

A mi suegra Elisabeth Espinoza por su apoyo incondicional.

A mis hijos Piero y Alessandro, por ser la motivación de mi esfuerzo y superación.

A mi tío, Abelardo Velásquez Alpaca, gracias a sus conocimientos, experiencia y paciencia me motivó a la elaboración de mi tesis y así demostrarme que con esfuerzo y sacrificio todo se puede lograr.

Por último y no menos importante a mis hermanos Rudy y Dante, por su ejemplo a seguir, apoyándome siempre en cada decisión tomada.

Dario Velasquez Mercado

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

RESUMEN

El presente estudio de investigación fue elaborado con la finalidad de conocer el estadísticamente el análisis comparativo de la aplicación de dos modelos en la obtención de los caudales medios mensuales en la cuenca del río Pitumarca.

El primer Modelo, fue elaborado por el Ing. Lutz Scholz en la década del 1980 por el Programa de Pequeñas y Medianas Irrigaciones Plan Meris II, quien ha puesto a disposición un modelo combinado entre el balance hídrico con un proceso Markoviano de Tipo I, también denominado modelo de Precipitación Escurrimiento, el mismo que nos permite generar caudales medios mensuales sintéticos a partir de la precipitación y las características físicas de la cuenca.

El segundo Modelo, que fue elaborado por los doctores Harold A. Thomas y Myron B. Fiering, cuyo modelo Estocástico de tipo Markoviano, Estocástico porque su resultado se basa en probabilidades que cambian en el tiempo como es el caso de los caudales y Markoviano porque la probabilidad de que ocurra un evento depende del evento inmediato anterior

Hidrológicamente los caudales son una variable que cambia durante un intervalo de tiempo en varias ocasiones, debido a la falta de estacionalidad de las lluvias durante un día, un mes o periodos de tiempos más largos. Además, se conoce que los caudales medios mensuales de los ríos sin ser intervenidos configuran una serie de tiempo con valores que tiene naturaleza estocástica, los cuales pueden ser analizados desde el punto de vista de su estructura y con base en los resultados obtenidos de dicho análisis se pueden modelar matemáticamente para lograr su extensión a lo largo de un intervalo de tiempo.

Para utilizar estos métodos es necesario realizar la completación y extensión de su información pluviométrica e información hidrométrica y su posterior aplicación de las metodologías para la generación de caudales medios mensuales para un periodo determinado, en el presente caso esta metodología es aplicada para los años 1964 al año 2017.

Final mente al generar y aplica la evaluación de cada uno de los métodos se realiza un test estadístico de consistencia entre los caudales generados versus la

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

información histórica; asimismo se realiza la comparación de ambos mediante al análisis de Student y Fisher para evaluar su calidad obtenida.

También, se efectuado el análisis de los caudales máximos y mínimos para los distintos periodos de retorno y su posterior análisis de los caudales de diseño.

Finalmente se desarrollará la demanda de agua y el balance hídrico del proyecto, viendo si existe un superávit o déficit del recurso hídrico durante los meses del año del proyecto de la cuenca del rio Pitumarca.

De los resultados y objetivos planteados en el presente estudio, se ha concluido que, el Modelo de Tipo Estocástico Markoviano de Thomas – Fiering, constituye un instrumento apropiado para la determinación de caudales mensuales medios mensuales a partir de los aforos realizados en la cuenca; sin embargo el modelos precipitación Escurrimiento elaborado por el Ing. Lutz Scholz en la cuenca del río Vilcanota es un modelo muy bueno en la generación de caudales medios mensuales en cuencas sin información y en base a las características geomorfológicas y aforos en la cuenca.

Palabras claves: Precipitación – Escurrimiento, Modelo Estocástico, markoviano.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ABSTRACT

The present research study was prepared with the purpose of knowing statistically the comparative analysis of the application of two models in obtaining the average monthly flows in the Pitumarca river basin.

The first Model was prepared by Ing. Lutz Scholz in the 1980s by the Meris II Plan Small and Medium Irrigation Program, who has made available a combined model between the water balance with a Markovian Type I process, also called the Runoff Precipitation model, which allows us to generate synthetic monthly average flows from precipitation and the physical characteristics of the basin.

The second Model, which was developed by Dr. Harold A. Thomas and Myron B. Fiering, whose Stochastic model of the Markoviano type, Stochastic because its result is based on probabilities that change over time as is the case with the flows and Markoviano because the probability of an event happening depends on the immediate previous event

Hydrologically, the flows are a variable that changes over a period of time on several occasions, due to the lack of seasonality of rainfall during a day, a month or periods of longer times. In addition, it is known that the monthly average flows of the rivers without being intervened form a series of time with values that have stochastic nature, which can be analyzed from the point of view of their structure and based on the results obtained from said analysis can be modeled mathematically to achieve its extension over a period of time.

To use these methods it is necessary to complete and extend your rainfall information and hydrometric information and its subsequent application of the methodologies for the generation of average monthly flows for a given period, in this case this methodology is applied for the years 1964 to 2017 year.

Finally, when generating and applying the evaluation of each of the methods, a statistical test of consistency between the generated flows versus the historical information is carried out; Likewise, the comparison of both is carried out through the analysis of Student and Fisher to evaluate their quality.

Also, the analysis of the maximum and minimum flows for the different return periods and its subsequent analysis of the design flows was carried out.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Finally, the demand for water and the water balance of the project will be developed, seeing if there is a surplus or deficit of the water resource during the months of the year of the Pitumarca river basin project.

From the results and objectives set forth in the present study, it has been concluded that the Thomas-Fiering Markovian Stochastic Type Model constitutes an appropriate instrument for the determination of monthly average monthly flows from the gaps made in the basin; However, the precipitation runoff models prepared by Ing. Lutz Scholz in the Vilcanota river basin is a very good model in the generation of average monthly flows in basins without information and based on geomorphological characteristics and gauging in the basin.

Keywords: Precipitation - Runoff, Stochastic Model, Markovian.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INTRODUCCIÓN

En el Perú, a los Estudios Hidrológicos se les está dando mayor importancia, porque permite conocer los recursos hídricos que disponen las cuencas, también nos permite conocer sus características físicas y geomorfológicas de cada cuenca, asimismo, se puede analizar la información hidrometereológica de cada una de las cuencas, su escorrentía superficial de los caudales medios mensuales, máximos y mínimos.

La presente tesis que vengo realizando, se caracteriza principalmente para conocer el análisis comparativo de dos modelos en la obtención de caudales medios mensuales en la cuenca del río Pitumarca, siendo el primer modelo matemático "Precipitación – Escurrimiento desarrollado por el Ing. Lutz Scholz de la Misión Técnica en convenio con el Proyecto Especial Plan MERIS II el año 1980 y del modelo estocástico de Harold A. Thomas y Myron B. Fiering 1962.

La presente de investigación, desarrolla los siguientes capítulos:

En el Capítulo I, desarrolla los antecedentes de la investigación, donde se formula los objetivos del estudio, se plantean las justificaciones del proyecto, se realiza la descripción de las metodologías empleadas, se recopila las fuentes de información de estudios realizados dentro de la cuenca, se recopila la información hidrometereológica y la información cartográfica tanto digital como física.

En el Capítulo II, se presenta la delimitación y codificación hidrográfica de la cuenca siguiendo la metodología Pfafstetter, se plantea su ubicación geográfica, política e hidrográfica, se describe su accesibilidad y vías de comunicación, se describe la climatología, geomorfología y se realiza un inventario de los recursos hídricos superficiales.

En el Capítulo III, se estudia a la temperatura, se analiza la variación estacional en relación a la altitud, se realiza un análisis de la evapotranspiración potencial mediante el empleo de varios métodos.

En el Capítulo IV, se describe, analiza y realiza un tratamiento a los registros de precipitaciones de todas las estaciones involucradas en el estudio, resaltando el análisis estadístico se saltos y tendencias, así como el análisis de ajuste y bondad de las precipitaciones. También se efectuó la completación y extensión de sus datos faltantes.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

En el Capítulo V, se describe, analiza la información hidrométrica existente (aforos), realizados por el Plan MERISS. Se describen las metodologías para la generación de caudales medios mensuales y se aplica la evaluación de cada uno de los métodos mediante los test estadísticos de consistencia entre los caudales generados de cada uno de los métodos. Esta evaluación de consistencia se realiza a la media y desviación estándar. Además, se efectuará el análisis de los caudales máximos y mínimos para los distintos periodos de retorno, finalmente se halla el caudal de diseño.

En el Capítulo VI, se desarrollará el uso y demanda actual de riego y demanda de riego con proyecto.

En el Capítulo VII, obtendremos el balance hídrico con proyecto donde se hallará el déficit y superávit del recurso hídrico del proyecto.

Finalmente, en el Capítulo VIII, se presentarán las conclusiones y recomendaciones a la cuales se ha llegado con la presente tesis de investigación, asimismo se adjuntará la bibliografía utilizada en los diferentes capítulos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INDICE

RESUMEN v
ABSTRACT vii
INTRODUCCIÓN ix
CAPITULO I 1
1. ASPECTOS GENERALES 2
1.1. ANTECEDENTES 2
1.2. OBJETIVOS 2
1.2.1. OBJETIVO GENERAL 2
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 3
1.3. JUSTIFICACIÓN 3
1.4. CONCEPTOS GENERALES – DEFINICIÓN DE TÉRMINOS EMPLEADOS EN EL ESTADO 4
1.5. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA EMPLEADA 5
1.5.1. MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS 6
1.5.2. ACTIVIDADES PRELIMINARES 7
1.5.3. TRABAJOS EN CAMPO 7
1.5.4. TRABAJO DE GABINETE 8
1.6. INFORMACIÓN BÁSICA 8
1.6.1. FUENTES DE INFORMACIÓN 8
1.6.2. ESTUDIOS DE HIDROLOGÍA ANTERIORMENTE REALIZADOS 9
1.6.3. DATOS HIDROMETEREOLÓGICOS HISTÓRICOS 10
1.6.4. CARTOGRAFIA GENERAL Y DETALLADA (IMPRESA Y DIGITAL) 12
CAPITULO II 13
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CUENCA 14
2.1. DELIMITACIÓN Y CODIFICACIÓN HIDROGRÁFICA DE LA CUENCA – MÉTODO PFAFSTETTER 14
2.2. DEMARCACIÓN DE LA CUENCA COLECTORA O CUENCA MENOR 17
2.3. UBICACIÓN Y DEMARCACIÓN DE LA CUENCA PITUMARCA 18
2.3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y UTM DE LA CUENCA PITUMARCA Y COLECTORA 18
2.3.2. DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA 18
2.3.3. DEMARCACIÓN POLÍTICA 18
2.3.4. DEMARCACIÓN ADMINISTRATIVA 19
2.4. ACCESIBILIDAD – VIAS DE COMUNICACIÓN 19
2.5. CLIMATOLOGÍA 21
2.5.1. PARÁMETROS CLIMÁTICOS 21
2.5.2. Precipitación 21

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.5.3. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA 31
2.6. GEOMORFOLOGIA 32
2.6.1. DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA SEGÚN CADA SUB UNIDAD HIDROGRÁFICA DETERMINADA 32
2.6.2. PARÁMETROS DE FORMA 35
2.6.3. PARÁMETROS DE RELIEVE 36
2.6.4. SISTEMA HIDROGRÁFICO 39
2.7. RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES 40
2.7.1. LAGUNAS Y REPRESAMIENTOS 40
2.7.2. RÍOS 40
2.7.3. MANANTIALES 41
2.7.4. OTROS 41
CAPITULO III 42
3. ESTUDIO DE LA TEMPERATURA Y EVAPOTRANSPIRACIÓN 43
3.1. TEMPERATURA 43
3.1.1. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN HISTÓRICA 43
3.1.2. VARIACION ESTACIONAL Y ALTITUDINAL 43
3.1.3. VARIACIÓN ALTITUDINAL 45
3.2. EVAPOTRANSPIRACIÓN 47
3.2.1. INFORMACIÓN BÁSICA 47
3.2.2. METODOLOGÍA DE CÁLCULO 48
3.2.3. EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL EN LA CUENCA 48
CAPITULO IV 50
4. ANÁLISIS Y TRATAMIENTO DE LA PLUVIOMETRIA 51
4.1. PRECIPITACIÓN EN LAS CUENCAS 51
4.2. RED DE ESTACIONES DE MEDICIÓN – INFORMACIÓN HISTÓRICA 51
4.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE CONSISTENCIA DE LA INFORMACIÓN 51
4.3.1. ANÁLISIS GRÁFICO 51
4.3.2. ANÁLISIS DE HISTOGRAMAS: 52
4.3.3. ANÁLISIS DE DOBLE MASA: 53
4.3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO 55
4.3.5. PRUEBAS DE BONDAD DE AJUSTE 64
4.4. COMPLETACIÓN Y EXTENSIÓN DE DATOS FALTANTES 67
4.4.1. REGIONALIZACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN VS ALTITUD 69
4.4.2. PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL EN LA CUENCA ESTUDIADA 70

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.4.3. PRECIPITACIÓN EFECTIVA AL 75% DE PERSISTENCIA (PE75) ÁREA DE LOS CULTIVOS 73

CAPITULO V 74

5. ANÁLISIS Y TRATAMIENTO DE LA ESCORRENTIA 75

5.1. ESTACIONES HIDROMÉTRICAS – INFORMACIÓN HISTÓRICA 75

5.1.1. AJUSTE Y COMPLETACIÓN DE LOS CAUDALES AFORADOS 75

5.2. MODELAMIENTO MATEMATICO – ESTOCÁSTICO DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES LUTZ SCHOLZ 76

5.2.1. IMPORTANCIA DE LA MODELACIÓN 76

5.2.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MODELO LUTZ SCHOLZ 76

5.2.3. VALIDACIÓN DEL MODELO 77

5.2.4. DESCRIPCIÓN DEL MODELO (LUTZ SCHOLZ) DE GENERACIÓN DE CAUDALES MENSUALES 77

5.2.5. APLICACIÓN DEL MODELO DE LUTZ SCHOLZ EN LA CUENCA MENOR Y CUENCA MAYOR DEL RIO PITUMARCA 84

5.2.6. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DE CAUDALES GENERADOS Y AFORADOS 96

5.2.7. ANÁLISIS DE PERSISTENCIA CON CAUDALES GENERADOS 99

5.3. MODELO MATEMÁTICO DE TIPO ESTOCÁSTICO THOMAS - FIERING 100

5.3.1. IMPORTANCIA DE LA MODELACIÓN 100

5.3.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MODELO TIPO ESTOCÁSTICO THOMAS - FIERING . 100

5.3.3. VALIDACIÓN DEL MODELO 102

5.3.4. APLICACIÓN DEL MODELO TIPO ESTOCÁSTICO THOMAS – FIERING 102

5.3.5. SERIES SINTETICAS GENERADAS 104

5.3.6. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN SINTÉTICA GENERADA UTILIZANDO EL MODELO DE THOMAS – FIERING 104

5.3.7. ANÁLISIS DE PERSISTENCIA CON CAUDALES GENERADOS 105

5.4. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS MODELOS DE LUTZ SCHOLZ Y MODELO DE THOMAS – FIERING 106

5.5. ANÁLISIS DE CAUDALES MÁXIMOS 107

5.5.1. INFORMACIÓN HISTÓRICA – METODOLOGÍA DE ANÁLISIS 107

5.6. ANÁLISIS DE SEQUIAS 111

5.6.1. INFORMACIÓN BÁSICA – METODOLOGÍA DE ANÁLISIS 111

5.7. ANALISIS DE CAUDALES DE DISEÑO 113

CAPITULO VI 114

6. USO Y DEMANDA ACTUAL DE AGUA EN LA CUENCA 115

6.1. ASPECTOS GENERALES 115

6.2. CONSUMO ACTUAL DE AGUA EN LA CUENCA 115

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

6.2.1. USO AGRÍCOLA DEL AGUA 115
6.2.2. DEMANDA DE AGUA PARA CONSUMO POBLACIONAL 116
6.2.3. OTROS CONSUMOS DE AGUA 117
CAPITULO VII 119
7. BALANCE HÍDRICO 120
7.1. ASPECTOS GENERALES 120
7.2. DISPONIBILIDAD HÍDRICA 120
7.2.1. APORTE DE AGUA SUPERFICIAL DE RÍO 120
7.3. BALANCE HÍDRICO DE LA CUENCA 123
CAPITULO VIII 125
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 126
8.1. CONCLUSIONES 126
8.2. RECOMENDACIONES 130
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 131
ANEXOS 135

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INDICE DE CUADROS

CUADRO N°1: ESTACIONES E INFORMACIÓN METEOROLÓGICA UTILIZADAS 9

CUADRO N°2: CLASIFICACIÓN DE LAS UNIDADES HIDROGRÁFICAS MÉTODO PFASTETTER..... 15

CUADRO N° 3: UNIDADES HIDROGRÁFICAS DESDE LA CUENCA DEL RÍO URUBAMBA, INTERCUENCA ALTA DEL RIO URUBAMBA, INTERCUENCA MEDIO VILCANOTA Y CUENCA DEL RIO PITUMARCA..... 17

CUADRO N°4: UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y UTM DE LA CUENCA COLECTORA PITUMARCA..... 18

CUADRO N°5: PERIODO DE INFORMACIÓN DE PRECIPITACIÓN..... 21

CUADRO N°6: PRECIPITACIÓN HISTÓRICA DE LAS ESTACIONES 21

CUADRO N°7: TEMPERATURA MEDIA MENSUAL DE ESTACIONES..... 24

CUADRO N°8: TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA MENSUAL DE ESTACIONES 25

CUADRO N°9: TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA MENSUAL DE ESTACIONES26

CUADRO N°10: HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL DE ESTACIONES29

CUADRO N°11: VALORES DE VELOCIDAD DEL VIENTO MEDIA MENSUAL30

CUADRO N°12: HORAS DE SOL MEDIAS MENSUALES DE ESTACIONES 30

CUADRO N°13: RESUMEN PARÁMETROS CLIMÁTICOS DEL PRESENTE ESTUDIO..... 31

CUADRO N°14: PISOS CLIMÁTICOS..... 32

CUADRO N°15: PRINCIPALES PARÁMETROS FÍSICOS Y GEOMORFOLÓGICOS DE LAS CUENCAS..... 34

CUADRO N°16: ALTURA MEDIA DE LA CUENCA MAYOR DEL RIO PITUMARCA 39

CUADRO N° 17: TEMPERATURAS ESTACIONES SENAMHI..... 43

CUADRO N°18: REGIONALIZACIÓN TEMPERATURA MEDIA MENSUAL... 45

CUADRO N° 19: REGIONALIZACIÓN TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA MENSUAL 45

CUADRO N° 20: REGIONALIZACIÓN TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA MENSUAL 46

CUADRO N°21: EVAPOTRANSPIRACIÓN POR PENMAN – MONTEITH MENSUAL. 49

CUADRO N° 22: EVAPOTRANSPIRACIÓN POR PENMAN – MONTEITH MENSUAL ASUMIDOS..... 49

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CUADRO N° 23: ESTACIONES PATRONES EN EL AMBITO DE ESTUDIO . 51

CUADRO N° 24: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE SALTOS 60

CUADRO N° 25: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE TENDENCIAS ESTACIÓN K'AYRA 63

CUADRO N° 26: PRUEBAS DE BONDAD Y AJUSTE SEGÚN MÉTODO..... 64

CUADRO N° 27: ANÁLISIS DE LA PRUEBA DE BONDAD Y AJUSTE SEGÚN MÉTODO DE SMIRNOV KOLMOGOROV. 66

CUADRO N° 28: PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL COMPLETADA DE LA ESTACIÓN K'AYRA..... 68

CUADRO N° 29: REGIONALIZACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN CON LA ALTITUD 70

CUADRO N° 30: FACTORES DE CORRECCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MEDIA DE LA CUENCA PITUMARCA MAYOR..... 71

CUADRO N° 31: PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL DE LA CUENCA PITUMARCA MAYOR..... 72

CUADRO N° 32: PRECIPITACIÓN EFECTIVA AL 75% EN EL AREA DE CULTIVOS..... 73

CUADRO N° 33: REGISTRO DE CAUDALES AFORADOS – CUENCA MENOR 75

CUADRO N° 34: CAUDALES AFORADOS COMPLETOS - CUENCA MENOR75

CUADRO N° 35: CAUDALES AFORADOS COMPLETOS - CUENCA MAYOR76

CUADRO N° 36: METODO DE UNITED STATES BERAU OF RECLAMATION (USBR) 79

CUADRO N° 37: COEFICIENTES PARA EL CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN EFECTIVA 80

CUADRO N° 38: RADIACIÓN SOLAR EXTRATERRESTRE..... 86

CUADRO N° 39: ANÁLISIS DE LA RETENCIÓN DE LA CUENCA MENOR O CUENCA COLECTORA..... 86

CUADRO N° 40: ANÁLISIS DE LA RETENCIÓN DE LA CUENCA MAYOR PITUMARCA..... 87

CUADRO N° 41: ALMACENAMIENTO HÍDRICO DURANTE LA ÉPOCA DE LLUVIAS 88

CUADRO N° 42: DATOS BÁSICOS PARA LA GENERACIÓN DE CAUDALES90

CUADRO N° 43: GENERACIÓN DE CAUDALES MENSUALES 91

CUADRO N° 44: CAUDALES MEDIOS MENSUALES - CUENCA MENOR.... 92

CUADRO N° 45: DATOS BÁSICOS PARA LA GENERACIÓN DE CAUDALES – CUENCA MAYOR..... 93

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CUADRO N° 46: GENERACIÓN DE CAUDALES MENSUALES 94

CUADRO N° 47: CAUDALES MEDIOS MENSUALES CUENCA MAYOR 95

CUADRO N° 48: COMPARACIÓN ESTADISTICA DE LOS CAUDALES 97

CUADRO N° 49: COMPARACIÓN ESTADISTICA DE LOS CAUDALES 98

CUADRO N° 50: PERSISTENCIA DE CAUDALES GENERADOS DEL 99

CUADRO N° 51: PERSISTENCIA DE CAUDALES GENERADOS DEL 100

CUADRO N° 52: CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS - CUENCA MENOR 103

CUADRO N° 53: CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS - CUENCA MAYOR.....103

CUADRO N° 54: COMPARACIÓN ESTADISTICA DE LOS CAUDALES REGISTRADOS Y GENERADOS THOMAS Y FIERING – CUENCA MENOR105

CUADRO N° 55: COMPARACIÓN ESTADISTICA DE LOS CAUDALES REGISTRADOS Y GENERADOS THOMAS Y FIERING – CUENCA MAYOR105

CUADRO N° 56: PERSISTENCIA DE CAUDALES GENERADOS MODELO THOMAS – FIERING DE LA CUENCA MENOR A NIVELES DEL 50%, 75%, 90% Y 95% 106

CUADRO N° 57: PERSISTENCIA DE CAUDALES GENERADOS MODELO THOMAS – FIERING DE LA CUENCA MAYOR A NIVELES DEL 50%, 75%, 90% Y 95% 106

CUADRO N° 58: ANÁLISIS COMPARATIVO DE CAUDALES GENERADOS107

CUADRO N° 59: ANÁLISIS COMPARATIVO DE CAUDALES GENERADOS107

CUADRO N° 60: INTENSIDAD MÁXIMA SOBRE INTERVALOS DE RETORNO PREDETERMINADOS – CUENCA MENOR 108

CUADRO N° 61: LAMINA DE LLUVIA (MM) PARA DIFERENTES DURACIONES (T) E INTERVALOS DE RETORNO (T) – CUENCA MENOR 108

CUADRO N° 62: INTENSIDAD (MM/MIN) DE LLUVIA PARA DIFERENTES DURACIONES (T) E INTERVALOS DE RETORNO (T) –CUENCA MENOR .109

CUADRO N° 63: CAUDALES MÁXIMOS RIO PITUMARCA – CUENCA MENOR 109

CUADRO N° 64: INTENSIDAD MÁXIMA SOBRE INTERVALOS DE RETORNO 110

CUADRO N° 65: LAMINA DE LLUVIA (MM) PARA DIFERENTES DURACIONES (T) 110

CUADRO N° 66: INTENSIDAD (MM/MIN) DE LLUVIA PARA DIFERENTES DURACIONES (T) E INTERVALOS DE RETORNO (T) – CUENCA MAYOR 111

CUADRO N° 67: CAUDALES MÁXIMOS RIO PITUMARCA – CUENCA MAYOR 111

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CUADRO N° 68: CAUDAL MÍNIMO DEL RIO PITUMARCA – CUENCA MENOR 112

CUADRO N° 69: CAUDAL MÍNIMO DEL RIO PITUMARCA – CUENCA MAYOR 112

CUADRO N° 70: CAUDALES DE DISEÑO PARA UN RIESGO DE FALLA Y113

CUADRO N° 71: DEMANDA HIDRICA AGRICOLA 116

CUADRO N° 72: DEMANDA HIDRICA POBLACIONAL 117

CUADRO N° 73: DEMANDA HIDRICA PECUARIA 118

CUADRO N° 74: DEMANDA HIDRICA POBLACIONAL Y PECUARIA 118

CUADRO N° 75: OFERTA HÍDRICA AL 50% Y 75% DE PERSISTENCIA 120

CUADRO N° 76: OFERTA HÍDRICA AL 50% Y 75% DE PERSISTENCIA 120

CUADRO N° 77: OFERTA HÍDRICA MANANTES 121

CUADRO N° 78: OFERTA HÍDRICA QUEBRADAS 122

CUADRO N° 79: BALANCE HÍDRICO PARA EL USO POBLACIONAL Y PECUARIO 123

CUADRO N° 80: BALANCE HÍDRICO PARA EL USO AGRICOLA 123

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 1: CARTAS GEOGRÁFICAS NACIONALES 12

GRÁFICO N° 2: CUENCAS DEL RÍO AMAZONAS NIVEL 1 CÓDIGO 4, REGIÓN HIDROGRAFICA 49 NIVEL 2 CÓDIGO 49 15

GRÁFICO N° 3: CUENCAS DEL RÍO UCAYALI NIVEL 3 CÓDIGO 499, CUENCA DEL RIO URUBAMBA NIVEL 4 CÓDIGO 4994 16

GRÁFICO N° 4: INTERCUENCA ALTA DEL RÍO URUBAMBA NIVEL 5 CÓDIGO 49949, INTERCUENCA MEDIO VILCANOTA NIVEL 6 CÓDIGO 499497..... 16

GRÁFICO N° 5: CUENCA DEL RÍO PITUMARCA NIVEL 7 CÓDIGO 499497817

GRÁFICO N° 6: RED VÍAL NACIONAL Y DEPARTAMENTAL 20

GRÁFICO N° 7: PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL PARA EL AÑO PROMEDIO (1964 – 2017) ESTACIONES UTILIZADAS 22

GRÁFICO N° 8: TEMPERATURA MEDIA MENSUAL DE LAS ESTACIONES DE LA CUENCA DEL RIO PITUMARCA 27

GRÁFICO N° 9: TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA MENSUAL DE ESTACIONES CUENCA DEL RIO PITUMARCA..... 27

GRÁFICO N° 10: TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA MENSUAL DE ESTACIONES CUENCA DEL RIO PITUMARCA..... 28

GRÁFICO N° 11: HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL DE ESTACIONES CUENCA DEL RIO PITUMARCA..... 29

GRÁFICO N° 12: HORAS DE SOL ESTACIONES CUENCA RIO PITUMARCA31

GRÁFICO N° 13: CURVA HIPSOMÉTRICA RIO PITUMARCA – CUENCA MENOR 37

GRÁFICO N° 14: CURVA HIPSOMÉTRICA RIO PITUMARCA – CUENCA MAYOR 37

GRÁFICO N° 15: PERFIL LONGITUDINAL DEL CAUCE PRINCIPAL RIO PITUMARCA..... 38

GRÁFICO N° 16: VARIACIÓN ESTACIONAL DE LAS TEMPERATURAS MEDIAS 44

GRÁFICO N° 17: VARIACIÓN ALTITUDINAL DE LAS TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA..... 46

GRÁFICO N° 18: VARIACIÓN ALTITUDINAL DE LAS TEMPERATURAS MÁXIMAS MEDIAS MENSUALES DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA .. 46

GRÁFICO N° 19: VARIACIÓN ALTITUDINAL DE LAS TEMPERATURAS MÍNIMAS MEDIAS MENSUALES DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA 47

GRÁFICO N° 20: HISTOGRAMA DE PRECIPITACIÓN..... 53

GRÁFICO N° 21: ANÁLISIS DE DOBLE MASA DE LA PRECIPITACIÓN 55

GRÁFICO N° 22: HISTOGRAMA DEL ANÁLISIS DE SALTOS 60

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

GRÁFICO N° 23: HISTOGRAMA DEL ANÁLISIS DE TENDENCIAS ESTACIÓN K'AYRA 63

GRÁFICO N° 24: HISTOGRAMA DE PRECIPITACIÓN COMPLETA DE LA ESTACIÓN K'AYRA 69

GRÁFICO N° 25: REGIONALIZACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN VS ALTITUD70

GRÁFICO N° 26: HISTOGRAMA DE CAUDALES OBSERVADOS Y GENERADOS DEL RIO PITUMARCA – CUENCA MENOR 98

GRÁFICO N° 27: HISTOGRAMA DE CAUDALES OBSERVADOS Y GENERADOS DEL RIO PITUMARCA – CUENCA MAYOR 99

GRÁFICO N° 28: HISTOGRAMA DE CAUDALES OBSERVADOS Y GENERADOS DE LA CUENCA MENOR THOMAS - FIERING 103

GRÁFICO N° 29: HISTOGRAMA DE CAUDALES OBSERVADOS Y GENERADOS DE LA CUENCA MAYOR THOMAS - FIERING 104

GRÁFICO N° 30: LAMINA DE LLUVIA (MM) PARA DIFERENTES DURACIONES (T) E INTERVALOS DE RETORNO (T) – CUENCA MENOR 109

GRÁFICO N° 31: LAMINA DE LLUVIA (MM) PARA DIFERENTES DURACIONES (T) E INTERVALOS DE RETORNO (T) – CUENCA MAYOR.....110

GRÁFICO N° 32: CEDULA DE CULTIVOS (CALENDARIO DE SIEMBRA Y COSECHA) 115

GRÁFICO N° 33: BALANCE HÍDRICO PARA USO AGRICOLA.....124

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPITULO I

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1. ASPECTOS GENERALES

1.1. ANTECEDENTES

En el Perú a partir de la década de los años 1,960 empezó a realizarse estudios hidrológicos en cuencas de mayor y menor importancia para el desarrollo agropecuario de nuestro país.

Entre los años 1973 a 1974, el ministerio de agricultura, crea la Dirección General de Aguas, a través de la Subdirección de Manejo de Cuencas.

En la Región del Cusco las instituciones encargadas de realizar estudios fue el Plan Meriss (1978) (Velásquez A, 1991).

En el año 1980 la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales consiente de la importancia del potencial de los recursos naturales realizó el Proyecto “Inventario y Evaluación de los Recursos Naturales de las Zonas Alto Andina del Perú – Departamento de Cusco”.

En el año 1998, el Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente (IMA) realizo el proyecto “Diagnostico Ambiental de la Calidad de Aguas Superficiales del Río Vilcanota”.

En el año 1999, la Administración Técnica del Distrito de Riego Sicuani (ATDR SICUANI) realiza El Proyecto “Inventario y Evaluación de Fuentes Hídricas de la Cuenca Alta del Rio Vilcanota” (Ministerio de Agricultura, 2005).

En el año 2005, el Ministerio de Agricultura a través del Instituto de Recursos Naturales realizó el “Mapa Hidrográfico e Inventario de Fuentes de Aguas Superficiales en el Ámbito del ATDR Sicuani” (Autoridad nacional del agua ANA, 2015).

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar el Estudio Hidrológico de la Cuenca del Río Pitumarca, con la finalidad de evaluar y cuantificar la disponibilidad hídrica, utilizando los métodos “Precipitación – Escurrimiento desarrollado por el Ing. Lutz Scholz de la Misión Técnica en convenio con el Proyecto Especial Plan

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

MERIS II el año 1980 y del modelo estocástico de Harold A. Thomas y Myron B. Fiering 1962, para evaluar y planificar la gestión integral de los recursos hídricos dentro de la cuenca en estudio.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los parámetros físicos e hidrológicos de la cuenca en estudio.
- Estudio de la climatología de la cuenca determinar las principales variables climatológicas (precipitación, temperatura, humedad relativa, evaporación).
- Análisis de la temperatura.
- Estudio y tratamiento de la precipitación.
- Modelación matemática precipitación - escurrimiento y el modelo estocástico de Thomas-Fiering, para la generación de caudales medios mensuales de la cuenca.
- Determinar los caudales máximos, caudales de diseño y caudales mínimos del río Pitumarca.
- Hallar la disponibilidad hídrica de la cuenca.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El estudio hidrológico se justifica por:

- Evaluar y cuantificar el potencial de los recursos hídricos superficiales de la cuenca del río Pitumarca, aplicando el modelo matemático precipitación - escurrimiento y el modelo estocástico de Thomas-Fiering.
- Los resultados obtenidos en el presente estudio, permitirán disponer cuál de los modelos aplicados en la generación de caudales mensuales brindará mejor información que será necesaria aplicar como recurso hídrico en la cuenca hidrográfica en estudio.
- El estudio hidrológico proporcionara aportes sustanciales, como inventario de fuentes de recursos hídricos superficiales, climatología, pluviometría, hidrometría, modelación hidrológica para la generación de las descargas medias mensuales a partir de la precipitación de la cuenca, la demanda hídrica, las máximas avenidas y finalmente los episodios de

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

sequía (caudales mínimos) (Instituto Nacional de Recursos Naturales INRENA, 2010)

1.4. CONCEPTOS GENERALES – DEFINICIÓN DE TÉRMINOS EMPLEADOS EN EL ESTADO

Para un mejor entendimiento en la presente tesis de investigación, es necesario la explicación de algunos términos o conceptos básicos:

- IGN: Instituto Geográfico Nacional.
- INRENA: Instituto Nacional de Recursos Naturales.
- IRH: Intendencia de Recursos Hídricos.
- CUENCA: Área de drenaje en un curso de agua, río o lago.
- CUENCA HIDROGRAFICA: Área que tiene una salida única para su escorrentía superficial.
- CUENCAS E INTERCUENCAS: Unidad para adecuada para la planificación y gestión de los recursos naturales.
- Según metodología PFASFSTTETER a las cuencas se les reconoce como Cuenca o Intercuenca por niveles, es decir, decir Nivel 5, 6, 7 o de otro nivel.
- CUENCA N4, N5, N6, N7: En adelante se denomina Cuenca de Nivel 5, Cuenca de Nivel 6, Cuenca de Nivel 7, etc.
- INTERCUENCA N4, N5, N6, N7: En adelante se denominará Intercuenca de Nivel 5, Intercuenca de Nivel 6, Intercuenca de Nivel 7, etc.
- RIOS: Corriente de agua que sirve de canal natural de drenaje de una cuenca.
- RIACHUELOS: Cursos naturales de agua normalmente pequeño y tributario de un río.
- ISOYETA: Línea que une los puntos de igual altura de precipitación en un periodo dado.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- RED HIDROGRAFICA: Conjunto de ríos y otros cursos de agua permanentemente o temporales, incluyendo lagos, lagunas, embalses en una zona determinada.
- AÑO HIDROLOGICO: Periodo continuó de doce meses seleccionados de manera que los cambios globales en el almacenamiento son mínimos, por lo que la cantidad sobrante se reduce al mínimo (Instituto Nacional de Recursos Naturales INRENA, 2010).

1.5. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA EMPLEADA

El presente estudio se viene elaborando en varias etapas que se describen a continuación.

Para lograr el plan de trabajo de la presente tesis, se debe cumplir las metas trazadas, siguiendo cada una de las siguientes etapas.

ETAPA I

- ✓ Recopilación de Información Básica.
- ✓ Recopilación de Información meteorológica e hidrométrica.
- ✓ Recopilación de Información cartográfica.
- ✓ Efectuar coordinación con las autoridades locales de las entidades ubicadas dentro y fuera del ámbito de la cuenca, como: SENAMHI, Ministerio de Agricultura, Plan Meriss y otras entidades.
- ✓ Programación de Actividades (Plan de Trabajo).

ETAPA II

- ✓ Reconocimiento de la Cuenca del río Pitumarca en toda su amplitud.
- ✓ Evaluación Hidrológica de la Cuenca.
- ✓ Visita a las estaciones hidrometereológicas en el ámbito de la cuenca y cuencas vecinas.

Trabajos en Gabinete

- ✓ Procesamiento de la Información (análisis y depuración de la información recopilada).
- ✓ Elaboración de Mapas Temáticos de la Cuenca.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- ✓ Determinación del Balance Hídrico de la cuenca.
- ✓ Elaboración del Informe elaborado en campo previa incorporación al estudio de la tesis. (Instituto Nacional de Recursos Naturales INRENA, 2007).

1.5.1. MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La recolección de datos y manejo de información que han contribuido en el desarrollo del presente estudio, son:

- Recopilar Información de entidades estatales y no estatales: por medio de la bibliografía de los estudios hidrológicos de la cuenca y/o cuencas aledañas y la otra es adquisición de información de parte de las entidades como SENAMHI, Ministerio de Agricultura, INRENA, Plan Meriss y otras.
- Métodos de Recolección de Información en Campo: Al realizar el recorrido de reconocimiento físico de la cuenca, se vino analizando las características geomorfológicas e hidrológicas de la cuenca, reconociendo, principalmente las características geomorfológicas como son los nevados, las lagunas y acuíferos de la cuenca.
- Al momento de hacer la visita de campo se realizará entrevistas a pobladores del lugar, principalmente a los lugareños de mayor edad, a quienes se les solicitará información de acontecimientos más resaltantes en cuanto a ocurrencias históricas del río Pitumarca especialmente sobre los caudales máximos, grandes precipitaciones y sequias ocurridas dentro de la cuenca del río Pitumarca durante años pasados.
- Herramientas: para el procesamiento de la información hidrometereológica se utiliza el Software del Sistema de Información Hidrológica “SIH” elaborado por INRENA hoy Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas SERNAP (Instituto Nacional de Recursos Naturales INRENA, 2007).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.5.2. ACTIVIDADES PRELIMINARES

Esta actividad consiste en la adquisición de Información hidrometereológica y cartográfica (digital e impresa) de entidades estatales y no estatales como el IGN, SENAMHI, UNSAAC, CORPAC, Plan MERISS, y otras, etc.

En esta etapa también se realizó el acopio de información bibliográfica de los estudios hidrológicos de la cuenca y/o cuencas vecinas de entidades como el Ministerio de Agricultura, ANA, PER Plan Meriss, IMA entre otras.

También se ha realizado un Plan de Trabajo, considerando todos los aspectos del contenido de esta tesis mediante un cronograma de ejecución (Instituto Nacional de Recursos Naturales INRENA, 2007).

1.5.3. TRABAJOS EN CAMPO

Consiste en el reconocimiento in situ de la cuenca, recorriendo a lo largo de la cuenca, verificando los recursos más importantes como son los tipos de suelos y sus características geológicas, se ha verificado la existencia de los nevados, cerros, ríos, lagunas, manantes, acuíferos, áreas de riego y otros recursos de importancia.

El Plan MERISS Ha realizado mediciones del río Pitumarca en el sector denominado Uchulluclo, asimismo, se ha realizado un recorrido al ámbito de la cuenca, realizando al mismo tiempo encuestas a pobladores de mayor edad, quienes nos han proporcionado información oral de algunos acontecimientos importantes sobre los recursos hídricos producidos en años pasados (Máximas avenidas, máximas precipitaciones, sequías, ocurridas, entre otros, etc.).

Se ha realizado visitas a las estaciones hidrometereológicas más cercanas al ámbito del estudio hidrológico (Instituto Nacional de Recursos Naturales INRENA, 2007).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.5.4. TRABAJO DE GABINETE

Esta actividad consiste en realizar los trabajos de procesamiento de la información hidrometereológica, especialmente el tratamiento de las variables hidrológicas.

También se realizaron los trabajos de gabinete, donde inicialmente se realizan los mapas temáticos de las cuencas a estudiar (mapas Topográficos, Hidrológicos, etc.).

En este ítem también se precede a redactar el borrador final de la tesis, revisión y finalmente se realiza memoria final de la tesis (Instituto Nacional de Recursos Naturales INRENA, 2007).

1.6. INFORMACIÓN BÁSICA

1.6.1. FUENTES DE INFORMACIÓN

Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN), Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA), hoy (ANA), Ministerio de Agricultura (MINAGRI), Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC), Proyecto Especial Regional Plan de Mejoramiento de Riego en Sierra y Selva (PER PLAN MERISS), Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial (CORPAC).

Para realizar el estudio hidrológico de las cuencas del río Pitumarca, se empleó la información que se muestra en el Cuadro N° 01. Asimismo, se adjunta la información histórica en el Anexo N° 04 al Anexo N° 38.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CUADRO N°1: **ESTACIONES E INFORMACIÓN METEOROLÓGICA UTILIZADAS EN EL PRESENTE ESTUDIO**

ITEM	ESTACIÓN	PRECIPITACIÓN		TEMPERATURA			NÚMERO DE HORAS DE SOL	HUMEDAD RELATIVA	VELOCIDAD DE VIENTOS
		MEDIA MENSUAL	MÁXIMA EN 24 HORAS	MÁXIMA MEDIA MENSUAL	MEDIA MENSUAL	MINIMA MEDIA MENSUAL			
1	ACOMAYO								
2	ANTABAMBA								
3	COMBAPATA								
4	CORPAC								
5	K'AYRA								
6	LA RAYA								
7	PARURO								
8	PAUCARTAMBO								
9	PISAC								
10	POMACANCHI								
11	SICUANI								
12	URCOS								
13	YAURI								

Fuente: Elaboración propia

1.6.2. ESTUDIOS DE HIDROLOGÍA ANTERIORMENTE REALIZADOS

Como fuente de información se detalla los siguientes estudios:

- En el año 1980, la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (**ONERN**) realizó el proyecto "Inventario y Evaluación de los Recursos Naturales de las Zonas Alto Andina del Perú – Departamento de Cusco".
- En el año 1998, el Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente (**IMA**) realizó el proyecto "Diagnostico Ambiental de la Calidad de Aguas Superficiales del Río Vilcanota" (Consejo Nacional del Ambiente – CONAM, 2007).
- En el año 1999, la Administración Técnica del Distrito de Riego Sicuani (ATDR SICUANI), hoy Administración Local del Agua (ALA), realiza El Proyecto "Inventario y Evaluación de Fuentes Hídricas de la Cuenca Alta del Rio Vilcanota" (Ministerio de Agricultura, 2005).
- En el año 2005, el Ministerio de Agricultura a través del Instituto de Recursos Naturales realizó el "Mapa Hidrográfico e Inventario de Fuentes de Aguas Superficiales en el Ámbito del ATDR Sicuani" (Autoridad nacional del agua ANA, 2015).
- En el año 2006, Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente (IMA) realizó Microzonificación Ecológica Económica de la Cuenca

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Pitumarca – Checacupe, elaborado por el Proyecto Especial Regional (IMA - Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente, 2006).

1.6.3. DATOS HIDROMETEREOLÓGICOS HISTÓRICOS

A continuación, adjunto como ejemplo el formato de la información histórica de precipitación de la Estación de K'ayra del SENAMHI.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL ACUMULADA ESTACION KAYRA

REGISTROS HISTORICOS

(mm)

Estacion : KAYRA	Latitud : 13° 33' 24" S	Departamento : Cusco
Tipo: CP-607	Longitud : 71° 52' 30" W	Provincia : Cusco
	Altitud : 3219 msnm	Distrito : San Jeronimo

Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964	100.8	92.5	101.6	26.0	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	36.5		75.6	
2	1,965	101.8	100.5	111.9	88.0	5.8	0.0	0.4	1.0	29.4	58.3	42.5	153.0	692.6
3	1,966	78.3	171.2	79.9	18.3	19.8	0.0	0.0	1.7	29.9	59.7	65.2	71.4	595.4
4	1,967	59.1	118.4	140.3	19.0	1.8	0.6	11.0	19.0	32.8	70.9	57.2	125.6	655.7
5	1,968	149.9	106.6	84.5	74.6	6.3	5.3	30.9	8.6	16.3	84.6	86.7	54.4	708.7
6	1,969	144.4	77.8	88.3	16.8	2.9	3.3	7.2	3.9	22.8	29.8	54.7	72.9	524.8
7	1,970	170.7	92.6	132.5	86.4	2.3	1.0	3.7	3.4	42.1	46.1	48.2	177.4	806.4
8	1,971	128.9	161.6	83.6	40.0	1.5	0.1	0.0	5.7	3.5	55.7	51.0	127.5	659.1
9	1,972	192.1	66.8	57.2	29.7	3.4	0.0	6.5	27.3	12.2	7.9	50.2	100.2	553.5
10	1,973	221.3	120.5	99.6	75.2	14.0	0.0	9.1	11.8	14.5	65.1	88.8	96.5	816.4
11	1,974	102.5	157.7	121.5	34.5	3.6	8.2	1.0	34.6	5.9	43.3	60.9	108.0	681.7
12	1,975	124.7	131.0	55.3	66.8	22.5	0.7	0.3	0.6	51.1	47.5	51.0	170.1	721.6
13	1,976	119.6	83.1	123.1	42.9	13.0	8.7	0.7	0.0	26.8	25.3	47.8	66.8	557.8
14	1,977	116.7	122.8	69.3	47.6	7.9	0.0	4.4	0.0	29.9	65.0	71.5	78.0	613.1
15	1,978	175.4	106.6	88.5	48.7	11.4	0.0	3.4	0.0	10.7	12.8	88.7	117.9	664.1
16	1,979	101.1	131.6	108.8	46.8	6.2	0.0	0.9	8.1	11.5	18.4	85.6	81.8	600.8
17	1,980	106.2	126.4	135.0	23.2	3.7	0.0	5.3	1.0	12.6	62.9	60.2	83.1	619.6
18	1,981	125.4	80.8	124.4	58.9	1.8	3.9	0.0	9.8	45.9	106.9	120.8	144.3	822.9
19	1,982	178.9	115.5	143.1	58.8	0.0	9.2	3.4	4.9	14.0	37.9	122.5	98.6	786.8
20	1,983	127.8	84.0	54.5	29.8	3.4	6.2	0.5	0.9	5.5	26.0	44.3	100.2	483.1
21	1,984	198.6	142.4	71.0	82.8	0.0	2.0	1.3	11.4	4.2	114.6	69.4	102.8	800.5
22	1,985	129.1	119.4	74.2	33.2	15.6	11.6	0.9	0.0	43.3	62.1	116.5	122.4	728.3
23	1,986	76.4	92.2	125.7	65.5	6.2	0.0	1.8	4.2	7.5	17.3	69.6	102.7	569.1
24	1,987	224.3	87.9	48.6	13.1	2.1	1.3	9.2	0.0	8.2	29.5	101.8	107.6	633.6
25	1,988	159.2	84.3	166.5	108.9	4.6	0.0	0.0	0.0	9.9	36.2	39.6	93.4	702.6
26	1,989	151.4	126.8	119.3	38.6	6.4	9.1	0.0	6.1	30.7	48.7	60.7	88.5	686.3
27	1,990	157.6	90.4	60.7	47.4	7.5	31.8	0.0	5.8	13.3	73.7	87.0	65.1	640.3
28	1,991	97.6	163.6	105.1	49.6	10.1	5.1	1.5	0.0	20.2	49.3	70.6	86.8	659.5
29	1,992	139.3	126.8	104.0	19.7	0.0	19.4	0.0	21.4	8.0	50.7	117.4	57.2	663.9
30	1,993	208.5	90.4	76.2	18.8	46.6	0.0	2.7	6.9	17.0	46.2	111.9	201.5	826.7
31	1,994	176.4	163.6	173.9	45.5	11.8	0.0	0.0	0.0	25.7	40.2	40.5	119.9	797.5
32	1,995	122.0	94.8	94.4	17.8	0.0	0.0	0.6	1.2	28.8	26.7	70.2	102.6	559.1
33	1,996	131.9	98.0	70.5	32.3	11.0	0.0	0.0	6.3	19.6	58.4	49.0	133.2	610.2
34	1,997	123.3	127.7	104.8	31.0	4.8	0.0	0.0	7.1	12.3	44.4	200.4	148.4	804.2
35	1,998	116.3	139.3	22.0	31.0	1.6	1.9	0.0	1.6	6.8	38.3	45.2	58.9	462.9
36	1,999	90.2	91.5	92.0	42.8	1.3	3.4	1.0	0.0	43.1	18.4	39.7	119.5	542.9
37	2,000	197.4	141.5	119.5	10.9	2.6	5.8	2.7	4.5	10.7	49.2	27.0	82.0	653.8
38	2,001	233.0	173.1	137.4	48.0	11.5	0.0	17.4	10.2	20.1	19.9	92.6	89.4	852.6
39	2,002	134.5	184.6	112.7	21.6	16.2	2.5	27.1	3.2	10.3	78.7	97.8	132.4	821.6
40	2,003	163.9	132.4	147.9	56.5	2.0	6.4	0.0	21.3	3.7	34.6	23.1	123.8	715.6
41	2,004	173.7	125.8	66.5	20.2	2.4	20.5	12.0	9.0	21.7	25.6	60.9	87.9	626.2
42	2,005	141.0	130.6	120.2	33.1	3.2	0.4	1.2	4.0	4.5	39.1	59.3	101.2	637.8
43	2,006	203.4	155.5	145.9	40.9	0.2	4.9	0.0	10.5	7.5	72.5	67.8	147.2	856.3
44	2,007	140.8	58.7	107.3	93.6	5.8	0.0	4.0	0.0	1.0	49.4	74.0	88.4	623.0
45	2,008	108.8	109.2	64.4	7.6	8.7	1.8	0.0	3.9	13.9	58.9	90.2	138.6	606.0
46	2,009	112.5	108.3	79.1	21.3	5.3	0.0	3.3	0.7	15.1	8.3	88.7	82.9	525.5
47	2,010	268.5	168.5	129.2	16.6	1.3	0.0	1.4	4.7	8.2	70.0	40.0	172.7	881.1
48	2,011	103.4	179.3	131.9	67.6	3.9	3.2	3.7	0.0	38.9	38.2	60.2	110.2	740.5
49	2,012	70.5	167.7	41.7	48.1	4.5	1.2	0.0	0.1	18.4	19.5	138.2	179.5	689.4
50	2,013	180.5	137.2	75.7	13.0	25.3	6.1	2.0	12.4	6.3	105.0	86.0	159.4	808.9
51	2,014	161.9	116.5	86.5	35.0	10.1	0.0	3.2	5.8	12.6	113.2	125.4	152.1	822.3
52	2,015	151.3	150.9	66.7	70.8	16.4	3.9	10.3	4.6	16.6	19.1			
N° Datos		52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	50	51	50
Media		143.7	121.7	98.9	42.6	7.4	3.6	3.8	5.9	17.8	48.4	74.4	111.0	679.3
Desv. Estandar		44.92	31.63	33.32	24.01	8.14	6.06	6.35	7.40	12.69	26.05	32.99	35.28	106.62
Coef. Variacion		0.31	0.26	0.34	0.56	1.09	1.66	1.68	1.24	0.71	0.54	0.44	0.32	0.16
Prec. Max.		268.5	184.6	173.9	108.9	46.6	31.8	30.9	34.6	51.1	114.6	200.4	201.5	268.5
Prec. Min.		59.1	58.7	22.0	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9	23.1	54.4	0.0

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

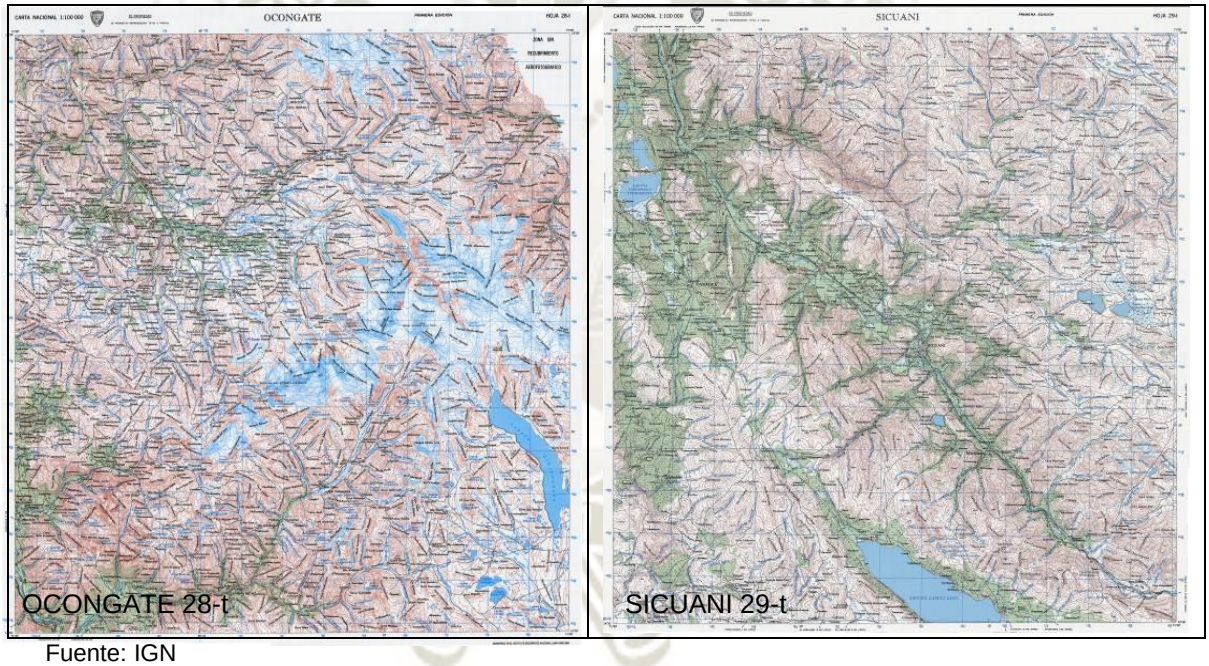
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.6.4. CARTOGRAFIA GENERAL Y DETALLADA (IMPRESA Y DIGITAL)

Para la elaboración del estudio hidrológica de la cuenca del río Pitumarca se cuenta con información cartográfica impresa y digital de la Cuenca del Río Pitumarca y cuencas vecinas, como son:

- ✓ Carta Nacional (28-t Ocongate), Impresas a escala 1:100,000 Ver Gráfico N° 01.
- ✓ Carta Nacional (29-t Sicuani), Impresa a escala 1:100,000 Ver Gráfico N° 01.
- ✓ Carta Nacional (formato digital: WGS-1984-UTM Zona 19S) Coberturas: Las curvas de nivel se delinean cada 50 m, ríos, riachuelos, lagunas, nevados, cordilleras) (PLAN MERISS, 2013).

GRÁFICO N° 1: **CARTAS GEOGRÁFICAS NACIONALES**



Fuente: IGN

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPITULO II

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CUENCA

2.1. DELIMITACIÓN Y CODIFICACIÓN HIDROGRÁFICA DE LA CUENCA – MÉTODO PFAFSTETTER

El sistema de Codificación de Pfafstetter fue desarrollado por el Ing. Otto Pfafstetter, en el año 1989, esta metodología consiste en asignar códigos a una unidad de drenaje basándose en la topología de la superficie del terreno. El sistema se realiza jerárquicamente y las unidades son delimitadas desde las uniones de los ríos (Instituto Nacional de Recursos Naturales INRENA, 2007).

El proceso de codificación consiste en subdividir una cuenca hidrográfica, cualquiera que sea su tamaño, identificando y delimitando los cuatro mayores afluentes del rio principal, en función del área que comprenden sus respectivas unidades hidrográficas. Las cuencas correspondientes a esos tributarios son enumeradas o codificadas con los dígitos pares 2, 4, 6 y 8, en el sentido de aguas abajo hacia aguas arriba es decir desde la desembocadura hacia la naciente del rio principal. Los otros tributarios del rio principal son agrupados en las áreas restantes, denominadas intercuencas, que se codifican, en el mismo sentido con los dígitos impares 1, 3, 5, 7 y 9 (Instituto Nacional de Recursos Naturales INRENA, 2010).

El Perú se divide en tres grandes cuencas o vertientes hidrográficas cuyos niveles continentales “0”, “1” y “4” corresponde a américa del sur. De acuerdo al método de codificación hidrográfica de Otto Pfafstetter, el código “0” en el nivel 1 corresponde a la cuenca endorreica del Lago Titicaca.

La vertiente del Amazonas, se encuentra dentro de la región hidrográfica “4” en el nivel 1. En el nivel 2, el Perú está cubierto por las unidades hidrográficas de código 49 y 46. La unidad hidrográfica de código 49, en su nivel 3, comparte con el Perú las unidades hidrográficas de código 492 (cuenca del río Purús), de código 496 (cuenca río Yurúa), de código 497, 498 (cuenca del río Marañón) y de código 499 (cuenca del río Ucayali), cabe mencionar que de las cinco unidades hidrográficas antes mencionadas, la cuenca del río Ucayali, se encuentra enteramente en el territorio peruano.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

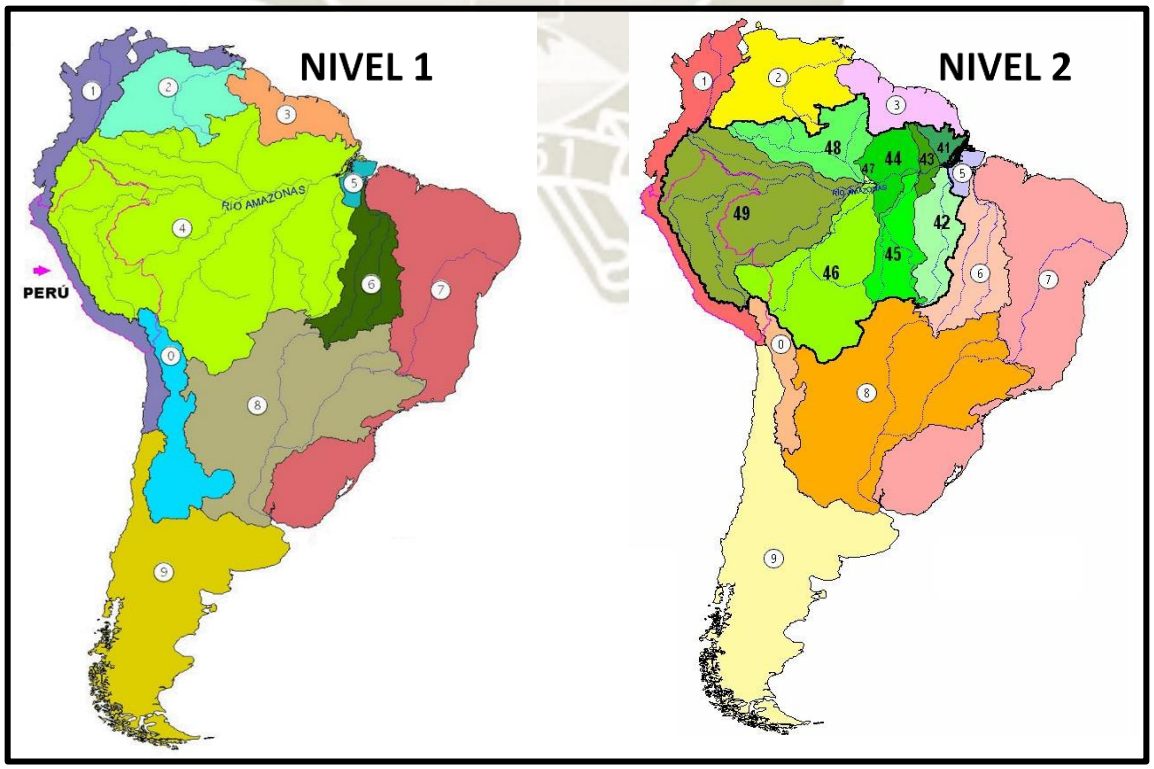
La cuenca del río Ucayali de código 499, presenta singular importancia, pues nace en la cabecera de la gran cuenca del río Amazonas. De esta manera, siguiendo la secuencia de la codificación de Pfafstetter, en busca de las nacientes del río amazonas, pasamos por la unidad hidrográfica de código 4994 denominada cuenca del río Urubamba, y en el nivel 5, la cuenca Alta del río Urubamba 49949, y dentro de la cuenca Alta del río Urubamba se encuentra la intercuenca de código 499497 de nivel 6 y finalmente dentro de la intercuenca 499497 se ubica la cuenca del río Pitumarca en el nivel 7 de código 4994978 (PLAN MERISS, 2013).

CUADRO N°2: **CLASIFICACIÓN DE LAS UNIDADES HIDROGRÁFICAS MÉTODO PFASTETTER**

NIVEL	CODIGO	UNIDAD HIDROGRÁFICA	NOMBRE	AREA KM^2
1	4	Cuenca	Río Amazonas	6028376.02
2	49	Intercuenca	Región Hidrografica 49	2233009.75
3	499	Intercuenca	Río Ucayali	348094.14
4	4994	Cuenca	Río Urubamba	58849.80
5	49949	Intercuenca	Alta del río Urubamba	21286.10
6	499497	Intercuenca	Medio Vilcanota	8794.74
7	4994978	Cuenca	Pitumarca	688.18

Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO N° 2: **CUENCAS DEL RÍO AMAZONAS NIVEL 1 CÓDIGO 4, REGIÓN HIDROGRAFICA 49 NIVEL 2 CÓDIGO 49**



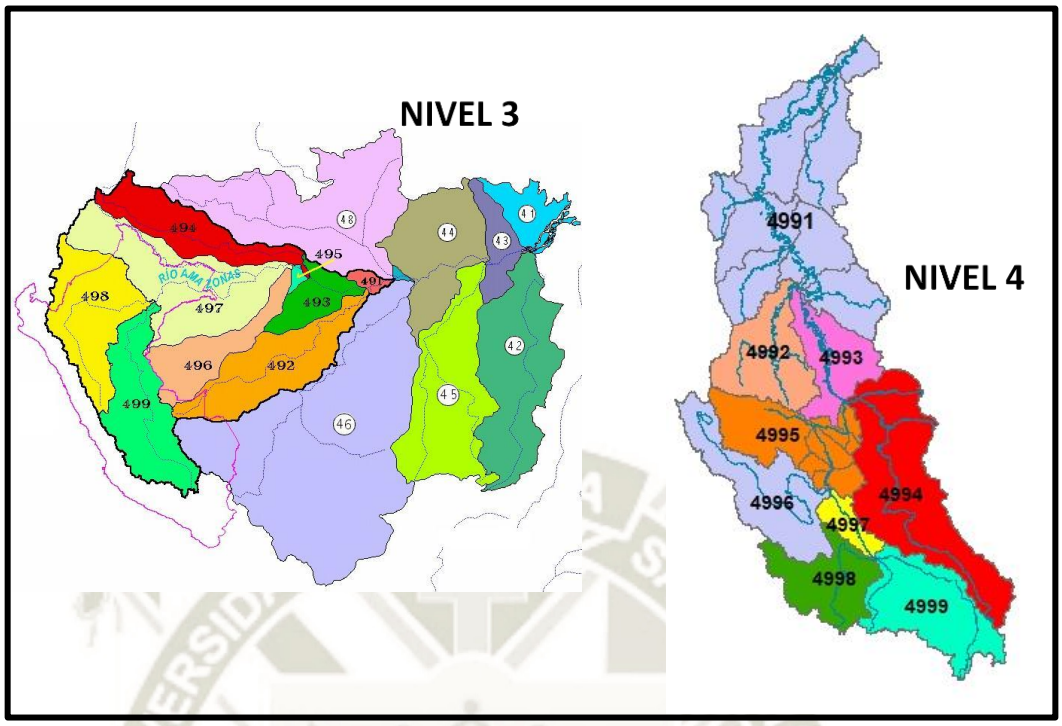
Fuente: Elaborado por equipo Técnico Plan Meriss – UGCS, 2016

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

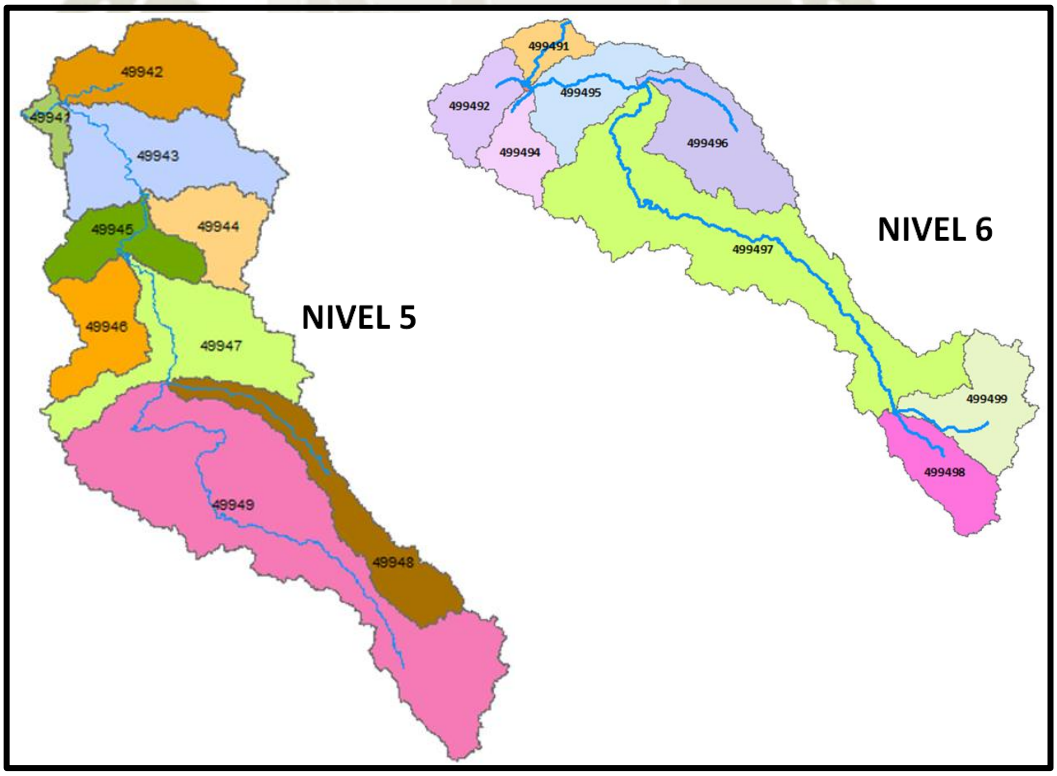
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

GRÁFICO N° 3: **CUENCAS DEL RÍO UCAYALI NIVEL 3 CÓDIGO 499, CUENCA DEL RIO URUBAMBA NIVEL 4 CÓDIGO 4994**



Fuente: Elaborado por equipo Técnico Plan Meriss – UGCS, 2016

GRÁFICO N° 4: **INTERCUENCA ALTA DEL RÍO URUBAMBA NIVEL 5 CÓDIGO 49949, INTERCUENCA MEDIO VILCANOTA NIVEL 6 CÓDIGO 499497**



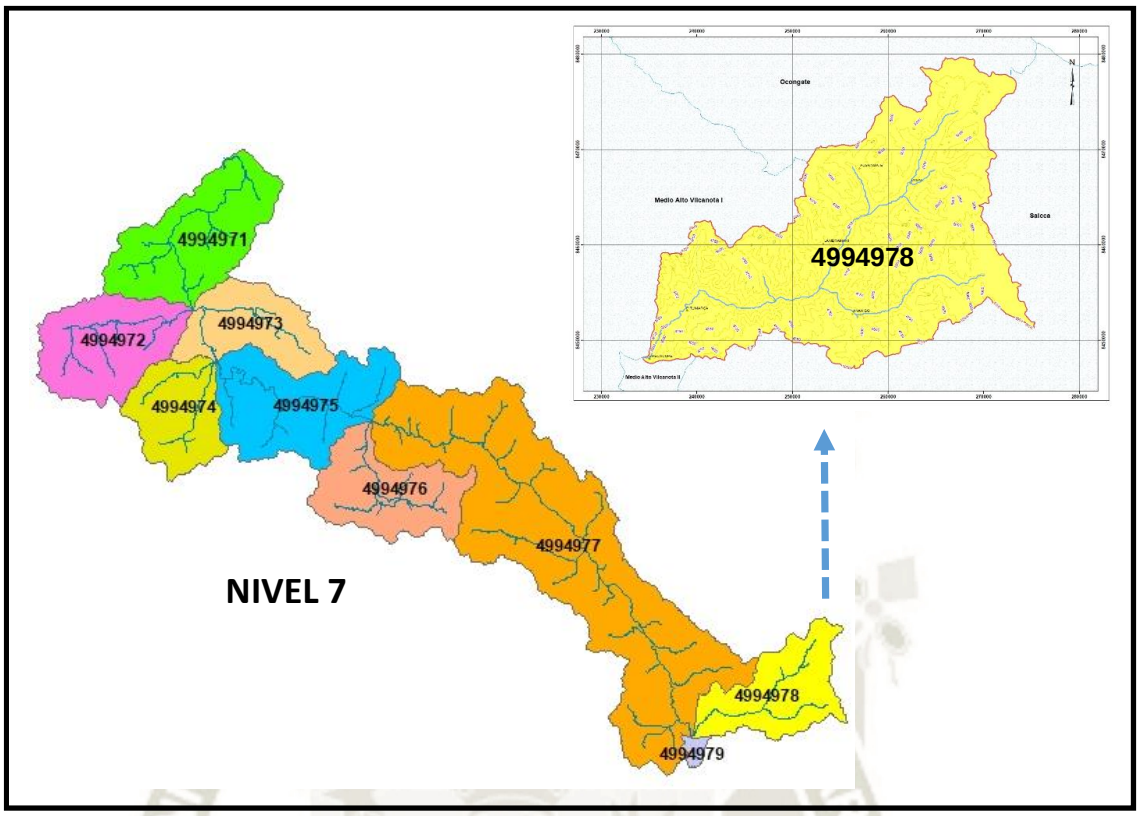
Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

GRÁFICO N° 5: **CUENCA DEL RÍO PITUMARCA NIVEL 7 CÓDIGO 4994978**



Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 3: **UNIDADES HIDROGRÁFICAS DESDE LA CUENCA DEL RÍO URUBAMBA, INTERCUENCA ALTA DEL RIO URUBAMBA, INTERCUENCA MEDIO VILCANOTA Y CUENCA DEL RIO PITUMARCA**

CUENCA DEL RÍO URUBAMBA CODIGO 4994 NIVEL 4				INTERCUENCA ALTA DEL RIO URUBAMBA CODIGO 49949 NIVEL 5			INTERCUENCA MEDIO VILCANOTA CODIGO 499497 NIVEL 6			CUENCA DEL RIO PITUMARCA CODIGO 4994978 NIVEL 7		
N°	UNIDAD	CÓDIGO	NOMBRE	UNIDAD	CÓDIGO	NOMBRE	UNIDAD	CÓDIGO	NOMBRE	UNIDAD	CÓDIGO	NOMBRE
1	Intercuenca	4991	UH 4991	Intercuenca	49941	BAJO URUBAMBA	Intercuenca	499491	MEDIO ALTO VILCANOTA I	Intercuenca	4994971	BAJO VILCANOTA
2	Cuenca	4992	C.H DEL RIO PACHITEA	Cuenca	49942	INUYA	Cuenca	499492	CUMPISURIATO	Cuenca	4994972	VILCABAMBA
3	Intercuenca	4993	UH 4993	Intercuenca	49943	MEDIO BAJO URUBAMBA	Intercuenca	499493	MEDIO ALTO URUBAMBA II	Intercuenca	4994973	MEDIO BAJO VILCANOTA
4	Cuenca	4994	C.H DEL RIO URUBAMBA	Cuenca	49944	MISHAHUA	Cuenca	499494	CUSHIRENI	Cuenca	4994974	SANTA TERESA
5	Intercuenca	4995	UH 4995	Intercuenca	49945	MEDIO URUBAMBA	Intercuenca	499495	MEDIO ALTO URUBAMBA III	Intercuenca	4994975	MEDIO VILCANOTA
6	Cuenca	4996	C.H DEL RIO MANTARO	Cuenca	49946	PICHA	Cuenca	499496	YANATILE	Cuenca	4994976	HUARACONDO
7	Intercuenca	4997	UH 4997	Intercuenca	49947	MEDIO ALTO URUBAMBA	Intercuenca	499497	MEDIO VILCANOTA	Intercuenca	4994977	MEDIO ALTO VILCANOTA I
8	Cuenca	4998	C.H DEL RIO PAMPAS	Cuenca	49948	ALTO MEDIO URUBAMBA	Cuenca	499498	RIO VILCANOTA ALTO	Cuenca	4994978	PITUMARCA
9	Intercuenca	4999	UH 4999	Intercuenca	49949	ALTO DEL RIO URUBAMBA	Intercuenca	499499	SALCCA	Intercuenca	4994979	MEDIO ALTO VILCANOTA II

Fuente: Elaboración propia

2.2. DEMARCACIÓN DE LA CUENCA COLECTORA O CUENCA MENOR

La cuenca colectora del río Pitumarca, también se le conoce como punto de captación de un proyecto de riego, es la zona donde se encuentra rodeada de nevados, cerros y elevaciones donde se acumulan las precipitaciones en cada época de lluvias. En el presente estudio la cuenca colectora para el proyecto de riego Pitumarca se ubica entre las coordenadas UTM y coordenadas geográficas que se muestra en el Cuadro N° 04.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.3. UBICACIÓN Y DEMARCACIÓN DE LA CUENCA PITUMARCA

La cuenca del río Pitumarca denominada también cuenca mayor y la cuenca colectora o cuenca menor de rio Pitumarca, está situada en el centro sur del territorio peruano.

2.3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y UTM DE LA CUENCA PITUMARCA Y COLECTORA

La ubicación tanto geográfica como UTM se muestra en el Cuadro N° 04. (Mapa - 05) y Mapa Hidrográfico (Mapa - 07).

CUADRO N°4: **UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y UTM DE LA CUENCA COLECTORA PITUMARCA**

CUENCA PITUMARCA O CUENCA MAYOR DEL RÍO PITUMARCA		UBICACIÓN DEL PUNTO DE CONTROL CUENCA MAYOR	CUENCA COLECTORA O CUENCA MENOR DEL RÍO PITUMARCA		UBICACIÓN DEL PUNTO DE CONTROL CUENCA MENOR
UTM WGS 84 NORTE	UTM WGS 84 ESTE	UTM WGS 84 NORTE-ESTE	UTM WGS 84 NORTE	UTM WGS 84 ESTE	UTM WGS 84 NORTE-ESTE
8446989.877 a 8479659.885	234262.650 a 275353.103	8448212.320 a 234262.650	8446989.877 a 8479659.885	249128.970 a 275353.103	8454330.26 a 250180.64
COORDENADAS GEOGRAFICAS					
Latitud Sur: 13° 44' 34.83" a 14° 02' 14.02"		Latitud Sur: 14° 01' 27.18"	Latitud Sur: 13° 44' 34.83" a 14° 02' 14.02"		Latitud Sur: 13° 09' 42.33"
Long.Oeste: 71° 04' 47.25" a 71° 27' 37.08"		Long.Oeste: 71° 27' 37.28"	Long.Oeste: 71° 04' 47.25" a 71° 19' 21.21"		Long.Oeste: 71° 04' 47.25"

Fuente: Elaboración propia

2.3.2. DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA

Por el Norte : Cuenca del Río Paucartambo

Por el Este : Cuenca del Río Paucartambo

Por el Sur : Cuenca Salcca

Por el Oeste : Con el Río Vilcanota

2.3.3. DEMARCACIÓN POLÍTICA

La cuenca del Río Pitumarca, políticamente se encuentra ubicada en:

Región : Cusco

Provincia: Canchis

Distritos : Pitumarca, Checacupe.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.3.4. DEMARCACIÓN ADMINISTRATIVA

La cuenca en estudio abarca administrativamente por:

1. Ministerio de Agricultura (MINAGRI).
2. Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) hoy Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SERNANP).
3. Dirección General de Aguas y Suelos (DGAS).
4. Administración Técnica del Distrito de Riego Sicuani (ATDR - Sicuani) hoy Administración Local del Agua – Sicuani (ALA).
5. Junta de Usuarios de Agua del Distrito de Riego Sicuani.

2.4. ACCESIBILIDAD – VIAS DE COMUNICACIÓN

El acceso a la zona de estudio, se realiza a través de la vía Cusco - Checacupe es parte integrante de la carretera Panamericana Sur que une Cusco – Sicuani, Sicuani – Puno, Puno – Arequipa. El distrito de Checacupe se encuentra a 98 km de Cusco.

Para acceder al distrito de Pitumarca se realiza por la vía interna de Checacupe, la cual es una vía asfaltada de 7 km de distancia (bicapa).

A su vez Pitumarca se comunica con sus comunidades por medio de dos vías ambas vías afirmadas sin pavimentar una que va desde Pitumarca – Pampachari – Karwi – Osefina – Ausangate – Chilca y otra vía que va desde Uchulluclo y Ananiso.

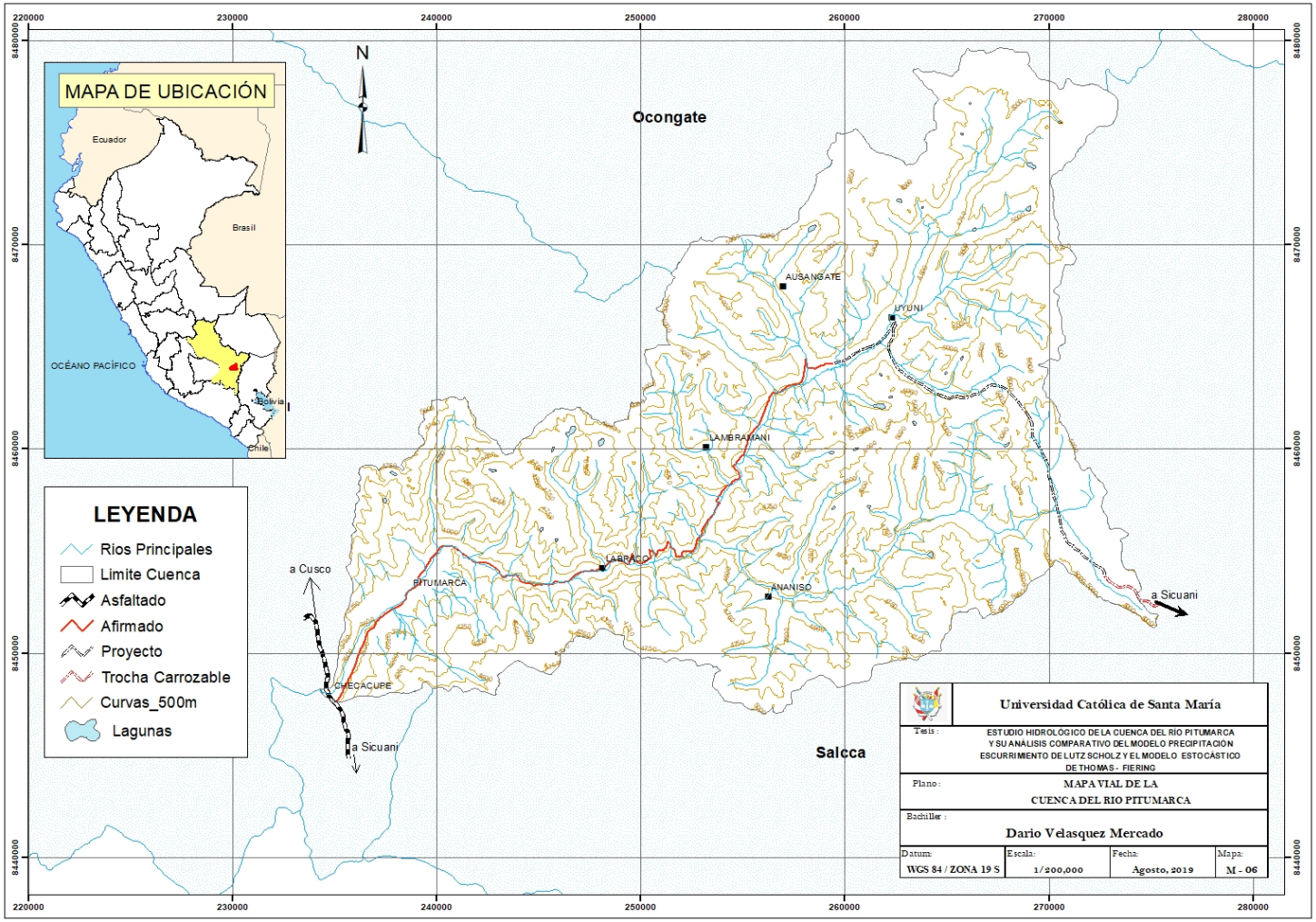
Otra vía que presenta Pitumarca es hacia la comunidad de Phinaya la cual se accede por Sicuani la cual es una vía afirmada.

En resumen las vías de comunicación que presenta este distrito son carreteras afirmadas, vías de regular tránsito (IMA - Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente, 2006).

Las principales vías del presente estudio se aprecian en el Gráfico Nº 6.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

GRAFICO N° 6: **RED VÍAL NACIONAL Y DEPARTAMENTAL**



REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.5. CLIMATOLOGÍA

2.5.1. PARÁMETROS CLIMÁTICOS

Los principales parámetros climáticos que se han utilizado en el presente estudio son la precipitación, temperatura, humedad relativa, evaporación, viento y otros. La entidad encargada del manejo y operación de la mayoría de los parámetros climatológicos es el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI, 2019).

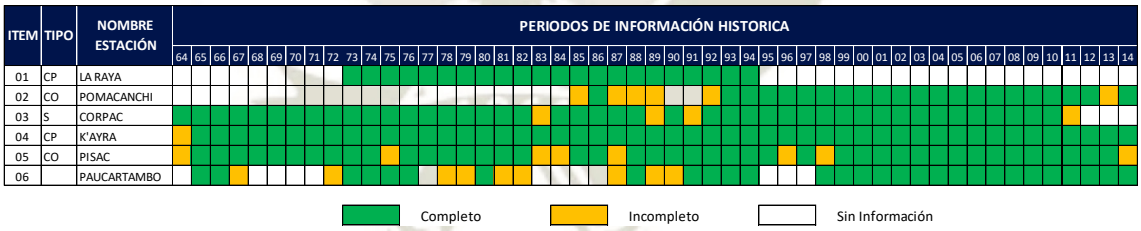
2.5.2. Precipitación

La información pluviométrica utilizada en la presente investigación proviene del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI); las estaciones y periodo de información de precipitación se muestra en el Cuadro N°05.

En el Cuadro N°06 se muestra la información histórica de la precipitación media mensual de las estaciones.

Los registros de precipitación histórica media mensual se muestran en el Anexo N° 33 al Anexo N° 38.

CUADRO N°5: **PERIODO DE INFORMACIÓN DE PRECIPITACIÓN**



CUADRO N°6: **PRECIPITACIÓN HISTÓRICA DE LAS ESTACIONES**

ITEM	ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	CORPAC	159.6	128.5	110.7	40.7	6.4	3.1	4.5	7.2	18.8	47.2	72.6	114.2	**713.6**
2	K'AYRA	143.7	121.7	98.9	42.6	7.4	3.6	3.8	5.9	17.8	48.4	74.4	111.0	**679.3**
3	LA RAYA	194.6	148.3	155.6	70.8	22.2	7.6	5.4	11.2	30.4	63.1	102.6	128.4	**940.3**
4	PAUCARTAMBO	113.4	103.3	93.3	41.9	14.5	6.6	8.9	17.6	15.1	33.4	38.1	97.4	**583.6**
5	PISAC	126.4	115.2	95.5	42.5	8.3	5.3	4.9	7.0	15.0	34.5	55.6	81.6	**591.9**
6	POMACANCHI	167.2	146.9	116.9	52.3	11.6	3.4	4.9	7.9	24.4	62.5	87.4	137.8	**823.2**

Fuente: Elaboración propia

En el Grafico N° 07 se puede observar que las precipitaciones se producen mayormente en épocas de verano entre los meses de

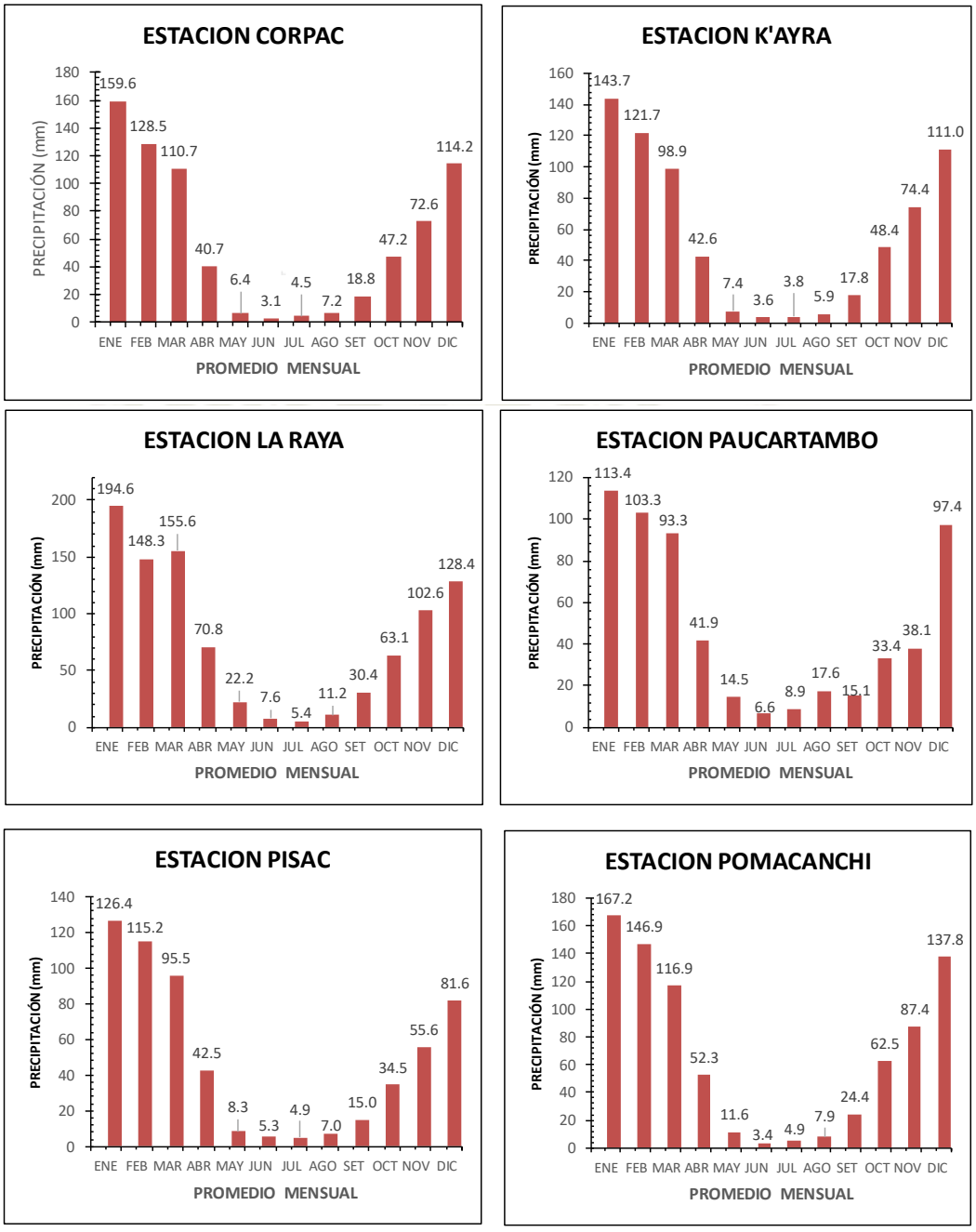
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

octubre a marzo y son escasas en los meses de invierno a partir de los meses de abril a septiembre.

GRAFICO N° 7: **PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL PARA EL AÑO PROMEDIO (1964 – 2017) ESTACIONES UTILIZADAS**



Fuente: Elaboración propia

2.5.2.1. Temperatura

Para el análisis de este parámetro climático, la información de temperatura proviene del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Se observa la distribución de tres niveles: temperatura media mensual, temperatura máxima media mensual y temperatura mínima media mensual.

Los registros y periodo de observación de la temperatura media mensual de las estaciones son: Acomayo (1965-1998), Corpac (1953-1995), Kayra (1937-2015), La Raya (1973-1998), Paruro (1965-2007), Pomacanchi (1985-2010), Sicuani (1965-2009), Urcos (1965-1980) y Yauri (1964-2010).

Los registros y periodo de observación de la temperatura máxima media mensual de las estaciones son: Antabamba (1964-1975), Combapata (1971-1997), Kayra (1964-2014), Paruro (1964-2010), Pomacanchi (1985-1998), Sicuani (1964-2009), Urcos (1964-1981), Yauri (1964-2007).

Los registros y periodo de observación de la temperatura mínima media mensual de las estaciones son: Acomayo (1964-2005), Combapata (1964-1997), Corpac (1954-2011), Paruro (1964-2010), Pomacanchi (1985-1998), Sicuani (1964-2010) y Urcos (1964-1981).

En los Cuadro N° 07, Cuadro N° 08 y Cuadro N° 09 se observa la distribución de las temperaturas en tres niveles: temperatura media mensual, temperatura máxima media mensual y temperatura mínima media mensual.

En el Gráfico Nº 8, Gráfico Nº 9 y Gráfico Nº 10 la distribución de la temperatura medias, máximas y mínimas medias mensuales.

En los Anexo Nº 4 al Anexo Nº 12 se muestran los registros de la temperatura media mensual histórica, del Anexo Nº 13 al Anexo Nº 20 se muestran los registros de la temperatura máxima media mensual histórica y del Anexo Nº 21 al Anexo Nº 27 se muestra los registros de la temperatura mínima media mensual histórica (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI, 2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CUADRO N°7: TEMPERATURA MEDIA MENSUAL DE ESTACIONES
CUENCA RIO PITUMARCA (ºC)

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL DE ESTACIONES													
ESTACIÓN:	ACOMAYO									ALTITUD :	3,250		msnm
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MEDIA
Máx	15.70	14.50	14.30	14.60	13.90	12.70	13.40	15.00	15.20	16.80	16.30	15.40	16.80
Min	12.60	12.30	12.80	12.20	10.60	9.80	9.40	10.80	12.40	13.30	12.90	13.10	9.40
Media	**13.66**	**13.57**	**13.53**	**13.24**	**12.16**	**11.03**	**11.04**	**12.44**	**13.78**	**14.74**	**14.73**	**14.18**	**13.18**
ESTACIÓN:	CORPAC									ALTITUD :	3,248		msnm
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MEDIA
Máx	14.40	14.60	14.80	14.90	14.50	13.40	12.90	13.70	14.50	16.00	15.80	15.10	16.00
Min	11.10	11.10	11.10	10.80	9.90	8.60	8.80	8.80	10.00	10.80	11.50	11.40	8.60
Media	**12.64**	**12.70**	**12.77**	**12.60**	**11.80**	**10.86**	**10.48**	**11.45**	**12.38**	**13.30**	**13.50**	**13.18**	**12.30**
ESTACIÓN:	KAYRA									ALTITUD :	3,219		msnm
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MEDIA
Máx	15.50	16.80	15.30	14.60	14.10	13.20	13.30	14.70	15.00	16.00	16.40	15.80	16.80
Min	11.90	11.70	12.00	10.90	9.50	8.70	8.20	9.40	10.80	12.50	12.90	12.30	8.20
Media	**13.53**	**13.56**	**13.36**	**12.56**	**11.20**	**10.14**	**9.83**	**11.22**	**12.70**	**13.85**	**14.19**	**13.78**	**12.49**
ESTACIÓN:	LA RAYA									ALTITUD :	4,200		msnm
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MEDIA
Máx	9.95	9.96	8.80	7.95	6.50	5.95	6.05	6.75	7.40	8.80	8.90	8.67	9.96
Min	5.30	5.00	6.50	5.85	4.10	2.90	2.60	4.10	5.05	6.30	6.60	6.70	2.60
Media	**7.55**	**7.71**	**7.64**	**6.86**	**5.60**	**4.19**	**3.91**	**4.96**	**6.24**	**7.26**	**7.70**	**7.71**	**6.45**
ESTACIÓN:	PARURO									ALTITUD :	3,084		msnm
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MEDIA
Máx	16.50	15.90	15.10	15.10	15.60	14.90	13.90	14.20	15.70	16.40	16.30	16.50	16.50
Min	13.10	12.90	13.10	12.30	11.10	9.80	9.80	10.60	12.50	13.70	13.80	13.70	9.80
Media	**14.48**	**14.34**	**14.12**	**13.83**	**12.76**	**11.80**	**11.66**	**12.76**	**14.04**	**14.98**	**15.16**	**14.86**	**13.73**
ESTACIÓN:	POMACANCHI									ALTITUD :	3,700		msnm
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MEDIA
Máx	12.60	12.60	11.90	11.80	9.80	8.90	8.50	10.10	11.00	13.60	12.00	12.40	13.60
Min	9.40	9.10	8.90	8.60	7.20	6.10	6.00	7.90	8.90	10.10	9.80	8.90	6.00
Media	**10.86**	**10.72**	**10.63**	**10.27**	**8.79**	**7.78**	**7.50**	**8.90**	**10.29**	**11.34**	**11.28**	**11.04**	**9.95**
ESTACIÓN:	SICUANI									ALTITUD :	3,550		msnm
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MEDIA
Máx	14.00	14.40	13.50	14.10	14.00	11.20	11.70	12.10	13.40	14.40	14.40	13.60	14.40
Min	11.10	11.10	11.30	10.10	8.00	7.10	6.60	8.40	10.30	10.80	11.60	11.40	6.60
Media	**12.28**	**12.33**	**12.16**	**11.80**	**10.27**	**8.93**	**8.68**	**10.04**	**11.72**	**12.70**	**12.91**	**12.50**	**11.36**
ESTACIÓN:	URCOS									ALTITUD :	3,149		msnm
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MEDIA
Máx	15.60	14.80	14.70	14.50	14.60	14.20	12.80	13.60	14.50	16.20	16.60	15.30	16.60
Min	13.10	12.50	13.00	12.80	11.80	11.00	10.80	11.20	12.40	13.60	13.70	13.60	10.80
Media	**13.98**	**13.81**	**13.81**	**13.67**	**12.79**	**11.81**	**11.43**	**12.44**	**13.71**	**14.88**	**15.09**	**14.38**	**13.48**
ESTACIÓN:	YAURI									ALTITUD :	3,927		msnm
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MEDIA
Máx	12.90	11.90	11.20	9.80	9.10	7.70	7.20	7.50	9.80	10.70	12.90	11.30	12.90
Min	6.90	6.40	5.30	4.30	2.00	1.00	1.10	-0.50	1.70	7.00	7.40	7.40	-0.50
Media	**9.68**	**9.46**	**9.33**	**8.44**	**6.20**	**4.57**	**4.46**	**5.43**	**7.13**	**8.78**	**9.58**	**9.72**	**7.73**

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CUADRO N°8: **TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA MENSUAL DE ESTACIONES CUENCA RIO PITUMARCA (ºC)**

TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA MENSUAL DE ESTACIONES													
ESTACION:	ANTABAMBA									ALTITUD :	3,838	msnm	
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MEDIA
Máx	19.10	18.00	17.60	20.60	19.50	20.30	19.10	19.60	21.40	21.60	21.70	20.80	21.70
Min	15.20	15.60	15.60	16.60	17.50	16.70	15.70	0.40	17.20	18.50	18.00	17.80	0.40
Media	**17.10**	**17.02**	**16.78**	**17.93**	**18.67**	**18.15**	**17.73**	**16.86**	**19.03**	**20.21**	**20.21**	**18.90**	**18.21**
ESTACION:	COMBAPATA									ALTITUD :	3,474	msnm	
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MEDIA
Máx	21.10	21.80	22.80	21.80	22.50	21.00	22.60	22.70	23.00	24.10	25.30	21.50	25.30
Min	16.30	16.20	16.40	16.40	17.90	16.50	17.70	16.60	19.20	19.60	19.10	18.20	16.20
Media	**18.57**	**18.82**	**18.94**	**19.52**	**19.93**	**19.37**	**19.66**	**19.95**	**20.71**	**21.42**	**20.99**	**19.87**	**19.81**
ESTACION:	KAYRA									ALTITUD :	3,219	msnm	
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MEDIA
Máx	21.90	22.00	23.40	23.20	22.70	22.60	22.40	23.70	23.90	24.10	23.90	22.30	24.10
Min	17.40	17.60	17.90	18.80	18.40	18.10	17.90	17.10	18.70	19.40	19.40	18.40	17.10
Media	**19.67**	**19.75**	**19.93**	**20.49**	**20.78**	**20.45**	**20.24**	**20.90**	**21.18**	**21.52**	**21.50**	**20.43**	**20.57**
ESTACION:	PARURO									ALTITUD :	3,084	msnm	
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MEDIA
Máx	24.70	24.60	24.60	24.10	25.80	23.90	24.30	24.70	25.40	26.10	25.50	24.20	26.10
Min	18.60	17.80	18.30	19.00	19.50	19.50	15.90	18.90	18.20	19.70	19.10	18.40	15.90
Media	**21.39**	**21.24**	**21.24**	**21.91**	**22.12**	**21.76**	**21.35**	**22.16**	**22.64**	**23.04**	**23.04**	**22.18**	**22.01**
ESTACION:	POMACANCHI									ALTITUD :	3,700	msnm	
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MEDIA
Máx	18.20	17.00	16.80	17.80	18.60	17.10	17.70	19.50	19.20	20.00	20.50	18.60	20.50
Min	15.50	13.70	14.50	14.40	14.00	14.30	14.50	15.80	17.10	17.50	16.90	16.00	13.70
Media	**16.43**	**15.80**	**15.99**	**16.46**	**16.78**	**16.40**	**16.36**	**17.49**	**18.23**	**18.71**	**18.17**	**17.27**	**17.01**
ESTACION:	SICUANI									ALTITUD :	3,550	msnm	
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MEDIA
Máx	20.80	20.90	22.70	24.40	22.30	20.20	20.10	21.90	22.50	22.90	21.90	21.10	24.40
Min	16.70	16.70	17.00	16.50	17.40	16.70	16.10	16.60	17.90	18.20	18.00	17.70	16.10
Media	**18.54**	**18.70**	**19.12**	**19.45**	**19.35**	**18.79**	**18.57**	**19.57**	**20.39**	**20.70**	**20.41**	**19.39**	**19.41**
ESTACION:	URCOS									ALTITUD :	3,149	msnm	
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MEDIA
Máx	21.60	21.40	20.90	21.90	22.40	22.40	22.40	23.00	22.30	24.10	23.30	21.80	24.10
Min	18.30	18.20	19.20	19.60	20.00	19.80	19.30	18.30	19.60	20.70	20.40	19.70	18.20
Media	**20.05**	**19.92**	**19.88**	**20.83**	**20.99**	**20.92**	**20.61**	**21.14**	**21.19**	**22.04**	**21.97**	**20.81**	**20.86**
ESTACION:	YAURI									ALTITUD :	3,927	msnm	
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MEDIA
Máx	17.90	17.90	17.80	18.60	19.10	19.40	18.90	19.00	20.20	20.00	21.00	19.70	21.00
Min	13.90	13.60	13.40	14.00	13.00	13.70	13.10	13.00	14.10	15.10	13.50	14.40	13.00
Media	**16.01**	**15.62**	**15.67**	**15.97**	**16.28**	**15.99**	**15.68**	**16.08**	**17.06**	**17.60**	**18.08**	**17.33**	**16.45**

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CUADRO N°9: **TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA MENSUAL DE ESTACIONES**
CUENCA RIO PITUMARCA (ºC)

TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA MENSUAL DE ESTACIONES													
ESTACIÓN:	ACOMAYO									ALTITUD :	3,250		msnm
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MEDIA
Máx	9.00	8.90	8.50	7.00	5.70	2.80	2.10	4.80	6.30	9.80	10.10	8.40	10.10
Min	6.20	4.40	5.60	2.80	0.90	-1.10	-3.00	1.30	2.50	4.20	4.30	5.80	-3.00
Media	**7.53**	**7.30**	**7.02**	**5.42**	**2.66**	**0.78**	**0.62**	**2.59**	**5.05**	**6.54**	**7.06**	**7.35**	**4.99**
ESTACIÓN:	COMBAPATA									ALTITUD :	3,474		msnm
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MEDIA
Máx	7.60	7.80	7.60	6.60	3.90	0.80	2.30	4.60	5.40	6.60	7.60	7.20	7.80
Min	-1.60	-1.30	-1.50	-2.00	-3.70	-8.40	-8.00	-5.80	-2.70	-2.20	-2.30	-1.30	-8.40
Media	**5.44**	**5.14**	**4.82**	**3.43**	**1.06**	**-1.42**	**-1.38**	**0.79**	**3.36**	**4.57**	**5.03**	**5.43**	**3.02**
ESTACIÓN:	CORPAC									ALTITUD :	3,248		msnm
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MEDIA
Máx	9.50	9.30	9.40	7.60	5.00	3.20	2.50	4.80	6.40	8.00	8.60	8.80	9.50
Min	5.30	5.20	5.40	3.10	0.90	-1.50	-1.70	-4.00	2.60	4.00	4.80	5.30	-4.00
Media	**7.16**	**7.11**	**6.86**	**5.49**	**2.93**	**0.95**	**0.62**	**2.02**	**4.35**	**6.01**	**6.62**	**6.98**	**4.76**
ESTACIÓN:	PARURO									ALTITUD :	3,084		msnm
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MEDIA
Máx	9.10	10.00	10.00	8.10	6.30	4.60	5.30	5.50	6.70	8.90	9.60	8.80	10.00
Min	4.80	5.30	4.50	2.50	0.40	-1.90	-2.40	-0.90	2.40	4.20	4.30	4.50	-2.40
Media	**7.75**	**7.64**	**7.08**	**5.47**	**3.06**	**1.27**	**1.10**	**2.61**	**4.83**	**6.31**	**6.86**	**7.28**	**5.11**
ESTACIÓN:	POMACANCHI									ALTITUD :	3,700		msnm
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MEDIA
Máx	7.00	5.20	5.00	5.00	2.20	1.60	1.30	1.80	3.50	5.30	5.40	6.20	7.00
Min	1.80	1.50	1.90	-0.30	-3.70	-4.40	-3.80	-3.00	-1.10	0.70	1.00	0.50	-4.40
Media	**4.64**	**4.14**	**4.07**	**3.17**	**0.24**	**-1.49**	**-1.64**	**-0.04**	**2.06**	**3.23**	**3.68**	**4.23**	**2.19**
ESTACIÓN:	SICUANI									ALTITUD :	3,550		msnm
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MEDIA
Máx	7.23	7.71	6.80	6.40	1.80	-0.50	-0.30	2.10	4.20	5.60	6.80	6.50	7.71
Min	2.40	2.40	1.80	-1.10	-4.00	-5.33	-4.99	-3.10	0.00	1.50	1.30	2.20	-5.33
Media	**5.71**	**5.63**	**5.18**	**3.33**	**-0.30**	**-2.52**	**-2.75**	**-0.63**	**2.22**	**3.99**	**4.52**	**5.20**	**2.46**
ESTACIÓN:	URCOS									ALTITUD :	3,149		msnm
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MEDIA
Máx	9.60	9.70	9.70	8.40	5.50	2.90	2.80	5.30	8.10	8.90	8.90	9.30	9.70
Min	2.50	5.10	5.20	3.90	-2.20	-1.90	-2.00	-1.40	0.40	1.60	1.30	1.30	-2.20
Media	**8.26**	**8.59**	**8.23**	**6.68**	**3.32**	**1.21**	**0.98**	**2.66**	**5.64**	**7.06**	**7.76**	**7.92**	**5.69**

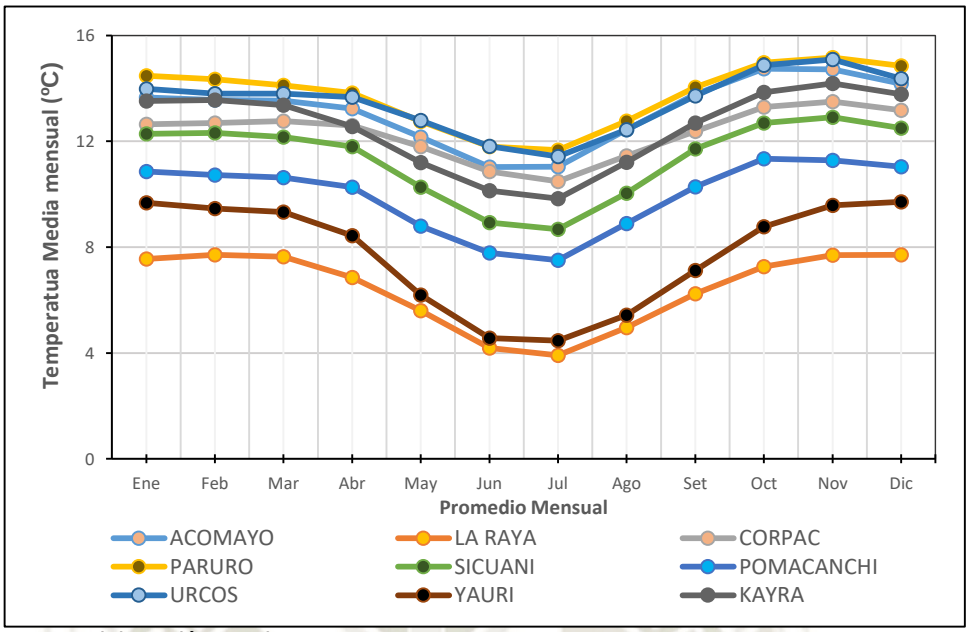
Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

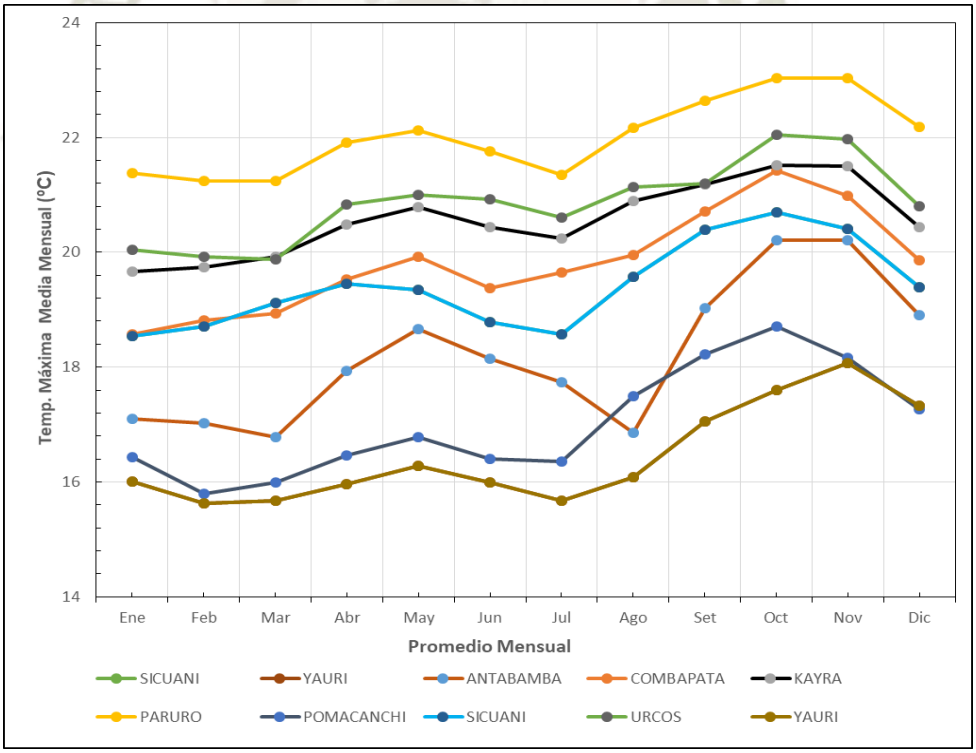
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

GRAFICO N° 8: TEMPERATURA MEDIA MENSUAL DE LAS ESTACIONES DE LA CUENCA DEL RIO PITUMARCA



Fuente: Elaboración propia

GRAFICO N° 9: TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA MENSUAL DE ESTACIONES CUENCA DEL RIO PITUMARCA



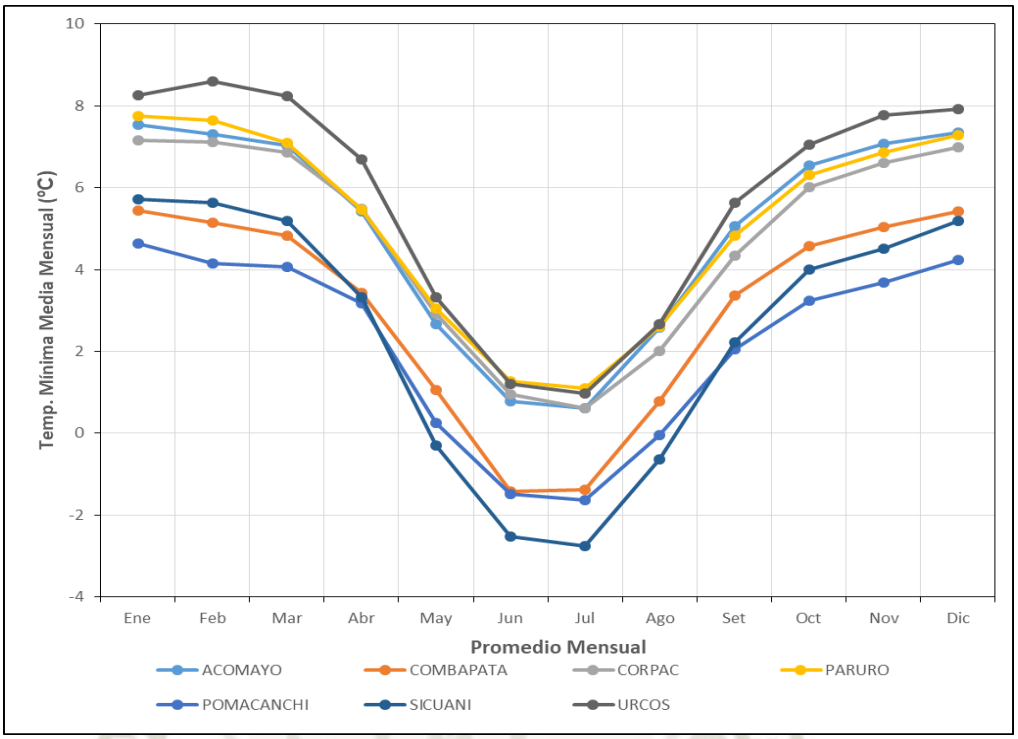
Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

GRAFICO N° 10: **TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA MENSUAL DE ESTACIONES CUENCA DEL RIO PITUMARCA**



Fuente: Elaboración propia

2.5.2.2. HUMEDAD RELATIVA

En el área que involucra el estudio de la cuenca no cuenta con registros históricos de humedad relativa; sin embargo SENAMHI cuenta con estaciones cercanas a la cuenca. Los datos meteorológicos y periodo de observación de la estación de K'ayra periodo de observación (1965-2010) y Sicuani periodo de observación (1959-2006) son los únicos registros con que se cuenta para analizar este parámetro climático.

De acuerdo al Cuadro Nº 10 y Gráfico Nº 11.

Los registros de las estaciones alcanzan una media mensual anual en Kayra de 67.51% y 60.49% en Sicuani, los valores máximos se producen en el mes de Febrero 74.22% y 70.34% en las estaciones de Kayra y Sicuani y una mínima mensual en el mes de Agosto alcanzando 61.74% y 53.72% en el mes de Junio respectivamente. La variación mensual y anual de la humedad relativa se observa en el Cuadro Nº 10. La información histórica de la humedad relativa, se

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

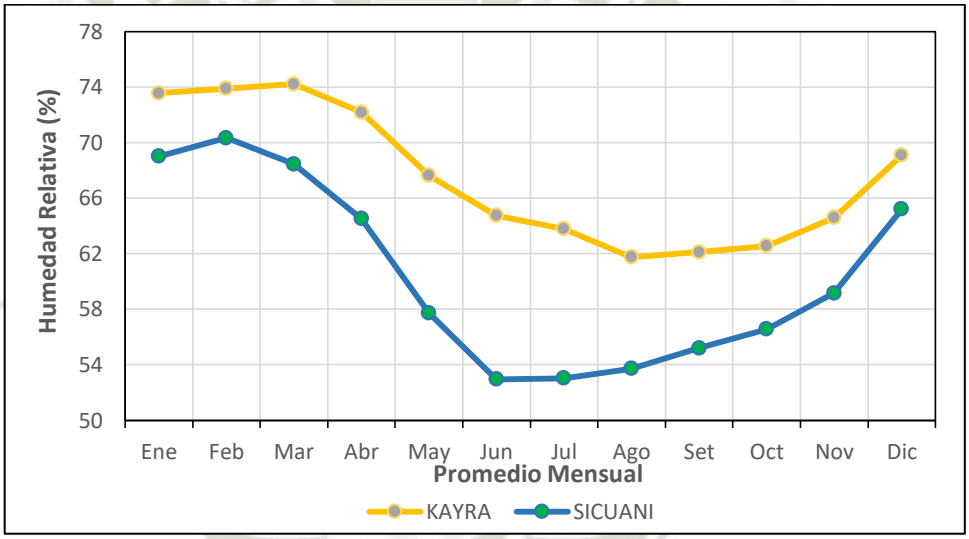
puede ver en el Anexo Nº 28 y Anexo Nº 29 (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI, 2019).

CUADRO N°10: **HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL DE ESTACIONES CUENCA DEL RIO PITUMARCA (%)**

HUMEDAD RELATIVA DE ESTACIONES													
ESTACION:	KAYRA									ALTITUD :	3,219		msnm
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MEDIA
Máx	88.00	94.00	89.00	86.00	86.00	86.00	87.00	87.00	87.00	82.00	89.00	89.00	94.00
Min	63.00	64.00	61.00	58.00	50.00	36.00	39.00	44.00	44.00	40.00	47.00	54.00	36.00
Media	**73.57**	**73.89**	**74.22**	**72.17**	**67.63**	**64.74**	**63.78**	**61.74**	**62.11**	**62.56**	**64.60**	**69.09**	**67.51**
ESTACION:	SICUANI									ALTITUD :	3,550		msnm
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MEDIA
Máx	84.00	89.00	95.00	93.00	78.00	70.00	70.00	72.00	72.00	72.00	72.00	75.00	95.00
Min	54.00	53.00	42.00	48.00	40.00	26.00	27.00	30.00	34.00	32.00	38.00	50.00	26.00
Media	**69.01**	**70.34**	**68.46**	**64.51**	**57.72**	**52.95**	**53.02**	**53.72**	**55.19**	**56.57**	**59.15**	**65.20**	**60.49**

Fuente: Elaboración propia

GRAFICO N° 11: **HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL DE ESTACIONES CUENCA DEL RIO PITUMARCA**



Fuente: Elaboración propia

2.5.2.3. VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO

Este parámetro climático solo cuenta con la estación meteorológica de Kayra periodo de observación (1965-2009) ubicada alrededor de la cuenca de Pitumarca, el registro mensual de la dirección del viento, se obtiene la dirección del viento predominante a nivel mensual y anual, ver el Cuadro Nº 11. La información histórica de la velocidad y dirección del viento se puede ver en el Anexo Nº 32 (Orocollo Llanque, 2014).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CUADRO N°11: **VALORES DE VELOCIDAD DEL VIENTO MEDIA MENSUAL**

K'AYRA										Altitud:			3,219 msnm
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
Media	2.6	2.9	2.6	2.8	2.8	3.0	3.2	3.3	3.6	2.9	3.3	3.2	**3.0**
Desv. Estandar	1.7	1.6	1.5	1.7	1.6	1.8	1.5	1.9	1.7	1.5	2.0	1.9	**1.7**
V.V Máx	6.0	5.0	5.0	5.0	5.0	6.0	6.0	7.0	6.0	6.0	7.0	6.7	**5.9**
V.V Min	0.3	0.5	0.4	0.5	0.5	0.3	0.9	0.1	0.9	0.5	0.4	0.5	**0.5**

Fuente: Elaboración propia

2.5.2.4. HORAS DE SOL

La información registrada de horas de sol se obtuvo de las estaciones meteorológicas de Kayra (1931-2014) y Yauri (1999-2007).

Según el Cuadro Nº 12 y el Gráfico Nº 12 donde se puede observar que el total de horas de sol de la estación de Kayra alcanza 2234.15 hr/año, con un máximo de horas de sol en el mes de Julio con 288 horas y un mínimo de 58.5 horas en el mes de Febrero. En la estación de Yauri el total anual de horas de sol es 2763.09 hr/año, con un máximo de horas de sol en el mes de Julio con 318.5 horas y un mínimo de 111 horas en el mes de Enero. La información histórica de horas de sol acumuladas se puede ver en el Anexo Nº 30 y Anexo Nº 31 (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI, 2019).

CUADRO N°12: **HORAS DE SOL MEDIAS MENSUALES DE ESTACIONES**

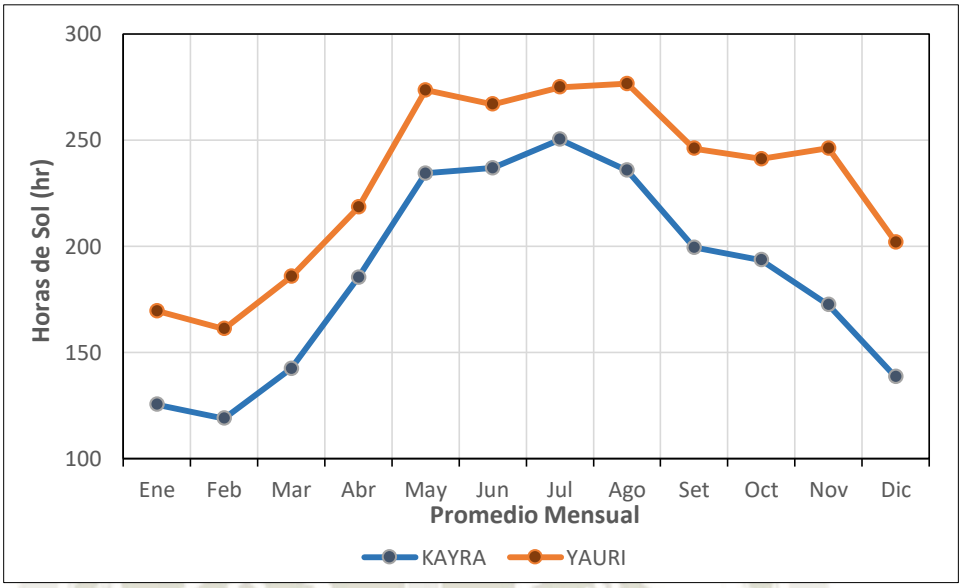
HORAS DE SOL MEDIAS MENSUALES DE LAS ESTACIONES													
ESTACION:	KAYRA									ALTITUD :	3,219		msnm
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MEDIA
Máx	188.30	175.30	201.80	227.40	286.70	282.00	288.00	279.10	254.90	259.50	254.50	193.00	288.00
Min	65.20	58.50	73.30	121.60	174.80	160.20	186.40	178.50	82.60	134.20	102.90	68.40	58.50
Media	**125.47**	**119.01**	**142.49**	**185.48**	**234.41**	**237.01**	**250.43**	**235.77**	**199.47**	**193.60**	**172.47**	**138.55**	**2234.15**
ESTACION:	YAURI									ALTITUD :	3,927		msnm
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MEDIA
Máx	213.30	208.50	216.90	243.60	302.50	306.00	318.50	306.50	270.90	277.70	275.80	228.20	318.50
Min	111.00	123.40	133.60	184.10	236.20	237.90	239.00	243.20	214.60	198.30	215.20	172.30	111.00
Media	**169.60**	**161.23**	**185.88**	**218.48**	**273.64**	**266.94**	**275.00**	**276.64**	**246.16**	**241.19**	**246.29**	**202.06**	**2763.09**

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

GRAFICO N° 12: **HORAS DE SOL ESTACIONES CUENCA RIO PITUMARCA**



Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro N° 13 se muestra el cuadro resumen de los principales parámetros climáticos que se utilizaran en el presente estudio son la precipitación, temperatura, humedad relativa, evaporación, viento.

CUADRO N°13: **RESUMEN PARÁMETROS CLIMÁTICOS DEL PRESENTE ESTUDIO**

MES	PRECIPITACIÓN MENSUAL Y ANUAL CUENCA MENOR			PRECIPITACIÓN MENSUAL Y ANUAL CUENCA MAYOR			TEMPERATURA MENSUAL Y ANUAL			HUMEDAD RELATIVA	HORAS DE SOL	VELOCIDAD DE VIENTOS	EVAPOTRANS-PIRACION POTENCIAL
	P50 mm/mes	P75 mm/mes	PE75 mm/mes	P50 mm/mes	P75 mm/mes	PE75 mm/mes	Tmed mm/mes	Tmin mm/mes	Tmax mm/mes	HR %	n h/mes	V m/s	ETP mm/mes
ENE	230.1	191.9	86.4	223.7	186.4	86.4	12.1	6.6	18.5	71.3	147.5	2.6	99.9
FEB	194.2	167.8	86.4	188.7	162.8	86.4	12.0	6.5	18.3	72.1	140.1	2.9	89.5
MAR	168.8	144.3	85.5	164.6	140.6	85.2	11.9	6.2	18.4	71.3	164.2	2.6	94.7
ABR.	73.6	56.0	48.4	71.8	54.5	47.3	11.5	4.7	19.1	68.3	202.0	2.8	88.1
MAY	16.3	8.8	7.9	16.1	8.5	7.6	10.2	1.9	19.4	62.7	254.0	2.8	82.6
JUN	6.5	0.3	0.3	6.3	0.2	0.2	9.0	-0.2	19.0	58.8	252.0	3.0	70.3
JUL	6.8	2.4	2.1	6.5	2.3	2.0	8.8	-0.3	18.8	58.4	262.7	3.2	74.5
AGO	15.7	7.5	6.7	15.4	7.1	6.4	9.9	1.4	19.3	57.7	256.2	3.3	86.9
SET	35.6	21.1	19.0	34.9	20.4	18.4	11.3	3.9	20.1	58.7	222.8	3.6	96.4
OCT	75.2	56.4	48.7	73.1	54.6	47.4	12.4	5.4	20.6	59.6	217.4	2.9	109.6
NOV	109.9	81.6	66.2	107.3	79.4	65.1	12.7	5.9	20.6	61.9	209.4	3.3	111.5
DIC	164.8	137.5	84.8	160.0	133.9	84.5	12.4	6.3	19.5	67.1	170.3	3.2	105.5
AÑO	**1097.4**	**875.6**	**542.6**	**1068.5**	**850.7**	**536.8**	**11.2**	**4.0**	**19.3**	**64.0**	**2498.6**	**3.0**	**1109.6**

Fuente: Elaboración propia

2.5.3. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

El clima en la zona de estudio está relacionado a la topografía y a la altitud en la cuenca. Como elementos más importantes para determinar el clima son la temperatura y la precipitación; es así que la temperatura media mensual en la cuenca Pitumarca es de 3.42 °C, sin embargo, debido topografía de la cuenca la temperatura es variable.

Se observa que la temperatura a lo largo del año presenta una variación, con temperaturas más bajas en los meses de junio a agosto, y las

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

temperaturas más altas se presenta en los meses de setiembre a diciembre esta diferencia se presenta a medida que la altitud aumenta.

Con respecto a la precipitación sobre la cuenca, esta se inicia desde el mes de setiembre a noviembre, aumentando su intensidad en los meses de diciembre a marzo y reduciéndose en los meses de abril a mayo, donde los meses de junio a agosto conocidos como los meses secos. Las precipitaciones media anual de las cuenca menor y cuenca mayor alcanzan los 1097.6 mm y 1069.3 mm respectivamente, debido a la variación altitudinal de las cuencas presentan una precipitación variable (PLAN MERISS, 2013).

***CUADRO N°14*: PISOS CLIMÁTICOS**

Descripción	Altitud (mm)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)
Semiseco semifrio con invierno seco	3400 - 3500	650 - 700	13 - 12
Semiseco frio con invierno seco	3500 - 4300	700 - 1000	12 - 7
Lluvioso semifrio con invierno seco	4300 - 4500	1000 - 1250	7 - 6
Lluvioso frio con invierno seco	4500 - 5000	1000 - 1250	6 - 3
Luvioso frigido con invierno seco	5000 - 5400	1000 - 1250	3 - 0
Muy lluvioso gelido con invierno seco	5400 - 6300	1250 - 1500	0 - (-4)

Fuente: Elaboración propia

Del análisis al Cuadro Nº 14 se ha encontrado que el clima más representativo de la cuenca es el Lluvioso Frio con invierno seco, la precipitación total anual en esta zona varía entre 1000 a 1250 mm y el rango de temperatura se encuentra entre 6 a 3 °C.

2.6. GEOMORFOLOGIA

2.6.1. DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA SEGÚN CADA SUB UNIDAD HIDROGRÁFICA DETERMINADA

En la cuenca del río Pitumarca de código 4994978 de nivel 7, existen dos puntos de control, el primer punto se ubica en el sector de encuentro entre el río Vilcanota y el río Pitumarca la cual denominaremos cuenca mayor que se encuentra, entre las coordenadas UTM Norte de 8’446,989 a 8’479,659, y el Este de 234,262 a 275,353 y coordenadas geográficas entre la Latitud Sur de 13° 44’ 34.83” a 14° 02’ 14.02”, Longitud Oeste 71° 04’ 47.25” a 71° 27’ 37.08”. El segundo punto se ubica en la bocatoma de Uchullucllo la llamaremos cuenca menor que se encuentra entre las coordenadas UTM Norte de 8’446,989 a 8’479,659, y el Este

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

de 249,128 a 275,353 y coordenadas geográficas entre la Latitud Sur de 13° 44’ 34.83” a 14° 02’ 14.02”, Longitud Oeste 71° 04’ 47.25” a 71° 19’ 21.21”.

La cuenca menor abarca una superficie de 514.20 km^2 y un perímetro de 130.32 km. La cuenca mayor abarca una superficie de 688.18 km^2 y un perímetro de 168.10 km (Autoridad nacional del agua ANA, 2015).

En el Cuadro Nº 15, se puede observar a los principales parámetros físicos y geomorfológicos de cada una de las cuencas.

Mayores detalles de los parámetros geomorfológicos se pueden apreciar en el Anexo Nº 1 y Anexo Nº 2.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CUADRO N°15: PRINCIPALES PARÁMETROS FÍSICOS Y GEOMORFOLÓGICOS DE LAS CUENCAS

ÍTEM	DESCRIPCION	UNIDAD	VARIABLE	CUENCA MENOR PITUMARCA	CUENCA MAYOR PITUMARCA
01.	**UBICACIÓN**				
	Centro de Gravedad de la Cuenca (WGS84)	m	Este (X)	261,496.091	256,780.353
		m	Norte (Y)	8,462,112.538	8,460,319.994
	Coordenadas	gº m' s''	Latitud S	13° 59' 42.33"	13° 55' 0.66"
		gº m' s''	Longitud W	71° 04' 47.25"	71° 15' 3.25"
02.	**AREA Y PERIMETRO DE LA CUENCA**				
	Area de la Cuenca	Km^2	A_T	514.20	688.18
	Perímetro de la Cuenca	Km	P	130.32	168.10
03.	**FRECUENCIA DE ALTITUDES**				
	Altitud Media de la Cuenca	m.s.n.m.	Z_{Media}	4,782.82	4,655.58
	Altitud mas Frecuente	m.s.n.m.	$Z_{Frec.}$	4,902	4,865
	Altitud de Frecuencia Media	m.s.n.m.	$Z_{Frec.Media}$	4,915.65	4,752.76
	Desnivel de la Cuenca	Km	ΔH_C	2.174	2.550
04.	**INDICES REPRESENTATIVOS**				
	Factor de Forma		F	0.570	0.322
	Indice de Compacidad o Indice de Gravelious:		K	1.621	1.808
05.	**RECTANGULO EQUIVALENTE**				
	Largo Equivalente	Km	L	49.378	67.674
	Ancho Equivalente	Km	B	10.414	10.169
06.	**PENDIENTE DE LA CUENCA**				
	Criterio del Rectangulo Equivalente	Km/Km	$S_{C.1}$	0.044	0.038
	Criterio de Alvord	Km/Km	$S_{C.2}$	0.462	0.331
	Pendiente de la Cuenca	Km/Km	S_C	0.462	0.331
07.	**PERFIL LONGITUDINAL DEL CAUCE PRINCIPAL**				
	Longitud del Cauce Principal	Km	L_{RIO}	39.848	66.521
	Desnivel del Cauce Principal	Km	ΔH_{RIO}	1,338.000	1,848.000
	Longitud al Centroide	Km	L_{CG}	1.758	4.490
08.	**PENDIENTE DEL CAUCE PRINCIPAL**				
	Metodo I : Pendiente Uniforme	Km/Km	$S_{RÍO.1}$	0.034	0.014
	Metodo II : Ecuacion de Taylor y Schwarz	Km/Km	$S_{RÍO.2}$	0.024	0.033
	Metodo III : Criterio de Nash	Km/Km	$S_{RÍO.3}$	0.256	0.282
	Pendiente del Cauce Principal	Km/Km	$S_{RÍO}$	0.105	0.110
09.	**RED DE DRENAJE**				
	Orden de las Corrientes	N°		4	6
	Longitud de los Tributarios	Km		449.888	1,482.619
	Densidad de Corriente		Dc	0.008	0.009
	Densidad de Drenaje	Km/Km^2	Dd	0.875	2.154
10.	**TIEMPO DE CONCENTRAIÓN**				
	Tiempo de Concentración	Hr	Tc	49.606	84.315

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.6.2. PARÁMETROS DE FORMA

El parámetro de forma de una cuenca es una característica que relaciona el tiempo de concentración durante una precipitación máxima de 24 horas y desemboque su caudal desde el centro de gravedad hacia el punto de control de la cuenca en estudio.

Las características se inician en la cuenca menor y cuenca mayor (Vélez Upegui, J., & Botero Gutiérrez, A, 2011).

2.6.2.1. AREA DE DRENAJE (A)

El área de la cuenca menor abarca 514.20 km^2 y la cuenca mayor abarca 688.18 km^2.

2.6.2.2. PERIMETRO DE LA CUENCA (P)

El perímetro de la cuenca (P) se encuentra definido por la longitud de la línea de división de aguas y que se conoce como el “parte aguas o Divortium Acuarium”. La cuenca menor alcanza una longitud de 130.32 km, la cuenca mayor alcanza 168.10 km.

2.6.2.3. COEFICIENTE DE GRAVELIUS (Kc)

Es la relación entre el Perímetro (P) de la cuenca y el perímetro de un círculo que contenga la misma área de la cuenca. El coeficiente de compacidad o índice de Gravelius para la cuenca menor es igual a Kc=1.62 y para la cuenca mayor alcanza un Kc=1.81 (Lima Orosco, 2013).

2.6.2.4. FACTOR DE FORMA

Es la relación entre el área de la cuenca (A) y el área de un cuadrado de longitud (L), donde (L) es la longitud del rio principal de la cuenca. El factor de forma para la cuenca menor es Ff=0.57 y para la cuenca mayor alcanza un Ff=0.32 (Instituto Nacional de Recursos Naturales INRENA, 2010).

2.6.2.5. RECTANGULO EQUIVALENTE

El rectángulo equivalente en la cuenca es un rectángulo que se representa que tiene igual superficie perímetro, coeficiente de

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

compacidad y distribución hipsométrica de la cuenca estudiada. El rectángulo equivalente de la cuenca menor el lado mayor alcanza a L = 49.32 Km y el lado menor B = 10.41 Km y para la cuenca mayor L = 67.67 Km y el lado menor B = 10.17 Km. En el Cuadro Nº 15, se muestra la variación de los parámetros de forma (PLAN MERISS, 2013).

2.6.3. PARÁMETROS DE RELIEVE

Los parámetros de relieve de una cuenca son importantes porque pueden tener más influencia sobre la respuesta hidrológica que la forma misma de la cuenca.

2.6.3.1. CURVA HIPSOMETRICA

La curva hipsométrica representa el porcentaje de área de cuenca o bien la superficie de la cuenca en km2 que existe por encima de una cota determinada. Se halla con la información extraída de histograma de frecuencias altimétricas. Una curva hipsométrica hacia arriba indica una cuenca con valles extensos y cumbres escarpados y lo contrario indicaría valles profundos y sabanas planas. También estas curvas se las asocia con las edades de los ríos.

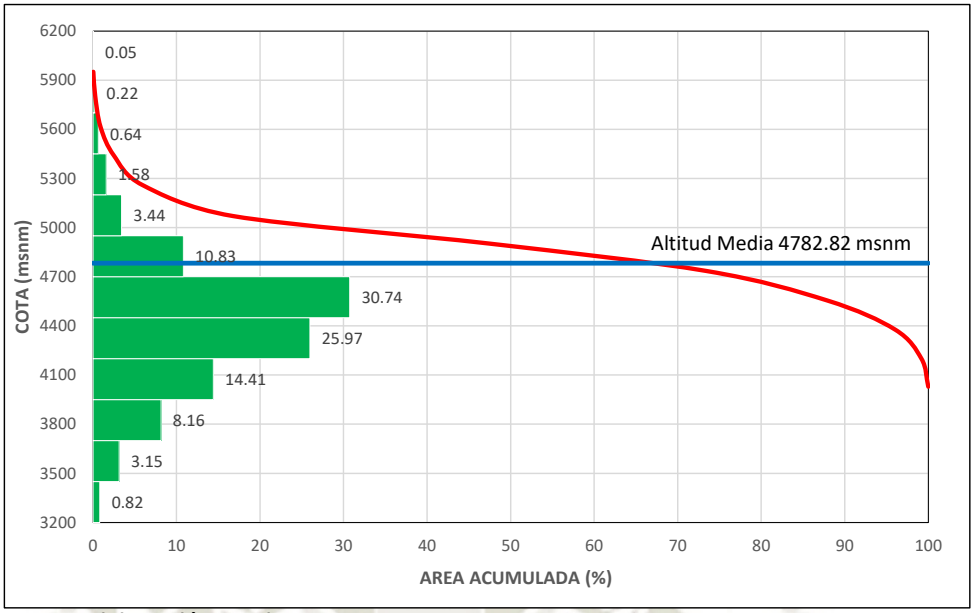
Para la cuenca Pitumarca, se elaboraron curvas hipsométricas se muestran en el Gráfico N° 13 y Grafico N° 14, donde se puede apreciar que los ríos son relativamente maduros en formación (PLAN MERISS, 2013).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

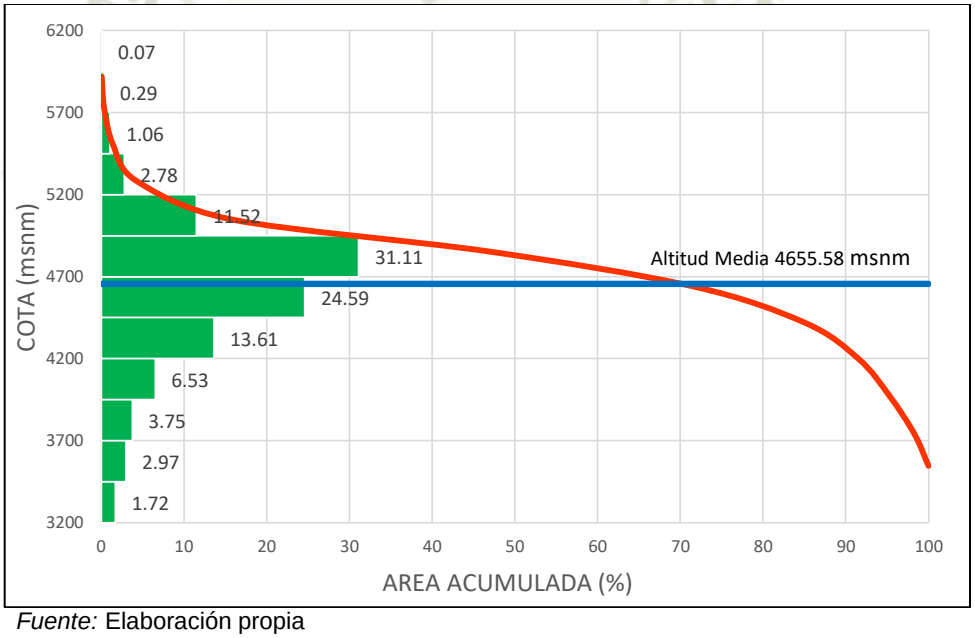
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

GRAFICO N° 13: **CURVA HIPSOMÉTRICA RIO PITUMARCA – CUENCA MENOR**



Fuente: Elaboración propia

GRAFICO N° 14: **CURVA HIPSOMÉTRICA RIO PITUMARCA – CUENCA MAYOR**



Fuente: Elaboración propia

2.6.3.2. PENDIENTE DEL TERRENO

Para este parámetro la pendiente de la cuenca se obtiene a partir del cociente entre el producto de la longitud de las curvas de nivel que aparecen en la cuenca por la equidistancia entre las mismas y la superficie de la cuenca. Del análisis según Alvord para la cuenca menor se ha obtenido una pendiente del terreno IP = 46.159 y mediante el método del Sistema del Rectángulo Equivalente el IP =

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

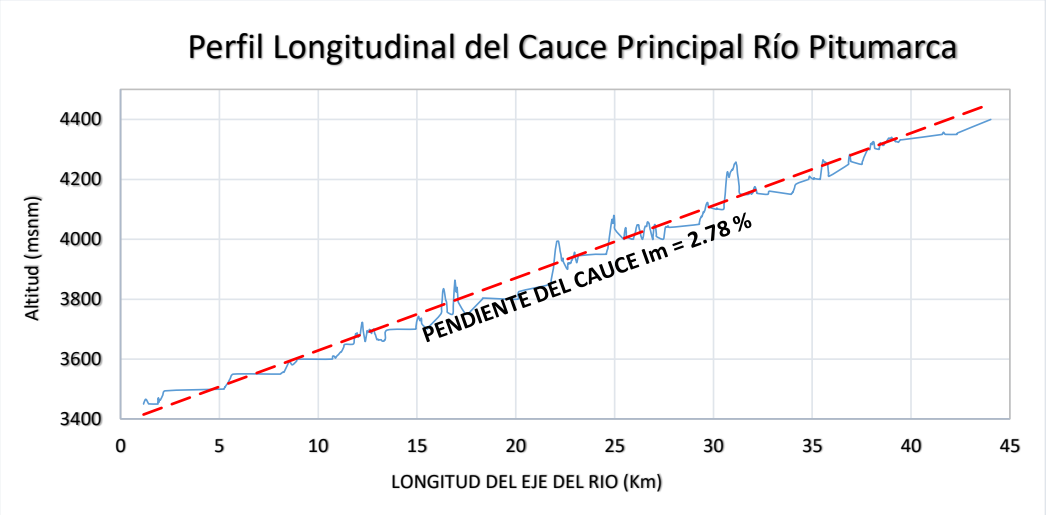
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

20.877 y para la cuenca mayor se ha obtenido una pendiente del terreno IP = 40.103 y mediante el método del Sistema del Rectángulo Equivalente el IP = 24.394 (PLAN MERISS, 2013).

2.6.3.3. PENDIENTE DEL CAUCE PRINCIPAL

La pendiente del cauce principal se obtiene a partir del cociente entre el desnivel entre los puntos definidos por las cotas que marcan la desembocadura y la longitud del rio principal. Del análisis para la cuenca menor se tiene un Im = 3.358 % y para la cuenca mayor se ha obtenido una pendiente del curso principal Im = 2.778 %. El Gráfico N° 15 muestra las pendientes del cauce principal del río Pitumarca (PLAN MERISS, 2013).

GRAFICO N° 15: **PERFIL LONGITUDINAL DEL CAUCE PRINCIPAL RIO PITUMARCA**



Fuente: Elaboración propia

2.6.3.4. ALTITUD MEDIA DE LA CUENCA

La altura media para la cuenca menor, se tiene una altura media de Hm = 4782.82 msnm y para la cuenca mayor la altura media alcanza a un Hm = 4655.58 msnm, estos valores de la altitud media de las cuencas se pueden apreciar en el Cuadro Nº 16.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CUADRO N°16: **ALTURA MEDIA DE LA CUENCA MAYOR DEL RIO PITUMARCA**

N°	COTA (msnm)			AREA (m2)	AreaxAlt.m	Area (km2)			
	MIN	MAX	Prom			Intervalo	Acumulado	% Acum.	% Inter.
1	3402	3625	3545.91	11805860.83	41862483215.2	11.81	688.17	1.72%	100.00%
2	3626	3849	3741.74	20440490.9	76483080181.2	20.44	676.36	2.97%	98.28%
3	3850	4072	3970.54	25809377.24	102477165099.6	25.81	655.92	3.75%	95.31%
4	4073	4296	4197.38	44911087.56	188508904596.1	44.91	630.11	6.53%	91.56%
5	4297	4520	4419.21	93669678.18	413946347384.2	93.67	585.20	13.61%	85.04%
6	4521	4744	4641.63	169219479.6	785454892892.6	169.22	491.53	24.59%	71.43%
7	4745	4967	4853.25	214092027.9	1039042670255.6	214.09	322.31	31.11%	46.84%
8	4968	5191	5049.02	79309214.79	400434164340.2	79.31	108.22	11.52%	15.73%
9	5192	5415	5285.63	19107215.92	100993752178.7	19.11	28.91	2.78%	4.20%
10	5416	5638	5505.29	7311448.71	40251648479.8	7.31	9.81	1.06%	1.42%
11	5639	5862	5727.03	2016888.085	11550770368.8	2.02	2.49	0.29%	0.36%
12	5863	6086	5920.02	477152.7772	2824753617.4	0.48	0.48	0.07%	0.07%
			∑	**688169922.58**	**3203830632609.5**	**688.18**		**100.00%**	

Altitud Media = 4655.58 msnm

2.6.4. SISTEMA HIDROGRÁFICO

2.6.4.1. Número de Orden del cauce principal y sus tributarios

Es el número de orden o ramificación del cauce principal, la clasificación se realizó bajo el criterio de STRALHER donde:

- Los cauces de primer orden no tienen tributarios.
- Los cauces de segundo orden se forman en unión de dos cauces de primer orden.
- Cuando un cauce se une con un cauce mayor, el canal resultante hacia aguas abajo retiene el mayor de los órdenes.
- El orden de la cuenca es el mismo de su cauce principal a la salida.
- Según el criterio de STRAHLER, el rio Pitumarca para la cuenca menor, posee 01 río de orden 4, 05 ríos de orden 3, 35 ríos de orden 2 y 175 ríos de orden 1.
- El rio Pitumarca para la cuenca mayor, posee 01 río de orden 6, 97 ríos de orden 5, 85 ríos de orden 4, 286 ríos de orden 3, 417 ríos de orden 2 y 969 ríos de orden 1 (Ingenieria civil. tutoriales al dia, 2019).

2.6.4.2. Grado de Ramificación de Ríos (Rb)

De la clasificación ordinal de los cauces, se ha encontrado las relaciones de bifurcación o grado de ramificación. Para la cuenca

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

menor se ha encontrado un valor de 4.861 y para la cuenca mayor alcanza un valor de 2.318.

2.6.4.3. Densidad de Drenaje (D/d)

Este define la relación entre la longitud total a lo largo de todos los cauces de agua de la cuenca en proyección horizontal y la superficie total de la cuenca. La densidad de drenaje encontrada para la cuenca menor es de 0.875 y para la cuenca mayor la densidad de drenaje alcanza a 2.154 (Autoridad nacional del agua ANA, 2015).

2.7. RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES

2.7.1. LAGUNAS Y REPRESAMIENTOS

El recurso hídrico de la cuenca del Río de Pitumarca de Lagunas y Represamiento se ubica en la parte alta de la cuenca, donde se forman reservorios naturales de almacenamiento hídrico en las estaciones de lluvia para su posterior uso en periodo seco.

La cuenca del rio Pitumarca está constituido aproximadamente de 76 lagunas entre grandes y pequeñas, entre las más importantes lagunas y represamiento se encuentran Unucuri, Yanacocha, Jahuaycocha, Mumuca y Ausangatecocha. El área total del espejo de agua de las lagunas alcanza a 3.50 Km² (Ministerio de agricultura y riego, 2007).

2.7.2. RÍOS

La cuenca del rio Pitumarca su principal fuente hídrica deriva de los deshielos y nevados de la cadena del Ausangate, los cuales abastecen al rio Pitumarca de un caudal constante durante el año.

Toda la red hídrica que conforma el rio Pitumarca lo conforman 969 ríos de primer orden, 417 ríos de segundo orden, 286 ríos de tercer orden y 85 ríos de cuarto orden, 97 ríos de quinto orden y 1 rio de sexto orden representado por el río Pitumarca.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.7.3. MANANTIALES

Debido a la geología y morfología de la cuenca estas fuentes de agua son muy utilizadas en la cuenca; su calidad del agua es buena donde se utiliza mayormente para uso poblacional y agrícola. Y se ha podido apreciar que la mayoría de los manantiales no llega al cauce del rio Pitumarca. Esto nos indica que los manantiales de la cuenca no se comportan como aportantes directos del rio Pitumarca. Se han inventariado 29 manantiales (IMA - Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente, 2006).

2.7.4. OTROS

2.7.4.1. NEVADOS

En las zonas altas del rio Pitumarca se encuentra la cadena de glaciar del Ausangate, entre los más importantes nevados de la cuenca se encuentran el Japujapu, Ninaparacu y Huaruro Punco, alcanzando una extensión de nieve de 51.13 km^2. Cabe mencionar en varios lugares de los glaciares se ha notado desde varias décadas un aumento significativo de los volúmenes escurridos en las cuencas con existencia de nevados. El calentamiento global de la tierra es otro factor de proceso de desglaciación. Este efecto climático además causará el desplazamiento de las lengüetas glaciares hacia las partes más altas de la cuenca.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPITULO III

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3. ESTUDIO DE LA TEMPERATURA Y EVAPOTRANSPIRACIÓN

3.1. TEMPERATURA

3.1.1. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN HISTÓRICA

Para el estudio y análisis las temperaturas medias mensuales, temperaturas máximas medias mensuales y las temperaturas mínimas medias mensuales en la cuenca del rio Pitumarca, se realizó con los registros de 11 estaciones meteorológicas que se muestran en el Cuadro Nº 17.

Los registros de temperatura media mensual, temperatura máxima media mensual y temperatura mínima media mensual se muestran en el Anexo N° 04 al Anexo N° 28.

CUADRO N° 17: **TEMPERATURAS ESTACIONES SENAMHI**

ITEM	ESTACIÓN	ALTITUD (msnm)	TEMPERATURA		
			MÁXIMA MEDIA MENSUAL (°C)	MEDIA MENSUAL (°C)	MÍNIMA MEDIA MENSUAL (°C)
1	ACOMAYO	3250			
2	ANTABAMBA	3838			
3	COMBAPATA	3474			
4	CORPAC	3248			
5	KAYRA	3219			
6	LA RAYA	4200			
7	PARURO	3084			
8	POMANCANCHI	3700			
9	SICUANI	3550			
10	URCOS	3149			
11	YAURI	3927			

Fuente: Elaboración propia

3.1.2. VARIACION ESTACIONAL Y ALTITUDINAL

Para la evaluación de la temperatura media en la cuenca del rio Pitumarca se consideró la correlación regional que existe entre la altura y la temperatura de las estaciones base, por lo que, previamente con el registro histórico de temperaturas media, máxima y mínima mensual obtenidas del SENAMHI, se determinaron las temperaturas medias para cada mes. Con esta información se realizó un análisis de regresión lineal y así se asignaron valores de acuerdo a las alturas medias de la cuenca mayor y cuenca menor.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

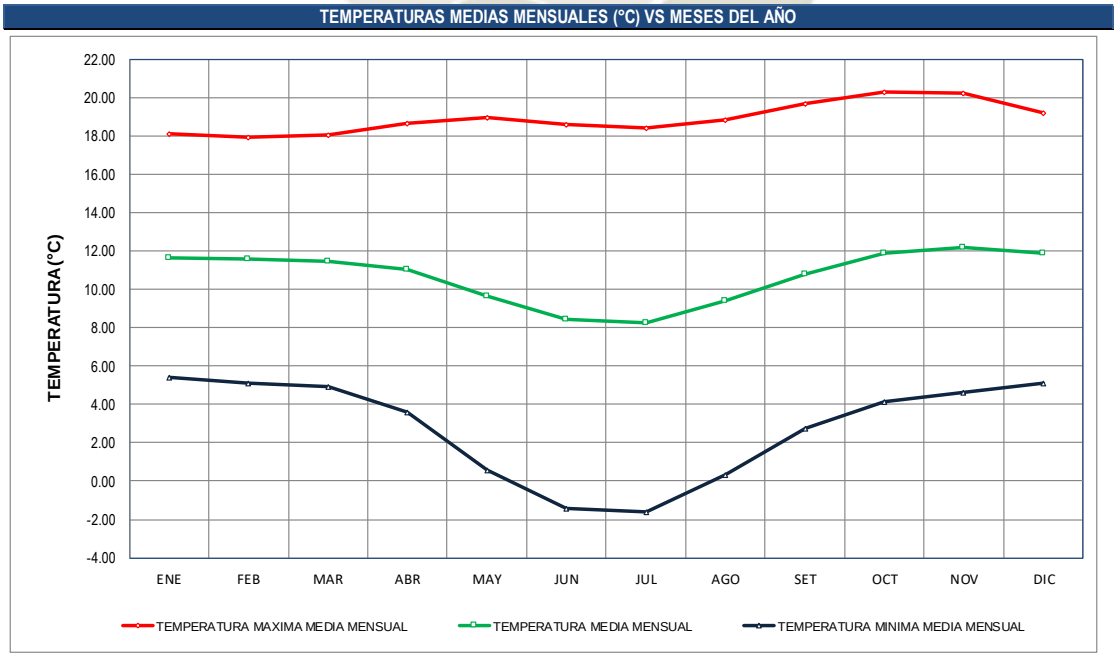
En el Cuadro N° 6 se observa que la temperatura media mensual a la altura media de la cuenca menor (4782.82 msnm) es 2.55 °C y para la cuenca mayor (4655.58 msnm) es de 3.40 °C.

En el Cuadro N° 7 la temperatura máxima media mensual para la cuenca menor es de 11.95 °C y para la cuenca mayor es de 12.67 °C, donde el mes de mayor temperatura se presenta en el mes de noviembre con 14.32 en la cuenca menor y 14.94 °C en la cuenca mayor.

En el Cuadro N° 8 la temperatura mínima media mensual en la cuenca varia durante todo el año teniendo las más bajas en el mes de junio con -9.26 °C en la cuenca menor y -8.45 ºC en la cuenca mayor y las temperaturas mínimas medias mensuales más altas son en el mes de enero con -1.77 ºC y -0.56 °C tanto para la cuenca menor y cuenca mayor; finalmente la temperatura mínima media anual para la cuenca menor es de -4.64 °C y para la cuenca mayor alcanza a -3.87 ºC (Ita Vargas, 2013).

En el Gráfico N° 16, muestra la variación de las temperaturas medias mensuales en relación a la altitud de las cuencas menor y de mayor de Pitumarca durante el año.

GRÁFICO N° 16: **VARIACIÓN ESTACIONAL DE LAS TEMPERATURAS MEDIAS**



Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.1.3. VARIACIÓN ALTITUDINAL

La temperatura: media mensual, mínima media mensual y máxima media mensual, para la cuenca del río de Pitumarca se ha realizado haciendo uso de la regresión lineal entre la altitud y la temperatura.

La variación altitudinal se muestran en el Cuadro N° 18 al Cuadro N° 20 y del Gráfico Nº 17 al Gráfico Nº 19 con las ecuaciones promedios anuales. Asimismo, los resultados y el análisis regional se pueden observar en el Anexo Nº 3 (Ministerio de energia y minas, 2010).

Las ecuaciones promedios anuales se muestran a continuación.

$$T_{min.} = 24.33 - 0.0061 *H \quad T_{med.} = 34.27 - 0.0066 *H \quad T_{max} = 39.18 - 0.0057 *H$$

Siendo: T = Temperatura en °C, H = Altitud del punto de interés en m.s.n.m.

CUADRO N°18: **REGIONALIZACIÓN TEMPERATURA MEDIA MENSUAL**

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C) - VS - ELEVACION (msnm)														
ITEM	ESTACIÓN	ALTITUD msnm.	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL											
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1	LA RAYA	4200	7.60	7.7	7.6	6.9	5.6	4.2	3.9	5.0	6.2	7.3	7.7	7.7	**6.45**
2	YAURI	3927	9.70	9.5	9.3	8.4	6.2	4.6	4.5	5.4	7.1	8.8	9.6	9.7	**7.73**
3	POMACANCHI	3700	10.90	10.7	10.6	10.3	8.8	7.8	7.5	8.9	10.3	11.3	11.3	11.0	**9.95**
4	SICUANI	3550.0	12.30	12.3	12.2	11.8	10.3	8.9	8.7	10.0	11.7	12.7	12.9	12.5	**11.36**
5	ACOMAYO	3250	13.70	13.6	13.5	13.2	12.2	11.0	11.0	12.4	13.8	14.7	14.7	14.2	**13.17**
6	CUSCO	3248	12.60	12.7	12.8	12.6	11.8	10.9	10.5	11.4	12.4	13.3	13.5	13.2	**12.31**
7	K'AYRA	3219	13.50	13.6	13.4	12.6	11.2	10.1	9.8	11.2	12.7	13.8	14.2	13.8	**12.49**
8	URCOS	3149	14.00	13.8	13.8	13.7	12.8	11.8	11.4	12.4	13.7	14.9	15.1	14.4	**13.48**
9	PARURO	3084	14.50	14.3	14.1	13.8	12.8	11.8	11.7	12.8	14.0	15.0	15.2	14.9	**13.74**
Promedio		3480.78	12.09	12.02	11.92	11.48	10.19	9.01	8.78	9.94	11.32	12.42	12.69	12.38	**11.19**
Desv. Estándar		389.35	2.28	2.25	2.27	2.44	2.74	2.92	2.92	2.96	2.90	2.77	2.63	2.44	**2.61**
Coefic.		**a**	32.156	31.922	31.990	33.041	34.251	34.606	34.361	35.751	36.582	36.712	35.941	33.929	**34.270**
Coefic.		**b**	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.006	**-0.0066**
Coefic.		**r**	-0.98	-0.99	-0.99	-0.99	-0.98	-0.98	-0.98	-0.98	-0.97	-0.98	-0.99	-0.99	**-0.99**
CUENCA MENOR		4,783	**4.58**	**4.58**	**4.42**	**3.41**	**1.19**	**-0.56**	**-0.79**	**0.29**	**1.87**	**3.34**	**3.99**	**4.32**	**2.55**
CUENCA MAYOR		4,656	**5.32**	**5.31**	**5.15**	**4.20**	**2.07**	**0.37**	**0.14**	**1.23**	**2.80**	**4.22**	**4.84**	**5.10**	**3.40**
AREA DE LOS CULTIVOS		3,554	**11.67**	**11.60**	**11.50**	**11.02**	**9.68**	**8.47**	**8.24**	**9.40**	**10.79**	**11.91**	**12.20**	**11.92**	**10.70**

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 19: **REGIONALIZACIÓN TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA MENSUAL**

TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA MENSUAL (°C) - VS - ELEVACION (msnm)														
ITEM	NOMBRE DE LA ESTACION	ALTITUD msnm.	TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA MENSUAL											
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1	YAURI	3927	16.0	15.6	15.7	16.0	16.3	16.0	15.7	16.1	17.1	17.6	18.1	17.3	**16.46**
2	ANTABAMBA	3838	17.1	17.0	16.8	17.9	18.7	18.2	17.7	16.9	19.0	20.2	20.2	18.9	**18.22**
3	POMACANCHI	3700	16.4	15.8	16.0	16.5	16.8	16.4	16.4	17.5	18.2	18.7	18.2	17.3	**17.02**
4	SICUANI	3550	18.5	18.7	19.1	19.5	19.3	18.8	18.6	19.6	20.4	20.7	20.4	19.4	**19.42**
5	COMBAPATA	3474	18.6	18.8	18.9	19.5	19.9	19.4	19.7	20.0	20.7	21.4	21.0	19.9	**19.82**
6	K'AYRA	3219	19.7	19.7	19.9	20.5	20.8	20.4	20.2	20.9	21.2	21.5	21.5	20.4	**20.56**
7	URCOS	3149	20.1	19.9	19.9	20.8	21.0	20.9	20.6	21.1	21.2	22.0	22.0	20.8	**20.86**
8	PARURO	3084	21.4	21.2	21.2	21.9	22.1	21.8	21.4	22.2	22.6	23.0	23.0	22.2	**22.00**
Promedio		3492.63	18.48	18.34	18.44	19.08	19.36	18.99	18.79	19.29	20.05	20.64	20.55	19.53	**19.29**
Desv. Estándar		319.49	1.89	2.02	2.02	2.10	2.03	2.07	2.05	2.20	1.81	1.77	1.73	1.69	**1.93**
Coefic.		**a**	38.37	39.08	39.27	40.56	39.79	40.09	39.89	42.89	38.49	38.00	37.41	36.28	**39.18**
Coefic.		**b**	-0.0057	-0.0059	-0.0060	-0.0062	-0.0058	-0.0060	-0.0060	-0.0068	-0.0053	-0.0050	-0.0048	-0.0048	**-0.0057**
Coefic.		**r**	-0.96	-0.94	-0.94	-0.94	-0.92	-0.93	-0.94	-0.98	-0.93	-0.90	-0.89	-0.91	**-0.94**
CUENCA MENOR		4,783	**11.13**	**10.67**	**10.74**	**11.14**	**11.82**	**11.19**	**10.99**	**10.57**	**13.24**	**14.22**	**14.32**	**13.33**	**11.95**
CUENCA MAYOR		4,656	**11.53**	**11.43**	**11.50**	**11.92**	**12.56**	**11.96**	**11.76**	**11.43**	**13.91**	**14.86**	**14.94**	**13.94**	**12.67**
AREA DE LOS CULTIVOS		3,554	**18.13**	**17.97**	**18.07**	**18.70**	**19.00**	**18.62**	**18.42**	**18.87**	**19.73**	**20.33**	**20.25**	**19.23**	**18.94**

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

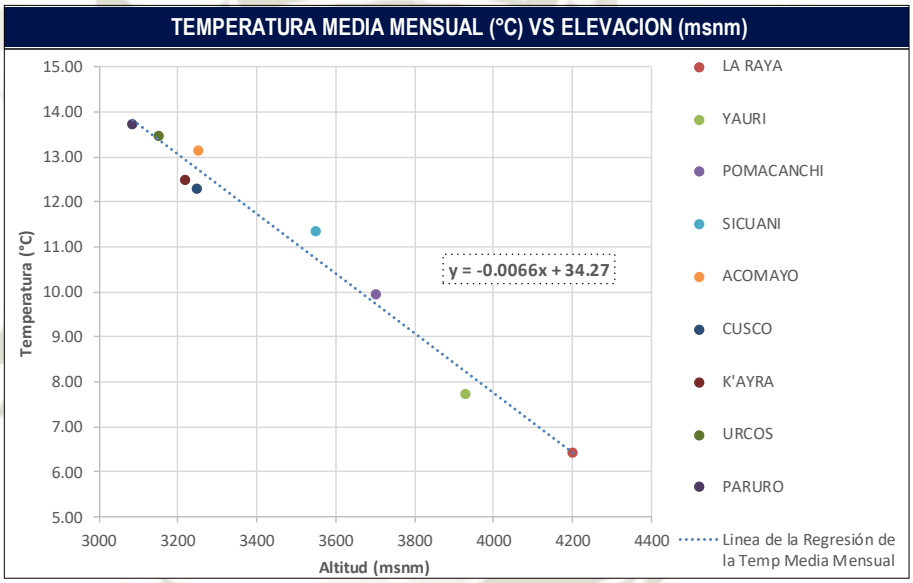
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CUADRO N° 20: REGIONALIZACIÓN TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA MENSUAL

TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA MENSUAL (°C) - VS - ELEVACIÓN (msnm)														
ITEM	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	ALTITUD msnm.	TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA MENSUAL											
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1	POMACANCHI	3700	4.6	4.1	4.1	3.2	0.2	-1.5	-1.6	0.0	2.1	3.2	3.7	4.2	**2.19**
2	SICUANI	3550	5.7	5.6	5.2	3.3	-0.3	-2.5	-2.7	-0.6	2.2	4.0	4.5	5.2	**2.47**
3	COMBAPATA	3474	5.4	5.1	4.8	3.4	1.1	-1.4	-1.4	0.8	3.4	4.6	5.0	5.4	**3.02**
4	ACOMAYO	3250	7.5	7.3	7.0	5.4	2.7	0.8	0.6	2.6	5.1	6.5	7.1	7.3	**4.99**
5	CUSCO	3248	7.2	7.1	6.9	5.5	2.9	1.0	0.6	2.0	4.3	6.0	6.6	7.0	**4.76**
6	URCOS	3149	8.3	8.6	8.2	6.7	3.3	1.2	1.0	2.7	5.6	7.1	7.8	7.9	**5.70**
7	PARURO	3084	7.7	7.6	7.1	5.5	3.1	1.3	1.1	2.6	4.8	6.3	6.9	7.3	**5.11**
Promedio		3350.71	6.63	6.49	6.19	4.71	1.86	-0.16	-0.34	1.44	3.93	5.39	5.94	6.33	**4.03**
Desv. Estándar		227.10	1.39	1.59	1.49	1.39	1.49	1.58	1.52	1.37	1.39	1.46	1.53	1.38	**1.43**
Coefic.		**a**	26.28	28.68	26.77	23.48	22.61	21.14	20.09	20.14	23.14	25.98	27.61	26.10	24.33
Coefic.		**b**	-0.0059	-0.0066	-0.0061	-0.0056	-0.0062	-0.0064	-0.0061	-0.0056	-0.0057	-0.0061	-0.0065	-0.0059	-0.0061
Coefic.		**r**	-0.96	-0.95	-0.94	-0.91	-0.94	-0.91	-0.91	-0.93	-0.93	-0.96	-0.96	-0.97	-0.96
CUENCA MENOR		4,783	**-1.77**	**-3.00**	**-2.61**	**-3.30**	**-7.01**	**-9.26**	**-9.07**	**-6.55**	**-4.28**	**-3.41**	**-3.32**	**-2.12**	**-4.64**
CUENCA MAYOR		4,656	**-0.56**	**-2.16**	**-1.83**	**-2.59**	**-6.23**	**-8.45**	**-8.30**	**-5.84**	**-3.55**	**-2.63**	**-2.50**	**-1.37**	**-3.87**
AREA DE LOS CULTIVOS		3,554	**5.44**	**5.14**	**4.94**	**3.58**	**0.60**	**-1.45**	**-1.58**	**0.31**	**2.76**	**4.14**	**4.63**	**5.13**	**2.80**

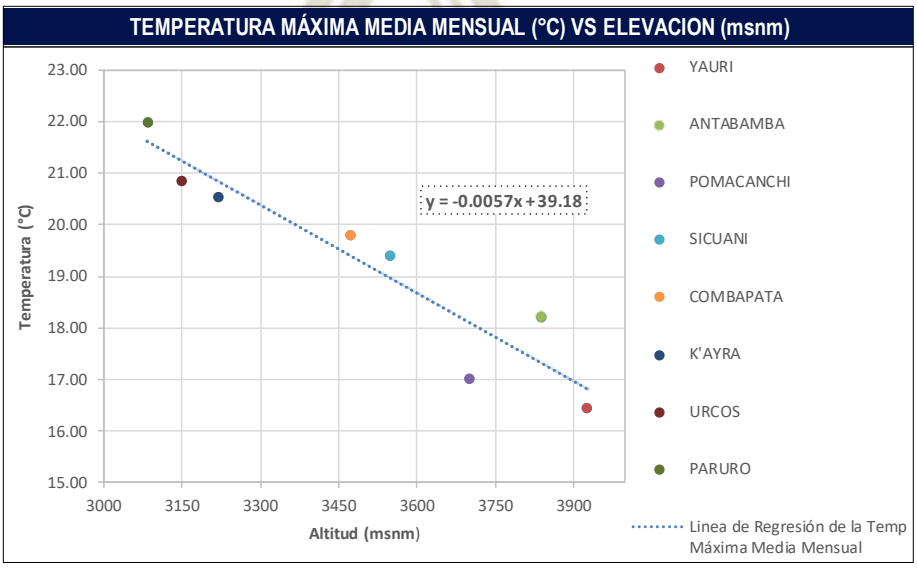
Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO N° 17: VARIACIÓN ALTITUDINAL DE LAS TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO N° 18: VARIACIÓN ALTITUDINAL DE LAS TEMPERATURAS MÁXIMAS MEDIAS MENSUALES DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA



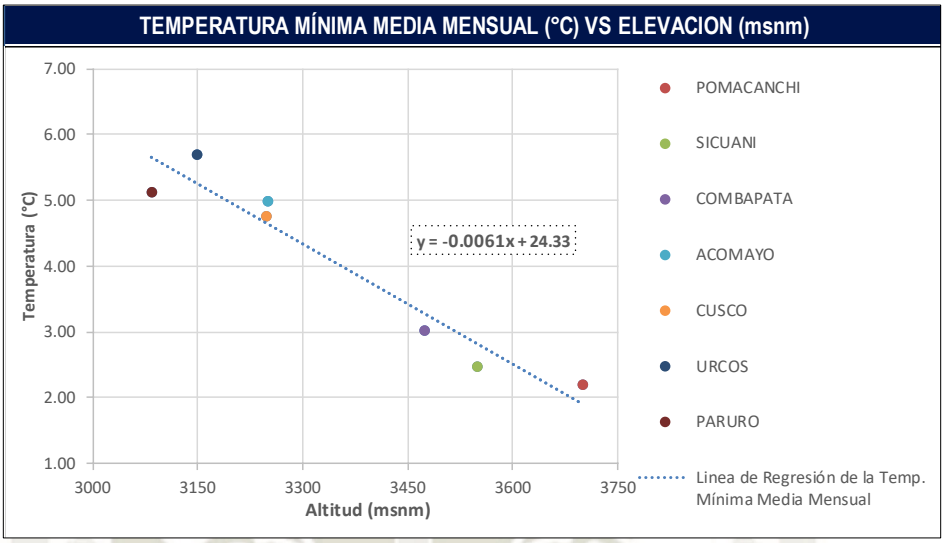
Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

GRÁFICO N° 19: **VARIACIÓN ALTITUDINAL DE LAS TEMPERATURAS MÍNIMAS MEDIAS MENSUALES DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA**



Fuente: Elaboración propia

3.2. EVAPOTRANSPIRACIÓN

3.2.1. INFORMACIÓN BÁSICA

La evapotranspiración (ET) es el proceso de la evaporación y transpiración. Donde el término de Evapotranspiración se usa para englobar tanto el proceso físico de perdida de agua por evaporación como el proceso de evaporación del agua absorbida por las plantas (transpiración).

La evaporación es el proceso donde el agua se convierte a su forma gaseosa. Este proceso se da desde la superficie de los ríos, lagos, suelos y vegetación.

La transpiración es el proceso donde el agua fluye desde el suelo hacia la atmosfera por medio del tejido de la planta. El agua se evapora dentro de las hojas y el vapor se difunde al exterior a través de las estomas.

Estos tres procesos (evaporación, transpiración y evapotranspiración) son importantes para determinar los requisitos de riego mediante medidas en el campo o utilizando datos meteorológicos.

La evapotranspiración dependerá de tres factores:

1. Vegetación.
2. Disponibilidad del agua en el suelo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3. Comportamiento de las estomas (Instituto Nacional de Recursos Naturales INRENA, 2010).

3.2.2. METODOLOGÍA DE CÁLCULO

Existen muchos métodos indirectos para una aproximación de la evapotranspiración Potencial (ETP), basándose en ecuaciones matemáticas, las cuales emplean el mayor número de elementos climáticos como la temperatura, la radiación, la humedad relativa y otros elementos climáticos que permitan más exactitud en las ecuaciones, pero existe zonas donde no se cuenta con dicha información, en estos casos se trabaja con la cantidad de información disponible (Instituto Nacional de Recursos Naturales INRENA, 2010).

En el presente estudio, para el cálculo de la evapotranspiración potencial (ETP) en función de la información climatológica disponible, se ha empleado el Método de Pennan Monteith – FAO mediante el software CropWat 8.0.

3.2.3. EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL EN LA CUENCA

La Evapotranspiración Potencial para el presente estudio ha sido calculada haciendo uso del Software CropWat versión 8.0, el cual calcula los requerimientos de agua de los cultivos.

La evapotranspiración anual alcanza a 1358.05 mm, la máxima calculada es de 132.43 mm, en Noviembre, la mínima 97.55 mm en febrero. El Cuadro Nº 22, muestra los valores mensuales y anuales de evapotranspiración (PLAN MERISS, 2013).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CUADRO N°21: EVAPOTRANSPIRACIÓN POR PENMAN – MONTEITH MENSUAL.

ETo Penman-Monteith Mensual - untitled

País: PITUMARCA-CHECACUPE Estación:

Altitud: 3554 m. Latitud: 14.00 °S Longitud: 71.00 °W

Mes	Temp Min	Temp Max	Humedad	Viento	Insolación	Rad	ETo
	°C	°C	%	m/s	horas	MJ/m²/día	mm/mes
Enero	5.4	18.1	71	2.6	4.8	17.8	108.76
Febrero	5.1	18.0	72	2.9	5.0	17.9	97.55
Marzo	4.9	18.1	71	2.6	5.3	17.5	104.80
Abril	3.6	18.7	68	2.8	6.7	17.9	103.58
Mayo	0.6	19.0	63	2.8	8.2	17.9	106.66
Junio	-1.4	18.6	59	3.0	8.4	17.0	100.64
Julio	-1.6	18.4	58	3.2	8.5	17.6	107.36
Agosto	0.3	18.9	58	3.3	8.3	19.2	117.64
Septiembre	2.8	19.7	59	3.6	7.4	19.9	124.99
Octubre	4.1	20.3	60	2.9	7.0	20.7	132.41
Noviembre	4.6	20.3	62	3.3	7.0	21.1	132.43
Diciembre	5.1	19.2	67	3.2	5.5	18.9	121.25
Promedio	**2.8**	**18.9**	**64**	**3.0**	**6.8**	**18.6**	**1358.05**

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 22: EVAPOTRANSPIRACIÓN POR PENMAN – MONTEITH MENSUAL ASUMIDOS

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
ETP (mm)	108.8	97.6	104.8	103.6	106.7	100.6	107.4	117.6	125.0	132.4	132.4	121.3	**1358.1**

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPITULO IV

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4. ANÁLISIS Y TRATAMIENTO DE LA PLUVIOMETRIA

4.1. PRECIPITACIÓN EN LAS CUENCAS

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 de lluvias, granizadas, garuas y nevadas.

Desde el punto de vista de la ingeniería geológica, la precipitación es la fuente primaria del agua de la superficie terrestre, y sus mediciones y análisis, forman el punto de partida de los estudios concernientes al uso y control del agua (Villón, 2002).

4.2. RED DE ESTACIONES DE MEDICIÓN – INFORMACIÓN HISTÓRICA

Para el presente estudio la información pluviométrica proviene del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), mostrándose las estaciones utilizadas en el Cuadro N° 23.

CUADRO N° 23: **ESTACIONES PATRONES EN EL AMBITO DE ESTUDIO**

ITEM	TIPO	NOMBRE ESTACIÓN	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD (msnm)
01	CP	LA RAYA	Cusco	Canchis	Marangani	14°28'00"	71°03'00"	4120
02	CO	POMACANCHI	Cusco	Acomayo	Pomacanchi	14°01'40"	71°34'21"	3700
03	S	CORPAC	Cusco	Cusco	Wanchac	13°33'00"	72°00'00"	3248
04	CP	K'AYRA	Cusco	Cusco	San Jeronimo	13°33'24"	71°52'30"	3219
05	CO	PISAC	Cusco	Calca	Pisac	13°24'58"	71°50'59"	3149
06	CO	PAUCARTAMBO	Cusco	Paucartambo	Paucartambo	13°18'12"	71°35'48"	3042

Fuente: Elaboración propia

Los registros de precipitación histórica media mensual se muestran en el Anexo N° 33 al Anexo N° 38.

4.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE CONSISTENCIA DE LA INFORMACIÓN

4.3.1. ANÁLISIS GRÁFICO

Consiste en analizar visualmente la información histórica, realizando gráficos. De la apreciación visual de estos gráficos se deduce si la información es aceptable o dudosa (Aliaga Araujo & de Pierola C, 2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.3.2. ANÁLISIS DE HISTOGRAMAS:

Los histogramas de precipitación son gráficos que representan la información hidrométrica o hidrometereológica en el tiempo.

Esta información se realiza mediante el análisis visual de la distribución temporal de la información pluviométrica disponible, combinando estos con los criterios obtenidos en campo, detectando las irregularidades de los registros de cada estación y luego graficando en coordenadas cartesianas, representando en el eje de las ordenadas el valor de la información pluviométrica y en el eje de las abscisas el tiempo cronológico. Los resultados luego de efectuar el gráfico resultante de las precipitaciones medias mensuales.

De la apreciación visual se puede deducir que la información es aceptable o dudosa; considerándose como información dudosa aquella que se muestra en forma evidente valores constantes en periodos en los cuales físicamente no es posible debido a las características aleatorias de los datos.

Mediante el análisis de los histogramas es posible detectar saltos y/o tendencias en la información pluviométrica (Aliaga Araujo & de Pierola C, 2019).

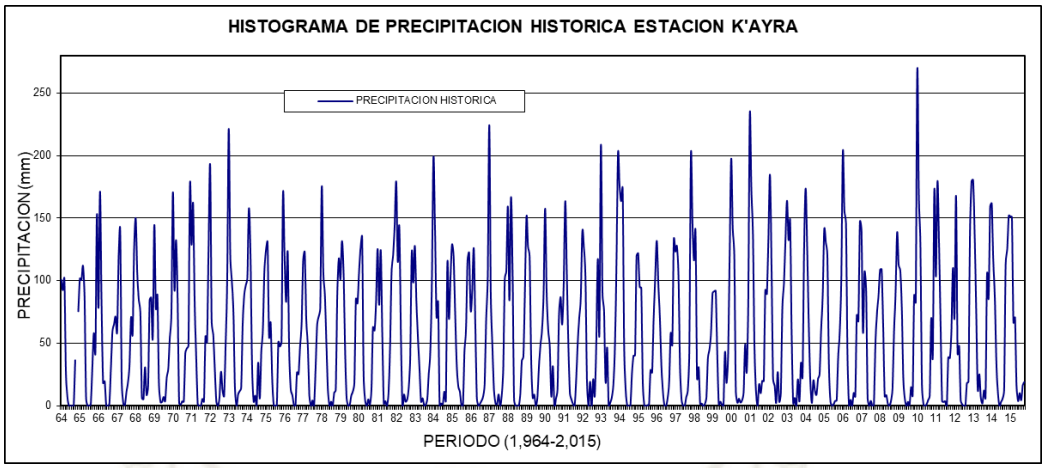
En el presente estudio se han utilizado las siguientes estaciones: Estación Corpac, K'ayra, La Raya, Paucartambo, Pisac y Pomacanchi; mostrándose los resultados en el Anexo N° 39 a Anexo N° 44. El Gráfico N° 20 de la estación un histograma histórico de la estación K'ayra muestra el histograma de la variación anual de la precipitación histórica de los años 1964 al 2015.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

GRAFICO N° 20: **HISTOGRAMA DE PRECIPITACIÓN**



Fuente: Elaboración propia

4.3.3. ANÁLISIS DE DOBLE MASA:

A esté análisis también se le conoce como “dobles acumulaciones”. Se utiliza para hallar la consistencia de la información a partir de la recta de doble masa. La línea de doble masa no es una línea de regresión.

Los posibles errores se pueden detectar por el quiebre o quiebres que presenta la recta de doble masa, considerándose un registro de datos con menos errores sistemáticos, en la medida que presente un menor número de puntos de quiebre.

Un quiebre de la recta de doble masa puede o no ser significativo, dentro de los límites de confianza de variación de la recta para un nivel de probabilidad dado, entonces el salto no es significativo cuando al comprobar estadísticamente no encuentra quiebre en su línea de la recta obtenida.

Existen muchos criterios y formas para realizar este análisis; sin embargo, se debe tener en cuenta presente lo siguiente:

- Realizar el análisis entre dos datos de la misma causa o efecto, registradas de estaciones vecinas o de cuencas de similar comportamiento hidrológico.
- Si se presenta un quiebre significativo en las rectas de doble masa, significa que la causa del error es sistemático natural, por lo que deberá complementarse dicho análisis con información de otras

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

cuencas vecinas, denominado análisis de consistencia espacial y temporal de los datos.

Para realizar análisis de doble masa en series múltiples consiste en:

- Seleccionar la estación más confiable de todas las estaciones utilizadas, la cual servirá de comparación con las demás estaciones. Esto es posible siempre y cuando la información de campo y los hidrogramas proporcionen la información necesaria para tomar tal decisión.
- En caso de no realizarse el primer paso; plantear en el eje de las abscisas el promedio anual acumulado de la información de todas las estaciones de la cuenca y, en el eje de las ordenadas la información anual acumulada de cada una de las estaciones de análisis.
- En las rectas de doble masa, obtenidas en el paso anterior; seleccionar a la estación que presente mayor regularidad, es decir menor número de errores. En estos gráficos se definen el o los quiebres que pueden ser significativas o no para su posterior análisis estadístico.
- Los diagramas de doble masa conjuntamente con el análisis de los hidrogramas y la información de campo, sirven para determinar el rango de los periodos con información dudosa y confiable.

Una vez identificado el o los periodos con información dudosa, se procede a evaluar y cuantificar el salto, tratándolos a cada uno de los registros con series múltiples independientes y de tiempo de cambio conocida (Aliaga Araujo & de Pierola C, 2019).

Lo detallado se aprecia en el Anexo N° 75 y los gráficos de análisis de doble masa se muestra en el Anexo N° 76 a Anexo N° 81.

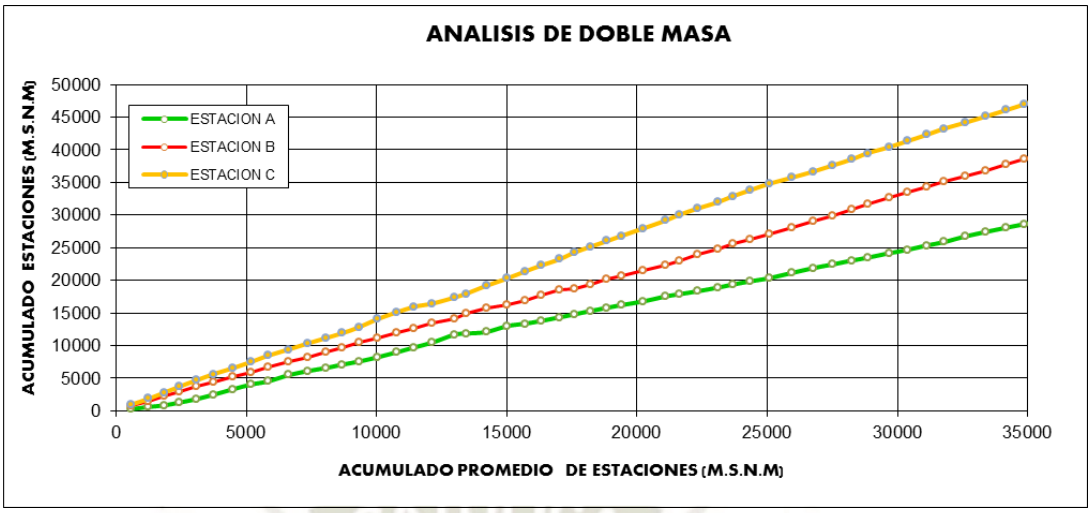
El gráfico N°21 muestra como ejemplo el análisis de doble de tres estaciones.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

GRÁFICO N° 21: **ANÁLISIS DE DOBLE MASA DE LA PRECIPITACIÓN**



Fuente: Elaboración propia

4.3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico a las precipitaciones se realiza mediante la evaluación y cuantificación de los errores detectados en forma de saltos y/o un proceso de inferencia para las medias y desviación estándar de ambos periodos separados en la fase anterior y su fase de comprobación se realiza mediante la prueba T y F, respectivamente (Velásquez R, 2015).

4.3.4.1. ANALISIS DE SALTOS

Son formas determinísticas transitorias que permiten a una serie hidrológica periódica o no, pasar de un estado a otro como respuesta a cambios hechos por el hombre.

Los saltos se presentan en la media, desviación estándar. Sin embargo, el procedimiento de análisis de saltos consiste en:

- Identificación
- Evaluación y cuantificación, y
- Corrección y/o eliminación.

A1. CONSISTENCIA EN LA MEDIA

Mediante la prueba estadística “T” de Student, se analiza si los valores promedios de las precipitaciones son estadísticamente iguales, vale

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

decir, probar que ambos valores promedios provienen de la misma población.

Para efectuar y detectar los errores de la información pluviométrica que se pretende analizar se sigue la siguiente secuencia:

a) Cálculo de la media y desviación estándar para cada periodo.

$$\overline{X}_1 = \frac{1}{n_1}\sum_{i=1}^{n_1}(X_i) \quad ; \quad S_1\,(x)$$

$$= \left[\frac{1}{n_1 - 1}\sum_{i=1}^{n_1}\left(X_i - \overline{X}_1\right)^2\right]^{1/2}$$

$$\overline{X}_2 = \frac{1}{n_2}\sum_{i=1}^{n_2}(X_i) \quad ; \quad S_2\,(x)$$

$$= \left[\frac{1}{n_2 - 1}\sum_{i=1}^{n_2}\left(X_i - \overline{X}_2\right)^2\right]^{1/2}$$

Dónde:

X_i = Información de análisis.

$\overline{X}_1, \overline{X}_2$ = Medias del periodo 1 y 2 respectivamente.

$S_1\,(x)$, $S_2\,(x)$ = Desviación estándar del periodo 1 y 2 respectivamente

n_1, n_2 = Tamaño del periodo 1 y 2 respectivamente.

n = Tamaño de la muestra

$$n = n_1 + n_2$$

b) **Prueba de medias**: se siguen los siguientes pasos.

- Establecer la hipótesis planteada y las alternativas posibles, así como el nivel de significación.

  $H_p = \mu_1 = \mu_2$ (media poblacional)

  $H_\alpha = \mu_1 \neq \mu_2$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$\alpha = 0.05 = 5\%$$

- Cálculo de la Desviación estándar de la diferencia de los promedios según:

$$S_d = S_p \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)^{1/2}$$

$$S_p = \left(\frac{(n_1 - 1)\, {S_1}^2 + (n_2 - 1)\, {S_2}^2}{n_1 + n_2 - 2}\right)^{1/2}$$

Dónde:

S_d = Es la desviación estandar de los promedios.
S_p = Es la desviación estándar ponderada.

- Para probar si las dos medias muéstrales provienen de una misma población, se realiza la prueba de hipótesis de dos medias presentándose:

- Cuando se tiene homogeneidad de variancias, entonces se aplica la prueba estadística T.

- Cuando se tiene variancias heterogéneas, entonces se utiliza la prueba T´ que viene hacer el promedio ponderado de los valores críticos de T para $(n_1 - 1)$ y $(n_2 - 1)$, donde los coeficientes de ponderación son las variancias de medias.

"…En la práctica hidrológica, siempre se va a disponer de variancias homogéneas, porque si fuesen desiguales, de todas maneras, en el análisis de saltos se homogeniza, sin embargo, para simplificar el análisis se asume que se dispone de homogeneidad en las variancias…"

- Cálculo del valor estadístico T:

$$T_C = \frac{(\overline{X_1} - \overline{X_2}) - (\mu_1 - \mu_2)}{S_d}$$

Dónde:

$\mu_1 - \mu_2$ = 0 (por hipótesis)

T_C = Valor del T calculado

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

El T_t, el valor de tabla se halla en las tablas correspondientes con:

$$\boldsymbol{\alpha} \;=\; \mathbf{0.05} \;=\; \mathbf{5\%}$$

$$\textbf{G.L.} = \boldsymbol{n_1 + n_2 - 2}$$

Dónde:

Si $|T_C| \leq T_t$, (95%) entonces $\overline{\boldsymbol{X_1}} = \overline{\boldsymbol{X}}_{\boldsymbol{2}}$ (estadísticamente)

Si $|T_C| > T_t$, (95%) entonces $\overline{\boldsymbol{X_1}} \neq \overline{\boldsymbol{X}}_{\boldsymbol{2}}$ (estadísticamente)

A.2 CONSISTENCIA EN LA DESVIACION ESTANDAR

En análisis de la consistencia en la desviación estándar se realiza mediante la prueba "F".

a) Cálculo de las variancias de ambos periodos:

$$\boldsymbol{S_1}^{\boldsymbol{2}}\,(\boldsymbol{x}) = \left[\frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{n_1 - 1}}\right]\sum_{\boldsymbol{i=1}}^{\boldsymbol{n_1}}\left(\boldsymbol{X_i} - \overline{\boldsymbol{X}}_{\boldsymbol{1}}\right)^{\boldsymbol{2}}$$

$$\boldsymbol{S_2}^{\boldsymbol{2}}\,(\boldsymbol{x}) = \left[\frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{n_2 - 1}}\right]\sum_{\boldsymbol{i=1}}^{\boldsymbol{n_2}}\left(\boldsymbol{X_i} - \overline{\boldsymbol{X}}_{\boldsymbol{2}}\right)^{\boldsymbol{2}}$$

***b)* Cálculo valor estadístico "F":**

➢ Se establece la hipótesis planteada, así como el nivel de significación:

$H_p = {\sigma_1}^2 = {\sigma_2}^2$ (varianza poblacional)

$H_\alpha = {\sigma_1}^2 \neq {\sigma_2}^2$

$\alpha = 0.05$ 5%

➢ Cálculo de F_C:

$\boldsymbol{S_1}^{\boldsymbol{2}}\,(\boldsymbol{x})$ Si $\boldsymbol{S_1}^{\boldsymbol{2}}\,(\boldsymbol{x}) > \boldsymbol{S_2}^{\boldsymbol{2}}\,(\boldsymbol{x})$

$$\boldsymbol{F_c} = \frac{\boldsymbol{S_2}^{\boldsymbol{2}}\,(\boldsymbol{x})}{\boldsymbol{S_1}^{\boldsymbol{2}}\,(\boldsymbol{x})}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

➢ Hallar el valor de F_t en las tablas correspondientes con:

$$\boldsymbol{\alpha = 0.05 = 5\%}$$

G.L.N = $\boldsymbol{n_1 - 1}$

G.L.D = $\boldsymbol{n_2 - 1}$

Dónde:

F_c = Valor de F calculado.

F_t = Valor de F tabular de las tablas

α = Nivel de Significancia

G.L.N = Grados de Libertad del numerador

G.L.D = Grados de libertad del denominador

➢ Criterios de decisión:

Si $|F_C| \leq F_t$, (95%) entonces $\boldsymbol{S_1(x) = S_2(x)}$ (estadísticamente)

Si $|F_C| > F_t$, (95%) entonces $\boldsymbol{S_1(x) \neq S_2(x)}$ (estadísticamente)

"…En los casos que los parámetros media y desviación estándar resultasen estadísticamente iguales, la información no requiere corrección por ser consistente con un 95% de probabilidad, aunque, en el análisis de doble masa se observe quiebres…".

El Cuadro N° 24 muestra el análisis estadístico de saltos de la estación K'ayra; donde, luego de realizado el análisis muestra que no presenta cambios tanto en la media como en la desviación estándar; es decir el Tc calculado es menor que el Tt consentido en la tabla, por lo tanto, cumple los estadísticos realizados.

El Gráfico N° 22 muestra el histograma de saltos de la estación K'ayra, donde no muestra saltos a lo largo de toda la serie de datos (1964-2017). Asimismo, el análisis de saltos de las demás estaciones se muestra desarrollado en Anexo N° 51 al Anexo N° 56. En el Anexo N° 57 al Anexo N° 62, donde se puede ver los histogramas y estadísticos de las estaciones Corpac, K'ayra, La Raya, Paucartambo, Pisac y Pomacanchi en estudio (Aliaga A, 1983).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

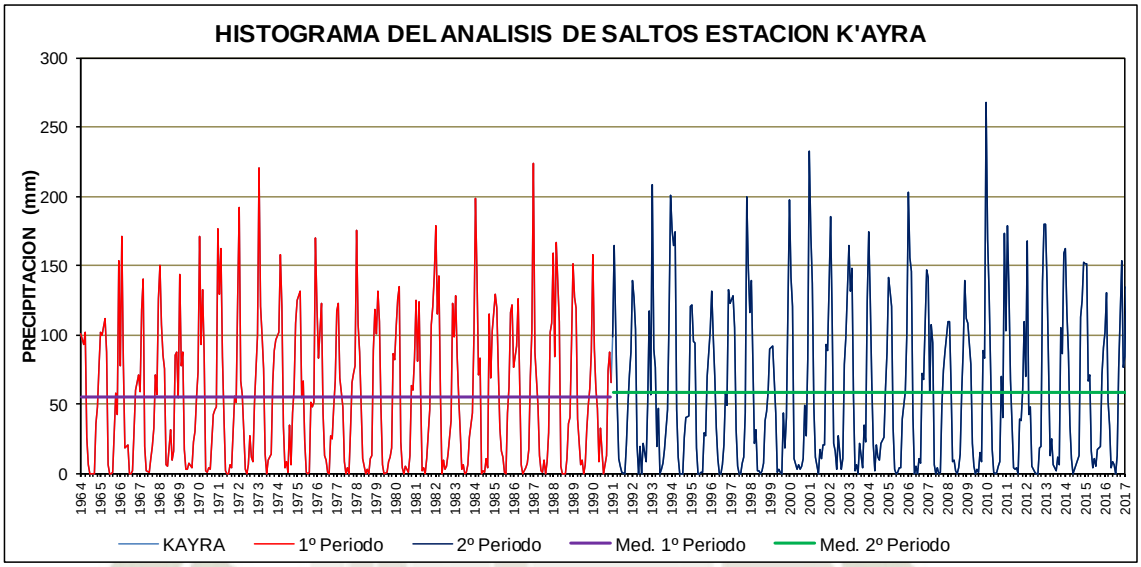
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CUADRO N° 24: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE SALTOS

Estacion : KAYRA			Codigo: 156323					Cuenca: VILCANOTA	
Periodos	N	Media	Desv. Est.	Prueba Estadistica 95 %				Cambios	
				Tc	Tt	Fc	Ft	Media	Desv. Est.
1964-1989	324	54.98	52.03	0.984	1.967	0.79	1.201	NO	NO
1990-2015	324	58.01	58.63						

GRÁFICO N° 22: HISTOGRAMA DEL ANÁLISIS DE SALTOS



Fuente: Elaboración propia

4.3.4.2. ANÁLISIS DE TENDENCIAS

Las tendencias son componentes determinísticos que se definen como un cambio sistemático y continúo sobre una muestra de información hidrometereológica en cualquier paramento de la misma, que afectan las distribuciones y dependencias de la serie. Por ejemplo, si hay un cambio ascendente o descendente en la precipitación, entonces se produce una tendencia, además se requiere que el intervalo de tiempo sea significativo esto es a largo plazo.

Las tendencias por lo general pueden ser aproximadas por la ecuación de regresión lineal y en algunos casos por polinomios que representan tendencias curvilíneas. Se analiza en los dos primeros parámetros de una serie (Aliaga Araujo & de Pierola C, 2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Tendencia en la media
- Tendencia en la desviación estándar

A1 TENDENCIA EN LA MEDIA

La tendencia a la media puede ser expresada en forma general por el polinomio

$$Tm_\rho = A_m + B_m t + C_m t^2 + D_m t^3 + \cdots +$$

En muchos casos para estimar esta tendencia, es suficiente la ecuación de regresión lineal simple como:

$$T_m = A_m + B_m \times t$$

Donde:

T_m = Representa la tendencia en la media de la información hidrometereológica corregida de saltos.

Am, Bm, Cm, Dm = Son los coeficientes de los polinomios de regresión que deben de ser estimados a partir de los datos.

t = Tiempo, tomado como variable independiente en el análisis de regresión para evaluar la tendencia, y su valor se determina por:

$$t = (P - 1)\, W + \delta$$

Siendo P = 1, 2, …, n, con n igual al número de años del registro histórico
de los datos.

δ= 1, 2, …,W, y es igual a la variación de los periodos de analisis con W

igual al periodo básico, que puede ser 365, 52, o 12 según la serie sea diaria, semanal, mensual o anual, respectivamente.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Las constantes de regresión de estas ecuaciones pueden ser estimadas por el método de mínimos cuadrados.

Para calcular y analizar una tendencia lineal, se procede de la siguiente manera: Primero se estima los parámetros de la tendencia, luego se evalúa el grado de significación a un nivel de probabilidades, para finalmente corregirlo si esta resulta significativa (Aliaga Araujo & de Pierola C, 2019).

A2 TENDENCIA A LA DESVIACIÓN ESTANDAR

Una vez analizada y corregida la tendencia a la media, principalmente cuando los datos no son anuales, se realiza el análisis en la desviación estándar, como se describe a continuación:

La tendencia en la desviación estándar se presenta por lo general los datos semanales a mensuales no así en anuales. Esta tendencia al igual que la media, puede ser aproximada por la ecuación de regresión polinomial tal como:

$$Ts = A_s + B_s t + C_s t^2 + D_s t^3 + \cdots$$

Donde: Ts = es la tendencia en la desviación estándar.
t= 1, 2, …, n
n= número total de años
A_s, B_s, C_s, D_s = son los coeficientes de los polinomios de regresión que deben ser estimados a partir de los datos.

En la mayoría de los casos estas tendencias son lineales, por lo que una buena aproximación es la ecuación de regresión simple como:

$$T_s = A_s + B_s \times t$$

T_s = Representa la tendencia a la desviación estándar de la información hidrometereológica corregida de saltos.

A_s, B_s, C_s, D_s = Son los coeficientes de los polinomios de regresión que deben de ser estimados a partir de los datos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

t = Tiempo, tomado como variable independiente en el análisis de regresión para evaluar la tendencia.

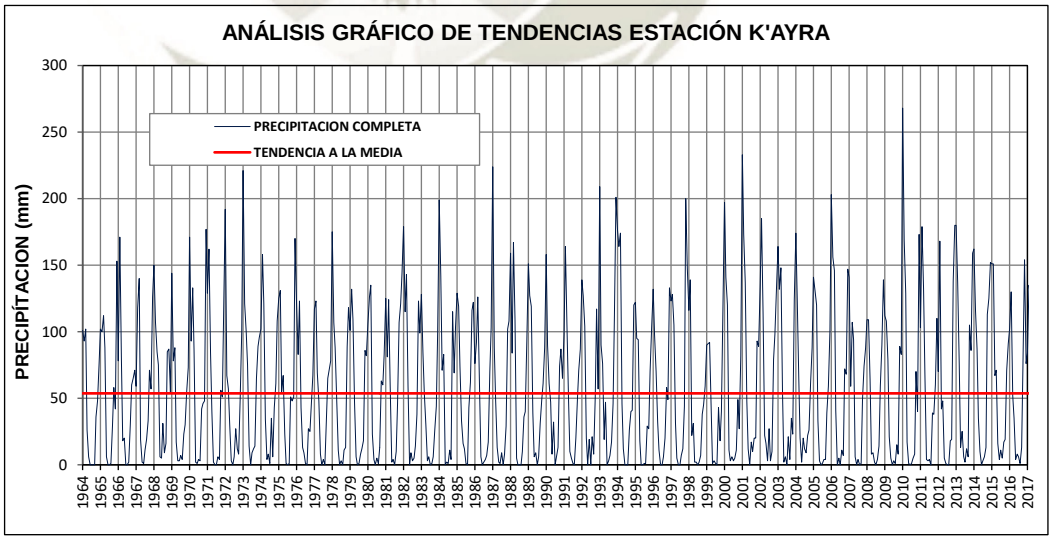
El Cuadro N° 25 muestra el análisis estadístico de tendencia de la estación K'ayra; donde, luego de realizado el análisis muestra que de acuerdo a sus resultados no presenta tendencias, tanto en la media como en la desviación estándar; es decir el Ts calculado es menor que el Tt mostrada en la tabla, por lo tanto, cumple los estadísticos realizados.

El Gráfico N° 23 muestra el histograma de tendencia de la estación K'ayra, donde no muestra tendencia en toda la información de la serie de datos (1964-2017). Asimismo, el análisis de Tendencia de las demás estaciones se muestra desarrollado en Anexo N° 63 al Anexo N° 68. En el Anexo N° 69 al Anexo N° 74, donde se puede ver los estadísticos y los Histogramas de las estaciones Corpac, K'ayra, La Raya, Paucartambo, Pisac y Pomacanchi en estudio. (Aliaga A, 1983).

CUADRO N° 25: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE TENDENCIAS ESTACIÓN K'AYRA

Estacion : KAYRA			Código: 156323		Probab.: 0.05		Cuenca: VILCANOTA		
Tendencia	N	Media	Desv. Estan.	Coefic. Correl. R	Coef. Ecuac. Regr.		Estadistica 95%		Análisis
					Am	Bm	Tc	Tt	
Media	648	56.49	55.41	0.029	53.715	0.009	0.735	1.9636	NO

***GRÁFICO N° 23:* HISTOGRAMA DEL ANÁLISIS DE TENDENCIAS ESTACIÓN K'AYRA**



Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.3.5. PRUEBAS DE BONDAD DE AJUSTE

4.3.5.1. PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE CHI CUADRADO

La Prueba de Bondad de Ajuste Chi Cuadrado es el test de bondad de ajuste más utilizado en nuestro medio. Este test de bondad de ajuste se utiliza para discriminar si una colección de datos o muestra se ajusta a una distribución teórica de una determinada población.

Este test de bondad de ajuste chi cuadrado puede ser utilizado para trabajar tanto con distribuciones discretas como, la Distribución de Poisson o la Distribución Binomial, Distribución Normal, Distribución Exponencial, etc.

Para la aplicación de la prueba de bondad de ajuste chi cuadrado requiere, que los datos estén agrupados en categorías o clases. Si los datos originalmente no se encuentran agrupados será necesario agruparlos antes de aplicar el test de chi cuadrado para lo cual será necesario construir una tabla de frecuencia o histograma.

Estas pruebas que se realizan mediante la aplicación de la prueba de bondad de ajuste CHI CUADRADO, y se muestran desarrolladas en el Anexo N° 82 a Anexo N° 87. El análisis del método de CHI CUADRADO de la estación K'ayra se puede ver en el cuadro N° 26, donde su resultado nos indica que la información de la estación K'ayra se ajusta a la distribución normal (Probabilidades y estadistica.com, 2019).

CUADRO N° 26: **PRUEBAS DE BONDAD Y AJUSTE SEGÚN MÉTODO CHI CUADRADO ESTACIÓN K'AYRA**

Estación : KAYRA			Codigo : 156323			Cuenca : VILCANOTA					
Chi Calculado		Chi Tabulado	Rango		Num. Interv.	Ampli. Interv.		Num. Dat			
5.73		5.99	56.5		6	6		54			
Los Datos se Ajustan a la Distribucion Normal con un nivel de significacion del 5% ó 95% de probabilidad											
ITEM	INTERVALO DE CLASE		MARCA CLASE	FRECUENCIA		LIMITE CLASE	$Z=\frac{(P-\bar{P})}{S}$	F(Z)	FRECUENCIA		CHI2
	LI	LS		ABSOLUTA	RELATIVA				RELATIVA	ABSOLUTA	
1	38	44	41	5	0.0926	38	-2.0942	0.0181	0.0605	3.26	0.92
2	44	50	47	6	0.1111	44	-1.4148	0.0786	0.1525	8.24	0.61
3	50	56	53	17	0.3148	50	-0.7353	0.2311	0.2467	13.32	1.02
4	56	62	59	12	0.2222	56	-0.0558	0.4778	0.2558	13.82	0.24
5	62	68	65	7	0.1296	62	0.6237	0.7336	0.1702	9.19	0.52
6	68	74	71	7	0.1296	68	1.3032	0.9038	0.0725	3.92	2.43
			SUMA	54	1.0000	74	1.9827	0.9763	0.9582	**51.74**	**5.73**

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.3.5.2. PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE DE SMIRNOV KOLMOGOROV

Esta prueba se utiliza para probar hipótesis acerca de la distribución de la población, de la cual se extrae una variable aleatoria. La hipótesis nula para la prueba de bondad de ajuste es que la distribución de la población es una distribución dada frente a la alternativa de que los datos no se ajustan a la distribución dada.

Para esta prueba consideremos lo siguiente:

Si se tiene una muestra de variables aleatorias X: x1, x2, x3, . . ., xn, se define la función de distribución empírica de la muestra:

$$Fe(X_i) = \begin{cases} 0 & ,X < x_1 \\ \dfrac{i-1}{n} & ,x_{(i-1)} \leq x < \\ Para & i = 1, 2, \dots, n \\ 1 & X \geq x_{(n)} \end{cases}$$

Donde x(1), x(2), x(3), . . ., x(n) constituyen la muestra ordenada de menor a mayor. El estadístico de prueba para este test de Bondad de Ajuste se basa en la mayor distancia entre la distribución empírica de los datos Fe(x) y la distribución teórica que suponemos para la población F(x), entonces:

$$D = Max\left|Fe(x) - F(x)\right|$$

Pero $$D = Max\left\{D^+, D^-\right\}$$

El valor p es el nivel de significación alcanzado de una prueba. Esta cantidad es un estadístico que representa el mínimo valor de α para el cual se rechaza la hipótesis nula.

Estas pruebas que se realizan mediante la aplicación de la prueba de bondad de ajuste SMIRNOV KOLMOGOROV, y se muestran desarrolladas en el Anexo N° 88 a Anexo N° 93. En el Cuadro N° 27 se muestra el desarrollo de la metodología para hallar la prueba de bondad y ajuste siguiendo el procedimiento de dicho método,

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

mostrando como ejemplo la información de la estación de K'ayra (Catarina.udlap.mx, 2019).

CUADRO N° 27: **ANÁLISIS DE LA PRUEBA DE BONDAD Y AJUSTE SEGÚN MÉTODO DE SMIRNOV KOLMOGOROV.**

Estación : KAYRA		Codigo : 156323		Cuenca : VILCANOTA	
Valor Calculado	Valor Tabulado	Media	Desv. Estandar	Num. Dat	Max |F(x)-P(x)|
0.1121	0.1815	56.492	8.748	54	0.1121
Los Datos Se Ajustan a la Distribucion Normal con un nivel de significacion del 5% ó 95% de probabilidad					
m	P(mm)	P(x) = m/(n+1)	Z= (x -X)/S	F(Z)	|F(z)-P(x)|
1	38.583	0.0182	-2.0472	0.0203	0.0021
2	40.167	0.0364	-1.8662	0.0310	0.0054
3	40.667	0.0545	-1.8091	0.0352	0.0193
4	43.667	0.0727	-1.4661	0.0713	0.0014
5	43.750	0.0909	-1.4566	0.0726	0.0183
6	45.083	0.1091	-1.3042	0.0961	0.0130
7	46.000	0.1273	-1.1994	0.1152	0.0121
8	46.583	0.1455	-1.1327	0.1287	0.0168
9	46.667	0.1636	-1.1232	0.1307	0.0329
10	47.333	0.1818	-1.0470	0.1476	0.0342
11	49.583	0.2000	-0.7898	0.2148	0.0148
12	50.167	0.2182	-0.7231	0.2348	0.0166
13	50.583	0.2364	-0.6755	0.2497	0.0133
14	50.750	0.2545	-0.6564	0.2558	0.0013
15	51.167	0.2727	-0.6088	0.2713	0.0014
16	51.583	0.2909	-0.5612	0.2873	0.0036
17	51.917	0.3091	-0.5231	0.3005	0.0086
18	52.167	0.3273	-0.4945	0.3105	0.0168
19	52.750	0.3455	-0.4278	0.3344	0.0111
20	53.000	0.3636	-0.3992	0.3449	0.0187
21	53.417	0.3818	-0.3516	0.3626	0.0192
22	54.583	0.4000	-0.2182	0.4136	0.0136
23	54.667	0.4182	-0.2087	0.4173	0.0009
24	54.750	0.4364	-0.1992	0.4211	0.0153
25	55.000	0.4545	-0.1706	0.4323	0.0222
26	55.083	0.4727	-0.1611	0.4360	0.0367
27	55.250	0.4909	-0.1420	0.4435	0.0474
28	55.333	0.5091	-0.1325	0.4473	0.0618
29	56.167	0.5273	-0.0372	0.4852	0.0421
30	56.750	0.5455	0.0295	0.5118	0.0337
31	56.917	0.5636	0.0485	0.5193	0.0443
32	57.167	0.5818	0.0771	0.5307	0.0511
33	57.417	0.6000	0.1057	0.5421	0.0579
34	57.583	0.6182	0.1247	0.5496	0.0686
35	58.583	0.6364	0.2390	0.5945	0.0419
36	59.167	0.6545	0.3057	0.6201	0.0344
37	59.583	0.6727	0.3533	0.6381	0.0346
38	60.250	0.6909	0.4296	0.6662	0.0247
39	60.583	0.7091	0.4677	0.6800	0.0291
40	61.667	0.7273	0.5915	0.7229	0.0044
41	65.583	0.7455	1.0392	0.8507	0.1052
42	66.583	0.7636	1.1535	0.8757	0.1121
43	66.667	0.7818	1.1631	0.8776	0.0958
44	66.917	0.8000	1.1916	0.8833	0.0833
45	67.167	0.8182	1.2202	0.8888	0.0706
46	67.250	0.8364	1.2298	0.8906	0.0542
47	68.000	0.8545	1.3155	0.9058	0.0513
48	68.500	0.8727	1.3726	0.9151	0.0424
49	68.583	0.8909	1.3822	0.9165	0.0256
50	68.583	0.9091	1.3822	0.9165	0.0074
51	68.917	0.9273	1.4203	0.9222	0.0051
52	71.000	0.9455	1.6584	0.9514	0.0059
53	71.333	0.9636	1.6965	0.9551	0.0085
54	73.417	0.9818	1.9347	0.9735	0.0083

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.4. COMPLETACIÓN Y EXTENSIÓN DE DATOS FALTANTES

La completación y extensión de la información pluviométrica de las estaciones seleccionadas en el estudio fue realizada mediante el uso del Software SIH del Servicio de Información Hidrológica, elaborado por el Instituto de Recursos Naturales (INRENA) que actualmente pertenece al ANA Administración Nacional del Agua, el cual dentro del software SIH incluye el programa HEC-4, que fue elaborado por el Army Corps of Engineers de los EE.UU.

El programa HEC 4 permite la técnica para el completado de registros de precipitación mensual, estructurado mediante la utilización de una matriz de correlación de un grupo de 6 estaciones para el completado de datos faltantes utilizando también el mes precedente (Carter and Benson, 1970), cada grupo debe contener al menos una de las estaciones con periodos de registros largos para una mayor confiabilidad en el completado realizado (Velásquez R, 2015).

En el Grafico N° 24, podemos observar el histograma de precipitación completa de la estación K'ayra, el mismo que no presenta saltos ni tendencias; asimismo, se le ha realizado el análisis de Bondad y ajuste siguiendo la metodología de Chi Cuadrado y Smirnov Kolmogorov.

En el Cuadro N° 28 se puede observar a la información completa de la estación K'ayra, desde el año 1964 hasta el año 2017.

La información faltante de las estaciones seleccionadas incompletas fue completada a series de 54 años para cada estación, comprendidas entre 1964 y el año 2017. Los registros completos y extendidos de la precipitación media mensual de las 6 estaciones se pueden ver en el Anexo N° 45 a Anexo N° 50.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CUADRO N° 28: PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL COMPLETADA DE LA ESTACIÓN K'AYRA

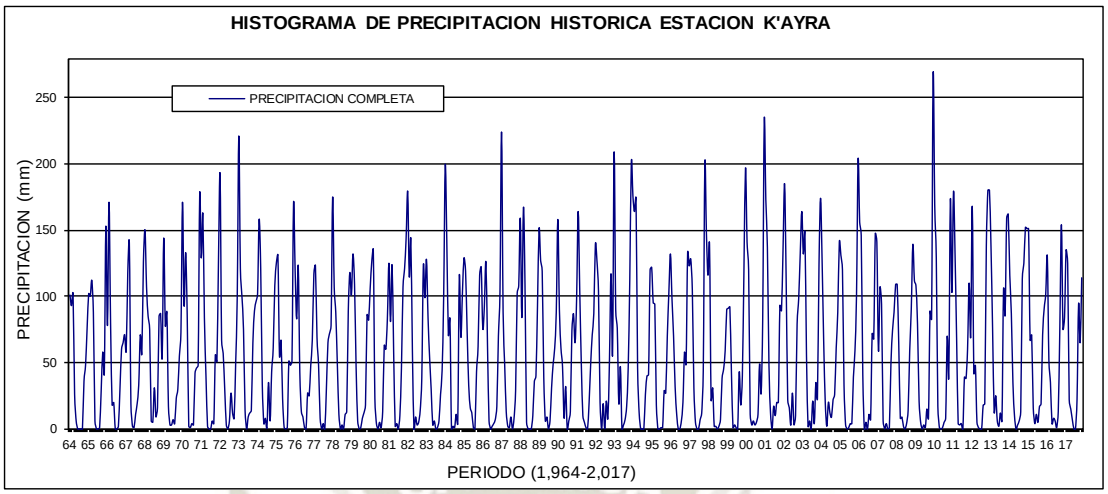
Estacion : KAYRA		Latitud : 13° 33' 24.7"							S	Departamento : Cusco				
		Longitud : 71° 52' 29.8"							W	Provincia : Cusco				
Tipo:	CO-607	Altitud : 3219							msnm	Distrito : San Jeronimo				
Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964	101.0	93.0	102.0	26.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36.0	48.0	76.0	488
2	1,965	102.0	100.0	112.0	88.0	6.0	0.0	0.0	1.0	29.0	58.0	42.0	153.0	691
3	1,966	78.0	171.0	80.0	18.0	20.0	0.0	0.0	2.0	30.0	60.0	65.0	71.0	595
4	1,967	59.0	118.0	140.0	19.0	2.0	1.0	11.0	19.0	33.0	71.0	57.0	126.0	656
5	1,968	150.0	107.0	85.0	75.0	6.0	5.0	31.0	9.0	16.0	85.0	87.0	54.0	710
6	1,969	144.0	78.0	88.0	17.0	3.0	3.0	7.0	4.0	23.0	30.0	55.0	73.0	525
7	1,970	171.0	93.0	133.0	86.0	2.0	1.0	4.0	3.0	42.0	46.0	48.0	177.0	806
8	1,971	129.0	162.0	84.0	40.0	2.0	0.0	0.0	6.0	4.0	56.0	51.0	127.0	661
9	1,972	192.0	67.0	57.0	30.0	3.0	0.0	6.0	27.0	12.0	8.0	50.0	100.0	552
10	1,973	221.0	121.0	100.0	75.0	14.0	0.0	9.0	12.0	14.0	65.0	89.0	96.0	816
11	1,974	102.0	158.0	121.0	34.0	4.0	8.0	1.0	35.0	6.0	43.0	61.0	108.0	681
12	1,975	125.0	131.0	55.0	67.0	23.0	1.0	0.0	1.0	51.0	48.0	51.0	170.0	723
13	1,976	120.0	83.0	123.0	43.0	13.0	9.0	1.0	0.0	27.0	25.0	48.0	67.0	559
14	1,977	117.0	123.0	69.0	48.0	8.0	0.0	4.0	0.0	30.0	65.0	72.0	78.0	614
15	1,978	175.0	107.0	88.0	49.0	11.0	0.0	3.0	0.0	11.0	13.0	89.0	118.0	664
16	1,979	101.0	132.0	109.0	47.0	6.0	0.0	1.0	8.0	12.0	18.0	86.0	82.0	602
17	1,980	106.0	126.0	135.0	23.0	4.0	0.0	5.0	1.0	13.0	63.0	60.0	83.0	619
18	1,981	125.0	81.0	124.0	59.0	2.0	4.0	0.0	10.0	46.0	107.0	121.0	144.0	823
19	1,982	179.0	115.0	143.0	59.0	0.0	9.0	3.0	5.0	14.0	38.0	123.0	99.0	787
20	1,983	128.0	84.0	54.0	30.0	3.0	6.0	0.0	1.0	6.0	26.0	44.0	100.0	482
21	1,984	199.0	142.0	71.0	83.0	0.0	2.0	1.0	11.0	4.0	115.0	69.0	103.0	800
22	1,985	129.0	119.0	74.0	33.0	16.0	12.0	1.0	0.0	43.0	62.0	116.0	122.0	727
23	1,986	76.0	92.0	126.0	65.0	6.0	0.0	2.0	4.0	7.0	17.0	70.0	103.0	568
24	1,987	224.0	88.0	49.0	13.0	2.0	1.0	9.0	0.0	8.0	29.0	102.0	108.0	633
25	1,988	159.0	84.0	167.0	109.0	5.0	0.0	0.0	0.0	10.0	36.0	40.0	93.0	703
26	1,989	151.0	127.0	119.0	39.0	6.0	9.0	0.0	6.0	31.0	49.0	61.0	88.0	686
27	1,990	158.0	90.0	61.0	47.0	8.0	32.0	0.0	6.0	13.0	74.0	87.0	65.0	641
28	1,991	98.0	164.0	105.0	50.0	10.0	5.0	1.0	0.0	20.0	49.0	71.0	87.0	660
29	1,992	139.0	127.0	104.0	20.0	0.0	19.0	0.0	21.0	8.0	51.0	117.0	57.0	663
30	1,993	209.0	90.0	76.0	19.0	47.0	0.0	3.0	7.0	17.0	46.0	112.0	201.0	827
31	1,994	176.0	164.0	174.0	46.0	12.0	0.0	0.0	0.0	26.0	40.0	41.0	120.0	799
32	1,995	122.0	95.0	94.0	18.0	0.0	0.0	1.0	1.0	29.0	27.0	70.0	103.0	560
33	1,996	132.0	98.0	70.0	32.0	11.0	0.0	0.0	6.0	20.0	58.0	49.0	133.0	609
34	1,997	123.0	128.0	105.0	31.0	5.0	0.0	0.0	7.0	12.0	44.0	200.0	148.0	803
35	1,998	116.0	139.0	22.0	31.0	2.0	2.0	0.0	2.0	7.0	38.0	45.0	59.0	463
36	1,999	90.0	91.0	92.0	43.0	1.0	3.0	1.0	0.0	43.0	18.0	40.0	119.0	541
37	2,000	197.0	141.0	120.0	11.0	3.0	6.0	3.0	5.0	11.0	49.0	27.0	82.0	655
38	2,001	233.0	173.0	137.0	48.0	12.0	0.0	17.0	10.0	20.0	20.0	93.0	89.0	852
39	2,002	135.0	185.0	113.0	22.0	16.0	3.0	27.0	3.0	10.0	79.0	98.0	132.0	823
40	2,003	164.0	132.0	148.0	56.0	2.0	6.0	0.0	21.0	4.0	35.0	23.0	124.0	715
41	2,004	174.0	126.0	66.0	20.0	2.0	20.0	12.0	9.0	22.0	26.0	61.0	88.0	626
42	2,005	141.0	131.0	120.0	33.0	3.0	0.0	1.0	4.0	4.0	39.0	59.0	101.0	636
43	2,006	203.0	156.0	146.0	41.0	0.0	5.0	0.0	11.0	7.0	72.0	68.0	147.0	856
44	2,007	141.0	59.0	107.0	94.0	6.0	0.0	4.0	0.0	1.0	49.0	74.0	88.0	623.0
45	2,008	109.0	109.0	64.0	8.0	9.0	2.0	0.0	4.0	14.0	59.0	90.0	139.0	607.0
46	2,009	112.0	108.0	79.0	21.0	5.0	0.0	3.0	1.0	15.0	8.0	89.0	83.0	524.0
47	2,010	268.0	169.0	129.0	17.0	1.0	0.0	1.0	5.0	8.0	70.0	40.0	173.0	881.0
48	2,011	103.0	179.0	132.0	68.0	4.0	3.0	4.0	0.0	39.0	38.0	60.0	110.0	740.0
49	2,012	70.0	168.0	42.0	48.0	5.0	1.0	0.0	0.0	18.0	19.0	138.0	180.0	689.0
50	2,013	180.0	137.0	76.0	13.0	25.0	6.0	2.0	12.0	6.0	105.0	86.0	159.0	807.0
51	2,014	162.0	116.0	87.0	35.0	10.0	0.0	3.0	6.0	13.0	113.0	125.0	152.0	822.0
52	2,015	151.0	151.0	67.0	71.0	16.0	4.0	11.0	5.0	17.0	19.0	71.0	91.0	674.0
53	2,016	102.0	130.0	52.0	35.0	4.0	8.0	6.0	1.0	13.0	76.0	154.0	76.0	657.0
54	2,017	84.0	135.0	125.0	22.0	15.0	7.0	0.0	0.0	22.0	94.0	65.0	114.0	683.0
N° Datos		54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Media		141.8	122.1	98.5	42.1	7.5	3.8	3.7	5.8	17.8	49.7	75.1	110.0	677.9
Desv. Estandar		45.14	31.15	33.53	23.75	8.11	5.97	6.26	7.30	12.49	26.62	33.74	34.67	105.96
Coef. Variacion		0.32	0.26	0.34	0.56	1.08	1.59	1.70	1.26	0.70	0.54	0.45	0.32	0.16
Prec. Max.		268.0	185.0	174.0	109.0	47.0	32.0	31.0	35.0	51.0	115.0	200.0	201.0	268.0
Prec. Min.		59.0	59.0	22.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	23.0	54.0	0.0
FUENTE : SENAMHI										FECHA Y HORA		14/07/2019 11:04		

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

GRAFICO N° 24: **HISTOGRAMA DE PRECIPITACIÓN COMPLETA DE LA ESTACIÓN K'AYRA**



Fuente: Elaboración propia

4.4.1. REGIONALIZACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN VS ALTITUD

Utilizando la regresión lineal simple entre las variables precipitación y altitud de cada una de las estaciones nos permite predecir los componentes de P=f(A) con un grado de aproximación excelente. Este análisis de la precipitación en relación a la altitud nos permite generar precipitaciones en zonas requeridas para una altitud determinada. El Cuadro N° 29 y el Gráfico N° 25 muestra a las estaciones utilizadas con su respectiva precipitación y altitud, mostrando las constantes y su respectivo coeficiente de correlación r = 0.982 que nos indica una excelente dependencia entre las variables utilizadas (precipitación – altitud) (PLAN MERISS, 2013).

El análisis de la regresión simple entre las variables precipitación y altitud que nos permite predecir los componentes de P=f(A) con un grado de aproximación se muestra a continuación.

$$P = \sqrt{481.562 \times \mathbf{H} - 1098575.823}\,, \qquad r = 0.982$$

Donde:

P = Precipitación media (mm)
H = Altitud (msnm)
r = Coeficiente de correlación

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

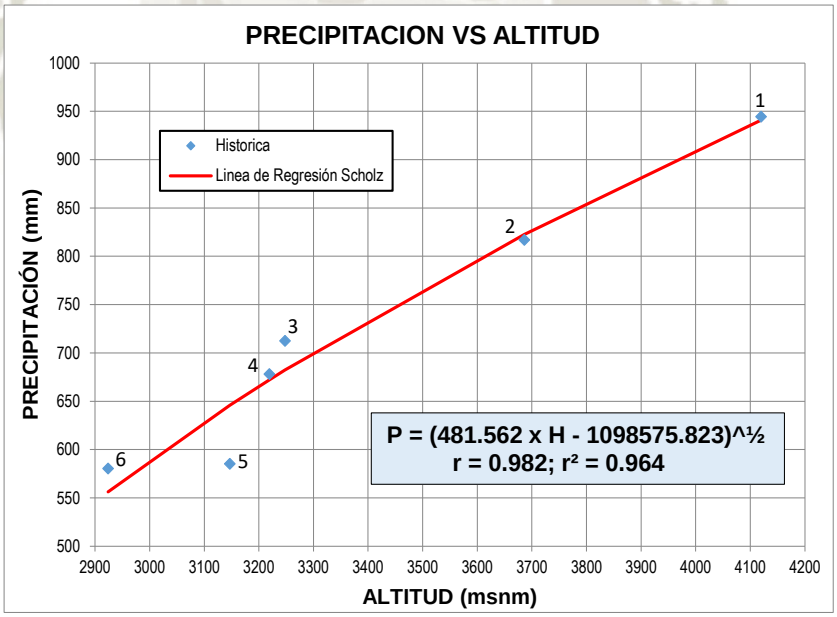
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CUADRO N° 29: ***REGIONALIZACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN CON LA ALTITUD***

ITEMS	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	ALTITUD MEDIA msnm X	PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL mm Y	PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL CORREGIDA Lutz Scholz mm
1	LA RAYA	4120	944.3	941.0
2	POMACANCHI	3686	817.0	822.5
3	CORPAC	3248	712.5	682.3
4	KAYRA	3219	677.9	672.0
5	PISAC	3147	585.1	645.7
6	PAUCARTAMBO	2924	580.3	556.3
A	CUENCA MENOR	4783		1097.6
B	CUENCA MAYOR	4656		1069.3
C	AREA DE CULTIVOS	3554		782.9
PRECIPITACIÓN AJUSTADA MEDIANTE			PARAMETROS ESTADÍSTICOS	
REGRESIÓN SIMPLE (SCHOLZ)		a = -1098575.823		b= 481.562
ECUACIÓN PARA LA PRECIPITACIÓN AJUSTADA				
$P = (481.5624 \times H - 1098575.823)^{½}$				r= 0.982

Fuente: Elaboración propia

GRAFICO N° 25: **REGIONALIZACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN VS ALTITUD**



Fuente: Elaboración propia

4.4.2. PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL EN LA CUENCA ESTUDIADA

Una vez realizado el análisis regional de la precipitación Vs la altitud, nos permite generar la precipitación a la altura media de la cuenca Pitumarca mayor, encontrando los factores de corrección tanto para la altitud como para la precipitación de cada una de las estaciones, como se puede ver

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

el Cuadro N° 30. Los factores de corrección para cada una de las cuencas Mayor y Menor de Pitumarca. Asimismo, se ha obtenido el factor de corrección de la precipitación media mensual para el área de los cultivos, mostrándose en el Anexo N° 94 al Anexo N° 96 (Díaz Aguilar, 2013).

La precipitación media mensual para la cuenca Pitumarca Mayor se muestra en el Cuadro No 31 y de las demás cuencas en el Anexo N° 97 al Anexo 99.

CUADRO N° 30: **FACTORES DE CORRECCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MEDIA DE LA CUENCA PITUMARCA MAYOR**

CUENCA MAYOR										
ESTACIÓN	Altitud Estación	Precip. Completa	Precip. Corregida	Difer. Altitud	%	1/%	F Inf. Altitud	F Inf. Precip	F Inf. Total	Comprobación
LA RAYA	4120	944.3	941.0	532.1	0.0703	14.224	0.338	1.132	0.382	360.7
POMACANCHI	3686	817.0	822.5	966.1	0.1276	7.834	0.186	1.308	0.243	198.7
CORPAC	3248	712.5	682.3	1,404.1	0.1855	5.390	0.128	1.500	0.192	136.7
KAYRA	3219	677.9	672.0	1,433.1	0.1893	5.281	0.125	1.576	0.198	133.9
PISAC	3147	585.1	645.7	1,505.1	0.1989	5.029	0.119	1.826	0.218	127.5
PAUCARTAMBO	2924	580.3	556.3	1,728.1	0.2283	4.380	0.104	1.841	0.191	111.1
CUENCA MAYOR	4,652		1068.5	7568.57	1.00	42.14	1.000	9.183	1.424	1068.5

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CUADRO N° 31: PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL DE LA CUENCA PITUMARCA MAYOR

PRECIPITACION MEDIA MENSUAL
CUENCA MAYOR
(mm)

CUENCA MAYOR				Latitud : 13° 55' 3.40" S						Departamento : Cusco				
				Longitud : 71° 15' 5.39" W						Provincia : Canchis				
				Altitud : 4652.10 msnm						Distrito : Checacupe				
N° REG.	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964	174.4	197.1	168.7	59.5	7.2	1.0	7.6	2.9	34.7	65.1	87.2	149.4	954.8
2	1,965	181.2	142.2	135.4	66.9	7.7	2.8	2.0	6.6	55.9	81.7	91.4	191.0	964.6
3	1,966	150.8	200.6	147.2	34.7	23.7	0.4	3.1	65.2	35.4	90.9	82.4	132.9	967.4
4	1,967	163.2	240.3	162.9	28.6	10.7	1.4	10.7	24.6	40.9	87.7	87.4	176.5	1034.8
5	1,968	232.1	203.7	133.0	49.2	11.8	3.2	20.7	19.7	32.2	109.8	133.0	94.5	1043.1
6	1,969	254.5	133.1	205.5	135.3	14.9	10.7	16.0	6.0	32.1	51.4	65.7	127.6	1052.7
7	1,970	224.2	202.8	149.7	68.5	8.5	4.2	10.4	9.5	95.9	80.1	81.1	228.4	1163.2
8	1,971	180.6	225.6	157.4	76.7	4.7	2.1	2.5	14.1	34.0	104.7	53.5	154.0	1009.8
9	1,972	212.4	126.1	177.9	53.4	5.3	2.6	6.4	32.2	27.5	33.5	64.5	164.3	906.1
10	1,973	322.8	185.5	158.1	91.4	17.6	2.9	8.6	16.9	28.8	73.6	90.8	171.0	1168.0
11	1,974	232.1	217.7	175.6	112.8	6.4	7.3	3.1	46.8	25.4	51.7	79.4	124.1	1082.5
12	1,975	165.0	180.3	162.8	76.4	23.3	4.9	1.1	11.5	56.0	53.1	69.4	166.5	970.4
13	1,976	215.8	155.8	184.7	68.9	19.6	9.6	5.9	7.2	36.1	32.3	62.1	116.8	914.7
14	1,977	183.2	234.1	135.1	47.0	12.3	1.5	16.6	5.5	41.1	62.7	202.6	113.1	1054.6
15	1,978	416.6	248.8	133.9	94.5	19.6	0.0	1.0	8.8	51.3	34.3	102.5	180.6	1292.0
16	1,979	235.3	159.7	185.8	94.5	67.7	2.1	1.5	2.3	22.8	60.8	106.0	185.1	1123.8
17	1,980	173.2	166.9	214.6	101.2	24.2	0.4	4.1	8.3	31.8	100.7	113.0	100.0	1038.5
18	1,981	120.4	139.5	128.9	48.4	8.3	8.4	5.8	6.1	50.9	107.6	151.8	148.4	924.6
19	1,982	243.0	154.3	216.3	105.8	6.7	5.0	1.0	19.1	38.6	98.3	143.8	110.0	1141.9
20	1,983	163.7	150.7	148.6	61.5	3.6	6.1	3.0	19.0	20.9	50.6	57.2	115.2	800.0
21	1,984	295.0	210.0	168.1	83.0	11.2	12.0	1.9	24.1	16.4	111.9	149.2	111.8	1194.8
22	1,985	263.7	221.6	172.3	107.6	50.3	13.4	4.0	7.2	69.4	111.5	172.4	151.2	1344.7
23	1,986	148.7	195.6	195.5	121.8	14.1	1.5	5.6	25.8	48.2	32.9	82.1	176.0	1048.0
24	1,987	321.8	138.0	105.6	55.3	8.6	5.2	17.0	4.0	13.6	51.6	129.7	148.3	998.7
25	1,988	245.6	166.4	236.2	139.9	11.2	1.7	2.5	1.7	16.7	40.0	46.3	129.3	1037.5
26	1,989	245.1	155.5	202.0	74.6	19.8	9.7	1.8	25.8	37.7	65.7	65.4	139.7	1042.8
27	1,990	199.2	119.8	108.3	85.4	12.0	56.0	1.1	9.7	26.1	110.7	133.3	135.5	997.2
28	1,991	207.6	185.3	127.0	71.2	20.0	35.0	0.4	3.3	23.2	85.3	87.7	121.4	967.4
29	1,992	189.9	146.2	108.0	39.5	7.8	11.9	27.4	24.4	21.2	81.7	141.7	100.0	899.7
30	1,993	272.8	127.4	129.8	76.0	19.1	5.2	10.9	29.3	41.6	82.2	164.4	244.2	1203.0
31	1,994	259.0	207.2	214.9	81.0	27.1	1.1	0.0	2.2	32.0	85.6	109.0	216.4	1235.6
32	1,995	184.4	194.2	160.8	52.1	20.5	1.5	13.5	11.1	49.6	30.0	111.7	172.4	1001.9
33	1,996	218.7	133.5	141.3	46.2	10.1	0.6	0.8	14.9	27.5	76.4	116.8	179.7	966.3
34	1,997	219.4	199.0	187.9	49.8	15.9	0.4	6.6	25.2	41.4	56.6	174.7	176.9	1153.8
35	1,998	205.0	156.8	117.5	35.2	5.9	3.0	0.2	30.4	21.9	61.3	113.3	145.2	895.6
36	1,999	215.5	235.4	122.4	82.3	27.7	2.0	1.7	1.5	65.7	39.7	50.6	164.7	1009.3
37	2,000	235.1	191.1	161.5	47.5	28.1	10.5	3.4	23.8	26.6	81.0	37.0	158.7	1004.3
38	2,001	308.8	217.1	223.9	86.7	34.9	3.6	18.3	21.9	30.6	83.7	109.0	147.1	1285.4
39	2,002	210.7	261.0	207.3	89.9	25.7	3.8	24.5	23.2	33.4	87.3	141.0	174.1	1281.9
40	2,003	214.3	201.3	186.9	64.3	13.6	8.0	7.5	32.4	13.6	70.8	57.0	189.9	1059.6
41	2,004	310.3	225.4	153.5	51.2	11.1	14.8	12.3	26.6	38.8	47.4	111.5	142.2	1145.1
42	2,005	144.2	210.6	173.2	72.9	4.9	4.0	2.9	13.9	23.8	53.1	109.7	125.0	938.3
43	2,006	251.8	196.9	173.7	80.8	9.8	11.8	1.0	11.7	8.0	94.7	138.3	176.6	1155.1
44	2,007	261.6	149.6	246.8	101.4	18.6	1.7	4.2	5.4	10.7	73.0	122.5	179.1	1174.6
45	2,008	208.5	158.8	142.0	44.9	21.9	5.1	1.6	12.3	16.1	80.5	106.4	173.0	971.0
46	2,009	162.1	163.2	119.3	34.2	8.7	0.4	9.2	4.4	25.5	25.1	155.3	140.8	848.2
47	2,010	337.1	199.8	224.0	55.3	14.8	2.9	3.7	7.5	13.6	94.2	57.7	218.2	1228.6
48	2,011	191.9	213.5	209.9	101.0	14.8	6.8	9.6	3.7	137.1	60.0	66.2	247.6	1262.1
49	2,012	198.2	281.9	136.2	74.4	8.8	4.9	7.0	4.2	42.2	36.9	163.9	260.6	1219.2
50	2,013	251.2	257.4	155.2	50.5	20.2	5.2	2.4	23.5	16.4	146.9	155.8	220.9	1305.8
51	2,014	230.0	191.9	149.0	69.8	16.4	0.4	3.3	23.1	26.6	117.4	154.7	197.0	1179.6
52	2,015	242.8	233.4	132.8	55.3	14.1	2.0	3.9	8.9	12.2	47.8	50.7	135.6	939.5
53	2,016	213.5	192.3	121.1	60.9	3.9	4.1	7.7	5.4	29.1	81.6	196.6	158.8	1074.9
54	2,017	174.2	188.2	192.4	57.8	12.9	11.0	4.9	7.7	36.0	114.0	87.3	135.4	1021.8
N° Datos		54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Media		**223.74**	**188.70**	**164.60**	**71.76**	**16.09**	**6.26**	**6.55**	**15.42**	**34.91**	**73.13**	**107.29**	**160.04**	**1,068.5**
Desv. Estandar		55.33	38.37	35.64	25.62	11.26	8.92	6.37	12.36	21.50	27.45	41.36	38.75	129.20
P. 50%		223.7	188.7	164.6	71.8	16.1	6.3	6.5	15.4	34.9	73.1	107.3	160.0	**1,068.5**
P. 75%		186.4	162.8	140.6	54.5	8.5	0.2	2.3	7.1	20.4	54.6	79.4	133.9	**850.7**
PE 75% *		86.40	86.40	85.16	47.26	7.64	0.22	2.03	6.37	18.37	47.36	65.10	84.49	536.79
Coef. Variacion		0.25	0.20	0.22	0.36	0.70	1.43	0.97	0.80	0.62	0.38	0.39	0.24	0.12
Prec. Max.		416.6	281.9	246.8	139.9	67.7	56.0	27.4	65.2	137.1	146.9	202.6	260.6	416.6
Prec. Min.		120.4	119.8	105.6	28.6	3.6	0.0	0.0	1.5	8.0	25.1	37.0	94.5	0.0

* Precipitación Efectiva obtenido mediante el Método del United States Bureau Of Reclamatión (U.S.B.R.)

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.4.3. PRECIPITACIÓN EFECTIVA AL 75% DE PERSISTENCIA (PE75) ÁREA DE LOS CULTIVOS

La precipitación efectiva al 75% de persistencia (PE75), utilizada en el área de los cultivos del estudio fue obtenida aplicando la metodología de la United States Bureau of Reclamation.

La información de la precipitación media mensual generada a la altura media del área de cultivos del proyecto se muestra en el Anexo N° 99, donde, la precipitación efectiva anual al 75% de persistencia alcanza un valor de 463.87 mm. Donde, el mes de enero alcanza un valor máximo de 84.82 mm y su nivel mínimo alcanza a 0.0 mm en junio, esta variación mensual y anual se puede ver en forma resumida en el Cuadro N°32 (PLAN MERISS, 2013).

CUADRO N° 32: **PRECIPITACIÓN EFECTIVA AL 75% EN EL AREA DE CULTIVOS**

N° REG.	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Media		**165.81**	**138.10**	**115.24**	**53.11**	**10.16**	**4.67**	**4.96**	**9.58**	**25.69**	**56.30**	**78.62**	**120.60**	**782.9**
Desv. Estandar		42.44	28.62	23.71	20.65	6.88	7.94	5.51	7.20	16.47	18.75	29.58	29.47	88.19
P. 50%		165.8	138.1	115.2	53.1	10.2	4.7	5.0	9.6	25.7	56.3	78.6	120.6	782.9
P. 75%		137.2	118.8	99.2	39.2	5.5	0.0	1.2	4.7	14.6	43.6	58.7	100.7	623.5
PE 75% *		84.82	81.36	75.02	34.62	4.97	0.00	1.12	4.25	13.13	38.41	50.41	75.76	**463.87**

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPITULO V

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5. ANÁLISIS Y TRATAMIENTO DE LA ESCORRENTIA

5.1. ESTACIONES HIDROMÉTRICAS – INFORMACIÓN HISTÓRICA

El Plan Meriss con la finalidad de realizar estudios hidrológicos en distintas cuencas que viene estudiando, cuenta con una mínima cantidad de información hidrométrica de registros de aforos puntuales.

Para la cuenca del río Pitumarca, se realizó aforos puntuales durante cuatro años, los mismos que se ubican en el punto de control denominado Uchulluclo. A esta cuenca en el punto de control se le conoce como cuenca colectora o cuenca menor.

El Cuadro N° 33 muestra los Registros de Caudales Aforados en la Cuenca Colectora.

CUADRO N° 33: **REGISTRO DE CAUDALES AFORADOS – CUENCA MENOR**

Nº	AÑO	ENE	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1	2011	19.347	18.945					2.266	2.469	2.672	3.935		
2	2012		19.055	14.145		3.160	2.654	2.274	2.266	2.667	3.929	7.246	11.444
3	2013	18.996		14.347	6.124		2.278	2.164	2.373	2.875		6.976	10.882
4	2014	18.904	18.442	13.578		3.101	2.593	2.363					

Fuente: Elaboración propia

5.1.1. AJUSTE Y COMPLETACIÓN DE LOS CAUDALES AFORADOS

Para contar con una serie de caudales completos durante los años 2011 al 2014 se ha procedido a realizar regresiones lineales en base a los mismos registros de caudales históricos.

Una vez completado los caudales aforados se utilizó el método Área – Caudal donde se realiza el traslado de caudales aforados en el punto de control de la cuenca menor a la cuenca mayor ubicado este punto entre el encuentro del rio Vilcanota y rio Pitumarca (Herrera-Oliva, 2017).

CUADRO N° 34: **CAUDALES AFORADOS COMPLETOS - CUENCA MENOR**

Nº	AÑO	ENE	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1	2011	19.347	18.945	14.177	6.284	3.212	2.707	2.266	2.469	2.672	3.935	7.290	11.481
2	2012	19.187	19.055	14.145	6.238	3.160	2.654	2.274	2.266	2.667	3.929	7.246	11.444
3	2013	18.996	18.844	14.347	6.124	3.083	2.278	2.164	2.373	2.875	3.809	6.976	10.882
4	2014	18.904	18.442	13.578	6.103	3.101	2.593	2.363	2.249	2.638	3.863	7.081	11.154
Nº DATOS		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
MEDIA		19.109	18.821	14.062	6.187	3.139	2.558	2.267	2.339	2.713	3.884	7.148	11.240
DESV.EST.		0.198	0.267	0.334	0.088	0.059	0.192	0.081	0.102	0.109	0.060	0.146	0.280
C. VARIACIÓN		0.010	0.014	0.024	0.014	0.019	0.075	0.036	0.044	0.040	0.015	0.020	0.025

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CUADRO N° 35: CAUDALES AFORADOS COMPLETOS - CUENCA MAYOR

Nº	AÑO	ENE	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1	2011	25.893	25.355	18.973	8.410	4.299	3.623	3.033	3.304	3.576	5.266	9.757	15.365
2	2012	25.679	25.502	18.931	8.348	4.229	3.552	3.043	3.033	3.569	5.258	9.698	15.316
3	2013	25.423	25.220	19.201	8.196	4.126	3.049	2.896	3.176	3.848	5.097	9.336	14.564
4	2014	25.300	24.682	18.172	8.168	4.150	3.470	3.163	3.010	3.531	5.170	9.477	14.928
Nº DATOS		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
MEDIA		25.574	25.190	18.819	8.281	4.201	3.423	3.034	3.131	3.631	5.198	9.567	15.043
DESV.EST.		0.265	0.358	0.448	0.117	0.079	0.257	0.109	0.137	0.146	0.080	0.195	0.375
C. VARIACIÓN		0.010	0.014	0.024	0.014	0.019	0.075	0.036	0.044	0.040	0.015	0.020	0.025

Fuente: Elaboración propia

5.2. MODELAMIENTO MATEMATICO – ESTOCÁSTICO DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES LUTZ SCHOLZ

5.2.1. IMPORTANCIA DE LA MODELACIÓN

Como antecedente el proyecto “Plan de Mejoramiento de Riego en la Sierra y Selva”, Plan MERISS, en los años 80 hizo la implementación de este modelo matemático para la estimación de caudales mensuales, y que ha sido adecuado para la sierra peruana comprendidas entre Cusco y Cajamarca.

Este caudal sintético sirve para obtener recursos hídricos para proyectos de irrigación donde no se cuenta con registros históricos de caudales. Este modelo toma en consideración los parámetros más importantes para llevar a cabo este proceso son las características geomorfológicas de la cuenca y la información pluviométrica.

Por lo tanto la importancia del método precipitación escurrimiento es que se puede determinar mediante un modelo combinado entre el balance hídrico y un proceso markoviano de tipo I (Instituto Nacional de Recursos Naturales INRENA, 2007).

5.2.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MODELO LUTZ SCHOLZ

El modelo analizó los datos hidrometeorológicos de 19 cuencas entre la sierra del Perú entre Cusco y Cajamarca y es aplicado generalmente en cuencas donde cuentan con escasa información hidrométrica.

Inicialmente se realiza el cálculo de los parámetros necesarios para la descripción de los fenómenos de escorrentía promedio.

Posteriormente se elabora un conjunto de modelos estocásticos parciales de los parámetros para el cálculo de caudales en las cuencas

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

que carecen de información hidrométrica. En base a lo anterior se procede a calcular los caudales necesarios.

Finalmente la calibración del modelo y generación de los caudales para un periodo extendido, combinando la precipitación efectiva del mes con el caudal del mes anterior por un proceso markoviano de tipo I.

Los caudales generados por el modelo se comparan con los registros hidrométricos y se verifica que si hay correspondencia satisfactoria respecto a los valores medidos.

Este modelo fue implementado con fines de pronosticar caudales a escala mensual, teniendo una utilización inicial en estudios de proyectos de riego y posteriormente extendiéndose el uso del mismo a estudios hidrológicos con prácticamente cualquier finalidad (abastecimiento de agua, hidroelectricidad, etc.), los resultados de la aplicación del modelo a las cuencas de la sierra peruana, han producido una correspondencia satisfactoria respecto a los valores medidos (Velásquez R, 2015).

5.2.3. VALIDACIÓN DEL MODELO

La validación del modelo es el resultado del cálculo teórico de los caudales donde se toma como base el balance hídrico.

Este método puede permitir combinar los diferentes factores tales como: precipitación, evaporación y almacenamiento natural en la cuenca para el cálculo de las descargas en forma de un modelo matemático (Instituto Nacional de Recursos Naturales INRENA, 2007).

5.2.4. DESCRIPCIÓN DEL MODELO (LUTZ SCHOLZ) DE GENERACIÓN DE CAUDALES MENSUALES

- **BALANCE HÍDRICO**

  La ecuación fundamental del balance hídrico mensual expresada en mm/mes se puede describir en la forma siguiente propuesta Fischer.

$$CMi = Pi – Di + Gi – Ai$$

Dónde:
- CMi: Caudal Mensual

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Pi: Precipitación total sobre la cuenca
- Di: Déficit de escurrimiento
- Gi: Gasto de la retención de la cuenca
- Ai: Abastecimiento de la retención

COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO

La literatura profesional muestra varias referencias para la estimación del coeficiente de escurrimiento “C”. Aplicando estos coeficientes se tiene que distinguir entre el caso de lluvias torrenciales para el cálculo de avenidas y el cálculo del caudal anual determinado a partir de la precipitación total anual.

$$C1= 0.914-2.36E-4 \times Pc - 0.0581 \times Tc$$
$$C2= 0.682-0.0526 \times Tc - 1.36E-4 \times Tc^2$$
$$C3= 1.813-1.87E-4 \times Pc - 1.12E-3 \times ETP$$
$$C4= 5.21-7.31E-3 \times ETP + 2.68E-6 \times ETP^2$$
$$C5= 3.16E12 \times Pc^{0.571} \times ETP^{-3.686}$$
$$C6= 6.47 - 0.0691 \times Ln(Pc) - Ln(ETP)$$
$$C7= (Pc - Do) / Pc$$
$$C8= (Pc - D1) / Pc$$

Dónde:
Pc: Precipitación Media
Tc: Temperatura Media de la cuenca
ETP: Evapotranspiración potencial
Do, D1: Déficit de escurrimiento

EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL

La evapotranspiración se determina por la fórmula de radiación desarrollada por GH Hargreaves para el cálculo de la evapotranspiración potencial (Plan MERIS II, 1980).

$$EP = 0.0075 * RSM * TF * FA$$
$$RSM = 0.075 * RA * (n/N)1/2$$
$$FA = 1+ 0.06 * AL$$

Dónde:
EP = Evapotranspiración potencial anual (mm/año)
RSM = Radiación solar media
TF = Componente de la temperatura
FA = Coeficiente de corrección por elevación
TF = Temperatura media anual
RA = Radiación extraterrestre
n/N = Relación entre insolación actual posible (%)
AL = Elevación media de la cuenca (km)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

PRECIPITACIÓN EFECTIVA

Suponiendo que los caudales promedios observados pertenezcan a un estado del equilibrio entre el gasto y abastecimiento de la retención de la cuenca respectiva, se calculó la precipitación efectiva para el coeficiente de escurrimiento promedio de la manera que la relación entre precipitación efectiva y total sea igual al coeficiente de escurrimiento. Para este cálculo se adoptó el método del United States Bureau of Reclamation (USBR) para la determinación de la porción de lluvias que es aprovechable.

Para el cálculo de la precipitación efectiva parte del principio de que cuando aumenta la precipitación total mensual, se toma un porcentaje disminuyendo del incremento de la lluvia como aumento de la precipitación efectiva de tal forma que a partir de un límite superior, la precipitación efectiva para cultivos se mantenga constante (Mamani Caceres, 2015).

CUADRO N° 36: **MÉTODO DE UNITED STATES BERAU OF RECLAMATION (USBR)**

PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (Rango)	PORCENTAJE DEL AUMENTO (Rango) (%)	PRECIPITACIÓN EFECTIVA ACUMULADA (Rango) (mm)
0.0 - 25.4	90 - 100	22.9 - 25.4
25.4 - 50.8	85 - 95	44.5 - 49.5
50.8 - 76.2	75 - 90	63.5 - 72.4
76.2 - 101.6	50 - 80	76.2 - 92.7
101.6 - 127	30 - 70	83.8 - 102.9
127 - 152.4	10 - 40	86.4 - 118.1
> 152.4	0 - 10	86.4 - 120.6

FUENTE: PLAN MERISS II, Generación de Caudales Mensuales en la Sierra Peruana-Lutz Scholz

Para la hidrología se toma como precipitación efectiva esta parte de la precipitación total mensual que sale como el déficit según el método original del USBR. Para facilitar el cálculo de la precipitación efectiva se ha determinado un polinomio de quinto grado.

$$PE = a_0 + a_1 * P + a_2 * P^2 + a_3 * P^3 + a_4 * P^4 + a_5 * P^5$$

Dónde:
P = Precipitación total mensual
ai = Coeficiente de polinomio

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

En el cuadro se presentan tres juegos de los coeficientes a_i que permiten alcanzar cada valor C predeterminado entre 0.15 y 0.45 por interpolación.

CUADRO N° 37: **COEFICIENTES PARA EL CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN EFECTIVA**

COEFICIENTE PARA EL CÁLCULO DE PE SEGÚN CURVA			
a_i	CURVA I	CURVA II	CURVA III
a_0	-0.018	-0.021	-0.028
a_1	-0.0185	0.1358	0.2756
a_2	0.001105	-0.002296	-0.004103
a_3	-1.20E-05	4.35E-05	5.53E-05
a_4	1.44E-07	-8.90E-08	1.24E-07
a_5	-2.85E-10	-8.79E-11	-1.42E-09

FUENTE: PLAN MERISS II, Generación de Caudales Mensuales en la Sierra Peruana- Lutz Scholz

RETENCIÓN EN LA CUENCA

Suponiendo que en el año promedio exista un equilibrio entre el gasto y el abastecimiento de la reserva de la cuenca y admitiendo además, que el caudal total sea igual a la precipitación efectiva anual, se puede calcular la contribución de la reserva hídrica al caudal según las formulas (Plan MERIS II, 1980).

$$Ri = CMi - Pei$$

$$CMi = PEi + Gi - Ai$$

Dónde:
CMi : Caudal mensual
PE : Precipitación efectiva mensual
Ri : Retención de la cuenca
Gi : Gasto de la retención
Ai : Abastecimiento de la retención
Ri=Gi : Para valores mayores a cero
Ri=Ai : Para valores menores a cero
Ri=Ai : Para valores menores a cero

RELACIÓN ENTRE GASTO DE LA RETENCIÓN "G" Y ABASTECIMIENTO DE LA RETENCIÓN "A"

El Gasto de la retención "G" es el volumen de agua que entrega la cuenca en los meses secos bajo un determinado régimen de entrega. El abastecimiento de la retención "A" es el volumen de agua que

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

almacena la cuenca en los meses lluviosos bajo un determinado régimen de almacenamiento.

Al régimen de entrega del gasto de la retención se le denomina coeficientes de agotamiento “ai”, y al régimen de almacenamiento “bi”. Analizando los coeficientes de agotamiento “ai” del Gasto de la retención, se ha podido determinar que al iniciar el periodo seco la contribución de la reserva, para el primer mes (abril), es mínima y en algunos caso el aporte es cero, por este motivo, a este mes (abril) se le conoce como un periodo de transición, luego, para el siguiente mes (mayo) el aporte se incrementa considerablemente disminuyendo paulatinamente hasta el último mes del periodo seco (septiembre).

Este comportamiento tan particular del coeficiente de aporte tiene una función parabólica a diferencia de la función logarítmica que es el comportamiento típico de éste coeficiente. De igual modo, al analizar el coeficiente de almacenamiento “bi” del Abastecimiento de la retención en los meses lluviosos, se puede notar que en los meses de octubre, noviembre y diciembre, la cuenca se encuentra en equilibrio, es decir que puede o no producirse almacenamiento, que dependerá de la cantidad de precipitación o de la lámina de aporte de los glaciares y lagunas. A este período, donde las lluvias no son permanentes también se les conoce como meses de transición. Para los siguientes tres meses los coeficientes de almacenamiento aumentan considerablemente.

El cálculo del gasto de la retención y abastecimiento de la retención se estiman de las siguientes ecuaciones (Marchena Estrada, 2018).

$$Gi = ai * R$$

$$Ai = bi * R$$

Dónde:
Ri: Retención de la cuenca
Gi: Gasto de la retención
Ai: Abastecimiento de la retención
ai: Coeficiente de agotamiento
bi: Coeficientes de almacenamiento

Para el cálculo del coeficiente de agotamiento se ha tomado en cuenta las siguientes ecuaciones:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- **Agotamiento muy rápido**, por temperatura elevada > 10° C y retención reducida (50 mm/año) hasta retención mediana (80mm/año):

$$a = -0.00252\ (AR) + 0.034$$

- **Agotamiento rápido**, por retención entre 50 mm/año y 80 mm/año y vegetación poco desarrollada (puna):

$$a = -0.00252\ (AR) + 0.030$$

- **Agotamiento mediano**, por retención mediana (alrededor de 80 mm/año) y vegetación mezclada (pastos, bosques y terrenos cultivados).

$$a = -0.00252\ (AR) + 0.026$$

- **Agotamiento reducido**, por alta retención (arriba 100 mm/año) y vegetación mezclada:

$$a = -0.00252\ (AR) + 0.023$$

Dónde:
a: coeficiente de agotamiento por día
AR: área de la cuenca (km2)
EP: evapotranspiración potencial anual (mm/año)
T: duración de la temporada seca (días)
R: retención total de la cuenca (mm/año)

ALMACENAMIENTO HÍDRICO

Entre los almacenes naturales que producen el efecto de la retención en la cuenca, se puede distinguir tres tipos con mayor importancia:

- Acuíferos
- Lagunas y pantanos
- Nevados

Sobre la base de las observaciones disponibles, se puede indicar la lámina de agua “L” que cada tipo almacena durante el año promedio (Plan MERIS II, 1980).

ACUÍFEROS EN FUNCIÓN DE LA PENDIENTE DEL DESAGÜE

LA = **-750** × **I + 315 (mm/año)**

LA = Lámina específica de acuíferos

LAGUNAS Y PANTANOS

LL = 500 (mm/año)

LL = Lámina específica de lagunas y pantanos

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

NEVADOS

LN = 500 (mm/año)

LN = Lámina específica de nevados

CALCULO DEL CAUDAL MENSUAL PARA EL AÑO PROMEDIO

La lámina de agua que corresponde al caudal mensual para el año promedio se calcula según la ecuación básica siguiente del balance hídrico a partir de los componentes descritos anteriormente.

$$CMi = PEi + Gi - Ai$$

Dónde:
- CMi : Caudal Mensual
- PEi : Precipitación efectiva del mes
- Gi: Gasto de la retención de la cuenca
- Ai: Abastecimiento de la retención

GENERACIÓN DE CAUDALES MENSUALES PARA PERIODOS EXTENDIDOS

El modelo hidrológico presentado anteriormente permite determinar los caudales mensuales del año promedio con una precisión satisfactoria; para determinar además de los promedios otros parámetros estadísticos, sobre todo la desviación tipo que se necesita para el cálculo de caudales sobre un nivel de probabilidad predeterminado se requiere generar datos para un periodo extendido. Un método apropiado para la generación de caudales consiste en una combinación de un proceso Markoviano de primer orden con una variable de impulso, que vendría a ser la precipitación efectiva.

Ecuación general del modelo Markoviano:

$$Q_t = f(Q_{t-1})$$

$$Q_t = g(PE_t)$$

Para aumentar el rango de los valores generados y obtener una aproximación optima a la realidad, se utiliza además una variable aleatoria.

Para aumentar el rango de los valores generados y obtener una aproximación optima a la realidad, se utiliza además una variable aleatoria.

$$Z = z * S * (i - r^2)^{1/2}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

La ecuación integral para la generación de caudales mensuales combinando componentes anteriormente citados, se escribe:

$$Q_t = B_1 + B_2 * Q_{t-1} + B_3 * PE_t + z * S * (1 - r^2)^{1/2}$$

Dónde:
Qt : Caudal del mes t
Qt-1 : Caudal del mes anterior
PEt : Precipitación efectiva del mes t
Bi : Coeficientes de la regresión lineal múltiple
S : Error estándar de la regresión múltiple
r : Coeficiente de correlación múltiple
z : Número aleatorio normalmente distribuido (0,1) del año t

El valor inicial de Qt-1 puede ser del caudal promedio del mes, o el caudal aforado del mes, o empezar con cero.

La precipitación efectiva de cada mes se calcula según lo desarrollado anteriormente con las siguientes consideraciones:

- No es necesario identificar las curvas características para cada año puesto que se identificaron al calcular la precipitación efectiva representativa.
- Los coeficientes de ponderación son los mismos.
- Con las ecuaciones de las curvas características multiplicadas con su respectivo coeficiente de ponderación, nos dará PE de ese mes.

Los valores aleatorios para caudales tendrán como media cero y varianza uno.

Los valores de los coeficientes B0, B1, B2, r y S se calculan al desarrollar la regresión múltiple con los datos de caudales mensuales para el año promedio (Scholz, 1980).

5.2.5. APLICACIÓN DEL MODELO DE LUTZ SCHOLZ EN LA CUENCA MENOR Y CUENCA MAYOR DEL RIO PITUMARCA

A continuación, vamos a desarrollar numéricamente el modelo de Lutz Scholz para cuenca colectora o cuenca menor y cuenca mayor del río Pitumarca.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.2.5.1. CÁLCULO DE CAUDALES MENSUALES PARA EL AÑO PROMEDIO APLICANDO EL MODELO HIDROLOGICO PARA LAS CUENCAS MAYOR Y MENOR DEL RIÓ PITUMARCA

- **PRECIPITACION TOTAL MENSUAL DE LA CUENCA**

  La precipitación media mensual a la altura media de la cuenca se ha determina utilizando el método de la regionalización de datos pluviométricos explicado en el Ítem 4.4.1 Regionalización de la precipitación Versus Altitud, Cuadro N° 29, alcanzando una altitud media para la cuenca menor de 4782.82 msnm. La altura media mensual para la cuenca mayor del río Pitumarca alcanza a 4655.58 msnm.

- **COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO**

  Para la estimación del coeficiente de escurrimiento “C” se utilizó una serie de ecuaciones empíricas en base de los parámetros meteorológicos, cuyos resultados son los siguientes. Coeficiente de escurrimiento para la cuenca menor es igual C=0.43 y para la cuenca mayor es de C=0.41. Su análisis y resultados se muestran en el Anexo N° 100 y Anexo N° 107.

- **Evapotranspiración potencial anual para la cuenca menor y mayor.**

  En el Cuadro N° 38, se puede hallar directamente la evapotranspiración potencial de la cuenca menor y mayor, encontrándose una ETP para la cuenca menor a ETP = 1019.7 mm/año y para la cuenca mayor se ha encontrado u valor de ETP = 1043.5 mm/año (Marchena Estrada, 2018).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CUADRO N° 38: RADIACIÓN SOLAR EXTRATERRESTRE

RADIACIÓN EXTRATERRESTRE ANUAL SEGÚN LAT. PARA G.C.M					
Lat.Sur Ra/año Grados mm/año	Lat.Sur Ra/año Grados mm/año	Lat.Sur Ra/año Grados mm/año	Lat.Sur Ra/año Grados mm/año	Lat.Sur Ra/año Grados mm/año	Lat.Sur Ra/año Grados mm/año
11º 00' 5330.0	12º 00' 5320.0	13º 00' 5290.0	14º 00' 5270.0	15º 00' 5246.0	16º 00' 5224.0
11º 05' 5329.2	12º 05' 5317.5	13º 05' 5288.4	14º 05' 5268.0	15º 05' 5243.8	16º 05' 5222.3
11º 10' 5328.3	12º 10' 5315.0	13º 10' 5286.7	14º 10' 5266.0	15º 10' 5241.5	16º 10' 5220.5
11º 15' 5327.5	12º 15' 5312.5	13º 15' 5285.0	14º 15' 5264.0	15º 15' 5239.8	16º 15' 5218.8
11º 20' 5326.7	12º 20' 5310.0	13º 20' 5283.3	14º 20' 5262.0	15º 20' 5238.0	16º 20' 5217.0
11º 25' 5325.9	12º 25' 5307.5	13º 25' 5281.7	14º 25' 5260.0	15º 25' 5236.3	16º 25' 5215.3
11º 30' 5325.0	12º 30' 5305.0	13º 30' 5280.0	14º 30' 5258.0	15º 30' 5234.5	16º 30' 5213.5
11º 35' 5324.2	12º 35' 5302.5	13º 35' 5278.4	14º 35' 5256.0	15º 35' 5232.8	16º 35' 5211.8
11º 40' 5323.3	12º 40' 5300.0	13º 40' 5276.7	14º 40' 5254.0	15º 40' 5231.0	16º 40' 5210.0
11º 45' 5322.5	12º 45' 5297.5	13º 45' 5275.0	14º 45' 5252.0	15º 45' 5229.3	16º 45' 5208.3
11º 50' 5321.7	12º 50' 5295.0	13º 50' 5273.3	14º 50' 5250.0	15º 50' 5227.5	16º 50' 5206.5
11º 55' 5320.9	12º 55' 5292.5	13º 55' 5271.7	14º 55' 5248.0	15º 55' 5225.8	16º 55' 5204.3

FUENTE: Evaluación Hídrica de la Cuenca del Río Vilcanota, La Raya – Pisac. (Tesis de Grado) UNSAAC Cusco -Perú 1991

- **PRECIPITACIÓN EFECTIVA**

La precipitación efectiva se calcula usando el polinomio de quinto grado siguiente:

$$PE = a_0 + a_1 * P + a_2 * P^2 + a_3 * P^3 + a_4 * P^4 + a_5 * P^5$$

y las constantes de la PE I y PE II enunciadas en el Cuadro N° 37; mostrándose sus valores de la PE I y PE II Cuadro N° 43 Cuenca menor y Cuadro N° 46 para la cuenca mayor.

- **RETENCIÓN DE LA CUENCA (R)**

De acuerdo a las áreas obtenidas de los acuíferos potenciales (área en pendientes menores al 15%), lagunas y nevados mediante el uso de mapas cartográficos se tiene los siguientes resultados. Del análisis la retención de la cuenca menor resulta ser R= 94.43.

CUADRO N° 39: ANÁLISIS DE LA RETENCIÓN DE LA CUENCA MENOR O CUENCA COLECTORA

ANÁLISIS DE LA RETENCIÓN - CUENCA MENOR				
DESCRIPCIÓN	Tipo de S	Lamina	En Km²	m³/año
Acuiferos potenciales	<= 2 %	300.0	20.27	6081
Acuiferos potenciales	<= 8 %	255.0	33.39	8514
Acuiferos potenciales	<= 15 %	202.5	32.82	6646
Lagunas y Pantanos	100%	500.0	3.50	1750
Nevados	100%	500.0	51.13	25565
Area de la cuenca	**514.20**	Tot.Area Acuiferos	**141.11**	**48556.7**
	Retención de la cuenca R =		**94.43**	mm/año

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Para análisis la retención de la cuenca mayor su resultado es R= 94.38 y se puede ver en el Cuadro N° 40.

CUADRO N° 40: **ANÁLISIS DE LA RETENCIÓN DE LA CUENCA MAYOR**

ANÁLISIS DE LA RETENCIÓN - CUENCA MAYOR				
DESCRIPCIÓN	**Tipo de S**	**Lamina**	**En Km²**	**m³/año**
Acuiferos potenciales	<= 2 %	300.0	48.13	14439
Acuiferos potenciales	<= 8 %	255.0	55.06	14040
Acuiferos potenciales	<= 15 %	202.5	45.20	9154
Lagunas y Pantanos	100%	500.0	3.50	1750
Nevados	100%	500.0	51.13	25565
Area de la cuenca	**688.18**	Tot.Area Acuifero	**203.03**	**64948.6**
	Retención de la cuenca R =		**94.38**	mm/año

- **GASTO DE LA RETENCIÓN DE LA CUENCA**

Al iniciar el análisis primeramente se calcula el coeficiente de agotamiento para cada una de las cuencas: Cuenca menor a= 0.00260 obtenido a partir de los aforos realizados en el periodo seco del río Pitumarca en el punto de control Uchullucllo. Cuenca mayor del río Pitumarca resulta ser a= 0.00300.

Para el cálculo del gasto de retención b_0 la cuenca primero se realiza el cálculo del coeficiente de agotamiento, el cual utiliza resultados de aforos puntuales durante la estación seca, pero cuando no exista ningún aforo o solamente una observación, se utiliza una de ecuaciones empíricas antes descrita.

- **Coeficiente de gasto de la retención (bi)**

La relación que existe entre la descarga del mes actual y del mes anterior es el gasto de la retención y como ejemplo desarrollo para la cuenca menor, cuyos resultados para el mes abril se considera un tiempo t=30 días, resultando un gasto de la retención igual a b_i = 0.92, asimismo, los demás meses, lo podemos observar el Cuadro N° 43.

En el caso, para la cuenca mayor Pitumarca considerando un tiempo t=30 pata el mes de abril se obtuvo un gasto de la retención

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

mensual para el mes de abril b_i = 0.91, y para los demás meses se puede ver en el Cuadro N° 46.

- **ABASTECIMIENTO DE LA RETENCIÓN**

  Para el abastecimiento de la retención mensual se sigue los lineamientos que expresa el cuadro siguiente durante la época de lluvias; considerando para la región del Cusco lo indicado en el Cuadro N° 41 (Marchena Estrada, 2018).

CUADRO N° 41: **ALMACENAMIENTO HÍDRICO DURANTE LA ÉPOCA DE LLUVIAS**

REGIÓN	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	TOTAL (%)
CUSCO	0	5	35	40	20	0	100
HUANCAVELICA	10	0	35	30	20	5	100
JUNIN	10	0	25	30	30	5	100
CAJAMARCA	25	-5	0	20	25	35	100

5.2.5.2. CAUDAL MEDIO MENSUAL PARA PERIODOS EXTENDIDOS

Hallados los caudales para el año promedio, la precipitación efectiva actual y la del mes anterior analizada se procede a hallar mediante el proceso Markoviano de primer orden combinando estos tres elementos mediante una regresión triple se obtiene las ecuaciones de generación para periodos extendidos. La ecuación de generación de caudales para periodos extendidos de la cuenca menor es:

$$CMt = 8.664 + 0.218 \times CMt\text{-}1 + 0.562 \times PEt + 1.104 \times Z$$

La ecuación de generación de caudales para periodos extendidos de la cuenca mayor del río Pitumarca es:

$$CMt = 8.267 + 0.234 \times CMt\text{-}1 + 0.540 \times PEt + 1.317 \times Z$$

Después de obtener las ecuaciones para periodos extendidos se procede a generar los caudales medios mensuales para periodos extendidos. En el Cuadro N° 42 de la cuenca menor o colectora se muestran los datos básicos para la generación de caudales para el año promedio; en el Cuadro N° 43 se muestra los resultados de las

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

precipitaciones efectivas y los caudales para el año promedio; asimismo se muestra la regresión triple para la generación de caudales para periodos extendidos, mostrándose sus resultados en el Cuadro N° 44.

En Cuadro N° 45 de la cuenca mayor, se muestran los datos básicos para la generación de caudales para el año promedio; en el Cuadro N° 46 se muestra los resultados de las precipitaciones efectivas y los caudales para el año promedio; asimismo, se muestra la regresión triple para la generación de caudales para periodos extendidos, mostrándose sus resultados en el Cuadro N° 47 (Marchena Estrada, 2018).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CUADRO N° 42: DATOS BÁSICOS PARA LA GENERACIÓN DE CAUDALES

DATOS BÁSICOS, GENERACIÓN DE CAUDALES MENSUALES, AÑO PROMEDIO				
NOMBRE DEL PROYECTO =				
NOMBRE DE CUENCA =	**CUENCA MENOR**			
NOMBRE DEL RIO =	**PITUMARCA**			
LUGAR DE AFORO =	**UCHULLUCLLO**			
Distrito =	**Checacupe**	**Latitud =**	**13° 59' 42.33"**	
Provincia =	**Canchis**	**Longitud =**	**71° 04' 47.25"**	
Departamento =	**Cusco**	**Altitud =**	**4782.82**	msnm.
Area de la cuenca en Km² =		**A =**	**514.20**	Km²
Altura media de la Cuenca msnm =		**Hm =**	**4782.82**	msnm.
Temp. Med. anual Est Referen °C =	**SICUANI**	**Te =**	**11.4**	ºC
Altura est. referencia msnm =	**SICUANI**	**Hr =**	**3550**	msnm.
Lat. Sur C.G. cuenca º ' "=	**135943**	**LS =**	**13° 59' 42.33"**	
Long. Oeste C.G. De la cuenca º ' " =		**LW =**	**71° 04' 47.25"**	
Retención de la cuenca mm/año =		**R =**	**94.4**	**mm/año**
Duración de la temporada seca días =		**TD =**	**214.0**	Días
Precipitación media cuenca mm/año =		**Pc =**	**1097.6**	mm/año.
Radiación extraterrestre cuenca mm/año =		**Ra =**	**5270.1**	mm/año

TEMPERATURA MEDIA DE LA CUENCA (ºC)			
Tc = (Te - (0.0066 x (Hm-Hr)))	Tc =	3.2	ºC
F = 1.8 x Tc + 32	F =	37.8	ºF

E. T. P. DE LA CUENCA		
ETP = 0.0075 x 0.075 x Ra x (50)½ x F x (1 + 0.06 x Hm/1000)	**1019.7**	mm/año
Coef. Temperatura ºC Ct=300 + 25 x Tc + 0.05 x Tc³	382.2	
Deficit de Escurr (Do, D1): Do = 0.872 x Pc + 1.032 x ETP - 1380	629.4	
D1=Pc / (0.9 + Pc²/Ct²)½	362.9	

Coeficiente de escurrimiento (C)		
C1= 0.914-2.36E-4 x Pc - 0.0581 x Tc	C1 =	0.47
C2= 0.682-0.0526 x Tc - 1.36E-4 x Tc²	C2 =	0.51
C3= 1.813-1.87E-4 x Pc - 1.12E-3 x ETP	C3 =	0.47
C4= 5.21-7.31E-3 x ETP + 2.68E-6 x ETP²	C4 =	0.54
C5= 3.16E12 x Pc^0.571 x ETP^-3.686	C5 =	0.47
C6= 6.47 - 0.0691 x Ln(Pc) - 0.8 x Ln(ETP)	C6 =	0.44
C7= (Pc -Do) / Pc	C7 =	0.43
C8= (Pc -D1) / Pc	C8 =	0.67
Desición para hallar el coeficiente de escurrimiento = C		
C = (C1+C2+C3+C4+C5+C6+C7)/7 =	**C =**	**0.43**

DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE AGOTAMIENTO (a)		
a1 = -0.00252 x Ln(Ar) + 0.034	a1 =	0.01827
a2 = -0.00252 x Ln(Ar) + 0.030	a2 =	0.01427
a3 = -0.00252 x Ln(Ar) + 0.026	a3 =	0.01027
a4 = -0.00252 x Ln(Ar) + 0.023	a4 =	0.00727
a5 =3.1249E67 x A^(-0.1144) x ETP^(-19.336) x TD^(-3.369) x R^(-1.429)	a5 =	0.02184
Coeficiente de agotamiento según aforos periodo seco del río Pitumarca, lo expresa el libro:		
a6 = "Generacion de Caudales Mensuales en la Sierra Peruana 1980" Pag. 14.	a6 =	0.00260
Desición para hallar el coeficiente de agotamiento =	**a1 =**	**0.00260**

FUENTE: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CUADRO N° 43: GENERACIÓN DE CAUDALES MENSUALES PARA EL AÑO PROMEDIO – CUENCA MENOR

GENERACIÓN DE CAUDALES MENSUALES PARA EL AÑO PROMEDIO															
MES	PRECIPITACIÓN MENSUAL					CONTRIBUCIÓN * RETENCIÓN				CAUDALES MENSUALES			PARAMETROS REGRESIÓN		
	TOTAL	EFECTIVA				GASTO		ABASTO							
	P	PE I	PE II	PE III	PE	bi	Gi	ai	Ai	GENERADOS		AFOR.	Q t	Q t - 1	PE t
	mm	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	m³/s	m³/s	mm/mes	mm/mes	mm/mes
JUL	6.80	0.0	0.8	1.7	0.8	0.73	13.39			14.2	2.726	2.267	14.2	15.3	0.8
AGO	15.71	0.0	1.7	3.5	1.7	0.67	12.29			14.0	2.688	2.339	14.0	14.2	1.7
SET	35.57	0.4	3.7	7.2	3.6	0.62	11.37			15.0	2.976	2.713	15.0	14.0	3.6
OCT	75.18	3.6	12.6	21.6	12.4	0.57	10.45			22.9	4.396	3.884	22.9	15.0	12.4
NOV	109.91	11.8	30.5	49.5	30.0			-0.05	4.7	25.3	5.019	7.148	25.3	22.9	30.0
DIC	164.80	44.6	78.4	105.1	77.6			-0.35	33.1	44.5	8.543	11.240	44.5	25.3	77.6
ENE	230.09	109.5	143.7	170.4	142.9			-0.40	37.8	105.1	20.177	19.109	105.1	44.5	142.9
FEB	194.27	73.7	107.9	134.6	107.1			-0.20	18.9	88.2	18.747	18.821	88.2	105.1	107.1
MAR	168.84	48.3	82.4	109.1	81.6			0.00	0.0	81.6	15.666	14.062	81.6	88.2	81.6
ABR	73.62	3.4	12.1	20.7	11.9	0.92	16.87			28.8	5.713	6.187	28.8	81.6	11.9
MAY	16.27	0.0	1.8	3.6	1.8	0.85	15.59			17.4	3.340	3.139	17.4	28.8	1.8
JUN	6.48	0.0	0.8	1.6	0.8	0.79	14.49			15.3	3.035	2.558	15.3	17.4	0.8
TOT.	1097.6	295.3	476.4	628.6	472.2	5.15	94.45	-1.00	94.45	472.3	7.752	7.789	472.3	472.3	472.2

Estadisticos Regresión Triple **b1=** 8.664 **b2=** 0.218 **b3=** 0.562 **r=** 0.985 **S=** 6.396

Ecuación de generación :

CMt= 8.664 + 0.218 x CMt-1 + 0.562 x PEt + 1.104 x Z Z= Número aleatorio **$S(1-r^2)^{½}$ =** 1.104

Donde:

P : Precipitación total

PE(I,II y III): Precipitacion Efectiva (Curvas I, II y III)

CM : Caudal Mensual

Qt: Caudal del mes t

Ai: Abastecimiento de la retención

Gi: Gasto de la Retención

ai: Coeficiente de Agotamiento

bi: Coeficiente de Almacenamiento

FUENTE: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CUADRO N° 44: CAUDALES MEDIOS MENSUALES - CUENCA MENOR

CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS (m³/s)			
CUENCA	CUENCA MENOR	FUENTE:	Elab. propia

DISTRITO	Pitumarca	LAT.	13° 59' 42.33"	CUENCA:	CUENCA MENOR
PROVINCIA	Canchis	LONG.	71° 04' 47.25"	RIO :	PITUMARCA
DEPART.	Cusco	ALT.	4783 msnm		

ITEM	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964	12.543	18.184	15.073	6.160	2.749	2.589	2.533	2.339	2.328	2.954	4.714	9.860	6.835
2	1965	14.698	12.299	9.911	5.471	2.764	2.150	1.984	2.485	3.307	3.843	5.107	14.227	6.520
3	1966	11.876	19.052	12.447	4.808	2.666	2.044	2.340	2.829	2.629	4.305	4.823	8.313	6.511
4	1967	11.796	22.751	14.617	5.590	3.108	2.380	2.168	2.144	2.918	4.221	4.853	12.792	7.445
5	1968	20.330	20.658	11.195	4.936	2.856	2.076	2.082	2.204	2.250	5.184	8.391	6.147	7.359
6	1969	21.449	13.144	17.265	11.295	4.121	3.154	2.713	2.658	2.937	3.343	3.786	7.671	7.795
7	1970	18.832	20.319	12.877	5.927	2.707	2.190	2.136	1.939	4.815	4.241	4.568	18.617	8.264
8	1971	16.768	22.991	14.172	6.772	2.971	2.146	1.857	2.018	2.545	5.589	4.091	10.141	7.672
9	1972	17.828	11.238	14.462	5.956	2.886	2.408	2.559	2.268	2.487	2.467	3.144	11.145	6.571
10	1973	30.453	21.327	13.791	7.230	3.331	2.750	2.230	2.282	2.328	3.683	5.185	12.770	8.947
11	1974	20.740	22.685	16.321	9.310	4.006	2.761	2.187	2.970	2.582	3.141	4.129	7.235	8.172
12	1975	12.265	16.252	13.182	6.316	3.125	2.133	1.857	1.871	3.123	2.980	3.745	11.615	6.539
13	1976	18.929	15.100	15.495	6.692	3.671	2.554	2.049	2.276	2.793	2.292	3.546	6.671	6.839
14	1977	14.145	23.330	12.199	5.135	3.025	2.569	2.400	2.408	2.472	2.930	15.543	8.828	7.915
15	1978	40.492	30.813	13.732	7.196	3.348	2.628	1.960	2.029	2.638	2.296	5.123	13.209	10.455
16	1979	21.466	15.594	16.151	7.860	4.454	2.564	1.931	1.881	2.609	2.992	6.037	14.265	8.150
17	1980	14.474	15.108	19.121	8.748	3.660	2.881	2.226	2.014	2.673	5.207	6.788	5.842	7.395
18	1981	7.434	11.073	9.501	4.531	2.970	2.166	1.892	2.217	2.878	5.879	10.601	11.070	6.017
19	1982	22.418	15.850	19.612	9.458	3.882	2.354	2.079	2.333	3.096	4.784	9.590	7.170	8.552
20	1983	12.272	12.164	11.286	5.116	2.640	2.456	2.424	2.419	2.527	2.938	3.215	6.194	5.471
21	1984	26.253	23.085	15.368	7.015	3.113	2.576	1.935	2.292	2.302	6.004	10.461	7.186	8.966
22	1985	23.315	24.507	16.290	8.680	4.191	2.942	2.341	2.001	3.554	5.901	13.477	12.189	9.949
23	1986	11.161	17.474	17.755	10.585	4.213	2.548	2.618	2.736	3.226	3.078	4.074	12.648	7.676
24	1987	30.528	15.647	8.292	4.086	2.922	2.643	2.468	2.429	2.536	2.810	7.360	10.008	7.644
25	1988	21.841	16.251	21.621	13.125	4.287	3.009	2.587	2.601	2.444	2.395	3.054	7.269	8.374
26	1989	20.853	15.876	17.911	6.895	3.042	2.762	2.037	2.712	3.136	3.317	3.720	8.711	7.581
27	1990	16.530	10.138	7.512	5.483	3.083	3.441	2.177	2.576	2.796	5.521	9.065	8.974	6.441
28	1991	17.260	17.927	10.426	5.773	3.035	2.752	2.055	2.282	2.322	3.968	4.676	6.673	6.596
29	1992	14.685	12.300	7.879	4.246	2.780	2.252	2.473	2.558	2.330	3.767	9.374	6.764	5.950
30	1993	23.863	13.142	9.096	4.848	2.618	2.511	2.004	2.621	2.761	4.310	11.492	21.681	8.412
31	1994	25.831	22.918	20.735	7.769	3.459	2.276	1.972	2.096	2.831	3.963	5.882	17.344	9.756
32	1995	16.752	18.593	14.197	5.964	2.869	2.631	2.364	2.253	2.645	2.881	6.300	12.637	7.507
33	1996	19.002	12.171	10.777	4.554	2.997	2.761	2.619	2.337	2.926	3.789	6.475	13.610	7.001
34	1997	19.428	20.573	16.769	6.168	2.865	2.202	2.281	2.126	3.069	3.024	12.675	14.971	8.846
35	1998	18.009	15.068	9.010	4.045	2.333	2.320	1.891	2.641	2.535	3.178	6.136	10.004	6.431
36	1999	18.176	24.238	10.765	5.981	3.572	2.535	2.588	2.328	3.363	2.563	3.110	11.241	7.538
37	2000	20.887	19.805	14.016	5.824	2.879	2.174	2.243	2.215	2.459	4.221	3.313	10.365	7.533
38	2001	29.255	24.830	22.072	9.030	4.265	3.028	2.837	2.548	2.403	4.001	6.156	9.859	10.024
39	2002	18.508	27.512	20.875	8.501	3.737	2.721	2.826	2.875	3.054	4.034	9.125	13.450	9.768
40	2003	18.815	20.643	17.704	6.884	3.526	2.605	2.060	2.693	2.700	3.830	3.700	13.852	8.251
41	2004	29.881	24.967	14.090	5.488	3.123	2.973	2.711	2.784	2.619	2.485	5.851	9.617	8.882
42	2005	11.069	19.453	15.211	6.773	3.285	2.641	2.025	2.033	2.768	3.113	6.011	7.675	6.838
43	2006	22.083	20.391	15.785	7.073	3.173	2.803	2.464	2.696	2.091	4.436	9.005	14.052	8.838
44	2007	24.217	15.255	22.419	9.766	3.780	2.586	2.563	2.593	2.395	3.569	7.326	13.520	9.166
45	2008	18.668	15.638	11.496	4.673	2.914	2.477	2.044	2.174	2.134	3.853	6.203	12.735	7.084
46	2009	13.006	14.723	9.133	3.962	2.890	2.160	2.562	1.952	2.761	2.344	11.062	10.848	6.450
47	2010	32.365	23.186	21.891	7.767	3.329	2.713	1.950	1.916	2.042	4.373	3.874	17.520	10.244
48	2011	17.764	21.999	20.299	9.159	3.919	2.882	2.473	2.128	7.882	4.023	3.656	20.891	9.756
49	2012	18.804	29.381	13.274	6.455	2.828	2.561	2.599	2.162	2.497	2.660	11.318	23.804	9.862
50	2013	25.008	28.777	15.261	6.189	3.562	2.688	2.099	2.640	2.817	9.205	11.576	19.595	10.785
51	2014	22.620	19.968	12.867	6.197	3.501	2.457	1.882	2.463	2.647	6.098	10.712	16.758	9.014
52	2015	22.771	24.659	12.063	5.300	2.621	2.604	2.395	2.017	2.157	2.574	3.169	8.138	7.539
53	2016	17.996	18.941	9.750	5.051	3.062	2.384	2.548	2.083	2.588	4.209	15.253	13.268	8.094
54	2017	14.249	18.475	17.169	6.408	3.389	2.897	2.653	2.676	2.496	5.611	5.129	8.555	7.475

Nº DATOS	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
SUMATORIA	1062.65	1028.44	782.19	360.22	176.10	138.47	122.95	126.82	151.22	210.37	366.75	630.19	429.70
MEDIA	19.679	19.045	14.485	6.671	3.261	2.564	2.277	2.349	2.800	3.896	6.792	11.670	95.489
DESV.STD	6.214	4.989	3.983	1.943	0.513	0.297	0.283	0.288	0.831	1.295	3.340	4.235	1.286
Q. AL 75%	15.487	15.680	11.798	5.361	2.915	2.364	2.086	2.155	2.239	3.023	4.539	8.813	76.460
MINIMO	7.434	10.138	7.512	3.962	2.333	2.044	1.857	1.871	2.042	2.292	3.054	5.842	5.471
MAXIMO	40.492	30.813	22.419	13.125	4.454	3.441	2.837	2.970	7.882	9.205	15.543	23.804	10.785

FUENTE: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CUADRO N° 45: DATOS BÁSICOS PARA LA GENERACIÓN DE CAUDALES – CUENCA MAYOR

DATOS BASICOS, GENERACION DE CAUDALES MENSUALES, AÑO PROMEDIO				
NOMBRE DEL PROYECTO =				
NOMBRE DE CUENCA =	CUENCA MAYOR			
NOMBRE DEL RIO =	PITUMARCA			
LUGAR DE AFORO =	CHECACUPE			
Distrito =	Checacupe	Latitud =	13° 55' 0.66"	
Provincia =	Canchis	Longitud =	71° 15' 3.25"	
Departamento =	Cusco	Altitud =	4655.58	msnm.
Area de la cuenca en Km² =		A =	688.18	Km²
Altura media de la Cuenca msnm =		Hm =	4655.58	msnm.
Temp. Med. anual Est Referen °C =	SICUANI	Te =	11.4	ºC
Altura est. referencia msnm =	SICUANI	Hr =	3550	msnm.
Lat. Sur C.G. cuenca º ' "=	135501	LS =	13° 55' 0.66"	
Long. Oeste C.G. De la cuenca º ' " =		LW =	71° 15' 3.25"	
Retención de la cuenca mm/año =		R =	94.4	mm/año
Duración de la temporada seca días =		TD =	214.0	Días
Precipitación media cuenca mm/año =		Pc =	1069.3	mm/año.
Radiación extraterrestre cuenca mm/año =		Ra =	5271.7	mm/año

TEMPERATURA MEDIA DE LA CUENCA (ºC)			
Tc = (Te - (0.0068 x (Hm-Hr)))	Tc =	3.8	ºC
F = 1.8 x Tc + 32	F =	38.9	ºF

E. T. P. DE LA CUENCA		
ETP = 0.0075 x 0.075 x Ra x (50)½ x F x (1 + 0.06 x Hm/1000)	1043.5	mm/año
Coef. Temperatura ºC Ct=300 + 25 x Tc + 0.05 x Tc³	398.8	
Deficit de Escurr (Do, D1): Do = 0.872 x Pc + 1.032 x ETP - 1380	629.3	
D1=Pc / (0.9 + Pc²/Ct²)½	376.0	

Coeficiente de escurrimiento (C)		
C1= 0.914-2.36E-4 x Pc - 0.0581 x Tc	C1 =	0.44
C2= 0.682-0.0526 x Tc - 1.36E-4 x Tc²	C2 =	0.48
C3= 1.813-1.87E-4 x Pc - 1.12E-3 x ETP	C3 =	0.44
C4= 5.21-7.31E-3 x ETP + 2.68E-6 x ETP²	C4 =	0.50
C5= 3.16E12 x Pc^0.571 x ETP^-3.686	C5 =	0.44
C6= 6.47 - 0.0691 x Ln(Pc) - 0.8 x Ln(ETP)	C6 =	0.43
C7= (Pc -Do) / Pc	C7 =	0.41
C8= (Pc -D1) / Pc	C8 =	0.65
Desición para hallar el coeficiente de escurrimiento = C		
C = (C1+C2+C3+C4+C5+C6+C7)/7 =	**C =**	**0.41**

DETERMINACION DEL COEFICIENTE DE AGOTAMIENTO (a)		
a1 = -0.00252 x Ln(Ar) + 0.034	a1 =	0.01753
a2 = -0.00252 x Ln(Ar) + 0.030	a2 =	0.01353
a3 = -0.00252 x Ln(Ar) + 0.026	a3 =	0.00953
a4 = -0.00252 x Ln(Ar) + 0.023	a4 =	0.00653
a5 =3.1249E67 x A^(-0.1144) x ETP^(-19.336) x TD^(-3.369) x R^(-1.429)	a5 =	0.01353
Coeficiente de agotamiento según aforos periodo seco del río Pitumarca, lo expresa el libro:		
a6 = "Generacion de Caudales Mensuales en la Sierra Peruana 1980" Pag. 14.	a6 =	0.00300
Desición para hallar el coeficiente de agotamiento =	**a1 =**	**0.00300**

FUENTE: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CUADRO N° 46: GENERACIÓN DE CAUDALES MENSUALES PARA EL AÑO PROMEDIO - CUENCA MAYOR

GENERACIÓN DE CAUDALES MENSUALES PARA EL AÑO PROMEDIO															
MES	PRECIPITACIÓN MENSUAL					CONTRIBUCIÓN * RETENCIÓN				CAUDALES MENSUALES			PARAMETROS REGRESIÓN		
	TOTAL	EFECTIVA				GASTO		ABASTO							
	P	PE I	PE II	PE III	PE	bi	Gi	ai	Ai	GENERADOS		AFOR.	Qt	Qt - 1	PEt
	mm	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	m³/s	m³/s	mm/mes	mm/mes	mm/mes
JUL	6.56	0.0	0.8	1.6	0.7	0.69	13.21			13.9	3.571	3.034	13.9	15.3	0.7
AGO	15.43	0.0	1.7	3.5	1.6	0.63	12.06			13.7	3.520	3.131	13.7	13.9	1.6
SET	34.93	0.4	3.6	7.1	3.3	0.58	11.10			14.4	3.823	3.631	14.4	13.7	3.3
OCT	73.19	3.4	11.9	20.4	11.2	0.53	10.15			21.4	5.498	5.198	21.4	14.4	11.2
NOV	107.36	10.9	28.8	47.0	27.3			-0.05	4.7	22.6	6.000	9.567	22.6	21.4	27.3
DIC	160.17	40.6	73.8	100.5	71.1			-0.35	33.0	38.1	9.789	15.043	38.1	22.6	71.1
ENE	223.92	103.3	137.5	164.2	134.7			-0.40	37.8	97.0	24.923	25.574	97.0	38.1	134.7
FEB	188.85	68.3	102.5	129.2	99.7			-0.20	18.9	80.8	22.985	25.190	80.8	97.0	99.7
MAR	164.71	44.5	78.3	105.0	75.6			0.00	0.0	75.6	19.424	18.819	75.6	80.8	75.6
ABR	71.81	3.2	11.5	19.7	10.8	0.91	17.42			28.2	7.487	8.281	28.2	75.6	10.8
MAY	16.09	0.0	1.7	3.6	1.6	0.83	15.89			17.5	4.496	4.201	17.5	28.2	1.6
JUN	6.26	0.0	0.8	1.6	0.7	0.76	14.55			15.3	4.062	3.423	15.3	17.5	0.7
TOT.	1069.3	274.6	452.9	603.4	438.3	4.93	94.38	-1.00	94.38	438.5	9.632	10.424	438.5	438.5	438.3

Estadisticos Regresión Triple **b1=** 8.267 **b2=** 0.234 **b3=** 0.540 **r=** 0.980 **S=** 6.616

Ecuación de generación :

CMt= 8.267 +0.234 x CMt-1 + 0.540 x PEt + 1.317 x Z Z= Número aleatorio **$S(1-r^2)^{½}$ =** 1.317

Donde:

P : Precipitación total

PE(I,II y III): Precipitacion Efectiva (Curvas I, II y III)

CM : Caudal Mensual

Qt: Caudal del mes t

Ai: Abastecimiento de la retención

Gi: Gasto de la Retención

ai: Coeficiente de Agotamiento

bi: Coeficiente de Almacenamiento

FUENTE: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CUADRO N° 47: CAUDALES MEDIOS MENSUALES CUENCA MAYOR

CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS (m³/s)

CUENCA	CUENCA MAYOR	FUENTE:	Elab. propia

DISTRITO	Pitumarca	LAT.	13° 55' 0.66"	CUENCA:	CUENCA MAYOR
PROVINCIA	Canchis	LONG.	71° 15' 3.25"	RIO :	PITUMARCA
DEPART.	Cusco	ALT.	4656 msnm		

ITEM	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964	15.413	22.080	18.011	7.930	3.982	3.520	3.540	3.562	3.789	3.823	5.395	12.199	8.603
2	1965	17.964	16.095	12.792	6.883	3.711	2.542	3.056	3.297	4.137	4.764	6.642	17.641	8.293
3	1966	15.373	24.047	15.894	6.427	4.122	3.320	2.576	4.091	4.261	6.254	5.950	10.437	8.563
4	1967	15.119	28.641	18.920	7.246	4.521	3.834	3.361	2.873	2.957	5.789	5.857	16.470	9.632
5	1968	26.288	26.027	14.772	6.759	4.026	3.384	3.337	3.751	3.792	7.178	10.397	7.906	9.801
6	1969	27.466	16.713	22.149	15.155	6.146	3.548	3.771	2.782	2.729	3.690	4.935	9.463	9.879
7	1970	23.137	26.168	16.338	7.830	3.932	3.826	3.468	3.634	6.553	5.971	5.444	23.017	10.776
8	1971	20.838	28.969	18.695	8.693	4.191	2.670	2.857	3.034	3.021	6.558	4.785	12.850	9.763
9	1972	22.216	13.953	18.160	7.880	3.865	3.470	3.118	3.823	3.982	3.577	4.883	13.727	8.554
10	1973	38.209	27.379	17.974	9.166	4.399	3.584	3.145	3.506	3.197	4.357	5.839	15.759	11.376
11	1974	25.891	28.273	20.447	11.220	4.902	3.604	2.590	3.783	3.752	4.014	5.332	9.202	10.251
12	1975	15.412	20.873	17.472	8.429	4.264	2.993	3.088	2.963	4.122	3.655	4.876	14.032	8.515
13	1976	23.141	18.855	20.403	9.197	4.496	3.244	3.498	2.593	2.789	3.641	3.703	7.634	8.599
14	1977	17.486	29.225	15.696	6.941	3.931	3.214	3.281	2.679	3.482	4.527	19.594	11.071	10.094
15	1978	50.724	39.214	17.306	9.053	4.411	3.836	2.685	2.486	4.019	3.027	7.180	16.279	13.352
16	1979	26.130	19.400	19.860	10.306	6.169	3.622	3.152	2.849	3.655	4.615	6.800	16.916	10.289
17	1980	18.227	18.500	24.395	12.284	4.944	3.969	2.749	2.593	3.530	6.635	8.103	6.882	9.401
18	1981	9.490	12.395	11.317	6.125	3.501	3.250	2.760	3.255	4.051	7.533	12.947	14.062	7.557
19	1982	27.162	19.260	24.744	11.781	5.494	3.338	2.589	3.047	3.694	5.603	11.931	8.960	10.634
20	1983	15.196	16.148	13.744	6.603	3.791	2.642	3.296	3.698	3.105	3.528	4.421	7.557	6.977
21	1984	32.275	28.735	19.405	9.071	3.831	3.484	2.800	2.996	2.571	6.750	12.310	9.034	11.105
22	1985	28.618	30.542	20.750	11.198	5.532	4.280	3.701	3.652	4.545	7.238	16.457	15.086	12.633
23	1986	14.495	23.005	21.914	12.932	5.548	3.784	2.731	3.353	3.211	3.239	5.450	15.502	9.597
24	1987	38.402	19.706	10.719	5.218	3.186	2.513	2.707	2.789	3.630	4.093	9.941	12.984	9.657
25	1988	26.747	21.309	28.038	16.857	5.607	3.886	2.740	2.745	3.261	3.086	4.022	8.896	10.599
26	1989	26.462	19.624	22.815	9.086	4.334	3.711	2.945	2.802	3.142	3.576	4.579	11.057	9.511
27	1990	20.015	12.780	9.176	6.284	3.677	4.132	2.589	3.448	3.297	7.426	10.993	11.524	7.945
28	1991	21.566	22.462	13.502	6.923	4.552	3.572	2.576	3.007	3.548	5.700	6.430	8.449	8.524
29	1992	18.449	15.682	10.051	5.447	3.329	2.918	3.540	3.311	3.376	5.113	11.126	8.228	7.547
30	1993	30.009	17.172	12.048	7.023	4.042	3.383	3.513	3.328	3.666	4.986	14.882	27.968	11.002
31	1994	32.572	28.877	25.965	11.161	5.040	3.842	2.565	2.447	2.738	4.840	7.464	22.242	12.479
32	1995	20.967	23.984	17.510	7.596	3.690	2.762	2.971	3.267	4.359	4.089	7.160	15.771	9.510
33	1996	23.786	15.948	13.553	6.048	4.012	3.058	2.657	3.544	4.010	4.742	9.024	17.067	8.954
34	1997	24.360	25.402	21.951	8.439	4.456	3.359	3.496	2.849	3.295	4.149	15.360	18.532	11.304
35	1998	22.558	18.065	11.220	5.296	2.966	2.385	2.714	3.488	2.987	3.864	7.383	12.237	7.930
36	1999	23.024	30.613	14.278	7.884	4.723	3.902	2.472	2.532	3.670	4.121	4.492	14.184	9.658
37	2000	25.933	24.303	17.319	7.296	4.764	3.101	2.809	3.051	3.255	4.617	4.032	13.135	9.468
38	2001	36.445	31.253	27.979	11.201	5.157	3.737	3.559	3.016	3.021	5.064	7.941	12.209	12.549
39	2002	21.864	34.872	25.958	11.714	4.763	4.009	2.987	3.614	3.426	5.407	10.945	16.223	12.149
40	2003	23.900	25.105	21.284	8.704	4.810	3.893	2.736	3.146	2.635	4.344	4.338	17.888	10.232
41	2004	37.359	32.013	18.964	7.974	4.331	3.035	3.200	3.691	4.103	3.391	7.405	11.526	11.416
42	2005	12.937	24.267	18.946	8.614	4.564	3.119	2.697	2.623	3.076	4.248	7.004	9.619	8.476
43	2006	26.937	25.781	20.094	9.169	4.048	2.945	2.861	3.399	3.310	6.161	11.206	16.952	11.072
44	2007	30.854	19.933	29.303	12.603	5.669	3.618	2.539	3.259	3.160	3.995	8.264	16.725	11.660
45	2008	22.456	18.584	13.409	6.053	3.791	3.178	2.535	2.414	2.881	4.265	7.484	15.673	8.560
46	2009	16.109	18.100	11.744	5.797	3.088	3.196	3.073	3.215	2.927	3.030	13.239	12.482	8.000
47	2010	39.929	29.716	27.801	9.575	5.008	2.855	2.284	2.228	2.774	6.054	5.337	21.508	12.922
48	2011	21.465	27.076	25.719	11.642	5.291	3.123	3.335	3.509	10.825	5.254	4.518	25.454	12.268
49	2012	23.564	37.471	17.398	7.712	3.904	2.776	2.628	2.535	3.165	3.614	14.365	29.599	12.394
50	2013	31.651	35.954	19.048	7.956	3.843	3.081	2.693	3.286	2.721	11.049	14.278	23.938	13.291
51	2014	27.270	25.190	15.762	7.924	3.705	3.510	2.533	2.863	3.659	7.527	13.607	20.252	11.150
52	2015	28.993	31.916	16.127	6.901	3.615	3.536	2.520	3.133	2.690	3.757	4.443	10.401	9.836
53	2016	21.626	23.640	13.032	6.184	4.169	3.250	3.127	2.660	3.723	4.640	18.796	16.293	10.095
54	2017	17.868	22.222	21.273	8.523	4.804	3.741	2.612	2.454	3.014	7.831	7.195	10.339	9.323

Nº DATOS	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
SUMATORIA	1322.35	1293.52	993.14	467.91	236.64	182.08	159.36	167.95	194.29	269.99	456.48	781.04	543.73	
MEDIA	24.488	23.954	18.391	8.665	4.382	3.372	2.951	3.110	3.598	5.000	8.453	14.464	120.828	
DESV.STD	7.785	6.367	5.051	2.480	0.747	0.442	0.377	0.441	1.195	1.570	4.076	5.275	1.607	
Q. AL 75%	19.237	19.659	14.984	6.992	3.878	3.074	2.697	2.813	2.792	3.941	5.704	10.906	96.677	
MINIMO	9.490	12.395	9.176	5.218	2.966	2.385	2.284	2.228	2.571	3.027	3.703	6.882	6.977	
MAXIMO	50.724	39.214	29.303	16.857	6.169	4.280	3.771	4.091	10.825	11.049	19.594	29.599	13.352	

FUENTE: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.2.6. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DE CAUDALES GENERADOS Y AFORADOS

5.2.6.1. TEST ESTADISTICO

La calidad de la coincidencia de los caudales generados con los observados, se lleva a cabo mediante comparación de los promedios y desviaciones tipo de ambos valores. Se prueba si los promedios salen de la misma población, es decir son iguales mediante el test de Student. Se calcula el valor de prueba t para cada mes y, además (PLAN MERISS, 2013).

$$t = \frac{(x_1 - x_2)}{\left(\frac{{s_1}^2 + {s_2}^2}{n}\right)^{\frac{1}{2}}}$$

t: valor de la prueba
x_1: promedio del grupo 1, caudales registrados
x_2: promedio del grupo 2, caudales generados
s1: desviación tipo del grupo 1
s2: desviación tipo del grupo 2
n: grado de libertad – número de valores disminuidos por 1.

Se compara el valor t con el valor límite $t_{p:n}$, que indica el límite superior que, con una probabilidad de error del P%, permite decir que ambos promedios pertenecen a la misma población.

Para comparar las desviaciones tipo se calcula el valor F del test de Fisher y, además.

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2} \qquad \frac{s_1^2}{s_2^2} > 1$$

Se le compara con el valor límite $F_{\frac{p}{2}\%}$, (n_1, n_2)

De acuerdo a lo descrito líneas arriba, los resultados del análisis estadístico se muestran en el Cuadro N° 48, donde se observa que el caudal promedio del caudal generado en la cuenca menor es igual a 7.957 m^3/s frente a los resultados del caudal medio registrado o aforado igual a 7.789 m^3/s, lo que demuestra que existe un acercamiento muy adecuado entre los caudales medios mensuales registrados y generados; sin embargo, al realizar una regresión

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

simple entre dichos caudales, se ha obtenido un coeficiente de determinación $R^2 = 0.9989$.

Asimismo, para la cuenca mayor del río Pitumarca se ha obtenido un coeficiente de determinación $R^2 = 0.9983$.

Sus resultados al realizar el test estadístico entre los promedios y desviación estándar como se muestran en el Cuadro Nº 48 y Cuadro Nº 49 donde se observa que todos los caudales promedios y desviaciones estándar cumplen el test estadístico $t_c < t_t$.

Por lo tanto, el método de la generación de caudales medios mensuales generados han sido generados con una precisión satisfactoria; y en consecuencia, el método constituye un instrumento apropiado para la determinación de caudales mensuales a partir de la precipitación en cuencas que carecen de información hidrométrica, como es el método de Lutz Scholz (Scholz, 1980).

CUADRO N° 48: **COMPARACIÓN ESTADISTICA DE LOS CAUDALES REGISTRADOS Y GENERADOS – CUENCA MENOR**

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Q0	19.109	18.821	14.062	6.187	3.139	2.558	2.267	2.339	2.713	3.884	7.148	11.240	7.789
QG	19.679	19.045	14.485	6.671	3.261	2.564	2.277	2.349	2.800	3.896	6.792	11.670	7.957
S0	0.088	0.059	0.192	0.081	0.102	0.109	0.081	0.102	0.109	0.060	0.146	0.280	8.578
SG	6.214	4.989	3.983	1.943	0.513	0.297	0.283	0.288	0.831	1.295	3.340	4.235	7.659
CV0	0.005	0.003	0.014	0.013	0.033	0.043	0.036	0.044	0.040	0.015	0.020	0.025	1.101
CVG	0.316	0.262	0.275	0.291	0.157	0.116	0.124	0.123	0.297	0.332	0.492	0.363	0.962
n	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Tc	0.674	0.329	0.780	1.828	1.715	0.140	0.256	0.234	0.762	0.069	0.783	0.744	0.108
Tt	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007
Fc	0.000	0.000	0.002	0.002	0.040	0.135	0.083	0.126	0.017	0.002	0.002	0.004	1.254
Ft	1.578	1.578	1.578	1.578	1.578	1.578	1.578	1.578	1.578	1.578	1.578	1.578	1.578
Q0 =QG	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
S0 =SG	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

$Q_{0=}$ Caudal observado $Q_{G=}$ Caudal generado $S_{0=}$ Desv.estd. de Q observados $S_{G=}$ Desv.estd. de Q generados

$CV_{0=}$ Coef. Varianza de datos observados CV_G Coef. Varianza de datos generados

$Q_0 = Q_G$ Comparacion estadistica de dos valores a la mec $S_0 = S_G$ Comparacion estadistica de dos valores a la desviación estandar

Probabilidad de significancia 5% = 95

FUENTE: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CUADRO N° 49: COMPARACIÓN ESTADISTICA DE LOS CAUDALES REGISTRADOS Y GENERADOS – CUENCA MAYOR

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Q0	25.574	25.190	18.819	8.281	4.201	3.423	3.034	3.131	3.631	5.198	9.567	15.043	10.424
QG	24.488	23.954	18.391	8.665	4.382	3.372	2.951	3.110	3.598	5.000	8.453	14.464	10.069
S0	0.265	0.358	0.448	0.117	0.079	0.257	0.109	0.137	0.146	0.080	0.195	0.375	8.578
SG	7.785	6.367	5.051	2.480	0.747	0.442	0.377	0.441	1.195	1.570	4.076	5.275	7.659
CV0	0.010	0.014	0.024	0.014	0.019	0.075	0.036	0.044	0.040	0.015	0.020	0.025	0.823
CVG	0.318	0.266	0.275	0.286	0.170	0.131	0.128	0.142	0.332	0.314	0.482	0.365	0.761
n	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Tc	1.024	1.424	0.621	1.138	1.770	0.739	1.550	0.331	0.201	0.925	2.006	0.805	0.227
Tt	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007
Fc	0.001	0.003	0.008	0.002	0.011	0.339	0.084	0.097	0.015	0.003	0.002	0.005	1.254
Ft	1.578	1.578	1.578	1.578	1.578	1.578	1.578	1.578	1.578	1.578	1.578	1.578	1.578
Q0 =QG	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
S0 =SG	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

$Q_{0=}$ Caudal observado $Q_{G=}$ Caudal generado $S_{0=}$ Desv.estd. de Q observados $S_{G=}$ Desv.estd. de Q generados

$CV_{0=}$ Coef. Varianza de datos observados CV_G Coef. Varianza de datos generados

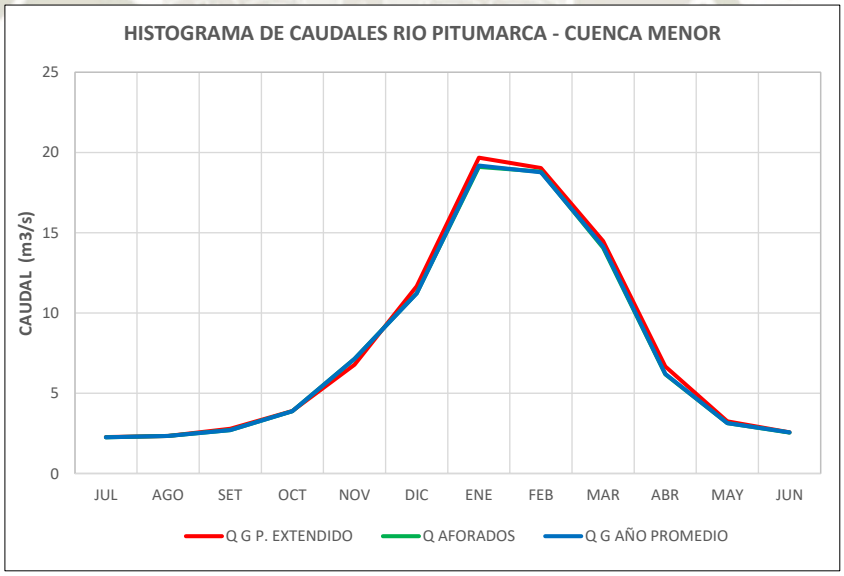
$Q_0 = Q_G$ Comparacion estadistica de dos valores a la me $S_0 = S_G$ Comparacion estadistica de dos valores a la desviación estandar

Probabilidad de significancia 5% = 95

FUENTE: Elaboración Propia

Asimismo, presento la comparación grafica de los caudales medios mensuales aforados versus los caudales generados de ambas cuencas, los que se pueden observar en el Gráfico N° 26 y Gráfico N° 27.

GRÁFICO N° 26: HISTOGRAMA DE CAUDALES OBSERVADOS Y GENERADOS DEL RIO PITUMARCA – CUENCA MENOR



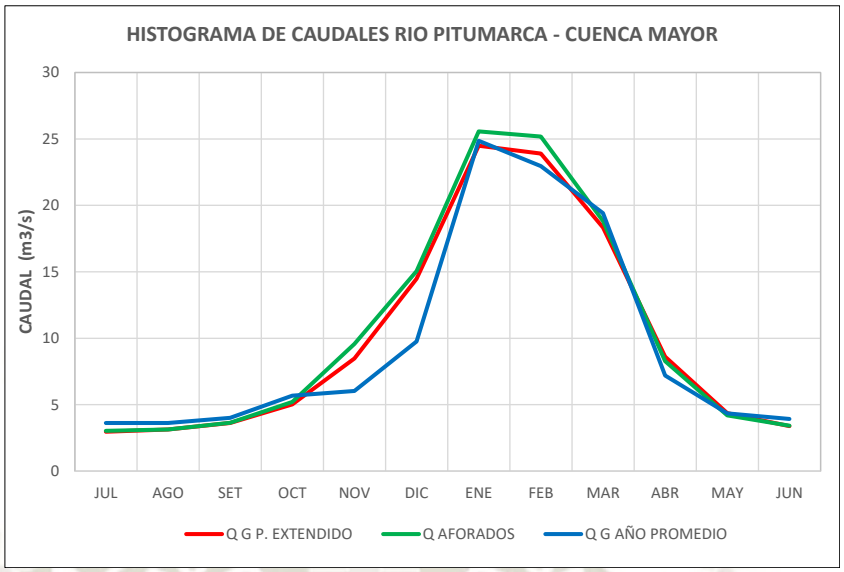
FUENTE: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

GRÁFICO N° 27: **HISTOGRAMA DE CAUDALES OBSERVADOS Y GENERADOS DEL RIO PITUMARCA – CUENCA MAYOR**



FUENTE: Elaboración propia

5.2.7. ANÁLISIS DE PERSISTENCIA CON CAUDALES GENERADOS

Una vez realizada la generación de caudales medios mensuales para el rio Pitumarca, se ha desarrollado el análisis de persistencia para los niveles del 50%, 75%, 90% y 95%.

CUADRO N° 50: **PERSISTENCIA DE CAUDALES GENERADOS DEL RIO PITUMARCA O NIVELES DEL 50%, 75%, 90% Y 95% - CUENCA MENOR**

PERSISTENCIA DE CAUDALES MENSUALES Y ANUALES GENERADOS DEL RIO PITUMARCA (m^3/s)												
P%	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
50	19.679	19.045	14.485	6.671	3.261	2.564	2.277	2.349	2.800	3.896	6.792	11.670
75	15.488	15.680	11.799	5.361	2.915	2.364	2.086	2.155	2.239	3.023	4.539	8.813
90	11.715	12.651	9.381	4.181	2.604	2.183	1.914	1.980	1.735	2.237	2.511	6.242
95	9.457	10.838	7.934	3.475	2.418	2.075	1.811	1.875	1.433	1.767	1.298	4.703

PERSISTENCIA DE VOLUMENES MENSUALES Y ANUALES GENERADOS DEL RIO PITUMARCA (MMC)												
P%	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
50	52.708	46.485	38.797	17.291	8.734	6.646	6.099	6.292	7.258	10.435	17.605	31.257
75	41.482	38.271	31.601	13.895	7.808	6.127	5.587	5.771	5.804	8.096	11.765	23.605
90	31.378	30.878	25.125	10.837	6.974	5.659	5.126	5.302	4.497	5.991	6.510	16.719
95	25.331	26.454	21.249	9.008	6.475	5.379	4.851	5.022	3.714	4.732	3.364	12.598

FUENTE: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CUADRO N° 51: **PERSISTENCIA DE CAUDALES GENERADOS DEL RIO PITUMARCA O NIVELES DEL 50%, 75%, 90% Y 95% - CUENCA MAYOR**

PERSISTENCIA DE CAUDALES MENSUALES Y ANUALES GENERADOS DEL RIO PITUMARCA (m^3/s)												
P%	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
50	24.488	23.954	18.391	8.665	4.382	3.372	2.951	3.110	3.598	5.000	8.453	14.464
75	19.237	19.659	14.984	6.992	3.878	3.074	2.697	2.813	2.792	3.941	5.704	10.906
90	14.511	15.794	11.918	5.486	3.425	2.805	2.468	2.545	2.066	2.988	3.230	7.704
95	11.683	13.481	10.083	4.585	3.153	2.644	2.332	2.385	1.632	2.417	1.749	5.787

PERSISTENCIA DE VOLUMENES MENSUALES Y ANUALES GENERADOS DEL RIO PITUMARCA (MMC)												
P%	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
50	65.589	58.467	49.258	22.460	11.737	8.740	7.904	8.330	9.326	13.392	21.910	38.740
75	51.525	47.984	40.133	18.124	10.387	7.967	7.224	7.534	7.237	10.556	14.785	29.210
90	38.867	38.550	31.921	14.221	9.173	7.271	6.611	6.817	5.356	8.003	8.372	20.633
95	31.291	32.903	27.005	11.885	8.446	6.854	6.245	6.389	4.230	6.475	4.534	15.500

FUENTE: Elaboración propia

5.3. MODELO MATEMÁTICO DE TIPO ESTOCÁSTICO THOMAS - FIERING

5.3.1. IMPORTANCIA DE LA MODELACIÓN

Con fines de estudio el Plan Meriss debido al mínimo o nulo de registros de información de caudales en la mayoría de las cuencas, especialmente en las zonas Altoandinas, mediante la aplicación de métodos de tipo estocástico más la información de algunos aforos puntuales en las cuencas estudiadas nos permite generar caudales medios mensuales sintéticos.

Actualmente se cuenta con muchos métodos para la generación de caudales sintéticos, entre ellos se encuentran los modelos estocásticos, determinísticos, precipitación escurrimiento y otros; y debido a la experiencia de Plan Meriss de haber utilizado el modelo Generación de Caudales Mensuales en la Sierra Peruana y otros modelos, permite aplicar metodologías adecuadas como la de Thomas - Fiering en la cuenca del rio Pitumarca (MERISS, Instalación y Mejoramiento del Servicio de Agua del Sistema de Riego Huisillopunku - Santo Tomás, 2017).

5.3.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MODELO TIPO ESTOCÁSTICO THOMAS - FIERING

En el análisis de los caudales medios mensuales de la cuenca del río Pitumarca, se está aplicando el modelo matemático de tipo estocástico de Thomas y Fiering, cuya característica principal proviene de ser un modelo auto-regresivo lineal de primer orden, el cual genera y extiende

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

caudales medios mensuales y anuales. Asimismo, se conoce que hidrológicamente los caudales son una variable que cambia durante un intervalo de tiempo en varias ocasiones, debido a la falta de estacionalidad de las lluvias durante un día, un mes o periodos de tiempos más largos. Además, se conoce que los caudales medios mensuales de los ríos sin ser intervenidos configuran una serie de tiempo con valores que tiene naturaleza estocástica, los cuales pueden ser analizados desde el punto de vista de su estructura y con base en los resultados obtenidos de dicho análisis se pueden modelar matemáticamente para lograr su extensión a lo largo de un intervalo de tiempo.

El modelo de Harold A. Thomas y Myron B. Fiering, es un modelo estocástico de tipo Markoviano, es **Estocástico** porque sus resultados se basan en probabilidades que cambian en el tiempo, como es el caso de los caudales medios mensuales y es **Markoviano** porque la probabilidad de que ocurra un evento depende del evento inmediato anterior. Este modelo forma parte del programa Water Program System de la Universidad de Harvard que es muy bien aplicado en los Estados Unidos y Canadá.

Este modelo matemático de Thomas y Fiering, está basado en la teoría de auto regresión y auto correlación de series históricas de tiempo, la herramienta probabilística tradicional para el análisis de una serie hidrológica. Este modelo está diseñado para extender series de datos de duración moderada a periodos más largos, caso de nuestros ríos con escasa información histórica, el modelo está dado por la siguiente ecuación:

$$q_{ij} = \bar{x}_j + \frac{p_{i,j-1} S_j}{s_{j-1}} \left(q_{i,-1} - \bar{x}_{j-1}\right) + Z_{i,j}\, S_j \sqrt{1 - (p_{jj-1})^2}$$

Dónde:

$\bar{x}_j$= media de los caudales históricos para el mes j bajo consideración

$\bar{x}_{j-1}$= media de los caudales históricos del mes j-1 bajo consideración

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

p_{jj-1}= coeficiente de correlación serial de primer orden entre valores mensuales p5, 4 (meses de mayo y abril).

S_j= desviación estándar de los caudales históricos para el mes j-1 bajo consideración

s_{j-1}= desviación estándar de los caudales históricos para el mes j-1 del mes en consideración

q_{ij}= caudal en el mes j del año i de la secuencia de los caudales generados

$q_{i,j-1}$=caudal en el mes j-1 del año i de la secuencia de caudales generados

$Z_{i,j}$= variable aleatoria normalmente distribuida con media igual a cero y desviación estándar igual a uno, aplicada al mes j del año i de la secuencia de caudales generados (MERISS, Instalación y Mejoramiento del Servicio de Agua del Sistema de Riego Huisillopunku - Santo Tomás, 2017).

5.3.3. VALIDACIÓN DEL MODELO

La validación consiste en comprobar el adecuado funcionamiento del modelo; donde se puede comparar los resultados que genera el modelo con los datos de caudales aforados para la serie de años 2011-2014. (Fernández M., Vela M., & Castaño F., 2015).

5.3.4. APLICACIÓN DEL MODELO TIPO ESTOCÁSTICO THOMAS – FIERING

Para la aplicación del modelo de tipo estocástico Thomas y Fiering se está utilizando el software SIH desarrollado por el ex Instituto de Recursos Naturales (INRENA) de la Dirección General de Aguas y Suelos, actualmente denominada Autoridad Nacional del Agua (ANA) adscrito al Ministerio de Agricultura. Es el ente rector y la máxima autoridad técnico-normativa del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos. La ANA fue creada el 13 de marzo del 2008 por el decreto legislativo N° 997, con el fin de administrar conservar, proteger

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

y aprovechar los recursos hídricos de las diferentes cuencas de manera sostenible, promoviendo a su vez la cultura del agua.

Aplicando la metodología antes descrita y los caudales regionalizados y aforados, se ha generado los caudales medios mensuales en la cuenca menor y cuenca mayor (MERISS, Instalación y Mejoramiento del Servicio de Agua del Sistema de Riego Huisillopunku - Santo Tomás, 2017).

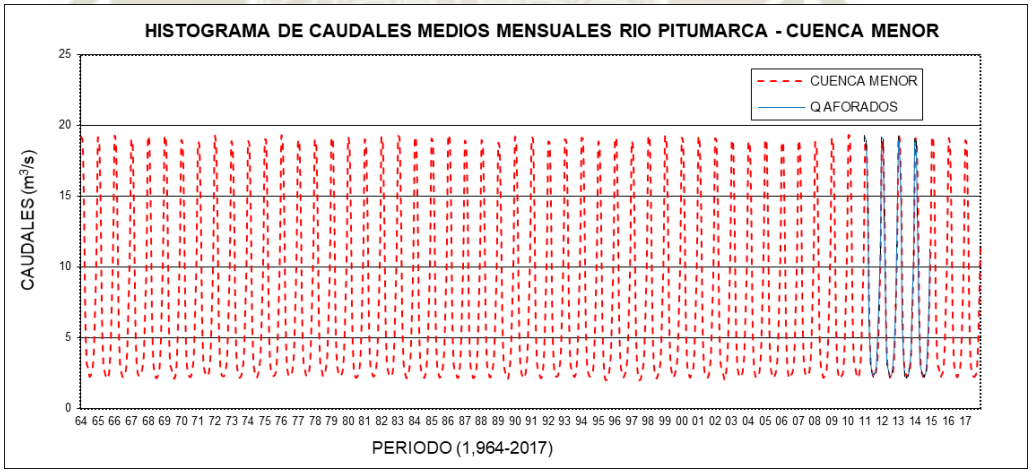
En el Cuadro N° 52 y Cuadro N° 53 se muestra en forma resumida los caudales medios mensuales generados en m³/s.

CUADRO N° 52: CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS – CUENCA MENOR

ITEM	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Nro DATOS	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
MEDIA	19.048	18.758	13.996	6.180	3.134	2.545	2.263	2.342	2.714	3.884	7.148	11.239
DESV. STD	0.160	0.238	0.316	0.090	0.063	0.169	0.078	0.093	0.110	0.064	0.157	0.302
C.V	0.008	0.013	0.023	0.015	0.02	0.066	0.034	0.04	0.041	0.016	0.022	0.027
Q. 50 %	19.048	18.758	13.996	6.18	3.134	2.545	2.263	2.342	2.714	3.884	7.148	11.239
Q. 75%	18.94	18.597	13.783	6.119	3.092	2.431	2.21	2.279	2.64	3.841	7.042	11.035

FUENTE: Elaboración Propia

GRAFICO N° 28: HISTOGRAMA DE CAUDALES OBSERVADOS Y GENERADOS DE LA CUENCA MENOR THOMAS - FIERING



FUENTE: Elaboración Propia

CUADRO N° 53: CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS – CUENCA MAYOR

ITEM	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Nro DATOS	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
MEDIA	25.649	25.269	18.902	8.290	4.207	3.439	3.038	3.128	3.630	5.198	9.568	15.046
DESV. STD	0.214	0.314	0.377	0.119	0.075	0.256	0.101	0.142	0.154	0.089	0.216	0.412
C.V	0.008	0.012	0.02	0.014	0.018	0.074	0.033	0.045	0.042	0.017	0.023	0.027
Q. 50 %	25.649	25.269	18.902	8.29	4.207	3.439	3.038	3.128	3.63	5.198	9.568	15.046
Q. 75%	25.505	25.057	18.648	8.21	4.156	3.266	2.97	3.032	3.526	5.138	9.422	14.768

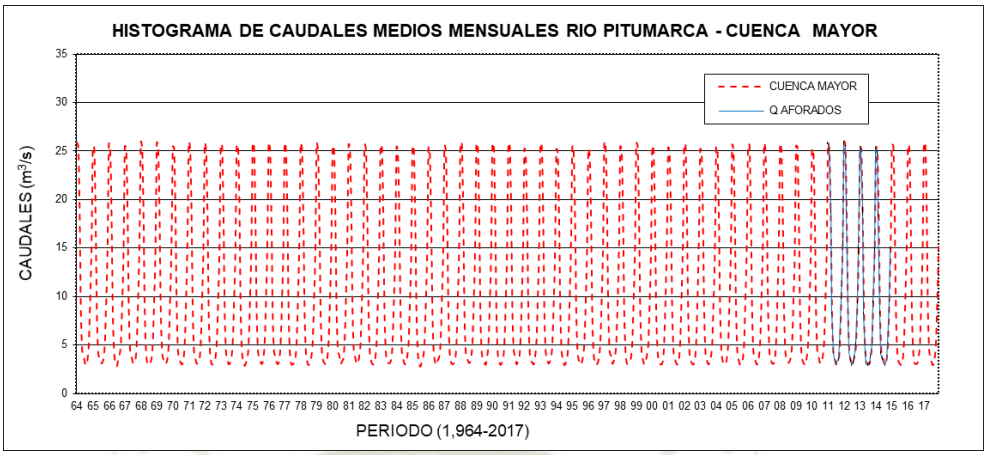
FUENTE: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

GRÁFICO N° 29: HISTOGRAMA DE CAUDALES OBSERVADOS Y GENERADOS DE LA CUENCA MAYOR THOMAS - FIERING



FUENTE: Elaboración Propia

5.3.5. SERIES SINTETICAS GENERADAS

Los resultados del cálculo de caudales mensuales generados según el método de tipo Estocástico Thomas – Fiering del periodo (1964-2017) se muestran en el Anexo N° 114 y Anexo N° 117.

5.3.6. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN SINTÉTICA GENERADA UTILIZANDO EL MODELO DE THOMAS – FIERING

De acuerdo al Ítem 5.2.6.1 descrito líneas arriba, los resultados del análisis estadístico se muestran en el Cuadro N° 54, donde se observa que el caudal promedio del caudal generado en la cuenca menor es igual a 7.957 m^3/s frente a los resultados del caudal medio registrado o aforado igual a 7.771 m^3/s, lo que demuestra que existe un acercamiento muy adecuado entre los caudales medios mensuales registrados y generados; sin embargo, al realizar una regresión simple entre dichos caudales, se ha obtenido un coeficiente de determinación $R^2 = 0.9999$.

Asimismo, para la cuenca mayor del río Pitumarca se ha obtenido un coeficiente de determinación $R^2 = 0.9999$.

Sus resultados al realizar el test estadístico entre los promedios y desviación estándar como se muestran en el Cuadro Nº 54 y Cuadro Nº 55 donde se observa que todos los caudales promedios y desviaciones estándar cumplen el test estadístico $t_c < t_t$.

Por lo tanto, el método de la generación de caudales medios mensuales generados han sido generados con una precisión satisfactoria; y en

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

consecuencia, el método constituye un instrumento apropiado para la determinación de caudales mensuales a partir de las características físicas de la cuenca y algunos aforos puntuales en la cuenca, como es el método de Thomas - Fiering (Scholz, 1980).

CUADRO N° 54: **COMPARACIÓN ESTADISTICA DE LOS CAUDALES REGISTRADOS Y GENERADOS THOMAS Y FIERING – CUENCA MENOR**

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Q0	19.109	18.821	14.062	6.187	3.139	2.558	2.267	2.339	2.713	3.884	7.148	11.240	7.789
QG	19.048	18.758	13.996	6.180	3.134	2.545	2.263	2.342	2.714	3.884	7.148	11.239	7.771
S0	0.198	0.267	0.334	0.088	0.059	0.192	0.081	0.102	0.109	0.060	0.146	0.280	8.578
SG	0.160	0.238	0.316	0.090	0.063	0.169	0.078	0.093	0.110	0.064	0.157	0.302	7.659
CV0	0.010	0.014	0.024	0.014	0.019	0.075	0.036	0.044	0.040	0.015	0.020	0.025	1.101
CVG	0.008	0.013	0.023	0.015	0.020	0.066	0.034	0.040	0.041	0.016	0.022	0.027	0.986
n	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Tc	1.749	1.303	1.049	0.419	0.426	0.372	0.244	0.145	0.045	0.014	0.013	0.023	0.012
Tt	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007
Fc	1.531	1.261	1.120	0.948	0.868	1.295	1.089	1.213	0.982	0.876	0.865	0.859	1.254
Ft	1.578	1.578	1.578	1.578	1.578	1.578	1.578	1.578	1.578	1.578	1.578	1.578	1.578
Q0 =QG	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
S0 =SG	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

$Q_{0=}$ Caudal observado $Q_{G=}$ Caudal generado $S_{0=}$ Desv.estd. de Q observados $S_{G=}$ Desv.estd. de Q generados

$CV_{0=}$ Coef. Varianza de datos observados CV_G Coef. Varianza de datos generados

$Q_0 = Q_G$ Comparacion estadistica de dos valores a la mei $S_0 = S_G$ Comparacion estadistica de dos valores a la desviación estandar

Probabilidad de significancia 5% = 95

CUADRO N° 55: **COMPARACIÓN ESTADISTICA DE LOS CAUDALES REGISTRADOS Y GENERADOS THOMAS Y FIERING – CUENCA MAYOR**

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Q0	25.574	25.190	18.819	8.281	4.201	3.423	3.034	3.131	3.631	5.198	9.567	15.043	10.424
QG	25.649	25.269	18.902	8.290	4.207	3.439	3.038	3.128	3.630	5.198	9.568	15.046	10.447
S0	0.265	0.358	0.448	0.117	0.079	0.257	0.109	0.137	0.146	0.080	0.195	0.375	8.578
SG	0.214	0.314	0.377	0.119	0.075	0.256	0.101	0.142	0.154	0.089	0.216	0.412	7.659
CV0	0.010	0.014	0.024	0.014	0.019	0.075	0.036	0.044	0.040	0.015	0.020	0.025	0.823
CVG	0.008	0.012	0.020	0.014	0.018	0.074	0.033	0.045	0.042	0.017	0.023	0.027	0.733
n	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Tc	1.620	1.225	1.037	0.415	0.402	0.315	0.213	0.103	0.035	0.005	0.024	0.034	0.014
Tt	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007
Fc	1.533	1.298	1.410	0.971	1.097	1.011	1.163	0.932	0.897	0.811	0.818	0.827	1.254
Ft	1.578	1.578	1.578	1.578	1.578	1.578	1.578	1.578	1.578	1.578	1.578	1.578	1.578
Q0 =QG	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
S0 =SG	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

$Q_{0=}$ Caudal observado $Q_{G=}$ Caudal generado $S_{0=}$ Desv.estd. de Q observados $S_{G=}$ Desv.estd. de Q generados

$CV_{0=}$ Coef. Varianza de datos observados CV_G Coef. Varianza de datos generados

$Q_0 = Q_G$ Comparacion estadistica de dos valores a la mei $S_0 = S_G$ Comparacion estadistica de dos valores a la desviación estandar

Probabilidad de significancia 5% = 95

5.3.7. ANÁLISIS DE PERSISTENCIA CON CAUDALES GENERADOS

Una vez realizada la generación de caudales medios mensuales por el modelo matemático tipo estocástico Thomas Fiering, se ha desarrollado el análisis de persistencia para los niveles del 50%, 75%, 90% y 95%.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CUADRO N° 56: **PERSISTENCIA DE CAUDALES GENERADOS MODELO THOMAS – FIERING DE LA CUENCA MENOR A NIVELES DEL 50%, 75%, 90% Y 95%**

PERSISTENCIA DE CAUDALES MENSUALES Y ANUALES GENERADOS DEL RIO PITUMARCA (m^3/s) - CUENCA MENOR												
P%	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
50	19.048	18.758	13.996	6.180	3.134	2.545	2.263	2.342	2.714	3.884	7.148	11.239
75	18.940	18.597	13.783	6.119	3.092	2.431	2.210	2.279	2.640	3.841	7.042	11.035
90	18.843	18.453	13.591	6.065	3.053	2.328	2.163	2.223	2.573	3.802	6.947	10.852
95	18.785	18.367	13.476	6.032	3.030	2.267	2.135	2.189	2.533	3.779	6.890	10.742

PERSISTENCIA DE VOLUMENES MENSUALES Y ANUALES GENERADOS DEL RIO PITUMARCA (MMC) - CUENCA MENOR												
P%	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
50	51.018	45.785	37.487	16.019	8.394	6.597	6.061	6.273	7.035	10.403	18.528	30.103
75	50.729	45.393	36.916	15.861	8.280	6.301	5.920	6.105	6.842	10.287	18.253	29.557
90	50.469	45.040	36.402	15.720	8.178	6.035	5.793	5.954	6.669	10.183	18.006	29.066
95	50.313	44.829	36.095	15.635	8.117	5.876	5.718	5.863	6.566	10.121	17.858	28.772

FUENTE: Elaboración propia

CUADRO N° 57: **PERSISTENCIA DE CAUDALES GENERADOS MODELO THOMAS – FIERING DE LA CUENCA MAYOR A NIVELES DEL 50%, 75%, 90% Y 95%**

PERSISTENCIA DE CAUDALES MENSUALES Y ANUALES GENERADOS DEL RIO PITUMARCA (m^3/s)												
P%	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
50	25.649	25.269	18.902	8.290	4.207	3.439	3.038	3.128	3.630	5.198	9.568	15.046
75	25.505	25.057	18.648	8.210	4.156	3.266	2.970	3.032	3.526	5.138	9.422	14.768
90	25.375	24.867	18.419	8.137	4.111	3.111	2.909	2.946	3.433	5.084	9.291	14.518
95	25.297	24.753	18.282	8.094	4.084	3.018	2.872	2.894	3.377	5.052	9.213	14.368

PERSISTENCIA DE VOLUMENES MENSUALES Y ANUALES GENERADOS DEL RIO PITUMARCA (MMC)												
P%	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
50	68.698	61.677	50.627	21.488	11.268	8.914	8.137	8.378	9.409	13.922	24.800	40.299
75	68.312	61.160	49.946	21.280	11.133	8.466	7.955	8.122	9.140	13.762	24.423	39.555
90	67.964	60.694	49.333	21.092	11.011	8.064	7.790	7.891	8.897	13.617	24.083	38.885
95	67.755	60.416	48.966	20.980	10.938	7.822	7.692	7.752	8.752	13.530	23.879	38.484

FUENTE: Elaboración propia

5.4. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS MODELOS DE LUTZ SCHOLZ Y MODELO DE THOMAS – FIERING

Una vez realizada las generaciones de caudales tanto de la cuenca menor o colectora y cuenca mayor del río Pitumarca, mediante el Modelo Matemático de Tipo Estocástico de Lutz Scholz y el Modelo de Tipo Estocástico Thomas – Fiering se relacionan los resultados, como se puede ver en el Cuadro N° 58 y Cuadro N° 59.

Al comparar los resultados desarrollados mediante el Modelo de Tipo Estocástico de Thomas – Fiering y modelo matemático estocástico de Lutz Scholz tiene aproximadamente mucha similitud; por lo tanto el Modelo Estocástico Thomas - Fiering presenta mejores resultados después de haber realizado el test estadístico. El Cuadro N° 58 y Cuadro N° 59 muestra estos resultados.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CUADRO N° 58: ANÁLISIS COMPARATIVO DE CAUDALES GENERADOS Y OBSERVADOS – CUENCA MENOR

	LUTZ SCHOLZ	THOMAS - FIERING	AFOROS
MEDIA	7.957	7.771	7.789
DESV.EST.	2.351	0.153	0.160
C.V	0.262	0.027	0.028

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 59: ANÁLISIS COMPARATIVO DE CAUDALES GENERADOS Y OBSERVADOS – CUENCA MAYOR

	LUTZ SCHOLZ	THOMAS - FIERING	AFOROS
MEDIA	10.069	10.447	10.424
DESV.EST.	2.984	0.206	0.214
C.V	0.267	0.028	0.028

Fuente: Elaboración propia

5.5. ANÁLISIS DE CAUDALES MÁXIMOS

5.5.1. INFORMACIÓN HISTÓRICA – METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

En el análisis de los Caudales Máximos, se empleara metodologías indirectas, utilizando precipitaciones máximas en 24 horas en cada una de las estaciones las mismas se encuentran ubicadas muy cerca de la zona de estudio. Las precipitaciones máximas mensuales se generaran mediante técnicas estadísticas hidrológicas para diferentes intervalos de retorno y posteriormente a intensidades máximas para varios periodos de retorno, haciendo uso de las distribuciones de Gumbel y Log Pearson Tipo III.

La secuencia del análisis desarrollada para hallar los caudales máximos para el río de Pitumarca – Cuenca Menor y rio Pitumarca – Cuenca Mayor se muestran del Cuadro Nº 60 al Cuadro N° 67.

En el análisis y cálculo de los caudales máximos para la cuenca menor y cuenca mayor del rio de Pitumarca, se está haciendo uso del Hidrograma Unitario Triangular - SCS, en la cual, esta metodología hace uso de las características geomorfológicas de la cuenca, como por ejemplo, pendiente del río, longitud del curso principal, superficie de la cuenca y el tiempo de concentración (Tc).

Además, es necesario conocer, que el tiempo de concentración es igual al tiempo de duración de la tormenta máxima, debido a que la cuenca del río de Pitumarca no posee registro de duración de tormentas.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Asimismo, el valor adoptado de coeficiente de escorrentía superficial es C=0.55 para la Cuenca Menor y C= 0.54 para la Cuenca Mayor y su resultado concuerda con este tipo de cuenca con relieves y características de zonas alto andinas. El análisis y cálculo de los caudales máximos para la cuenca menor y cuenca mayor se muestran del Anexo N° 118 al Anexo N° 135.

Finalmente, luego de utilizar el Hidrograma Triangular – SCS más la distribución de extremos (GUMBEL y LOG PEARSON TIPO III) se obtuvieron los caudales máximos para los distintos periodos de retorno los que se pueden apreciar en el Cuadro Nº 63 y Cuadro Nº 67 (Velásquez R, 2015).

CUADRO N° 60: **INTENSIDAD MÁXIMA SOBRE INTERVALOS DE RETORNO PREDETERMINADOS – CUENCA MENOR**

Tiempos de Retorno T	PRECIPITACIÓN MAX 24 HORAS	PRECIPITACIÓN MAX MENSUAL	INTENSIDADES		A	A_T	B_T
			24 Horas (I_T)	1 Mes (I_T)			
1.01	20.72	163.14	0.0144	0.0038	-0.3934	-0.3933	-1.3810
2	30.27	238.56	0.0210	0.0055	-0.3930	-0.3933	-1.0021
5	35.72	281.40	0.0248	0.0065	-0.3931	-0.3933	-0.8365
10	39.14	308.28	0.0272	0.0071	-0.3932	-0.3933	-0.7451
25	43.30	340.99	0.0301	0.0079	-0.3932	-0.3933	-0.6441
50	46.30	364.59	0.0322	0.0084	-0.3933	-0.3933	-0.5771
100	49.23	387.59	0.0342	0.0090	-0.3933	-0.3933	-0.5158
475	55.63	437.95	0.0386	0.0101	-0.3933	-0.3933	-0.3935
500	55.84	439.58	0.0388	0.0102	-0.3933	-0.3933	-0.3898
1000	58.64	461.59	0.0407	0.0107	-0.3934	-0.3933	-0.3409
5000	65.07	512.13	0.0452	0.0119	-0.3934	-0.3933	-0.2367
10000	67.82	533.73	0.0471	0.0124	-0.3935	-0.3933	-0.1953

FUENTE: Elaboración propia

CUADRO N° 61: **LAMINA DE LLUVIA (mm) PARA DIFERENTES DURACIONES (t) E INTERVALOS DE RETORNO (T) – CUENCA MENOR**

T Años	MINUTOS (t)											
	0.08	0.17	0.25	0.33	0.42	0.50	0.58	0.67	0.75	0.83	1.00	2.00
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	120
1.01	0.67	1.02	1.30	1.55	1.77	1.98	2.17	2.36	2.53	2.70	3.01	4.59
2	0.97	1.48	1.90	2.26	2.59	2.89	3.17	3.44	3.70	3.94	4.40	6.70
5	1.15	1.75	2.24	2.67	3.05	3.41	3.75	4.06	4.36	4.65	5.19	7.91
10	1.26	1.92	2.45	2.92	3.35	3.74	4.10	4.45	4.78	5.10	5.69	8.67
25	1.39	2.12	2.72	3.23	3.70	4.13	4.54	4.92	5.29	5.64	6.30	9.59
50	1.49	2.27	2.90	3.46	3.96	4.42	4.85	5.26	5.65	6.03	6.73	10.25
100	1.59	2.41	3.09	3.68	4.21	4.70	5.16	5.60	6.01	6.41	7.16	10.90
475	1.79	2.73	3.49	4.15	4.76	5.31	5.83	6.33	6.79	7.24	8.09	12.32
500	1.80	2.74	3.50	4.17	4.77	5.33	5.85	6.35	6.82	7.27	8.12	12.36
1000	1.89	2.88	3.68	4.38	5.01	5.60	6.15	6.67	7.16	7.63	8.53	12.98
5000	2.10	3.19	4.08	4.86	5.56	6.21	6.82	7.40	7.95	8.47	9.46	14.41
10000	2.18	3.33	4.25	5.06	5.80	6.48	7.11	7.71	8.28	8.83	9.86	15.02

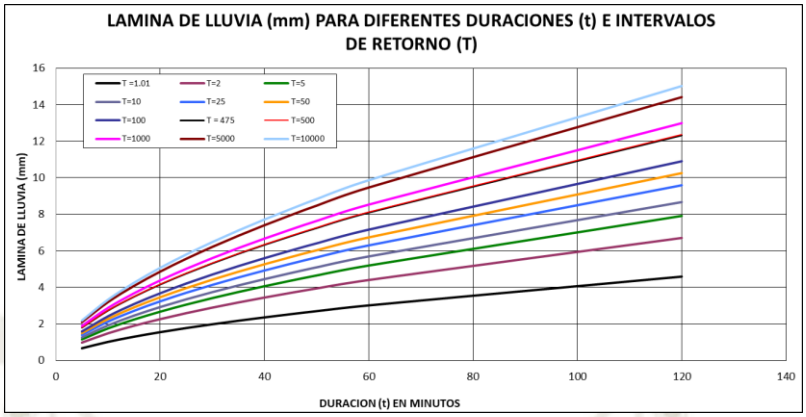
FUENTE: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

GRÁFICO N° 30: LAMINA DE LLUVIA (mm) PARA DIFERENTES DURACIONES (t) E INTERVALOS DE RETORNO (T) – CUENCA MENOR



FUENTE: Elaboración propia

CUADRO N° 62: INTENSIDAD (mm/min) DE LLUVIA PARA DIFERENTES DURACIONES (t) E INTERVALOS DE RETORNO (T) –CUENCA MENOR

T Años	INTENSIDAD (mm/min)											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	120
1.01	0.13	0.10	0.09	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.04
2	0.19	0.15	0.13	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.06
5	0.23	0.18	0.15	0.13	0.12	0.11	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09	0.07
10	0.25	0.19	0.16	0.15	0.13	0.12	0.12	0.11	0.11	0.10	0.09	0.07
25	0.28	0.21	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.12	0.11	0.10	0.08
50	0.30	0.23	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.13	0.12	0.11	0.09
100	0.32	0.24	0.21	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.13	0.12	0.09
475	0.36	0.27	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.10
500	0.36	0.27	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.15	0.14	0.10
1000	0.38	0.29	0.25	0.22	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.11
5000	0.42	0.32	0.27	0.24	0.22	0.21	0.19	0.18	0.18	0.17	0.16	0.12
10000	0.44	0.33	0.28	0.25	0.23	0.22	0.20	0.19	0.18	0.18	0.16	0.13

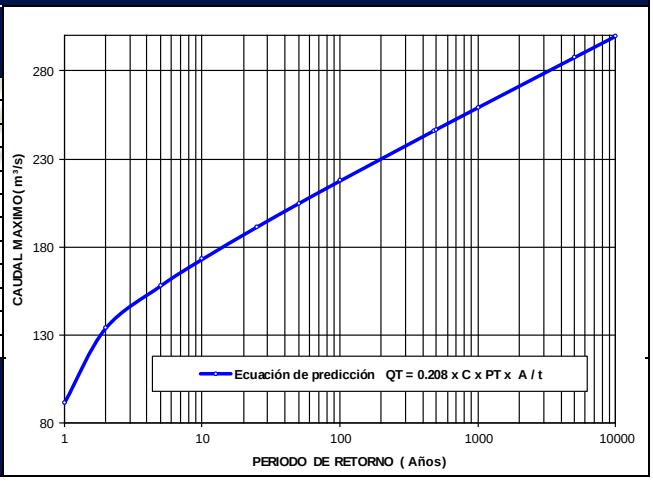
FUENTE: Elaboración propia

CUADRO N° 63: CAUDALES MÁXIMOS RIO PITUMARCA – CUENCA MENOR

C A U D A L E S M Á X I M O S R Í O P I T U M A R C A - C U E N C A M E N O R
MÉTODO HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR S.C.S.
DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO

T Años	I_T mm/min	P_T mm	Q_T m³/s
1.01	0.03	7.17	91.550
2	0.04	10.47	133.725
5	0.05	12.36	157.800
10	0.05	13.54	172.903
25	0.06	14.98	191.283
50	0.06	16.02	204.538
100	0.07	17.03	217.457
475	0.08	19.25	245.753
500	0.08	19.32	246.673
1000	0.08	20.29	259.042
5000	0.09	22.51	287.468
10000	0.09	23.46	299.624

$Ln\ I_{475} = - 0.3933 \times Ln\ t - 0.5158$;
$P_T = I \times t = 19.25$ mm;
C = 0.548; t = 4.17 h; Area = 514.2 Km²



FUENTE: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CUADRO N° 64: INTENSIDAD MÁXIMA SOBRE INTERVALOS DE RETORNO PREDETERMINADOS – CUENCA MAYOR

Tiempos de Retorno T	PRECIPITACIÓN MAX 24 HORAS	PRECIPITACIÓN MAX MENSUAL	INTENSIDADES		A	A_T	B_T
			24 Horas (I_T)	1 Mes (I_T)			
1.01	20.60	158.58	0.0143	0.0037	-0.3999	-0.4021	-1.3230
2	30.25	232.16	0.0210	0.0054	-0.4008	-0.4021	-0.9387
5	35.77	273.97	0.0248	0.0063	-0.4014	-0.4021	-0.7711
10	39.24	300.21	0.0272	0.0069	-0.4017	-0.4021	-0.6786
25	43.46	332.14	0.0302	0.0077	-0.4020	-0.4021	-0.5765
50	46.50	355.17	0.0323	0.0082	-0.4022	-0.4021	-0.5087
100	49.47	377.62	0.0344	0.0087	-0.4024	-0.4021	-0.4469
475	55.97	426.79	0.0389	0.0099	-0.4027	-0.4021	-0.3234
500	56.18	428.39	0.0390	0.0099	-0.4027	-0.4021	-0.3196
1000	59.03	449.88	0.0410	0.0104	-0.4029	-0.4021	-0.2702
5000	65.56	499.23	0.0455	0.0116	-0.4031	-0.4021	-0.1652
10000	68.36	520.33	0.0475	0.0120	-0.4032	-0.4021	-0.1234

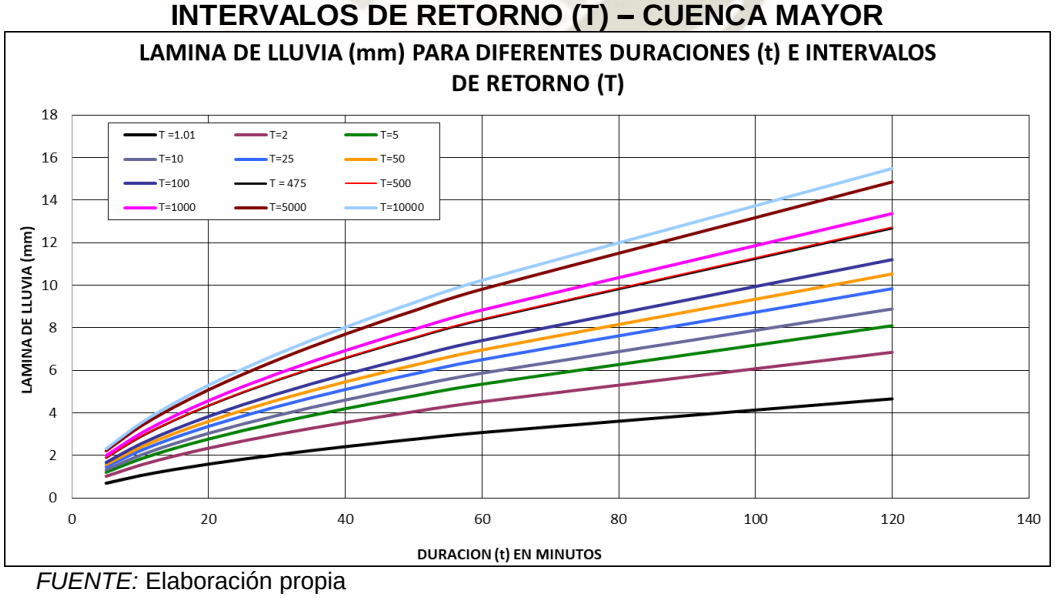
FUENTE: Elaboración propia

CUADRO N° 65: LAMINA DE LLUVIA (mm) PARA DIFERENTES DURACIONES (t) E INTERVALOS DE RETORNO (T) – CUENCA MAYOR

T Años	MINUTOS (t)											
	0.08	0.17	0.25	0.33	0.42	0.50	0.58	0.67	0.75	0.83	1.00	2.00
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	120
1.01	0.70	1.06	1.34	1.60	1.82	2.04	2.23	2.42	2.59	2.76	3.08	4.66
2	1.02	1.55	1.97	2.35	2.68	2.99	3.28	3.55	3.81	4.06	4.52	6.85
5	1.21	1.83	2.34	2.77	3.17	3.53	3.88	4.20	4.50	4.80	5.35	8.10
10	1.33	2.01	2.56	3.04	3.48	3.88	4.25	4.60	4.94	5.26	5.87	8.88
25	1.47	2.23	2.84	3.37	3.85	4.29	4.71	5.10	5.47	5.83	6.50	9.84
50	1.57	2.38	3.04	3.61	4.12	4.59	5.04	5.46	5.85	6.24	6.95	10.52
100	1.67	2.53	3.23	3.84	4.38	4.89	5.36	5.81	6.23	6.63	7.40	11.20
475	1.89	2.87	3.65	4.34	4.96	5.53	6.06	6.57	7.05	7.51	8.37	12.67
500	1.90	2.88	3.67	4.36	4.98	5.55	6.09	6.59	7.07	7.53	8.40	12.72
1000	2.00	3.02	3.85	4.58	5.23	5.83	6.40	6.93	7.43	7.92	8.83	13.36
5000	2.22	3.36	4.28	5.08	5.81	6.48	7.10	7.69	8.26	8.79	9.80	14.84
10000	2.31	3.50	4.46	5.30	6.06	6.75	7.41	8.02	8.61	9.17	10.22	15.47

FUENTE: Elaboración propia

GRAFICO N° 31: LAMINA DE LLUVIA (mm) PARA DIFERENTES DURACIONES (t) E INTERVALOS DE RETORNO (T) – CUENCA MAYOR



FUENTE: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CUADRO N° 66: INTENSIDAD (mm/min) DE LLUVIA PARA DIFERENTES DURACIONES (t) E INTERVALOS DE RETORNO (T) – CUENCA MAYOR

T Años	INTENSIDAD (mm/min)											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	120
1.01	0.14	0.11	0.09	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.04
2	0.20	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.06
5	0.24	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.10	0.09	0.07
10	0.27	0.20	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.12	0.11	0.11	0.10	0.07
25	0.29	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.13	0.12	0.12	0.11	0.08
50	0.31	0.24	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.14	0.13	0.12	0.12	0.09
100	0.33	0.25	0.22	0.19	0.18	0.16	0.15	0.15	0.14	0.13	0.12	0.09
475	0.38	0.29	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17	0.16	0.16	0.15	0.14	0.11
500	0.38	0.29	0.24	0.22	0.20	0.19	0.17	0.16	0.16	0.15	0.14	0.11
1000	0.40	0.30	0.26	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17	0.17	0.16	0.15	0.11
5000	0.44	0.34	0.29	0.25	0.23	0.22	0.20	0.19	0.18	0.18	0.16	0.12
10000	0.46	0.35	0.30	0.27	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.13

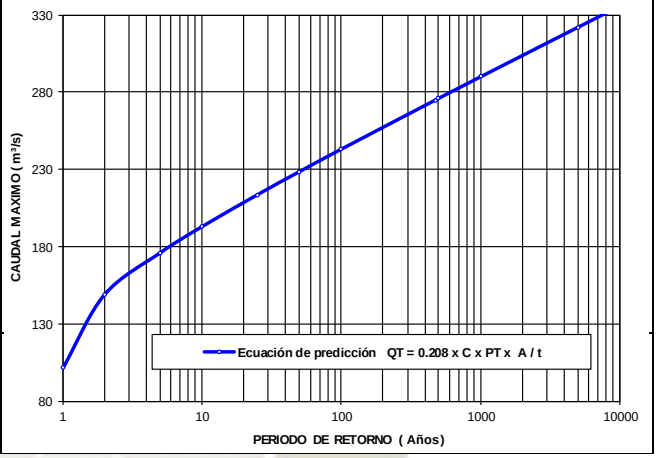
FUENTE: Elaboración propia

CUADRO N° 67: CAUDALES MÁXIMOS RIO PITUMARCA – CUENCA MAYOR

CAUDALES MÁXIMOS RIO PITUMARCA - CUENCA MAYOR
MÉTODO HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR S.C.S.
DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO

T Años	I_T mm/min	P_T mm	Q_T m^3/s
1.01	0.02	9.57	101.080
2	0.04	14.06	148.444
5	0.04	16.62	175.533
10	0.05	18.23	192.540
25	0.05	20.19	213.247
50	0.05	21.61	228.187
100	0.06	22.99	242.752
475	0.07	26.01	274.665
500	0.07	26.11	275.702
1000	0.07	27.43	289.657
5000	0.08	30.46	321.739
10000	0.08	31.76	335.462

$Ln\ I_{475} = - 0.4021 \times Ln\ t - 0.4469$;
$P_T = I \times t = 26.01$ mm;
$C = 0.541$; $t = 6.66$ h; Area = 688.18 Km^2



FUENTE: Elaboración propia

5.6. ANÁLISIS DE SEQUIAS

Las sequias conocidos como los valores mínimos de los promedios diarios de una variable hidrológica como la escorrentía.

El estudio de los caudales mínimos con fines de predicción es importante en la construcción de plantas hidroeléctricas, represas, obras de riego, reservorios, entre otros y es decisivo en la solución de problemas originados por la contaminación ambiental (PLAN MERISS, 2013).

5.6.1. INFORMACIÓN BÁSICA – METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

La información básica requerida en el presente estudio son los valores mínimos de la serie de caudales medios mensuales generados del periodo 1964 – 2017 del rio Pitumarca para la cuenca menor y cuenca mayor, aplicando la distribución de Gumbel Tipo I, cuya ecuación se muestra a continuación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$F(y) = E + (\theta - E) \times e^{(w \times L)}$$

Dónde:

F (y) = Probabilidad dada por la curva de caudales mínimos clasificados

E = Sequía mínima, **θ** = Sequía característica, **W** = Variable reducida

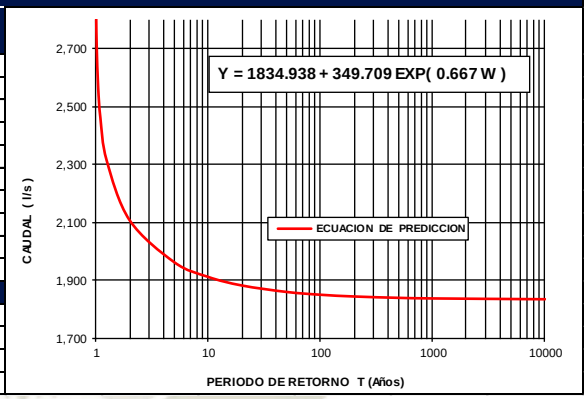
L = Parámetro, **e** = Número neperiano

El análisis y cálculo de los caudales mínimos seleccionados anualmente del rio Pitumarca obtenidos del periodo 1964 – 2017, se muestra en el Anexo N° 136 y Anexo N° 137. La predicción de los caudales mínimos para los distintos periodos de retorno del rio Pitumarca se muestra en el Cuadro N° 68 y Cuadro N° 69 (PLAN MERISS, 2013).

CUADRO N° 68: **CAUDAL MÍNIMO DEL RIO PITUMARCA – CUENCA MENOR**

CAUDALES MÍNIMOS RIO PITUMARCA - CUENCA MENOR
METODO GUMBEL TIPO I

ITEM	P (%)	T (años)	W	Q.Mín. (l/s)
1	0.010	1.01	1.529	2805
2	0.020	1.02	1.369	2707
3	0.048	1.05	1.113	2570
4	0.091	1.10	0.875	2462
5	0.200	1.25	0.476	2315
6	0.500	2.0	-0.367	2109
7	0.800	5.0	-1.500	1964
8	0.900	10.0	-2.250	1913
9	0.950	20.0	-2.970	1883
10	0.980	50.0	-3.902	1861
11	**0.990**	**100.0**	**-4.600**	**1851**
12	0.995	200.0	-5.296	1845
13	0.998	500.0	-6.214	1840
14	0.999	1000.0	-6.907	1838
15	1.000	10000.0	-9.210	1836

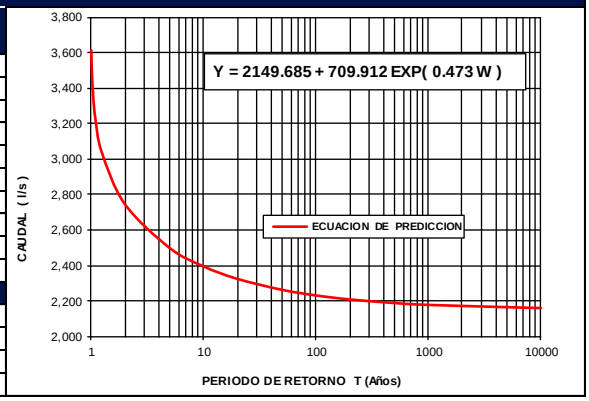


FUENTE: Elaboración propia

CUADRO N° 69: **CAUDAL MÍNIMO DEL RIO PITUMARCA – CUENCA MAYOR**

CAUDALES MINIMOS RIO PITUMARCA - CUENCA MAYOR
METODO GUMBEL TIPO I

ITEM	P (%)	T (años)	W	Q.Mín. (l/s)
1	0.010	1.01	1.529	3613
2	0.020	1.02	1.369	3506
3	0.048	1.05	1.113	3352
4	0.091	1.10	0.875	3223
5	0.200	1.25	0.476	3039
6	0.500	2.0	-0.367	2747
7	0.800	5.0	-1.500	2499
8	0.900	10.0	-2.250	2395
9	0.950	20.0	-2.970	2324
10	0.980	50.0	-3.902	2262
11	**0.990**	**100.0**	**-4.600**	**2230**
12	0.995	200.0	-5.296	2208
13	0.998	500.0	-6.214	2187
14	0.999	1000.0	-6.907	2177
15	1.000	10000.0	-9.210	2159



FUENTE: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.7. ANALISIS DE CAUDALES DE DISEÑO

Una de las necesidades del diseñador de las obras hidráulicas, es determinar el caudal de diseño, por ello, se ha adoptado un periodo de retorno de T=100 años para infraestructuras de menor riesgo (bocatomas, obras de arte) y T=475 años para infraestructuras de mayor riesgo (presas); Con esta premisa, se ha considerado **una vida útil 30 años y un riesgo de falla del R = 25%** para infraestructuras de menor riesgo o costo. Y una **vida útil de 50 años** para el caso de obras de mayor riesgo o importancia como presas **y un riesgo de falla R=10%.**

Del análisis realizado para los caudales de diseño se tienen los siguientes resultados: El caudal de diseño para el río Pitumarca en el punto de control de la Cuenca Mayor alcanza un caudal máximo de diseño de 29.558 m³/s. En el ***Cuadro Nº 70,*** se puede apreciar que en la columna 2 representa la vida esperada y/o vida útil del proyecto y esta varía entre 20 a 50 años, en la columna 3 se muestra el riesgo de falla en porcentaje y varía de 5% a 25%; en la columna 4 se muestra el tiempo de retorno en años para cada vida útil y riesgo de falla; y en la columna 6 se muestran los **caudales de diseño** para cada vida útil (en años), riesgo de falla (%) y para cada tiempo de retorno (años) del proyecto (Velásquez R, 2015).

***CUADRO N° 70*: CAUDALES DE DISEÑO PARA UN RIESGO DE FALLA Y UNA VIDA ESPERADA RIO PITUMARCA**

ITEM	VIDA ESPERADA DEL PROYECTO y/o VIDA UTIL (AÑOS)	RIESGO DE FALLA (%)	TIEMPO DE RETORNO (T) (AÑOS)	PROBABILIDAD (P) (P=1/T) (%)	CAUDAL DE DISEÑO (m^3/s)
1	20	10	190	0.00525	31.376
2	25	10	238	0.00421	32.062
3	30	10	285	0.00351	32.610
4	40	10	380	0.00263	33.484
5	50	10	475	0.00210	34.159
6	20	25	70	0.01428	28.305
7	25	25	87	0.01144	28.978
8	30	25	105	0.00954	29.558
9	40	25	140	0.00717	30.442
10	50	25	174	0.00574	31.107
	CAUDAL DE DISEÑO PROPUESTO				

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPITULO VI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

6. USO Y DEMANDA ACTUAL DE AGUA EN LA CUENCA

6.1. ASPECTOS GENERALES

La demanda de agua actual en la cuenca del rio Pitumarca viene a ser la cantidad de agua necesaria para satisfacer las necesidades de agua en uso agrícola, uso poblacional y uso pecuario.

6.2. CONSUMO ACTUAL DE AGUA EN LA CUENCA

6.2.1. USO AGRÍCOLA DEL AGUA

Para que los cultivos desarrollen su máximo potencial productivo, el riego constituye la fuente principal de consumo de agua por lo que su uso forma parte decisiva para el desarrollo de la cuenca del rio Pitumarca.

En base a las áreas de cultivo disponibles en la cuenca, se ha programado la cedula de cultivo de acuerdo al período vegetativo de cada especie existente en la cuenca de Pitumarca. Información obtenida Plan Meriss Inka 2013 (Instituto Nacional de Recursos Naturales INRENA, 2010).

La demanda hídrica para el uso agrícola, proviene del análisis en campo, la misma que es representada por una cédula de cultivo, la misma que se puede apreciar en el Gráfico N° 32 y que muestra el calendario de siembra y cosecha (PLAN MERISS, 2013).

GRAFICO N° 32: **CEDULA DE CULTIVOS (CALENDARIO DE SIEMBRA Y COSECHA)**

AREA PARCIAL (ha)	AREA (ha)	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	AREA PARCIAL (%)	%
566.0	566.0			Maiz blanco (grano) 566.0 ha. (20.0%)										20.0	20.0
283.0	849.0		Maiz choclo 283.0 ha. (10.0%)											10.0	30.0
283.0	1,132.0				Papa Siembra Grande 283.0 ha. (10.0%)									10.0	40.0
141.5	1,273.5		Papa Siembra Temprana 141.5 ha. (5.0%)						Cebada forrajera 141.5 ha. (5.0%)					5.0	45.0
424.5	1,698.0			Quinua 424.5 ha. (15.0%)										15.0	60.0
141.5	1,839.5		Haba Verde 141.5 ha. (5.0%)						Hortalizas 141.5 ha. (5.0%)					5.0	65.0
141.5	1,981.0		Hortalizas 141.5 ha. (5.0%)					Cebada forrajera 141.5 ha. (5.0%)						5.0	70.0
424.5	2,405.5		Ryegrass italiano + Trebol rojo 424.5 ha. (15.0%)											15.0	85.0
424.5	2,830.0		Alfalfa + Dactilo 424.5 ha. (15.0%)											15.0	100.0
2,830.0		990.5	2,075.3	2,122.5	2,782.8	2,830.0	2,688.5	2,547.0	2,830.0	2,594.2	2,547.0	1,556.5	1,132.0	**100.0**	

Fuente: Elaboración Plan Meriss Inka 2013

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Según la cedula de cultivo se plantea adoptar un sistema de riego tecnificado por aspersión que dotará un riego durante las 24 horas. El módulo de riego para el mes de máxima demanda asciende a 0.71 l/s/ha., que corresponde al mes de septiembre, con una demanda de agua de 2010 l/s, la demanda hídrica agrícola se puede observar en el Cuadro N°71. Este sistema de riego irrigará 2,830.00 ha (PLAN MERISS, 2013).

CUADRO N° 71: **DEMANDA HIDRICA AGRICOLA**

DEMANDA HÍDRICA AGRICOLA													
PARAMETRO	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	TOTAL
Area Cultivada Mensual (ha)	1,415.0	2,264.0	2,830.0	2,830.0	2,830.0	2,830.0	2,688.5	2,547.0	2,547.0	1,556.5	1,132.0	1,132.0	2,830.0
Kc Ponderado	0.9	0.9	0.8	0.8	1.0	0.9	1.0	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	-
Eto (mm)	107.4	117.6	125.0	132.4	132.4	121.3	108.8	97.6	104.8	103.6	106.7	100.6	1,358.1
ETR(mm)	99.2	100.3	97.4	106.7	125.9	113.9	103.9	82.9	80.5	85.3	97.1	96.5	1,189.6
PE 75% (mm)	1.12	4.25	13.13	38.41	50.41	75.76	84.82	81.36	75.02	34.62	4.97	0.00	463.9
Consumo Teórico(mm)	98.1	96.0	84.3	68.3	75.5	38.2	19.1	1.5	5.5	50.7	92.1	96.5	725.7
Demanda Unitaria Neta (m3/ha)	980.8	960.4	842.9	683.1	754.7	381.5	190.8	15.0	55.0	507.0	920.9	964.9	7,256.9
Eficiencias de riego (%) 0.98 * 0.94 * 0.70	64.5	64.5	64.5	64.5	64.5	64.5	64.5	64.5	64.5	64.5	64.5	64.5	64.5
Demanda Bruta de Agua (mm/ha)	152.1	148.9	130.7	105.9	117.0	59.2	29.6	2.3	8.5	78.6	142.8	149.6	93.8
N° Dias /mes	31.0	31.0	30.0	31.0	30.0	31.0	31.0	28.0	31.0	30.0	31.0	30.0	365.0
Nº de Horas del día	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0
Módulo de Riego (l/s/ha) Ficticio	0.57	0.56	0.50	0.40	0.45	0.22	0.11	0.01	0.03	0.30	0.53	0.58	-
Caudal a captar (Q= l/s (1)	1,131	1,773	2,010	1,576	1,799	880	418	35	114	665	850	920	1,014

Fuente: Elaboración propia

6.2.2. DEMANDA DE AGUA PARA CONSUMO POBLACIONAL

Para conocer la demanda de agua para consumo poblacional se debe de contar con la información de la población de la zona de estudio, donde de acuerdo al último censo realizado el año 2017 la población por comunidades y anexos de los distritos de Checacupe y Pitumarca asciende a 11,890 habitantes.

En base a la información poblacional distrital de la cuenca se ha estimado la demanda poblacional considerando una dotación diaria de agua de 70 l/hab/día. Esta demanda se puede ver en el Cuadro N°72 (IMA - Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente, 2006).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CUADRO N° 72: **DEMANDA HÍDRICA POBLACIONAL**

DEMANDA HÍDRICA		
MES	POBLACIONAL	
	l/s	MMC
JUL	9.63	0.026
AGO	9.63	0.026
SET	9.63	0.025
OCT	9.63	0.026
NOV	9.63	0.025
DIC	9.63	0.026
ENE	9.63	0.026
FEB	9.63	0.023
MAR	9.63	0.026
ABR	9.63	0.025
MAY	9.63	0.026
JUN	9.63	0.025
TOTAL	9.63	0.304

Dotación Poblacional Diario = 70 l/hab/dia

Fuente: Elaboración propia

6.2.3. OTROS CONSUMOS DE AGUA

6.2.3.1. USO PECUARIO

Como se sabe el alimento para el ganado depende exclusivamente de los pastos naturales. En el Cuadro N°73 se presenta un estimado de la demanda de agua de las principales especies pecuarias. Donde la población pecuaria, proviene de la tenencia de ganado vacuno de la población pecuaria, que asciende a 4,938 cabezas de ganado vacuno (IMA - Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente, 2006).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CUADRO N° 73: DEMANDA HÍDRICA PECUARIA

DEMANDA HíDRICA		
MES	PECUARIO	
	l/s	MMC
JUL	2.00	0.005
AGO	2.00	0.005
SET	2.00	0.005
OCT	2.00	0.005
NOV	2.00	0.005
DIC	2.00	0.005
ENE	2.00	0.005
FEB	2.00	0.005
MAR	2.00	0.005
ABR	2.00	0.005
MAY	2.00	0.005
JUN	2.00	0.005
TOTAL	2.00	0.063

Dotación Pecuaria Diaria = 35 l/Vac/dia

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 74: DEMANDA HÍDRICA POBLACIONAL Y PECUARIA

DEMANDA HíDRICA					DEMANDA TOTAL	
MES	POBLACIONAL		PECUARIO			
	l/s	MMC	l/s	MMC	l/s	MMC
JUL	9.63	0.026	2.00	0.005	11.63	0.031
AGO	9.63	0.026	2.00	0.005	11.63	0.031
SET	9.63	0.025	2.00	0.005	11.63	0.030
OCT	9.63	0.026	2.00	0.005	11.63	0.031
NOV	9.63	0.025	2.00	0.005	11.63	0.030
DIC	9.63	0.026	2.00	0.005	11.63	0.031
ENE	9.63	0.026	2.00	0.005	11.63	0.031
FEB	9.63	0.023	2.00	0.005	11.63	0.028
MAR	9.63	0.026	2.00	0.005	11.63	0.031
ABR	9.63	0.025	2.00	0.005	11.63	0.030
MAY	9.63	0.026	2.00	0.005	11.63	0.031
JUN	9.63	0.025	2.00	0.005	11.63	0.030
TOTAL	9.63	0.304	2.00	0.063	11.63	0.367

Dotación Poblacional Diario = 70 l/hab/dia Dotación Pecuaria Diaria = 35 l/Vac/dia

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPITULO VII

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

7. BALANCE HÍDRICO

7.1. ASPECTOS GENERALES

El balance hídrico o comparación entre la oferta y la demanda hídrica de una cuenca, es llegar a saber si existe un déficit y/o exceso del recurso hídrico (Instituto Nacional de Recursos Naturales INRENA, 2010).

7.2. DISPONIBILIDAD HÍDRICA

7.2.1. APORTE DE AGUA SUPERFICIAL DE RÍO

Del análisis realizado para el rio Pitumarca en la cuenca menor o cuenca colectora y cuenca mayor, la disponibilidad hídrica al 50% y 75% de persistencia, se muestran en el Cuadro N° 75 y Cuadro N° 76 respectivamente. Para la oferta hídrica se utiliza el caudal generado por el Modelo de Tipo Estocástico de Thomas – Fiering ya que presenta mejores resultados al Modelo Matemático de Tipo Estocástico de Lutz Scholz (PLAN MERISS, 2013).

CUADRO N° 75: OFERTA HÍDRICA AL 50% Y 75% DE PERSISTENCIA RÍO PITUMARCA – CUENCA MENOR

Q %	CAUDALES DISPONIBLES CUENCA MENOR (m³/s)												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Q. al 50%	19.048	18.758	13.996	6.180	3.134	2.545	2.263	2.342	2.714	3.884	7.148	11.239	7.771
Q. al 75%	18.940	18.597	13.783	6.119	3.092	2.431	2.210	2.279	2.640	3.841	7.042	11.035	7.667
Q %	VOLUMEN (MMC)												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Q. al 50%	51.018	45.785	37.487	16.019	8.394	6.597	6.061	6.273	7.035	10.403	18.528	30.103	20.422
Q. al 75%	50.729	45.393	36.916	15.861	8.280	6.301	5.920	6.105	6.842	10.287	18.253	29.557	20.150

Fuente: Elaboración propia MMC = MILLONES DE METROS CUBICOS

***CUADRO N° 76:* OFERTA HÍDRICA AL 50% Y 75% DE PERSISTENCIA RÍO PITUMARCA – CUENCA MAYOR**

P %	CAUDALES DISPONIBLES CUENCA MAYOR (m³/s)												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Q. al 50%	25.649	25.269	18.902	8.290	4.207	3.439	3.038	3.128	3.630	5.198	9.568	15.046	10.447
Q. al 75%	25.505	25.057	18.648	8.210	4.156	3.266	2.970	3.032	3.526	5.138	9.422	14.768	10.308
P %	VOLUMEN (MMC)												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Q. al 50%	68.698	61.677	50.627	21.488	11.268	8.914	8.137	8.378	9.409	13.922	24.800	40.299	27.455
Q. al 75%	68.312	61.160	49.946	21.280	11.133	8.466	7.955	8.122	9.140	13.762	24.423	39.555	27.090

Fuente: Elaboración propia MMC = MILLONES DE METROS CUBICOS

Adicionalmente existen manantiales y quebradas con escorrentía permanente, los cuales son destinados para la actividad pecuaria. Sin embargo, debo aclarar que los aportes de los manantiales y quebradas

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

no entran a cubrir como oferta hídrica del rio Pitumarca, sino como fuente para uso poblacional y pecuario.

El inventario del recurso hídrico tanto de las fuentes hídricas de las quebradas y manantes existentes dentro de la cuenca se muestra en el Cuadro N° 77 y Cuadro N° 78 (IMA - Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente, 2006).

CUADRO N° 77: **OFERTA HÍDRICA MANANTES**

MANANTES	CAUDAL Q(l/s)	UBICACIÓN		
		DISTRITO	COMUNIDAD	SECTOR
Aruri-1	3.00	PITUMARCA	Chilca	Aruni
Aruri-2	4.00			
Llocllasa	2.00			llocllasca
MiskyPuquio	2.00			Chilca
Pucco-1	1.50		Pampachiri	Hanchimpacha
Pucco-2	1.00			
Pucco-3	3.00			
Huaycocancha	1.00			
Matunpujio	4.50			
jatun Ojo	3.00			
Pucco-Patahuasi	1.50			Patahuasi
Oqororuyoq	2.50		Ananiso	Mulla
Patachiwita	0.50		Uchullucllo	Chiwita
Mayoccocho	0.50			
Huayllapujio	1.50		Japurasuyo	Janacancha
Oqe`romi	2.00		Osefina	Osefina
Yanamachay	1.50			
Ccoripuquio	0.25		Karwi	Karwi
Huamancunca	1.33		Pitumarca	Huasapampa
Marcuni - Pata	3.00			
Pampacallac	0.30			
Ccaccasiki	1.50			Pucutuni
Sallapunko - 01	0.40		Sallani	Sallapunko
Sallapunko - 02	0.30			
Sallapunko - 03	0.50			
Coyayacpujio	0.50	Checacupe	Checacupe	Ccañocota
Coyacpujio	0.50			
Queuñayochuayco	0.50			
Llaullinayochuayc	1.00			
TOTAL Q. MANANTES	**45.08**			

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CUADRO N° 78: OFERTA HÍDRICA QUEBRADAS

QUEBRADAS	CAUDAL Q(l/s)	UBICACIÓN		
		DISTRITO	COMUNIDAD	SECTOR
Misquiunuj	142.00	PITUMARCA	Chilca	Aruri
Jascounuj	337.00			Llocllosca
Corimayo	30.00			Chilca
Ausangate	635.00		Pampachiri	Arcatauri
Quiullacocha	25.00			Hanchipacha
Chullunquia	10.00			
Hanchipacha	1.50			
Patapata	1.00			
Marcarani	15.00			
Jatun Ojo	17.00			
Livipampa	3.00		Pitumarca	
S/n	2.00			
Labramani	348.00		Japurasuyo	Janacancha
Japurasuyo	7.50			
Hatunhuayco	4.50			
Panteñeque	1.50		Pampachiri	Japurasuyo
Quellca Japura	2.00			Japura Qquelcca
Quinraya	3.00		Ananiso	Ananiso
Ananiso	25.00			
Ccaccachaca	180.00			Ccaccachaca
Ccanccahua	83.00			
Munaypata	21.00			Chaupihuasi
Quille	17.00			Bilulloc - Killit
Cconcha	20.00			A Ccocha
Ccorachiwita	9.00		Uchullucllo	Ccorachiwita
Ccorachiwita	7.00			Chiwita
Uchullucllo	30.00			
Pachachani	30.00		Osefina	Osefina
Unowise	2.50		Labraco	Iñapata
Labraco	190.00			Labraco
Quispilloc	2.00		Uchullucllo	Karwi
Pucutune	8.00		Pitumarca	Huasapampa
Pucutuni	2.00			Pucutuni
Chacco	15.00			Pampachiri
Pampareja	0.50			Huatabamba
Huasaojo	0.30			
Llantahui	6.00			
Callac	0.50			
TOTAL Q. QUEBRADAS	**2009.50**			

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

7.3. BALANCE HÍDRICO DE LA CUENCA

Para el balance hídrico para uso poblacional y pecuario se determinó utilizando como fuente hídrica los manantes y quebradas con un escorrentía permanente, se muestra en el Cuadro N° 79 se puede observar que la demanda hídrica poblacional y pecuaria puede ser abastecida con la oferta hídrica de los manantes.

CUADRO N° 79: **BALANCE HÍDRICO PARA EL USO POBLACIONAL Y PECUARIO**

MES	OFERTA HIDRICA				OFERTA TOTAL		DEMANDA HIDRICA				DEMANDA TOTAL		BALANCE HIDRICO QUEBRADAS Y MANANTES	
	MANANTES		QUEBRADAS				POBLACIONAL		PECUARIO					
	l/s	MMC	l/s	MMC	l/s	MMC	l/s	MMC	l/s	MMC	l/s	MMC	l/s	MMC
JUL	45.1	0.121	2009.50	5.38	2054.6	5.503	9.63	0.026	2.00	0.005	11.6	0.031	2042.9	5.472
AGO	45.1	0.121	2009.50	5.38	2054.6	5.503	9.63	0.026	2.00	0.005	11.6	0.031	2042.9	5.472
SEP	45.1	0.117	2009.50	5.21	2054.6	5.325	9.63	0.025	2.00	0.005	11.6	0.030	2042.9	5.295
OCT	45.1	0.121	2009.50	5.38	2054.6	5.503	9.63	0.026	2.00	0.005	11.6	0.031	2042.9	5.472
NOV	45.1	0.117	2009.50	5.21	2054.6	5.325	9.63	0.025	2.00	0.005	11.6	0.030	2042.9	5.295
DIC	45.1	0.121	2009.50	5.38	2054.6	5.503	9.63	0.026	2.00	0.005	11.6	0.031	2042.9	5.472
ENE	45.1	0.121	2009.50	5.38	2054.6	5.503	9.63	0.026	2.00	0.005	11.6	0.031	2042.9	5.472
FEB	45.1	0.109	2009.50	4.86	2054.6	4.970	9.63	0.023	2.00	0.005	11.6	0.028	2042.9	4.942
MAR	45.1	0.121	2009.50	5.38	2054.6	5.503	9.63	0.026	2.00	0.005	11.6	0.031	2042.9	5.472
ABR	45.1	0.117	2009.50	5.21	2054.6	5.325	9.63	0.025	2.00	0.005	11.6	0.030	2042.9	5.295
MAY	45.1	0.121	2009.50	5.38	2054.6	5.503	9.63	0.026	2.00	0.005	11.6	0.031	2042.9	5.472
JUN	45.1	0.117	2009.50	5.21	2054.6	5.325	9.63	0.025	2.00	0.005	11.6	0.030	2042.9	5.295
TOTAL	45.1	1.42	2009.5	63.37		64.793	9.63	0.304	2.00	0.063	11.6	0.367	2042.9	64.426

Dotación Poblacional diario = 70 l/hab/día Dotación Pecuaria diario = 35 l/Vac/día

FUENTE: Elaboración propia

Para el balance hídrico para el uso agrícola se determinó utilizando como fuente del rio Pitumarca en el Cuadro N° 80 se puede ver el balance hídrico agrícola, donde existe un superávit en la oferta hídrica. En el Gráfico N° 33 se muestra la oferta hídrica vs demanda (PLAN MERISS, 2013).

CUADRO N° 80: **BALANCE HÍDRICO PARA EL USO AGRICOLA**

MES	OFERTA HÍDRICA CAUDAL AL 75% (m³/s)	DEMANDA AGRICOLA TOTAL (m³/s)	SUPERÁVIT Y/O DÉFICIT m³/s
JUL	2.970	0.418	2.552
AGO	3.032	0.035	2.998
SEP	3.526	0.114	3.412
OCT	5.138	0.665	4.473
NOV	9.422	0.850	8.572
DIC	14.768	0.920	13.848
ENE	25.505	1.131	24.373
FEB	25.057	1.773	23.284
MAR	18.648	2.010	16.638
ABR	8.210	1.576	6.634
MAY	4.156	1.799	2.357
JUN	3.266	0.880	2.386

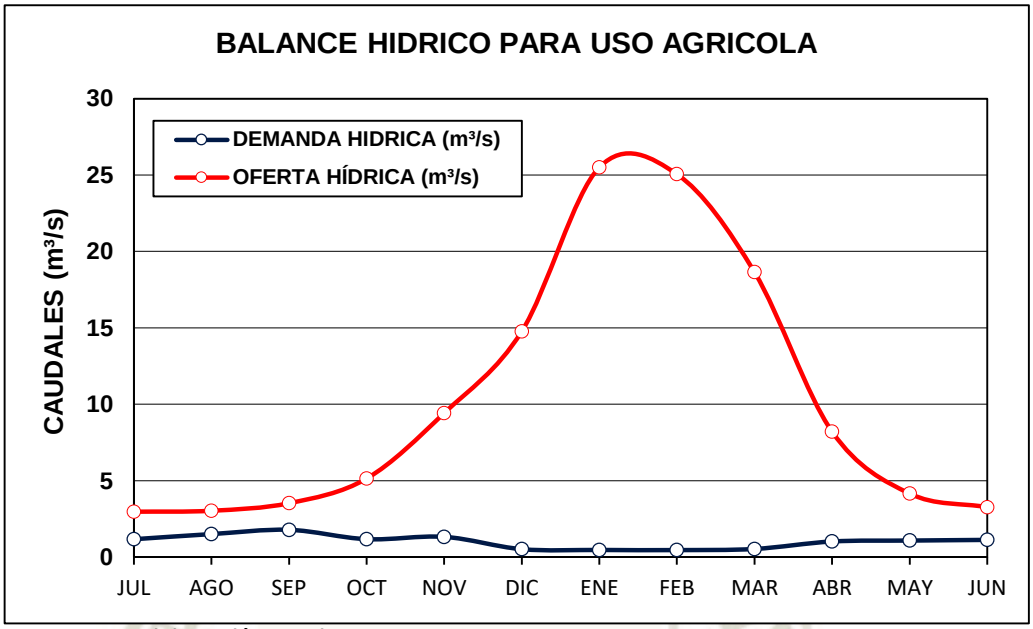
FUENTE: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

GRÁFICO N° 33: **BALANCE HÍDRICO PARA USO AGRICOLA**



FUENTE: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPITULO VIII

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. CONCLUSIONES

- Se ha sistematizado la información cartográfica de la cuenca menor o cuenca colectora y cuenca mayor del río Pitumarca, en el Sistema de Información Geográfica (SIG), para la elaboración de los mapas de ubicación geográfica, hidrográfica, política, mapas temáticos de la geomorfología, ecología, geología y suelos.
- De acuerdo a la metodología Pfastetter, la cuenca del rio Pitumarca pertenece al código 4994978 una cuenca de nivel 7.
- Políticamente integran 2 distritos, una provincia del departamento de Cusco.
- Para el estudio hidrológico se han determinado 02 puntos de control a partir de los cuales se delimitan 02 cuencas; cuenca menor o cuenca colectora del rio Pitumarca y la cuenca mayor del rio Pitumarca.
- La cuenca del rio Pitumarca denominada cuenca menor o cuenca colectora del rio Pitumarca abarca un área de 514.20 Km2 y la cuenca mayor del rio Pitumarca abarca un área de 688.18 Km2.
- La altura media de la cuenca menor o cuenca colectora del rio Pitumarca alcanza una altitud de 4782.82 msnm y la cuenca mayor del rio Pitumarca tiene un altura media de 4655.58 msnm.
- Su sistema de Red de Drenaje de la cuenca menor o cuenca colectora del rio Pitumarca tiene una longitud de su cauce principal de 39.85 km y una pendiente media del rio de 3.4%, la cuenca mayor del rio Pitumarca tiene una longitud de su cauce principal de 66.52 km y una pendiente media del rio de 2.8%.
- El orden del cauce principal para la cuenca menor o cuenca colectora es de orden 4 y para la cuenca mayor de orden 6.
- La altura media del área de cultivos se ubica a 3554 msnm, abarcando un área de 5,108.59 ha y un área neta a regar de 2,830.00 ha.
- La cuenca del rio Pitumarca en sus partes altas, está compuesta por numerosos glaciares, resaltando el Nevado Ausangate con 6,372 msnm, alcanzando una extensión de nieve en la cuenca de 51.13 km2.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Para el análisis de los parámetros hidrometeorológicos se está haciendo uso de la información de 6 estaciones pluviométricas, 9 estaciones que controlan la temperatura, 2 estaciones que registran humedad relativa, 1 estación que registra velocidad de viento y 1 estación que registra horas de sol.
- Del análisis realizado para la temperatura media mensual, se ha encontrado que la temperatura en la cuenca menor tiene una temperatura de 2.30 °C y la cuenca mayor alcanza a 3.40 °C.
- La evapotranspiración potencial anual para el área de los cultivos alcanza los 1358.05 mm, la máxima calculada es de 132.43 mm, en Noviembre, la mínima 97.55 mm en Febrero.
- Las estaciones pluviométricas utilizadas en el presente estudio son las estaciones de la Raya, Pomacanchi, Corpac, K'ayra, Pisac y Paucartambo
- El análisis de consistencia de la información estadística de saltos, tendencias, completación y extensión de datos faltantes y las pruebas de ajuste y bondad se realizaron a las 6 estaciones pluviométricas.
- La completación y extensión de la información pluviométrica de las estaciones seleccionadas en el estudio fue realizada mediante el uso del Software SIH del Servicio de Información Hidrológica. La información faltante de las estaciones seleccionadas incompletas fue completada a series de 54 años para cada estación, comprendidas entre 1964 y el año 2017.
- Mediante la regionalización de la Precipitación – Altitud, la precipitación a la altura media de la cuenca menor del rio Pitumarca alcanza los 1097.6 mm, la cuenca mayor del rio Pitumarca es de 1069.3 mm y en el área de cultivos es de 782.9 mm.
- La cuenca cuenta con una mínima cantidad de información hidrométrica, donde se realizó aforos puntuales en el punto de control denominado Uchullucllo. A esta cuenca en el punto de control se le conoce como cuenca colectora o cuenca menor.
- Mediante la Modelación Matemática – Estocástica de Caudales Medios Mensuales siguiendo la metodología de Lutz Scholz se ha encontrado series sintéticas para el periodo (1964-2017).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Se ha encontrado que el caudal generado para la cuenca menor o cuenca colectora alcanza una media anual de 7.96 m³/s y para la cuenca mayor tiene una media anual de 10.07 m3/s.
- Se ha comparado estadísticamente los caudales históricos y caudales generados, mediante las pruebas de bondad de Student y Fisher, cumpliendo satisfactoriamente sus resultados para ambas cuencas.
- Mediante el Modelo de Tipo Estocástico de Thomas – Fiering, se ha generado una serie sintética para el periodo (1964-2017).
- El caudal generado para la cuenca menor alcanza una media anual de 7.77 m^3/s y para la cuenca mayor tiene un media anual de 10.45 m^3/s.
- Al comparar estadísticamente los caudales históricos y caudales generados, mediante las pruebas de bondad de Student y Fisher, han cumplido satisfactoriamente sus resultados.
- Al comparar los resultados desarrollados mediante el Modelo de Tipo Estocástico de Thomas – Fiering y modelo matemático estocástico de Lutz Scholz tiene aproximadamente mucha similitud; donde el Modelo Estocástico Thomas - Fiering presenta mejores resultados después de haber realizado el test estadístico.
- Se ha encontrado que el coeficiente de determinación usando el modelo de Thomas - Fiering presenta mejores resultados que el modelo de Lutz Scholz (r^2=0.9999, r^2= 0.9983).
- Se obtiene el caudal máximo de diseño a diferentes periodos de retorno Cuadro N° 63 y Cuadro N° 67, donde para un periodo de retorno de 100 años para la cuenca menor o cuenca colectora se obtiene un caudal de diseño de 217.457 m^3/s y 242.752 m^3/s para la cuenca mayor del rio Pitumarca.
- El caudal mínimo para un periodo de retorno de T= 100 años para la cuenca menor del río Pitumarca alcanza a 1,851 l/s y para la cuenca mayor es de 2,230 l/s.
- Según el último censo se ha encontrado que la cuenca del rio Pitumarca lo habitan 11,890 habitantes.
- La agricultura es la mayor actividad de la cuenca, seguida por la ganadería y otras actividades.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Los cultivos predominantes en la cuenca del rio Pitumarca son el maíz, la papa, la cebada, la quinua, haba, hortalizas.
- La demanda poblacional y pecuaria mensual y anual alcanza a 11.63 l/s.
- La demanda máxima de agua para el proyecto se produce en el mes de septiembre, y requiere un caudal de 2,010 l/s.
- La oferta hídrica para la cuenca menor o cuenca colectora a un 75% de persistencia alcanza un promedio anual de 7.667 m^3/s, variando de 18.597 m^3/s en febrero a 2.210 m^3/s en julio, asimismo para la cuenca mayor del rio Pitumarca alcanza un promedio anual de 10.308 m^3/s, variando de 25.057 m^3/s en febrero a 2.970 m^3/s en julio.

Q %	CAUDALES DISPONIBLES CUENCA MENOR (m³/s)												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Q. al 50%	19.679	19.045	14.485	6.671	3.261	2.564	2.277	2.349	2.800	3.896	6.792	11.670	7.957
Q. al 75%	15.488	15.680	11.799	5.361	2.915	2.364	2.086	2.155	2.239	3.023	4.539	8.813	6.372
Q %	VOLUMEN (MMC)												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Q. al 50%	52.708	46.485	38.797	17.291	8.734	6.646	6.099	6.292	7.258	10.435	17.605	31.257	20.912
Q. al 75%	41.482	38.271	31.601	13.895	7.808	6.127	5.587	5.771	5.804	8.096	11.765	23.605	16.745

P %	CAUDALES DISPONIBLES CUENCA MAYOR (m³/s)												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Q. al 50%	24.488	23.954	18.391	8.665	4.382	3.372	2.951	3.110	3.598	5.000	8.453	14.464	10.069
Q. al 75%	19.237	19.659	14.984	6.992	3.878	3.074	2.697	2.813	2.792	3.941	5.704	10.906	8.056
P %	VOLUMEN (MMC)												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Q. al 50%	65.589	58.467	49.258	22.460	11.737	8.740	7.904	8.330	9.326	13.392	21.910	38.740	26.461
Q. al 75%	51.525	47.984	40.133	18.124	10.387	7.967	7.224	7.534	7.237	10.556	14.785	29.210	21.172

- Los aportes de los manantiales y quebradas no entran a cubrir como oferta hídrica del rio Pitumarca, sino como fuente para uso poblacional y pecuario.
- Existe un superávit del recurso hídrico en todos los meses del año.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

8.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda ampliar la instalación de estaciones hidrométricas en ambas cuencas, para contar con una buena cantidad de información de caudales medios mensuales.
- Se debe de continuar realizando los aforos mensuales en el río Pitumarca, para contar con mayor información del recurso hídrico.
- Recomiendo a los estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Santa María den valor a los estudios hidrológicos y utilicen esta tesis como modelo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aliaga A, S. V. (1983). Tratamiento de Datos Hidrometeorológicos. Lima, Perú.

Aliaga Araujo, S. V., & de Pierola C, J. N. (2019). Análisis de Consistencia de Series Hidrometeorológicas. Lima.

Autoridad nacional del agua ANA. (2015). Evaluación de Recursos Hídricos en la Cuenca Urubamba. https://www.ana.gob.pe/.

Catarina.udlap.mx. (2019). Metodología. Obtenido de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lat/poncet_g_m/capitulo3.pdf

Consejo Nacional del Ambiente – CONAM. (2007). Sistemas Ingeniosos del Patrimonio Agrícola. Lima: http://www.fao.org/fileadmin/templates/giahs/PDF/National_Project_Document_Peru.pdf.

Díaz Aguilar, R. (2013). Estudio de caracterización climática de la precipitación pluvial y temperatura del aire para las cuencas de los ríos coata e ilave. Puno.

Fernández M., M., Vela M., A., & Castaño F., S. (2015). La Ulitización de Modelos en Hidrología.

Herrera-Oliva, C. (2017). Estimación de datos faltantes de precipitación por el método de regresión lineal: Caso de estudio Cuenca Guadalupe, Baja California, México. México: https://www.redalyc.org/jatsRepo/674/67452917005/html/index.html.

IMA - Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente. (2006). Microzonificación Ecológica Económica de la Sub Cuenca Pitumarca - Checacupe.

Ingenieria civil. tutoriales al dia. (2019). Algunos Parámetros de Forma y Drenaje de la Cuenca Hidrográfica y su Relación con El Tiempo de Concentración. http://ingenieriacivil.tutorialesaldia.com/algunos-parametros-de-forma-y-drenaje-de-la-cuenca-hidrografica-y-su-relacion-con-el-tiempo-de-concentracion/.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Instituto Nacional de Recursos Naturales INRENA. (2010). Evaluación de los Recursos Hídricos en las Cuencas de los Ríos Huancané y Suches. Lima.

Instituto Nacional de Recursos Naturales INRENA, 2. (2007). Evaluación de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Río Mala. Instendencia de Recursos Hídricos, Lima.

Ita Vargas, T. K. (2013). Estudio de caracterización climática de la cuenca del río chicama. Cajamarca: https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-5.pdf.

Lima Orosco. (2013). Estudio hidrologico e hidraulico del puente huanchuy en el rio cachi, ayacucho huancavelica". http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/1206/Tesis%20IAG52_Sot.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Mamani Caceres, W. (2015). Generacion de descargas medias mensuales de la cuenca del rio coata mediante el metodo deterministico - estocastico lutz scholz. Puno: file:///C:/Users/JAVIER%20TORRES/Downloads/Mamani_Caceres_Walter.pdf.

Marchena Estrada, H. (2018). Disponibilidad de agua de la microcuenca chugurmayo, utilizando el modelo determinístico estocástico lutz scholz y el volumen transpuesto de la cuenca tres ríoS. Cajamarca: http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/2582/1.%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

MERISS, P. (2017). Instalación y Mejoramiento del Servicio de Agua del Sistema de Riego Huisillopunku - Santo Tomás. Cusco.

Ministerio de Agricultura. (2005). Mapa Hidrográfico e Inventario de Fuentes de Aguas Superficiales en el Ambito del ATDR Sicuani. Instituto nacional de recursos naturales.

Ministerio de agricultura y riego. (2007). Evaluación de los recursos hídricos de la cuenca del río Mala: inventario de fuentes de aguas superficiales. http://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/3891.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Ministerio de energia y minas. (2010). Centro de conservación de energía y del ambiente . San Borja: http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGGAE/ARCHIVOS/estudios/EIAS%20-%20electricidad/EIA/EIA%20C.H.%20PUCARA%20ACTUALIZADO/LEV.%20DE%20OBS/SEGUNDO%20INFORME%20LINEA%20BASE%20SOCIAL%2001-01-10.pdf.

Orocollo Llanque, J. B. (2014). MICROZONIFICACION CLIMATICA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCION AGRICOLA EN LA CUENCA DE ZAPATILLA DEL DEPARTAMENTO DE PUNO. Puno: http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5496/Orocollo_Llanque_Jaime_Bernabe.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Plan MERIS II. (1980). Programa Nacional de Pequeñas y medianas Irrigaciones. Cusco.

PLAN MERISS. (2013). Instalación y Mejoramiento del Sistema de Riego por Aspersión en la Cuenca del Río Pitumarca – Distritos de Pitumarca y Checacupe. Pitumarca y Checacupe.

Probabilidades y estadistica.com. (2019). robabilidades y Estadística. Obtenido de Prueba de Bondad de Ajuste Chi Cuadrado: https://www.probabilidadesyestadistica.com/prueba-de-bondad-de-ajuste-chi-cuadrado/

Scholz, L. (1980). Generación de Caudales Mensuales en la Sierra Peruana. Plan Meriss II.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI. (2019). Ministerio del Ambiente. LIma: https://www.senamhi.gob.pe/?&p=prensa&n=498.

Velásquez A, A. (1991). Evaluación Hídrica de la Cuenca del Río Vilcanota. (Tesis de Grado). UNSAAC, Cusco.

Velásquez R, G. (2015). Aplicación del Método Numérico para el Transito de Avenidas en Embalses, de la Presa caso: Laguna Quinsaccocha - Pisac. Universidad Andina del Cusco.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Vélez Upegui, J., & Botero Gutiérrez, A. (2011). estimación del tiempo de Concentración y tiempo de rezago en la cuenca experimental urbana de la quebrada san luis, manizales. DYNA, 58-71.

Villón, M. (2002). Hidrológia. Lima: Villón.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ANEXOS

ANEXOS CUADROS

Anexos:	1 - 2	Características Físicas y Parámetros de la Cuenca Pitumarca
Anexo :	3	Regionalización de la Temperatura Estaciones
Anexos:	4 - 12	Registros de Temperatura Media mensual Histórica Estaciones utilizadas
Anexos:	13 - 20	Registros de Temperatura Máxima Media Mensual Histórica Estaciones utilizadas
Anexos:	21 - 27	Registros de Temperatura Mínima Media Mensual Histórica Estaciones utilizadas
Anexos:	28 - 29	Registros de Humedad Relativa Histórica Estaciones utilizadas
Anexos:	30 - 31	Registros de Horas de Sol Histórica Estaciones utilizadas
Anexo:	32	Registros de Velocidad de Viento Histórica Estación utilizada
Anexos:	33 - 38	Registros de Precipitación Mensual Histórica Estaciones utilizadas
Anexos:	39 - 44	Registros de Histogramas de Precipitación Mensual Histórica Estaciones utilizadas
Anexos:	45 - 50	Registros de Precipitación Mensual Histórica Estaciones utilizadas Completadas
Anexos:	51 - 56	Análisis Estadístico de Saltos Estaciones utilizadas
Anexos:	57 - 62	Histograma del Análisis de Saltos Estaciones utilizadas
Anexos:	63 - 68	Análisis Estadístico de Tendencias Estaciones utilizadas
Anexos:	69 - 74	Análisis Gráfico de Tendencias Estaciones utilizadas
Anexo:	75	Análisis de Doble Masa de las Estaciones utilizadas
Anexos:	76- 81	Análisis Gráfico de Doble Masa de las Estaciones utilizadas
Anexos:	82 - 87	Pruebas de Bondad y Ajuste según Método de CHI Cuadrado
Anexos:	88 - 93	Pruebas de Bondad y Ajuste según Método de Smirnov Kolmogorov
Anexos:	94 - 95	Factor de Corrección de la Precipitación Media para las Cuencas
Anexo:	96	Factor de Corrección de la Precipitación Media para el Área de los Cultivos
Anexos:	97 - 99	Precipitación Media Mensual para las Cuencas y el Área de los Cultivos
Anexos:	100 - 106	Generación de Caudales Medias Mensuales, Año Promedio y Periodo Extendido por el Modelo de Lutz Scholz de la Cuenca Menor
Anexos:	107 - 113	Generación de Caudales Medias Mensuales, Año Promedio y Periodo Extendido el Modelo de Lutz Scholz de la Cuenca Mayor
Anexos:	114 - 117	Generación de Caudales Mensuales según el Método de Tipo Estocástico Thomas - Fiering
Anexos:	118 - 126	Análisis y cálculo de los caudales máximos para la Cuenca Menor
Anexos:	127 - 135	Análisis y cálculo de los caudales máximos para la Cuenca Mayor
Anexos:	136 - 137	Análisis y cálculo de los caudales mínimos para la Cuenca Menor y Cuenca Mayor

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ANEXOS PLANOS

M - 01:	Mapa de Ubicación Política y Provincial de la Cuenca del Río Pitumarca
M - 02:	Mapa Distrital de la Cuenca del Río Pitumarca
M - 03:	Mapa de la Cuenca del Río Pitumarca
M - 04:	Ubicación Administrativa de la Cuenca del Río Pitumarca
M - 05:	Mapa Topográfico de la Cuenca del Río Pitumarca
M - 06:	Mapa Vial de la Cuenca del Río Pitumarca
M - 07:	Mapa Hidrográfico de la Cuenca del Río Pitumarca
M - 08:	Clasificación Ordinal de los Ríos de la Cuenca del Río Pitumarca
M - 09:	Ubicación de Estaciones Pluviométricas de la Cuenca del Río Pitumarca
MIS - 01:	Isoyetas Promedio Anual (1964 - 1972)
MIS - 02:	Isoyetas Promedio Anual (1973 - 1981)
MIS - 03:	Isoyetas Promedio Anual (1982 - 1990)
MIS - 04:	Isoyetas Promedio Anual (1991 - 1999)
MIS - 05:	Isoyetas Promedio Anual (2000 - 2008)
MIS - 06:	Isoyetas Promedio Anual (2009 - 2017)
MIS - 07:	Isoyetas Promedio Anual
MIS - 08:	Mapa Isoyetas Promedio Mensual Enero
MIS - 09:	Mapa Isoyetas Promedio Mensual Febrero
MIS - 10:	Mapa Isoyetas Promedio Mensual Marzo
MIS - 11:	Mapa Isoyetas Promedio Mensual Abril
MIS - 12:	Mapa Isoyetas Promedio Mensual Mayo
MIS - 13:	Mapa Isoyetas Promedio Mensual Junio
MIS - 14:	Mapa Isoyetas Promedio Mensual Julio
MIS - 15:	Mapa Isoyetas Promedio Mensual Agosto
MIS - 16:	Mapa Isoyetas Promedio Mensual Setiembre
MIS - 17:	Mapa Isoyetas Promedio Mensual Octubre
MIS - 18:	Mapa Isoyetas Promedio Mensual Noviembre
MIS - 19:	Mapa Isoyetas Promedio Mensual Diciembre
MIT - 01:	Mapa de Isoterma Promedio Anual
MIT - 02:	Mapa de Isoterma Promedio Mensual Enero
MIT - 03:	Mapa de Isoterma Promedio Mensual Febrero
MIT - 04:	Mapa de Isoterma Promedio Mensual Marzo
MIT - 05:	Mapa de Isoterma Promedio Mensual Abril
MIT - 06:	Mapa de Isoterma Promedio Mensual Mayo
MIT - 07:	Mapa de Isoterma Promedio Mensual Junio
MIT - 08:	Mapa de Isoterma Promedio Mensual Julio
MIT - 09:	Mapa de Isoterma Promedio Mensual Agosto
MIT - 10:	Mapa de Isoterma Promedio Mensual Setiembre
MIT - 11:	Mapa de Isoterma Promedio Mensual Octubre
MIT - 12:	Mapa de Isoterma Promedio Mensual Noviembre
MIT - 13:	Mapa de Isoterma Promedio Mensual Diciembre

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Anexo N° 1

CARACTERISTICAS FISIOGRAFICAS Y PARAMETROS DE LA CUENCA PITUMARCA

ÍTEM	DESCRIPCION	UNIDAD	VARIABLE	CUENCA MENOR PITUMARCA	CUENCA MAYOR PITUMARCA
01.	**UBICACIÓN**				
	Centro de Gravedad de la Cuenca (WGS84)	m	Este (X)	261,496.091	256,780.353
		m	Norte (Y)	8,462,112.538	8,460,319.994
	Coordenadas	gº m' s''	Latitud S	13° 59' 42.33''	13° 55' 0.66''
		gº m' s''	Longitud W	71° 04' 47.25''	71° 15' 3.25''
02.	**AREA Y PERIMETRO DE LA CUENCA**				
	Area de la Cuenca	Km^2	A_T	514.20	688.18
	Perímetro de la Cuenca	Km	P	130.32	168.10
03.	**FRECUENCIA DE ALTITUDES**				
	Altitud Media de la Cuenca	m.s.n.m.	Z_{Media}	4,782.82	4,655.58
	Altitud mas Frecuente	m.s.n.m.	$Z_{Frec.}$	4,902	4,865
	Altitud de Frecuencia Media	m.s.n.m.	$Z_{Frec.Media}$	4,915.65	4,752.76
	Desnivel de la Cuenca	Km	ΔH_C	2.174	2.550
04.	**INDICES REPRESENTATIVOS**				
	Factor de Forma		F	0.570	0.322
	Indice de Compacidad o Indice de Gravelious:		K	1.621	1.808
05.	**RECTANGULO EQUIVALENTE**				
	Largo Equivalente	Km	L	49.378	67.674
	Ancho Equivalente	Km	B	10.414	10.169
06.	**PENDIENTE DE LA CUENCA**				
	Criterio del Rectangulo Equivalente	Km/Km	$S_{C.1}$	0.044	0.038
	Criterio de Alvord	Km/Km	$S_{C.2}$	0.462	0.331
	Pendiente de la Cuenca	Km/Km	S_C	0.462	0.331
07.	**PERFIL LONGITUDINAL DEL CAUCE PRINCIPAL**				
	Longitud del Cauce Principal	Km	L_{RIO}	39.848	66.521
	Desnivel del Cauce Principal	Km	ΔH_{RIO}	1,338.000	1,848.000
	Longitud al Centroide	Km	L_{CG}	1.758	4.490
08.	**PENDIENTE DEL CAUCE PRINCIPAL**				
	Metodo I : Pendiente Uniforme	Km/Km	$S_{RÍO.1}$	0.034	0.014
	Metodo II : Ecuacion de Taylor y Schwarz	Km/Km	$S_{RÍO.2}$	0.024	0.033
	Metodo III : Criterio de Nash	Km/Km	$S_{RÍO.3}$	0.256	0.282
	Pendiente del Cauce Principal	Km/Km	$S_{RÍO}$	0.105	0.110
09.	**RED DE DRENAJE**				
	Orden de las Corrientes	N°		4	6
	Longitud de los Tributarios	Km		449.888	1,482.619
	Densidad de Corriente		Dc	0.008	0.009
	Densidad de Drenaje	Km/Km^2	Dd	0.875	2.154
10.	**TIEMPO DE CONCENTRAIÓN**				
	Tiempo de Concentración	Hr	Tc	49.606	84.315

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo N° 2

CARACTERISTICAS FISIOGRAFICAS Y PARAMETROS DE LA CUENCA PITUMARCA

ÍTEM	DESCRIPCION		UNIDAD	VARIABLE	CUENCA MENOR PITUMARCA	CUENCA MAYOR PITUMARCA
01.	**UBICACIÓN**					
	Cuenca en UTM (WGS84)		m	Este (X)	275,353.103	275,353.103
			m	Norte (Y)	8,451,830.121	8,451,830.121
			m	Este (X)	256,068.955	256,068.955
			m	Norte (Y)	8,446,989.877	8,446,989.877
			m	Este (X)	249,128.970	234,262.650
			m	Norte (Y)	8,450,546.990	8,448,212.320
			m	Este (X)	267,641.442	267,641.442
			m	Norte (Y)	8,479,659.885	8,479,659.885
	Cuenca en Coodenadas (WGS84)		gº m' s''	Latitud S	71° 04' 47.25"	71° 04' 47.25"
			gº m' s''	Longitud W	13° 59' 42.33"	13° 59' 42.33"
			gº m' s''	Latitud S	71° 15' 31.17"	71° 15' 31.17"
			gº m' s''	Longitud W	14° 02' 14.02"	14° 02'14.02"
			gº m' s''	Latitud S	71° 19' 21.22"	71° 27' 37.18"
			gº m' s''	Longitud W	14° 00' 16.14"	14° 01' 27.18"
			gº m' s''	Latitud S	71° 08' 55.81"	71° 08' 55.81"
			gº m' s''	Longitud W	13° 44' 34.83"	13° 44' 34.83"
	Centro del Gravedad de la Cuenca UTM (WGS84)		m	Este (X)	261,496.091	256,780.353
			m	Norte (Y)	8,462,112.538	8,460,319.994
	Cuenca en Coordenadas		gº m' s''	Latitud S	13° 59' 42.33"	13° 55' 0.66"
			gº m' s''	Longitud W	71° 04' 47.25"	71° 15' 3.25"
02.	**AREA Y PERIMETRO DE LA CUENCA**					
	Area de la Cuenca		Km^2	A_T	514.20	688.18
	Perímetro de la Cuenca		Km	P	130.32	168.10
03.	**FRECUENCIA DE ALTITUDES**					
	Altitud Media de la Cuenca		m.s.n.m.	Z_{Media}	4,782.82	4,655.58
	Altitud mas Frecuente		m.s.n.m.	$Z_{Frec.}$	4,902	4,865
	Altitud de Frecuencia Media		m.s.n.m.	$Z_{Frec.Media}$	4915.65	4,752.76
	Desnivel de la Cuenca		Km	ΔH_C	2.174	2.55
04.	**INDICES REPRESENTATIVOS**					
	Factor de Forma			F	0.57	0.322
	Indice de Compacidad o Indice de Gravelious:			K	1.62	1.808
05.	**RECTANGULO EQUIVALENTE**					
	Largo Equivalente		Km	L	49.378	67.674
	Ancho Equivalente		Km	B	10.414	10.169
06.	**PENDIENTE DE LA CUENCA**					
	Criterio del Rectangulo Equivalente		Km/Km	$S_{C.1}$	0.044	0.038
	Criterio de Alvord		Km/Km	$S_{C.2}$	0.462	0.331
	Pendiente de la Cuenca		Km/Km	S_C	0.462	0.331
07.	**PERFIL LONGITUDINAL DEL CAUCE PRINCIPAL**					
	Longitud del Cauce Principal		Km	L_{RIO}	39.848	66.521
	Desnivel del Cauce Principal		Km	ΔH_{RIO}	1,338.000	1,848.000
	Longitud al Centroide		Km	L_{CG}	1.758	4.490
08.	**PENDIENTE DEL CAUCE PRINCIPAL**					
	Metodo I : Pendiente Uniforme		Km/Km	$S_{RÍO.1}$	0.028	0.014
	Metodo II : Ecuacion de Taylor y Schwarz		Km/Km	$S_{RÍO.2}$	0.024	0.033
	Metodo III : Criterio de Nash		Km/Km	$S_{RÍO.3}$	0.020	0.282
	Pendiente del Cauce Principal		Km/Km	$S_{RÍO}$	0.024	0.110
09.	**RED DE DRENAJE**					
	Orden de las Corrientes		N°		4	6
	Longitud de los Tributarios		Km		449.888	1,482.619
	Densidad de Corriente			Dc	0.008	0.009
	Densidad de Drenaje		Km/Km^2	Dd	0.875	2.154
10.	**TIEMPO DE CONCENTRACIÓN**					
	Tiempo de Concentración		Hr	Tc	49.606	84.315

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 03

REGIONALIZACIÓN DE TEMPERATURA (°C)

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C) - VS - ELEVACION (msnm)

ITEM	ESTACIÓN	ALTITUD msnm.	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL												
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1	LA RAYA	4200	7.60	7.7	7.6	6.9	5.6	4.2	3.9	5.0	6.2	7.3	7.7	7.7	**6.45**
2	YAURI	3927	9.70	9.5	9.3	8.4	6.2	4.6	4.5	5.4	7.1	8.8	9.6	9.7	**7.73**
3	POMACANCHI	3700	10.90	10.7	10.6	10.3	8.8	7.8	7.5	8.9	10.3	11.3	11.3	11.0	**9.95**
4	SICUANI	3550	12.30	12.3	12.2	11.8	10.3	8.9	8.7	10.0	11.7	12.7	12.9	12.5	**11.36**
5	ACOMAYO	3250	13.70	13.6	13.5	13.2	12.2	11.0	11.0	12.4	13.8	14.7	14.7	14.2	**13.17**
6	CUSCO	3248	12.60	12.7	12.8	12.6	11.8	10.9	10.5	11.4	12.4	13.3	13.5	13.2	**12.31**
7	K'AYRA	3219	13.50	13.6	13.4	12.6	11.2	10.1	9.8	11.2	12.7	13.8	14.2	13.8	**12.49**
8	URCOS	3149	14.00	13.8	13.8	13.7	12.8	11.8	11.4	12.4	13.7	14.9	15.1	14.4	**13.48**
9	PARURO	3084	14.50	14.3	14.1	13.8	12.8	11.8	11.7	12.8	14.0	15.0	15.2	14.9	**13.74**
Promedio		3480.78	12.09	12.02	11.92	11.48	10.19	9.01	8.78	9.94	11.32	12.42	12.69	12.38	**11.19**
Desv. Estándar		389.35	2.28	2.25	2.27	2.44	2.74	2.92	2.92	2.96	2.90	2.77	2.63	2.44	**2.61**
Coefic.		**a**	32.156	31.922	31.990	33.041	34.251	34.606	34.361	35.751	36.582	36.712	35.941	33.929	**34.270**
Coefic.		**b**	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.006	**-0.0066**
Coefic.		**r**	-0.98	-0.99	-0.99	-0.99	-0.98	-0.98	-0.98	-0.98	-0.97	-0.98	-0.99	-0.99	**-0.99**
CUENCA MENOR		4,783	**4.58**	**4.58**	**4.42**	**3.41**	**1.19**	**-0.56**	**-0.79**	**0.29**	**1.87**	**3.34**	**3.99**	**4.32**	**2.55**
CUENCA MAYOR		4,656	**5.32**	**5.31**	**5.15**	**4.20**	**2.07**	**0.37**	**0.14**	**1.23**	**2.80**	**4.22**	**4.84**	**5.10**	**3.40**
AREA DE LOS CULTIVOS		3,554	**11.67**	**11.60**	**11.50**	**11.02**	**9.68**	**8.47**	**8.24**	**9.40**	**10.79**	**11.91**	**12.20**	**11.92**	**10.70**

ECUACIÓN DE LA TEMPERATURA MEDIA MENSUAL:

EC = 34.270 + **-0.0066** * H

TEMPERATURA MAXIMA MEDIA MENSUAL (°C) - VS - ELEVACION (msnm)

ITEM	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	ALTITUD msnm.	TEMPERATURA MAXIMA MEDIA MENSUAL												
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1	YAURI	3927	16.0	15.6	15.7	16.0	16.3	16.0	15.7	16.1	17.1	17.6	18.1	17.3	**16.46**
2	ANTABAMBA	3838	17.1	17.0	16.8	17.9	18.7	18.2	17.7	16.9	19.0	20.2	20.2	18.9	**18.22**
3	POMACANCHI	3700	16.4	15.8	16.0	16.5	16.8	16.4	16.4	17.5	18.2	18.7	18.2	17.3	**17.02**
4	SICUANI	3550	18.5	18.7	19.1	19.5	19.3	18.8	18.6	19.6	20.4	20.7	20.4	19.4	**19.42**
5	COMBAPATA	3474	18.6	18.8	18.9	19.5	19.9	19.4	19.7	20.0	20.7	21.4	21.0	19.9	**19.82**
6	K'AYRA	3219	19.7	19.7	19.9	20.5	20.8	20.4	20.2	20.9	21.2	21.5	21.5	20.4	**20.56**
7	URCOS	3149	20.1	19.9	19.9	20.8	21.0	20.9	20.6	21.1	21.2	22.0	22.0	20.8	**20.86**
8	PARURO	3084	21.4	21.2	21.2	21.9	22.1	21.8	21.4	22.2	22.6	23.0	23.0	22.2	**22.00**
Promedio		3492.63	18.48	18.34	18.44	19.08	19.36	18.99	18.79	19.29	20.05	20.64	20.55	19.53	**19.29**
Desv. Estándar		319.49	1.89	2.02	2.02	2.10	2.03	2.07	2.05	2.20	1.81	1.77	1.73	1.69	**1.93**
Coefic.		**a**	38.37	39.08	39.27	40.56	39.79	40.09	39.89	42.89	38.49	38.00	37.41	36.28	**39.18**
Coefic.		**b**	-0.0057	-0.0059	-0.0060	-0.0062	-0.0058	-0.0060	-0.0060	-0.0068	-0.0053	-0.0050	-0.0048	-0.0048	**-0.0057**
Coefic.		**r**	-0.96	-0.94	-0.94	-0.94	-0.92	-0.93	-0.94	-0.98	-0.93	-0.90	-0.89	-0.91	**-0.94**
CUENCA MENOR		4,783	**11.13**	**10.67**	**10.74**	**11.14**	**11.82**	**11.19**	**10.99**	**10.57**	**13.24**	**14.22**	**14.32**	**13.33**	**11.95**
CUENCA MAYOR		4,656	**11.53**	**11.43**	**11.50**	**11.92**	**12.56**	**11.96**	**11.76**	**11.43**	**13.91**	**14.86**	**14.94**	**13.94**	**12.67**
AREA DE LOS CULTIVOS		3,554	**18.13**	**17.97**	**18.07**	**18.70**	**19.00**	**18.62**	**18.42**	**18.87**	**19.73**	**20.33**	**20.25**	**19.23**	**18.94**

ECUACIÓN DE LA TEMPERATURA:

EC = 39.177 + **-0.0057** * H

TEMPERATURA MINIMA MEDIA MENSUAL (°C) - VS - ELEVACION (msnm)

ITEM	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	ALTITUD msnm.	TEMPERATURA MINIMA MEDIA MENSUAL												
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1	POMACANCHI	3700	4.6	4.1	4.1	3.2	0.2	-1.5	-1.6	0.0	2.1	3.2	3.7	4.2	**2.19**
2	SICUANI	3550	5.7	5.6	5.2	3.3	-0.3	-2.5	-2.7	-0.6	2.2	4.0	4.5	5.2	**2.47**
3	COMBAPATA	3474	5.4	5.1	4.8	3.4	1.1	-1.4	-1.4	0.8	3.4	4.6	5.0	5.4	**3.02**
4	ACOMAYO	3250	7.5	7.3	7.0	5.4	2.7	0.8	0.6	2.6	5.1	6.5	7.1	7.3	**4.99**
5	CUSCO	3248	7.2	7.1	6.9	5.5	2.9	1.0	0.6	2.0	4.3	6.0	6.6	7.0	**4.76**
6	URCOS	3149	8.3	8.6	8.2	6.7	3.3	1.2	1.0	2.7	5.6	7.1	7.8	7.9	**5.70**
7	PARURO	3084	7.7	7.6	7.1	5.5	3.1	1.3	1.1	2.6	4.8	6.3	6.9	7.3	**5.11**
Promedio		3350.71	6.63	6.49	6.19	4.71	1.86	-0.16	-0.34	1.44	3.93	5.39	5.94	6.33	**4.03**
Desv. Estándar		227.10	1.39	1.59	1.49	1.39	1.49	1.58	1.52	1.37	1.39	1.46	1.53	1.38	**1.43**
Coefic.		**a**	26.28	28.68	26.77	23.48	22.61	21.14	20.09	20.14	23.14	25.98	27.61	26.10	24.33
Coefic.		**b**	-0.0059	-0.0066	-0.0061	-0.0056	-0.0062	-0.0064	-0.0061	-0.0056	-0.0057	-0.0061	-0.0065	-0.0059	-0.0061
Coefic.		**r**	-0.96	-0.95	-0.94	-0.91	-0.94	-0.91	-0.91	-0.93	-0.93	-0.96	-0.96	-0.97	-0.96
CUENCA MENOR		4,783	**-1.77**	**-3.00**	**-2.61**	**-3.30**	**-7.01**	**-9.26**	**-9.07**	**-6.55**	**-4.28**	**-3.41**	**-3.32**	**-2.12**	**-4.64**
CUENCA MAYOR		4,656	**-0.56**	**-2.16**	**-1.83**	**-2.59**	**-6.23**	**-8.45**	**-8.30**	**-5.84**	**-3.55**	**-2.63**	**-2.50**	**-1.37**	**-3.87**
AREA DE LOS CULTIVOS		3,554	**5.44**	**5.14**	**4.94**	**3.58**	**0.60**	**-1.45**	**-1.58**	**0.31**	**2.76**	**4.14**	**4.63**	**5.13**	**2.80**

ECUACIÓN DE LA TEMPERATURA:

EC = 24.3338 + **-0.0061** * H

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 04

REGISTRO DE TEMPERATURA MEDIA MENSUAL
(ºC)

Estacion	:	**ACOMAYO**	Latitud	:	13º56´	S	Departamento	:	Cusco
Tipo	:	CO-687	Longitud	:	71º42´	W	Provincia	:	Acomayo
			Altitud	:	3,250	msnm	Distrito	:	Acomayo

Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964													
2	1,965					12.3	11.6	12.0	13.6	14.1	16.1	15.8	14.2	
3	1,966	14.4	14.4	13.7	13.2	11.1	10.7	10.7	12.6	13.8	14.0	14.4	14.1	13.1
4	1,967	13.9	13.0	13.0	12.6	12.7	10.9	10.4	11.6	13.9	14.0	15.6	13.1	12.9
5	1,968	12.8	13.0	12.9	12.2	11.5	10.5	9.4	12.2	14.0	14.5	14.2	14.5	12.6
6	1,969	13.5	13.7	13.7	13.1	12.9	11.7	11.3	12.1	13.9	15.2	15.4	14.5	13.4
7	1,970	13.5	13.7	13.2	13.5	12.2	11.7	10.3	12.8	13.6	15.3	15.6	13.7	13.3
8	1,971	13.5	12.4	13.0	12.3	11.3	10.7	10.4	12.4	14.2	14.6	15.4	14.0	12.9
9	1,972	13.0	13.2	13.0	12.9	11.3	10.5	11.3	11.8	13.7	15.4	15.7	15.3	13.1
10	1,973	13.8	14.4	13.7	13.5	12.7	10.8	11.0	12.7	13.4	15.1	14.9	13.7	13.3
11	1,974	12.6	12.3	13.1	12.6	12.1	10.5	11.1	10.8	13.5	14.5	15.1	14.6	12.7
12	1,975	12.9	12.9	12.8	13.3	11.9	10.9	10.6	13.3	13.8	14.6	15.5	13.8	13.0
13	1,976	13.8	13.7	13.9	14.3	12.9	11.8	12.6	13.0	13.6	16.2	16.3	15.4	14.0
14	1,977	15.4	13.6	14.3	14.6	13.9	12.7	13.4	15.0	15.2	15.8	14.5	14.1	14.4
15	1,978	12.9	14.2	13.5	13.7	12.8	11.7	11.2	11.6	13.5	14.2	12.9	13.4	13.0
16	1,979	13.7	13.8	13.5	13.2	12.8	12.0	12.2	13.5	14.2	13.3	13.9	13.6	13.3
17	1,980	14.0	14.1	13.7	13.4	12.9	12.7	12.0	13.5	13.1	13.9	14.1	13.6	13.4
18	1,981	13.1	14.0	13.9	13.1									
19	1,982	13.0	13.6	13.7	12.8	10.6	10.1	10.7	11.4	12.4	13.5	13.8	13.6	12.4
20	1,983	13.4	14.2	14.2	14.4	12.7	11.3	11.5	12.2	13.4	14.0	14.1	13.6	13.3
21	1,984													
22	1,985													
23	1,986													
24	1,987			13.2	13.2	11.5	9.9	10.1	12.4	14.1	14.7	14.5	14.3	
25	1,988	13.6	13.7	13.3	12.7	11.7	10.1	10.4	12.3	13.5	16.8	15.2	14.1	13.1
26	1,989	13.4	12.4	13.0	12.7	11.1	10.6	10.1	11.5	13.3	14.0	13.1		
27	1,990													
28	1,991													
29	1,992	13.6	13.1	13.8	12.9	12.3	10.8	9.8	11.5	13.5	13.6	14.3	15.0	12.9
30	1,993	13.5	13.8	13.6	13.2	12.1	10.5	10.9	11.5	13.3	13.9	13.0	14.0	12.8
31	1,994	13.5	13.6	14.2	13.3	12.4	10.4	10.7	11.5	14.0	14.4	15.1	13.5	13.1
32	1,995	14.6	14.5	13.9	13.8	11.9	11.0	12.0	13.8	14.1	15.7	15.3	15.4	13.8
33	1,996	14.0	14.0	14.2	14.3	13.2	11.2	10.6	12.3	14.0	14.6	14.6	14.0	13.4
34	1,997	13.8	13.4	13.4	12.7	11.2	9.8	11.2	11.6	14.0	15.5	15.1	15.3	13.1
35	1,998	15.7				12.6	11.7	11.3	13.8	14.8	15.3	14.9	14.4	
36	1,999													
37	2,000													
38	2,001													
39	2,002													
40	2,003													
41	2,004													
42	2,005													
43	2,006													
44	2,007													
N° Datos		27	26	27	27	28	28	28	28	28	28	28	27	24
Media		13.66	13.57	13.53	13.24	12.16	11.03	11.04	12.44	13.78	14.74	14.73	14.18	13.2
Desv. Estandar		0.72	0.62	0.44	0.63	0.77	0.77	0.88	0.97	0.52	0.89	0.87	0.65	0.43
Coef. Variacion		0.05	0.05	0.03	0.05	0.06	0.07	0.08	0.08	0.04	0.06	0.06	0.05	0.03
Temp. Max.		15.7	14.5	14.3	14.6	13.9	12.7	13.4	15.0	15.2	16.8	16.3	15.4	16.8
Temp. Min.		12.6	12.3	12.8	12.2	10.6	9.8	9.4	10.8	12.4	13.3	12.9	13.1	9.4

FUENTE : SENAMHI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 05

REGISTRO DE TEMPERATURA MEDIA MENSUAL

(ºC)

Estacion	:	**CORPAC**	Latitud	:	13º 32'	S	Departamento	:	Cusco
Tipo	:	S-608	Longitud	:	71º 58'	W	Provincia	:	Cusco
			Altitud	:	3,248	msnm	Distrito	:	Wanchaq

Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,953								11.8	13.6	13.3	13.5	13.4	
2	1,954	12.5	12.6	12.1	12.1	10.8	10.9	10.7	11.5	12.2	13.3	13.0	12.9	12.1
3	1,955	12.0	12.1	12.3	11.8	10.7	10.5	10.5	11.6	11.2	13.3	14.4	13.0	12.0
4	1,956	11.2	11.9	12.9	12.1	11.4	10.4	9.8	10.9	12.0	13.6	13.6	13.7	12.0
5	1,957	12.8	12.4	12.8	11.0	11.0	9.6	10.4	11.4	12.8	13.6	13.0	13.9	12.1
6	1,958	13.0	12.4	12.7	12.6	11.8	10.8	9.5	11.5	13.3	13.2	13.7	14.6	12.4
7	1,959	14.1	13.1	12.6	13.0	11.8	11.8	12.3	12.4	13.1	14.4	14.4	13.6	13.1
8	1,960	12.6	12.6	13.3	12.5	12.3	12.0	11.9	12.4	12.9	14.1	13.3	14.6	12.9
9	1,961	13.6	12.9	13.3	12.5	12.6	11.8	11.8	11.7	12.9	13.9	13.5	12.5	12.8
10	1,962	12.9	12.8	12.1	12.4	12.8	11.5	11.2	11.9	13.3	14.2	15.2	12.5	12.7
11	1,963	12.2	12.2	12.7	12.6	12.1	11.6	11.7	12.9	12.3	14.1	14.3	14.2	12.7
12	1,964	13.9	13.7	12.7	13.3	12.0	11.1	11.6	12.5	12.7	13.7	13.1	13.5	12.8
13	1,965	13.2	12.4	12.1	12.8	12.8	11.7	11.6	12.6	12.9	14.9	15.0	13.4	13.0
14	1,966	14.2	13.6	13.5	14.0	12.5	12.3	12.4	13.2	13.5	13.9	14.6	14.3	13.5
15	1,967	14.4	13.3	12.7	13.7	13.2	12.3	11.0	12.0	13.7	13.9	15.2	13.4	13.2
16	1,968	13.2	13.0	13.5	13.9	12.6	12.4	11.3	13.7	14.0	14.4	14.4	15.0	13.5
17	1,969	13.8	14.5	14.8	14.9	14.5	13.3	12.1	13.4	14.1	15.6	15.7	14.4	14.3
18	1,970	13.8	14.2	14.1	13.9	13.9	13.4	12.2	13.6	13.7	15.4	15.8	13.4	14.0
19	1,971	13.8	12.6	14.0	13.9	13.1	12.4	12.2	13.3	14.5	14.5	15.3	13.5	13.6
20	1,972	13.0	13.6	13.4	13.4	13.4	12.7	12.9	12.8	13.5	16.0	15.4	15.1	13.8
21	1,973	14.1	14.6	14.5	14.0	13.6	12.5	11.8	12.9	13.8	14.9	14.7	13.7	13.8
22	1,974	12.9	12.1	13.4	14.2	13.4	10.8	9.8	8.8	11.4	12.1	12.8	11.4	11.9
23	1,975	11.4	11.6	11.9	13.3	10.5	9.8	8.8	10.3	11.4	11.9	12.4	11.6	11.2
24	1,976	11.1	11.6	11.4	11.8	9.9	8.6	9.0	9.7	10.0	11.9	12.0	12.6	10.8
25	1,977	12.2	11.8	11.9	10.8	10.5	8.8	9.2	9.8	10.8	12.0	11.5	11.8	10.9
26	1,978	11.2	12.0	11.9	11.4	10.8	9.9	8.8	9.8	10.8	12.1	11.7	11.6	11.0
27	1,979	11.6	11.7	11.1		10.4	9.4	9.4	10.2	11.8	12.2	12.3	12.0	
28	1,980	11.8	12.0	11.6	11.4	10.6	9.9	9.4	10.6	11.7	12.0	12.2	11.9	11.3
29	1,981	11.4	11.1	11.4	11.0	10.8	9.5	9.0	9.5	11.2	10.8	12.0	12.1	10.8
30	1,982	11.3	11.5	11.6	11.4	10.7	9.6	9.8	10.3	11.0	12.4	12.2	12.8	11.2
31	1,983		13.2	13.8	13.8	12.4	10.9	11.1	11.9	12.5	12.9	13.7		
32	1,984	11.1	11.2	11.9	11.9	11.3	10.7	10.2	10.8	11.8	11.7	12.0	12.9	11.5
33	1,985	12.5	12.2	14.0	11.8	11.3	9.6	8.9						
34	1,986	11.8	11.7	11.7	12.1	10.8	10.5	9.8	11.0	11.8	12.3	13.5	13.3	11.7
35	1,987	12.8	13.1	13.2	13.0	11.6	10.4	10.1	11.8	13.3	13.4	13.4	13.7	12.5
36	1,988	12.6	13.4	12.7	12.4	11.8	10.8	9.6	11.0	12.3	13.3	13.5	12.4	12.2
37	1,989	11.6	11.8	11.5	12.6	10.6	9.8	9.4	10.5	11.9	12.5	12.2	13.3	11.5
38	1,990	12.2	12.7	12.6	12.0	11.4	9.7	10.1	10.7	12.1	12.5	12.7	12.3	11.8
39	1,991	13.3	12.6	12.6	11.8	11.5	10.4	9.3	10.4	11.7	13.4	13.3	13.3	12.0
40	1,992	13.2	14.6	14.3	12.3	11.6	10.6	9.2	11.0	10.3	11.2	11.7	11.9	11.8
41	1,993	11.4	14.1	14.0	11.9	11.3	10.1	10.1	10.3	11.6	12.8	13.2	13.4	12.0
42	1,994	12.7	12.9	12.8	12.5	11.8	10.5	9.9	10.9	12.2	13.5	14.2	14.2	12.3
43	1,995	13.9	13.9											
44	1,996													
N° Datos		41	42	41	40	41	41	41	41	41	41	41	40	38
Media		12.6	12.7	12.8	12.6	11.8	10.9	10.5	11.4	12.4	13.3	13.5	13.2	12.3
Desv. Estandar		1.00	0.93	0.95	1.00	1.10	1.20	1.20	1.24	1.10	1.20	1.21	0.97	0.94
Coef. Variacion		0.08	0.07	0.07	0.08	0.09	0.11	0.11	0.11	0.09	0.09	0.09	0.07	0.08
Temp. Max.		14.4	14.6	14.8	14.9	14.5	13.4	12.9	13.7	14.5	16.0	15.8	15.1	16.0
Temp. Min.		11.1	11.1	11.1	10.8	9.9	8.6	8.8	8.8	10.0	10.8	11.5	11.4	8.6

FUENTE : SENAMHI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 06

REGISTRO DE TEMPERATURA MEDIA MENSUAL

(°C)

Estacion	:	KAYRA	Latitud	:	13º 34´	S	Departamento	:	Cusco
Tipo	:	CO-607	Longitud	:	71º 54´	W	Provincia	:	Cusco
			Altitud	:	3,219	msnm	Distrito	:	San Jeronimo

N° REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,937		12.8	13.4	13.1	11.9	11.6	11.3	12.7	13.4	13.9	14.9	14.3	
2	1,938	13.8	13.6	13.5	13.3	12.1	10.8	10.8	12.5	13.7	13.5	14.6	13.9	13.0
3	1,939	13.1	13.4	13.5	14.0	12.3	12.1	11.4	11.2	13.1	14.6	14.0	13.5	13.0
4	1,940	13.4	14.8	14.2	13.2	12.6	11.7	11.3	12.1	14.1	15.2	15.5	13.8	13.5
5	1,941	14.2	14.3	15.0	13.4	13.4	11.0	11.1	12.8	14.4	15.6	16.4	15.3	13.9
6	1,942	14.9	16.0	15.1	14.1	13.4	12.8	12.2	14.0	14.2	16.0	16.2	15.8	14.6
7	1,943	15.5	14.7	14.8	14.6	13.8	12.7	12.2	13.3	13.6	15.2	15.7	14.8	14.2
8	1,944				14.6	14.1	13.0	13.3	14.7	15.0	15.5	15.0	15.3	
9	1,945	15.2	14.5	14.6	14.6	13.6	13.2	11.8	13.4	14.7	14.6	15.7	14.6	14.2
10	1,946	14.9	15.5	14.7	11.8	11.4								
11	1,947	14.6	14.8	14.6	13.9	13.1								
12	1,948		12.1											
13	1,949													
14	1,950													
15	1,951													
16	1,952													
17	1,953													
18	1,954													
19	1,955													
20	1,956													
21	1,957													
22	1,958													
23	1,959													
24	1,960													
25	1,961													
26	1,962													
27	1,963													
28	1,964		14.4	12.9	12.9	11.2	10.0	9.3	12.0	12.6	13.6	13.3	13.7	
29	1,965	13.3	13.1	12.6	12.2	11.5	10.1	10.2	11.4	12.8	14.7	14.8	14.0	12.6
30	1,966	13.7	13.4	12.5	12.2	10.2	9.3	9.3	11.2	12.4	13.3	13.9	13.3	12.1
31	1,967	13.4	12.8	12.2	12.2	11.3	9.4	8.8	10.3	12.3	12.5	13.7	12.6	11.8
32	1,968	12.2	12.3	12.0	10.9	9.5	9.3	8.4	11.1	12.6	13.2	12.9	13.5	11.5
33	1,969	12.5	13.0	13.1	12.2	11.2	9.7	8.9	10.6	12.4	14.1	14.3	13.5	12.1
34	1,970	12.7	13.2	12.3	11.9	10.3	9.9	8.4	10.9	12.0	13.9	14.3	12.3	11.8
35	1,971	12.7	11.7	12.4	11.1	9.8	9.2	9.1	10.8	12.9	12.9	13.7	12.6	11.6
36	1,972	11.9	12.5	12.2	12.3	10.6	9.8	10.4	10.6	12.2	14.5	14.3	14.2	12.1
37	1,973	13.1	13.7	13.5	12.2	10.5	9.3	9.2	11.0	12.0	13.5	13.9	13.0	12.1
38	1,974	12.1	11.7	12.5	11.5	10.3	9.1	9.0	9.6	12.4	13.1	13.6	12.9	11.5
39	1,975	12.0	12.1	12.3	12.2	10.3	9.5	9.4	10.6	11.8	13.0	13.5	12.6	11.6
40	1,976	12.1	12.3	12.2	11.3	10.0	9.4	9.9	10.7	11.5	14.6	13.9	13.7	11.8
41	1,977	13.3	12.3	12.7	12.1	10.6	9.1	9.8	11.4	12.7	13.8	13.4	13.5	12.1
42	1,978	12.6	13.5	13.3	12.1	11.4	9.8	8.6	10.1	12.5	14.0	13.8	13.7	12.1
43	1,979	13.1	13.3	12.8	11.8	10.8	9.9	9.6	11.0	14.1	14.4	14.6	13.6	12.4
44	1,980	13.6	13.6	13.1	12.1	10.6	10.3	9.8	12.1	12.8	13.5	14.3	14.0	12.5
45	1,981	13.3	13.3	13.3	11.2	10.9	8.8	8.9	9.4	10.8	13.0	13.9	13.1	11.7
46	1,982	13.5	13.6	13.3	12.1	9.7	9.3	9.8	10.7	12.1	13.5	13.6	13.9	12.1
47	1,983	14.7	14.4	14.5	13.5	11.6	10.6	10.5	11.6	12.0	13.4	13.9	13.4	12.8
48	1,984	12.2	12.2	13.0	12.2	10.8	10.1	10.0	10.9	12.4	12.7	13.0	13.3	11.9
49	1,985	12.8	12.3	12.9	12.1	10.6	8.7	8.9	11.2					
50	1,986	13.5	13.6	13.0	12.5	10.5	9.2	9.2	11.2	12.3	13.0	13.6	14.2	12.2
51	1,987	14.2	14.3	14.4	13.1	11.2	10.1	9.8	11.8	13.3	13.9	14.8	14.4	12.9
52	1,988	14.0	14.4	13.9	12.9	11.3	9.6	9.2	11.3	12.8	13.9	14.0	13.4	12.6
53	1,989	13.1	12.7	12.9	12.5	10.7	10.4	9.1	10.7	12.7	13.4	13.1	14.1	12.1
54	1,990	13.8	13.4	12.8	12.7	10.8	9.5	9.3	10.3	12.4	13.3	13.6	13.4	12.1
55	1,991	14.2	13.6	13.4	12.0	10.9	10.0	8.8	9.5	11.4	13.4	13.0	13.1	11.9
56	1,992	13.4	13.7	13.0	12.1	11.4	9.8	8.2	9.9	12.4	12.8	13.6	13.3	12.0
57	1,993	13.0	13.3	12.6	12.3	11.1	9.4	9.6	9.9	11.5	13.3	14.0	13.8	12.0
58	1,994	13.3	13.8	13.4	12.5	11.0	9.1	9.2	10.2	12.4	13.5	14.1	14.3	12.2
59	1,995	14.0	13.9	13.6	12.8	10.9	10.1	10.8	11.6	12.1	14.0	13.9	13.6	12.6
60	1,996	13.3	13.5	13.2	12.5	11.4	10.0	9.2	11.9	12.8	13.7	13.6	13.5	12.4
61	1,997	13.5	13.2	13.2	11.9	10.6	9.5	9.8	10.4	12.4	14.3	14.7	14.7	12.4
62	1,998	15.1	15.4	14.7	13.8	11.4	10.5	10.3	12.1	12.9	14.3	14.1	13.6	13.2
63	1,999	13.9	13.4	13.1	12.5	11.3	9.8	8.7	10.6	12.3	12.9	13.9	13.8	12.2
64	2,000	13.2	13.2	12.8	12.8	11.3	9.9	9.6	11.2	12.7	13.1	14.4	13.3	12.3
65	2,001	13.2	12.8	13.3	11.7	10.9	9.6	9.8	9.7	12.6	13.7	14.4	14.0	12.1
66	2,002	13.9	13.4	13.5	12.5	10.6	10.6	9.3	10.5	12.8	14.0	13.8	14.1	12.4
67	2,003	14.0	14.4	13.9	12.6	11.4	10.1	9.7	11.1	12.0	13.8	14.4	14.3	12.6
68	2,004	14.2	14.0	13.5	12.8	11.2	9.3	9.5	10.0	12.7	13.9	14.1	14.1	12.4
69	2,005	14.3	16.8	13.8	12.5	10.9	9.7	9.7	11.2	12.2	13.8	14.0	14.1	12.8
70	2,006	13.2	14.0	13.4	12.5	9.8	10.2	9.3	11.8	12.8	13.5	13.5	13.4	12.3
71	2,007	14.4	14.0	13.6	12.3	11.1	9.8	9.8	11.3	11.8	13.3	14.1	13.5	12.4
72	2,008	12.6	12.8	12.1	11.8	10.5	10.0	9.7	11.4	12.2	13.5	14.0	13.5	12.0
73	2,009	12.9	12.6	12.7	12.3	10.6	10.0	10.1	11.2	13.2	14.5	15.0	14.1	12.4
74	2,010	14.0	14.1	14.5	13.3	12.1	11.1	10.9	11.3	13.3	14.3	14.3	14.2	13.1
75	2,011	14.0	13.4	13.6	12.8	10.7	10.2	9.9	11.7	12.9	13.9	14.6	13.0	12.5
76	2,012	13.8	13.3	13.3	12.7	10.3	10.2	10.0	11.3	13.3	14.7	15.0	14.3	12.6
77	2,013	13.7	14.4	15.3	12.8	11.8	9.9	9.8	11.3	13.0	14.3	14.6	13.7	12.9
78	2,014	14.4	14.1	13.9	12.6	11.6	11.3	10.3	10.8	12.6	13.9	14.7	14.7	12.9
N° Datos		59	62	61	62	62	60	60	60	59	59	59	59	46
Media		13.5	13.6	13.4	12.6	11.2	10.1	9.8	11.2	12.7	13.8	14.2	13.8	12.5
Desv. Estandar		0.83	1.00	0.82	0.81	1.00	1.01	1.01	1.04	0.80	0.74	0.73	0.67	0.67
Coef. Variacion		0.06	0.07	0.06	0.06	0.09	0.10	0.10	0.09	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05
Temp. Max.		15.5	16.8	15.3	14.6	14.1	13.2	13.3	14.7	15.0	16.0	16.4	15.8	16.8
Temp. Min.		11.9	11.7	12.0	10.9	9.5	8.7	8.2	9.4	10.8	12.5	12.9	12.3	8.2

FUENTE : SENAMHI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 07

REGISTRO DE TEMPERATURA MEDIA MENSUAL
(ºC)

Estacion	:	**LA RAYA**	Latitud	:	14º 28´	S	Departamento	:	Cusco
Tipo	:	CO-687	Longitud	:	71º 03´	W	Provincia	:	Canchis
			Altitud	:	4,200	msnm	Distrito	:	Marangani

Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964													
2	1,965													
3	1,966													
4	1,967													
5	1,968													
6	1,969													
7	1,970													
8	1,971													
9	1,972													
10	1,973	7.8	8.7	8.2	6.3	6.3	4.6	4.1	5.7	7.4	8.1	7.8	7.2	6.9
11	1,974	6.9	7.1	6.9	6.6	5.2	3.9	5.1	4.1	5.7	7.2	7.3	7.7	6.1
12	1,975	6.8	7.1	7.6	7.9	5.8	4.5	3.3	5.3	6.7	6.8	7.5	7.6	6.4
13	1,976	7.3	8.0	7.4	6.1	5.9	4.1	4.1	4.7	6.3	7.2	7.3	8.2	6.4
14	1,977	8.1	7.6	8.1	6.8	5.1	3.7	4.3	4.5	7.1	7.6	7.6	7.8	6.5
15	1,978	7.3	8.0	8.0	7.3	5.2	3.9	3.2	4.3	5.6	6.4	8.1	8.2	6.3
16	1,979	7.2	7.3	7.2	6.6	5.7	4.3	3.8	4.8	6.6	7.6	8.9	7.2	6.4
17	1,980	8.9	8.2	7.7	6.0	5.3	4.1	3.8	5.0	6.3	7.5	7.7	7.9	6.5
18	1,981	8.0	7.5	7.9	6.0	5.4	2.9	3.3	4.2	5.1	6.8	8.3	7.7	6.1
19	1,982	7.2	8.5	7.5	6.3	4.1	3.3	3.3	4.3	5.6	7.1	7.7	8.1	6.1
20	1,983	8.8	8.5	8.8	7.6	6.1	4.6	3.8	5.5	6.4	7.1	7.7	7.8	6.9
21	1,984	6.8	7.3	8.0	7.2	5.8	4.6	4.8	4.5	5.4	6.7	7.1	6.7	6.2
22	1,985	7.3	7.3	7.6	6.8	5.8	3.3	3.0	4.9	6.3	6.8	6.6	7.0	6.1
23	1,986	7.2	6.9	7.3	7.1	4.2	4.5	3.4	5.1	6.6	7.0	8.1	8.1	6.3
24	1,987	7.5	8.3	8.1	7.1	5.5	4.0	4.3	6.2	7.1	7.4	8.3	8.5	6.8
25	1,988	7.7	7.9	7.7	7.2	6.3	4.2	6.1	6.0	6.5	7.7	8.1	7.5	6.9
26	1,989	6.9	7.1	7.1	6.6	6.5	4.4	3.1	4.5	6.7	7.6	6.7	7.3	6.2
27	1,990	6.8	7.5	7.4	7.2	5.4	3.7	3.4	4.6	5.8	7.3	7.5	7.4	6.1
28	1,991	8.0	8.0	8.2	6.8	5.6	3.7	3.5	4.3	6.2	6.7	7.2	7.3	6.3
29	1,992	7.3	7.5	7.4	6.6	6.2	4.3	2.6	4.2	6.3	6.3	6.7	8.0	6.1
30	1,993	7.2	7.3	7.1	7.4	6.0	4.4	4.3	5.9	6.1	7.1	6.7	7.5	6.4
31	1,994	8.2	7.6	7.5	7.4	5.9	4.5	4.0	5.1	5.1	7.6	8.5	8.7	6.7
32	1,995	8.4	8.8	8.3	8.0	6.0	5.0	5.5	6.8	6.2	8.8	8.8	7.7	7.3
33	1,996	5.3	5.0	6.5	5.9	5.3	6.0	4.1	5.0	6.8	8.2	8.8	8.3	6.2
34	1,997						4.6							
35	1,998	10.0	10.0											
36	1,999													
37	2,000													
38	2,001													
39	2,002													
40	2,003													
41	2,004													
42	2,005													
43	2,006													
44	2,007													
N° Datos		25	25	24	24	24	25	24	24	24	24	24	24	24
Media		7.6	7.7	7.6	6.9	5.6	4.2	3.9	5.0	6.2	7.3	7.7	7.7	6.4
Desv. Estandar		0.90	0.89	0.52	0.59	0.59	0.61	0.82	0.71	0.61	0.58	0.69	0.48	0.33
Coef. Variacion		0.12	0.12	0.07	0.09	0.10	0.15	0.21	0.14	0.10	0.08	0.09	0.06	0.05
Temp. Max.		10.0	10.0	8.8	8.0	6.5	6.0	6.1	6.8	7.4	8.8	8.9	8.7	10.0
Temp. Min.		5.3	5.0	6.5	5.9	4.1	2.9	2.6	4.1	5.1	6.3	6.6	6.7	2.6

FUENTE : SENAMHI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 08

REGISTRO DE TEMPERATURA MEDIA MENSUAL
(ºC)

Estacion	:	**PARURO**	Latitud	:	13º 45'	S	Departamento	:	Cusco
Tipo	:	CO-686	Longitud	:	71º 51'	W	Provincia	:	Paruro
			Altitud	:	3,084	msnm	Distrito	:	Paruro

Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964													
2	1,965				12.5				13.6	14.3		15.0		
3	1,966				14.8	13.4	13.1	13.7	14.1	14.8	15.6	15.8	16.3	
4	1,967	15.2	14.3	15.1	14.8	14.1	13.1	13.0	14.1	14.3	14.9	16.3	15.3	14.5
5	1,968	15.3	15.0	15.0	14.3	14.1	14.4	13.9	14.0	14.9	15.3	14.8	15.1	14.7
6	1,969	14.7	15.2	14.2	14.6	14.3	14.9	13.8	14.2	15.0	16.0	15.9	16.5	14.9
7	1,970	14.3	15.1	14.4	14.7	13.6	12.8	12.1	13.9	13.6	15.9	15.8	13.9	14.2
8	1,971	14.2	13.3	13.6	12.9	12.2	11.2	11.1	13.0	15.4	15.1	16.0	14.3	13.5
9	1,972	13.5	13.8	13.5	14.0	12.3	11.7	12.0	12.8	14.2	16.2	16.1	16.0	13.8
10	1,973	14.6	14.9	14.6	14.1	12.5	11.2	11.3	13.0	14.3	15.9	15.7	14.5	13.9
11	1,974	13.6	13.0	13.6	13.2	12.2	11.2	11.6	11.2	14.0	15.0	15.3	14.9	13.2
12	1,975	13.4	13.7	13.6	13.8	12.1	11.3	11.1	13.4	14.1	14.8	15.3	13.8	13.4
13	1,976	13.3	13.6	13.5	13.2	11.6	11.8	11.9	12.7	13.3	16.0	15.8	15.3	13.5
14	1,977	14.9	14.2	14.2	13.5	12.6	11.4	12.2	13.8	14.5	15.0	14.2	14.4	13.7
15	1,978	13.5	15.2	14.4	14.1	12.7	11.7	11.4	12.4	14.1	16.0	15.0	15.2	13.8
16	1,979	14.3	14.1							15.7	16.4	15.9	15.0	
17	1,980	14.3	13.7	14.2	13.8	13.2	13.0	12.5	13.8	13.9	14.1	14.4	14.6	13.8
18	1,981	14.5	14.3	13.9	14.3	13.7	12.4	12.6	13.0	13.3	14.6	15.0	15.7	13.9
19	1,982	14.6	14.6	14.5	15.1	13.7								
20	1,983													
21	1,984													
22	1,985													
23	1,986							11.8	12.5	13.5	15.0	15.5	14.0	
24	1,987	14.9	15.9	14.9	14.9	12.4	12.2	11.3	12.3	14.9	14.7	14.8	14.9	14.0
25	1,988	15.8	15.1						11.9			14.6	15.7	
26	1,989													
27	1,990													
28	1,991													
29	1,992													
30	1,993	14.3	13.7	14.2	13.8	13.2	13.0	12.5	13.8	13.9	14.1	14.4	14.6	13.8
31	1,994	14.5	14.3	13.9	14.3	13.7	12.4	12.6	13.0	13.3	14.6	15.0	15.7	13.9
32	1,995	14.9	15.9	14.9	14.9	12.4	12.2	11.3	12.3	14.0	13.8	14.8	14.2	13.8
33	1,996	15.2	15.4	14.6	13.8	12.2	10.6	10.5	12.5	14.5	15.2	15.4	15.1	13.8
34	1,997	14.8	14.5	14.1	13.4	11.9	10.0	11.1	11.6	13.8	15.5	15.6	15.7	13.5
35	1,998	16.5	14.3	14.1	13.8	15.6	11.5	11.5	13.7	14.4	15.2	15.1	14.5	14.2
36	1,999	15.4	14.0	14.1	13.3	12.7	10.9	9.8	11.3	13.1	13.7	14.6	14.6	13.1
37	2,000	14.3	14.2	13.5	13.7	12.1	10.6	10.9	12.5	14.1	13.7	15.7	13.7	13.3
38	2,001	13.1	12.9	13.1	12.3	11.4	10.6	10.8	10.7	13.4	13.9	14.4	13.8	12.5
39	2,002	13.8	13.3	13.2	12.8	11.1	10.6	9.9	11.4	12.9	13.8	13.8	13.8	12.5
40	2,003	13.9	14.2	13.6	12.9	11.8	10.7	10.1	11.3	12.5	14.2	14.5	13.7	12.8
41	2,004	13.7	13.4	13.5	12.9	11.7	9.8	10.1	10.6	12.6	14.4	14.6	14.4	12.6
42	2,005	14.1	14.1	14.2	13.4	13.2	11.7	12.0	13.5	14.5	15.4	14.6	15.7	13.9
43	2,006	14.8	14.9	15.0	14.3	11.5	11.9	11.1	13.1	14.7	15.2	15.5	14.9	13.9
44	2,007	15.5	15.2	14.4	14.2	13.0	11.8	11.7	13.0	13.6	15.0	15.5	15.3	14.0
N° Datos		33	33	31	33	32	31	32	34	34	33	35	34	30
Media		14.5	14.3	14.1	13.8	12.8	11.8	11.7	12.8	14.0	15.0	15.2	14.9	13.7
Desv. Estandar		0.77	0.79	0.55	0.74	1.00	1.17	1.07	1.03	0.75	0.78	0.62	0.77	0.58
Coef. Variacion		0.05	0.05	0.04	0.05	0.08	0.10	0.09	0.08	0.05	0.05	0.04	0.05	0.04
Temp. Max.		16.5	15.9	15.1	15.1	15.6	14.9	13.9	14.2	15.7	16.4	16.3	16.5	16.5
Temp. Min.		13.1	12.9	13.1	12.3	11.1	9.8	9.8	10.6	12.5	13.7	13.8	13.7	9.8

FUENTE : SENAMHI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 09

REGISTRO DE TEMPERATURA MEDIA MENSUAL

(°C)

Estacion	:	**POMACANCHIS**	Latitud	:	14° 03'	S	Departamento	:	Cusco
Tipo	:	PLU	Longitud	:	71° 35'	W	Provincia	:	Acomayo
			Altitud	:	3,700	msnm	Distrito	:	Pomacanchis

Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964													
2	1,965													
3	1,966													
4	1,967													
5	1,968													
6	1,969													
7	1,970													
8	1,971													
9	1,972													
10	1,973													
11	1,974													
12	1,975													
13	1,976													
14	1,977													
15	1,978													
16	1,979													
17	1,980													
18	1,981													
19	1,982													
20	1,983													
21	1,984													
22	1,985	10.9	9.4	9.4	9.7	8.1	6.1	6.0	8.6	9.6	10.9	10.3	10.5	9.1
23	1,986	10.6	10.5	10.8	10.5	7.7	7.6	6.9	8.4	10.2	10.1	10.5	11.4	9.6
24	1,987			10.3	10.8	9.6	8.5	8.2	9.3	10.9				
25	1,988								8.9	10.2				
26	1,989													
27	1,990													
28	1,991													
29	1,992													
30	1,993													
31	1,994													
32	1,995	9.4	9.1	8.9	8.6	7.2	6.4	6.9	8.3	8.9	10.4	9.8	8.9	8.6
33	1,996	10.3	10.8	10.9	10.8	9.6	8.0	7.2	9.4	10.2	10.9	10.6	10.5	9.9
34	1,997	10.2	9.9	9.9	9.6	8.1	7.2	7.7	8.3	11.0	12.4	11.5	12.4	9.9
35	1,998	12.6	12.6	11.9	11.8	9.5	8.6	8.4	10.1	11.0	11.8	11.7	11.3	10.9
36	1,999	11.1	10.3	10.6	10.3	9.5	7.9	6.9	8.7	10.3	13.6	11.5	11.2	10.2
37	2,000	10.5	10.2	10.2	10.3	9.4	7.7	7.5	9.2	10.5	10.5	11.8	10.5	9.9
38	2,001	10.0	10.6	10.6	9.9	9.0	8.0	8.1	8.2	10.7	11.3	11.8	11.3	10.0
39	2,002	11.3	10.8	11.2	10.0	8.7	8.1	7.4	8.8	10.0	11.4	11.4	11.5	10.1
40	2,003	11.6	11.6	11.0	10.6	9.2	8.3	7.5	8.9	9.8	11.4	11.7	11.5	10.3
41	2,004	10.9	11.0	10.8	10.4	8.5	7.1	7.1	7.9	10.0	11.4	11.7	11.2	9.8
42	2,005	11.4	11.2	11.3	10.3	9.1	8.0	8.1	9.0	10.0	11.2	11.2	11.3	10.2
43	2,006	10.6	10.9	10.8	9.9	7.8	8.0	7.3	9.3	10.5	11.2	10.6	10.8	9.8
44	2,007	11.4	11.3	10.7	10.3	9.0	7.9	7.8	9.2	10.1	11.1	11.1	10.9	10.1
45	2,008	10.5	10.3	10.0	10.0	8.4	7.9	7.8	9.5	10.4	11.5	11.9	10.9	9.9
46	2,009	10.7	10.7	10.8	10.4	8.9	7.6	7.2	8.5	10.4	11.6	12.0	11.7	10.0
47	2,010	11.4	11.8	11.8	11.0	9.8	8.9	8.5	9.4	11.0	11.4	12.0	10.9	10.7
48	2,011													
49	2,012													
50	2,013													
N° Datos		18	18	19	19	19	19	19	20	20	18	18	18	18
Media		10.9	10.7	10.6	10.3	8.8	7.8	7.5	8.9	10.3	11.3	11.3	11.0	9.9
Desv. Estandar		0.72	0.84	0.74	0.65	0.74	0.69	0.62	0.54	0.52	0.77	0.66	0.71	0.51
Coef. Variacion		0.07	0.08	0.07	0.06	0.08	0.09	0.08	0.06	0.05	0.07	0.06	0.06	0.05
Temp. Max.		12.6	12.6	11.9	11.8	9.8	8.9	8.5	10.1	11.0	13.6	12.0	12.4	13.6
Temp. Min.		9.4	9.1	8.9	8.6	7.2	6.1	6.0	7.9	8.9	10.1	9.8	8.9	6.0

FUENTE : SENAMHI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 10

REGISTRO DE TEMPERATURA MEDIA MENSUAL

(°C)

Estacion	:	**SICUANI**	Latitud	:	14° 17'	S	Departamento	:	Cusco		
Tipo	:	CO-759	Longitud	:	71° 13'	W	Provincia	:	Canchis		
			Altitud	:	3,550	msnm	Distrito	:	Sicuani		

Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964													
2	1,965				12.7	11.9	10.8	10.1	11.5	12.6	14.3	14.4	12.7	
3	1,966	13.2	12.5	12.6	12.4	10.6	9.5	9.5	11.2	12.4	12.5	13.2	12.5	11.8
4	1,967	12.5	12.2	11.6	12.5	11.9	9.9	8.5	10.2	12.1	12.4	13.9	12.0	11.6
5	1,968	11.3	11.7	11.8	11.6	10.5	9.8	8.9	10.8	13.1	13.1	12.5	13.3	11.5
6	1,969	11.7	12.5	12.5	12.9	12.6	10.9	9.5	10.9	12.9	14.3	14.3	13.1	12.3
7	1,970	12.0	12.9	12.1	12.8	11.9	11.2	9.4	12.1	12.5	14.4	14.4	12.5	12.4
8	1,971	12.1	11.1	12.4	12.1	11.4	9.3	8.7	10.3	12.8	12.6	13.1	12.0	11.5
9	1,972	11.7	11.9	11.9	12.4	10.1	9.3	10.0	11.0	12.3	13.7	14.0	13.3	11.8
10	1,973	13.1	12.9	12.9	12.5	11.5	10.3	9.9	11.4	12.4	13.8	13.7	12.4	12.2
11	1,974	11.4	11.3	12.1	11.8	11.3	9.7	10.4	9.6	12.8	13.2	13.2		
12	1,975	11.8	11.4	11.4	11.9	10.7	10.0	9.4	11.4	12.3	12.9	13.2	11.8	11.5
13	1,976	11.1	11.6	12.0	11.4	10.6	9.7	10.3	11.0	11.8	14.4	14.2	13.3	11.8
14	1,977	13.4	13.5	12.4	12.4	10.5	9.9	10.3	11.1	13.4	14.3	13.4	13.1	12.3
15	1,978	12.5	13.5	13.3	13.0	12.0	9.8	8.6	9.2	10.8	11.2	12.2	11.9	11.5
16	1,979	12.2	12.3	12.6			9.8	10.6	10.7	11.4	12.0	12.1	12.0	
17	1,980	12.0	13.1	11.9	11.3	10.9	10.5	10.6	10.4	10.8	11.0	11.6	12.0	11.3
18	1,981	11.6	11.5	11.4	10.8	8.8	9.7	9.4	10.9	10.7	10.8	11.8	11.9	10.8
19	1,982	11.6	11.9	12.0	10.1	9.2	9.1	11.7	10.3	11.2	11.5	11.6	11.7	11.0
20	1,983	12.9	13.6	11.8	14.1	14.0	11.2	9.9	10.7	11.2	11.8	12.8	11.4	12.1
21	1,984	11.4	11.8	11.3	10.9	10.7								
22	1,985													
23	1,986													
24	1,987				12.5	10.2	8.3	8.4	10.8	12.3	13.0	13.3	12.8	
25	1,988	12.3	12.3	12.4	11.5	10.0	7.8	7.3	9.3	11.5	13.3	13.3	12.8	11.2
26	1,989	11.9	12.2	11.6	11.2	9.5	8.4	7.5	9.6	12.1	12.9	11.8	12.7	11.0
27	1,990	12.3	11.9	11.9	11.3	10.0	8.1	7.9	9.0	11.4	12.6	12.5	12.0	10.9
28	1,991				11.5	10.1	8.6	7.2	8.8	10.8	12.2	12.0	11.9	
29	1,992	13.0	12.6						9.0	11.8	12.2	12.4	12.8	
30	1,993	12.1	12.3	12.0	12.0	10.2	8.0	8.6	9.5	11.4	12.7	12.8	12.8	11.2
31	1,994	12.1	11.6	12.1	11.9	10.0	7.9	7.8	9.1	12.3	12.7	13.3	13.0	11.2
32	1,995	12.9	12.6	11.7	12.0	10.1	8.6	9.3	10.9	11.8	13.9	13.5	12.6	11.7
33	1,996	12.2	12.6	12.4	12.0	10.8	8.6	7.9	10.3	11.9	13.3	13.2	12.6	11.5
34	1,997	12.3	12.3	12.2	11.2	9.4	8.1	8.7	10.0	12.6	13.5	13.1	13.6	11.4
35	1,998	14.0	14.4	13.5	12.5	8.9	8.4	7.6	8.7	11.1	12.7	12.6	12.2	11.4
36	1,999	12.5	11.8	11.9	11.6	9.7	7.3	6.6	8.7	10.3	11.4	12.1	12.3	10.5
37	2,000	11.9	11.7	11.3	11.1	9.5	7.7	7.6	9.7	11.5	11.6	12.2	11.9	10.6
38	2,001	11.6	11.8	12.3	10.7	9.3	8.1	7.8	8.4	11.4	12.5	13.1	12.5	10.8
39	2,002	12.5	12.4	12.6	11.2	9.2	8.4	7.6	9.1	11.0	12.4	12.9	13.0	11.0
40	2,003	12.6	12.8	12.3	11.3	9.6	7.9	7.3	9.3	10.6	11.8	12.6	12.9	10.9
41	2,004	12.7	12.2	11.9	11.3	8.4	7.3	7.1	9.8	11.0	12.5	12.9	12.6	10.8
42	2,005	12.7	12.7	12.9	11.7	9.2	7.1	8.2	10.5	11.7	12.5	12.5	12.8	11.2
43	2,006	12.2	12.7	13.2	11.5	8.0	8.1	7.0	9.6	10.9	12.3	12.0	12.2	10.8
44	2,007	13.0	12.6	12.1	11.8	9.8	8.0	7.7	9.0	11.3	12.0	12.3	12.4	11.0
45	2,008	12.3	11.9	11.4	11.1	8.6	7.8	7.6	9.2	10.7	12.4	12.9	12.3	10.7
46	2,009	12.6	12.4	12.5	11.5	9.5	7.3	7.5	8.7	11.3	12.6	13.4	13.0	11.0
47	2,010													
48	2,011													
49	2,012													
50	2,013													
N° Datos		40	40	39	41	41	41	41	42	42	42	42	41	36
Media		12.3	12.3	12.2	11.8	10.3	8.9	8.7	10.0	11.7	12.7	12.9	12.5	11.4
Desv. Estandar		0.62	0.69	0.54	0.75	1.22	1.15	1.24	0.95	0.77	0.94	0.76	0.52	0.51
Coef. Variacion		0.05	0.06	0.04	0.06	0.12	0.13	0.14	0.10	0.07	0.07	0.06	0.04	0.05
Temp. Max.		14.0	14.4	13.5	14.1	14.0	11.2	11.7	12.1	13.4	14.4	14.4	13.6	14.4
Temp. Min.		11.1	11.1	11.3	10.1	8.0	7.1	6.6	8.4	10.3	10.8	11.6	11.4	6.6

FUENTE : SENAMHI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 11

REGISTRO DE TEMPERATURA MEDIA MENSUAL
(ºc)

Estacion	:	**URCOS**	Latitud	:	13º 45'	S	Departamento	:	Cusco
Tipo	:	CO-686	Longitud	:	71º 51'	W	Provincia	:	Quispicanchis
			Altitud	:	3,084	msnm	Distrito	:	Urcos

Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964													
2	1,965					14.6	14.2	12.8	13.6	14.1	16.2	16.6	15.3	
3	1,966	15.6	14.8	14.0	14.5	12.7	12.2	12.2	13.5	14.1	14.7	15.3	14.9	14.0
4	1,967	14.7	13.9	13.7	13.8	13.6	12.0	11.2	12.0	14.0	14.2	15.4	13.6	13.5
5	1,968	13.8	13.5	13.6	13.5	11.9	12.0	11.0	13.0	14.2	15.2	14.4	14.8	13.4
6	1,969	14.1	14.4	14.5	14.3	14.0	12.6	11.7	12.9	14.5	15.9	15.7	14.7	14.1
7	1,970	13.8	14.7	13.7	13.9	12.8	12.1	11.1	13.1	13.7	15.1	15.6	13.6	13.6
8	1,971	13.9	12.5	13.8	12.8	12.2	11.1	10.8	12.4	14.2	14.4	15.0	13.7	13.1
9	1,972	13.1	13.5	13.7	14.2	13.0	11.7	12.1	12.3	13.5	15.6	15.1	15.1	13.6
10	1,973	14.2	14.8	14.7	14.2	13.1	11.6	11.5	12.6	13.6	15.0	15.2	13.8	13.7
11	1,974	13.1	12.8	13.1	12.9	12.4	11.7	11.2	11.2	13.4	14.6	15.2	14.7	13.0
12	1,975	13.3	13.1	13.3	13.9	12.4	11.5	10.9	11.8	13.2	14.2	15.0	13.6	13.0
13	1,976	13.3	13.0	13.0	13.0	11.8	11.2	11.2	11.8	12.4	15.1	15.2	14.7	13.0
14	1,977	14.4	13.4	14.1	13.8	12.5	11.0	11.9	12.4	13.2	14.5	13.7	14.2	13.3
15	1,978	13.9	14.7	14.3	13.8	12.9	11.1	10.8	11.2	13.5	14.6	14.6	14.6	13.3
16	1,979	14.0	14.2	13.8	13.5	12.8	11.5	11.5	12.6	14.5	15.1	15.5	14.5	13.6
17	1,980	14.5	14.0	13.8	12.9	11.9	11.5	10.9	12.6	13.3	13.6	14.0	14.2	13.1
18	1,981		13.6											
19	1,982													
20	1,983													
21	1,984													
22	1,985													
23	1,986													
24	1,987													
25	1,988													
26	1,989													
27	1,990													
28	1,991													
29	1,992													
30	1,993													
31	1,994													
32	1,995													
33	1,996													
34	1,997													
35	1,998													
36	1,999													
37	2,000													
38	2,001													
39	2,002													
40	2,003													
41	2,004													
42	2,005													
43	2,006													
44	2,007													
N° Datos		15	16	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	15
Media		14.0	13.8	13.8	13.7	12.8	11.8	11.4	12.4	13.7	14.9	15.1	14.4	13.5
Desv. Estandar		0.67	0.75	0.47	0.55	0.77	0.78	0.58	0.71	0.56	0.67	0.69	0.57	0.36
Coef. Variacion		0.05	0.05	0.03	0.04	0.06	0.07	0.05	0.06	0.04	0.04	0.05	0.04	0.03
Temp. Max.		15.6	14.8	14.7	14.5	14.6	14.2	12.8	13.6	14.5	16.2	16.6	15.3	16.6
Temp. Min.		13.1	12.5	13.0	12.8	11.8	11.0	10.8	11.2	12.4	13.6	13.7	13.6	10.8

FUENTE : SENAMHI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 12

REGISTRO DE TEMPERATURA MEDIA MENSUAL
(°C)

Estacion	:	**YAURI**	Latitud	:	14° 19'	S	Departamento	:	Cusco
Tipo	:	PLU	Longitud	:	71° 25'	W	Provincia	:	Espinar
			Altitud	:	3,927	msnm	Distrito	:	Yauri

Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964	12.9	10.2	9.7	8.2	5.8	2.9	1.9	2.9	5.0	8.7	8.0	7.4	7.0
2	1,965	7.9	6.4	5.3	4.4	2.0	6.1	5.9	7.1	8.3	10.0	10.6	10.1	7.0
3	1,966	10.3	10.1	10.3	9.1	7.6	6.2	5.6	6.3	8.6	10.5	10.3	10.9	8.8
4	1,967	10.9	10.5	10.1	9.7	9.1	6.3	6.1	6.0	8.0	8.4	9.7	9.7	8.7
5	1,968	9.0	9.4	9.2	7.9	6.6	6.2	7.2	7.5	7.6	8.5	9.1	9.0	8.1
6	1,969	8.7	9.0	9.2	7.5	7.8	6.5	6.4	6.9	6.4	8.7	9.3	8.7	7.9
7	1,970	8.8	9.0	9.1	9.2	7.9	6.4	6.3	6.2	7.3	8.3	9.0	8.7	8.0
8	1,971	9.0	8.6	8.7	8.5	7.1	5.9	5.7	5.8	6.6	7.6	8.7	9.0	7.6
9	1,972	8.8	8.6	8.2	7.9	6.5	4.8	6.1	6.4	7.5	7.7	8.5	9.4	7.5
10	1,973	9.4	9.0	8.9	9.0	7.8	6.1	5.8	6.5	7.4	9.4	9.8	9.7	8.2
11	1,974	9.7	9.0	8.9	9.5	7.5	6.8	6.8	6.5	7.2	8.9	9.2	9.5	8.3
12	1,975	9.3	8.9	8.8	8.7	8.7	6.9	6.8	6.7	6.9	7.2	7.8	8.6	7.9
13	1,976	8.5	8.7	8.8	8.6	7.6	7.7	7.2	6.7	6.7	7.2	7.7	8.1	7.8
14	1,977	8.4	8.6	8.9	8.7	7.2	6.6	6.8	7.0	7.1	7.0	7.4	7.5	7.6
15	1,978	6.9	7.2	7.6	7.4	7.3	6.9	7.0	7.0	7.2	7.2			
16	1,979													
17	1,980													
18	1,981													
19	1,982													
20	1,983													
21	1,984													
22	1,985													
23	1,986											9.1	9.3	
24	1,987		8.0	7.6		2.8	1.0	2.0						
25	1,988							3.0	4.0	4.8	7.2	12.9	11.3	
26	1,989													
27	1,990													
28	1,991	8.7	9.0		4.3	3.4	2.5	1.1	-0.5	1.7				
29	1,992							2.6	3.6	6.3	8.0	8.6	10.0	
30	1,993	9.0	9.1	9.5	8.9	5.7	2.2	3.5	4.5	7.4	9.4	10.1	10.4	7.5
31	1,994	10.1	9.9	9.7	9.4	6.3	3.0	2.8	4.9	7.5	8.7	10.0	10.2	7.7
32	1,995	10.2	9.6	9.7	8.5	5.7	3.3	3.9	5.5	7.6	9.5	9.4	9.2	7.7
33	1,996	9.7	10.0	10.0	9.4	6.7	2.9	3.1	5.7	7.0	9.5	9.5	9.9	7.8
34	1,997	10.0	9.4	9.1	7.6	5.5	2.9	3.7	5.0	8.4	9.8	10.6	11.3	7.8
35	1,998	11.5	11.9	11.2	9.8	5.2	4.5	4.0	6.3	7.6	9.6	10.1	10.0	8.5
36	1,999	10.7	9.8	10.0	8.5	6.8	3.7	3.4	5.5	7.4	9.4	8.9	9.9	7.8
37	2,000	9.9	9.6	9.8	9.1	6.5	4.0	3.9	6.1	7.7	8.6	9.5	9.8	7.9
38	2,001	9.5	9.9	9.7	8.8	6.9	5.2	4.4	4.9	8.4	9.9	11.0	10.6	8.3
39	2,002	10.7	10.4	10.6	9.1	6.6	4.7	3.9	4.8	7.5	9.4	9.7	10.3	8.1
40	2,003	10.5	10.4	10.0	8.5	5.9	2.7	3.3	4.6	6.3	7.8	9.4	10.0	7.5
41	2,004	10.1	9.7	9.5	8.5	4.4	2.9	2.8	4.7	7.8	9.2	10.0	10.4	7.5
42	2,005	9.8	10.0	10.2	8.7	4.9	2.1	3.6	3.7	6.9	8.8	9.5	10.3	7.4
43	2,006	9.7	10.3	10.0	8.9	4.1	3.4	2.3	5.8	6.4	9.2	10.0	10.4	7.5
44	2,007	10.4	10.4	9.8	9.2	6.4	4.1	3.6	5.0	8.1	8.9	9.1	9.6	7.9
45	2,008	10.1	9.9	8.9	7.4	3.7	3.8	3.3	4.5	6.4	8.9	10.3	9.9	7.3
46	2,009	9.8	10.1	9.5	8.4	5.5	2.2	3.8	4.1	7.7	9.4	11.1	10.8	7.7
47	2,010	10.2	10.6	10.6	9.5	7.4	6.5	5.5	7.4	9.8	10.7	11.3	10.2	9.1
48	2,011													
49	2,012													
50	2,013													
N° Datos		34	35	34	34	35	35	37	36	36	35	35	35	32
Media		9.68	9.46	9.33	8.44	6.20	4.57	4.46	5.43	7.13	8.78	9.58	9.72	7.7
Desv. Estandar		1.09	1.02	1.06	1.22	1.62	1.82	1.73	1.55	1.32	0.97	1.10	0.93	0.49
Coef. Variacion		0.11	0.11	0.11	0.14	0.26	0.40	0.39	0.28	0.19	0.11	0.11	0.10	0.06
Temp. Max.		12.9	11.9	11.2	9.8	9.1	7.7	7.2	7.5	9.8	10.7	12.9	11.3	12.9
Temp. Min.		6.9	6.4	5.3	4.3	2.0	1.0	1.1	-0.5	1.7	7.0	7.4	7.4	-0.5

FUENTE : SENAMHI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 13

REGISTRO DE TEMPERATURA MAXIMA MEDIA MENSUAL
(°C)

Estacion	:	**ANTABAMBA**	Latitud	:	14° 25'	S	Departamento	:	Apurimac
Tipo	:	CO	Longitud	:	72° 52'	W	Provincia	:	Antabamba
			Altitud	:	3,838	msnm	Distrito	:	Antabamba

Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964	19.1	17.9	16.9	17.3	18.4	20.3	19.0	19.6	21.4	21.6	18.7	18.6	19.1
2	1,965	18.3	16.7	16.3	17.9	19.3	17.7	16.4	18.1	17.9	20.6	21.5	18.5	18.3
3	1,966	19.0	17.9	17.5	19.7	17.7	18.0	18.4	19.1	19.8	18.5	18.7	18.4	18.6
4	1,967	17.4	16.7	16.1	16.6	17.7	17.3	15.7	17.0	17.2	18.8	21.0	19.5	17.6
5	1,968	15.9	17.0	15.6	17.4	17.5	17.0	16.9	17.7	19.4	19.7	18.0	18.7	17.6
6	1,969	17.0	17.7	17.6	18.5	19.5	18.4	18.1	18.7	18.0	20.2	19.5	19.6	18.6
7	1,970	16.5	16.6	16.6	17.5	18.6	18.8	16.4	19.2	18.3	20.3	20.6	18.4	18.2
8	1,971	16.4	15.6	16.9	17.4	18.1	17.1	17.7	19.3	21.1	20.6	21.7	18.1	18.3
9	1,972	15.2	16.8	16.1	18.2	19.2	18.7	19.0	19.0	18.2	20.1	20.8	19.5	18.4
10	1,973	16.9	17.0	17.2	17.2	19.5	19.3	17.6	18.3	18.8	21.0	20.1	17.8	18.4
11	1,974	15.8	16.3	17.2	16.9	19.5	16.7	18.5	15.9	18.6	20.6	21.7	20.8	18.2
12	1,975	17.7	18.0	17.3	20.6	19.0	18.5	19.1	0.4	19.6	20.5			
13	1,976													
14	1,977													
15	1,978													
16	1,979													
17	1,980													
18	1,981													
19	1,982													
20	1,983													
21	1,984													
22	1,985													
23	1,986													
24	1,987													
25	1,988													
26	1,989													
27	1,990													
28	1,991													
29	1,992													
30	1,993													
31	1,994													
32	1,995													
33	1,996													
34	1,997													
35	1,998													
36	1,999													
37	2,000													
38	2,001													
39	2,002													
40	2,003													
41	2,004													
42	2,005													
43	2,006													
44	2,007													
N° Datos		12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	11	11	11
Media		17.1	17.0	16.8	17.9	18.7	18.2	17.7	16.9	19.0	20.2	20.2	18.9	18.2
Desv. Estandar		1.25	0.73	0.63	1.17	0.77	1.06	1.15	5.29	1.28	0.87	1.31	0.86	0.43
Coef. Variacion		0.07	0.04	0.04	0.07	0.04	0.06	0.07	0.31	0.07	0.04	0.06	0.05	0.02
Temp. Max.		19.1	18.0	17.6	20.6	19.5	20.3	19.1	19.6	21.4	21.6	21.7	20.8	21.7
Temp. Min.		15.2	15.6	15.6	16.6	17.5	16.7	15.7	0.4	17.2	18.5	18.0	17.8	0.4

FUENTE : SENAMHI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 14

REGISTRO DE TEMPERATURA MAXIMA MEDIA MENSUAL
(°C)

Estacion	:	**COMBAPATA**	Latitud	:	S	Departamento	:	Cusco
Tipo	:		Longitud	:	W	Provincia	:	Canchis
			Altitud	:	3,474 msnm	Distrito	:	Combapata

Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964													
2	1,965													
3	1,966													
4	1,967													
5	1,968													
6	1,969													
7	1,970													
8	1,971	17.7	16.2	18.5	18.5	18.6	17.8	18.5	19.4	21.3	20.5	20.6	18.2	18.8
9	1,972	17.3	17.8	17.7	19.5	19.4	18.9	19.4	18.9	19.9	21.7	21.6	20.7	19.4
10	1,973	18.5	18.9	18.7	18.8	19.1	19.0	17.7	19.5	19.8	21.8	20.4	18.9	19.3
11	1,974	17.0	16.3	18.6	18.0	19.9	17.9	19.8	16.6	20.7	21.0	21.6	20.5	19.0
12	1,975	17.8	17.4	17.7	19.8	18.7	18.2	18.9	20.4	20.4	21.2	21.7	18.3	19.2
13	1,976	17.2	17.9	18.3	19.4	18.5	18.6	19.1	19.5	19.2	23.5	22.4	20.5	19.5
14	1,977	20.0	18.2	19.0	20.3	19.5	19.2	19.3	20.8	21.1	21.8	19.9	20.4	20.0
15	1,978	18.6	20.2	19.7	19.8	19.7	19.1	19.4	19.8	20.7	22.1	20.5	19.6	19.9
16	1,979		19.2	18.2	19.8	19.9	20.2	19.7	20.4	22.3	20.4	19.6	18.4	
17	1,980	20.6	20.2	19.0	20.4	20.8	21.0	19.3	21.4	21.1	20.5	22.4	20.9	20.6
18	1,981	18.9	19.2	20.2	19.2	20.7	19.6	20.2	19.0	19.6	20.4	20.9	19.4	19.8
19	1,982	18.6	20.4	19.5	19.7	21.0	19.6	20.5	20.4	21.8	21.3	19.1	21.5	20.3
20	1,983	21.1	21.8	22.8	21.4	21.2	20.1	22.6	21.8	23.0	24.1	25.3	21.5	22.2
21	1,984	17.8	17.6	16.8	16.4	17.9	19.6	19.5	20.1	19.9	19.6	19.8	18.9	18.7
22	1,985	19.8	18.2	16.4	16.8	18.5	20.9	20.7	20.5	19.4				
23	1,986													
24	1,987													
25	1,988													
26	1,989													
27	1,990	16.3	20.2	20.6	21.1	20.4	16.5	18.8						
28	1,991		19.5	19.2	19.7	20.2	19.3	19.3	20.5	19.8	20.8	20.4	19.6	
29	1,992	18.9	18.7	19.4	21.8	22.5	19.5	18.7	18.2	20.6	20.4	19.9	19.9	19.9
30	1,993	18.5	19.0	18.2	19.0	20.3	20.2	19.2	19.0	19.8	21.0	20.0	19.2	19.5
31	1,994	18.5	18.7	19.3	18.6	19.9	19.5	19.5	20.4	21.1	21.8	20.9	20.7	19.9
32	1,995	19.7	20.3	18.7	20.9	21.1	20.4	21.0	22.7	21.8	22.7	21.8	20.8	21.0
33	1,996	18.7	18.9	19.9	19.9	20.4	19.8	20.2	19.7	21.7	21.8	21.0	19.4	20.1
34	1,997	18.4	18.1	19.2	20.2	20.2	20.7	20.8						
35	1,998													
36	1,999													
37	2,000													
38	2,001													
39	2,002													
40	2,003													
41	2,004													
42	2,005													
43	2,006													
44	2,007													
N° Datos		21	23	23	23	23	23	23	21	21	20	20	20	18
Media		18.6	18.8	18.9	19.5	19.9	19.4	19.7	20.0	20.7	21.4	21.0	19.9	19.8
Desv. Estandar		1.20	1.35	1.31	1.31	1.08	1.07	1.01	1.29	1.03	1.10	1.37	1.03	0.85
Coef. Variacion		0.06	0.07	0.07	0.07	0.05	0.06	0.05	0.06	0.05	0.05	0.07	0.05	0.04
Temp. Max.		21.1	21.8	22.8	21.8	22.5	21.0	22.6	22.7	23.0	24.1	25.3	21.5	25.3
Temp. Min.		16.3	16.2	16.4	16.4	17.9	16.5	17.7	16.6	19.2	19.6	19.1	18.2	16.2

FUENTE : SENAMHI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 15

REGISTRO DE TEMPERATURA MAXIMA MEDIA MENSUAL
(ºC)

Estacion	:	KAYRA	Latitud	:	13º 33' 24.7'	S	Departamento	:	Cusco
Tipo	:	CO-607	Longitud	:	71lº 52´ 29.:	W	Provincia	:	Cusco
			Altitud	:	3,219	msnm	Distrito	:	San Jeronimo

Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964			18.6	19.6	18.8	20.1	19.5	20.0	20.1	20.2	19.4	19.4	
2	1,965	19.0	18.4	17.9	19.2	20.2	19.7	18.9	19.7	19.1	21.6	21.0	19.5	19.5
3	1,966	20.3	19.3	19.6	20.9	18.9	20.6	20.8	21.0	20.5	19.8	22.0	19.7	20.3
4	1,967	20.0	19.0	18.3	19.9	19.8	19.5	18.3	18.6	19.8	19.4	20.7	18.9	19.4
5	1,968	18.3	18.3	18.4	19.2	19.0	19.4	17.9	19.3	20.4	19.7	19.4	20.6	19.2
6	1,969	18.6	18.9	20.1	20.2	20.6	19.9	19.3	20.3	20.2	21.5	21.2	19.2	20.0
7	1,970	18.7	19.0	18.8	18.8	20.2	19.9	18.6	20.3	18.7	21.4	22.0	18.4	19.6
8	1,971	19.0	17.6	19.2	19.6	20.0	19.1	19.8	20.4	21.7	20.2	21.0	18.6	19.7
9	1,972	18.2	18.8	18.7	20.2	20.0	20.0	20.5	19.9	19.5	21.3	21.1	20.8	19.9
10	1,973	18.4	19.5	19.7	19.5	20.1	20.0	18.7	20.1	20.1	21.6	20.9	19.4	19.8
11	1,974	17.4	18.2	19.8	19.2	20.6	19.1	19.8	17.1	20.2	20.1	20.9	19.8	19.4
12	1,975	17.8	18.0	18.5	20.0	18.4	18.7	19.6	20.3	19.8	20.4	20.2	19.0	19.2
13	1,976	18.2	18.7	19.4	19.9	19.1	19.2	19.7	19.3	18.9	22.9	21.5	20.2	19.8
14	1,977	20.2	18.2	19.4	20.4	20.0	20.3	18.9	20.2	20.7	21.5	19.6	19.9	19.9
15	1,978	18.3	20.1	19.7	19.2	20.4	20.1	19.4	20.5	20.5	21.6	20.5	19.8	20.0
16	1,979	19.2	19.8	18.8	19.9	21.4	21.8	20.5	21.6	22.9	22.3	21.7	20.5	20.9
17	1,980	20.6	20.3	19.5	20.6	21.2	21.8	19.7	21.6	21.2	20.4	22.5	21.6	20.9
18	1,981	19.0	19.1	20.1	19.2	21.3	20.4	20.8	19.1	18.9	20.5	20.3	19.3	19.8
19	1,982	19.0	20.1	19.3	19.9	20.5	19.8	20.9	20.6	20.7	20.9	19.7	21.1	20.2
20	1,983	21.8	21.5	22.2	22.5	21.7	20.8	21.6	21.8	20.8	22.0	22.4	20.8	21.7
21	1,984	17.9	18.0	19.6	19.9	21.3	19.7	20.9	20.5	21.6	19.5	19.7	20.4	19.9
22	1,985	19.8	18.9	20.2	20.0	20.2	18.8	19.6	21.3	19.8	21.7	20.0	20.1	20.0
23	1,986	20.5	19.8	19.3	20.7	20.4	21.6	20.0	21.2	21.4	22.5	22.6	21.4	21.0
24	1,987	20.5	21.6	22.3	22.5	21.9	21.1	21.4	23.7	22.9	22.7	22.1	22.3	22.1
25	1,988	20.5	22.0	19.9	20.4	21.5	21.3	21.7	23.7	21.8	23.0	22.2	20.5	21.5
26	1,989	18.9	19.4	19.6	20.4	20.7	20.4	20.3	20.7	21.4	21.4	21.5	21.7	20.5
27	1,990	20.1	20.8	20.8	21.0	20.6	18.1	19.7	20.4	21.6	20.3	20.1	20.0	20.3
28	1,991	21.1	20.3	20.0	20.3	20.8	20.4	20.2	20.9	20.6	20.9	19.8	20.7	20.5
29	1,992	20.1	20.4	20.6	21.5	22.7	19.6	19.1	19.1	21.5	20.7	21.5	21.0	20.7
30	1,993	19.1	19.9	19.2	19.7	20.7	21.0	20.0	19.7	20.1	21.2	20.5	20.0	20.1
31	1,994	19.5	20.0	20.1	19.6	20.8	20.4	20.6	21.4	21.1	21.3	21.3	21.0	20.6
32	1,995	20.6	20.4	19.5	21.4	21.9	20.7	21.1	22.4	21.2	22.5	21.6	20.9	21.2
33	1,996	19.4	19.7	20.4	20.2	20.9	20.5	20.4	20.0	21.4	21.9	20.9	19.6	20.4
34	1,997	19.4	19.0	19.6	20.2	20.1	20.8	20.8	19.3	21.2	22.5	21.9	21.9	20.6
35	1,998	21.9	22.0	22.1	22.7	22.5	20.7	21.8	22.0	22.9	21.9	21.7	21.0	21.9
36	1,999	20.4	19.2	19.4	20.4	20.8	21.0	19.9	22.1	21.2	21.4	22.8	20.4	20.8
37	2,000	17.7	19.3	19.4	21.2	21.8	20.4	20.0	20.9	22.3	20.8	23.9	21.1	20.7
38	2,001	18.4	18.5	19.5	20.0	20.3	20.3	20.1	20.5	21.7	21.7	22.0	21.4	20.4
39	2,002	20.7	18.8	19.8	19.8	20.8	20.7	18.2	20.6	21.7	21.8	21.7	20.7	20.4
40	2,003	20.6	20.8	19.9	21.0	21.1	21.2	21.1	20.9	21.8	23.2	23.2	21.1	21.3
41	2,004	20.2	20.8	21.0	21.6	21.8	20.0	19.7	19.8	21.4	22.3	22.1	21.8	21.0
42	2,005	21.0	21.8	20.7	21.1	21.9	21.2	21.4	22.5	21.5	21.2	22.0	20.9	21.4
43	2,006	19.1	20.7	19.9	20.4	21.1	20.4	21.3	21.8	22.3	21.2	20.8	20.4	20.8
44	2,007	21.0	20.5	19.8	20.1	20.6	21.7	20.3	22.5	21.4	21.9	22.5	20.9	21.1
45	2,008	19.0	20.5	19.7	21.2	21.0	21.2	21.4	21.0	22.4	21.0	22.4	20.5	20.9
46	2,009	20.0	20.2	20.8	21.3	21.5	21.8	20.8	22.8	23.2	24.1	22.4	20.9	21.7
47	2,010	20.4	21.1	21.4	22.2	21.9	22.1	22.4	23.4	23.6	22.6	23.1	21.1	22.1
48	2,011	20.7	18.9	20.0	21.0	21.3	21.6	20.5	22.5	21.9	22.4	23.5	19.8	21.2
49	2,012	20.7	19.3	20.8	20.9	21.5	21.1	22.1	23.4	23.9	24.1	23.1	20.6	21.8
50	2,013	20.8	20.9	23.4	23.2	22.4	20.1	21.0	22.1	23.7	22.5	22.9	20.1	21.9
51	2,014	21.3	21.1	21.6	21.2	21.0	22.6	21.1	20.9	21.0	21.8	22.8	21.4	21.5
N° Datos		50	50	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	50
Media		19.7	19.7	19.9	20.5	20.8	20.4	20.2	20.9	21.2	21.5	21.5	20.4	20.6
Desv. Estandar		1.13	1.13	1.08	0.99	0.95	0.94	1.03	1.36	1.24	1.07	1.14	0.88	0.80
Coef. Variacion		0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04
Temp. Max.		21.9	22.0	23.4	23.2	22.7	22.6	22.4	23.7	23.9	24.1	23.9	22.3	24.1
Temp. Min.		17.4	17.6	17.9	18.8	18.4	18.1	17.9	17.1	18.7	19.4	19.4	18.4	17.1

FUENTE : SENAMHI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 16

REGISTRO DE TEMPERATURA MAXIMA MEDIA MENSUAL
(°C)

Estacion	:	**PARURO**	Latitud	:	13º 45'	S	Departamento	:	Cusco
Tipo	:	CO-686	Longitud	:	71º 51'	W	Provincia	:	Paruro
			Altitud	:	3,084	msnm	Distrito	:	Paruro

Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964							15.9	19.7	18.2	19.7	19.1	18.4	
2	1,965	18.6	17.8	18.7	20.0	19.7	20.1		21.1	19.9	20.7	19.7	20.3	
3	1,966	21.4	20.4	19.7	20.5	20.6	21.5	20.8	20.7	21.8	22.1	21.2		
4	1,967	19.6	19.3	18.3	19.0	19.5	19.5	18.1	19.0	20.3	20.6	23.9	21.0	19.8
5	1,968	21.8	21.6	22.1	19.9	21.2	21.8	20.8	21.4	22.1	22.0	20.6	21.0	21.4
6	1,969	20.8	21.7	18.9	20.5	20.3	20.4	19.1	20.7	22.4	23.3	22.6	23.1	21.2
7	1,970	20.0	21.6	21.2	21.2	21.8	21.4	20.5	23.2	21.8	23.8	24.3	20.9	21.8
8	1,971	20.8	19.6	20.8	21.1	21.6	20.4	21.0	22.0	23.5	22.5	23.4	20.5	21.4
9	1,972	19.6	20.0	20.0	21.8	21.7	21.3	21.7	21.6	22.2	24.0	23.0	22.8	21.6
10	1,973	20.6	21.2	21.3	21.5	22.0	21.0	19.8	21.6	21.5	23.2	22.5	20.4	21.4
11	1,974	19.4	19.0	20.9	20.3	21.8	20.3	21.3	18.9	22.7	22.2	23.1	22.2	21.0
12	1,975	19.4	19.6	20.3	21.8	20.1	20.3	20.9	22.7	22.3	22.5	22.7	20.6	21.1
13	1,976	19.6	20.4	20.9	22.0	20.6	20.1	20.9	21.5	21.0	25.0	24.2	22.1	21.5
14	1,977	22.4	20.3	20.8	22.3	21.9	21.3	21.2	23.6	22.8	23.5	21.7	22.1	22.0
15	1,978	19.7	22.2	21.7	21.7	21.9	21.2	21.6	22.6	22.7	23.3	22.4	22.0	21.9
16	1,979	21.0	20.8							24.7	22.8	23.0	21.3	
17	1,980	20.6	19.8	20.2	21.6	21.7	22.3	21.2	21.4	21.6	21.4	20.6	21.1	21.1
18	1,981	20.8	20.7	20.6	21.5	22.6	22.2	21.2	21.7	21.2	21.8	21.6	23.1	21.6
19	1,982	21.4	21.9	21.6	22.4	22.6								
20	1,983													
21	1,984													
22	1,985													
23	1,986							20.7	21.5	21.2	23.7	24.1	20.6	
24	1,987	21.4	23.3	22.6	21.7	22.4	23.9	24.3	23.0	23.1	22.6	21.2	23.3	22.7
25	1,988	24.6	24.6						21.8		22.4	22.4	22.0	
26	1,989	21.0	21.4	21.4	20.9	21.2	20.4	20.6						
27	1,990													
28	1,991													
29	1,992													
30	1,993	20.6	19.8	20.2	21.6	21.7	22.3	21.2	21.4	21.6	21.4	20.6	21.1	21.1
31	1,994	20.8	20.7	20.6	21.5	22.6	22.2	21.2	21.7	21.2	21.8	21.6	23.1	21.6
32	1,995	21.4	23.3	22.6	21.7	22.4	23.9	24.3	23.0	24.1	22.9	24.2	24.2	23.2
33	1,996	23.5	23.8	24.6	23.5	23.5	22.8	22.6	22.9	24.8	24.5	24.6	23.3	23.7
34	1,997	22.5	21.7	22.4	23.6	22.5	22.0	22.5	21.9	24.0	25.1	24.3	23.8	23.0
35	1,998	24.7				25.8	23.1	23.9	24.6	25.4	24.0	24.0	23.3	
36	1,999	22.9	21.0	21.5	22.3	23.0	22.9	21.9	23.4	22.7	23.3	24.5	22.6	22.7
37	2,000	21.7	20.7	21.1	23.6	23.5	22.0	22.2	22.5	24.1	22.2	25.5	22.8	22.7
38	2,001	20.2	20.2	20.9	22.0	22.4	22.0	21.7	22.2	23.5	23.7	24.2	23.0	22.2
39	2,002	22.9	20.8	21.1	21.9	21.8	21.4	20.0	22.2	22.8	23.0	23.3	22.2	22.0
40	2,003	22.6	22.2	21.4	22.8	22.4	22.6	22.0	22.0	22.6	24.3	24.8	22.4	22.7
41	2,004	21.3	21.5	22.5	23.3	23.1	20.8	20.4	21.1	22.1	24.1	24.2	23.3	22.3
42	2,005	22.7	22.0	22.8	23.8	24.0	23.0	22.9	24.2	24.3	23.5	23.9	23.1	23.4
43	2,006	21.4	22.5	22.3	22.3	22.4	21.6	22.2	22.8	24.6	23.8	23.5	23.0	22.7
44	2,007	22.8	22.6	21.5	22.7	23.0	22.7	21.8	23.8	22.6	23.6	24.4	23.3	22.9
45	2,008	22.8	22.6	21.5	22.7	23.0	22.7	21.8	23.8	22.6	23.6	24.4	23.3	22.9
46	2,009	22.3	21.5	22.6	23.8	23.2	22.8	22.1	24.3	24.9	26.1	23.9	23.7	23.4
47	2,010	22.5	23.1	23.1	24.1	23.1	23.1	23.7	24.7	25.3	24.4	25.4	22.7	23.8
48	2,011													
49	2,012													
50	2,013													
N° Datos		39	38	36	36	37	36	37	38	38	39	39	38	32
Media		21.4	21.2	21.2	21.9	22.1	21.8	21.4	22.2	22.6	23.0	23.0	22.2	22.0
Desv. Estandar		1.42	1.43	1.28	1.20	1.24	1.13	1.59	1.39	1.56	1.31	1.58	1.26	0.93
Coef. Variacion		0.07	0.07	0.06	0.05	0.06	0.05	0.07	0.06	0.07	0.06	0.07	0.06	0.04
Temp. Max.		24.7	24.6	24.6	24.1	25.8	23.9	24.3	24.7	25.4	26.1	25.5	24.2	26.1
Temp. Min.		18.6	17.8	18.3	19.0	19.5	19.5	15.9	18.9	18.2	19.7	19.1	18.4	15.9

FUENTE : SENAMHI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 17

REGISTRO DE TEMPERATURA MAXIMA MEDIA MENSUAL
(°C)

Estacion	:	**POMACANCHIS**	Latitud	:	14° 03'	S	Departamento	:	Cusco
Tipo	:	PLU	Longitud	:	71° 35'	W	Provincia	:	Acomayo
			Altitud	:	3,700	msnm	Distrito	:	Pomacanchis

Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964													
2	1,965													
3	1,966													
4	1,967													
5	1,968													
6	1,969													
7	1,970													
8	1,971													
9	1,972													
10	1,973													
11	1,974													
12	1,975													
13	1,976													
14	1,977													
15	1,978													
16	1,979													
17	1,980													
18	1,981													
19	1,982													
20	1,983													
21	1,984													
22	1,985		13.7	14.5	14.4	14.0	14.3	14.5	17.5	17.8	19.4	17.6	16.9	
23	1,986	16.4	16.0	16.5	17.1	16.5	16.7	15.4	16.8	17.8	17.5	17.5	18.5	16.9
24	1,987			16.8	17.8	17.2	16.8	16.5	17.6	18.9				
25	1,988								19.1	18.6	19.6	19.2	17.4	
26	1,989													
27	1,990													
28	1,991													
29	1,992													
30	1,993	16.0	17.0	16.1	16.4	17.4	17.0	15.9	16.3	17.1	18.0	17.4	16.1	16.7
31	1,994	16.0	15.9	15.5	15.7	16.6	16.1	16.4	17.5	17.8	18.1	20.5	17.4	17.0
32	1,995	16.9	16.7	15.8	17.4	18.0	17.1	17.6	19.5	18.8	20.0	18.5	17.2	17.8
33	1,996	16.0	16.2	16.8	16.6	16.7	16.1	16.4	16.4	17.9	18.1	16.9	16.0	16.7
34	1,997	15.5	15.1	15.9	16.3	16.0	16.6	16.8	15.8	18.4	19.5	17.9	18.6	16.9
35	1,998	18.2				18.6	16.9	17.7	18.4	19.2	18.2	18.0	17.3	
36	1,999													
37	2,000													
38	2,001													
39	2,002													
40	2,003													
41	2,004													
42	2,005													
43	2,006													
44	2,007													
N° Datos		7	7	8	8	9	9	9	10	10	9	9	9	6
Media		16.4	15.8	16.0	16.5	16.8	16.4	16.4	17.5	18.2	18.7	18.2	17.3	17.0
Desv. Estandar		0.89	1.11	0.76	1.07	1.31	0.86	1.01	1.22	0.65	0.90	1.10	0.90	0.41
Coef. Variacion		0.05	0.07	0.05	0.06	0.08	0.05	0.06	0.07	0.04	0.05	0.06	0.05	0.02
Temp. Max.		18.2	17.0	16.8	17.8	18.6	17.1	17.7	19.5	19.2	20.0	20.5	18.6	20.5
Temp. Min.		15.5	13.7	14.5	14.4	14.0	14.3	14.5	15.8	17.1	17.5	16.9	16.0	13.7

FUENTE : SENAMHI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 18

REGISTRO DE TEMPERATURA MAXIMA MEDIA MENSUAL
(°C)

Estacion	:	**SICUANI**	Latitud	:	14º 17'	S	Departamento	:	Cusco
Tipo	:	CO-759	Longitud	:	71º 13'	W	Provincia	:	Canchis
			Altitud	:	3,550	msnm	Distrito	:	Sicuani

Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964	19.5	18.5	17.8	18.8	17.4	18.4	17.0	18.1	19.5	19.2	18.0	17.7	18.3
2	1,965	18.3	17.4	17.0						19.3	21.2	20.8	18.2	
3	1,966	19.8	18.7	19.2	16.5	18.0	18.4	19.3	19.7	19.8	18.8	19.7	19.1	18.9
4	1,967	19.2	19.0	17.6	19.4	19.2	18.2	16.3	17.7	19.1	19.6	21.1	18.6	18.8
5	1,968	17.2	17.6	18.0	18.4	18.1	18.5	17.0	18.3	20.6	20.4	19.1	19.9	18.6
6	1,969	18.5	19.7	19.6	20.3	20.4	19.1	18.7	20.1	20.5	21.9	21.4	19.8	20.0
7	1,970	18.2	19.2	18.6	19.2	20.1	19.3	18.0	20.9	20.4	21.8	21.9	18.8	19.7
8	1,971	18.6	17.0	19.4	19.3	19.5	18.4	18.4	19.9	21.2	20.2	20.9	18.8	19.3
9	1,972	17.7	18.8	21.8	19.8	19.5	19.0	19.2	19.6	20.7	21.4	21.4	20.0	19.9
10	1,973	19.3	19.4	19.2	19.0	19.6	19.6	18.5	19.8	20.2	21.6	20.0	19.1	19.6
11	1,974	16.7	16.7	18.5	18.2	19.3	17.1	19.0	16.6	20.0	20.2	20.5	19.5	18.5
12	1,975	17.4	16.8	17.8	19.0	17.6	17.7	18.6	19.9	20.2	20.2	20.0	17.7	18.6
13	1,976	17.0	18.2	18.5	19.3	18.6	18.2	18.8	18.6	18.6	22.4	20.2	20.3	19.1
14	1,977	20.2	19.0	19.2	20.3	19.8	19.4	19.2	20.0	20.9	21.5	18.8	19.1	19.8
15	1,978	17.6	19.6	19.5	18.7	19.7	19.1	19.1	19.6	19.7	18.8	19.2	19.6	19.2
16	1,979	19.6	19.8	19.6	19.6	19.0	18.6	19.0	19.1	20.2	19.9	19.9	19.0	19.4
17	1,980	19.0	19.7	19.8	19.2	18.7	18.2	17.7	18.1	18.2	18.2	19.1	18.8	18.7
18	1,981	18.5	18.7	18.5	18.7	17.9	18.1	17.9	18.4	17.9	18.3	18.8	18.8	18.4
19	1,982													
20	1,983			22.7	24.4	22.3	20.2	19.2	18.8	19.0	19.7	20.5	18.3	
21	1,984	19.2	20.5	20.7	20.1	18.5								
22	1,985													
23	1,986													
24	1,987				20.9	20.1	19.1	19.2	21.8	22.5	21.6	19.9	19.6	
25	1,988	17.7	19.6	18.7	18.7	19.5	19.1	19.2	21.8	20.9	22.6	21.9	20.4	20.0
26	1,989	18.0	19.3	18.4	18.4	19.5	18.4	18.5	19.3	20.9	21.4	20.3	20.9	19.4
27	1,990	18.6	19.2	19.9	19.7	19.8	16.7	18.3	18.7	20.7	20.2	19.2	19.4	19.2
28	1,991				19.6	19.9	18.5	18.3	20.1	20.1	20.4	19.8	18.9	
29	1,992	19.2	19.2						18.4	20.6	20.7	20.4	19.8	
30	1,993	18.3	19.2	21.0	19.3	19.8	19.8	18.8	19.6	19.9	20.7	20.1	19.5	19.7
31	1,994	18.1	18.3	19.1	18.7	19.1	18.7	19.1	20.1	21.1	21.2	20.6	19.8	19.5
32	1,995	19.3	19.5	18.0	20.1	20.7	19.4	20.1	21.9	21.4	22.9	21.4	20.1	20.4
33	1,996	18.2	18.6	19.9	19.4	19.6	18.9	19.1	19.6	21.5	22.1	20.7	18.7	19.7
34	1,997	18.1	18.0	18.9	19.5	19.2	19.7	19.9	19.0	21.5	22.4	20.5	21.1	19.8
35	1,998	20.8	20.9	21.0	21.4	20.6	19.0	19.6	20.6	21.9	20.6	20.3	19.6	20.5
36	1,999	19.0	16.7	17.5	18.6	18.7	18.8	17.7	19.9	20.0	19.7	21.5	19.7	19.0
37	2,000	17.3	17.2	17.9	19.7	19.8	18.1	17.7	19.3	20.8	19.2	21.7	18.9	19.0
38	2,001	16.9	17.1	18.2	18.4	18.4	18.5	17.8	19.1	20.5	20.4	21.0	19.9	18.9
39	2,002	19.1	17.7	18.6	18.2	18.2	18.1	16.1	19.0	19.7	19.8	20.1	19.5	18.7
40	2,003	18.4	19.1	18.6	19.2	19.2	19.4	18.9	19.4	20.7	22.1	21.9	20.2	19.8
41	2,004	18.6	18.8	19.1	19.5	19.1	17.6	17.5	18.2	19.3	20.9	21.0	19.8	19.1
42	2,005	19.7	19.2	20.3	20.5	20.5	19.6	19.5	20.7	20.3	20.1	20.5	20.0	20.1
43	2,006	18.4	19.4	19.2	19.2	19.2	18.6	19.0	19.8	21.2	20.8	19.6	19.6	19.5
44	2,007	19.5	19.0	18.5	19.6	19.5	19.9	18.0	20.1	20.2	20.7	20.9	19.8	19.6
45	2,008	17.6	18.7	18.7	19.7	19.2	19.1	19.5	20.6	21.3	20.5	21.4	19.0	19.6
46	2,009	18.9	18.4	19.2	20.0	19.9	19.7	18.5	20.4	21.4	22.5	20.7	19.9	20.0
47	2,010	18.8	19.4	20.2	20.5	19.9	20.1	20.1	21.3	22.2	21.3	20.8	18.7	20.3
48	2,011													
49	2,012													
50	2,013													
N° Datos		41	41	41	42	42	41	41	42	43	43	43	43	38
Media		18.5	18.7	19.1	19.5	19.3	18.8	18.6	19.6	20.4	20.7	20.4	19.4	19.4
Desv. Estandar		0.93	1.02	1.18	1.16	0.92	0.78	0.93	1.13	0.99	1.18	0.92	0.74	0.58
Coef. Variacion		0.05	0.05	0.06	0.06	0.05	0.04	0.05	0.06	0.05	0.06	0.05	0.04	0.03
Temp. Max.		20.8	20.9	22.7	24.4	22.3	20.2	20.1	21.9	22.5	22.9	21.9	21.1	24.4
Temp. Min.		16.7	16.7	17.0	16.5	17.4	16.7	16.1	16.6	17.9	18.2	18.0	17.7	16.1

FUENTE : SENAMHI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 19

REGISTRO DE TEMPERATURA MAXIMA MEDIA MENSUAL
(ºC)

Estacion	:	**URCOS**	Latitud	:	13º 45'	S	Departamento	:	Cusco
Tipo	:	CO-686	Longitud	:	71º 51'	W	Provincia	:	Quispicanchis
			Altitud	:	3,084	msnm	Distrito	:	Urcos

Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964	21.6	20.8	19.8	21.0	20.4	21.8	22.4	23.0	22.3	22.4	21.5	21.7	21.6
2	1,965	21.1	19.9	19.4	20.8	21.8	21.1	20.3	21.3	19.9	23.0	22.5	20.3	21.0
3	1,966	21.3	20.4	20.2	21.9	20.0	21.2	22.1	22.1	21.4	21.1	21.8	20.7	21.2
4	1,967	20.9	20.0	19.2	20.3	21.0	20.9	19.3	19.9	20.9	20.7	22.3	20.2	20.5
5	1,968	19.6	19.5	19.2	20.4	20.0	20.5	19.4	20.8	22.0	21.4	20.6	21.1	20.4
6	1,969	19.8	20.6	20.9	21.6	22.4	21.3	20.7	21.4	21.7	22.9	22.5	20.5	21.4
7	1,970	19.6	20.6	19.7	20.3	21.2	21.3	19.9	22.3	20.8	22.2	22.9	19.8	20.9
8	1,971	20.1	18.2	19.9	19.9	20.8	19.8	20.4	21.5	22.1	22.0	22.3	20.1	20.6
9	1,972	18.9	19.0	19.3	21.3	21.3	21.0	21.5	20.5	20.8	22.8	21.8	21.8	20.8
10	1,973	19.7	20.9	20.9	20.6	21.7	20.7	19.7	20.8	20.8	22.2	21.5	20.0	20.8
11	1,974	18.3	18.4	19.6	19.6	21.3	20.5	20.8	18.3	21.0	21.7	22.5	21.3	20.3
12	1,975	19.2	18.8	19.2	20.9	20.0	20.0	20.4	21.1	20.8	21.6	21.7	19.7	20.3
13	1,976	18.7	19.2	19.6	20.6	20.0	20.1	20.3	20.3	19.6	24.1	23.3	21.7	20.6
14	1,977	21.0	19.0	20.0	21.6	20.7	20.8	20.6	21.9	21.0	22.0	20.4	21.1	20.8
15	1,978	19.7	21.4	20.2	20.6	21.0	20.7	20.7	20.6	21.7	22.2	22.0	21.3	21.0
16	1,979	20.3	20.6	20.1	21.0	21.5	21.6	20.9	21.8	21.6	21.7	22.4	20.9	21.2
17	1,980	21.2	21.0	20.7	21.7	21.8	22.4	21.0	21.8	21.9	20.7	21.5	21.5	21.4
18	1,981	19.9	20.2											
19	1,982													
20	1,983													
21	1,984													
22	1,985													
23	1,986													
24	1,987													
25	1,988													
26	1,989													
27	1,990													
28	1,991													
29	1,992													
30	1,993													
31	1,994													
32	1,995													
33	1,996													
34	1,997													
35	1,998													
36	1,999													
37	2,000													
38	2,001													
39	2,002													
40	2,003													
41	2,004													
42	2,005													
43	2,006													
44	2,007													
N° Datos		18	18	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Media		20.1	19.9	19.9	20.8	21.0	20.9	20.6	21.1	21.2	22.0	22.0	20.8	20.9
Desv. Estandar		0.96	0.96	0.57	0.64	0.74	0.66	0.84	1.08	0.75	0.87	0.75	0.70	0.40
Coef. Variacion		0.05	0.05	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02
Temp. Max.		21.6	21.4	20.9	21.9	22.4	22.4	22.4	23.0	22.3	24.1	23.3	21.8	24.1
Temp. Min.		18.3	18.2	19.2	19.6	20.0	19.8	19.3	18.3	19.6	20.7	20.4	19.7	18.2

FUENTE : SENAMHI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 20

REGISTRO DE TEMPERATURA MAXIMA MEDIA MENSUAL
(°C)

Estacion	:	**YAURI**	Latitud	:	14° 19'	S	Departamento	:	Cusco
Tipo	:	PLU	Longitud	:	71° 25'	W	Provincia	:	Espinar
			Altitud	:	3,927	msnm	Distrito	:	Yauri

Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964	17.6	15.2	13.4	14.0	13.0	13.7	13.2	13.0	14.1	15.1	13.5	14.4	14.2
2	1,965	14.8	14.6	14.1	14.9	16.4	15.3	14.5	15.2	15.1	17.0	18.0	16.3	15.5
3	1,966	17.2	16.1	15.9	16.4	15.0	15.8	15.7	15.6	16.8	17.3	16.5	16.7	16.3
4	1,967	16.8	16.2	15.7	16.1	16.2	15.9	13.4	13.6	14.8	15.4	16.8	16.3	15.6
5	1,968	14.5	14.5	14.7	14.9	15.4	15.1	14.5	14.8	15.5	16.0	15.0	16.2	15.1
6	1,969	15.1	15.3	15.9	16.5	16.8	16.2	15.2	16.6	15.2	16.4	17.2	16.7	16.1
7	1,970	15.7	16.2	16.6	16.3	15.9	15.8	15.3	15.9	15.7	17.0	17.3	15.7	16.1
8	1,971	15.7	14.7	16.2	16.6	16.8	14.4	14.0	13.5	15.3	16.2	17.2	15.8	15.5
9	1,972	15.2	14.8	14.2	15.5	15.4	14.0	15.2	15.2	16.2	16.3	16.2	16.1	15.4
10	1,973	15.0	15.4	14.5	15.1	16.0	15.4	14.3	14.6	15.0	16.3	16.7	16.3	15.4
11	1,974	14.6	14.0	14.9	15.8	16.4	16.7	16.4	14.8	16.4	16.2	16.8	16.9	15.8
12	1,975	15.5	14.2	14.2	14.4	15.7	16.2	16.8	16.1	15.5	15.8	15.4	14.5	15.4
13	1,976	13.9	13.6	14.4	16.2	16.8	17.5	17.3	15.7	16.5	16.5	17.2	16.6	16.0
14	1,977	16.6	14.1	14.8	16.1	17.0	17.5	17.0	16.7	16.8	16.4	17.0	17.1	16.4
15	1,978	15.0	16.2	16.2	16.1	17.2	17.1	17.3	16.7	17.0	16.7			
16	1,979													
17	1,980													
18	1,981													
19	1,982													
20	1,983													
21	1,984													
22	1,985													
23	1,986											19.9	17.7	
24	1,987		17.9	17.8		17.0	16.0	16.5						
25	1,988							16.8	19.0	19.3	18.9	20.7	19.5	
26	1,989													
27	1,990													
28	1,991	15.6	16.8		18.6	19.1	19.0	18.9	19.0	20.2				
29	1,992						19.4	15.5	14.4	17.4	17.6	18.2	18.7	
30	1,993	16.1	16.1	16.0	15.9	16.2	16.1	15.8	15.9	17.6	17.8	17.6	17.3	16.5
31	1,994	16.7	16.2	16.3	16.0	16.6	15.5	16.2	17.8	18.0	19.6	18.9	18.0	17.2
32	1,995	17.1	16.7	15.7	16.6	17.3	16.2	17.1	18.9	18.6	19.8	19.0	18.4	17.6
33	1,996	16.5	16.5	17.2	16.6	16.2	15.3	16.1	16.3	18.3	20.0	18.5	16.8	17.0
34	1,997	16.1	14.9	15.6	15.4	15.7	16.3	16.5	14.5	18.6	19.8	19.3	19.7	16.9
35	1,998					18.6	16.6	17.2	18.3	19.5	19.0	19.2	19.0	
36	1,999	17.4	15.0	15.2	14.4	16.3	16.1	15.0	17.3	17.4	17.1	19.0	17.7	16.5
37	2,000	15.4	15.4	16.4	17.1	16.7	15.0	15.0	16.5	18.9	17.0	20.0	17.2	16.7
38	2,001	14.8	15.2	15.7	15.8	15.4	15.5	15.4	16.2	18.6	19.3	21.0	19.0	16.8
39	2,002	17.9	15.9	16.4	15.4	15.0	15.1	13.1	15.6	16.6	17.3	20.5	17.4	16.4
40	2,003	16.6	16.7	15.9	16.0	15.6	15.6	15.6	15.9	17.0	19.4	20.0	18.5	16.9
41	2,004	16.2	16.3	17.1	16.8	16.3	14.7	14.2	15.1	17.4	19.2	19.6	18.5	16.8
42	2,005	17.3	16.1	17.1	16.8	17.0	16.4	16.7	17.4	17.8	17.9	18.7	18.2	17.3
43	2,006	16.0	16.8	16.4	16.3	15.9	15.5	16.0	16.9	18.5	19.4	18.3	18.9	17.1
44	2,007	17.3	16.7	15.7	16.4	16.2	16.7	15.4	17.8	17.4	19.5	19.2	18.3	17.2
45	2,008													
46	2,009													
47	2,010													
48	2,011													
49	2,012													
50	2,013													
N° Datos		30	31	30	30	32	33	34	33	33	32	32	32	28
Media		16.0	15.6	15.7	16.0	16.3	16.0	15.7	16.1	17.1	17.6	18.1	17.3	16.4
Desv. Estandar		1.05	1.02	1.05	0.92	1.07	1.21	1.32	1.55	1.52	1.50	1.75	1.34	0.80
Coef. Variacion		0.07	0.07	0.07	0.06	0.07	0.08	0.08	0.10	0.09	0.08	0.10	0.08	0.05
Temp. Max.		17.9	17.9	17.8	18.6	19.1	19.4	18.9	19.0	20.2	20.0	21.0	19.7	21.0
Temp. Min.		13.9	13.6	13.4	14.0	13.0	13.7	13.1	13.0	14.1	15.1	13.5	14.4	13.0

FUENTE : SENAMHI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 21

REGISTRO DE TEMPERATURA MINIMA MEDIA MENSUAL
(ºC)

Estacion	:	**ACOMAYO**	Latitud	:	13º56´	S	Departamento	:	Cusco
Tipo	:	CO-687	Longitud	:	71º42´	W	Provincia	:	Acomayo
			Altitud	:	3,250	msnm	Distrito	:	Acomayo

Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964								3.3	3.0	4.2	5.2	6.9	
2	1,965	6.8	7.3	5.7	4.9	2.2	0.3	1.4	2.1	6.0	7.2	7.3	7.9	4.9
3	1,966	7.2	7.5	6.2	2.8	1.7	0.1	-0.2	2.4	4.4	6.9	7.3	7.0	4.4
4	1,967	6.8	7.5	7.1	4.5	3.3	0.2	0.7	3.0	5.5	6.1	6.1	6.6	4.8
5	1,968	7.1	7.1	6.3	3.7	0.9	0.1	0.1	3.3	5.3	6.8	7.3	7.0	4.6
6	1,969	7.1	7.5	6.8	5.0	2.5	0.9	0.8	1.7	5.0	6.2	7.0	7.7	4.9
7	1,970	7.7	7.7	6.5	6.3	2.4	1.5	0.0	2.0	5.4	5.8	6.4	7.4	4.9
8	1,971	6.9	6.9	6.0	4.2	1.0	0.6	-0.6	2.5	4.3	4.8	6.0	6.8	4.1
9	1,972	7.1	7.0	6.7	5.2	2.0	0.0	0.9	2.2	5.3	6.7	7.9	7.5	4.9
10	1,973	8.3	8.9	8.3	7.0	3.3	1.0	1.5	3.7	5.8	6.8	7.6	7.5	5.8
11	1,974	7.8	7.4	6.5	5.3	2.4	1.1	0.9	2.7	4.7	6.7	6.1	7.3	4.9
12	1,975	7.0	7.5	7.1	5.6	3.7	1.7	0.0	2.3	5.5	5.8	6.7	7.4	5.0
13	1,976	7.5	7.5	7.4	6.8	4.6	2.3	1.5	1.5	2.5	5.6	6.1	6.4	5.0
14	1,977	7.7	7.6	7.5	5.1	2.9	-0.2	2.0	2.3	5.4	6.2	7.9	7.3	5.1
15	1,978	7.7	7.3	7.1	6.3	2.6	1.1	-0.2	1.3	4.9	6.3	7.0	7.9	4.9
16	1,979	7.3	7.5	7.6	5.3	2.5	0.6	1.5	2.4	5.3	6.0	7.2	7.4	5.1
17	1,980	7.6	7.1	7.4	3.9	1.7	0.9	1.0	3.5	5.2	7.3	5.7	6.6	4.8
18	1,981	6.9	6.4	6.2	5.1									
19	1,982	7.7	7.0	7.3	4.9	1.4	0.9	0.7	2.4	4.1	6.6	7.8	7.9	4.9
20	1,983	7.8	7.8	8.3	6.6	3.7	2.5	1.7	3.9	6.1	6.9	7.9	7.6	5.9
21	1,984													
22	1,985													
23	1,986													
24	1,987			5.8	4.6	2.0	0.1	-0.2	2.1	4.8	6.1	7.3	6.4	
25	1,988	7.6	6.3	7.2	6.0	2.8	-0.5	-0.3	1.4	3.2	9.8	6.3	5.8	4.6
26	1,989	6.2	4.4	5.6	5.6	1.9	1.1	-0.1	1.5	3.9	5.5	4.3		
27	1,990													
28	1,991												7.0	
29	1,992	7.3	5.2	6.5	4.3	2.6	1.7	-3.0	2.5	5.1	5.6	6.6	7.3	4.3
30	1,993	6.7	6.6	6.7	6.4	3.5	0.2	1.6	2.4	5.6	6.3	8.0	7.6	5.1
31	1,994	7.2	7.7	7.9	6.8	5.7	0.4	0.0	1.4	5.8	5.9	7.5	8.3	5.4
32	1,995	8.2	8.0	8.1	6.0	1.7	1.1	2.1	3.8	5.8	7.2	7.6	7.1	5.6
33	1,996	8.0	7.9	7.8	6.9	4.5	0.3	0.2	3.7	5.6	6.6	7.4	7.8	5.6
34	1,997	8.2	8.2	7.0	5.2	2.4	-1.1	1.1	3.5	5.8	7.5	8.1	8.3	5.4
35	1,998	9.0				2.6	2.8	0.9	4.8	5.9	8.0	7.8	7.9	
36	1,999													
37	2,000													
38	2,001													
39	2,002													
40	2,003													
41	2,004	8.9	8.1	7.6	6.3	2.7	1.1	1.4	2.3	6.3	7.3	10.1	7.8	5.8
42	2,005	8.6	8.9	8.5	6.1	2.7	0.7	1.1	2.3	5.2	7.9	7.5	8.4	5.7
43	2,006													
44	2,007													
N° Datos		30	29	30	30	30	30	30	31	31	31	31	31	27
Media		7.5	7.3	7.0	5.4	2.7	0.8	0.6	2.6	5.1	6.5	7.1	7.3	5.0
Desv. Estandar		0.66	0.92	0.80	1.05	1.06	0.86	1.02	0.87	0.92	1.03	1.06	0.61	0.46
Coef. Variacion		0.09	0.13	0.11	0.19	0.40	1.10	1.66	0.33	0.18	0.16	0.15	0.08	0.09
Temp. Max.		9.0	8.9	8.5	7.0	5.7	2.8	2.1	4.8	6.3	9.8	10.1	8.4	10.1
Temp. Min.		6.2	4.4	5.6	2.8	0.9	-1.1	-3.0	1.3	2.5	4.2	4.3	5.8	-3.0

FUENTE : SENAMHI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 22

REGISTRO DE TEMPERATURA MINIMA MEDIA MENSUAL
(°C)

Estacion	:	**COMBAPATA**	Latitud	:	S	Departamento	:	Cusco
Tipo	:		Longitud	:	W	Provincia	:	Canchis
			Altitud	:	3,474 msnm	Distrito	:	Combapata

Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964							-5.6	-2.6	-0.2	1.4	0.5	1.7	
2	1,965	1.1	1.7	1.2	0.8	-1.0	-3.5	-3.6	-2.4	1.3	2.5	2.3	2.6	0.3
3	1,966	2.6	2.6	1.9	-0.1	-1.1	-3.9	-0.6	1.9	4.0	6.1	6.9	6.8	2.3
4	1,967	6.6	7.1	6.9	5.1	3.4	-0.2	0.4	2.4	5.4	5.3	6.3	6.1	4.6
5	1,968	6.5	6.4	5.4	3.8	0.6	-0.7	-0.3	2.3	4.1	6.6	6.6	6.2	4.0
6	1,969	6.1	6.7	6.8	5.4	2.6	0.2	0.0	1.0	4.5	6.3	6.9	7.2	4.5
7	1,970	6.8	7.0	6.3	6.6	2.3	0.8	-0.7	1.4	5.3	5.5	6.1	6.5	4.5
8	1,971	6.3	6.1	6.0	4.2	0.9	0.4	-1.5	1.5	4.3	4.8	5.1	6.2	3.7
9	1,972	6.4	6.5	6.5	5.3	1.4	-1.2	-0.3	1.9	4.5	5.9	7.6	7.0	4.3
10	1,973	7.6	7.8	7.6	6.3	2.4	-0.8	0.3	2.4	4.9	6.1	6.8	6.4	4.8
11	1,974	7.1	6.2	5.4	4.9	1.5	-0.2	-0.6	1.5	3.9	5.7	5.7	6.5	4.0
12	1,975	5.8	6.7	6.3	5.2	2.7	0.5	-1.9	0.8	4.6	4.6	6.0	6.4	4.0
13	1,976	6.3	6.3	5.9	3.3	1.5	-0.2	-0.4	1.2	4.2	4.5	4.9	6.8	3.7
14	1,977	6.5	6.4	6.8	4.2	1.7	-2.0	-0.1	0.0	4.4	4.7	6.8	6.3	3.8
15	1,978	6.9	6.5	6.2	5.6	1.6	-0.8	-2.0	-0.1	2.6	5.0	5.9	6.8	3.7
16	1,979	6.1	6.5	6.8	4.1	1.2	-1.4	-1.1	1.1	3.9	4.8	4.4	5.2	3.5
17	1,980	6.4	6.3	6.6	3.2	0.0	-1.2	-0.8	1.9	3.7	6.6	5.7	6.0	3.7
18	1,981	6.8	6.5	6.3	4.0	1.0	-2.4	-0.7	1.7	2.8	4.2	5.5	5.3	3.4
19	1,982	4.7	4.3	4.5	2.9	-1.2	-1.6	-0.7	1.9	3.6	4.2	4.2	3.0	2.5
20	1,983	2.8	3.0	2.6	1.4	0.4	0.8	-2.0	0.3	2.9	2.7	2.4	2.1	1.6
21	1,984	2.2	2.6	2.1	1.9	2.7	-0.6	2.3	2.6	2.4	3.2	3.5	3.7	2.4
22	1,985	4.1	4.1	4.3	4.5	3.9	-1.7	-1.1	4.6	5.2				
23	1,986													
24	1,987													
25	1,988													
26	1,989													
27	1,990	4.0	2.9	2.1	0.5	-0.7	-2.1	-3.5						
28	1,991		1.5	1.4	-1.0	-3.7	-6.0	-8.0	-5.8	-2.1	1.0	1.0		
29	1,992	7.0	0.4	-1.0	-1.5	-3.7	-8.4	-6.2	-4.4	-2.7	-2.2	-2.3	-1.3	-2.2
30	1,993	-1.6	-1.3	-1.5	-2.0	2.1	-1.2	0.2	1.0	4.4	5.7	6.8	7.1	1.6
31	1,994	6.8	7.1	6.9	6.3	2.5	-0.9	-1.4	0.1	4.6	6.1	7.0	7.1	4.4
32	1,995	7.4	6.8	7.2	5.0	1.3	-0.1	0.3	1.4	3.8	6.4	6.9	6.5	4.4
33	1,996	6.7	7.2	6.4	5.4	2.8	-1.3	-1.2	2.5	3.9	5.7	6.4	7.0	4.3
34	1,997	6.4	7.1	5.8	4.1	1.5	-1.4	-0.5						
35	1,998													
36	1,999													
37	2,000													
38	2,001													
39	2,002													
40	2,003													
41	2,004													
42	2,005													
43	2,006													
44	2,007													
N° Datos		28	29	29	29	29	29	30	28	28	27	27	26	25
Media		5.4	5.1	4.8	3.4	1.1	-1.4	-1.4	0.8	3.4	4.6	5.0	5.4	3.0
Desv. Estandar		2.20	2.41	2.55	2.43	1.86	1.98	2.12	2.20	2.03	2.03	2.39	2.14	1.59
Coef. Variacion		0.40	0.47	0.53	0.71	1.76	-1.40	-1.54	2.78	0.60	0.44	0.47	0.39	0.53
Temp. Max.		7.6	7.8	7.6	6.6	3.9	0.8	2.3	4.6	5.4	6.6	7.6	7.2	7.8
Temp. Min.		-1.6	-1.3	-1.5	-2.0	-3.7	-8.4	-8.0	-5.8	-2.7	-2.2	-2.3	-1.3	-8.4

FUENTE : SENAMHI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 23

REGISTRO DE TEMPERATURA MINIMA MEDIA MENSUAL
(°C)

Estacio	:	CORPAC	Latitud	:	13º 32'	S	Departamento	:	Cusco
Tipo	:	S-608	Longitud	:	71º 58'	W	Provincia	:	Cusco
			Altitud	:	3,248	msnm	Distrito	:	Wanchaq

Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,954	6.4	6.3	5.8	4.8	2.6	1.3	0.0	1.2	4.5	5.4	5.9	5.9	4.2
2	1,955	5.8	5.8	6.4	4.9	3.2	1.2	1.2	1.0	4.2	5.4	5.2	6.5	4.2
3	1,956	6.0	6.1	5.4	4.6	2.9	0.5	0.5	1.7	4.3	5.4	5.3	5.7	4.0
4	1,957	6.1	6.9	5.4	5.6	3.4	1.3	0.7	2.6	4.4	6.0	5.9	6.8	4.6
5	1,958	7.3	7.0	6.7	5.2	3.9	0.7	1.3	2.8	4.4	6.5	6.1	6.7	4.9
6	1,959	7.3	7.0	7.0	5.8	3.7	2.5	1.5	2.9	4.6	6.3	5.7	7.0	5.1
7	1,960	6.8	6.4	6.2	5.7	3.4	1.3	1.1	3.2	4.4	5.6	5.5	6.3	4.7
8	1,961	6.8	6.6	6.5	5.5	4.3	1.6	0.7	1.4	4.6	5.0	6.6	6.0	4.6
9	1,962	7.0	6.5	6.1	4.4	3.6	0.3	0.8	1.4	5.0	6.0	5.8	6.7	4.5
10	1,963	7.0	6.6	6.7	5.9	2.1	0.7	1.4	2.7	5.0	6.3	6.7	7.2	4.9
11	1,964	7.0	7.1	6.3	5.6	3.4	0.5	-0.2	2.9	4.7	5.8	5.4	7.3	4.7
12	1,965	7.0	6.9	6.2	5.4	3.0	1.1	1.7	3.1	5.0	6.0	7.0	7.0	5.0
13	1,966	6.7	6.6	6.0	4.6	3.5	1.6	1.7	3.2	4.5	6.3	7.0	6.9	4.9
14	1,967	7.2	6.9	6.5	5.2	5.0	2.0	1.0	2.4	4.5	6.2	6.5	6.4	5.0
15	1,968	6.7	7.0	6.5	4.7	1.3	-0.8	0.4	2.8	4.0	6.4	6.3	6.5	4.3
16	1,969	6.4	6.4	6.3	5.2	2.8	1.1	1.0	1.0	3.7	5.8	6.2	6.9	4.4
17	1,970	6.5	7.0	6.0	5.8	2.6	0.8	-0.6	0.6	4.0	5.0	5.6	5.9	4.1
18	1,971	5.8	5.2	5.5	3.6	1.0	-0.9	-1.0	0.9	2.7	4.2	5.0	5.9	3.2
19	1,972	6.1	6.4	5.6	5.0	1.9	-0.7	-0.1	1.0	2.6	5.8	6.7	6.4	3.9
20	1,973	7.0	7.5	7.1	5.6	1.0	-1.1	-0.5	1.6	3.8	5.6	6.6	7.1	4.3
21	1,974	7.1	6.5	5.7	4.9	1.0	-0.4	-1.7	1.0	2.6	5.1	5.1	5.3	3.5
22	1,975	5.3	6.1	6.4	4.1	3.0	0.5	-0.7	0.6	3.1	5.0	6.5	5.8	3.8
23	1,976	6.6	6.3	5.4	3.6	1.2	0.9	0.6	1.2	3.3	4.0	4.8	6.4	3.7
24	1,977	6.5	6.4	6.4	4.8	2.5	-1.5	-0.4	0.8	3.9	5.4	6.3	5.7	3.9
25	1,978	6.2	6.6	6.7	5.3	2.4	-0.4	-1.7	-4.0	3.4	5.3	5.8	5.8	3.5
26	1,979	6.3	6.5	6.1		2.2	-1.2	-0.8	1.5	3.8	5.2	5.7	6.1	
27	1,980	6.5	5.9	5.9	3.1	0.9	-1.2	-1.0	1.1	2.6	5.4	5.4	5.4	3.3
28	1,981	6.2	6.1	5.9	4.5	1.9	-0.6	-1.0	0.7	2.6	4.2	6.5	6.2	3.6
29	1,982	6.3	6.4	6.4	4.9	1.6	0.6	0.6	1.6	3.6	6.0	6.8	6.8	4.3
30	1,983		7.8	7.2	6.2	4.0	1.4	0.9	2.4	4.7	5.1	6.3		
31	1,984	6.0	6.7	6.9	5.9	2.8	2.4	0.7	2.3	2.8	6.0	6.7	6.7	4.7
32	1,985	7.0	6.7	7.2	5.4	2.8	0.4	1.2						
33	1,986	6.3	7.1	7.2	5.8	2.4	-0.1	0.4	1.6	4.8	4.6	6.1	7.2	4.5
34	1,987	8.0	7.5	6.6	5.6	2.3	-0.3	-0.2	1.9	5.2	6.2	6.7	7.8	4.8
35	1,988	7.6	7.9	7.6	6.8	3.5	-0.4	-1.3	0.8	4.1	6.0	7.2	6.1	4.7
36	1,989	6.5	5.8	6.0		2.1	1.7	1.1	2.4	4.5	5.3	5.3	7.3	
37	1,990	6.6	6.4	6.6	5.2	3.8	2.4	1.3	2.0	4.2	5.7	7.7	7.3	4.9
38	1,991	7.7	7.2	7.5	5.2	2.8	1.7	0.2	0.2	4.1	6.8	7.8	7.0	4.9
39	1,992	7.7	7.6	6.9		2.8	1.7	0.4	1.6	2.6	4.2	5.4	5.7	
40	1,993	6.2	7.1	7.2	3.6	2.9	0.1	1.2	1.7	3.9	6.2	8.1	8.5	4.7
41	1,994	7.5	8.1	7.3	6.8	3.6	0.9	0.9	1.7	5.0	6.7	8.0	7.9	5.4
42	1,995	8.1	8.5	8.1	6.3	2.7	2.3	0.9	3.7	5.0	7.2	7.4	7.3	5.6
43	1,996	7.7	7.8	8.0	6.9	4.5	1.3	0.6	3.8	5.6	6.3	7.4	7.5	5.6
44	1,997	8.1	7.4	7.2	5.6	3.6	1.5	1.6	3.7	5.8	7.7	8.2	8.8	5.8
45	1,998	9.5	9.3	9.4	7.6	3.7	3.2	1.9	4.8	5.8	8.0	7.9	8.3	6.6
46	1,999	8.7	7.6	8.1	6.8	4.7	2.1	0.6	2.4	5.1	6.4	7.3	7.8	5.6
47	2,000	7.8	7.4	7.0	6.8	3.9	2.5	2.0	4.0	5.6	6.9	7.4	7.3	5.7
48	2,001	7.5	8.0	7.9	6.3	4.6	2.2	2.4	1.8	6.0	7.6	8.4	8.1	5.9
49	2,002	7.8	8.6	8.1	6.5	2.9	2.6	2.1	2.3	5.2	7.3	7.2	8.3	5.7
50	2,003	8.3	8.6	8.3	5.6	3.7	1.4	0.6	2.8	3.8	5.8	6.7	8.3	5.3
51	2,004	8.5	8.0	7.3	5.9	2.9	1.0	1.1	2.0	5.3	6.8	7.4	7.5	5.3
52	2,005	8.6	8.2	8.1	5.7	2.5	0.8	0.5	2.1	4.3	7.5	7.4	8.5	5.4
53	2,006	8.2	8.2	8.0	6.1	1.4	2.3	-0.3	3.5	5.2	7.0	7.6	7.6	5.4
54	2,007	8.8	8.4	8.3	6.2	3.9	0.7	2.0	2.5	3.9	6.1	7.1	7.4	5.4
55	2,008	8.5	7.3	6.8	5.6	2.5	1.3	0.6	2.9	4.5	7.0	7.2	8.3	5.2
56	2,009	8.0	7.5	7.0	6.3	3.0	1.1	1.4	2.5	4.7	6.2	8.6	8.3	5.4
57	2,010	8.3	8.3	8.6	6.6	4.9	3.1	2.5	2.7	5.8	7.8	8.1	8.4	6.3
58	2,011	8.7	8.4	8.3	6.6	3.5	2.2	2.3	3.9	6.4	7.5			
59	2,012													
60	2,013													
N° Datos		57	58	58	55	58	58	58	57	57	57	56	55	52
Media		7.2	7.1	6.9	5.5	2.9	1.0	0.6	2.0	4.3	6.0	6.6	7.0	4.8
Desv. Estandar		0.94	0.86	0.92	0.93	1.02	1.16	1.02	1.30	0.94	0.95	0.97	0.92	0.77
Coef. Variacion		0.13	0.12	0.13	0.17	0.35	1.21	1.63	0.65	0.22	0.16	0.15	0.13	0.16
Temp. Max.		9.5	9.3	9.4	7.6	5.0	3.2	2.5	4.8	6.4	8.0	8.6	8.8	9.5
Temp. Min.		5.3	5.2	5.4	3.1	0.9	-1.5	-1.7	-4.0	2.6	4.0	4.8	5.3	-4.0

FUENTE : SENAMHI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 24

REGISTRO DE TEMPERATURA MINIMA MEDIA MENSUAL
(°C)

Estacion	:	**PARURO**	Latitud	:	13º 45'	S	Departamento	:	Cusco
Tipo	:	CO-686	Longitud	:	71º 51'	W	Provincia	:	Paruro
			Altitud	:	3,084	msnm	Distrito	:	Paruro

Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964							4.0	4.7	6.7	7.8	7.4	8.4	
2	1,965	8.4	8.5	7.3	7.1	6.1	4.6	5.3	4.1	6.5	8.9	9.6	8.8	7.1
3	1,966	8.3	8.7	8.6	8.0	6.3	3.8	4.0	4.1	6.2	8.3	8.4	8.4	6.9
4	1,967	8.0	8.7	8.0	6.5	5.4	3.9	3.7	5.0	5.6	6.8	7.5	7.0	6.3
5	1,968	7.7	8.0	7.6	5.1	5.4	4.6	5.1	4.3	5.7	7.1	7.2	8.3	6.3
6	1,969	8.0	7.7	10.0	4.8	4.1	3.3	2.7	3.9	5.7	4.9	5.9	7.4	5.7
7	1,970	8.8	9.1	7.9	7.7	4.0	3.2	1.8	3.4	5.7	6.2	6.6	7.5	6.0
8	1,971	8.1	8.1	7.0	5.1	1.8	0.8	-1.3	1.0	4.0	5.5	6.2	6.9	4.4
9	1,972	7.3	7.9	8.1	6.7	2.5	0.0	0.4	2.3	4.4	7.1	8.3	8.5	5.3
10	1,973	9.1	9.2	9.0	7.5	3.4	0.7	1.5	3.2	6.2	7.3	8.6	8.7	6.2
11	1,974	8.8	8.6	7.6	6.7	3.3	1.5	0.2	2.7	3.3	6.2	6.6	7.5	5.3
12	1,975	7.4	8.2	7.7	5.8	4.2	1.3	-0.4	2.4	4.6	6.4	7.6	7.6	5.2
13	1,976	8.0	8.4	6.6	4.9	3.5	2.6	2.7	3.5	5.7	7.2	7.4	8.6	5.8
14	1,977	8.3	8.5	8.1	5.3	3.2	1.0	2.6	3.1	6.3	6.9	8.0	7.8	5.8
15	1,978	8.5	8.6	8.0	6.9	3.5	1.8	1.2	1.3	5.3	7.7	7.5	8.6	5.7
16	1,979	8.8	8.4	7.8	6.2	3.6	2.1	2.5	3.4	6.0	6.9	7.2	7.3	5.9
17	1,980	8.7	6.7	6.6	5.2	3.8	3.7	3.8	5.5	5.2	6.5	8.2	8.4	6.0
18	1,981	8.6	8.5	6.0	6.3	3.9	1.7	3.0	3.1	4.9	6.1	6.9	7.4	5.5
19	1,982	6.2	6.1	5.9	5.4	3.9								
20	1,983													
21	1,984													
22	1,985													
23	1,986							2.9	3.5	5.8	6.4	6.9	7.4	
24	1,987	8.4	8.4	7.1	6.2	2.4	0.4	-2.2	1.7	6.7	6.9	8.5	6.6	5.1
25	1,988	7.0	5.6						2.0		6.8	8.9	8.7	
26	1,989	8.9	10.0	9.2	8.1	3.0	1.8	2.2						
27	1,990													
28	1,991													
29	1,992													
30	1,993	8.7	6.7	6.6	5.2	3.8	2.3	1.8	5.5	5.2	6.5	8.2	8.4	5.7
31	1,994	8.6	8.5	6.0	6.3	3.9	1.7	1.0	3.1	4.9	6.1	6.9	7.4	5.4
32	1,995	8.4	8.4	7.1	6.2	2.4	0.4	-2.2	1.7	3.9	4.7	5.4	4.5	4.2
33	1,996	7.0	7.1	6.3	5.3	1.9	-0.4	-1.7	2.2	4.1	5.9	6.2	6.8	4.2
34	1,997	7.1	7.3	5.8	3.2	1.3	-1.9	-0.4	1.3	3.7	5.8	7.0	7.5	4.0
35	1,998	8.3	7.9	7.2	5.7	5.4	-0.1	-0.9	2.7	3.3	6.4	6.2	5.7	4.8
36	1,999	7.8	7.0	6.8	4.2	2.4	-1.2	-2.4	-0.9	3.6	4.2	4.7	6.5	3.6
37	2,000	7.0	7.3	5.8	3.7	0.5	-1.0	-0.7	2.5	3.6	5.2	4.8	4.7	3.6
38	2,001	6.0	5.5	5.3	2.5	0.5	-0.7	-1.0	-0.8	3.2	4.2	4.8	4.5	2.8
39	2,002	4.8	5.9	5.4	3.8	0.6	-0.1	-0.2	0.5	2.9	4.6	4.3	5.4	3.2
40	2,003	5.3	6.1	5.7	3.1	0.9	-1.2	-1.7	0.5	2.4	4.2	4.3	5.1	2.9
41	2,004	6.1	5.3	4.5	2.5	0.4	-1.2	-0.4	0.1	3.2	4.8	4.8	5.5	3.0
42	2,005	5.6	6.3	5.7	3.0	2.5	0.3	0.9	2.7	4.7	7.4	5.1	8.3	4.4
43	2,006	8.3	7.3	7.6	6.3	0.6	2.3	0.1	3.5	4.8	6.5	7.5	6.9	5.1
44	2,007	8.2	7.9	7.3	5.8	3.1	0.9	1.6	2.2	4.5	6.3	6.5	7.3	5.1
45	2,008	7.8	6.3	6.6	4.7	2.0	1.4	0.6	2.7	4.9	6.5	6.6	7.8	4.8
46	2,009	7.5	7.6	7.0	5.4	3.1	0.9	1.5	2.6	5.2	6.1	8.1	8.2	5.3
47	2,010	8.3	7.7	8.4	5.5	3.6	1.8	1.2	1.5	4.9	6.8	6.9	7.7	5.4
48	2,011													
49	2,012													
50	2,013													
N° Datos		39	39	38	38	38	37	39	39	38	39	39	39	36
Media		7.7	7.6	7.1	5.5	3.1	1.3	1.1	2.6	4.8	6.3	6.9	7.3	5.1
Desv. Estandar		1.07	1.13	1.19	1.46	1.56	1.70	2.06	1.53	1.15	1.11	1.35	1.24	1.11
Coef. Variacion		0.14	0.15	0.17	0.27	0.51	1.34	1.88	0.59	0.24	0.18	0.20	0.17	0.22
Temp. Max.		9.1	10.0	10.0	8.1	6.3	4.6	5.3	5.5	6.7	8.9	9.6	8.8	10.0
Temp. Min.		4.8	5.3	4.5	2.5	0.4	-1.9	-2.4	-0.9	2.4	4.2	4.3	4.5	-2.4

FUENTE : SENAMHI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 25

REGISTRO DE TEMPERATURA MINIMA MEDIA MENSUAL
(°C)

Estacion	:	**POMACANCHIS**	Latitud	:	14° 03'	S	Departamento	:	Cusco
Tipo	:	PLU	Longitud	:	71° 35'	W	Provincia	:	Acomayo
			Altitud	:	3,700	msnm	Distrito	:	Pomacanchis

Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964													
2	1,965													
3	1,966													
4	1,967													
5	1,968													
6	1,969													
7	1,970													
8	1,971													
9	1,972													
10	1,973													
11	1,974													
12	1,975													
13	1,976													
14	1,977													
15	1,978													
16	1,979													
17	1,980													
18	1,981													
19	1,982													
20	1,983													
21	1,984													
22	1,985		4.3	4.9	5.0	2.2	-2.1	-2.9	-0.2	1.4	1.9	2.9	4.1	
23	1,986	4.9	5.0	5.0	3.9	-1.2	-1.5	-1.6	-0.3	2.7	2.7	3.4	4.3	2.3
24	1,987			3.8	3.8	2.1	1.6	1.3	1.2	2.9				
25	1,988								-1.2	1.9				
26	1,989													
27	1,990													
28	1,991													
29	1,992													
30	1,993													
31	1,994													
32	1,995	1.8	1.5	1.9	-0.3	-3.7	-4.4	-3.8	-3.0	-1.1	0.7	1.0	0.5	-0.7
33	1,996	4.6	5.2	5.0	3.9	1.8	-2.0	-2.1	0.7	2.4	3.6	4.2	5.0	2.7
34	1,997	4.9	4.7	3.8	2.7	0.2	-2.4	-1.4	0.7	3.5	5.2	5.2	6.2	2.8
35	1,998	7.0				0.3	0.4	-1.0	1.8	2.8	5.3	5.4	5.3	
36	1,999													
37	2,000													
38	2,001													
39	2,002													
40	2,003													
41	2,004													
42	2,005													
43	2,006													
44	2,007													
N° Datos		5	5	6	6	7	7	7	8	8	6	6	6	4
Media		4.6	4.1	4.1	3.2	0.2	-1.5	-1.6	-0.0	2.1	3.2	3.7	4.2	2.2
Desv. Estandar		1.86	1.51	1.21	1.85	2.13	1.96	1.61	1.52	1.43	1.83	1.64	1.98	1.68
Coef. Variacion		0.40	0.37	0.30	0.58	8.79	-1.32	-0.98	-40.59	0.69	0.57	0.44	0.47	0.76
Temp. Max.		7.0	5.2	5.0	5.0	2.2	1.6	1.3	1.8	3.5	5.3	5.4	6.2	7.0
Temp. Min.		1.8	1.5	1.9	-0.3	-3.7	-4.4	-3.8	-3.0	-1.1	0.7	1.0	0.5	-4.4

FUENTE : SENAMHI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 26

REGISTRO DE TEMPERATURA MINIMA MEDIA MENSUAL
(°C)

Estacion	:	**SICUANI**	Latitud	:	14° 17'	S	Departamento	:	Cusco
Tipo	:	CO-759	Longitud	:	71° 13'	W	Provincia	:	Canchis
			Altitud	:	3,550	msnm	Distrito	:	Sicuani

Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964	5.2	5.9	5.5	4.1	1.1	-2.1	-2.5	1.0	3.2	4.0	3.5	4.6	2.8
2	1,965	5.9	6.3	5.2	4.5	-0.9	-5.3	-4.4	-0.5	3.3	5.5	5.6	6.3	2.6
3	1,966	6.0	6.3	5.2	2.0	1.0	-2.2	-2.2	0.5	2.6	5.3	5.8	5.6	3.0
4	1,967	5.2	6.2	6.0	3.5	1.7	-1.8	-1.5	1.1	4.2	5.0	4.9	5.4	3.3
5	1,968	5.7	5.8	5.7	3.0	-1.0	-2.2	-2.1	1.2	3.4	5.6	5.7	5.5	3.0
6	1,969	5.6	6.2	5.5	4.0	1.1	-1.0	-1.6	-2.0	2.8	5.0	5.2	6.2	3.1
7	1,970	6.5	6.6	5.3	5.3	0.6	-0.5	-2.0	-0.2	3.1	3.8	4.5	5.9	3.2
8	1,971	5.2	5.8	4.6	2.8	-0.4	-1.5	-3.0	-0.2	2.2	3.4	4.3	5.4	2.4
9	1,972	5.8	5.3	5.8	4.0	0.1	-2.3	-1.2	0.7	3.4	4.5	6.0	6.1	3.2
10	1,973	6.5	7.2	6.8	5.6	1.0	-1.8	-1.4	0.6	3.7	4.8	5.6	5.1	3.6
11	1,974	6.4	5.7	4.7	4.1	0.4	-1.3	-1.6	0.4	2.5	4.9	4.2		
12	1,975	5.2	6.2	5.9	4.3	1.8	-0.6	-3.4	0.0	3.2	3.7	4.8	5.8	3.1
13	1,976	6.0	5.6	5.2	2.3	0.1	-1.6	-1.8	0.4	3.2	3.4	3.5	5.4	2.6
14	1,977	5.5	6.2	4.6	2.6	0.2	-3.1	-2.0	-1.4	2.5	4.3	5.8	5.3	2.5
15	1,978	5.7	5.6	6.0	6.4	0.4	-1.6	-3.3	-1.6	1.1	2.1	2.7	2.7	2.2
16	1,979	3.9	3.0	3.5	1.8	0.0	-3.0	-0.7	-1.7	0.3	2.9	2.8	3.9	1.4
17	1,980	3.5	3.8	3.2	1.8	-1.4	-1.3	-0.3	0.0	0.9	1.5	2.2	3.2	1.4
18	1,981	3.5	2.6	2.6	-0.4	-4.0	-3.3	-3.4	2.1	1.8	1.8	3.8	4.5	1.0
19	1,982	3.8	4.4	3.3	-1.1	-3.7	-3.1	-3.0	0.8	1.2	2.9	3.0	2.6	0.9
20	1,983	2.8	2.4	3.9	2.1	-2.2	-1.6	-2.5	0.2	1.8	2.1	1.3	2.2	1.0
21	1,984	2.4	2.5	1.8	0.1	0.2								
22	1,985													
23	1,986													
24	1,987				4.1	0.3	-2.5	-2.5	-0.1	2.1	4.4	6.8	6.0	
25	1,988	6.9	5.1	6.2	4.4	0.6	-3.5	-4.5	-2.0	2.2	4.0	4.0	5.3	2.4
26	1,989	5.8	5.0	4.8	4.1	-0.5	-1.6	-3.4	0.0	3.3	4.4	3.4	4.5	2.5
27	1,990	6.1	4.6	4.3	2.9	0.2	-0.5	-2.5	-1.6	2.2	5.0	5.9	4.7	2.6
28	1,991	5.6	5.7		3.3	0.2	-1.3	-3.8	-2.5	1.4	3.9	4.3	4.8	
29	1,992	6.1	6.1		3.4	0.4	-2.4		-3.0	3.1	3.8	4.3	5.8	
30	1,993	5.9	5.4	6.0	4.8	0.7	-3.8	-1.7	-0.7	3.0	4.7	5.4	6.1	3.0
31	1,994	6.2	4.9	5.2	5.3	0.8	-2.9	-3.5	-2.0	3.5	4.3	6.0	6.2	2.8
32	1,995	6.5	5.8	5.5	3.8	-0.5	-2.1	-1.5	-0.2	2.3	5.0	5.7	5.1	3.0
33	1,996	6.2	6.6	5.5	4.4	1.3	-3.3	-3.3	1.0	2.2	4.4	5.6	6.5	3.1
34	1,997	6.5	6.5	5.5	3.0	-0.3	-3.5	-2.5	1.1	3.7	4.7	5.8	6.1	3.1
35	1,998	7.2	7.7	6.1	3.5	-2.8	-2.2	-4.4	-0.9	0.5	4.9	5.0	4.8	2.5
36	1,999	6.0	6.8	6.3	4.6	0.8	-4.2	-4.6	-2.6	0.8	3.6	2.7	4.9	2.1
37	2,000	6.5	6.0	4.8	2.6	-0.8	-2.7	-2.9	0.1	1.5	4.2	2.8	5.0	2.2
38	2,001	6.4	6.3	6.4	3.0	0.3	-2.2	-2.2	-2.1	2.3	4.5	5.1	5.1	2.7
39	2,002	5.7	6.9	6.6	4.3	0.2	-1.3	-0.8	-0.8	2.4	5.0	5.7	6.4	3.4
40	2,003	6.7	6.5	6.0	3.3	0.1	-3.6	-4.2	-0.9	0.5	1.7	3.6	5.8	2.1
41	2,004	6.8	5.6	4.7	3.1	-2.2	-3.3	-3.4	-1.4	2.7	4.1	4.8	5.4	2.2
42	2,005	5.7	6.2	5.6	3.0	-2.1	-5.3	-3.3	0.4	2.9	4.8	4.3	5.8	2.3
43	2,006	5.9	6.0	6.0	3.7	-3.2	-2.4	-5.0	-0.6	0.6	3.8	4.5	4.8	2.0
44	2,007	6.4	6.2	5.8	4.0	0.1	-3.8	-2.5	-2.3	2.4	3.2	3.7	4.9	2.3
45	2,008	7.0	5.1	4.1	2.6	-2.0	-3.5	-4.3	-2.1	0.0	4.3	4.3	5.6	1.8
46	2,009	6.2	6.4	5.9	3.1	-0.9	-5.2	-3.5	-3.0	1.2	2.7	6.1	6.1	2.1
47	2,010	6.7	6.9	6.2	2.8	-0.2	-2.5	-4.0	-3.1	0.5	3.8	3.8	5.9	2.2
48	2,011													
49	2,012													
50	2,013													
N° Datos		44	44	42	45	45	44	43	44	44	44	44	43	40
Media		5.7	5.6	5.2	3.3	-0.3	-2.5	-2.7	-0.6	2.2	4.0	4.5	5.2	2.5
Desv. Estandar		1.10	1.21	1.10	1.45	1.38	1.20	1.16	1.34	1.08	1.04	1.24	1.02	0.67
Coef. Variacion		0.19	0.21	0.21	0.43	-4.59	-0.48	-0.42	-2.12	0.49	0.26	0.27	0.20	0.27
Temp. Max.		7.2	7.7	6.8	6.4	1.8	-0.5	-0.3	2.1	4.2	5.6	6.8	6.5	7.7
Temp. Min.		2.4	2.4	1.8	-1.1	-4.0	-5.3	-5.0	-3.1	0.0	1.5	1.3	2.2	-5.3

FUENTE : SENAMHI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 27

REGISTRO DE TEMPERATURA MINIMA MEDIA MENSUAL
(ºc)

Estacion	:	**URCOS**	Latitud	:	13º 45'	S	Departamento	:	Cusco
Tipo	:	CO-686	Longitud	:	71º 51'	W	Provincia	:	Quispicanchis
			Altitud	:	3,084	msnm	Distrito	:	Urcos

Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964	8.7	9.2	8.1	7.1	0.9	-1.9	-0.5	1.9	5.6	7.1	6.5	7.5	5.0
2	1,965	8.3	8.5	7.8	5.4	-2.2	-1.1	-1.2	-1.4	2.2	1.6	1.3	1.3	2.5
3	1,966	2.5	5.1	5.2	3.9	2.1	-1.3	-2.0	-1.4	0.4	4.1	7.8	7.1	2.8
4	1,967	7.0	8.6	8.8	7.2	5.5	1.8	1.6	3.8	6.3	8.0	8.6	8.4	6.3
5	1,968	8.5	8.6	8.0	6.1	2.5	1.5	1.9	5.3	6.6	8.4	8.9	8.7	6.3
6	1,969	8.5	8.7	9.0	7.2	4.9	2.9	2.1	3.4	6.2	8.2	8.3	9.1	6.5
7	1,970	8.8	9.2	8.4	8.3	4.3	2.8	1.6	3.0	6.6	7.9	7.7	5.8	6.2
8	1,971	8.3	8.3	8.0	6.2	3.0	2.0	0.2	3.2	5.8	6.5	8.1	8.4	5.7
9	1,972	8.4	8.8	8.5	7.3	4.2	1.8	1.8	4.0	6.2	7.7	8.9	9.0	6.4
10	1,973	9.6	9.7	9.7	8.4	4.1	2.0	2.8	4.1	6.4	7.4	8.5	8.3	6.8
11	1,974	8.8	8.5	7.8	6.8	2.8	2.3	1.0	3.5	5.2	8.5	7.0	8.6	5.9
12	1,975	7.8	8.3	8.3	7.0	5.2	2.8	1.0	1.9	6.6	7.0	8.5	8.2	6.1
13	1,976	8.7	8.5	7.5	5.7	3.8	2.2	1.6	3.3	6.0	6.6	7.7	9.0	5.9
14	1,977	8.7	9.0	9.2	6.5	4.1	0.5	2.2	2.9	6.3	7.0	8.2	8.2	6.1
15	1,978	9.2	8.9	8.5	7.5	4.3	0.9	0.2	0.8	5.3	7.3	8.2	9.3	5.9
16	1,979	8.7	8.8	7.8	6.4	3.7	0.3	1.6	2.8	8.1	7.8	8.9	9.0	6.2
17	1,980	9.1	9.1	9.3	6.6	3.3	1.0	0.7	4.2	6.1	8.9	8.9	8.7	6.3
18	1,981	9.0	8.9											
19	1,982													
20	1,983													
21	1,984													
22	1,985													
23	1,986													
24	1,987													
25	1,988													
26	1,989													
27	1,990													
28	1,991													
29	1,992													
30	1,993													
31	1,994													
32	1,995													
33	1,996													
34	1,997													
35	1,998													
36	1,999													
37	2,000													
38	2,001													
39	2,002													
40	2,003													
41	2,004													
42	2,005													
43	2,006													
44	2,007													
N° Datos		18	18	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Media		8.3	8.6	8.2	6.7	3.3	1.2	1.0	2.7	5.6	7.1	7.8	7.9	5.7
Desv. Estandar		1.54	0.94	0.99	1.07	1.84	1.48	1.28	1.84	1.78	1.77	1.80	1.91	1.20
Coef. Variacion		0.19	0.11	0.12	0.16	0.55	1.22	1.31	0.69	0.32	0.25	0.23	0.24	0.21
Temp. Max.		9.6	9.7	9.7	8.4	5.5	2.9	2.8	5.3	8.1	8.9	8.9	9.3	9.7
Temp. Min.		2.5	5.1	5.2	3.9	-2.2	-1.9	-2.0	-1.4	0.4	1.6	1.3	1.3	-2.2

FUENTE : SENAMHI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Anexo No 28

REGISTRO DE HUMEDAD RELATIVA MENSUAL ESTACION SICUANI
REGISTROS HISTORICOS
(mm)

Estacion : SICUANI					Latitud : 13º 17' 00" S Longitud : 71º 13' 00" W Altitud : 3550 msnm						Departamento : Cusco Provincia : Canchis Distrito : Sicuani			
Tipo:		CO-759												
Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,959			71.0	65.0	55.0	53.0	53.0	53.0	53.0	51.0	60.0	73.0	
2	1,960	73.0	75.0	72.0	66.0	53.0	49.0	45.0	46.0	50.0	51.0	58.0	56.0	57.8
3	1,961	54.0	53.0	48.0	51.0				55.0	50.0	50.0	52.0		
4	1,962			42.0										
5	1,963													
6	1,964													
2	1,965				55.0	43.0	41.0	46.0	58.0	72.0	63.0	70.0	73.0	
3	1,966	79.0	78.0	65.0	52.0	51.0	43.0	53.0	53.0	55.0	61.0	67.0	75.0	61.0
4	1,967	68.0	71.0	78.0	59.0	59.0	54.0	57.0	58.0	60.0	64.0	58.0	68.0	62.8
5	1,968	71.0	72.0	69.0	63.0	56.0	46.0	53.0	56.0	58.0	55.0	62.0	59.0	60.0
6	1,969	68.0	71.0	69.0	63.0	51.0	48.0	51.0	45.0	50.0	58.0	60.0	63.0	58.1
7	1,970	70.0	68.0	65.0	61.0	52.0	45.0	52.0	43.0	51.0	48.0	54.0	71.0	56.7
8	1,971	71.0	73.0	66.0		45.0	49.0	51.0	46.0	46.0	55.0	50.0	60.0	
9	1,972	69.0	69.0	67.0	61.0	54.0	48.0	45.0	47.0	47.0	47.0	53.0	58.0	55.4
10	1,973	67.0	73.0	70.0	67.0	60.0	43.0	44.0	47.0	50.0	52.0	55.0	63.0	57.6
11	1,974	72.0	71.0	62.0	61.0	47.0	45.0	41.0	51.0	38.0	45.0	47.0		
12	1,975	55.0	66.0	65.0	56.0	53.0	40.0	27.0	34.0	36.0	34.0	40.0	56.0	46.8
13	1,976	64.0	63.0	61.0	52.0	46.0	35.0	35.0	48.0	46.0	37.0	38.0	54.0	48.3
14	1,977	54.0	61.0	54.0	48.0	40.0	26.0	29.0	30.0	34.0	32.0	52.0	50.0	42.5
15	1,978	69.0	66.0	75.0	71.0	56.0	56.0	59.0	60.0	65.0	71.0	65.0	68.0	65.1
16	1,979	69.0	71.0	72.0	69.0	71.0	67.0	68.0	56.0	67.0	70.0	68.0	72.0	68.3
17	1,980	69.0	68.0	70.0	72.0	68.0	69.0	70.0	70.0	69.0	68.0	67.0	69.0	69.1
18	1,981	68.0	67.0	68.0	70.0	59.0	65.0	65.0	71.0	69.0	71.0	71.0	73.0	68.1
19	1,982	72.0	72.0	70.0	68.0	66.0	67.0	67.0	72.0	72.0	72.0	72.0	74.0	70.3
20	1,983	69.0	69.0	72.0	69.0	68.0	70.0	69.0	70.0	72.0	72.0	69.0	73.0	70.2
21	1,984	72.0	72.0	74.0	72.0	72.0								
22	1,985													
23	1,986													
24	1,987							33.0	42.0	43.0	53.0	63.0		
25	1,988		68.0	74.0	73.0	63.0	55.0							
26	1,989							66.0	57.0	53.0				
27	1,990													
28	1,991				65.0	62.0	61.0	61.0	57.0	58.0	65.0	66.0	68.0	
29	1,992	68.0	66.0						61.0	61.0	60.0	62.0	68.0	
30	1,993	84.0	89.0	95.0	93.0	78.0	51.0	56.0	54.0	64.0	62.0	67.0	74.0	72.3
31	1,994	76.0	75.0	71.0	71.0	63.0	60.0	54.0	58.0	71.0	57.0	57.0	64.0	64.8
32	1,995	74.0	70.0	74.0	67.0	54.0	55.0	55.0	51.0	52.0	51.0	57.0	62.0	60.2
33	1,996	72.0	74.0	70.0	71.0	64.0	55.0	54.0	56.0	54.0	53.0	59.0	67.0	62.4
34	1,997	73.0	72.0	69.0	66.0	61.0	52.0	53.0	61.0	50.0	54.0			
35	1,998	65.0	65.3	64.6	61.2	56.3	60.8	58.6	58.4	56.3	59.3	56.1	63.8	60.5
36	1,999	68.3	78.0	76.4	69.7	65.7	62.5	57.9	48.0	55.2	57.2	54.5	65.2	63.2
37	2,000	77.2	77.5	77.4	62.5	60.2	53.0	53.8	54.8	54.8	60.8	55.6	64.2	62.6
38	2,001	70.2	67.5	64.4	59.0	47.0	39.8	40.2	46.3	47.0	48.0	49.7	52.8	52.7
39	2,002	56.5	66.7	66.0	64.7	59.4	65.2	62.2	54.1	58.3	65.1	70.1	68.4	63.0
40	2,003	69.8	70.9	69.6	63.8	58.3	56.0	57.5	57.0	55.4	51.6	51.9	58.3	60.0
41	2,004	68.2	71.1	69.6	67.3	59.4	59.4	56.9	55.7	61.8	65.8	64.7	64.0	63.6
42	2,005	67.6	70.5	64.6	60.5	58.1	55.3	57.3	49.5	50.6	59.4	64.8	70.5	60.7
43	2,006	71.5	72.0	70.8	65.5	59.2	59.3	58.6	59.0	52.5	57.1	61.4	64.0	62.6
44	2,007													
N° Datos		36	37	38	38	38	37	38	40	40	39	38	35	30
Media		69.0	70.3	68.5	64.5	57.7	53.0	53.0	53.7	55.2	56.6	59.2	65.2	60.5
Desv. Estandar		6.34	5.73	8.48	7.92	8.31	10.02	10.64	8.93	9.72	9.88	8.24	6.72	6.90
Coef. Variacion		0.09	0.08	0.12	0.12	0.14	0.19	0.20	0.17	0.18	0.17	0.14	0.10	0.11
H.R. Max.		84.0	89.0	95.0	93.0	78.0	70.0	70.0	72.0	72.0	72.0	72.0	75.0	95.0
H.R. Min.		54.0	53.0	42.0	48.0	40.0	26.0	27.0	30.0	34.0	32.0	38.0	50.0	26.0

FUENTE : SENAMHI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo N° 29

REGISTRO DE HUMEDAD RELATIVA MENSUAL ESTACION SICUANI
REGISTROS HISTORICOS
(mm)

Estacion : KAYRA					Latitud : 13º 34´ S Longitud : 71º 54´ W Altitud : 3219 msnm						Departamento : Cusco Provincia : CUSCO Distrito : San Jeronimo			
Tipo:		CO-607												
Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964													
2	1,965	76.0	79.0	76.0	62.0	50.0	40.0	67.0	47.0	53.0	50.0	53.0	61.0	59.5
3	1,966	64.0	65.0	65.0	58.0	59.0	50.0	48.0	51.0	54.0	56.0	54.0	60.0	57.0
4	1,967	63.0	66.0	70.0	58.0	56.0	51.0	55.0	52.0	50.0	54.0	51.0	59.0	57.1
5	1,968	63.0	67.0	61.0	61.0	55.0	53.0	55.0	56.0	51.0	55.0	57.0	57.0	57.6
6	1,969	64.0	64.0	65.0	63.0	56.0	54.0	56.0	51.0	51.0	49.0	53.0	59.0	57.1
7	1,970	66.0	64.0	66.0	69.0	60.0	55.0	54.0	50.0	53.0	53.0	50.0	66.0	58.8
8	1,971	66.0	70.0	66.0	63.0	57.0	55.0	51.0	51.0	49.0	50.0	47.0	59.0	57.0
9	1,972	67.0	64.0	66.0	62.0	55.0	52.0	48.0	51.0	48.0	45.0	52.0	54.0	55.3
10	1,973	72.0	70.0	70.0	70.0	64.0	63.0	56.0	51.0	53.0	55.0	55.0	60.0	61.6
11	1,974	67.0	71.0	66.0	64.0	54.0	54.0	48.0	57.0	44.0	57.0	54.0	62.0	58.2
12	1,975	67.0	66.0	68.0	63.0	66.0	65.0	50.0	53.0	54.0	53.0	55.0	63.0	60.3
13	1,976	68.0	66.0	67.0	65.0	60.0	55.0	51.0	53.0	55.0	50.0	57.0	60.0	58.9
14	1,977	67.0	68.0	86.0	72.0	63.0	66.0	61.0	46.0	53.0	48.0	55.0	57.0	61.8
15	1,978	68.0	64.0	63.0	63.0	57.0	50.0	52.0	44.0	47.0	40.0	53.0	62.0	55.3
16	1,979	67.0	68.0	75.0	75.0	63.0	61.0	60.0	54.0	51.0	50.0	57.0	65.0	62.2
17	1,980	69.0	70.0	74.0	70.0	65.0	58.0	57.0	56.0	55.0	57.0	53.0	59.0	61.9
18	1,981	73.0	72.0	71.0	75.0	62.0	57.0	55.0	58.0	57.0	58.0	63.0	69.0	64.2
19	1,982	73.0	68.0	72.0	71.0	66.0	61.0	57.0	56.0	58.0	59.0	66.0	65.0	64.3
20	1,983	64.0	66.0	64.0	65.0	66.0	66.0	61.0	57.0	55.0	53.0	54.0	60.0	60.9
21	1,984	72.0	75.0	76.0	84.0	83.0	83.0	82.0	83.0	81.0	80.0	71.0	71.0	78.4
22	1,985	77.0	79.0	77.0	77.0	75.0	71.0	69.0	61.0	69.0	75.0	71.0	70.0	72.6
23	1,986	75.0	75.0	79.0	77.0	68.0	70.0	71.0	66.0	65.0	61.0	61.0	63.0	69.3
24	1,987	74.0	66.0	70.0	66.0	69.0	67.0	63.0	60.0	60.0	59.0	63.0	67.0	65.3
25	1,988	76.0	71.0	76.0	77.0	75.0	71.0	70.0	60.0	60.0	59.0	70.0	73.0	69.8
26	1,989	81.0	81.0	80.0	81.0	72.0	70.0	68.0	67.0	66.0	74.0	68.0	62.0	72.5
27	1,990	72.0	69.0	70.0	73.0	68.0	72.0	62.0	58.0	56.0	64.0	71.0	72.0	67.3
28	1,991	70.0	76.0	74.0	74.0	68.0	66.0	59.0	53.0	63.0	62.0	65.0	68.0	66.5
29	1,992	73.0	77.0	78.0	72.0	65.0	62.0	64.0	62.0	56.0	62.0	62.0	71.0	67.0
30	1,993	77.0	78.0	80.0	78.0	71.0	61.0	62.0	59.0	64.0	72.0	80.0	86.0	72.3
31	1,994	86.0	88.0	87.0	86.0	81.0	71.0	66.0	52.0	69.0	75.0	81.0	85.0	77.3
32	1,995	86.0	85.0	89.0	85.0	79.0	76.0	80.0	72.0	72.0	69.0	69.0	74.0	78.0
33	1,996	82.0	79.0	77.0	77.0	72.0	64.0	60.0	65.0	64.0	67.0	69.0	74.0	70.8
34	1,997	78.0	79.0	79.0	75.0	71.0	66.0	66.0	64.0	66.0	61.0	72.0	79.0	71.3
35	1,998	77.0	79.0	77.0	76.0	68.0	72.0	67.0	71.0	64.0	70.0	71.0	74.0	72.2
36	1,999	76.0	79.0	82.0	78.0	73.0	70.0	79.0	78.0	85.0	74.0	73.0	81.0	77.3
37	2,000	82.0	84.0	82.0	76.0	73.0	73.0	72.0	81.0	70.0	76.0	79.0	80.0	77.3
38	2,001	79.0	79.0	76.0	83.0	86.0	86.0	87.0	87.0	87.0	82.0	89.0	89.0	84.2
39	2,002	88.0	90.0	86.0	83.0	80.0	86.0	83.0	75.0	74.0	77.0	76.0	80.0	81.5
40	2,003	80.0	80.0	81.0	79.0	78.0	76.0	76.0	75.0	74.0	72.0	72.0	78.0	76.8
41	2,004	78.0	75.0	76.0	74.0	73.0	75.0	74.0	74.0	75.0	73.0	73.0	73.0	74.4
42	2,005	77.0	94.0	77.0	72.0	73.0	82.0	75.0	77.0	74.0	75.0	74.0	79.0	77.4
43	2,006	81.0	77.0	79.0	77.0	71.0	74.0	39.0	72.0	73.0	73.0	74.0	76.0	72.2
44	2,007	76.0	74.0	75.0	76.0	72.0	36.0	70.0	67.0	69.0			72.0	
45	2,008	76.0	72.0	73.0	69.0	70.0	69.0	83.0	67.0	68.0	72.0	71.0	74.0	
46	2,009	74.0	73.0	72.0	72.0	70.0	70.0	70.0	68.0	71.0	67.0	70.0	74.0	
47	2,010	77.0	77.0	75.0	74.0	73.0	73.0	75.0	72.0	71.0	72.0	73.0	76.0	
48	2,011													
49	2,012													
50	2,013													
N° Datos		46	46	46	46	46	46	46	46	46	45	45	46	42
Media		73.6	73.9	74.2	72.2	67.6	64.7	63.8	61.7	62.1	62.6	64.6	69.1	67.5
Desv. Estandar		6.50	7.36	6.76	7.34	8.32	11.07	11.11	10.73	10.48	10.64	10.08	8.77	8.20
Coef. Variacion		0.09	0.10	0.09	0.10	0.12	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.16	0.13	0.12
H.R. Max.		88.0	94.0	89.0	86.0	86.0	86.0	87.0	87.0	87.0	82.0	89.0	89.0	94.0
H.R. Min.		63.0	64.0	61.0	58.0	50.0	36.0	39.0	44.0	44.0	40.0	47.0	54.0	36.0

FUENTE : SENAMHI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Anexo N° 30

REGISTRO DE HORAS DE SOL ACUMULADA ESTACION YAURI
REGISTROS HISTORICOS
(Horas)

Estacion : YAURI					Latitud : 14° 19' 00" S					Departamento : Cusco				
Tipo:		CO			Longitud : 71° 25' 00" W					Provincia : Espinar				
					Altitud : 3927 msnm					Distrito : Yauri				
N° REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964													
2	1,965													
3	1,966													
4	1,967													
5	1,968													
6	1,969													
7	1,970													
8	1,971													
9	1,972													
10	1,973													
11	1,974													
12	1,975													
13	1,976													
14	1,977													
15	1,978													
16	1,979													
17	1,980													
18	1,981													
19	1,982													
20	1,983													
21	1,984													
22	1,985													
23	1,986													
24	1,987													
25	1,988													
26	1,989													
27	1,990													
28	1,991													
29	1,992													
30	1,993													
31	1,994													
32	1,995													
33	1,996													
34	1,997													
35	1,998													
36	1,999										198.3	270.8	196.8	
37	2,000	111.0	144.4	197.8	231.3	266.8	257.4	276.7	262.9	266.5	217.3	255.8	192.6	2,680.5
38	2,001	131.1	135.8	170.2	214.3	236.2	248.6	260.9	268.7	245.0	237.0	220.9	228.2	2,596.9
39	2,002	213.3	123.4	181.6	184.1		237.9	239.0	271.2	228.6	228.8		208.7	
40	2,003	192.7	173.1	175.7	213.0	259.1	286.5	300.3	279.5	243.2	277.2	275.8	198.2	2,874.3
41	2,004	164.7	208.5	216.9	225.7	295.8	246.2	246.2	243.2	234.4	277.7	251.3	216.2	2,826.8
42	2,005	195.6	156.1	215.6	243.6	292.6	306.0	289.5	306.1	266.1	242.0	240.9	194.6	2,948.7
43	2,006	175.5	192.4	195.6	222.4	302.5	275.4	318.5	275.0	270.9	256.3	215.2	210.9	2,910.6
44	2,007	172.9	156.1	133.6	213.4	262.5	277.5	268.9	306.5	214.6	236.1	239.6	172.3	2,654.0
N° Datos		8	8	8	8	7	8	8	8	8	9	8	9	7
Media		169.6	161.2	185.9	218.5	273.6	266.9	275.0	276.6	246.2	241.2	246.3	202.1	2,763.1
Desv. Estandar		34.03	28.69	27.21	17.40	24.04	23.28	27.01	21.28	20.27	26.14	21.62	16.12	138.90
Coef. Variacion		0.20	0.18	0.15	0.08	0.09	0.09	0.10	0.08	0.08	0.11	0.09	0.08	0.05
H.S. Max.		213.3	208.5	216.9	243.6	302.5	306.0	318.5	306.5	270.9	277.7	275.8	228.2	318.5
H.S. Min.		111.0	123.4	133.6	184.1	236.2	237.9	239.0	243.2	214.6	198.3	215.2	172.3	111.0

FUENTE : SENAMHI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo N° 31

REGISTRO DE HORAS DE SOL MENSUAL ACUMULADA ESTACION KAYRA

REGISTROS HISTORICOS

(Horas)

Estacion : KAYRA					Latitud : 13° 33' 24" S Longitud : 71° 52' 30" W Altitud : 3219 msnm					Departamento : Cusco Provincia : Cusco Distrito : San Jeronimo				
Tipo:		CP-113129												
Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,931	158.5	180.5	212.2	221.0	281.5	307.0	302.8	258.0	171.8	195.8	191.2	152.8	2,633.1
2	1,932	131.9	141.3	139.3	173.9	167.0	261.9	240.8	235.8	215.1	172.3	183.5	143.0	2,205.8
3	1,933	152.9	111.2	126.5	203.4	229.2	240.4	235.6	224.2	208.2	184.2	158.0	154.9	2,228.7
4	1,934	127.9	107.4	142.7	175.4	264.7	188.6	251.6	214.5	193.7	206.8	186.8	198.0	2,258.1
5	1,935	166.0	137.7	168.0	231.0	289.0	227.2	237.8	90.6	203.4	206.3	213.3	139.8	2,310.1
6	1,936	138.1	132.4	210.9	247.0	187.8	234.3	259.4	226.6	194.0	204.4	195.7	172.1	2,402.7
7	1,937	119.7	94.3	187.9	215.9	264.0	251.4	261.2	249.5	180.8	213.0	214.5	168.5	2,420.7
8	1,938	99.0	132.0	154.0	184.0	253.6	156.3	260.5	261.2	233.0	240.0	229.7	218.0	2,421.3
9	1,939	150.0	131.0	129.0	229.0	248.5	243.5	208.9	221.0	197.0	255.4	140.5	209.0	2,362.8
10	1,940	158.0	208.0	223.0	232.0	252.2	237.4	292.7	251.0	203.0	212.6	246.9	158.5	2,675.3
11	1,941	167.3	178.7	225.7	184.7	218.2	241.7	267.5	260.5	218.7	240.7	220.7	186.4	2,610.8
12	1,942	155.1	118.1	126.0	118.0	191.3	195.1	286.0	204.0	132.0	151.5	141.2	132.6	1,950.9
13	1,943	128.5	113.2	109.5	154.5	190.1	235.9	239.9	229.0	163.1	157.8	165.3	168.6	2,055.4
14	1,944	130.5		162.4	232.1	233.2	307.9	291.9	324.3	235.2	197.3	195.5		
15	1,945	156.3	105.6	175.4	239.9	318.2	302.3	279.1		154.8	187.0	124.1		
16	1,946	145.2	108.1	139.9	253.8	239.0	289.5	323.4						
17	1,947										179.8	143.7	155.6	
18	1,948	126.8		119.6										
19	1,949		193.1											
20	1,964	166.3	127.2	120.9	199.7	177.6	279.8	281.5	223.2	155.3	194.1		145.5	
21	1,965	149.4	109.4	138.4	193.1	242.1	210.3	229.3	217.1	178.4	216.2	192.0	135.5	2,211.2
22	1,966	171.5	136.2	197.3	216.4	224.3	268.4	186.4	262.4	212.4	173.4	161.2	126.2	2,336.1
23	1,967	166.0	133.3	132.4	227.0	200.3	250.1	233.7	195.4	211.0	187.6	207.6	147.3	2,291.7
24	1,968	126.7	96.1	169.6	203.6	245.6	262.3	245.5	217.6	215.7	165.4	137.9	174.8	2,260.8
25	1,969	139.6	137.9	180.5	199.6	250.2	255.4	244.7	269.4	221.4	216.6	174.0	135.8	2,425.1
26	1,970	103.5	127.4	152.6	156.1	233.9		243.6	252.9	188.5	218.0	197.4	98.6	
27	1,971	136.3	80.1	161.4	190.6	244.4	213.7	245.9	243.0	253.0	219.0	194.1	124.4	2,305.9
28	1,972	96.8	127.6	120.0	178.0	234.8	263.2	255.4	220.2	206.9	229.3	149.2	160.7	2,242.1
29	1,973	114.1	111.1	144.3	165.4	234.2	226.6	264.5	218.7	166.6	174.9	128.6	124.2	2,073.2
30	1,974	65.2	82.9		170.2	248.5	222.6	255.4	178.5	200.4	187.3	204.3	157.4	
31	1,975	136.6	93.5	127.1	214.4	174.8	210.8	270.1	238.0	179.3	230.0	139.5	130.0	2,144.1
32	1,976	98.4	128.4	181.4	225.6	232.6	222.8	261.3	218.3	180.6	259.5	235.7	156.7	2,401.3
33	1,977	160.9	98.6	157.7	215.1	251.9	282.0	232.3	266.6	201.2	210.9	146.6	143.1	2,366.9
34	1,978	111.2	153.6	171.5	175.2	246.9	248.4	252.3	245.6	197.5	222.2	154.5	134.8	2,313.7
35	1,979	143.9	124.4	109.1	172.9	239.3	238.9	256.0	259.5	230.1	212.9	173.3	119.5	2,279.8
36	1,980	130.0	131.0	99.0	208.3	270.1	260.5	220.4	228.4	190.5	153.5	194.0	178.0	2,263.7
37	1,981	90.2	96.3	151.2	158.3	227.8	261.9	278.1	209.2	180.0	156.0	139.1	113.0	2,061.1
38	1,982	96.3	103.6	130.6	194.0	256.8	221.6	260.7	216.5	178.3	187.5	102.9	193.0	2,141.8
39	1,983	188.3	147.6	166.4	205.6	241.6	210.1	263.2	248.4	174.9	214.6	207.6	181.8	2,450.1
40	1,984	87.7	72.2	144.2	175.8	226.2	216.3	263.6	244.1	254.9	134.2	136.0	165.9	2,121.1
41	1,985	121.2	122.2	131.6	134.0	204.5	230.9	272.8	232.6	156.3	225.6	150.0	101.7	2,083.4
42	1,986	107.9	86.7	95.3	148.9	234.2	270.4	244.4	216.7	224.2	240.6	208.5	145.8	2,223.6
43	1,987	104.8	166.8	193.4	194.8	243.8	235.8	273.4	255.4	218.6	197.0	146.3	174.2	2,404.3
44	1,988	106.2	167.0	73.3	143.5	228.0	264.2	281.1	279.1	210.5	206.6	205.1	148.2	2,312.8
45	1,989	110.1	134.7	138.4	140.9	224.7	201.5	254.4	224.3	191.5		195.1	165.0	
46	1,990	121.6	175.3	201.8	195.0	221.2	182.3	247.7	252.1	220.9	150.4	132.5	130.2	2,231.0
47	1,991	164.4	128.5	140.6	192.1	249.5	260.2	240.6	234.6	169.0	181.1	183.8	157.8	2,302.2
48	1,992	130.3	129.2	176.4	217.4	220.6	160.2	209.1	195.6	238.2	181.4	145.5	121.1	2,125.0
49	1,993	118.5	149.8	139.1	135.3	239.6	264.0	263.7	246.5	169.5	170.4	130.3	119.3	2,146.0
50	1,994	135.2	105.7	138.2	121.6	217.5	246.9	244.3	233.1	196.6	242.4	254.5	169.2	2,305.2
51	1,995	161.1	120.7	114.4	199.7	258.6	232.5	252.6		218.6	238.5	191.9	165.4	
52	1,996		132.1	149.9	182.1	237.9	270.7	274.0	207.9	82.6		174.9	130.5	
53	1,997	106.9	121.9	143.0	207.5	260.3	275.0	281.3	234.0	210.5	222.1	201.1	167.5	2,431.1
54	1,998	173.1	168.2	193.5	219.3	286.1	222.6	288.0	245.1	250.7	174.8	187.0	155.3	2,563.7
55	1,999	149.9	117.2	117.5	172.4	226.7	256.3	251.3	273.6	187.2	186.6	200.8	155.1	2,294.6
56	2,000	134.5	130.3	130.1	198.0	249.6	226.7	232.7	213.8	218.3	169.4	214.8	165.0	2,283.2
57	2,001	81.4	103.2	132.8	202.2	201.7	233.7	235.0	256.1	214.5	184.2	179.6	158.0	2,182.4
58	2,002	178.1	75.4	128.7	161.0	232.2	206.0	193.4	224.1	176.5	169.0	168.3	120.9	2,033.6
59	2,003	111.4	116.8	108.3	197.9	231.0	237.9	273.1	240.6	213.7	209.0	203.6	119.0	2,262.3
60	2,004	137.2	163.5	156.6	203.1	254.6	201.4	213.4	209.4	204.3	197.5	162.1	143.3	2,246.4
61	2,005	154.3	127.7	172.9	214.5	263.1	265.0	281.3	270.3	209.6	150.2	179.8	151.5	2,440.2
62	2,006	108.9	150.0	165.3	183.7	286.7	220.5	267.6	236.1	231.6	181.7	150.3	121.3	2,303.7
63	2,007	150.9	117.1	106.9	155.1	215.5	259.9	236.9	268.6	181.7	177.6	183.6		
64	2,008			143.2	194.1	247.3	252.7	267.3		225.6	176.9		106.8	
65	2,009	87.2	97.7	141.8	181.7	230.3	247.9	230.9	259.7	188.7	197.9	113.2	105.4	2,082.4
66	2,010	86.4	101.1	134.2	191.2	210.1	229.5	282.1	261.2	219.6	156.8	144.5	102.7	2,119.4
67	2,011	90.7	58.5	99.4		223.8	233.8	236.8	227.7	178.6	187.1	187.9	88.6	
68	2,012	113.3	75.5	127.9	144.9	246.7	231.9	259.0	260.6	208.7	194.3	155.7	68.4	2,086.9
69	2,013		82.5	131.1	227.4	213.0	161.9	212.2	206.7	226.3	155.4	168.5	85.6	
70	2,014	98.0	106.9	143.2	169.6	192.0	242.6	227.4	214.4	153.5	199.0	156.3		
N° Datos		48	50	50	50	51	50	51	49	51	49	49	49	40
Media		125.5	119.0	142.5	185.5	234.4	237.0	250.4	235.8	199.5	193.6	172.5	138.6	2,234.2
Desv. Estandar		29.55	27.46	28.09	26.77	22.87	28.02	23.30	23.29	29.98	28.17	31.79	27.62	125.85
Coef. Variacion		0.24	0.23	0.20	0.14	0.10	0.12	0.09	0.10	0.15	0.15	0.18	0.20	0.06
H.S. Max.		188.3	175.3	201.8	227.4	286.7	282.0	288.0	279.1	254.9	259.5	254.5	193.0	288.0
H.S. Min.		65.2	58.5	73.3	121.6	174.8	160.2	186.4	178.5	82.6	134.2	102.9	68.4	58.5

FUENTE : SENAMHI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Anexo N° 32

REGISTRO DE VELOCIDAD DE VIENTOS MENSUAL ESTACION SICUANI
REGISTROS HISTORICOS
(m/s)

Estacion : KAYRA					Latitud : 13° 33' 24" S					Departamento : Cusco				
Tipo:		CP-113129			Longitud : 71° 52' 30" W					Provincia : Cusco				
					Altitud : 3219 msnm					Distrito : San Jeronimo				
Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964													
2	1,965					2.0	2.0	2.0	2.0	4.0	3.0	4.0	3.0	
3	1,966	3.0	4.0	3.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	5.0	4.0	3.0	4.0	3.6
4	1,967	3.0	4.0	4.0	5.0	4.0	6.0	6.0	7.0	6.0	6.0	6.0	5.0	5.2
5	1,968	5.0	4.0	5.0	5.0	5.0	6.0	4.0	5.0	4.0	5.0	6.0	6.0	5.0
6	1,969	4.0	5.0	4.0	4.0	5.0	5.0	4.0	6.0	5.0	4.0	7.0	4.0	4.8
7	1,970	4.0	4.0	5.0	4.0	4.0	4.0	5.0	4.0	5.0	4.0	4.0	4.0	4.3
8	1,971	3.0	5.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	5.0	4.0	4.0	4.0	4.0
9	1,972	6.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	5.0	6.0	4.0	5.0	4.0	4.5
10	1,973	3.0	3.0	2.0	4.0	5.0	5.0	5.0	5.0	4.0	3.0	4.0	4.0	3.9
11	1,974	3.0	3.0	3.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0		
12	1,975			4.0		4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0	
13	1,976	4.0	3.0	3.0										
14	1,977													
15	1,978													
16	1,979													
17	1,980													
18	1,981													
19	1,982													
20	1,983													
21	1,984													
22	1,985													
23	1,986													
24	1,987													
25	1,988													
26	1,989													
27	1,990													
28	1,991													
29	1,992													
30	1,993	3.4	3.5	3.5	3.7	3.2	3.0	3.6	4.4	2.9	2.5	3.4	2.2	3.3
31	1,994	2.7	2.6	2.4	3.3	1.9	2.8	3.7	4.1	4.8	2.5	4.3	3.0	3.2
32	1,995	2.7	4.1	3.1	3.1	3.1	3.3	3.9	3.7	4.7	3.3	2.9	4.1	3.5
33	1,996	3.7	3.7	2.7	4.2	3.3								
34	1,997													
35	1,998													
36	1,999													
37	2,000							3.3		5.3	3.3		6.7	
38	2,001													
39	2,002	0.7							4.0					
40	2,003				0.8	0.5	0.3	1.1	1.4	1.1	1.1	0.8	0.6	
41	2,004	0.3	0.5	0.4	0.5	0.8	0.8	1.1	0.9	0.9	0.9	0.5	0.6	0.7
42	2,005	0.5	0.6	0.7	0.6	0.5	0.7		0.9	1.6	1.4	0.8	0.5	
43	2,006	0.4	0.6	0.5	0.5					1.1	0.8	0.4	0.7	
44	2,007	0.7	0.9	0.6	0.6	0.6	0.4	1.2	0.9	1.4	1.1	1.2		
45	2,008	0.7	0.7	0.6	1.2	0.9		0.9	1.1	1.7				
46	2,009	0.7	0.8	0.4	0.6	0.9	0.5	0.9	0.1	1.4	0.5	0.7	0.7	0.7
N° Datos		21	20	21	20	21	19	20	21	22	21	20	19	13
Media		2.6	2.9	2.6	2.8	2.8	3.0	3.2	3.3	3.6	2.9	3.3	3.2	3.0
Desv. Estandar		1.66	1.57	1.54	1.68	1.61	1.85	1.51	1.89	1.74	1.50	1.98	1.86	1.43
Coef. Variacion		0.64	0.55	0.59	0.61	0.57	0.61	0.47	0.57	0.48	0.51	0.61	0.59	0.48
Temp. Max.		6.0	5.0	5.0	5.0	5.0	6.0	6.0	7.0	6.0	6.0	7.0	6.7	7.0
Temp. Min.		0.3	0.5	0.4	0.5	0.5	0.3	0.9	0.1	0.9	0.5	0.4	0.5	0.1

FUENTE : SENAMHI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo No 33

REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL ACUMULADA ESTACION LA RAYA
REGISTROS HISTORICOS
(mm)

Estacion : LA RAYA					Latitud : 14º 28' 00" S					Departamento : Cusco				
Tipo:		CP			Longitud : 71º 03' 00" W					Provincia : Canchis				
					Altitud : 4120 msnm					Distrito : Maranganí				
Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964													
2	1,965													
3	1,966													
4	1,967													
5	1,968													
6	1,969													
7	1,970													
8	1,971													
9	1,972													
10	1,973	265.3	150.8	161.2	69.9	20.4	0.0	6.8	5.6	46.4	73.4	77.2	88.5	965.5
11	1,974	181.1	204.2	165.7	69.4	8.5	7.6	0.6	36.2	8.4	38.0	87.0	132.0	938.7
12	1,975	110.3	146.7	166.0	58.2	15.9	0.0	0.0	1.2	37.8	54.7	67.1	146.2	804.1
13	1,976	181.8	117.4	187.3	32.7	13.8	12.0	9.5	15.4	39.1	9.5	34.6	74.7	727.8
14	1,977	112.4	243.1	129.8	24.7	16.0	0.0	5.0	0.0	33.1	37.5	215.2	117.5	934.3
15	1,978	375.9	276.9	131.6	71.0	20.1	0.0	0.0	12.2	48.0	25.5	63.5	191.0	1,215.7
16	1,979	206.7	131.1	179.4	94.8	133.0	0.0	0.0	0.0	11.5	56.5	71.6	178.7	1,063.3
17	1,980	157.5	123.7	199.5	42.6	31.1	0.0	0.0	0.0	16.0	119.0	120.8	35.5	845.7
18	1,981	54.8	37.5	48.1	21.2	1.2	0.0	0.0	1.0	16.8	78.9	105.5	128.4	493.4
19	1,982	124.0	148.3	223.2	61.8	0.0	4.0	0.0	17.0	10.7	99.9	146.7	80.0	915.6
20	1,983	124.2	148.3	100.6	83.0	5.0	7.8	0.0	1.5	8.3	28.4	12.7	83.8	603.6
21	1,984	292.6	158.4	165.8	81.2	22.6	25.6	3.8	19.5	9.9	131.5	193.5	108.9	1,213.3
22	1,985	196.5	166.6	163.3	108.7	43.2	9.1	1.0	0.0	92.5	56.6	148.7	148.0	1,134.2
23	1,986	171.6	229.4	192.7	135.8	19.3	0.0	10.4	23.6	56.6	13.2	70.1	141.0	1,063.7
24	1,987	270.0	90.2	95.0	44.5	12.2	0.0	17.0	3.5	8.8	55.1	159.0	153.3	908.6
25	1,988	186.9	176.9	246.9	146.0	10.2	0.0	0.0	2.7	12.9	45.5	13.7	127.7	969.4
26	1,989	244.6	135.4	178.0	79.2	27.7	19.3	0.0	36.6	37.6	48.5	43.9	143.8	994.6
27	1,990	199.3	114.0	70.6	46.2	9.8	47.7	2.7	12.7	29.9	137.4	122.2	146.3	938.8
28	1,991	195.5	97.8	137.2	43.3	27.7	22.9	0.0	1.3	27.7	74.7	51.8	155.4	835.3
29	1,992	190.2	133.1	93.5	29.2	0.0	0.0	48.3	22.9	29.5	67.8	134.3	69.6	818.4
30	1,993	240.7	35.7	162.3	122.4	4.8	10.2	13.5	32.8	52.1	70.0	187.5	182.3	1,114.3
31	1,994	198.9	197.6	224.8	91.4	46.7	1.3	0.0	0.0	35.8	67.3	131.3	192.3	1,187.4
32	1,995													
33	1,996													
34	1,997													
35	1,998													
36	1,999													
37	2,000													
38	2,001													
39	2,002													
40	2,003													
41	2,004													
42	2,005													
43	2,006													
44	2,007													
45	2,008													
46	2,009													
47	2,010													
48	2,011													
49	2,012													
50	2,013													
N° Datos		22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Media		194.6	148.3	155.6	70.8	22.2	7.6	5.4	11.2	30.4	63.1	102.6	128.4	940.3
Desv. Estandar		70.26	59.05	50.91	35.30	27.80	11.99	10.82	12.61	20.83	34.69	57.85	42.32	186.11
Coef. Variacion		36.11	39.81	32.73	49.87	125.03	157.49	200.67	112.87	68.45	54.94	56.37	32.96	19.79
Prec. Max.		375.9	276.9	246.9	146.0	133.0	47.7	48.3	36.6	92.5	137.4	215.2	192.3	375.9
Prec. Min.		54.8	35.7	48.1	21.2	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	9.5	12.7	35.5	0.0

FUENTE : SENAMHI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Anexo No 34

REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL ACUMULADA ESTACION POMACANCHI
REGISTROS HISTORICOS
(mm)

Estacion : POMACANCHI					Latitud : 14º 01' 40" S Longitud : 71º 34' 21" W Altitud : 3700 msnm					Departamento : Cusco Provincia : Acomayo Distrito : Pomacanchi				
Tipo:		CO												
Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964													
2	1,965													
3	1,966													
4	1,967													
5	1,968													
6	1,969													
7	1,970													
8	1,971													
9	1,972													
10	1,973													
11	1,974													
12	1,975													
13	1,976													
14	1,977													
15	1,978													
16	1,979													
17	1,980													
18	1,981													
19	1,982													
20	1,983													
21	1,984													
22	1,985		48.0	68.0	98.9	76.0	13.0	0.0	5.5	55.0		136.0	130.0	
23	1,986	108.0	135.0	76.0	43.0	0.0	0.0	0.0	1.5	46.5	26.0	39.0	202.0	677.0
24	1,987			39.0	40.5	0.0	0.5	8.9	0.0	3.0				
25	1,988								0.0	20.9	9.5	34.0	51.2	
26	1,989		124.0	79.4	8.9									
27	1,990													
28	1,991													
29	1,992		90.5	96.0					15.5	6.5	92.3	89.0	73.0	
30	1,993	198.8	134.0	102.5	26.5	5.0	2.0	6.0	12.0	16.5	87.0	77.0	186.7	854.0
31	1,994	166.0	154.5	125.0	47.5	5.5	0.0	0.0	1.0	24.5	66.5	88.0	116.5	795.0
32	1,995	133.0	108.5	127.0	37.0	13.5	0.0	5.5	1.5	36.0	9.0	126.0	161.0	758.0
33	1,996	200.5	91.5	114.6	55.5	17.0	0.0	0.0	28.8	28.3	108.0	61.0	158.0	863.2
34	1,997	191.0	194.0	190.5	23.0	16.0	0.0	5.0	12.5	7.5	83.0	131.8	79.0	933.3
35	1,998	141.0	130.3	136.8	17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	72.0	104.5	115.0	718.1
36	1,999	173.5	140.6	84.2	93.3	9.2	0.0	1.6	0.0	19.1	34.4	40.7	106.3	702.9
37	2,000	119.2	184.2	112.0	30.6	7.5	14.8	6.0	16.1	22.5	92.3	41.3	138.1	784.6
38	2,001	246.0	159.6	180.9	45.2	15.7	3.3	21.3	15.8	18.9	84.0	81.3	198.3	1,070.3
39	2,002	128.0	236.1	174.2	69.0	13.7	0.6	27.8	17.3	62.3	65.5	108.4	121.9	1,024.8
40	2,003	167.2	164.4	150.6	63.5	16.4	8.7	0.0	6.0	17.1	64.4	50.2	110.0	818.5
41	2,004	260.9	175.4	81.5	51.2	25.4	10.2	8.9	16.9	71.5	57.2	67.2	164.0	990.3
42	2,005	85.8	130.3	148.0	52.0	2.1	0.0	0.2	4.3	2.6	74.2	101.5	105.7	706.7
43	2,006	163.7	232.3	95.6	140.6	1.1	11.1	0.0	7.3	4.3	80.2	101.3	149.3	986.8
44	2,007	172.6	175.6	226.5	77.6	14.1	0.0	4.8	0.0	4.0	52.5	99.7	102.7	930.1
45	2,008	158.6	140.8	128.3	33.7	12.9	4.4	0.0	3.1	17.0	77.9	78.3	129.5	784.5
46	2,009	136.7	105.6	80.5	41.8	8.6	0.0	14.1	0.0	11.0	18.2	277.6	111.1	805.2
47	2,010	292.1	88.4	116.6	53.8	2.4	0.0	0.0	12.8	5.3	58.9	42.1	156.7	829.1
48	2,011	119.1	151.8	135.7	60.2	9.3	4.7	7.1	8.9	57.1	50.9	42.8	189.7	837.3
49	2,012	184.7	232.7	100.4	63.9	2.6	10.2	1.1	2.9	34.9	45.0	95.5	172.6	946.5
50	2,013	178.0	167.1	91.8	46.2	8.9	1.3	0.0	19.9	22.3	60.5	105.1	210.3	
51	2,014	121.8	124.7	94.0	39.0	7.5	0.0	3.2	2.5	43.4	92.8	54.3	143.6	726.8
N° Datos		23	26	27	26	25	25	25	27	27	25	26	26	22
Media		167.2	146.9	116.9	52.3	11.6	3.4	4.9	7.9	24.4	62.5	87.4	137.8	823.2
Desv. Estandar		49.99	46.22	41.92	27.71	14.94	4.86	7.09	7.86	20.07	26.92	49.40	41.35	112.87
Coef. Variacion		0.299	0.315	0.359	0.530	1.286	1.432	1.460	1.000	0.822	0.431	0.565	0.300	0.137
Prec. Max.		292.1	236.1	226.5	140.6	76.0	14.8	27.8	28.8	71.5	108.0	277.6	210.3	292.1
Prec. Min.		85.8	48.0	39.0	8.9	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	9.0	34.0	51.2	0.0

FUENTE : SENAMHI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Anexo No 35

REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL ACUMULADA ESTACION CORPAC

REGISTROS HISTORICOS

(mm)

Estacion : CORPAC		Latitud : 13º 33' 00" S	Departamento : Cusco
Tipo:	S-608	Longitud : 72º 00' 00" W	Provincia : Cusco
		Altitud : 3248 msnm	Distrito : Wanchac

Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,963	252.7	179.2	128.8	42.3	1.3	0.0	0.3	9.3	26.2	48.0	92.8	157.5	938.4
2	1,964	142.3	120.9	164.6	23.7	6.1	0.0	0.0	5.1	39.7	51.5	48.4	69.5	671.8
3	1,965	102.9	170.5	158.7	77.6	11.8	0.0	1.0	1.0	44.2	59.4	63.0	186.7	876.8
4	1,966	110.5	184.0	79.6	12.3	25.2	0.0	0.0	0.8	29.7	78.3	62.0	40.4	622.8
5	1,967	82.8	106.0	134.0	16.1	1.8	0.6	9.0	23.7	25.2	78.9	51.6	89.4	619.1
6	1,968	56.6	72.5	47.4	19.7	0.4	5.2	42.0	7.4	10.2	36.1	50.5	41.5	389.5
7	1,969	114.5	83.7	80.8	9.6	5.0	3.5	9.3	0.0	15.9	22.1	42.7	73.1	460.2
8	1,970	126.9	69.4	92.4	68.9	13.5	3.5	2.2	0.6	22.0	21.5	36.2	191.6	648.7
9	1,971	94.8	127.4	46.9	32.7	1.7	0.0	0.1	1.7	0.0	49.1	44.4	125.5	524.3
10	1,972	154.3	68.0	54.1	36.7	2.4	0.0	3.5	24.2	18.0	11.3	66.2	147.4	586.1
11	1,973	205.5	78.5	127.1	91.0	4.0	0.0	1.0	18.0	16.5	22.0	74.4	80.3	718.3
12	1,974	124.4	153.9	138.2	72.2	8.0	12.0	0.0	32.2	5.0	25.6	37.6	123.2	732.3
13	1,975	145.9	179.4	126.3	115.0	26.6	0.0	0.0	4.2	9.6	37.1	49.8	130.0	823.9
14	1,976	201.0	200.0	106.6	35.0	12.0	7.1	0.0	3.0	72.0	27.5	37.7	117.3	819.2
15	1,977	77.7	236.5	53.2	35.4	0.0	0.0	0.0	0.0	25.4	38.0	84.3	50.2	600.7
16	1,978	167.1	62.1	70.1	41.2	6.7	2.0	0.0	0.0	1.0	19.0	128.0	126.0	623.2
17	1,979	137.0	112.0	134.0	65.3	17.0	0.0	5.0	15.5	2.5	16.0	148.0	158.5	810.8
18	1,980	120.0	184.0	165.7	34.0	9.0	0.0	2.0	0.0	0.0	82.0	89.1	73.9	759.7
19	1,981	256.0	91.1	153.2	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	19.0	84.4	95.5	120.7	825.9
20	1,982	168.4	160.4	186.4	28.6	0.0	0.0	0.0	16.0	22.0	67.2	104.9	63.6	817.5
21	1,983		82.4	46.1	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	20.0	61.1		
22	1,984	360.4	252.7	55.0	49.0	0.0	2.8	14.4	24.0	15.3	107.8	94.2	115.5	1,091.1
23	1,985	124.8	90.8	94.5	61.6	13.5	7.6	2.0	8.0	44.6	79.2	140.8	199.7	867.1
24	1,986	206.9	144.6	206.7	78.7	5.7	0.0	6.2	15.3	29.8	35.7	58.0	57.6	845.2
25	1,987	297.5	78.8	69.1	20.0	2.3	4.2	12.7	0.0	17.1	25.2	68.5	85.3	680.7
26	1,988	131.6	72.1	190.4	47.0	6.6	0.0	0.0	0.0	28.9	14.7	75.8	101.6	668.7
27	1,989	143.4	80.4	127.6		2.3	17.1	0.0	10.0	16.2	55.1	58.8	35.9	
28	1,990	158.9	89.8	68.5	99.8	7.1	27.2	0.0	9.2	23.6	97.8	90.1	73.5	745.5
29	1,991	77.0	139.5	87.0	45.8	5.5	6.2	2.6	0.0		47.6	100.7	121.7	
30	1,992	77.0	121.3	76.0	32.0	0.0	0.0	0.0	15.3	32.0	84.4	104.8	199.7	742.5
31	1,993	256.0	78.8	94.5	2.6	14.5	0.0	0.0	5.6	6.5	76.4	103.0	180.0	817.9
32	1,994	198.2	203.8	186.0	56.5	10.0	0.0	0.0	0.0	12.0	38.6	71.9	127.0	904.0
33	1,995	145.9	92.3	120.3	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.0	20.2	55.8	110.0	572.5
34	1,996	157.0	113.8	66.6	31.0	17.0	0.0	0.0	7.0	22.5	34.5	67.6	165.3	682.3
35	1,997	152.8	109.6	115.1	50.4	5.0	1.0	0.5	10.8	16.8	31.0	133.9	180.8	807.7
36	1,998	145.1	170.1	62.3	32.5	10.0	2.0	0.0	4.5	1.8	40.7	29.3	60.5	558.8
37	1,999	125.3	87.3	80.3	61.0	8.2	3.8	0.7	0.0	41.3	11.4	39.0	142.6	600.9
38	2,000	168.5	132.4	139.1	6.8	4.7	5.2	2.8	5.6	10.8	53.5	44.6	90.6	664.6
39	2,001	370.9	150.8	177.0	24.7	8.3	0.0	27.6	11.1	13.5	52.9	87.7	87.3	1,011.8
40	2,002	145.1	199.3	122.9	23.6	8.6	2.2	36.1	3.6	18.6	77.0	111.2	133.0	881.2
41	2,003	182.5	143.8	146.4	71.4	4.8	5.8	0.2	22.6	6.2	26.5	30.8	49.6	690.6
42	2,004	179.2	124.6	75.6	33.2	3.6	20.6	11.0	8.9	18.4	34.0	49.6	91.4	650.1
43	2,005	106.6	100.4	92.6	19.0	1.8	0.2	1.8	2.8	4.4	31.0	40.6	86.8	488.0
44	2,006	226.0	93.5	121.2	60.2	0.0	8.0	0.0	7.2	7.6	87.4	61.0	183.0	855.1
45	2,007	94.8	74.5	133.4	70.0	9.2	0.0	3.2	0.0	2.0	49.2	99.6	71.0	606.9
46	2,008	134.2	183.2	74.4	11.4	10.6	2.2	1.8	4.6	27.2	61.9	48.6	147.0	707.1
47	2,009	117.6	102.4	72.0	20.2	1.0	0.0	1.8	4.4	16.6	33.2	116.6	103.8	589.6
48	2,010	245.2	150.4	123.2	13.8	2.4	0.2	2.6	1.6	11.4	65.4	34.2	200.6	851.0
49	2,011	93.0	195.0	154.8	56.2	0.6	0.0	15.2	0.0	33.6	46.4			
50	2,012													
51	2,013													
N° Datos		48	49	49	48	49	49	49	49	48	49	48	47	45
Media		159.6	128.5	110.7	40.7	6.4	3.1	4.5	7.2	18.8	47.2	72.6	114.2	713.6
Desv. Estandar		68.91	48.85	43.43	26.89	6.28	5.63	8.98	8.03	14.19	25.00	31.06	47.90	146.25
Coef. Variacion		0.43	0.38	0.39	0.66	0.97	1.84	2.01	1.12	0.75	0.53	0.43	0.42	20.50
Prec. Max.		370.9	252.7	206.7	115.0	26.6	27.2	42.0	32.2	72.0	107.8	148.0	200.6	370.9
Prec. Min.		56.6	62.1	46.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.3	29.3	35.9	0.0

FUENTE : SENAMHI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Anexo No 36

REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL ACUMULADA ESTACION KAYRA
REGISTROS HISTORICOS
(mm)

Estacion : KAYRA					Latitud : 13º 33' 24" S Longitud : 71º 52' 30" W Altitud : 3219 msnm					Departamento : Cusco Provincia : Cusco Distrito : San Jeronimo				
Tipo:		CP-607												
Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964	100.8	92.5	101.6	26.0	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	36.5		75.6	
2	1,965	101.8	100.5	111.9	88.0	5.8	0.0	0.4	1.0	29.4	58.3	42.5	153.0	692.6
3	1,966	78.3	171.2	79.9	18.3	19.8	0.0	0.0	1.7	29.9	59.7	65.2	71.4	595.4
4	1,967	59.1	118.4	140.3	19.0	1.8	0.6	11.0	19.0	32.8	70.9	57.2	125.6	655.7
5	1,968	149.9	106.6	84.5	74.6	6.3	5.3	30.9	8.6	16.3	84.6	86.7	54.4	708.7
6	1,969	144.4	77.8	88.3	16.8	2.9	3.3	7.2	3.9	22.8	29.8	54.7	72.9	524.8
7	1,970	170.7	92.6	132.5	86.4	2.3	1.0	3.7	3.4	42.1	46.1	48.2	177.4	806.4
8	1,971	128.9	161.6	83.6	40.0	1.5	0.1	0.0	5.7	3.5	55.7	51.0	127.5	659.1
9	1,972	192.1	66.8	57.2	29.7	3.4	0.0	6.5	27.3	12.2	7.9	50.2	100.2	553.5
10	1,973	221.3	120.5	99.6	75.2	14.0	0.0	9.1	11.8	14.5	65.1	88.8	96.5	816.4
11	1,974	102.5	157.7	121.5	34.5	3.6	8.2	1.0	34.6	5.9	43.3	60.9	108.0	681.7
12	1,975	124.7	131.0	55.3	66.8	22.5	0.7	0.3	0.6	51.1	47.5	51.0	170.1	721.6
13	1,976	119.6	83.1	123.1	42.9	13.0	8.7	0.7	0.0	26.8	25.3	47.8	66.8	557.8
14	1,977	116.7	122.8	69.3	47.6	7.9	0.0	4.4	0.0	29.9	65.0	71.5	78.0	613.1
15	1,978	175.4	106.6	88.5	48.7	11.4	0.0	3.4	0.0	10.7	12.8	88.7	117.9	664.1
16	1,979	101.1	131.6	108.8	46.8	6.2	0.0	0.9	8.1	11.5	18.4	85.6	81.8	600.8
17	1,980	106.2	126.4	135.0	23.2	3.7	0.0	5.3	1.0	12.6	62.9	60.2	83.1	619.6
18	1,981	125.4	80.8	124.4	58.9	1.8	3.9	0.0	9.8	45.9	106.9	120.8	144.3	822.9
19	1,982	178.9	115.5	143.1	58.8	0.0	9.2	3.4	4.9	14.0	37.9	122.5	98.6	786.8
20	1,983	127.8	84.0	54.5	29.8	3.4	6.2	0.5	0.9	5.5	26.0	44.3	100.2	483.1
21	1,984	198.6	142.4	71.0	82.8	0.0	2.0	1.3	11.4	4.2	114.6	69.4	102.8	800.5
22	1,985	129.1	119.4	74.2	33.2	15.6	11.6	0.9	0.0	43.3	62.1	116.5	122.4	728.3
23	1,986	76.4	92.2	125.7	65.5	6.2	0.0	1.8	4.2	7.5	17.3	69.6	102.7	569.1
24	1,987	224.3	87.9	48.6	13.1	2.1	1.3	9.2	0.0	8.2	29.5	101.8	107.6	633.6
25	1,988	159.2	84.3	166.5	108.9	4.6	0.0	0.0	0.0	9.9	36.2	39.6	93.4	702.6
26	1,989	151.4	126.8	119.3	38.6	6.4	9.1	0.0	6.1	30.7	48.7	60.7	88.5	686.3
27	1,990	157.6	90.4	60.7	47.4	7.5	31.8	0.0	5.8	13.3	73.7	87.0	65.1	640.3
28	1,991	97.6	163.6	105.1	49.6	10.1	5.1	1.5	0.0	20.2	49.3	70.6	86.8	659.5
29	1,992	139.3	126.8	104.0	19.7	0.0	19.4	0.0	21.4	8.0	50.7	117.4	57.2	663.9
30	1,993	208.5	90.4	76.2	18.8	46.6	0.0	2.7	6.9	17.0	46.2	111.9	201.5	826.7
31	1,994	176.4	163.6	173.9	45.5	11.8	0.0	0.0	0.0	25.7	40.2	40.5	119.9	797.5
32	1,995	122.0	94.8	94.4	17.8	0.0	0.0	0.6	1.2	28.8	26.7	70.2	102.6	559.1
33	1,996	131.9	98.0	70.5	32.3	11.0	0.0	0.0	6.3	19.6	58.4	49.0	133.2	610.2
34	1,997	123.3	127.7	104.8	31.0	4.8	0.0	0.0	7.1	12.3	44.4	200.4	148.4	804.2
35	1,998	116.3	139.3	22.0	31.0	1.6	1.9	0.0	1.6	6.8	38.3	45.2	58.9	462.9
36	1,999	90.2	91.5	92.0	42.8	1.3	3.4	1.0	0.0	43.1	18.4	39.7	119.5	542.9
37	2,000	197.4	141.5	119.5	10.9	2.6	5.8	2.7	4.5	10.7	49.2	27.0	82.0	653.8
38	2,001	233.0	173.1	137.4	48.0	11.5	0.0	17.4	10.2	20.1	19.9	92.6	89.4	852.6
39	2,002	134.5	184.6	112.7	21.6	16.2	2.5	27.1	3.2	10.3	78.7	97.8	132.4	821.6
40	2,003	163.9	132.4	147.9	56.5	2.0	6.4	0.0	21.3	3.7	34.6	23.1	123.8	715.6
41	2,004	173.7	125.8	66.5	20.2	2.4	20.5	12.0	9.0	21.7	25.6	60.9	87.9	626.2
42	2,005	141.0	130.6	120.2	33.1	3.2	0.4	1.2	4.0	4.5	39.1	59.3	101.2	637.8
43	2,006	203.4	155.5	145.9	40.9	0.2	4.9	0.0	10.5	7.5	72.5	67.8	147.2	856.3
44	2,007	140.8	58.7	107.3	93.6	5.8	0.0	4.0	0.0	1.0	49.4	74.0	88.4	623.0
45	2,008	108.8	109.2	64.4	7.6	8.7	1.8	0.0	3.9	13.9	58.9	90.2	138.6	606.0
46	2,009	112.5	108.3	79.1	21.3	5.3	0.0	3.3	0.7	15.1	8.3	88.7	82.9	525.5
47	2,010	268.5	168.5	129.2	16.6	1.3	0.0	1.4	4.7	8.2	70.0	40.0	172.7	881.1
48	2,011	103.4	179.3	131.9	67.6	3.9	3.2	3.7	0.0	38.9	38.2	60.2	110.2	740.5
49	2,012	70.5	167.7	41.7	48.1	4.5	1.2	0.0	0.1	18.4	19.5	138.2	179.5	689.4
50	2,013	180.5	137.2	75.7	13.0	25.3	6.1	2.0	12.4	6.3	105.0	86.0	159.4	808.9
51	2,014	161.9	116.5	86.5	35.0	10.1	0.0	3.2	5.8	12.6	113.2	125.4	152.1	822.3
52	2,015	151.3	150.9	66.7	70.8	16.4	3.9	10.3	4.6	16.6	19.1			
N° Datos		52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	50	51	50
Media		143.7	121.7	98.9	42.6	7.4	3.6	3.8	5.9	17.8	48.4	74.4	111.0	679.3
Desv. Estandar		44.92	31.63	33.32	24.01	8.14	6.06	6.35	7.40	12.69	26.05	32.99	35.28	106.62
Coef. Variacion		0.31	0.26	0.34	0.56	1.09	1.66	1.68	1.24	0.71	0.54	0.44	0.32	0.16
Prec. Max.		268.5	184.6	173.9	108.9	46.6	31.8	30.9	34.6	51.1	114.6	200.4	201.5	268.5
Prec. Min.		59.1	58.7	22.0	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9	23.1	54.4	0.0

FUENTE : SENAMHI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Anexo No 37

REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL ACUMULADA ESTACION PISAC
REGISTROS HISTORICOS
(mm)

Estacion : PISAC		Latitud : 13º 24' 58" S			Departamento : Cusco									
Tipo:	CO-000844	Longitud : 71º 50' 59" W			Provincia : Calca									
		Altitud : 3147 msnm			Distrito : Pisac									
Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964	81.3			3.0	8.0	0.0	0.0	0.0	44.0	65.0	35.0	31.7	
2	1,965	54.5	38.6	63.0	51.0	0.0	0.0	2.5	0.0	34.9	16.2	17.0	73.5	351.2
3	1,966	84.0	28.7	27.2	5.0	18.1	0.0	2.0	0.0	16.4	9.6	15.8	36.0	242.8
4	1,967	51.0	78.9	96.0	0.0	13.0	2.3	17.1	9.9	9.4	37.8	59.2	65.2	439.8
5	1,968	122.7	180.2	32.0	13.3	1.0	5.2	17.9	0.2	8.5	9.5	110.5	27.6	528.6
6	1,969	138.3	65.9	137.2	75.6	0.0	16.5	13.0	4.1	19.9	26.6	60.5	103.7	661.3
7	1,970	150.3	279.6	48.6	57.3	7.3	6.3	7.2	5.1	73.2	94.7	17.3	108.5	855.4
8	1,971	155.3	291.2	80.7	58.5	4.1	5.9	2.1	9.1	0.0	50.3	18.6	43.6	719.4
9	1,972	101.8	53.3	136.5	25.9	4.1	0.0	7.4	13.1	13.3	4.2	24.8	77.5	461.9
10	1,973	267.2	205.1	141.0	60.6	9.5	9.7	12.8	13.4	7.1	32.9	57.2	152.0	968.5
11	1,974	131.7	177.4	130.1	50.7	4.1	11.4	1.0	27.8	6.2	10.1	11.5	70.0	632.0
12	1,975	80.6	101.3	83.8	44.1	44.6	5.1	0.0	0.0	25.6			68.6	
13	1,976	133.0	53.2	123.7	39.1	49.5	3.2	2.1	2.0	21.8	4.1	39.6	39.8	511.1
14	1,977	86.5	112.5	69.4	34.3	0.0	0.0	4.0	4.1	12.4	19.0	129.3	14.2	485.7
15	1,978	212.6	151.8	6.0	81.3	31.1	0.0	0.0	0.0	21.9	2.1	37.9	81.9	626.6
16	1,979	210.6	163.4	179.4	59.3	7.1	8.0	6.0	2.0	19.9	18.4	39.2	73.2	786.5
17	1,980	92.8	182.2	226.8	89.7	2.0	0.0	0.0	11.3	36.7	39.8	5.0	48.5	734.8
18	1,981	97.9	178.3	89.7	31.4	7.3	4.2	15.3	3.0	16.4	63.6	126.9	119.9	753.9
19	1,982	276.4	68.4	236.2	403.7	25.5	8.0	1.0	15.1	19.9	30.1	88.3	18.7	1,191.3
20	1,983	5.1	31.1		29.8	0.0	2.0	11.1	6.1	13.3	18.5	30.5	34.0	
21	1,984	98.4							16.5	3.0	43.5	73.9	13.6	
22	1,985	140.6	205.5	194.5	64.3	8.3	0.0	0.0	5.1	27.9	108.1	129.2	25.0	908.5
23	1,986	27.7	116.6	134.6	38.5	12.5	0.0	2.1	3.3	4.0	2.1	8.3	11.8	361.5
24	1,987	276.3	45.9	24.6	13.3	0.0	14.6	9.1	0.0	0.0	8.2		34.7	
25	1,988	95.4	99.6	191.4	52.4	2.0	0.0	0.0	0.0	2.3	12.0	13.7	85.8	554.6
26	1,989	116.3	94.8	111.4	25.9	7.0	0.0	3.0	9.2	7.2	20.5	20.5	27.1	442.9
27	1,990	76.7	45.6	20.3	82.6	6.2	38.4	0.0	3.0	8.4	44.1	96.4	113.0	534.7
28	1,991	76.2	101.8	64.5	31.4	11.5	8.0	0.0	2.0	2.0	50.7	70.7	65.3	484.1
29	1,992	81.0	45.4	31.7	14.4	0.0	26.0	0.0	13.3	4.0	32.0	91.8	73.0	412.6
30	1,993	178.9	82.9	12.4	36.0	8.2	4.2	8.2	14.0	3.0	18.2	87.0	109.8	562.8
31	1,994	167.2	118.0	151.6	59.8	5.3	0.0	0.0	0.0	12.4	52.6	13.2	158.6	738.7
32	1,995	98.9	79.5	80.0	7.2	4.2	0.0	0.0	0.0	12.2	24.2	18.2	51.6	376.0
33	1,996	117.6	69.3	44.4	69.3	12.1	0.0	0.0	21.6	9.3	52.5	49.3		
34	1,997	82.7	100.0	97.6	3.3	2.9	0.0	0.0	21.3	18.1	13.5	108.9	97.8	546.1
35	1,998	126.3	98.7	38.2	21.6		3.0	0.0	1.0	13.5	63.8	55.2	55.3	
36	1,999	93.2	113.9	44.3	28.3	4.9	3.7	2.6	0.0	30.9	17.7	44.0	111.0	494.5
37	2,000	159.8	105.4	58.7	2.2	9.1	3.7	0.0	2.0	4.4	41.6	11.0	70.0	467.9
38	2,001	211.2	136.4	152.2	19.9	12.1	0.0	19.4	5.6	8.0	50.0	77.4	102.0	794.2
39	2,002	90.6	161.4	106.1	35.8	6.6	4.3	46.6	33.0	10.9	39.4	91.6	127.9	754.2
40	2,003	114.4	108.7	110.7	15.8	4.4	6.8	0.0	23.6	4.0	31.7	18.3	120.9	559.3
41	2,004	149.9	109.2	95.6	15.8	2.0	16.4	10.3	6.9	32.5	25.9	43.0	94.3	601.8
42	2,005	127.0	76.9	69.1	29.6	0.0	0.0	1.5	3.7	4.1	18.0	50.5	58.6	439.0
43	2,006	170.7	82.2	125.0	34.5	0.0	30.0	0.0	14.3	5.2	42.7	69.7	117.1	691.4
44	2,007	102.7	55.8	135.8	42.1	7.6	0.0	1.7	0.0	4.9	32.7	66.9	83.3	533.5
45	2,008	154.3	151.5	61.5	8.5	5.9	3.6	0.7	3.2	9.8	46.8	64.1	133.9	643.8
46	2,009	89.9	89.4	66.2	14.1	0.2	0.0	3.1	0.8	20.4	8.2	118.1	115.3	525.7
47	2,010	270.7	145.1	155.8	6.0	6.5	1.1	1.4	11.4	1.8	72.7	26.3	204.2	903.0
48	2,011	100.7	170.6	109.2	32.9	6.8	7.0	8.6	0.6	27.9	26.2	48.0	134.5	673.0
49	2,012	67.0	157.0	54.2	30.1	1.2	0.5	0.8	0.5	24.1	8.6	127.0	146.8	617.8
50	2,013	104.8	152.2	68.1	23.3	10.7	5.4	4.1	15.8	5.6	132.0	52.9	170.1	745.0
51	2,014	143.8	82.6	68.7	50.0	12.8	0.0	1.3	1.5	22.9				
N° Datos		51	49	48	50	49	50	50	51	51	49	48	49	43
Media		126.4	115.2	95.5	42.5	8.3	5.3	4.9	7.0	15.0	34.5	55.6	81.6	591.9
Desv. Estandar		60.73	59.16	55.55	57.02	10.24	8.08	8.08	8.10	13.45	27.31	37.17	45.54	186.62
Coef. Variacion		0.481	0.514	0.581	1.343	1.232	1.527	1.635	1.149	0.896	0.790	0.668	0.558	0.315
Prec. Max.		276.4	291.2	236.2	403.7	49.5	38.4	46.6	33.0	73.2	132.0	129.3	204.2	403.7
Prec. Min.		5.1	28.7	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	5.0	11.8	0.0

FUENTE : SENAMHI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo No 38

REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL ACUMULADA ESTACION PAUCARTAMBO
REGISTROS HISTORICOS
(mm)

Estacion : PAUCARTAMBO					Latitud : 13º 18' 12.3" S Longitud : 71º 35' 48.1" W 3042 msnm					Departamento : Cusco Provincia : Paucartambo Distrito : Paucartambo				
Tipo:														
Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964	35.8	61.3		82.0	5.2		0.0	0.0	22.7	18.9	27.2	61.0	
2	1,965	123.0	53.0	78.0	31.2	2.5	0.0	6.5	9.0	24.9	17.8	65.0	140.8	551.7
3	1,966	59.9	147.7	77.9	9.9	27.6	0.0	5.0	15.3	11.3	6.0	37.6	66.0	464.2
4	1,967	71.0	9.0	39.6	19.0									
5	1,968													
6	1,969													
7	1,970													
8	1,971													
9	1,972			226.3	31.4	2.9	0.8	33.9	43.6	49.4	19.6	37.0	58.8	
10	1,973	165.3	113.1	79.7	54.5	34.0	4.0	0.0	11.0	3.5	28.0	19.0	85.5	597.6
11	1,974	219.0	161.0	96.0	97.0	0.0	0.0	6.0	118.0	32.0	0.0	0.0	44.2	773.2
12	1,975	132.7	108.3	57.5	26.1	31.4	6.9	6.2	24.5	27.7	21.3	13.9	64.3	520.8
13	1,976	79.9	84.6	82.8	19.5	6.6	6.7	0.0	0.0	11.4	0.0	10.9	30.1	332.5
14	1,977													
15	1,978							0.5	21.2	16.9	33.8	62.4	95.1	
16	1,979	61.8	38.4				0.0	0.0	0.0					
17	1,980	48.0	38.4	62.5	19.2	6.8	2.2	9.7	5.9	6.7	25.6	9.2	25.1	259.3
18	1,981	33.5							6.2	0.0				
19	1,982	12.8	13.4	10.9	1.6	2.9	0.0	1.3	6.9					
20	1,983													
21	1,984													
22	1,985													
23	1,986													
24	1,987				42.8	12.5	7.6	38.1	0.0	3.3	39.6	63.6	100.8	
25	1,988	147.5	74.9	136.4	106.8	6.4	4.6	0.0	3.5	5.4	30.4	32.8	75.7	624.4
26	1,989	100.6	74.3	160.3	85.6	15.5	1.3	6.1	5.0					
27	1,990			81.9	18.8	14.4	32.7	0.0	0.0	4.8	37.4	63.7	58.6	
28	1,991	35.1	123.7	43.6	3.1	0.0	26.2	1.0	0.0	6.1	17.7	34.5	22.6	313.6
29	1,992	41.5	60.0	23.9	20.4	21.8	6.6	14.6	25.3	2.3	37.5	32.7	26.1	312.7
30	1,993	195.1	115.1	57.1	27.7	25.5	0.0	8.9	59.6	38.8	27.0	65.5	141.8	762.1
31	1,994	117.3	108.7	68.2	62.0	6.7	4.2	0.0	4.4	17.2	52.2	35.6	114.5	591.0
32	1,995													
33	1,996													
34	1,997													
35	1,998	111.8	91.8	72.6	11.4	0.0	29.1	0.0	0.3	2.9	30.2	45.4	64.1	459.6
36	1,999	96.9	159.7	82.4	75.0	2.8	1.0	2.0	0.7	41.5	40.5	6.1	91.0	599.6
37	2,000	205.4	154.8	119.0	36.0	21.4	13.4	0.0	11.0	7.1	54.9	3.6	49.2	675.8
38	2,001	180.2	136.2	136.8	85.4	13.5	1.5	15.7	34.6	6.7	65.3	68.3	50.2	794.4
39	2,002	89.8	144.8	118.1	76.3	1.5	11.0	55.0	9.6	20.1	33.0	49.6	109.5	718.3
40	2,003	105.6	128.1	102.6	47.4	159.0	3.6	3.4	19.3	14.5	29.3	31.3	113.6	757.7
41	2,004	141.5	70.3	88.2	25.0	13.1	8.3	43.3	42.8	16.4	27.0	34.6	98.7	609.2
42	2,005	63.3	124.0	79.2	28.0	0.0	0.0	1.2	46.2	15.6	16.8	32.8	61.5	468.6
43	2,006	153.0	70.1	86.0	33.2	0.0	5.8	0.0	16.5	6.5	64.7	82.1	124.1	642.0
44	2,007	131.4	66.9	133.2	49.9	14.3	1.1	2.5	6.8	3.5	43.7	31.8	99.0	584.1
45	2,008	126.9	112.6	75.4	24.2	3.2	22.0	2.4	2.8	6.9	36.2	38.8	119.6	571.0
46	2,009	114.7	138.4	97.2	22.8	0.0	0.0	5.7	10.4	12.2	7.2	89.0	79.4	577.0
47	2,010	170.4	142.8	151.7	26.1	9.5	14.0	14.6	0.8	15.3	61.3	24.1	119.9	750.5
48	2,011	145.4	139.0	147.1	77.6	5.6	1.8	21.9	5.4	24.4	44.9	28.5	309.7	951.3
49	2,012	113.6	184.2	90.5	54.4	3.2	2.2	13.1	10.8	29.9	18.4	43.8	376.4	940.5
50	2,013	146.9	168.0	114.5	28.3	19.7	11.7	2.2	35.0	9.3	114.3	49.8	123.0	822.7
51	2,014	193.9	96.6	95.7	49.9	17.2	1.6	6.9	56.8	12.5	35.3	23.6	112.9	702.9
N° Datos		35	34	34	36	35	35	37	38	35	34	34	34	29
Media		113.4	103.3	93.3	41.9	14.5	6.6	8.9	17.6	15.1	33.4	38.1	97.4	583.6
Desv. Estandar		54.22	45.34	42.23	27.82	26.93	8.69	13.32	23.64	12.16	21.97	22.14	71.28	177.03
Coef. Variacion		0.48	0.44	0.45	0.66	1.86	1.31	1.50	1.34	0.80	0.66	0.58	0.73	0.30
Prec. Max.		219.0	184.2	226.3	106.8	159.0	32.7	55.0	118.0	49.4	114.3	89.0	376.4	376.4
Prec. Min.		12.8	9.0	10.9	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.6	0.0

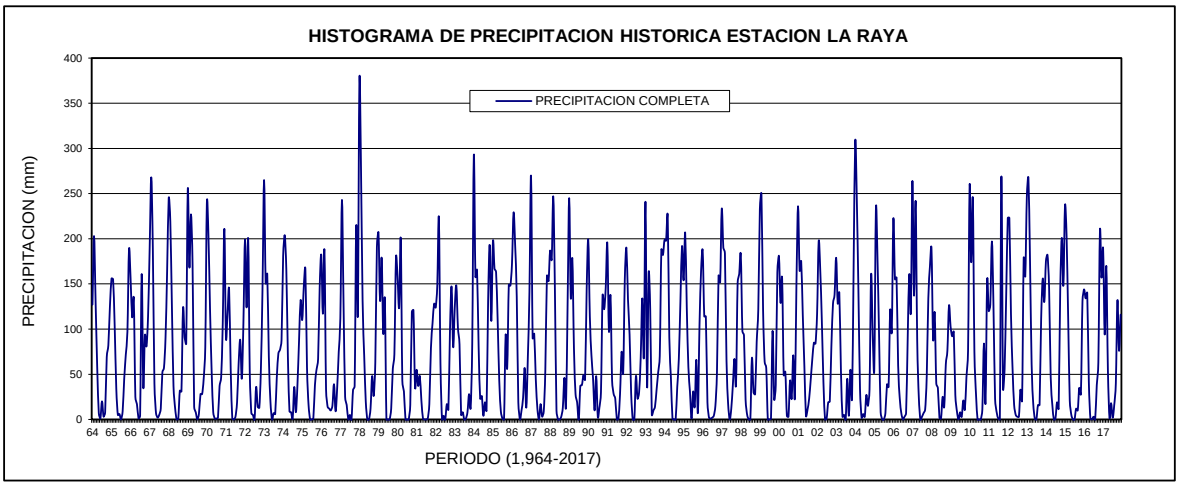
FUENTE : SENAMHI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

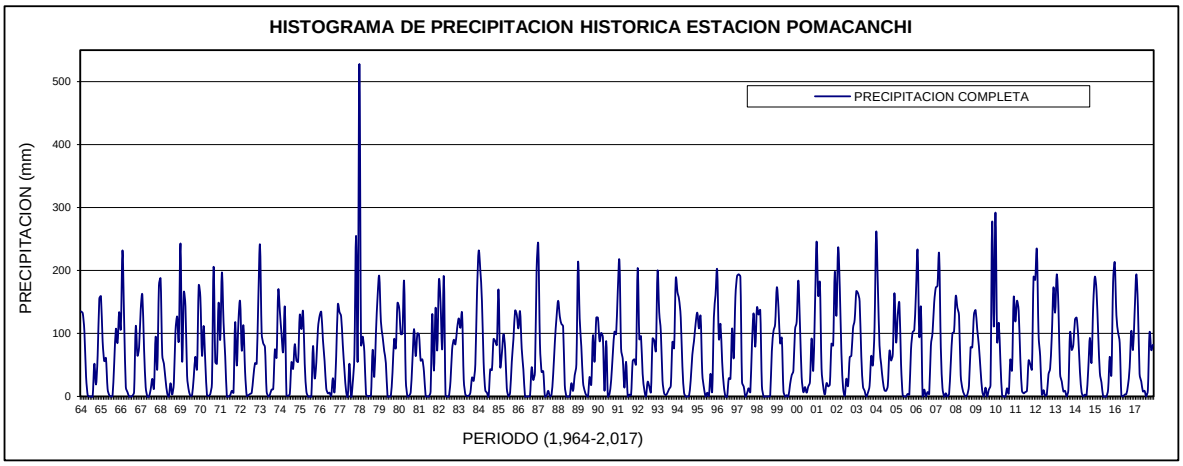
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

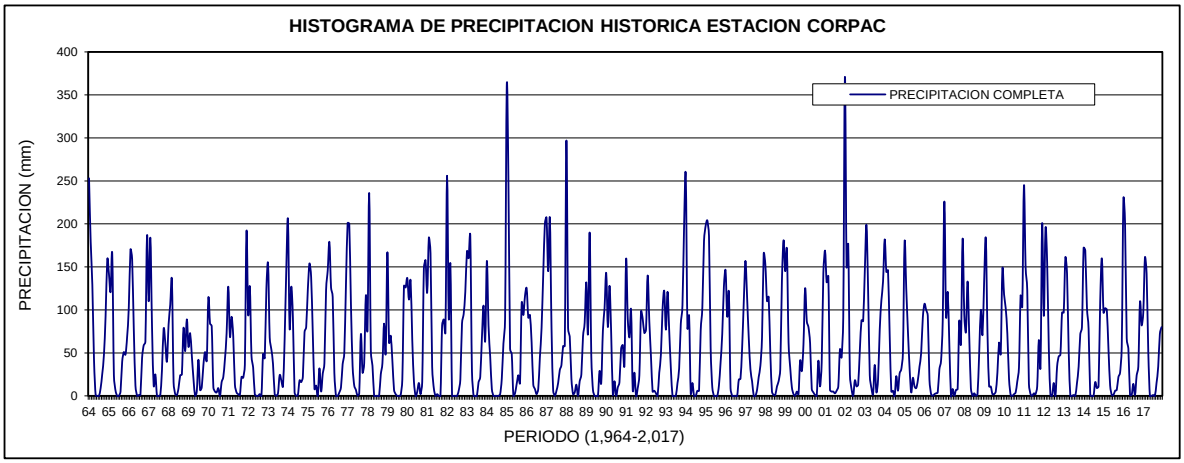
Anexo N° 39



Anexo N° 40



Anexo N° 41

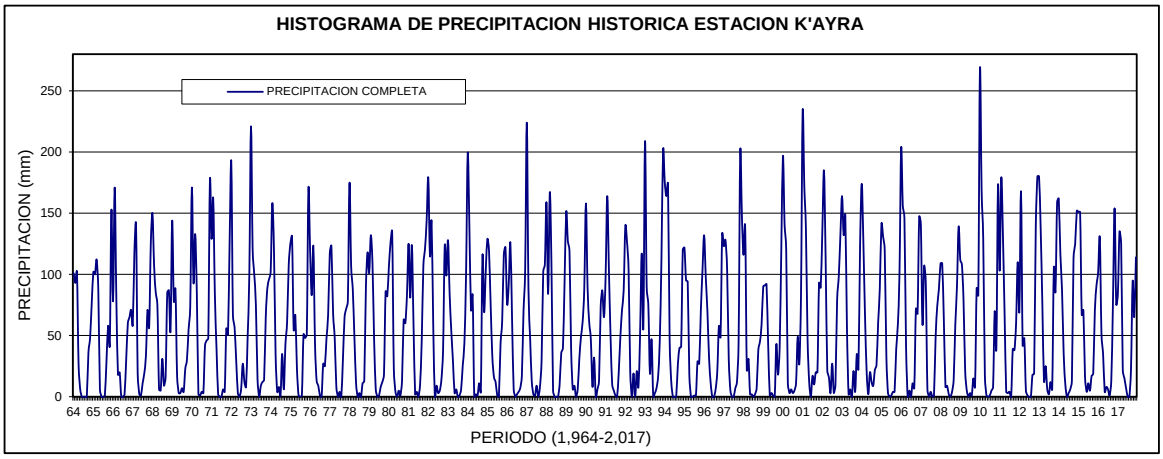


Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

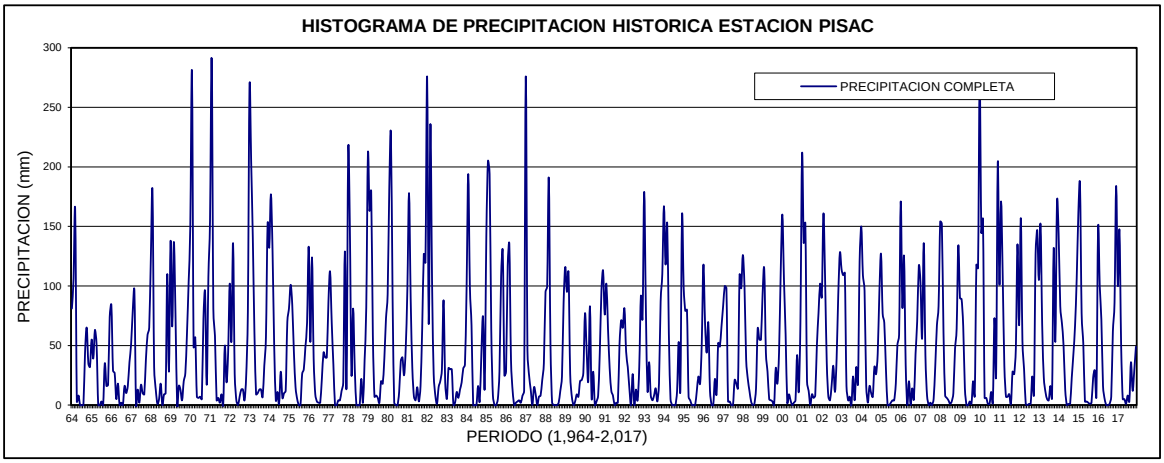
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

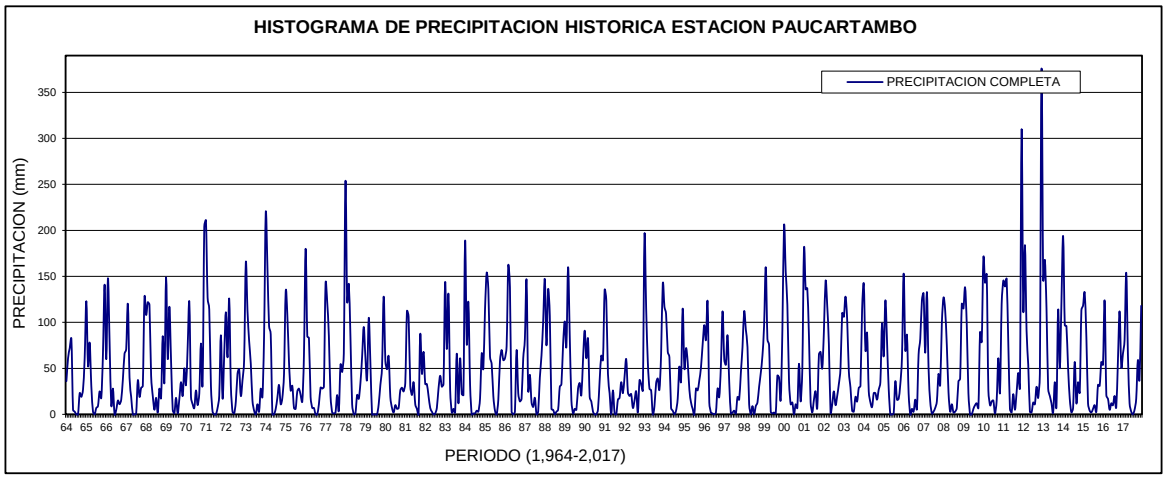
Anexo N° 42



Anexo N° 43



Anexo N° 44



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Anexo N° 45

REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL ACUMULADA ESTACION LA RAYA
REGISTROS COMPLETOS
(mm)

Estacion : LA RAYA					Latitud : 14° 28' 00" S Longitud : 71° 03' 00" W Altitud : 4120 msnm					Departamento : Cusco Provincia : Canchis Distrito : Maranganí				
Tipo:		CP												
Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964	127.0	203.0	129.0	58.0	7.0	1.0	20.0	3.0	8.0	69.0	82.0	125.0	832.0
2	1,965	156.0	155.0	103.0	34.0	5.0	6.0	0.0	9.0	45.0	72.0	97.0	188.0	870.0
3	1,966	156.0	113.0	134.0	25.0	17.0	1.0	4.0	161.0	36.0	93.0	81.0	114.0	935.0
4	1,967	189.0	268.0	190.0	40.0	7.0	2.0	5.0	12.0	52.0	57.0	91.0	164.0	1,077.0
5	1,968	245.0	219.0	126.0	37.0	13.0	0.0	1.0	32.0	31.0	123.0	91.0	84.0	1,002.0
6	1,969	255.0	168.0	227.0	172.0	14.0	8.0	0.0	6.0	28.0	28.0	45.0	80.0	1,031.0
7	1,970	239.0	203.0	122.0	54.0	8.0	1.0	1.0	2.0	37.0	47.0	106.0	211.0	1,031.0
8	1,971	91.0	117.0	144.0	56.0	1.0	0.0	3.0	19.0	62.0	88.0	45.0	107.0	733.0
9	1,972	199.0	124.0	200.0	52.0	7.0	5.0	0.0	36.0	14.0	13.0	55.0	143.0	848.0
10	1,973	265.0	151.0	161.0	70.0	20.0	0.0	7.0	6.0	46.0	73.0	77.0	88.0	964.0
11	1,974	181.0	204.0	166.0	69.0	9.0	8.0	1.0	36.0	8.0	38.0	87.0	132.0	939.0
12	1,975	110.0	147.0	166.0	58.0	16.0	0.0	0.0	1.0	38.0	55.0	67.0	146.0	804.0
13	1,976	182.0	117.0	187.0	33.0	14.0	12.0	10.0	15.0	39.0	9.0	35.0	75.0	728.0
14	1,977	112.0	243.0	130.0	25.0	16.0	0.0	5.0	0.0	33.0	37.0	215.0	117.0	933.0
15	1,978	376.0	277.0	132.0	71.0	20.0	0.0	0.0	12.0	48.0	26.0	63.0	191.0	1,216.0
16	1,979	207.0	131.0	179.0	95.0	133.0	0.0	0.0	0.0	12.0	56.0	72.0	179.0	1,064.0
17	1,980	158.0	124.0	200.0	43.0	31.0	0.0	0.0	0.0	16.0	119.0	121.0	36.0	848.0
18	1,981	55.0	37.0	48.0	21.0	1.0	0.0	0.0	1.0	17.0	79.0	106.0	128.0	493.0
19	1,982	124.0	148.0	223.0	62.0	0.0	4.0	0.0	17.0	11.0	100.0	147.0	80.0	916.0
20	1,983	124.0	148.0	101.0	83.0	5.0	8.0	0.0	1.0	8.0	28.0	13.0	84.0	603.0
21	1,984	293.0	158.0	166.0	81.0	23.0	26.0	4.0	19.0	10.0	132.0	193.0	109.0	1,214.0
22	1,985	197.0	167.0	163.0	109.0	43.0	9.0	1.0	0.0	93.0	57.0	149.0	148.0	1,136.0
23	1,986	172.0	229.0	193.0	136.0	19.0	0.0	10.0	24.0	57.0	13.0	70.0	141.0	1,064.0
24	1,987	270.0	90.0	95.0	44.0	12.0	0.0	17.0	3.0	9.0	55.0	159.0	153.0	907.0
25	1,988	187.0	177.0	247.0	146.0	10.0	0.0	0.0	3.0	13.0	46.0	14.0	128.0	971.0
26	1,989	245.0	135.0	178.0	79.0	28.0	19.0	0.0	37.0	38.0	49.0	44.0	144.0	996.0
27	1,990	199.0	114.0	71.0	46.0	10.0	48.0	3.0	13.0	30.0	137.0	122.0	146.0	939.0
28	1,991	195.0	98.0	137.0	43.0	28.0	23.0	0.0	1.0	28.0	75.0	52.0	155.0	835.0
29	1,992	190.0	133.0	94.0	29.0	0.0	0.0	48.0	23.0	30.0	68.0	134.0	70.0	819.0
30	1,993	241.0	36.0	162.0	122.0	5.0	10.0	14.0	33.0	52.0	70.0	188.0	182.0	1,115.0
31	1,994	199.0	198.0	225.0	91.0	47.0	1.0	0.0	0.0	36.0	67.0	131.0	192.0	1,187.0
32	1,995	154.0	207.0	124.0	58.0	31.0	1.0	31.0	14.0	66.0	7.0	104.0	164.0	961.0
33	1,996	187.0	114.0	114.0	19.0	2.0	1.0	2.0	4.0	15.0	52.0	159.0	152.0	821.0
34	1,997	233.0	190.0	184.0	65.0	18.0	0.0	12.0	38.0	67.0	39.0	151.0	161.0	1,158.0
35	1,998	182.0	98.0	93.0	22.0	5.0	0.0	0.0	68.0	30.0	28.0	86.0	122.0	734.0
36	1,999	233.0	249.0	122.0	64.0	57.0	0.0	0.0	1.0	98.0	22.0	38.0	163.0	1,047.0
37	2,000	181.0	129.0	156.0	49.0	53.0	4.0	3.0	43.0	23.0	71.0	24.0	149.0	885.0
38	2,001	236.0	165.0	175.0	116.0	59.0	4.0	11.0	23.0	44.0	67.0	85.0	84.0	1,069.0
39	2,002	117.0	197.0	165.0	109.0	41.0	0.0	1.0	19.0	20.0	81.0	128.0	138.0	1,016.0
40	2,003	179.0	128.0	140.0	54.0	3.0	5.0	0.0	45.0	4.0	55.0	24.0	170.0	807.0
41	2,004	308.0	244.0	144.0	34.0	2.0	6.0	3.0	27.0	15.0	33.0	160.0	94.0	1,070.0
42	2,005	56.0	232.0	180.0	93.0	8.0	0.0	0.0	7.0	39.0	36.0	121.0	97.0	869.0
43	2,006	222.0	155.0	157.0	60.0	24.0	7.0	0.0	3.0	7.0	87.0	161.0	119.0	1,002.0
44	2,007	264.0	137.0	242.0	88.0	25.0	0.0	3.0	7.0	11.0	48.0	134.0	169.0	1,128.0
45	2,008	189.0	89.0	118.0	40.0	35.0	2.0	1.0	25.0	14.0	61.0	76.0	126.0	776.0
46	2,009	103.0	92.0	97.0	27.0	9.0	0.0	8.0	3.0	21.0	11.0	47.0	76.0	494.0
47	2,010	259.0	174.0	244.0	75.0	28.0	0.0	0.0	0.0	11.0	84.0	18.0	153.0	1,046.0
48	2,011	120.0	127.0	197.0	126.0	23.0	8.0	1.0	0.0	269.0	35.0	56.0	137.0	1,099.0
49	2,012	223.0	223.0	117.0	57.0	16.0	5.0	3.0	3.0	33.0	21.0	178.0	158.0	1,037.0
50	2,013	247.0	267.0	175.0	61.0	18.0	1.0	0.0	16.0	16.0	111.0	156.0	130.0	1,198.0
51	2,014	175.0	182.0	146.0	47.0	17.0	0.0	1.0	19.0	12.0	142.0	201.0	148.0	1,090.0
52	2,015	237.0	203.0	113.0	21.0	5.0	0.0	0.0	12.0	10.0	35.0	28.0	131.0	795.0
53	2,016	144.0	134.0	140.0	42.0	1.0	0.0	3.0	0.0	38.0	63.0	209.0	157.0	931.0
54	2,017	189.0	94.0	170.0	55.0	2.0	18.0	2.0	16.0	40.0	132.0	76.0	116.0	910.0
N° Datos		54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Media		192.2	160.4	153.9	64.2	19.5	4.7	4.4	17.0	35.0	61.1	99.5	132.5	944.3
Desv. Estandar		62.51	56.21	44.42	34.42	21.68	8.51	8.50	24.92	38.62	34.70	54.93	36.67	164.75
Coef. Variacion		32.53	35.04	28.86	53.63	111.40	180.94	192.10	146.59	110.46	56.79	55.22	27.68	17.45
Prec. Max.		376.0	277.0	247.0	172.0	133.0	48.0	48.0	161.0	269.0	142.0	215.0	211.0	376.0
Prec. Min.		55.0	36.0	48.0	19.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	7.0	13.0	36.0	0.0

FUENTE : SENAMHI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo N° 46

REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL ACUMULADA ESTACION POMACANCHI
REGISTROS COMPLETOS
(mm)

Estacion : POMACANCHI					Latitud : 14º 01' 40" S Longitud : 71º 34' 21" W Altitud : 3700 msnm					Departamento : Cusco Provincia : Acomayo Distrito : Pomacanchi				
Tipo:		CP												
Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964	135.0	132.0	103.0	32.0	2.0	0.0	0.0	0.0	52.0	19.0	65.0	155.0	695.0
2	1,965	159.0	88.0	56.0	61.0	12.0	2.0	0.0	1.0	53.0	107.0	85.0	134.0	758.0
3	1,966	108.0	232.0	119.0	15.0	7.0	0.0	0.0	1.0	7.0	111.0	65.0	78.0	743.0
4	1,967	138.0	161.0	77.0	15.0	0.0	0.0	11.0	28.0	13.0	95.0	44.0	176.0	758.0
5	1,968	187.0	66.0	52.0	26.0	5.0	0.0	21.0	3.0	21.0	104.0	127.0	90.0	702.0
6	1,969	243.0	56.0	165.0	143.0	33.0	10.0	1.0	2.0	30.0	63.0	44.0	175.0	965.0
7	1,970	158.0	65.0	112.0	53.0	2.0	1.0	4.0	21.0	206.0	55.0	52.0	149.0	878.0
8	1,971	90.0	197.0	118.0	64.0	0.0	0.0	2.0	9.0	6.0	118.0	49.0	120.0	773.0
9	1,972	151.0	73.0	113.0	40.0	1.0	2.0	4.0	6.0	31.0	53.0	52.0	155.0	681.0
10	1,973	241.0	101.0	84.0	78.0	8.0	0.0	3.0	11.0	12.0	75.0	62.0	168.0	843.0
11	1,974	135.0	99.0	71.0	142.0	2.0	1.0	4.0	54.0	44.0	83.0	57.0	55.0	747.0
12	1,975	129.0	107.0	135.0	52.0	8.0	0.0	0.0	0.0	80.0	29.0	54.0	108.0	702.0
13	1,976	128.0	134.0	90.0	56.0	13.0	5.0	6.0	1.0	29.0	7.0	64.0	146.0	679.0
14	1,977	134.0	127.0	82.0	41.0	8.0	0.0	52.0	0.0	22.0	66.0	255.0	61.0	848.0
15	1,978	528.0	82.0	95.0	71.0	4.0	0.0	1.0	1.0	74.0	31.0	101.0	159.0	1,147.0
16	1,979	191.0	119.0	96.0	72.0	53.0	0.0	0.0	1.0	38.0	91.0	77.0	148.0	886.0
17	1,980	141.0	99.0	100.0	183.0	27.0	0.0	1.0	7.0	55.0	107.0	64.0	100.0	884.0
18	1,981	98.0	57.0	59.0	39.0	1.0	0.0	0.0	8.0	131.0	41.0	141.0	73.0	648.0
19	1,982	184.0	150.0	75.0	191.0	2.0	0.0	0.0	24.0	75.0	90.0	83.0	108.0	982.0
20	1,983	124.0	109.0	132.0	27.0	3.0	1.0	1.0	6.0	30.0	25.0	51.0	163.0	672.0
21	1,984	231.0	201.0	151.0	55.0	10.0	6.0	0.0	43.0	42.0	91.0	88.0	82.0	1,000.0
22	1,985	170.0	48.0	68.0	99.0	76.0	13.0	0.0	6.0	55.0	91.0	136.0	130.0	892.0
23	1,986	108.0	135.0	76.0	43.0	0.0	0.0	0.0	1.0	46.0	26.0	39.0	202.0	676.0
24	1,987	242.0	84.0	39.0	40.0	0.0	1.0	9.0	0.0	3.0	35.0	86.0	125.0	664.0
25	1,988	152.0	127.0	115.0	111.0	18.0	0.0	0.0	0.0	21.0	9.0	34.0	51.0	638.0
26	1,989	213.0	124.0	79.0	23.0	9.0	2.0	0.0	31.0	19.0	97.0	55.0	125.0	777.0
27	1,990	125.0	88.0	101.0	94.0	9.0	88.0	0.0	4.0	26.0	68.0	103.0	99.0	805.0
28	1,991	168.0	215.0	76.0	60.0	14.0	55.0	0.0	3.0	2.0	56.0	59.0	51.0	759.0
29	1,992	204.0	91.0	96.0	36.0	11.0	0.0	23.0	16.0	7.0	92.0	89.0	73.0	738.0
30	1,993	199.0	134.0	102.0	26.0	5.0	2.0	6.0	12.0	17.0	87.0	77.0	187.0	854.0
31	1,994	166.0	154.0	125.0	48.0	6.0	0.0	0.0	1.0	25.0	66.0	88.0	116.0	795.0
32	1,995	133.0	108.0	127.0	37.0	14.0	0.0	6.0	1.0	36.0	9.0	126.0	161.0	758.0
33	1,996	201.0	92.0	115.0	55.0	17.0	0.0	0.0	29.0	28.0	108.0	61.0	158.0	864.0
34	1,997	191.0	194.0	190.0	23.0	16.0	0.0	5.0	13.0	7.0	83.0	132.0	79.0	933.0
35	1,998	141.0	130.0	137.0	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	72.0	104.0	115.0	717.0
36	1,999	173.0	141.0	84.0	93.0	9.0	0.0	2.0	0.0	19.0	34.0	41.0	106.0	702.0
37	2,000	119.0	184.0	112.0	31.0	7.0	15.0	6.0	16.0	23.0	92.0	41.0	138.0	784.0
38	2,001	246.0	160.0	181.0	45.0	16.0	3.0	21.0	16.0	19.0	84.0	81.0	198.0	1,070.0
39	2,002	128.0	236.0	174.0	69.0	14.0	1.0	28.0	17.0	62.0	65.0	108.0	122.0	1,024.0
40	2,003	167.0	164.0	151.0	64.0	16.0	9.0	0.0	6.0	17.0	64.0	50.0	110.0	818.0
41	2,004	261.0	175.0	81.0	51.0	25.0	10.0	9.0	17.0	72.0	57.0	67.0	164.0	989.0
42	2,005	86.0	130.0	148.0	52.0	2.0	0.0	0.0	4.0	3.0	74.0	102.0	106.0	707.0
43	2,006	164.0	232.0	96.0	141.0	1.0	11.0	0.0	7.0	4.0	80.0	101.0	149.0	986.0
44	2,007	173.0	176.0	226.0	78.0	14.0	0.0	5.0	0.0	4.0	52.0	100.0	103.0	931.0
45	2,008	159.0	141.0	128.0	34.0	13.0	4.0	0.0	3.0	17.0	78.0	78.0	130.0	785.0
46	2,009	137.0	106.0	80.0	42.0	9.0	0.0	14.0	0.0	11.0	18.0	278.0	111.0	806.0
47	2,010	292.0	88.0	117.0	54.0	2.0	0.0	0.0	13.0	5.0	59.0	42.0	157.0	829.0
48	2,011	119.0	152.0	136.0	60.0	9.0	5.0	7.0	9.0	57.0	51.0	43.0	190.0	838.0
49	2,012	185.0	233.0	100.0	64.0	3.0	10.0	1.0	3.0	35.0	45.0	96.0	173.0	948.0
50	2,013	178.0	167.0	92.0	46.0	9.0	1.0	0.0	20.0	22.0	60.0	105.0	210.0	910.0
51	2,014	122.0	125.0	94.0	39.0	7.0	0.0	3.0	2.0	43.0	93.0	54.0	144.0	726.0
52	2,015	190.0	168.0	100.0	38.0	22.0	0.0	0.0	0.0	11.0	63.0	35.0	181.0	808.0
53	2,016	213.0	129.0	102.0	85.0	2.0	0.0	3.0	4.0	18.0	46.0	104.0	74.0	780.0
54	2,017	133.0	194.0	143.0	36.0	24.0	8.0	9.0	0.0	10.0	101.0	74.0	82.0	814.0
N° Datos		54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Media		172.1	134.8	108.8	60.9	11.1	4.9	5.0	8.9	33.3	66.2	82.8	128.2	817.0
Desv. Estandar		67.22	49.10	36.46	38.98	13.22	14.11	9.17	11.49	34.77	29.31	45.98	41.53	116.46
Coef. Variacion		0.391	0.364	0.335	0.640	1.190	2.864	1.848	1.290	1.046	0.443	0.556	0.324	0.143
Prec. Max.		528.0	236.0	226.0	191.0	76.0	88.0	52.0	54.0	206.0	118.0	278.0	210.0	528.0
Prec. Min.		86.0	48.0	39.0	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	7.0	34.0	51.0	0.0

FUENTE : SENAMHI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo N° 47

REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL ACUMULADA ESTACION CORPAC

REGISTROS COMPLETOS

(mm)

Estacion : CORPAC					Latitud : 13º 33' 00" S Longitud : 72º 00' 00" W Altitud : 3248 msnm					Departamento : Cusco Provincia : Cusco Distrito : Wanchac				
Tipo:		S-608												
Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964	253.0	179.0	129.0	42.0	1.0	0.0	0.0	9.0	26.0	48.0	93.0	158.0	938.0
2	1,965	142.0	121.0	165.0	24.0	6.0	0.0	0.0	5.0	40.0	51.0	48.0	69.0	671.0
3	1,966	103.0	170.0	159.0	78.0	12.0	0.0	1.0	1.0	44.0	59.0	63.0	187.0	877.0
4	1,967	110.0	184.0	80.0	12.0	25.0	0.0	0.0	1.0	30.0	78.0	62.0	40.0	622.0
5	1,968	83.0	106.0	134.0	16.0	2.0	1.0	9.0	24.0	25.0	79.0	52.0	89.0	620.0
6	1,969	57.0	73.0	47.0	20.0	0.0	5.0	42.0	7.0	10.0	36.0	51.0	41.0	389.0
7	1,970	114.0	84.0	81.0	10.0	5.0	4.0	9.0	0.0	16.0	22.0	43.0	73.0	461.0
8	1,971	127.0	69.0	92.0	69.0	13.0	4.0	2.0	1.0	22.0	21.0	36.0	192.0	648.0
9	1,972	95.0	127.0	47.0	33.0	2.0	0.0	0.0	2.0	0.0	49.0	44.0	125.0	524.0
10	1,973	154.0	68.0	54.0	37.0	2.0	0.0	3.0	24.0	18.0	11.0	66.0	147.0	584.0
11	1,974	205.0	79.0	127.0	91.0	4.0	0.0	1.0	18.0	16.0	22.0	74.0	80.0	717.0
12	1,975	124.0	154.0	138.0	72.0	8.0	12.0	0.0	32.0	5.0	26.0	38.0	123.0	732.0
13	1,976	146.0	179.0	126.0	115.0	27.0	0.0	0.0	4.0	10.0	37.0	50.0	130.0	824.0
14	1,977	201.0	200.0	107.0	35.0	12.0	7.0	0.0	3.0	72.0	27.0	38.0	117.0	819.0
15	1,978	78.0	236.0	53.0	35.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	38.0	84.0	50.0	599.0
16	1,979	167.0	62.0	70.0	41.0	7.0	2.0	0.0	0.0	1.0	19.0	128.0	126.0	623.0
17	1,980	137.0	112.0	134.0	65.0	17.0	0.0	5.0	15.0	2.0	16.0	148.0	158.0	809.0
18	1,981	120.0	184.0	166.0	34.0	9.0	0.0	2.0	0.0	0.0	82.0	89.0	74.0	760.0
19	1,982	256.0	91.0	153.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	19.0	84.0	95.0	121.0	825.0
20	1,983	168.0	160.0	186.0	29.0	0.0	0.0	0.0	16.0	22.0	67.0	105.0	64.0	817.0
21	1,984	157.0	82.0	46.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	20.0	61.0	90.0	466.0
22	1,985	360.0	253.0	55.0	49.0	0.0	3.0	14.0	24.0	15.0	108.0	94.0	116.0	1,091.0
23	1,986	125.0	91.0	94.0	62.0	13.0	8.0	2.0	8.0	45.0	79.0	141.0	200.0	868.0
24	1,987	207.0	145.0	207.0	79.0	6.0	0.0	6.0	15.0	30.0	36.0	58.0	58.0	847.0
25	1,988	297.0	79.0	69.0	20.0	2.0	4.0	13.0	0.0	17.0	25.0	69.0	85.0	680.0
26	1,989	132.0	72.0	190.0	47.0	7.0	0.0	0.0	0.0	29.0	15.0	76.0	102.0	670.0
27	1,990	143.0	80.0	128.0	73.0	2.0	17.0	0.0	10.0	16.0	55.0	59.0	36.0	619.0
28	1,991	159.0	90.0	68.0	100.0	7.0	27.0	0.0	9.0	24.0	98.0	90.0	73.0	745.0
29	1,992	77.0	140.0	87.0	46.0	5.0	6.0	3.0	0.0	27.0	48.0	101.0	122.0	662.0
30	1,993	77.0	121.0	76.0	32.0	0.0	0.0	0.0	15.0	32.0	84.0	105.0	200.0	742.0
31	1,994	256.0	79.0	94.0	3.0	15.0	0.0	0.0	6.0	6.0	76.0	103.0	180.0	818.0
32	1,995	198.0	204.0	186.0	56.0	10.0	0.0	0.0	0.0	12.0	39.0	72.0	127.0	904.0
33	1,996	146.0	92.0	120.0	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.0	20.0	56.0	110.0	572.0
34	1,997	157.0	114.0	67.0	31.0	17.0	0.0	0.0	7.0	22.0	35.0	68.0	165.0	683.0
35	1,998	153.0	110.0	115.0	50.0	5.0	1.0	1.0	11.0	17.0	31.0	134.0	181.0	809.0
36	1,999	145.0	170.0	62.0	33.0	10.0	2.0	0.0	5.0	2.0	41.0	29.0	60.0	559.0
37	2,000	125.0	87.0	80.0	61.0	8.0	4.0	1.0	0.0	41.0	11.0	39.0	143.0	600.0
38	2,001	169.0	132.0	139.0	7.0	5.0	5.0	3.0	6.0	11.0	54.0	45.0	91.0	667.0
39	2,002	371.0	151.0	177.0	25.0	8.0	0.0	18.0	11.0	13.0	53.0	88.0	87.0	1,002.0
40	2,003	145.0	199.0	123.0	24.0	9.0	2.0	36.0	4.0	19.0	77.0	111.0	133.0	882.0
41	2,004	182.0	144.0	146.0	71.0	5.0	6.0	0.0	23.0	6.0	26.0	31.0	50.0	690.0
42	2,005	179.0	125.0	76.0	33.0	4.0	21.0	11.0	9.0	18.0	34.0	50.0	91.0	651.0
43	2,006	107.0	100.0	93.0	19.0	2.0	0.0	2.0	3.0	4.0	31.0	41.0	87.0	489.0
44	2,007	226.0	93.0	121.0	60.0	0.0	8.0	0.0	7.0	8.0	87.0	61.0	183.0	854.0
45	2,008	95.0	74.0	133.0	70.0	9.0	0.0	3.0	0.0	2.0	49.0	100.0	71.0	606.0
46	2,009	134.0	183.0	74.0	11.0	11.0	2.0	2.0	5.0	27.0	62.0	49.0	147.0	707.0
47	2,010	118.0	102.0	72.0	20.0	1.0	0.0	2.0	4.0	17.0	33.0	117.0	104.0	590.0
48	2,011	245.0	150.0	123.0	14.0	2.0	0.0	3.0	2.0	11.0	65.0	34.0	201.0	850.0
49	2,012	93.0	195.0	155.0	56.0	1.0	0.0	15.0	0.0	34.0	46.0	48.0	97.0	740.0
50	2,013	141.0	117.0	74.0	16.0	0.0	0.0	4.0	0.0	4.0	97.0	170.0	147.0	770.0
51	2,014	172.0	169.0	103.0	78.0	1.0	0.0	0.0	16.0	9.0	11.0	109.0	160.0	828.0
52	2,015	97.0	102.0	100.0	54.0	12.0	1.0	1.0	6.0	7.0	22.0	27.0	57.0	486.0
53	2,016	228.0	201.0	67.0	55.0	1.0	1.0	14.0	1.0	24.0	34.0	109.0	82.0	817.0
54	2,017	97.0	161.0	142.0	52.0	0.0	0.0	1.0	0.0	15.0	34.0	72.0	80.0	654.0
N° Datos		54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Media		158.4	130.5	109.4	42.3	6.1	2.8	4.2	6.9	18.3	46.4	74.5	112.6	712.5
Desv. Estandar		66.68	48.19	42.34	26.55	6.26	5.43	8.28	7.87	13.78	25.59	33.62	46.66	143.69
Coef. Variacion		0.42	0.37	0.39	0.63	1.02	1.92	1.95	1.13	0.75	0.55	0.45	0.41	0.20
Prec. Max.		371.0	253.0	207.0	115.0	27.0	27.0	42.0	32.0	72.0	108.0	170.0	201.0	371.0
Prec. Min.		57.0	62.0	46.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	27.0	36.0	0.0

FUENTE : SENAMHI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Anexo N° 48

REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL ACUMULADA ESTACION KAYRA
REGISTROS COMPLETOS
(mm)

Estacion : KAYRA					Latitud : 13º 33' 24.7" S Longitud : 71º 52' 29.8" W Altitud : 3219 msnm					Departamento : Cusco Provincia : Cusco Distrito : San Jeronimo				
Tipo:		CO-607												
Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964	101.0	93.0	102.0	26.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36.0	48.0	76.0	488
2	1,965	102.0	100.0	112.0	88.0	6.0	0.0	0.0	1.0	29.0	58.0	42.0	153.0	691
3	1,966	78.0	171.0	80.0	18.0	20.0	0.0	0.0	2.0	30.0	60.0	65.0	71.0	595
4	1,967	59.0	118.0	140.0	19.0	2.0	1.0	11.0	19.0	33.0	71.0	57.0	126.0	656
5	1,968	150.0	107.0	85.0	75.0	6.0	5.0	31.0	9.0	16.0	85.0	87.0	54.0	710
6	1,969	144.0	78.0	88.0	17.0	3.0	3.0	7.0	4.0	23.0	30.0	55.0	73.0	525
7	1,970	171.0	93.0	133.0	86.0	2.0	1.0	4.0	3.0	42.0	46.0	48.0	177.0	806
8	1,971	129.0	162.0	84.0	40.0	2.0	0.0	0.0	6.0	4.0	56.0	51.0	127.0	661
9	1,972	192.0	67.0	57.0	30.0	3.0	0.0	6.0	27.0	12.0	8.0	50.0	100.0	552
10	1,973	221.0	121.0	100.0	75.0	14.0	0.0	9.0	12.0	14.0	65.0	89.0	96.0	816
11	1,974	102.0	158.0	121.0	34.0	4.0	8.0	1.0	35.0	6.0	43.0	61.0	108.0	681
12	1,975	125.0	131.0	55.0	67.0	23.0	1.0	0.0	1.0	51.0	48.0	51.0	170.0	723
13	1,976	120.0	83.0	123.0	43.0	13.0	9.0	1.0	0.0	27.0	25.0	48.0	67.0	559
14	1,977	117.0	123.0	69.0	48.0	8.0	0.0	4.0	0.0	30.0	65.0	72.0	78.0	614
15	1,978	175.0	107.0	88.0	49.0	11.0	0.0	3.0	0.0	11.0	13.0	89.0	118.0	664
16	1,979	101.0	132.0	109.0	47.0	6.0	0.0	1.0	8.0	12.0	18.0	86.0	82.0	602
17	1,980	106.0	126.0	135.0	23.0	4.0	0.0	5.0	1.0	13.0	63.0	60.0	83.0	619
18	1,981	125.0	81.0	124.0	59.0	2.0	4.0	0.0	10.0	46.0	107.0	121.0	144.0	823
19	1,982	179.0	115.0	143.0	59.0	0.0	9.0	3.0	5.0	14.0	38.0	123.0	99.0	787
20	1,983	128.0	84.0	54.0	30.0	3.0	6.0	0.0	1.0	6.0	26.0	44.0	100.0	482
21	1,984	199.0	142.0	71.0	83.0	0.0	2.0	1.0	11.0	4.0	115.0	69.0	103.0	800
22	1,985	129.0	119.0	74.0	33.0	16.0	12.0	1.0	0.0	43.0	62.0	116.0	122.0	727
23	1,986	76.0	92.0	126.0	65.0	6.0	0.0	2.0	4.0	7.0	17.0	70.0	103.0	568
24	1,987	224.0	88.0	49.0	13.0	2.0	1.0	9.0	0.0	8.0	29.0	102.0	108.0	633
25	1,988	159.0	84.0	167.0	109.0	5.0	0.0	0.0	0.0	10.0	36.0	40.0	93.0	703
26	1,989	151.0	127.0	119.0	39.0	6.0	9.0	0.0	6.0	31.0	49.0	61.0	88.0	686
27	1,990	158.0	90.0	61.0	47.0	8.0	32.0	0.0	6.0	13.0	74.0	87.0	65.0	641
28	1,991	98.0	164.0	105.0	50.0	10.0	5.0	1.0	0.0	20.0	49.0	71.0	87.0	660
29	1,992	139.0	127.0	104.0	20.0	0.0	19.0	0.0	21.0	8.0	51.0	117.0	57.0	663
30	1,993	209.0	90.0	76.0	19.0	47.0	0.0	3.0	7.0	17.0	46.0	112.0	201.0	827
31	1,994	176.0	164.0	174.0	46.0	12.0	0.0	0.0	0.0	26.0	40.0	41.0	120.0	799
32	1,995	122.0	95.0	94.0	18.0	0.0	0.0	1.0	1.0	29.0	27.0	70.0	103.0	560
33	1,996	132.0	98.0	70.0	32.0	11.0	0.0	0.0	6.0	20.0	58.0	49.0	133.0	609
34	1,997	123.0	128.0	105.0	31.0	5.0	0.0	0.0	7.0	12.0	44.0	200.0	148.0	803
35	1,998	116.0	139.0	22.0	31.0	2.0	2.0	0.0	2.0	7.0	38.0	45.0	59.0	463
36	1,999	90.0	91.0	92.0	43.0	1.0	3.0	1.0	0.0	43.0	18.0	40.0	119.0	541
37	2,000	197.0	141.0	120.0	11.0	3.0	6.0	3.0	5.0	11.0	49.0	27.0	82.0	655
38	2,001	233.0	173.0	137.0	48.0	12.0	0.0	17.0	10.0	20.0	20.0	93.0	89.0	852
39	2,002	135.0	185.0	113.0	22.0	16.0	3.0	27.0	3.0	10.0	79.0	98.0	132.0	823
40	2,003	164.0	132.0	148.0	56.0	2.0	6.0	0.0	21.0	4.0	35.0	23.0	124.0	715
41	2,004	174.0	126.0	66.0	20.0	2.0	20.0	12.0	9.0	22.0	26.0	61.0	88.0	626
42	2,005	141.0	131.0	120.0	33.0	3.0	0.0	1.0	4.0	4.0	39.0	59.0	101.0	636
43	2,006	203.0	156.0	146.0	41.0	0.0	5.0	0.0	11.0	7.0	72.0	68.0	147.0	856
44	2,007	141.0	59.0	107.0	94.0	6.0	0.0	4.0	0.0	1.0	49.0	74.0	88.0	623.0
45	2,008	109.0	109.0	64.0	8.0	9.0	2.0	0.0	4.0	14.0	59.0	90.0	139.0	607.0
46	2,009	112.0	108.0	79.0	21.0	5.0	0.0	3.0	1.0	15.0	8.0	89.0	83.0	524.0
47	2,010	268.0	169.0	129.0	17.0	1.0	0.0	1.0	5.0	8.0	70.0	40.0	173.0	881.0
48	2,011	103.0	179.0	132.0	68.0	4.0	3.0	4.0	0.0	39.0	38.0	60.0	110.0	740.0
49	2,012	70.0	168.0	42.0	48.0	5.0	1.0	0.0	0.0	18.0	19.0	138.0	180.0	689.0
50	2,013	180.0	137.0	76.0	13.0	25.0	6.0	2.0	12.0	6.0	105.0	86.0	159.0	807.0
51	2,014	162.0	116.0	87.0	35.0	10.0	0.0	3.0	6.0	13.0	113.0	125.0	152.0	822.0
52	2,015	151.0	151.0	67.0	71.0	16.0	4.0	11.0	5.0	17.0	19.0	71.0	91.0	674.0
53	2,016	102.0	130.0	52.0	35.0	4.0	8.0	6.0	1.0	13.0	76.0	154.0	76.0	657.0
54	2,017	84.0	135.0	125.0	22.0	15.0	7.0	0.0	0.0	22.0	94.0	65.0	114.0	683.0
N° Datos		54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Media		141.8	122.1	98.5	42.1	7.5	3.8	3.7	5.8	17.8	49.7	75.1	110.0	677.9
Desv. Estandar		45.14	31.15	33.53	23.75	8.11	5.97	6.26	7.30	12.49	26.62	33.74	34.67	105.96
Coef. Variacion		0.32	0.26	0.34	0.56	1.08	1.59	1.70	1.26	0.70	0.54	0.45	0.32	0.16
Prec. Max.		268.0	185.0	174.0	109.0	47.0	32.0	31.0	35.0	51.0	115.0	200.0	201.0	268.0
Prec. Min.		59.0	59.0	22.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	23.0	54.0	0.0

FUENTE : SENAMHI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo N° 49

REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL ACUMULADA ESTACION PISAC
REGISTROS COMPLETOS
(mm)

Estacion : PISAC		Latitud : 13° 24' 57" S			Departamento : Cusco									
Tipo:	CP	Longitud : 71° 51' 03" W			Provincia : Calca									
		Altitud : 2950 msnm			Distrito : Pisac									
Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964	81.0	106.0	164.0	3.0	8.0	0.0	0.0	0.0	44.0	65.0	35.0	32.0	538.0
2	1,965	55.0	39.0	63.0	51.0	0.0	0.0	3.0	0.0	35.0	16.0	17.0	74.0	353.0
3	1,966	84.0	29.0	27.0	5.0	18.0	0.0	2.0	0.0	16.0	10.0	16.0	36.0	243.0
4	1,967	51.0	79.0	96.0	0.0	13.0	2.0	17.0	10.0	9.0	38.0	59.0	65.0	439.0
5	1,968	123.0	180.0	32.0	13.0	1.0	5.0	18.0	0.0	9.0	10.0	110.0	28.0	529.0
6	1,969	138.0	66.0	137.0	76.0	0.0	16.0	13.0	4.0	20.0	27.0	61.0	104.0	662.0
7	1,970	150.0	280.0	49.0	57.0	7.0	6.0	7.0	5.0	73.0	95.0	17.0	108.0	854.0
8	1,971	155.0	291.0	81.0	58.0	4.0	6.0	2.0	9.0	0.0	50.0	19.0	44.0	719.0
9	1,972	102.0	53.0	136.0	26.0	4.0	0.0	7.0	13.0	13.0	4.0	25.0	78.0	461.0
10	1,973	267.0	205.0	141.0	61.0	9.0	10.0	13.0	13.0	7.0	33.0	57.0	152.0	968.0
11	1,974	132.0	177.0	130.0	51.0	4.0	11.0	1.0	28.0	6.0	10.0	12.0	70.0	632.0
12	1,975	81.0	101.0	84.0	44.0	15.0	5.0	0.0	0.0	26.0	30.0	49.0	69.0	504.0
13	1,976	133.0	53.0	124.0	39.0	9.0	3.0	2.0	2.0	22.0	44.0	40.0	40.0	511.0
14	1,977	87.0	112.0	69.0	34.0	0.0	0.0	4.0	4.0	12.0	19.0	129.0	14.0	484.0
15	1,978	213.0	152.0	26.0	81.0	31.0	0.0	0.0	0.0	22.0	2.0	38.0	82.0	647.0
16	1,979	211.0	163.0	179.0	59.0	7.0	8.0	6.0	2.0	20.0	18.0	39.0	73.0	785.0
17	1,980	93.0	182.0	227.0	90.0	2.0	0.0	0.0	11.0	37.0	40.0	25.0	48.0	755.0
18	1,981	98.0	178.0	90.0	31.0	7.0	4.0	15.0	3.0	16.0	64.0	127.0	120.0	753.0
19	1,982	276.0	68.0	236.0	104.0	26.0	8.0	1.0	15.0	20.0	30.0	88.0	19.0	891.0
20	1,983	5.0	31.0	30.0	30.0	0.0	2.0	11.0	6.0	13.0	19.0	31.0	34.0	212.0
21	1,984	98.0	194.0	100.0	67.0	0.0	0.0	0.0	16.0	3.0	44.0	74.0	14.0	610.0
22	1,985	141.0	205.0	194.0	64.0	8.0	0.0	0.0	5.0	28.0	108.0	129.0	25.0	907.0
23	1,986	28.0	117.0	135.0	38.0	12.0	0.0	2.0	3.0	4.0	2.0	8.0	12.0	361.0
24	1,987	276.0	46.0	25.0	13.0	0.0	15.0	9.0	0.0	7.0	8.0	21.0	35.0	455.0
25	1,988	95.0	100.0	191.0	52.0	2.0	0.0	0.0	0.0	2.0	12.0	24.0	86.0	564.0
26	1,989	116.0	95.0	111.0	26.0	7.0	0.0	3.0	9.0	7.0	20.0	21.0	27.0	442.0
27	1,990	77.0	46.0	20.0	83.0	6.0	28.0	0.0	3.0	8.0	44.0	96.0	113.0	524.0
28	1,991	76.0	102.0	64.0	31.0	12.0	8.0	0.0	2.0	2.0	51.0	71.0	65.0	484.0
29	1,992	81.0	45.0	32.0	14.0	0.0	26.0	0.0	13.0	4.0	32.0	92.0	73.0	412.0
30	1,993	179.0	83.0	12.0	36.0	8.0	4.0	8.0	14.0	3.0	18.0	87.0	110.0	562.0
31	1,994	167.0	118.0	152.0	60.0	5.0	0.0	0.0	0.0	12.0	53.0	13.0	159.0	739.0
32	1,995	99.0	79.0	80.0	7.0	4.0	0.0	0.0	0.0	12.0	24.0	18.0	52.0	375.0
33	1,996	118.0	69.0	44.0	69.0	12.0	0.0	0.0	22.0	9.0	52.0	49.0	66.0	510.0
34	1,997	83.0	100.0	98.0	3.0	3.0	0.0	0.0	21.0	18.0	14.0	109.0	98.0	547.0
35	1,998	126.0	99.0	38.0	22.0	12.0	3.0	0.0	1.0	14.0	64.0	55.0	55.0	489.0
36	1,999	93.0	114.0	44.0	28.0	5.0	4.0	3.0	0.0	31.0	18.0	44.0	111.0	495.0
37	2,000	160.0	105.0	59.0	2.0	9.0	4.0	0.0	2.0	4.0	42.0	11.0	70.0	468.0
38	2,001	211.0	136.0	152.0	20.0	12.0	0.0	9.0	6.0	8.0	50.0	77.0	102.0	783.0
39	2,002	91.0	161.0	106.0	36.0	7.0	4.0	17.0	33.0	11.0	39.0	92.0	128.0	725.0
40	2,003	114.0	109.0	111.0	16.0	4.0	7.0	0.0	24.0	4.0	32.0	18.0	121.0	560.0
41	2,004	150.0	109.0	96.0	16.0	2.0	16.0	10.0	7.0	32.0	26.0	43.0	94.0	601.0
42	2,005	127.0	77.0	69.0	30.0	0.0	0.0	2.0	4.0	4.0	18.0	51.0	59.0	441.0
43	2,006	171.0	82.0	125.0	34.0	0.0	20.0	0.0	14.0	5.0	43.0	70.0	117.0	681.0
44	2,007	103.0	56.0	136.0	42.0	8.0	0.0	2.0	0.0	5.0	33.0	67.0	83.0	535.0
45	2,008	154.0	152.0	61.0	8.0	6.0	4.0	1.0	3.0	10.0	47.0	64.0	134.0	644.0
46	2,009	90.0	89.0	66.0	14.0	0.0	0.0	3.0	1.0	20.0	8.0	118.0	115.0	524.0
47	2,010	271.0	145.0	156.0	6.0	6.0	1.0	1.0	11.0	2.0	73.0	26.0	204.0	902.0
48	2,011	101.0	171.0	109.0	33.0	7.0	7.0	9.0	1.0	28.0	26.0	48.0	135.0	675.0
49	2,012	67.0	157.0	54.0	30.0	1.0	0.0	1.0	1.0	24.0	9.0	127.0	147.0	618.0
50	2,013	105.0	152.0	68.0	23.0	11.0	5.0	4.0	16.0	6.0	132.0	53.0	170.0	745.0
51	2,014	144.0	83.0	69.0	50.0	13.0	0.0	1.0	1.0	23.0	43.0	67.0	106.0	600.0
52	2,015	161.0	185.0	77.0	52.0	3.0	3.0	2.0	1.0	2.0	23.0	29.0	8.0	546.0
53	2,016	149.0	100.0	72.0	16.0	5.0	0.0	0.0	1.0	7.0	62.0	86.0	184.0	682.0
54	2,017	100.0	147.0	52.0	5.0	5.0	1.0	8.0	3.0	36.0	12.0	29.0	49.0	447.0
N° Datos		54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Media		127.0	118.0	94.4	36.3	6.7	4.6	4.0	6.7	15.1	35.3	55.2	81.8	585.1
Desv. Estandar		59.32	58.23	53.82	25.14	6.26	6.54	5.18	7.96	13.45	26.24	35.31	47.02	163.76
Coef. Variacion		0.467	0.493	0.570	0.693	0.939	1.436	1.289	1.185	0.891	0.743	0.640	0.575	0.280
Prec. Max.		276.0	291.0	236.0	104.0	31.0	28.0	18.0	33.0	73.0	132.0	129.0	204.0	291.0
Prec. Min.		5.0	29.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	8.0	8.0	0.0

FUENTE : SENAMHI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Anexo N° 50

REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL ACUMULADA ESTACION PAUCARTAMBO

REGISTROS COMPLETOS

(mm)

Estacion : PAUCARTAMBO		Latitud : 13º 18' 12.3" S			Departamento : Cusco									
Tipo:		Longitud : 71º 35' 48.1" W			Provincia : Paucartambo									
		3042 msnm			Distrito : Paucartambo									
Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964	36.0	61.0	72.0	82.0	5.0	3.0	0.0	0.0	23.0	19.0	27.0	61.0	389.0
2	1,965	123.0	53.0	78.0	31.0	3.0	0.0	7.0	9.0	25.0	18.0	65.0	141.0	553.0
3	1,966	60.0	148.0	78.0	10.0	28.0	0.0	5.0	15.0	11.0	16.0	38.0	66.0	475.0
4	1,967	71.0	120.0	40.0	19.0	0.0	0.0	1.0	37.0	19.0	29.0	31.0	127.0	494.0
5	1,968	108.0	122.0	119.0	42.0	20.0	5.0	18.0	2.0	28.0	18.0	85.0	35.0	602.0
6	1,969	149.0	60.0	117.0	58.0	5.0	1.0	18.0	1.0	17.0	35.0	20.0	50.0	531.0
7	1,970	32.0	73.0	122.0	19.0	11.0	7.0	26.0	10.0	23.0	77.0	34.0	204.0	638.0
8	1,971	211.0	127.0	114.0	31.0	3.0	0.0	0.0	7.0	20.0	86.0	17.0	65.0	681.0
9	1,972	111.0	62.0	126.0	31.0	3.0	1.0	14.0	44.0	49.0	20.0	37.0	59.0	557.0
10	1,973	165.0	113.0	80.0	55.0	15.0	4.0	0.0	11.0	3.0	28.0	19.0	85.0	578.0
11	1,974	219.0	161.0	96.0	87.0	0.0	0.0	6.0	18.0	32.0	11.0	18.0	44.0	692.0
12	1,975	133.0	108.0	57.0	26.0	31.0	7.0	6.0	25.0	28.0	21.0	14.0	64.0	520.0
13	1,976	180.0	85.0	83.0	19.0	7.0	7.0	0.0	0.0	11.0	29.0	28.0	30.0	479.0
14	1,977	142.0	122.0	85.0	20.0	2.0	1.0	2.0	21.0	4.0	54.0	46.0	66.0	565.0
15	1,978	254.0	123.0	142.0	84.0	11.0	0.0	1.0	21.0	17.0	34.0	62.0	95.0	844.0
16	1,979	62.0	38.0	105.0	56.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	32.0	51.0	128.0	483.0
17	1,980	58.0	49.0	63.0	19.0	7.0	2.0	10.0	6.0	7.0	26.0	29.0	25.0	301.0
18	1,981	34.0	112.0	106.0	31.0	21.0	35.0	11.0	6.0	0.0	87.0	44.0	68.0	555.0
19	1,982	33.0	33.0	20.0	7.0	3.0	0.0	1.0	7.0	28.0	42.0	30.0	33.0	237.0
20	1,983	144.0	71.0	131.0	27.0	2.0	6.0	2.0	66.0	12.0	61.0	22.0	21.0	565.0
21	1,984	189.0	77.0	122.0	32.0	0.0	1.0	1.0	4.0	3.0	17.0	66.0	50.0	562.0
22	1,985	114.0	154.0	136.0	63.0	55.0	20.0	4.0	0.0	16.0	58.0	70.0	59.0	749.0
23	1,986	61.0	74.0	162.0	138.0	3.0	0.0	3.0	70.0	23.0	14.0	17.0	61.0	626.0
24	1,987	82.0	146.0	26.0	43.0	13.0	8.0	18.0	0.0	3.0	40.0	64.0	101.0	544.0
25	1,988	147.0	75.0	136.0	107.0	6.0	5.0	0.0	3.0	5.0	30.0	33.0	76.0	623.0
26	1,989	101.0	74.0	160.0	86.0	15.0	1.0	6.0	5.0	28.0	34.0	21.0	60.0	591.0
27	1,990	91.0	61.0	82.0	19.0	14.0	3.0	0.0	0.0	5.0	37.0	64.0	59.0	435.0
28	1,991	135.0	124.0	44.0	23.0	0.0	26.0	1.0	0.0	16.0	18.0	35.0	23.0	445.0
29	1,992	41.0	60.0	24.0	20.0	22.0	7.0	15.0	25.0	2.0	37.0	33.0	26.0	312.0
30	1,993	195.0	115.0	57.0	28.0	26.0	0.0	9.0	34.0	39.0	27.0	66.0	142.0	738.0
31	1,994	117.0	109.0	68.0	62.0	7.0	4.0	0.0	4.0	17.0	52.0	36.0	115.0	591.0
32	1,995	50.0	72.0	57.0	27.0	13.0	6.0	0.0	28.0	26.0	37.0	51.0	76.0	443.0
33	1,996	97.0	81.0	122.0	13.0	2.0	1.0	0.0	2.0	28.0	19.0	53.0	112.0	530.0
34	1,997	60.0	54.0	86.0	35.0	1.0	2.0	4.0	1.0	19.0	16.0	45.0	73.0	396.0
35	1,998	112.0	92.0	73.0	11.0	0.0	9.0	0.0	9.0	13.0	30.0	45.0	64.0	458.0
36	1,999	97.0	160.0	82.0	75.0	3.0	1.0	2.0	1.0	42.0	40.0	16.0	91.0	610.0
37	2,000	205.0	155.0	119.0	36.0	11.0	13.0	0.0	11.0	7.0	55.0	14.0	49.0	675.0
38	2,001	180.0	136.0	137.0	85.0	13.0	2.0	16.0	25.0	7.0	65.0	68.0	50.0	784.0
39	2,002	90.0	145.0	118.0	76.0	2.0	11.0	25.0	10.0	20.0	33.0	50.0	110.0	690.0
40	2,003	106.0	128.0	103.0	47.0	29.0	4.0	3.0	19.0	14.0	29.0	31.0	114.0	627.0
41	2,004	142.0	70.0	88.0	25.0	13.0	8.0	23.0	23.0	16.0	27.0	35.0	99.0	569.0
42	2,005	63.0	124.0	79.0	28.0	0.0	0.0	1.0	36.0	16.0	17.0	33.0	62.0	459.0
43	2,006	153.0	70.0	86.0	23.0	0.0	6.0	3.0	16.0	6.0	65.0	82.0	124.0	634.0
44	2,007	131.0	67.0	133.0	50.0	14.0	1.0	3.0	7.0	14.0	44.0	32.0	99.0	595.0
45	2,008	127.0	113.0	75.0	24.0	3.0	11.0	2.0	3.0	7.0	36.0	39.0	120.0	560.0
46	2,009	115.0	138.0	97.0	23.0	0.0	0.0	6.0	10.0	12.0	7.0	89.0	79.0	576.0
47	2,010	170.0	143.0	152.0	26.0	10.0	14.0	15.0	1.0	15.0	61.0	24.0	120.0	751.0
48	2,011	145.0	139.0	147.0	78.0	6.0	2.0	22.0	5.0	24.0	45.0	29.0	310.0	952.0
49	2,012	114.0	184.0	91.0	54.0	3.0	2.0	13.0	11.0	30.0	18.0	44.0	376.0	940.0
50	2,013	147.0	168.0	115.0	28.0	20.0	12.0	2.0	35.0	9.0	114.0	50.0	123.0	823.0
51	2,014	194.0	97.0	96.0	50.0	17.0	2.0	7.0	57.0	12.0	35.0	24.0	113.0	704.0
52	2,015	118.0	132.0	84.0	12.0	4.0	2.0	6.0	10.0	3.0	32.0	31.0	57.0	491.0
53	2,016	54.0	124.0	21.0	17.0	5.0	12.0	10.0	20.0	8.0	59.0	112.0	52.0	494.0
54	2,017	66.0	81.0	154.0	66.0	12.0	3.0	0.0	5.0	17.0	59.0	38.0	118.0	619.0
N° Datos		54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Media		117.3	103.4	95.7	42.3	9.6	5.1	6.4	14.7	16.5	38.0	41.8	89.4	580.3
Desv. Estandar		53.82	37.77	36.49	28.01	10.49	6.78	7.41	16.64	10.72	21.59	21.26	62.69	143.26
Coef. Variacion		0.46	0.37	0.38	0.66	1.09	1.32	1.15	1.13	0.65	0.57	0.51	0.70	0.25
Prec. Max.		254.0	184.0	162.0	138.0	55.0	35.0	26.0	70.0	49.0	114.0	112.0	376.0	376.0
Prec. Min.		32.0	33.0	20.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	14.0	21.0	0.0

FUENTE : SENAMHI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANALISIS ESTADISTICO DE SALTOS ESTACIONES UTILIZADAS

Anexo Nº 51

Estacion : CORPAC			Codigo: 156322							
Periodos	N	Media	Desv. Est.	Prueba Estadistica 95 %				Cambios	
				Tc	Tt	Fc	Ft	Media	Desv. Est.
1964-1989	324	58.95	63.32	0.243	1.967	1.01	1.201	NO	NO
1990-2015	324	59.80	63.05						

Anexo Nº 52

Estacion : KAYRA			Codigo: 156323							
Periodos	N	Media	Desv. Est.	Prueba Estadistica 95 %				Cambios	
				Tc	Tt	Fc	Ft	Media	Desv. Est.
1964-1989	324	54.98	52.03	0.984	1.967	0.79	1.201	NO	NO
1990-2015	324	58.01	58.63						

Anexo Nº 53

Estacion : LA RAYA			Codigo: 156332							
Periodos	N	Media	Desv. Est.	Prueba Estadistica 95 %				Cambios	
				Tc	Tt	Fc	Ft	Media	Desv. Est.
1964-1989	324	54.98	52.03	0.984	1.967	0.79	1.201	NO	NO
1990-2015	324	58.01	58.63						

Anexo Nº 54

Estacion : PAUCARTAMBO			Codigo: 156317							
Periodos	N	Media	Desv. Est.	Prueba Estadistica 95 %				Cambios	
				Tc	Tt	Fc	Ft	Media	Desv. Est.
1964-1989	324	45.89	47.92	1.727	1.967	0.81	1.201	NO	NO
1990-2015	324	50.76	53.40						

Anexo Nº 55

Estacion : PISAC			Codigo: 156304							
Periodos	N	Media	Desv. Est.	Prueba Estadistica 95 %				Cambios	
				Tc	Tt	Fc	Ft	Media	Desv. Est.
1964-1989	324	48.77	59.43	0.014	1.967	1.27	1.201	NO	SI
1990-2015	324	48.73	52.74						

Anexo Nº 56

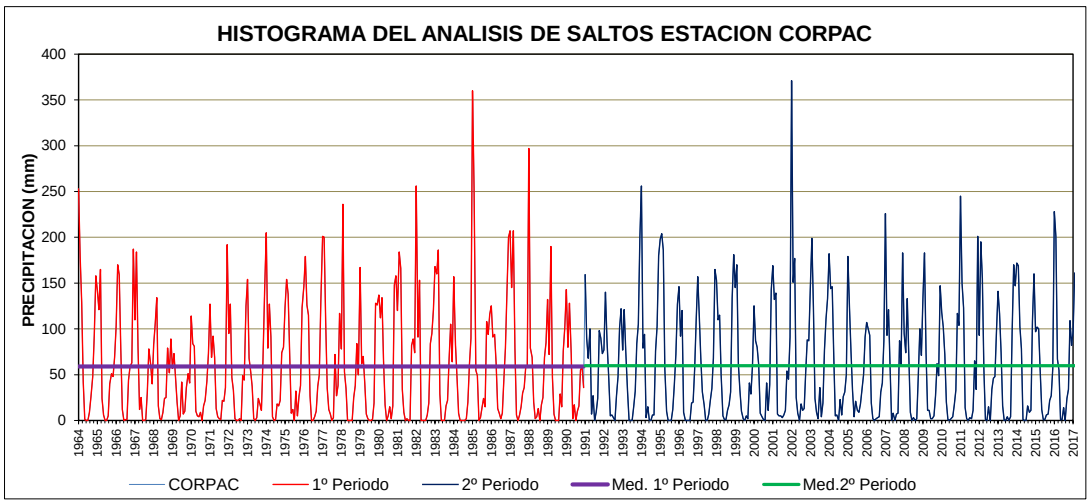
Estacion : POMACANCHI			Codigo: 156120							
Periodos	N	Media	Desv. Est.	Prueba Estadistica 95 %				Cambios	
				Tc	Tt	Fc	Ft	Media	Desv. Est.
1964-1989	324	66.18	65.39	1.026	1.967	0.94	1.201	NO	NO
1990-2015	324	69.97	67.32						

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

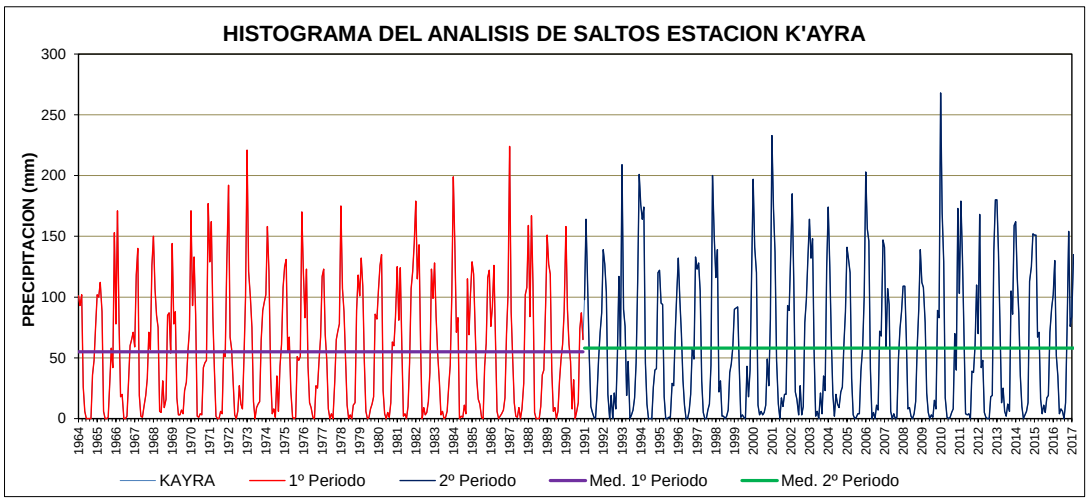
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

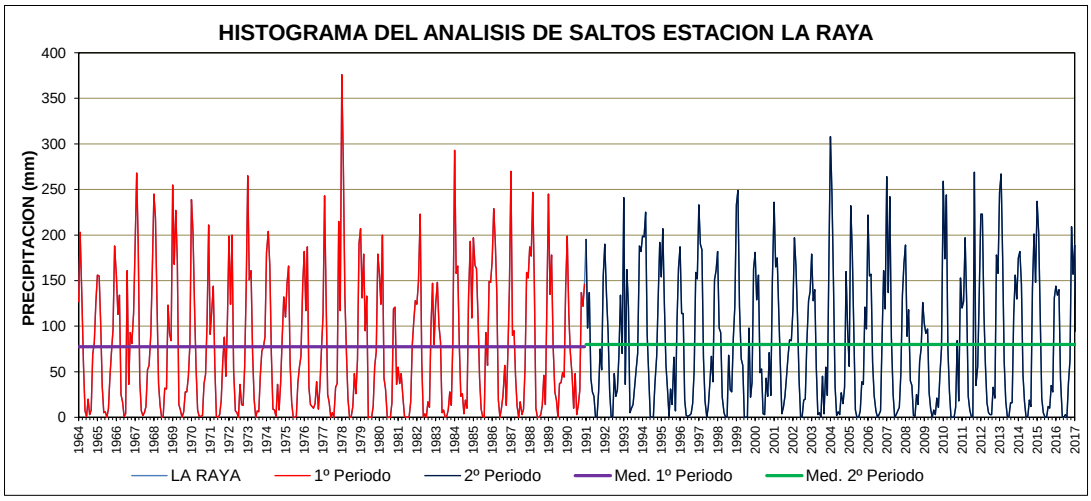
Anexo Nº 57



Anexo Nº 58



Anexo Nº 59

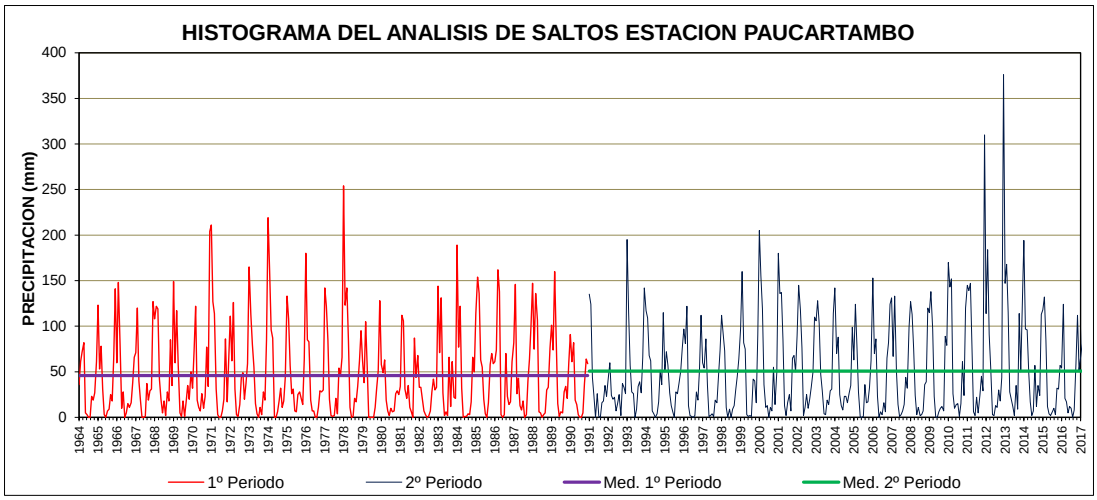


Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

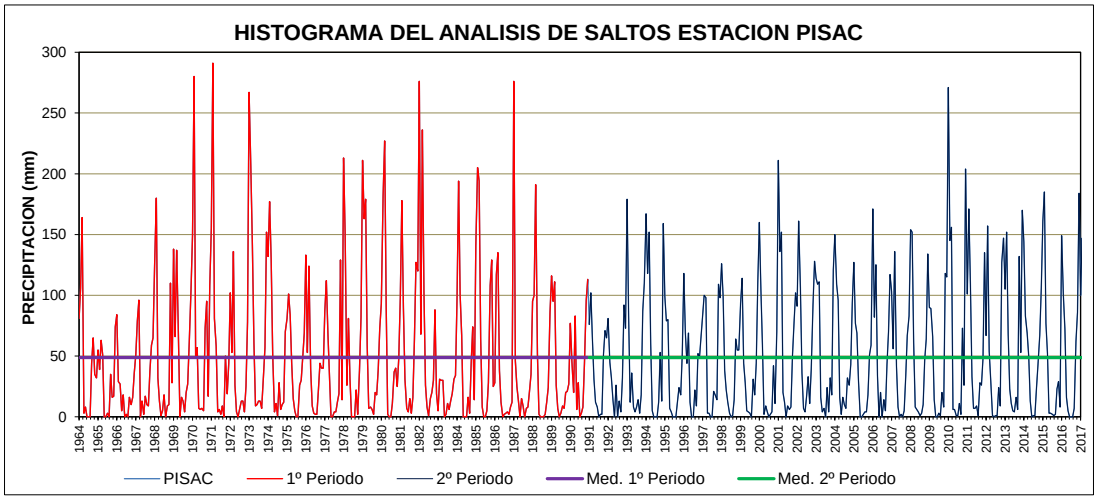
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

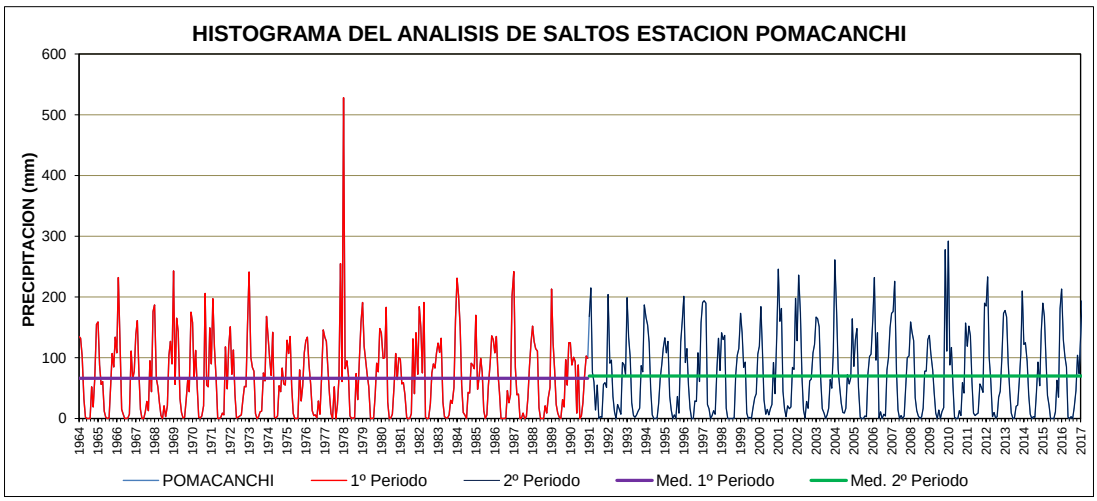
Anexo Nº 60



Anexo Nº 61



Anexo Nº 62



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE TENDENCIAS ESTACIONES UTILIZADAS

Anexo N° 63

Estacion : CORPAC			Código: 156322		Probab.: 0.05		Cuenca: VILCANOTA		
Tendencia	N	Media	Desv. Estan.	Coefic. Correl. R	Coef. Ecuac. Regr.		Estadistica 95%		Análisis
					Am	Bm	Tc	Tt	
Media	648	59.38	63.14	0.008	58.503	0.003	0.203	1.964	NO

Anexo N° 64

Estacion : KAYRA			Código: 156323		Probab.: 0.05		Cuenca: VILCANOTA		
Tendencia	N	Media	Desv. Estan.	Coefic. Correl. R	Coef. Ecuac. Regr.		Estadistica 95%		Análisis
					Am	Bm	Tc	Tt	
Media	648	56.49	55.41	0.029	53.715	0.009	0.735	1.9636	NO

Anexo N° 65

Estacion : LA RAYA			Código: 156332		Probab.: 0.05		Cuenca: VILCANOTA		
Tendencia	N	Media	Desv. Estan.	Coefic. Correl. R	Coef. Ecuac. Regr.		Estadistica 95%		Análisis
					Am	Bm	Tc	Tt	
Media	648	68.08	66.33	0.024	65.264	0.009	0.623	1.9636	NO

Anexo N° 66

Estacion : PAUCARTAMBO			Código: 156317		Probab.: 0.05		Cuenca: PAUCARTAMBO		
Tendencia	N	Media	Desv. Estan.	Coefic. Correl. R	Coef. Ecuac. Regr.		Estadistica 95%		Análisis
					Am	Bm	Tc	Tt	
Media	648	48.36	50.73	0.065	42.61	0.018	1.665	1.9636	NO

Anexo N° 67

Estacion : PISAC			Código: 156304		Probab.: 0.05		Cuenca: VILCANOTA		
Tendencia	N	Media	Desv. Estan.	Coefic. Correl. R	Coef. Ecuac. Regr.		Estadistica 95%		Análisis
					Am	Bm	Tc	Tt	
Media	648	48.75	56.139	0.013	47.46	0.004	0.338	1.9636	NO

Anexo N° 68

Estación: POMACANCHI			Código: 156120		Probab.: 0.05		Cuenca: VILCANOTA		
Tendencia	N	Media	Desv. Estan.	Coefic. Correl. R	Coef. Ecuac. Regr.		Estadistica 95%		Análisis
					Am	Bm	Tc	Tt	
Media	648	68.080	66.330	0.024	65.264	0.009	0.623	1.9636	NO

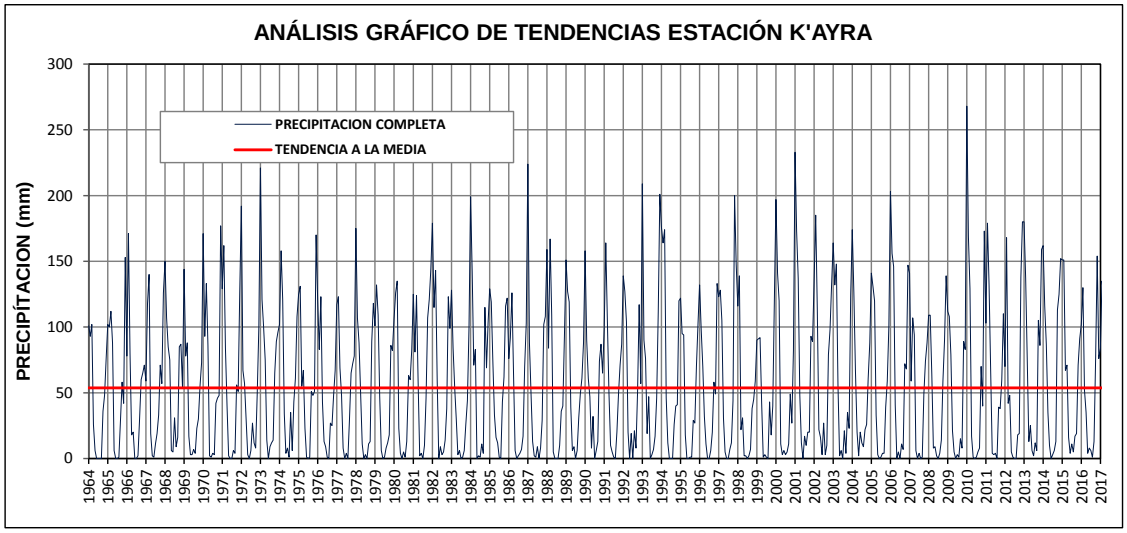
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

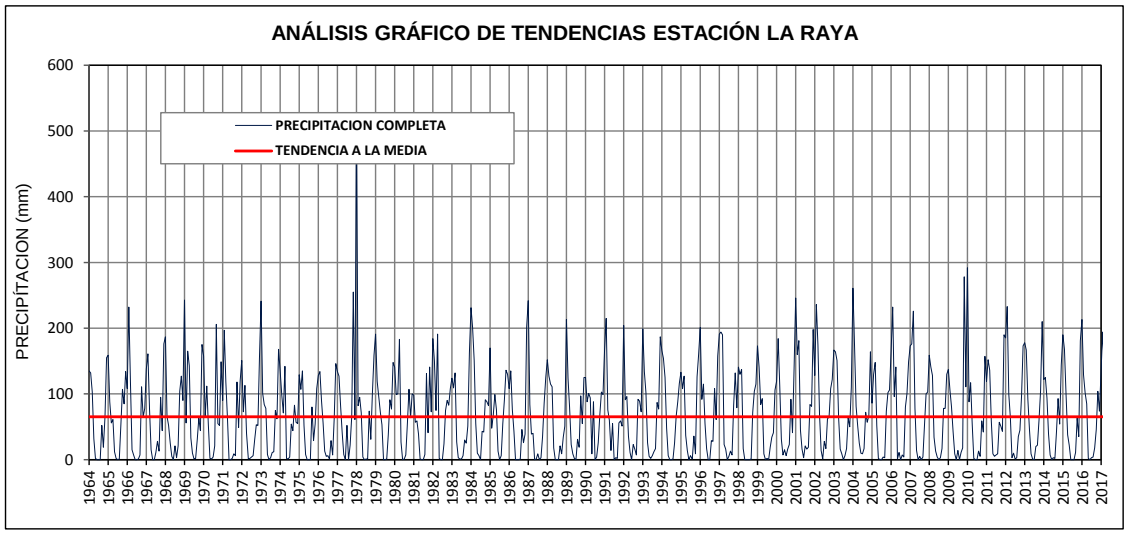
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo N° 69

Anexo N° 70



Anexo N° 71

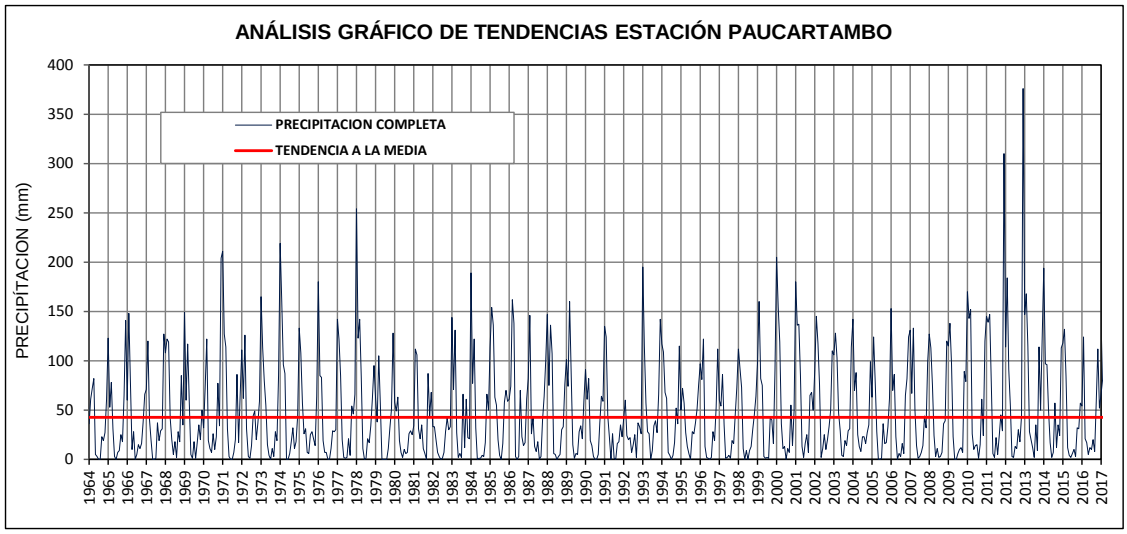


Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

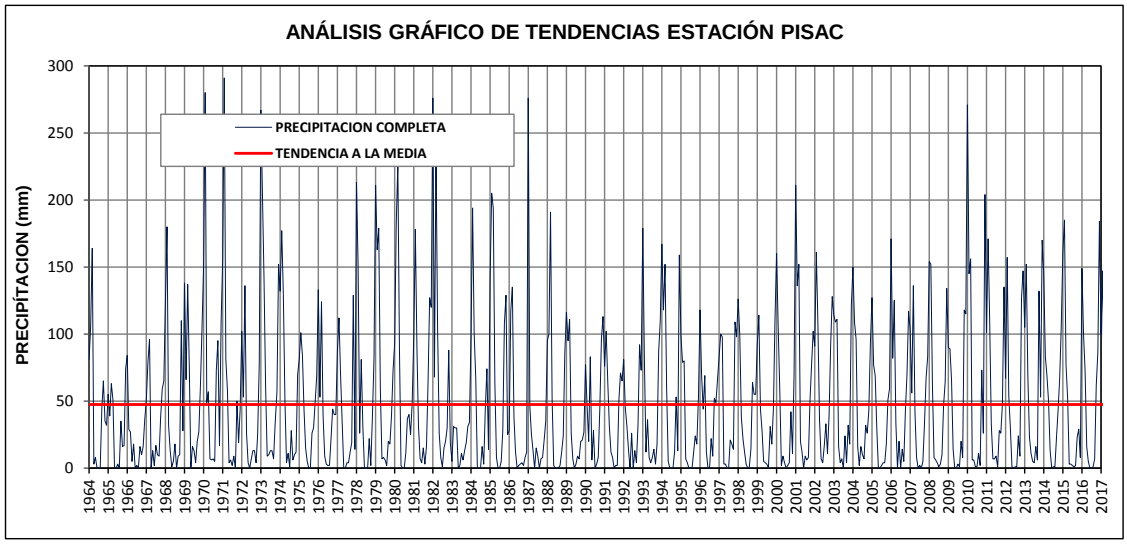
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

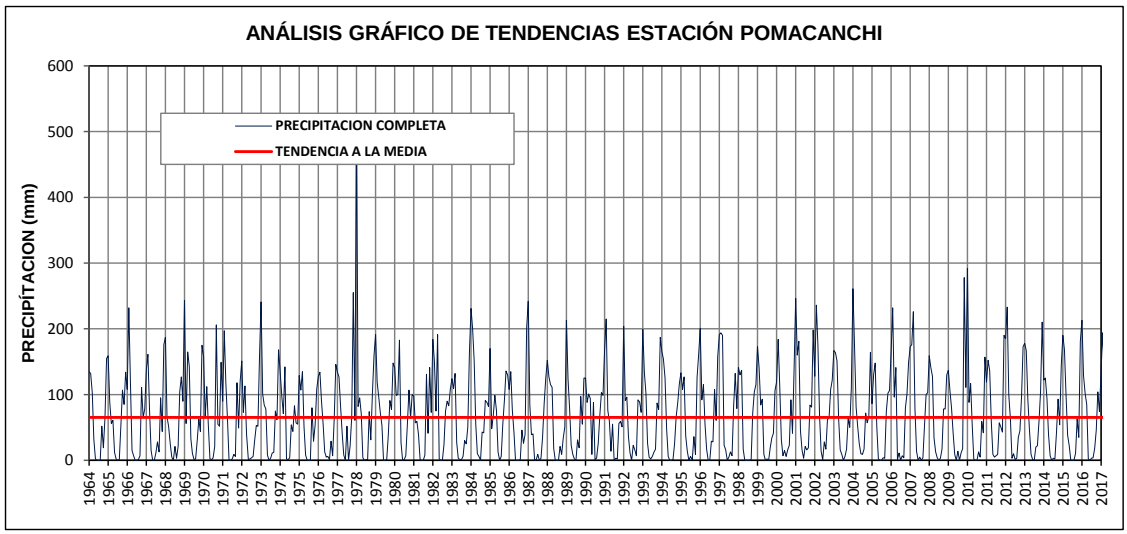
Anexo N° 72



Anexo N° 73



Anexo N° 74



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Anexo N° 75

ANALISIS DE DOBLE MASA 06 ESTACIONES UTILIZADAS

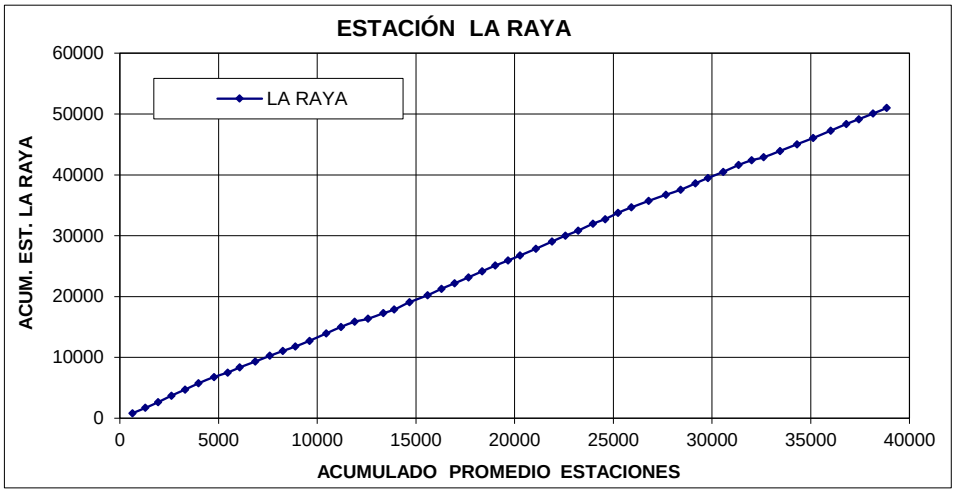
ITEM	AÑO	LA RAYA		POMACANCHI		CORPAC		KÁYRA		PISAC		PAUCARTAMBO		PROMEDIO	
		Precipitación		Precipitación		Precipitación		Precipitación		Precipitación		Precipitación		Precipitación	
		Anual	Acum.	Anual	Acum.	Anual	Acum.	Anual	Acum.	Anual	Acum.	Anual	Acum.	Anual	Acum.
1	1964	832.0	832.0	695.0	695.0	938.0	938.0	488.0	488.0	538.0	538.0	389.0	389.0	646.7	646.7
2	1965	870.0	1702.0	758.0	1453.0	671.0	1609.0	691.0	1179.0	353.0	891.0	553.0	942.0	649.3	1296.0
3	1966	935.0	2637.0	743.0	2196.0	877.0	2486.0	595.0	1774.0	243.0	1134.0	475.0	1417.0	644.7	1940.7
4	1967	1077.0	3714.0	758.0	2954.0	622.0	3108.0	656.0	2430.0	439.0	1573.0	494.0	1911.0	674.3	2615.0
5	1968	1002.0	4716.0	702.0	3656.0	620.0	3728.0	710.0	3140.0	529.0	2102.0	602.0	2513.0	694.2	3309.2
6	1969	1031.0	5747.0	965.0	4621.0	389.0	4117.0	525.0	3665.0	662.0	2764.0	531.0	3044.0	683.8	3993.0
7	1970	1031.0	6778.0	878.0	5499.0	461.0	4578.0	806.0	4471.0	854.0	3618.0	638.0	3682.0	778.0	4771.0
8	1971	733.0	7511.0	773.0	6272.0	648.0	5226.0	661.0	5132.0	719.0	4337.0	681.0	4363.0	702.5	5473.5
9	1972	848.0	8359.0	681.0	6953.0	524.0	5750.0	552.0	5684.0	461.0	4798.0	557.0	4920.0	603.8	6077.3
10	1973	964.0	9323.0	843.0	7796.0	584.0	6334.0	816.0	6500.0	968.0	5766.0	578.0	5498.0	792.2	6869.5
11	1974	939.0	10262.0	747.0	8543.0	717.0	7051.0	681.0	7181.0	632.0	6398.0	692.0	6190.0	734.7	7604.2
12	1975	804.0	11066.0	702.0	9245.0	732.0	7783.0	723.0	7904.0	504.0	6902.0	520.0	6710.0	664.2	8268.3
13	1976	728.0	11794.0	679.0	9924.0	824.0	8607.0	559.0	8463.0	511.0	7413.0	479.0	7189.0	630.0	8898.3
14	1977	933.0	12727.0	848.0	10772.0	819.0	9426.0	614.0	9077.0	484.0	7897.0	565.0	7754.0	710.5	9608.8
15	1978	1216.0	13943.0	1147.0	11919.0	599.0	10025.0	664.0	9741.0	647.0	8544.0	844.0	8598.0	852.8	10461.7
16	1979	1064.0	15007.0	886.0	12805.0	623.0	10648.0	602.0	10343.0	785.0	9329.0	483.0	9081.0	740.5	11202.2
17	1980	848.0	15855.0	884.0	13689.0	809.0	11457.0	619.0	10962.0	755.0	10084.0	301.0	9382.0	702.7	11904.8
18	1981	493.0	16348.0	648.0	14337.0	760.0	12217.0	823.0	11785.0	753.0	10837.0	555.0	9937.0	672.0	12576.8
19	1982	916.0	17264.0	982.0	15319.0	825.0	13042.0	787.0	12572.0	891.0	11728.0	237.0	10174.0	773.0	13349.8
20	1983	603.0	17867.0	672.0	15991.0	817.0	13859.0	482.0	13054.0	212.0	11940.0	565.0	10739.0	558.5	13908.3
21	1984	1214.0	19081.0	1000.0	16991.0	466.0	14325.0	800.0	13854.0	610.0	12550.0	562.0	11301.0	775.3	14683.7
22	1985	1136.0	20217.0	892.0	17883.0	1091.0	15416.0	727.0	14581.0	907.0	13457.0	749.0	12050.0	917.0	15600.7
23	1986	1064.0	21281.0	676.0	18559.0	868.0	16284.0	568.0	15149.0	361.0	13818.0	626.0	12676.0	693.8	16294.5
24	1987	907.0	22188.0	664.0	19223.0	847.0	17131.0	633.0	15782.0	455.0	14273.0	544.0	13220.0	675.0	16969.5
25	1988	971.0	23159.0	638.0	19861.0	680.0	17811.0	703.0	16485.0	564.0	14837.0	623.0	13843.0	696.5	17666.0
26	1989	996.0	24155.0	777.0	20638.0	670.0	18481.0	686.0	17171.0	442.0	15279.0	591.0	14434.0	693.7	18359.7
27	1990	939.0	25094.0	805.0	21443.0	619.0	19100.0	641.0	17812.0	524.0	15803.0	435.0	14869.0	660.5	19020.2
28	1991	835.0	25929.0	759.0	22202.0	745.0	19845.0	660.0	18472.0	484.0	16287.0	445.0	15314.0	654.7	19674.8
29	1992	819.0	26748.0	738.0	22940.0	662.0	20507.0	663.0	19135.0	412.0	16699.0	312.0	15626.0	601.0	20275.8
30	1993	1115.0	27863.0	854.0	23794.0	742.0	21249.0	827.0	19962.0	562.0	17261.0	738.0	16364.0	806.3	21082.2
31	1994	1187.0	29050.0	795.0	24589.0	818.0	22067.0	799.0	20761.0	739.0	18000.0	591.0	16955.0	821.5	21903.7
32	1995	961.0	30011.0	758.0	25347.0	904.0	22971.0	560.0	21321.0	375.0	18375.0	443.0	17398.0	666.8	22570.5
33	1996	821.0	30832.0	864.0	26211.0	572.0	23543.0	609.0	21930.0	510.0	18885.0	530.0	17928.0	651.0	23221.5
34	1997	1158.0	31990.0	933.0	27144.0	683.0	24226.0	803.0	22733.0	547.0	19432.0	396.0	18324.0	753.3	23974.8
35	1998	734.0	32724.0	717.0	27861.0	809.0	25035.0	463.0	23196.0	489.0	19921.0	458.0	18782.0	611.7	24586.5
36	1999	1047.0	33771.0	702.0	28563.0	559.0	25594.0	541.0	23737.0	495.0	20416.0	610.0	19392.0	659.0	25245.5
37	2000	885.0	34656.0	784.0	29347.0	600.0	26194.0	655.0	24392.0	468.0	20884.0	675.0	20067.0	677.8	25923.3
38	2001	1069.0	35725.0	1070.0	30417.0	667.0	26861.0	852.0	25244.0	783.0	21667.0	784.0	20851.0	870.8	26794.2
39	2002	1016.0	36741.0	1024.0	31441.0	1002.0	27863.0	823.0	26067.0	725.0	22392.0	690.0	21541.0	880.0	27674.2
40	2003	807.0	37548.0	818.0	32259.0	882.0	28745.0	715.0	26782.0	560.0	22952.0	627.0	22168.0	734.8	28409.0
41	2004	1070.0	38618.0	989.0	33248.0	690.0	29435.0	626.0	27408.0	601.0	23553.0	569.0	22737.0	757.5	29166.5
42	2005	869.0	39487.0	707.0	33955.0	651.0	30086.0	636.0	28044.0	441.0	23994.0	459.0	23196.0	627.2	29793.7
43	2006	1002.0	40489.0	986.0	34941.0	489.0	30575.0	856.0	28900.0	681.0	24675.0	634.0	23830.0	774.7	30568.3
44	2007	1128.0	41617.0	931.0	35872.0	854.0	31429.0	623.0	29523.0	535.0	25210.0	595.0	24425.0	777.7	31346.0
45	2008	776.0	42393.0	785.0	36657.0	606.0	32035.0	607.0	30130.0	644.0	25854.0	560.0	24985.0	663.0	32009.0
46	2009	494.0	42887.0	806.0	37463.0	707.0	32742.0	524.0	30654.0	524.0	26378.0	576.0	25561.0	605.2	32614.2
47	2010	1046.0	43933.0	829.0	38292.0	590.0	33332.0	881.0	31535.0	902.0	27280.0	751.0	26312.0	833.2	33447.3
48	2011	1099.0	45032.0	838.0	39130.0	850.0	34182.0	740.0	32275.0	675.0	27955.0	952.0	27264.0	859.0	34306.3
49	2012	1037.0	46069.0	948.0	40078.0	740.0	34922.0	689.0	32964.0	618.0	28573.0	940.0	28204.0	828.7	35135.0
50	2013	1198.0	47267.0	910.0	40988.0	770.0	35692.0	807.0	33771.0	745.0	29318.0	823.0	29027.0	875.5	36010.5
51	2014	1090.0	48357.0	726.0	41714.0	828.0	36520.0	822.0	34593.0	600.0	29918.0	704.0	29731.0	795.0	36805.5
52	2015	795.0	49152.0	808.0	42522.0	486.0	37006.0	674.0	35267.0	546.0	30464.0	491.0	30222.0	633.3	37438.8
53	2016	931.0	50083.0	780.0	43302.0	817.0	37823.0	657.0	35924.0	682.0	31146.0	494.0	30716.0	726.8	38165.7
50	2017	910.0	50993.0	814.0	44116.0	654.0	38477.0	683.0	36607.0	447.0	31593.0	619.0	31335.0	687.8	38853.5

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

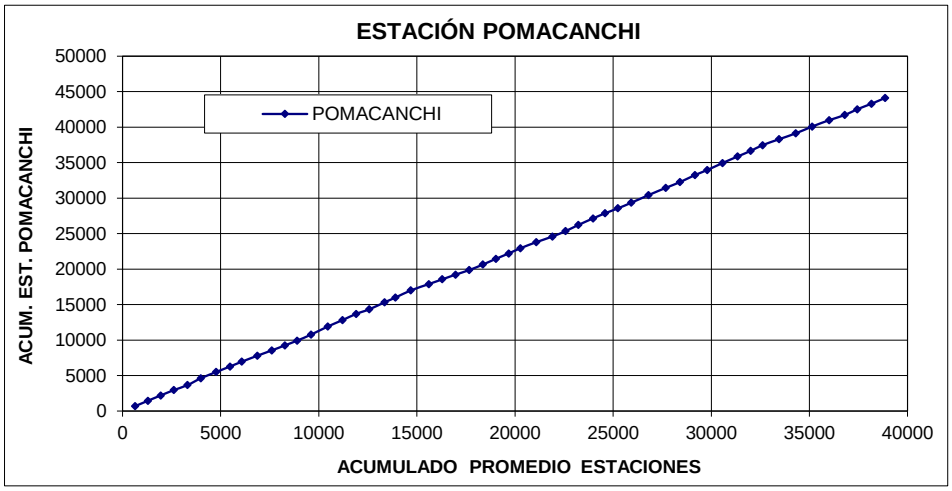
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

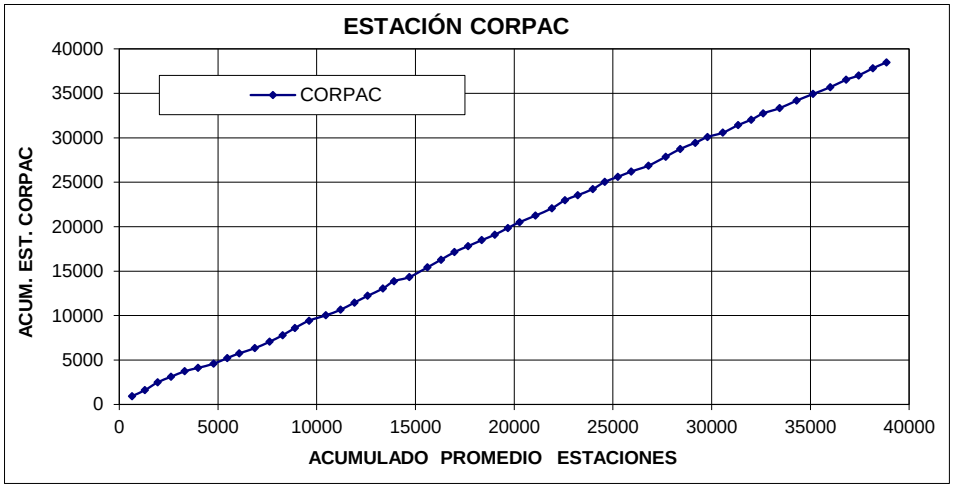
Anexo Nº 76



Anexo Nº 77



Anexo Nº 78

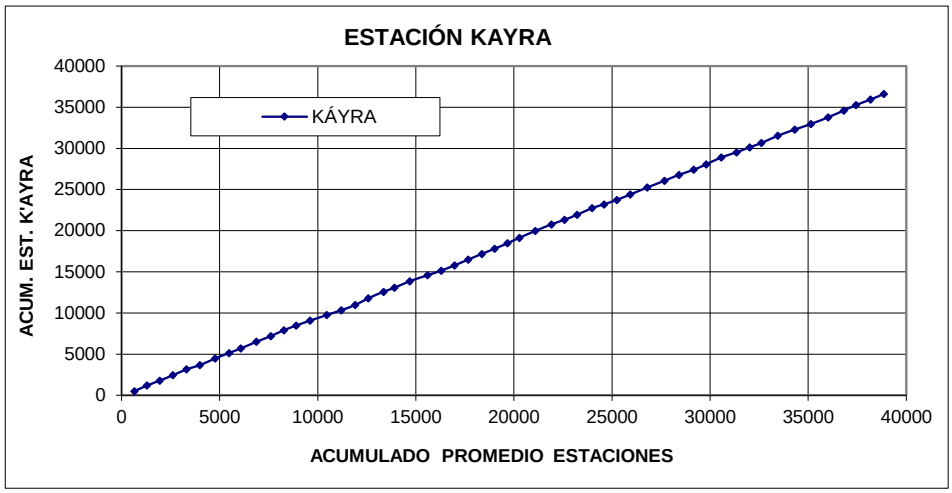


Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

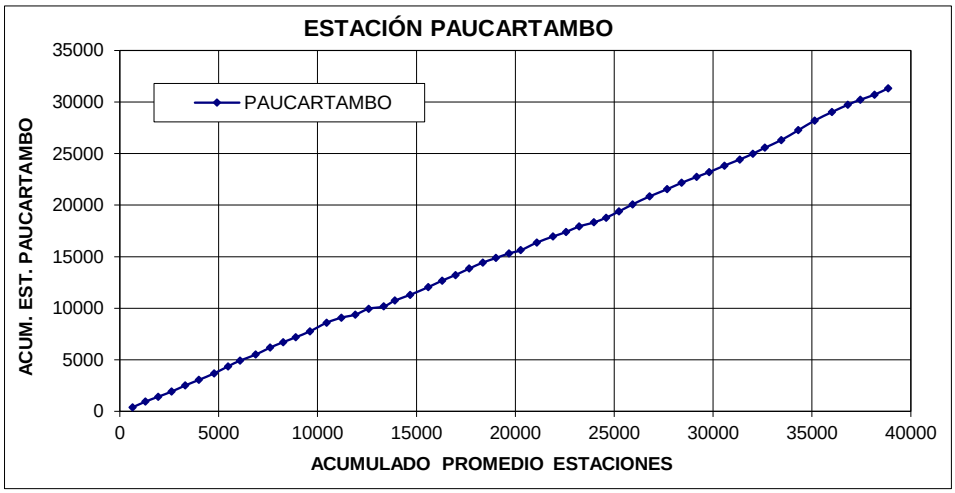
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

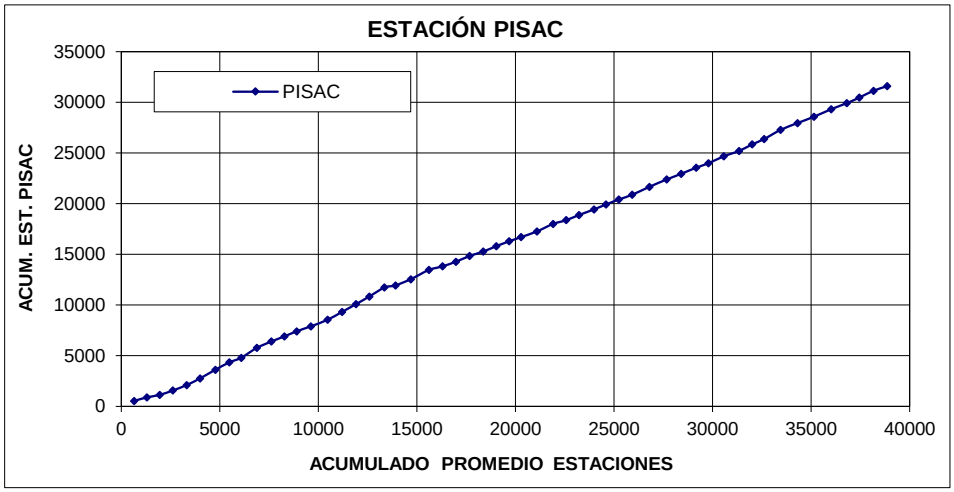
Anexo Nº 79



Anexo Nº 80



Anexo Nº 81



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

PRUEBA DE BONDAD Y AJUSTE SEGÚN MÉTODO DE CHI CUADRADO

Anexo Nº 82

Estación : CORPAC		Codigo : 156322		Cuenca : VILCANOTA	
Chi Calculado	Chi Tabulado	Rango	Num. Interv.	Ampli. Interv.	Num. Dat
1.80	5.99	59.4	6	10	54

Los Datos se Ajustan a la Distribucion Normal con un nivel de significacion del 5% ó 95% de probabilidad

ITEM	INTERVALO DE CLASE		MARCA CLASE	FRECUENCIA		LIMITE CLASE	$Z=\frac{(P-\bar{P})}{S}$	F(Z)	FRECUENCIA		CHI2
	LI	LS		ABSOLUTA	RELATIVA				RELATIVA	ABSOLUTA	
1	32	42	37	5	0.0926	32	-2.2865	0.0111	0.0622	3.36	0.80
2	42	52	47	12	0.2222	42	-1.4513	0.0733	0.1955	10.56	0.20
3	52	62	57	15	0.2778	52	-0.6162	0.2689	0.3178	17.16	0.27
4	62	72	67	15	0.2778	62	0.2190	0.5867	0.2674	14.44	0.02
5	72	82	77	5	0.0926	72	1.0541	0.8541	0.1165	6.29	0.26
6	82	92	87	2	0.0370	82	1.8893	0.9706	0.0262	1.42	0.24
			SUMA	54	1.0000	92	2.7244	0.9968	0.9857	**53.23**	**1.80**

Anexo Nº 83

Estación : LA RAYA		Codigo : 156332		Cuenca : VILCANOTA	
Chi Calculado	Chi Tabulado	Rango	Num. Interv.	Ampli. Interv.	Num. Dat
4.35	5.99	78.7	7	9	54

Los Datos se Ajustan a la Distribucion Normal con un nivel de significacion del 5% ó 95% de probabilidad

ITEM	INTERVALO DE CLASE		MARCA CLASE	FRECUENCIA		LIMITE CLASE	$Z=\frac{(P-\bar{P})}{S}$	F(Z)	FRECUENCIA		CHI2
	LI	LS		ABSOLUTA	RELATIVA				RELATIVA	ABSOLUTA	
1	41	50	45.5	2	0.0370	41	-2.7455	0.0030	0.0153	0.83	1.67
2	50	59	54.5	1	0.0185	50	-2.0899	0.0183	0.0574	3.10	1.42
3	59	68	63.5	7	0.1296	59	-1.4344	0.0757	0.1423	7.68	0.06
4	68	77	72.5	12	0.2222	68	-0.7788	0.2180	0.2329	12.58	0.03
5	77	86	81.5	14	0.2593	77	-0.1233	0.4509	0.2518	13.60	0.01
6	86	95	90.5	13	0.2407	86	0.5322	0.7027	0.1798	9.71	1.11
7	95	104	99.5	5	0.0926	95	1.1878	0.8825	0.0848	4.58	0.04
			SUMA	54	1.0000	104	1.8433	0.9674	0.9643	**52.07**	**4.35**

Anexo Nº 84

Estación : KAYRA		Codigo : 156323		Cuenca : VILCANOTA	
Chi Calculado	Chi Tabulado	Rango	Num. Interv.	Ampli. Interv.	Num. Dat
5.73	5.99	56.5	6	6	54

Los Datos se Ajustan a la Distribucion Normal con un nivel de significacion del 5% ó 95% de probabilidad

ITEM	INTERVALO DE CLASE		MARCA CLASE	FRECUENCIA		LIMITE CLASE	$Z=\frac{(P-\bar{P})}{S}$	F(Z)	FRECUENCIA		CHI2
	LI	LS		ABSOLUTA	RELATIVA				RELATIVA	ABSOLUTA	
1	38	44	41	5	0.0926	38	-2.0942	0.0181	0.0605	3.26	0.92
2	44	50	47	6	0.1111	44	-1.4148	0.0786	0.1525	8.24	0.61
3	50	56	53	17	0.3148	50	-0.7353	0.2311	0.2467	13.32	1.02
4	56	62	59	12	0.2222	56	-0.0558	0.4778	0.2558	13.82	0.24
5	62	68	65	7	0.1296	62	0.6237	0.7336	0.1702	9.19	0.52
6	68	74	71	7	0.1296	68	1.3032	0.9038	0.0725	3.92	2.43
			SUMA	54	1.0000	74	1.9827	0.9763	0.9582	**51.74**	**5.73**

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

PRUEBA DE BONDAD Y AJUSTE SEGÚN MÉTODO DE CHI CUADRADO

Anexo Nº 85

Estación : PAUCARTAMBO		Codigo : 156317		Cuenca : VILCANOTA	
Chi Calculado	Chi Tabulado	Rango	Num. Interv.	Ampli. Interv.	Num. Dat
2.33	5.99	48.4	6	10	54

Los Datos se Ajustan a la Distribucion Normal con un nivel de significacion del 5% ó 95% de probabilidad

ITEM	INTERVALO DE CLASE		MARCA CLASE	FRECUENCIA		LIMITE CLASE	$Z=\frac{(P-\bar{P})}{S}$	F(Z)	FRECUENCIA		CHI2
	LI	LS		ABSOLUTA	RELATIVA				RELATIVA	ABSOLUTA	
1	19	29	24	3	0.0566	19	-2.4590	0.0070	0.0455	2.41	0.14
2	29	39	34	7	0.1321	29	-1.6214	0.0525	0.1641	8.70	0.33
3	39	49	44	20	0.3774	39	-0.7837	0.2166	0.3049	16.16	0.91
4	49	59	54	16	0.3019	49	0.0539	0.5215	0.2922	15.49	0.02
5	59	69	64	5	0.0943	59	0.8916	0.8137	0.1444	7.65	0.92
6	69	79	74	2	0.0377	69	1.7292	0.9581	0.0368	1.95	0.00
			SUMA	53	1.0000	79	2.5668	0.9949	0.9879	**52.36**	**2.33**

Anexo Nº 86

Estación : PISAC		Codigo : 156304		Cuenca : VILCANOTA	
Chi Calculado	Chi Tabulado	Rango	Num. Interv.	Ampli. Interv.	Num. Dat
2.70	5.99	48.8	6	11	54

Los Datos se Ajustan a la Distribucion Normal con un nivel de significacion del 5% ó 95% de probabilidad

ITEM	INTERVALO DE CLASE		MARCA CLASE	FRECUENCIA		LIMITE CLASE	$Z=\frac{(P-\bar{P})}{S}$	F(Z)	FRECUENCIA		CHI2
	LI	LS		ABSOLUTA	RELATIVA				RELATIVA	ABSOLUTA	
1	17	28	22.5	2	0.0370	17	-2.3269	0.0100	0.0542	2.92	0.29
2	28	39	33.5	10	0.1852	28	-1.5209	0.0641	0.1732	9.35	0.04
3	39	50	44.5	18	0.3333	39	-0.7148	0.2374	0.2990	16.15	0.21
4	50	61	55.5	13	0.2407	50	0.0913	0.5364	0.2789	15.06	0.28
5	61	72	66.5	7	0.1296	61	0.8973	0.8152	0.1405	7.59	0.05
6	72	83	77.5	4	0.0741	72	1.7034	0.9558	0.0382	2.06	1.82
			SUMA	54	1.0000	83	2.5094	0.9940	0.9840	**53.13**	**2.70**

Anexo Nº 87

Estación : POMACANCHI		Codigo : 156120		Cuenca : VILCANOTA	
Chi Calculado	Chi Tabulado	Rango	Num. Interv.	Ampli. Interv.	Num. Dat
5.67	5.99	68.1	6	7	54

Los Datos se Ajustan a la Distribucion Normal con un nivel de significacion del 5% ó 95% de probabilidad

ITEM	INTERVALO DE CLASE		MARCA CLASE	FRECUENCIA		LIMITE CLASE	$Z=\frac{(P-\bar{P})}{S}$	F(Z)	FRECUENCIA		CHI2
	LI	LS		ABSOLUTA	RELATIVA				RELATIVA	ABSOLUTA	
1	53	60	56.5	13	0.2453	53	-1.5538	0.0601	0.1424	7.55	3.94
2	60	67	63.5	14	0.2642	60	-0.8326	0.2025	0.2531	13.42	0.03
3	67	74	70.5	14	0.2642	67	-0.1113	0.4557	0.2734	14.49	0.02
4	74	81	77.5	6	0.1132	74	0.6100	0.7291	0.1794	9.51	1.29
5	81	88	84.5	5	0.0943	81	1.3312	0.9084	0.0715	3.79	0.39
6	88	95	91.5	1	0.0189	88	2.0525	0.9799	0.0173	0.92	0.01
			SUMA	53	1.0000	95	2.7738	0.9972	0.9371	**49.67**	**5.67**

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

PRUEBA DE BONDAD Y AJUSTE SEGÚN METODO DE SMIRNOV KOLMOGOROV

Anexo Nº 88

Estación : CORPAC		Codigo : 157322		Cuenca : VILCANOTA	
Valor Calculado	Valor Tabulado	Media	Desv. Estandar	Num. Dat	Max |F(x)-P(x)|
0.0965	0.1815	59.378	11.862	54	0.0965
Los Datos Se Ajustan a la Distribucion Normal con un nivel de significacion del 5% ó 95% de probabilidad					
m	P(mm)	P(x) = m/(n+1)	Z= (x -X)/S	F(Z)	|F(z)-P(x)|
1	32.417	0.0182	-2.2728	0.0115	0.0067
2	38.417	0.0364	-1.7670	0.0386	0.0022
3	38.833	0.0545	-1.7319	0.0416	0.0129
4	40.500	0.0727	-1.5914	0.0558	0.0169
5	40.750	0.0909	-1.5703	0.0582	0.0327
6	43.667	0.1091	-1.3245	0.0927	0.0164
7	46.583	0.1273	-1.0786	0.1404	0.0131
8	47.667	0.1455	-0.9873	0.1618	0.0163
9	48.667	0.1636	-0.9030	0.1833	0.0197
10	49.167	0.1818	-0.8608	0.1947	0.0129
11	49.917	0.2000	-0.7976	0.2126	0.0126
12	50.000	0.2182	-0.7906	0.2146	0.0036
13	50.500	0.2364	-0.7484	0.2271	0.0093
14	51.583	0.2545	-0.6571	0.2556	0.0011
15	51.667	0.2727	-0.6501	0.2578	0.0149
16	51.833	0.2909	-0.6360	0.2624	0.0285
17	51.917	0.3091	-0.6290	0.2647	0.0444
18	54.000	0.3273	-0.4534	0.3251	0.0022
19	54.250	0.3455	-0.4323	0.3328	0.0127
20	54.500	0.3636	-0.4112	0.3405	0.0231
21	55.167	0.3818	-0.3550	0.3613	0.0205
22	55.583	0.4000	-0.3199	0.3745	0.0255
23	55.833	0.4182	-0.2988	0.3825	0.0357
24	55.917	0.4364	-0.2918	0.3852	0.0512
25	56.667	0.4545	-0.2286	0.4096	0.0449
26	56.917	0.4727	-0.2075	0.4178	0.0549
27	57.500	0.4909	-0.1583	0.4371	0.0538
28	58.917	0.5091	-0.0389	0.4845	0.0246
29	59.750	0.5273	0.0314	0.5125	0.0148
30	61.000	0.5455	0.1367	0.5544	0.0089
31	61.667	0.5636	0.1929	0.5765	0.0129
32	61.833	0.5818	0.2070	0.5820	0.0002
33	62.083	0.6000	0.2281	0.5902	0.0098
34	63.333	0.6182	0.3334	0.6306	0.0124
35	64.167	0.6364	0.4037	0.6568	0.0204
36	67.417	0.6545	0.6776	0.7510	0.0965
37	67.417	0.6727	0.6776	0.7510	0.0783
38	68.083	0.6909	0.7338	0.7685	0.0776
39	68.083	0.7091	0.7338	0.7685	0.0594
40	68.167	0.7273	0.7409	0.7706	0.0433
41	68.250	0.7455	0.7479	0.7727	0.0272
42	68.667	0.7636	0.7830	0.7832	0.0196
43	68.750	0.7818	0.7900	0.7852	0.0034
44	69.000	0.8000	0.8111	0.7914	0.0086
45	70.583	0.8182	0.9446	0.8276	0.0094
46	70.833	0.8364	0.9657	0.8329	0.0035
47	71.167	0.8545	0.9938	0.8398	0.0147
48	72.333	0.8727	1.0921	0.8626	0.0101
49	73.083	0.8909	1.1553	0.8760	0.0149
50	73.500	0.9091	1.1905	0.8831	0.0260
51	75.333	0.9273	1.3450	0.9107	0.0166
52	78.167	0.9455	1.5839	0.9434	0.0021
53	83.500	0.9636	2.0335	0.9790	0.0154
54	90.917	0.9818	2.6587	0.9961	0.0143

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

PRUEBA DE BONDAD Y AJUSTE SEGÚN METODO DE SMIRNOV KOLMOGOROV

Anexo Nº 89

Estación : KAYRA		Codigo : 156323		Cuenca : VILCANOTA	
Valor Calculado	Valor Tabulado	Media	Desv. Estandar	Num. Dat	Max |F(x)-P(x)|
0.1121	0.1815	56.492	8.748	54	0.1121
Los Datos Se Ajustan a la Distribucion Normal con un nivel de significacion del 5% ó 95% de probabilidad					
m	P(mm)	P(x) = m/(n+1)	Z= (x -X)/S	F(Z)	|F(z)-P(x)|
1	38.583	0.0182	-2.0472	0.0203	0.0021
2	40.167	0.0364	-1.8662	0.0310	0.0054
3	40.667	0.0545	-1.8091	0.0352	0.0193
4	43.667	0.0727	-1.4661	0.0713	0.0014
5	43.750	0.0909	-1.4566	0.0726	0.0183
6	45.083	0.1091	-1.3042	0.0961	0.0130
7	46.000	0.1273	-1.1994	0.1152	0.0121
8	46.583	0.1455	-1.1327	0.1287	0.0168
9	46.667	0.1636	-1.1232	0.1307	0.0329
10	47.333	0.1818	-1.0470	0.1476	0.0342
11	49.583	0.2000	-0.7898	0.2148	0.0148
12	50.167	0.2182	-0.7231	0.2348	0.0166
13	50.583	0.2364	-0.6755	0.2497	0.0133
14	50.750	0.2545	-0.6564	0.2558	0.0013
15	51.167	0.2727	-0.6088	0.2713	0.0014
16	51.583	0.2909	-0.5612	0.2873	0.0036
17	51.917	0.3091	-0.5231	0.3005	0.0086
18	52.167	0.3273	-0.4945	0.3105	0.0168
19	52.750	0.3455	-0.4278	0.3344	0.0111
20	53.000	0.3636	-0.3992	0.3449	0.0187
21	53.417	0.3818	-0.3516	0.3626	0.0192
22	54.583	0.4000	-0.2182	0.4136	0.0136
23	54.667	0.4182	-0.2087	0.4173	0.0009
24	54.750	0.4364	-0.1992	0.4211	0.0153
25	55.000	0.4545	-0.1706	0.4323	0.0222
26	55.083	0.4727	-0.1611	0.4360	0.0367
27	55.250	0.4909	-0.1420	0.4435	0.0474
28	55.333	0.5091	-0.1325	0.4473	0.0618
29	56.167	0.5273	-0.0372	0.4852	0.0421
30	56.750	0.5455	0.0295	0.5118	0.0337
31	56.917	0.5636	0.0485	0.5193	0.0443
32	57.167	0.5818	0.0771	0.5307	0.0511
33	57.417	0.6000	0.1057	0.5421	0.0579
34	57.583	0.6182	0.1247	0.5496	0.0686
35	58.583	0.6364	0.2390	0.5945	0.0419
36	59.167	0.6545	0.3057	0.6201	0.0344
37	59.583	0.6727	0.3533	0.6381	0.0346
38	60.250	0.6909	0.4296	0.6662	0.0247
39	60.583	0.7091	0.4677	0.6800	0.0291
40	61.667	0.7273	0.5915	0.7229	0.0044
41	65.583	0.7455	1.0392	0.8507	0.1052
42	66.583	0.7636	1.1535	0.8757	0.1121
43	66.667	0.7818	1.1631	0.8776	0.0958
44	66.917	0.8000	1.1916	0.8833	0.0833
45	67.167	0.8182	1.2202	0.8888	0.0706
46	67.250	0.8364	1.2298	0.8906	0.0542
47	68.000	0.8545	1.3155	0.9058	0.0513
48	68.500	0.8727	1.3726	0.9151	0.0424
49	68.583	0.8909	1.3822	0.9165	0.0256
50	68.583	0.9091	1.3822	0.9165	0.0074
51	68.917	0.9273	1.4203	0.9222	0.0051
52	71.000	0.9455	1.6584	0.9514	0.0059
53	71.333	0.9636	1.6965	0.9551	0.0085
54	73.417	0.9818	1.9347	0.9735	0.0083

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

PRUEBA DE BONDAD Y AJUSTE SEGÚN METODO DE SMIRNOV KOLMOGOROV

Anexo Nº 90

Estación : LA RAYA		Codigo : 156332		Cuenca : VILCANOTA	
Valor Calculado	Valor Tabulado	Media	Desv. Estandar	Num. Dat	Max |F(x)-P(x)|
0.0659	0.1815	78.693	13.601	54	0.0659
Los Datos Se Ajustan a la Distribucion Normal con un nivel de significacion del 5% ó 95% de probabilidad					
m	P(mm)	P(x) = m/(n+1)	Z= (x -X)/S	F(Z)	|F(z)-P(x)|
1	41.083	0.0182	-2.7651	0.0028	0.0154
2	41.167	0.0364	-2.7590	0.0029	0.0335
3	50.250	0.0545	-2.0912	0.0183	0.0362
4	60.667	0.0727	-1.3253	0.0925	0.0198
5	61.083	0.0909	-1.2947	0.0977	0.0068
6	61.167	0.1091	-1.2886	0.0988	0.0103
7	64.667	0.1273	-1.0312	0.1512	0.0239
8	66.250	0.1455	-0.9148	0.1801	0.0346
9	67.000	0.1636	-0.8597	0.1950	0.0314
10	67.250	0.1818	-0.8413	0.2001	0.0183
11	68.250	0.2000	-0.7678	0.2213	0.0213
12	68.417	0.2182	-0.7555	0.2250	0.0068
13	69.333	0.2364	-0.6881	0.2457	0.0093
14	69.583	0.2545	-0.6698	0.2515	0.0030
15	70.667	0.2727	-0.5901	0.2776	0.0049
16	70.667	0.2909	-0.5901	0.2776	0.0133
17	72.417	0.3091	-0.4614	0.3222	0.0131
18	72.500	0.3273	-0.4553	0.3244	0.0029
19	73.750	0.3455	-0.3634	0.3581	0.0126
20	75.583	0.3636	-0.2286	0.4096	0.0460
21	75.833	0.3818	-0.2102	0.4167	0.0349
22	76.333	0.4000	-0.1735	0.4311	0.0311
23	77.583	0.4182	-0.0816	0.4675	0.0493
24	77.750	0.4364	-0.0693	0.4724	0.0360
25	77.917	0.4545	-0.0571	0.4772	0.0227
26	78.250	0.4727	-0.0326	0.4870	0.0143
27	78.250	0.4909	-0.0326	0.4870	0.0039
28	80.083	0.5091	0.1022	0.5407	0.0316
29	80.333	0.5273	0.1206	0.5480	0.0207
30	80.917	0.5455	0.1635	0.5649	0.0194
31	83.000	0.5636	0.3167	0.6243	0.0607
32	83.500	0.5818	0.3534	0.6381	0.0563
33	83.500	0.6000	0.3534	0.6381	0.0381
34	84.667	0.6182	0.4392	0.6697	0.0515
35	85.917	0.6364	0.5311	0.7023	0.0659
36	85.917	0.6545	0.5311	0.7023	0.0478
37	86.417	0.6727	0.5679	0.7149	0.0422
38	87.167	0.6909	0.6230	0.7334	0.0425
39	87.250	0.7091	0.6291	0.7354	0.0263
40	88.667	0.7273	0.7333	0.7683	0.0410
41	88.667	0.7455	0.7333	0.7683	0.0228
42	89.083	0.7636	0.7639	0.7775	0.0139
43	89.167	0.7818	0.7701	0.7794	0.0024
44	89.750	0.8000	0.8129	0.7919	0.0081
45	90.833	0.8182	0.8926	0.8140	0.0042
46	91.583	0.8364	0.9477	0.8284	0.0080
47	92.917	0.8545	1.0458	0.8522	0.0023
48	94.000	0.8727	1.1254	0.8698	0.0029
49	94.667	0.8909	1.1744	0.8799	0.0110
50	96.500	0.9091	1.3092	0.9048	0.0043
51	98.917	0.9273	1.4869	0.9315	0.0042
52	99.833	0.9455	1.5543	0.9399	0.0056
53	101.167	0.9636	1.6523	0.9508	0.0128
54	101.333	0.9818	1.6646	0.9520	0.0298

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

PRUEBA DE BONDAD Y AJUSTE SEGÚN METODO DE SMIRNOV KOLMOGOROV

Anexo Nº 91

Estación : PAUCARTAMBO		Codigo : 156317		Cuenca : PAUCARTAMBO	
Valor Calculado	Valor Tabulado	Media	Desv. Estandar	Num. Dat	Max |F(x)-P(x)|
0.0876	0.1815	48.356	11.827	54	0.0876
Los Datos Se Ajustan a la Distribucion Normal con un nivel de significacion del 5% ó 95% de probabilidad					
m	P(mm)	P(x) = m/(n+1)	Z= (x -X)/S	F(Z)	|F(z)-P(x)|
1	19.750	0.0182	-2.4187	0.0078	0.0104
2	25.083	0.0364	-1.9678	0.0245	0.0119
3	26.000	0.0545	-1.8903	0.0294	0.0251
4	32.417	0.0727	-1.3477	0.0889	0.0162
5	33.000	0.0909	-1.2984	0.0971	0.0062
6	36.250	0.1091	-1.0236	0.1530	0.0439
7	36.917	0.1273	-0.9673	0.1667	0.0394
8	37.083	0.1455	-0.9532	0.1703	0.0248
9	38.167	0.1636	-0.8616	0.1945	0.0309
10	38.250	0.1818	-0.8545	0.1964	0.0146
11	39.583	0.2000	-0.7418	0.2291	0.0291
12	39.917	0.2182	-0.7136	0.2377	0.0195
13	40.250	0.2364	-0.6854	0.2465	0.0101
14	40.917	0.2545	-0.6290	0.2647	0.0102
15	41.167	0.2727	-0.6079	0.2716	0.0011
16	41.167	0.2909	-0.6079	0.2716	0.0193
17	43.333	0.3091	-0.4247	0.3355	0.0264
18	44.167	0.3273	-0.3543	0.3616	0.0343
19	44.250	0.3455	-0.3472	0.3642	0.0187
20	45.333	0.3636	-0.2556	0.3991	0.0355
21	46.083	0.3818	-0.1922	0.4238	0.0420
22	46.250	0.4000	-0.1781	0.4293	0.0293
23	46.417	0.4182	-0.1640	0.4349	0.0167
24	46.667	0.4364	-0.1429	0.4432	0.0068
25	46.833	0.4545	-0.1288	0.4488	0.0057
26	47.083	0.4727	-0.1076	0.4571	0.0156
27	47.083	0.4909	-0.1076	0.4571	0.0338
28	47.417	0.5091	-0.0795	0.4683	0.0408
29	48.000	0.5273	-0.0301	0.4880	0.0393
30	48.167	0.5455	-0.0160	0.4936	0.0519
31	49.250	0.5636	0.0755	0.5301	0.0335
32	49.250	0.5818	0.0755	0.5301	0.0517
33	49.583	0.6000	0.1037	0.5413	0.0587
34	50.167	0.6182	0.1531	0.5608	0.0574
35	50.833	0.6364	0.2094	0.5829	0.0535
36	51.583	0.6545	0.2728	0.6075	0.0470
37	51.917	0.6727	0.3010	0.6183	0.0544
38	52.167	0.6909	0.3222	0.6263	0.0646
39	52.250	0.7091	0.3292	0.6290	0.0801
40	52.833	0.7273	0.3785	0.6475	0.0798
41	53.167	0.7455	0.4067	0.6579	0.0876
42	56.250	0.7636	0.6674	0.7477	0.0159
43	56.750	0.7818	0.7097	0.7610	0.0208
44	57.500	0.8000	0.7731	0.7803	0.0197
45	57.667	0.8182	0.7872	0.7844	0.0338
46	58.667	0.8364	0.8717	0.8083	0.0281
47	61.500	0.8545	1.1113	0.8668	0.0123
48	62.417	0.8727	1.1888	0.8827	0.0100
49	62.583	0.8909	1.2029	0.8855	0.0054
50	65.333	0.9091	1.4354	0.9244	0.0153
51	68.583	0.9273	1.7102	0.9564	0.0291
52	70.333	0.9455	1.8582	0.9684	0.0229
53	78.333	0.9636	2.5346	0.9944	0.0308
54	79.333	0.9818	2.6191	0.9956	0.0138

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

PRUEBA DE BONDAD Y AJUSTE SEGÚN METODO DE SMIRNOV KOLMOGOROV

Anexo Nº 92

Estación : PISAC		Codigo : 156304		Cuenca : VILCANOTA	
Valor Calculado	Valor Tabulado	Media	Desv. Estandar	Num. Dat	Max |F(x)-P(x)|
0.0971	0.1815	48.755	13.520	54	0.0971
Los Datos Se Ajustan a la Distribucion Normal con un nivel de significacion del 5% ó 95% de probabilidad					
m	P(mm)	P(x) = m/(n+1)	Z= (x -X)/S	F(Z)	|F(z)-P(x)|
1	17.667	0.0182	-2.2995	0.0107	0.0075
2	20.250	0.0364	-2.1084	0.0175	0.0189
3	29.417	0.0545	-1.4304	0.0763	0.0218
4	30.083	0.0727	-1.3811	0.0836	0.0109
5	31.250	0.0909	-1.2948	0.0977	0.0068
6	34.333	0.1091	-1.0667	0.1431	0.0340
7	36.583	0.1273	-0.9003	0.1840	0.0567
8	36.750	0.1455	-0.8879	0.1873	0.0418
9	36.833	0.1636	-0.8818	0.1889	0.0253
10	37.250	0.1818	-0.8510	0.1974	0.0156
11	37.917	0.2000	-0.8016	0.2114	0.0114
12	38.417	0.2182	-0.7647	0.2222	0.0040
13	39.000	0.2364	-0.7215	0.2353	0.0011
14	40.333	0.2545	-0.6229	0.2667	0.0122
15	40.333	0.2727	-0.6229	0.2667	0.0060
16	40.750	0.2909	-0.5921	0.2769	0.0140
17	41.250	0.3091	-0.5551	0.2894	0.0197
18	42.000	0.3273	-0.4996	0.3087	0.0186
19	42.500	0.3455	-0.4626	0.3218	0.0237
20	42.583	0.3636	-0.4565	0.3240	0.0396
21	43.667	0.3818	-0.3763	0.3533	0.0285
22	43.667	0.4000	-0.3763	0.3533	0.0467
23	44.083	0.4182	-0.3455	0.3649	0.0533
24	44.583	0.4364	-0.3085	0.3788	0.0576
25	44.833	0.4545	-0.2900	0.3859	0.0686
26	45.500	0.4727	-0.2407	0.4049	0.0678
27	45.583	0.4909	-0.2346	0.4073	0.0836
28	46.667	0.5091	-0.1544	0.4386	0.0705
29	46.833	0.5273	-0.1421	0.4435	0.0838
30	47.000	0.5455	-0.1298	0.4484	0.0971
31	50.000	0.5636	0.0921	0.5367	0.0269
32	50.083	0.5818	0.0983	0.5391	0.0427
33	50.833	0.6000	0.1538	0.5611	0.0389
34	51.500	0.6182	0.2031	0.5805	0.0377
35	52.667	0.6364	0.2894	0.6138	0.0226
36	53.667	0.6545	0.3633	0.6418	0.0127
37	53.917	0.6727	0.3818	0.6487	0.0240
38	55.167	0.6909	0.4743	0.6823	0.0086
39	56.250	0.7091	0.5544	0.7103	0.0012
40	56.750	0.7273	0.5914	0.7229	0.0044
41	56.833	0.7455	0.5976	0.7249	0.0206
42	59.917	0.7636	0.8256	0.7955	0.0319
43	60.417	0.7818	0.8626	0.8058	0.0240
44	61.583	0.8000	0.9489	0.8287	0.0287
45	62.083	0.8182	0.9859	0.8379	0.0197
46	62.750	0.8364	1.0352	0.8497	0.0133
47	62.917	0.8545	1.0475	0.8526	0.0019
48	65.250	0.8727	1.2201	0.8888	0.0161
49	65.417	0.8909	1.2324	0.8911	0.0002
50	71.167	0.9091	1.6577	0.9513	0.0422
51	74.250	0.9273	1.8858	0.9703	0.0430
52	75.167	0.9455	1.9536	0.9746	0.0291
53	75.583	0.9636	1.9844	0.9764	0.0128
54	80.667	0.9818	2.3604	0.9909	0.0091

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

PRUEBA DE BONDAD Y AJUSTE SEGÚN METODO DE SMIRNOV KOLMOGOROV

Anexo Nº 93

Estación : POMACANCHI		Codigo : 156120		Cuenca : VILCANOTA	
Valor Calculado	Valor Tabulado	Media	Desv. Estandar	Num. Dat	Max |F(x)-P(x)|
0.0818	0.1815	68.080	9.615	54	0.0818
Los Datos Se Ajustan a la Distribucion Normal con un nivel de significacion del 5% ó 95% de probabilidad					
m	P(mm)	P(x) = m/(n+1)	Z= (x -X)/S	F(Z)	|F(z)-P(x)|
1	53.167	0.0182	-1.5511	0.0604	0.0422
2	54.000	0.0364	-1.4644	0.0715	0.0351
3	55.333	0.0545	-1.3257	0.0925	0.0380
4	56.000	0.0727	-1.2564	0.1045	0.0318
5	56.333	0.0909	-1.2217	0.1109	0.0200
6	56.583	0.1091	-1.1957	0.1159	0.0068
7	56.750	0.1273	-1.1784	0.1193	0.0080
8	57.917	0.1455	-1.0571	0.1452	0.0003
9	58.500	0.1636	-0.9964	0.1595	0.0041
10	58.500	0.1818	-0.9964	0.1595	0.0223
11	58.500	0.2000	-0.9964	0.1595	0.0405
12	58.917	0.2182	-0.9531	0.1703	0.0479
13	59.750	0.2364	-0.8664	0.1931	0.0433
14	60.500	0.2545	-0.7884	0.2152	0.0393
15	61.500	0.2727	-0.6844	0.2469	0.0258
16	61.917	0.2909	-0.6410	0.2607	0.0302
17	62.250	0.3091	-0.6064	0.2721	0.0370
18	63.167	0.3273	-0.5110	0.3047	0.0226
19	63.167	0.3455	-0.5110	0.3047	0.0408
20	63.167	0.3636	-0.5110	0.3047	0.0589
21	63.250	0.3818	-0.5024	0.3077	0.0741
22	64.417	0.4000	-0.3810	0.3516	0.0484
23	64.750	0.4182	-0.3464	0.3645	0.0537
24	65.000	0.4364	-0.3204	0.3743	0.0621
25	65.333	0.4545	-0.2857	0.3876	0.0669
26	65.417	0.4727	-0.2770	0.3909	0.0818
27	66.250	0.4909	-0.1904	0.4245	0.0664
28	67.083	0.5091	-0.1037	0.4587	0.0504
29	67.167	0.5273	-0.0950	0.4622	0.0651
30	67.333	0.5455	-0.0777	0.4690	0.0765
31	67.833	0.5636	-0.0257	0.4898	0.0738
32	68.167	0.5818	0.0090	0.5036	0.0782
33	69.083	0.6000	0.1043	0.5415	0.0585
34	69.833	0.6182	0.1823	0.5723	0.0459
35	70.250	0.6364	0.2257	0.5893	0.0471
36	70.667	0.6545	0.2690	0.6060	0.0485
37	71.167	0.6727	0.3210	0.6259	0.0468
38	72.000	0.6909	0.4077	0.6582	0.0327
39	73.167	0.7091	0.5290	0.7016	0.0075
40	73.667	0.7273	0.5810	0.7194	0.0079
41	73.833	0.7455	0.5984	0.7252	0.0203
42	74.333	0.7636	0.6504	0.7423	0.0213
43	75.833	0.7818	0.8064	0.7900	0.0082
44	77.583	0.8000	0.9884	0.8385	0.0385
45	77.750	0.8182	1.0057	0.8427	0.0245
46	79.000	0.8364	1.1357	0.8720	0.0356
47	80.417	0.8545	1.2831	0.9003	0.0458
48	81.833	0.8727	1.4304	0.9237	0.0510
49	82.167	0.8909	1.4651	0.9285	0.0376
50	82.417	0.9091	1.4911	0.9320	0.0229
51	83.333	0.9273	1.5864	0.9437	0.0164
52	85.333	0.9455	1.7944	0.9636	0.0181
53	89.167	0.9636	2.1931	0.9859	0.0223
54	95.583	0.9818	2.8605	0.9979	0.0161

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

FACTOR DE CORRECCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN PARA LA CUENCA
CON REGISTROS COMPLETOS

ANEXO N° 94

CUENCA MENOR

ESTACIÓN	Altitud Estación	Precip. Completa	Precip. Corregida	Difer. Altitud	%	1/%	F Inf. Altitud	F Inf Precip	F Inf. Total	Comprobación
LA RAYA	4,120	944.3	941.0	662.8	0.08	12.60	0.31	1.16231	0.361	340.7
POMACANCHI	3,686	817.0	822.5	1,096.8	0.13	7.62	0.19	1.34341	0.252	205.9
CORPAC	3,248	712.5	682.3	1,534.8	0.18	5.44	0.13	1.54044	0.206	147.1
KAYRA	3,219	677.9	672.0	1,563.8	0.19	5.34	0.13	1.61907	0.213	144.4
PISAC	3,147	585.1	645.7	1,635.8	0.20	5.11	0.13	1.87586	0.236	138.0
PAUCARTAMBO	2,924	580.3	556.3	1,858.8	0.22	4.49	0.11	1.89138	0.209	121.5
CUENCA MENOR	4,783		1097.6	8352.944	1.00	40.60	1.000	9.432	1.477	1097.6

ANEXO N° 95

CUENCA MAYOR

ESTACIÓN	Altitud Estación	Precip. Completa	Precip. Corregida	Difer. Altitud	%	1/%	F Inf. Altitud	F Inf. Precip	F Inf. Total	Comprobación
LA RAYA	4120	944.3	941.0	535.6	0.0706	14.171	0.337	1.132	0.381	360.0
POMACANCHI	3686	817.0	822.5	969.6	0.1278	7.828	0.186	1.309	0.243	198.9
CORPAC	3248	712.5	682.3	1,407.6	0.1855	5.392	0.128	1.501	0.192	137.0
KAYRA	3219	677.9	672.0	1,436.6	0.1893	5.283	0.126	1.577	0.198	134.2
PISAC	3147	585.1	645.7	1,508.6	0.1988	5.031	0.120	1.828	0.218	127.8
PAUCARTAMBO	2924	580.3	556.3	1,731.6	0.2282	4.383	0.104	1.843	0.192	111.4
CUENCA MAYOR	**4,656**		**1069.287**	**7589**	**1.000**	**42.09**	**1.000**	**9.189**	**1.425**	**1069.3**

ANEXO N° 96

AREA DE LOS CULTIVOS

ESTACIÓN	Altitud Estación	Precip. Completa	Precip. Corregida	Difer. Altitud	%	1/%	F Inf. Altitud	F Inf. Precip	F Inf. Total	Comprobación
LA RAYA	4120	944.3	941.0	566.0	0.2382	4.198	0.090	0.829	0.075	70.4
POMACANCHI	3686	817.0	822.5	132.0	0.0556	18.000	0.386	0.958	0.370	302.0
CORPAC	3248	712.5	682.3	306.0	0.1288	7.765	0.166	1.099	0.183	130.3
KAYRA	3219	677.9	672.0	335.0	0.1410	7.093	0.152	1.155	0.176	119.0
PISAC	3147	585.1	645.7	407.0	0.1713	5.838	0.125	1.338	0.167	97.9
PAUCARTAMBO	2924	580.3	556.3	630.0	0.2652	3.771	0.081	1.349	0.109	63.3
AREA DE LOS CULTIVOS	3,554		782.9	2376	1.00	46.66	1.000	6.728	1.079	782.9

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Anexo N° 97

PRECIPITACION MEDIA MENSUAL
CUENCA MENOR
(mm)

CUENCA MENOR				Latitud : 13° 59' 42.33" S Longitud : 71° 04' 47.25" W Altitud : 4,783 msnm				Departamento : Cusco Provincia : Canchis Distrito : Checacupe							
N° REG.	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964	180.2	201.0	174.6	61.1	7.4	1.0	7.2	2.9	36.6	66.6	89.3	153.3	981.3
2	1,965	186.1	144.7	140.4	69.9	8.0	2.7	2.2	6.6	57.5	83.4	92.9	195.4	989.6
3	1,966	153.8	208.6	150.9	36.0	24.7	0.4	3.2	62.1	36.3	92.2	84.2	136.8	989.1
4	1,967	165.1	244.1	165.3	28.7	11.2	1.4	11.1	25.7	41.4	90.8	89.3	180.5	1054.7
5	1,968	236.2	208.3	136.8	51.0	12.1	3.5	22.1	19.6	33.0	111.1	137.8	96.8	1068.4
6	1,969	259.4	134.5	208.7	135.9	15.1	11.1	17.3	6.1	32.9	53.5	68.1	132.0	1074.6
7	1,970	228.1	208.1	154.4	70.6	8.8	4.5	11.2	9.9	99.5	83.7	81.6	234.6	1195.1
8	1,971	189.9	235.8	161.5	79.3	5.0	2.2	2.5	14.2	33.5	107.5	54.9	159.5	1046.0
9	1,972	217.7	129.1	180.9	54.7	5.4	2.5	6.9	32.9	28.7	35.0	66.3	168.5	928.7
10	1,973	332.7	191.8	161.7	94.4	17.9	3.2	8.9	17.8	28.6	75.0	93.4	178.5	1204.0
11	1,974	240.4	224.0	180.5	117.0	6.4	7.4	3.3	48.1	26.7	53.0	80.6	126.7	1114.1
12	1,975	171.4	186.1	165.9	79.0	24.4	5.3	1.3	12.4	57.8	54.2	71.0	171.2	999.8
13	1,976	222.7	160.9	189.0	72.1	20.3	9.7	5.8	7.0	36.7	34.4	64.6	120.7	943.8
14	1,977	190.8	239.1	138.4	49.0	12.4	1.7	17.1	6.0	42.4	65.2	205.1	115.5	1082.6
15	1,978	425.5	253.7	137.1	97.9	20.2	0.0	1.1	9.0	52.2	35.4	106.4	183.7	1322.1
16	1,979	241.6	164.6	190.6	96.5	65.7	2.3	1.6	2.4	23.7	61.8	110.0	189.4	1150.3
17	1,980	177.5	172.8	220.5	105.2	24.3	0.4	4.4	8.9	33.0	101.5	115.1	105.0	1068.7
18	1,981	126.2	148.4	136.3	50.8	8.9	9.1	6.3	6.5	52.7	111.9	157.1	153.1	967.2
19	1,982	254.1	157.4	221.3	109.1	7.3	5.2	1.1	19.5	40.4	100.1	146.8	113.5	1175.7
20	1,983	169.3	154.0	154.1	61.9	3.6	6.1	3.3	20.6	21.8	53.0	60.5	118.3	826.5
21	1,984	301.4	216.7	171.7	84.9	10.8	11.5	1.9	24.6	16.8	113.1	150.4	114.3	1218.1
22	1,985	272.8	230.5	177.3	109.7	51.5	13.9	4.3	7.6	69.6	116.6	177.2	154.3	1385.5
23	1,986	150.6	198.1	200.8	124.4	14.3	1.7	5.5	26.8	48.7	34.6	84.6	180.6	1070.6
24	1,987	331.1	143.7	108.6	57.1	8.7	5.7	17.4	4.2	14.2	52.5	131.1	151.1	1025.5
25	1,988	254.1	169.4	241.4	142.7	11.3	1.9	2.7	1.7	17.1	40.8	49.0	132.6	1064.7
26	1,989	250.0	159.8	208.4	76.4	19.9	9.5	2.0	25.6	38.6	67.5	67.8	142.2	1067.6
27	1,990	203.7	122.6	112.4	88.9	12.3	57.1	1.1	9.7	26.4	111.8	136.7	137.9	1020.6
28	1,991	212.6	193.1	129.3	74.1	20.0	36.1	0.4	3.4	23.6	87.6	91.4	122.5	994.2
29	1,992	193.1	150.0	110.8	40.8	8.4	12.9	26.9	25.1	21.2	83.8	145.2	103.6	921.9
30	1,993	280.6	134.6	130.8	75.6	20.4	5.1	11.0	29.9	42.1	84.2	167.1	252.6	1233.9
31	1,994	267.9	212.1	219.2	82.5	26.8	1.2	0.0	2.3	32.5	88.4	110.0	222.8	1265.7
32	1,995	189.8	198.0	166.0	52.9	20.4	1.6	12.9	11.4	49.8	32.0	114.0	176.1	1024.8
33	1,996	224.5	137.4	145.7	48.4	10.6	0.6	0.7	15.6	28.6	78.7	117.4	184.7	993.0
34	1,997	222.9	203.1	191.6	50.3	16.0	0.4	6.4	25.1	41.3	58.2	179.5	182.0	1176.9
35	1,998	210.7	163.0	120.8	36.6	6.1	3.2	0.2	29.3	22.1	64.1	116.9	149.3	922.4
36	1,999	219.0	240.2	125.1	84.8	26.9	2.2	1.8	1.6	65.8	41.4	52.3	168.5	1029.7
37	2,000	243.7	198.1	165.4	48.4	27.6	11.0	3.4	23.4	27.3	82.9	38.3	162.3	1031.9
38	2,001	319.1	224.5	231.2	87.4	34.5	3.7	19.0	22.3	30.5	86.2	112.6	152.5	1323.3
39	2,002	220.1	269.5	213.7	91.0	25.4	4.1	26.1	23.9	34.4	89.5	144.6	179.8	1322.2
40	2,003	220.6	209.2	193.2	66.1	14.4	8.3	8.1	32.7	14.4	72.9	59.8	195.3	1095.0
41	2,004	316.6	229.1	157.6	53.0	11.7	15.6	13.1	27.2	40.4	49.0	111.5	147.2	1171.9
42	2,005	152.0	214.3	176.3	73.4	4.9	4.3	3.2	14.7	23.7	54.8	111.2	128.9	961.7
43	2,006	259.1	202.3	178.6	82.7	9.3	12.3	1.0	12.5	8.3	97.0	140.2	183.3	1186.6
44	2,007	267.3	152.8	252.0	104.2	18.6	1.9	4.3	5.4	11.0	75.8	124.4	183.8	1201.3
45	2,008	214.0	165.6	146.0	46.1	21.7	5.4	1.6	12.0	16.6	83.0	110.2	179.2	1001.3
46	2,009	168.5	170.6	123.1	35.2	8.9	0.4	9.4	4.7	26.3	26.4	162.6	147.1	883.1
47	2,010	348.0	206.1	228.5	55.3	14.5	3.2	4.0	8.0	14.1	96.9	60.9	226.3	1265.7
48	2,011	200.0	222.7	215.3	102.1	14.7	6.9	10.3	4.0	133.6	62.5	68.2	259.0	1299.3
49	2,012	200.9	290.8	140.1	76.9	8.7	5.0	7.4	4.4	43.5	38.4	166.9	272.4	1255.1
50	2,013	257.0	262.8	157.9	51.0	20.9	5.6	2.6	24.5	16.7	152.6	159.1	229.9	1340.4
51	2,014	238.5	196.6	152.5	72.6	16.9	0.4	3.5	24.1	27.7	118.5	156.1	203.8	1211.2
52	2,015	248.3	240.1	136.6	58.2	14.8	2.2	4.3	9.0	12.5	49.2	52.9	137.8	965.9
53	2,016	220.9	199.6	122.5	62.7	4.1	4.4	8.1	5.9	29.3	84.5	200.6	162.7	1105.4
54	2,017	177.0	196.4	197.8	59.3	13.7	10.9	5.1	7.5	36.8	115.3	89.6	139.6	1049.0
N° Datos		54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Media		**230.1**	**194.3**	**168.8**	**73.6**	**16.3**	**6.5**	**6.8**	**15.7**	**35.6**	**75.2**	**109.9**	**164.8**	**1,097.6**
Desv. Estandar		56.60	39.20	36.37	26.06	11.08	9.12	6.57	12.24	21.39	27.89	41.90	40.46	131.97
Prec. 50%		230.1	194.3	168.8	73.6	16.3	6.5	6.8	15.7	35.6	75.2	109.9	164.8	1,097.6
Prec. 75%		191.9	167.8	144.3	56.0	8.8	0.3	2.4	7.5	21.1	56.4	81.6	137.5	875.7
PE 75% *		86.40	86.40	85.53	48.43	7.92	0.29	2.13	6.71	19.03	48.68	66.22	84.85	542.61
Coef. Variacion		0.25	0.20	0.22	0.35	0.68	1.41	0.97	0.78	0.60	0.37	0.38	0.25	0.12
Prec. Max.		425.5	290.8	252.0	142.7	65.7	57.1	26.9	62.1	133.6	152.6	205.1	272.4	425.5
Prec. Min.		126.2	122.6	108.6	28.7	3.6	0.0	0.0	1.6	8.3	26.4	38.3	96.8	0.0

* Precipitación Efectiva obtenido mediante el Método del United States Bureau Of Reclamatión (U.S.B.R.)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Anexo N° 98

PRECIPITACION MEDIA MENSUAL
CUENCA MAYOR
(mm)

CUENCA MAYOR				Latitud : 13° 55' 0.66" S						Departamento : Cusco				
				Longitud : 71° 15' 3.25" W						Provincia : Canchis				
				Altitud : 4655.58 msnm						Distrito : Checacupe				
N° REG.	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964	174.5	197.2	168.9	59.5	7.2	1.0	7.6	2.9	34.7	65.1	87.3	149.5	955.5
2	1,965	181.3	142.3	135.5	66.9	7.7	2.8	2.0	6.6	55.9	81.7	91.4	191.1	965.3
3	1,966	150.9	200.8	147.3	34.8	23.8	0.4	3.1	65.1	35.4	91.0	82.5	133.0	968.0
4	1,967	163.2	240.4	162.9	28.6	10.7	1.4	10.7	24.6	40.9	87.8	87.4	176.6	1035.3
5	1,968	232.2	203.9	133.1	49.3	11.8	3.2	20.7	19.7	32.2	109.9	133.2	94.6	1043.8
6	1,969	254.6	133.1	205.6	135.3	14.9	10.7	16.0	6.0	32.1	51.5	65.7	127.8	1053.2
7	1,970	224.3	203.0	149.8	68.5	8.5	4.2	10.4	9.5	96.0	80.2	81.1	228.5	1164.0
8	1,971	180.9	225.8	157.5	76.7	4.7	2.1	2.5	14.1	34.0	104.8	53.5	154.2	1010.8
9	1,972	212.5	126.2	178.0	53.5	5.3	2.6	6.4	32.2	27.5	33.6	64.5	164.4	906.7
10	1,973	323.1	185.7	158.2	91.5	17.6	3.0	8.6	16.9	28.8	73.7	90.9	171.2	1169.0
11	1,974	232.3	217.9	175.8	112.9	6.4	7.3	3.1	46.8	25.5	51.7	79.4	124.2	1083.4
12	1,975	165.1	180.4	162.9	76.5	23.4	4.9	1.2	11.5	56.1	53.1	69.5	166.6	971.2
13	1,976	216.0	156.0	184.8	69.0	19.6	9.6	5.9	7.2	36.1	32.4	62.2	116.9	915.5
14	1,977	183.4	234.2	135.1	47.0	12.3	1.5	16.6	5.5	41.1	62.7	202.6	113.1	1055.3
15	1,978	416.8	248.9	134.0	94.6	19.7	0.0	1.0	8.8	51.4	34.3	102.6	180.6	1292.8
16	1,979	235.5	159.9	185.9	94.6	67.7	2.1	1.5	2.3	22.9	60.8	106.1	185.2	1124.5
17	1,980	173.3	167.0	214.8	101.3	24.2	0.4	4.1	8.3	31.9	100.7	113.1	100.2	1039.3
18	1,981	120.6	139.8	129.1	48.4	8.3	8.4	5.8	6.1	51.0	107.7	152.0	148.6	925.8
19	1,982	243.4	154.4	216.4	105.9	6.7	5.1	1.0	19.1	38.6	98.3	143.8	110.1	1142.8
20	1,983	163.8	150.8	148.8	61.5	3.6	6.1	3.0	19.1	20.9	50.6	57.3	115.3	800.7
21	1,984	295.2	210.2	168.2	83.0	11.2	12.0	1.9	24.2	16.4	112.0	149.2	111.9	1195.4
22	1,985	263.9	221.9	172.4	107.7	50.4	13.4	4.0	7.2	69.4	111.6	172.6	151.3	1345.8
23	1,986	148.8	195.6	195.7	121.9	14.1	1.5	5.6	25.8	48.3	33.0	82.2	176.1	1048.6
24	1,987	322.0	138.1	105.7	55.4	8.6	5.3	17.0	4.0	13.6	51.6	129.8	148.3	999.4
25	1,988	245.8	166.5	236.3	140.0	11.2	1.7	2.5	1.7	16.7	40.0	46.4	129.3	1038.2
26	1,989	245.3	155.6	202.1	74.7	19.8	9.7	1.8	25.8	37.7	65.8	65.5	139.8	1043.5
27	1,990	199.4	119.8	108.4	85.5	12.0	56.0	1.1	9.7	26.1	110.7	133.4	135.6	997.8
28	1,991	207.7	185.6	127.0	71.3	20.0	35.1	0.4	3.3	23.2	85.4	87.8	121.4	968.2
29	1,992	190.0	146.3	108.1	39.5	7.9	11.9	27.4	24.5	21.2	81.7	141.8	100.1	900.3
30	1,993	273.0	127.6	129.8	76.0	19.2	5.2	10.9	29.4	41.6	82.2	164.5	244.4	1203.8
31	1,994	259.3	207.3	215.0	81.1	27.1	1.1	0.0	2.2	32.0	85.7	109.0	216.6	1236.4
32	1,995	184.5	194.3	161.0	52.2	20.5	1.5	13.5	11.2	49.6	30.0	111.7	172.5	1002.5
33	1,996	218.8	133.6	141.4	46.3	10.1	0.6	0.8	15.0	27.5	76.4	116.8	179.8	967.0
34	1,997	219.5	199.1	188.0	49.9	15.9	0.4	6.6	25.2	41.4	56.6	174.8	177.1	1154.4
35	1,998	205.1	157.0	117.6	35.2	5.9	3.0	0.2	30.4	21.9	61.4	113.4	145.3	896.3
36	1,999	215.6	235.6	122.4	82.4	27.7	2.0	1.7	1.5	65.7	39.7	50.6	164.8	1009.8
37	2,000	235.3	191.3	161.6	47.5	28.1	10.5	3.4	23.8	26.6	81.0	37.1	158.8	1005.1
38	2,001	309.1	217.3	224.1	86.7	34.8	3.6	18.3	21.9	30.6	83.7	109.1	147.2	1286.5
39	2,002	211.0	261.2	207.5	90.0	25.7	3.8	24.5	23.2	33.4	87.4	141.1	174.2	1283.0
40	2,003	214.5	201.5	187.1	64.4	13.6	8.0	7.5	32.4	13.7	70.8	57.1	190.0	1060.6
41	2,004	310.4	225.5	153.6	51.3	11.1	14.9	12.3	26.6	38.8	47.5	111.5	142.3	1145.8
42	2,005	144.5	210.7	173.3	72.9	4.9	4.0	2.9	13.9	23.8	53.2	109.7	125.1	938.9
43	2,006	252.0	197.0	173.8	80.8	9.8	11.9	1.0	11.7	8.0	94.7	138.3	176.8	1156.0
44	2,007	261.8	149.7	247.0	101.5	18.6	1.7	4.2	5.4	10.7	73.0	122.6	179.2	1175.3
45	2,008	208.6	159.0	142.1	44.9	21.9	5.1	1.6	12.3	16.2	80.5	106.5	173.2	971.8
46	2,009	162.3	163.4	119.4	34.3	8.7	0.4	9.2	4.4	25.5	25.2	155.5	141.0	849.2
47	2,010	337.4	200.0	224.1	55.3	14.8	2.9	3.7	7.5	13.6	94.2	57.8	218.4	1229.6
48	2,011	192.1	213.7	210.0	101.0	14.8	6.8	9.6	3.8	137.0	60.1	66.3	247.9	1263.1
49	2,012	198.3	282.1	136.3	74.5	8.8	4.9	7.0	4.2	42.2	37.0	164.0	260.9	1220.2
50	2,013	251.4	257.5	155.3	50.5	20.2	5.2	2.4	23.6	16.5	147.1	155.9	221.2	1306.8
51	2,014	230.2	192.0	149.1	69.9	16.5	0.4	3.3	23.2	26.7	117.4	154.7	197.2	1180.4
52	2,015	243.0	233.5	132.9	55.4	14.2	2.0	4.0	8.9	12.2	47.8	50.7	135.7	940.2
53	2,016	213.7	192.5	121.1	61.0	3.9	4.1	7.7	5.4	29.1	81.7	196.7	158.9	1075.8
54	2,017	174.2	188.4	192.6	57.8	13.0	11.0	4.9	7.7	36.1	114.0	87.3	135.5	1022.5
N° Datos		54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Media		**223.92**	**188.85**	**164.71**	**71.81**	**16.09**	**6.26**	**6.56**	**15.43**	**34.93**	**73.19**	**107.36**	**160.17**	**1,069.3**
Desv. Estandar		55.36	38.39	35.66	25.63	11.25	8.93	6.37	12.36	21.50	27.46	41.37	38.79	129.27
P. 50%		223.9	188.9	164.7	71.8	16.1	6.3	6.6	15.4	34.9	73.2	107.4	160.2	1,069.3
P. 75%		186.6	163.0	140.7	54.5	8.5	0.2	2.3	7.1	20.4	54.7	79.5	134.0	851.4
PE 75% *		86.40	86.40	85.17	47.29	7.65	0.22	2.03	6.38	18.38	47.40	65.13	84.50	536.95
Coef. Variacion		0.25	0.20	0.22	0.36	0.70	1.42	0.97	0.80	0.62	0.38	0.39	0.24	0.12
Prec. Max.		416.8	282.1	247.0	140.0	67.7	56.0	27.4	65.1	137.0	147.1	202.6	260.9	416.8
Prec. Min.		120.6	119.8	105.7	28.6	3.6	0.0	0.0	1.5	8.0	25.2	37.1	94.6	0.0

* Precipitación Efectiva obtenido mediante el Método del United States Bureau Of Reclamatión (U.S.B.R.)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Anexo N° 99

PRECIPITACION MEDIA MENSUAL
AREA DE LOS CULTIVOS
(mm)

AREA DE LOS CULTIVOS				Latitud : 13°59'28.3" S						Departamento : Cusco				
				Longitud : 71°22'18.7" W						Provincia : Canchis				
				Altitud : 3554.00 msnm						Distrito : Checacupe				
N° REG.	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964	140.8	137.4	124.5	37.8	4.4	0.4	1.5	1.9	34.4	40.2	64.4	120.8	708.6
2	1,965	136.9	96.1	97.3	56.8	7.3	1.2	1.3	3.1	43.9	69.1	64.7	130.8	708.4
3	1,966	104.7	176.3	110.1	26.8	15.6	0.1	1.4	14.5	22.5	72.7	59.8	97.2	701.6
4	1,967	111.8	160.2	102.3	16.1	7.6	0.7	9.3	20.5	23.5	75.6	57.6	131.4	716.7
5	1,968	161.3	122.3	86.4	35.2	6.6	2.4	19.9	9.7	22.0	80.6	106.2	73.8	726.4
6	1,969	183.9	77.9	137.6	91.4	14.3	8.5	13.4	3.9	24.2	45.6	51.0	113.8	765.6
7	1,970	155.7	125.7	110.2	52.2	5.0	3.1	7.9	10.4	103.9	60.2	50.0	155.5	839.7
8	1,971	134.9	185.1	111.9	60.6	3.8	1.7	1.7	8.2	13.7	81.6	42.0	124.2	769.5
9	1,972	150.9	86.8	111.8	37.7	2.8	1.2	5.2	17.0	22.1	33.8	48.4	127.9	645.5
10	1,973	238.5	128.9	102.8	70.2	10.4	2.1	5.9	14.4	15.1	55.2	68.0	147.1	858.5
11	1,974	164.8	141.2	115.3	98.3	3.5	4.2	2.7	38.7	25.3	48.0	55.8	80.3	778.0
12	1,975	128.6	130.3	117.4	58.7	15.5	4.0	0.7	8.8	49.7	35.3	50.6	121.7	721.2
13	1,976	150.5	123.7	121.6	60.3	15.3	5.6	3.5	2.6	25.1	24.9	53.6	105.1	691.8
14	1,977	145.2	155.3	92.5	39.7	8.0	1.4	21.2	3.5	31.5	52.6	156.5	75.9	783.2
15	1,978	331.5	151.8	89.9	69.3	11.3	0.0	1.0	3.6	43.0	26.7	86.1	127.0	941.0
16	1,979	176.4	119.7	122.2	65.4	33.0	1.7	1.2	2.1	21.8	50.9	84.4	131.7	810.5
17	1,980	129.4	124.2	144.9	103.9	17.2	0.2	3.3	8.0	31.1	71.9	77.6	93.9	805.7
18	1,981	104.3	113.7	104.1	41.1	5.9	5.2	4.1	5.9	60.4	75.0	123.6	102.8	746.3
19	1,982	205.3	118.3	139.1	103.7	5.4	3.2	0.8	15.4	40.9	72.4	98.6	92.2	895.2
20	1,983	124.8	108.3	119.1	34.7	2.2	3.0	2.4	13.6	20.2	38.0	54.3	103.7	624.4
21	1,984	207.9	166.9	119.1	57.1	5.4	4.6	0.6	22.4	18.2	76.5	89.8	80.8	849.2
22	1,985	202.0	148.4	107.6	77.1	41.4	10.3	3.2	7.4	44.0	92.9	128.2	112.3	975.0
23	1,986	100.3	127.4	122.0	70.2	7.2	1.5	2.1	12.5	33.9	29.9	60.9	148.5	716.3
24	1,987	241.9	103.3	75.0	41.7	3.8	3.9	10.7	3.0	10.2	34.4	82.6	104.0	714.5
25	1,988	184.3	114.2	149.7	95.1	9.6	1.3	2.4	0.6	14.5	22.9	40.9	82.9	718.3
26	1,989	178.1	115.3	134.1	43.6	10.6	3.8	1.2	17.3	24.8	57.9	54.0	102.1	742.8
27	1,990	137.7	85.8	89.0	75.7	8.4	49.8	0.2	5.8	18.9	69.8	96.3	90.8	728.4
28	1,991	150.4	162.6	84.7	60.1	12.3	32.0	0.3	3.2	12.8	63.3	70.3	72.4	724.4
29	1,992	146.1	105.5	84.6	31.9	7.4	9.5	14.3	16.2	12.1	66.2	100.9	79.6	674.3
30	1,993	193.5	116.6	85.2	37.0	14.6	2.2	6.1	16.9	23.8	66.8	103.1	188.4	854.2
31	1,994	194.6	146.6	143.6	50.0	12.2	0.5	0.0	1.9	21.4	64.8	74.4	150.3	860.3
32	1,995	140.3	130.4	126.3	35.5	11.4	0.7	4.7	4.6	30.4	23.8	88.4	130.0	726.5
33	1,996	168.4	96.9	105.9	42.0	10.6	0.2	0.1	16.0	23.0	68.4	67.2	136.5	735.2
34	1,997	158.7	151.8	140.4	28.8	11.9	0.2	3.2	13.8	18.8	51.8	130.7	121.7	831.8
35	1,998	147.3	126.5	96.8	27.4	3.6	2.0	0.2	8.6	10.7	55.0	91.4	111.2	680.7
36	1,999	149.8	154.3	83.9	65.6	10.7	1.7	1.6	1.1	32.0	32.2	39.4	111.7	684.1
37	2,000	164.1	152.8	111.6	32.5	11.2	9.7	3.2	11.5	21.1	62.9	32.2	119.7	732.4
38	2,001	235.3	163.5	169.8	47.6	16.8	2.5	15.4	14.2	17.9	64.9	81.1	134.2	963.3
39	2,002	172.6	204.8	159.4	56.4	13.9	2.8	24.0	16.9	32.6	63.7	103.6	127.9	978.5
40	2,003	161.0	161.9	144.5	49.7	12.0	6.7	6.9	16.1	13.0	56.5	51.0	132.1	811.4
41	2,004	223.9	157.2	104.6	43.3	12.4	12.3	9.8	17.8	39.8	40.1	64.1	118.7	844.0
42	2,005	121.6	137.6	123.3	46.1	2.6	3.8	2.6	8.9	10.4	48.0	78.4	97.4	680.7
43	2,006	177.7	164.3	120.1	75.5	2.5	9.5	0.7	9.4	5.5	68.6	89.4	138.8	862.0
44	2,007	181.2	119.3	179.8	75.3	11.0	1.6	3.4	2.6	6.3	57.6	85.8	124.3	848.2
45	2,008	149.0	129.2	110.1	33.7	12.0	3.8	1.0	4.5	12.6	64.5	83.5	130.3	734.2
46	2,009	130.1	128.4	85.8	28.1	6.9	0.4	7.8	2.6	17.9	22.3	160.3	116.0	706.5
47	2,010	259.8	133.7	139.9	36.0	5.3	1.7	2.3	8.4	9.2	65.3	52.2	166.1	879.8
48	2,011	148.5	168.3	144.9	60.1	7.9	4.4	7.8	4.4	57.3	49.3	48.0	192.9	893.8
49	2,012	137.9	214.2	100.4	57.5	3.9	4.5	4.9	2.7	32.1	33.4	107.8	190.7	889.9
50	2,013	175.2	170.8	97.8	33.7	13.1	3.6	2.0	17.2	13.1	101.1	110.9	184.0	922.6
51	2,014	163.3	135.5	101.8	52.1	9.8	0.2	2.6	12.5	25.9	77.8	90.7	150.3	822.5
52	2,015	172.0	167.7	97.5	48.0	14.4	1.6	3.1	4.1	9.7	40.6	40.7	110.6	710.0
53	2,016	179.9	147.5	83.9	55.3	3.1	2.9	6.0	4.2	18.2	58.1	127.6	103.9	790.5
54	2,017	119.7	165.3	138.9	38.8	13.8	6.0	5.0	2.2	21.2	78.3	66.6	94.7	750.5
N° Datos		54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Media		**165.81**	**138.10**	**115.24**	**53.11**	**10.16**	**4.67**	**4.96**	**9.58**	**25.69**	**56.30**	**78.62**	**120.60**	**782.9**
Desv. Estandar		42.44	28.62	23.71	20.65	6.88	7.94	5.51	7.20	16.47	18.75	29.58	29.47	88.19
P. 50%		165.8	138.1	115.2	53.1	10.2	4.7	5.0	9.6	25.7	56.3	78.6	120.6	**782.9**
P. 75%		137.2	118.8	99.2	39.2	5.5	0.0	1.2	4.7	14.6	43.6	58.7	100.7	**623.5**
PE 75% *		84.82	81.36	75.02	34.62	4.97	0.00	1.12	4.25	13.13	38.41	50.41	75.76	463.87
Coef. Variacion		0.26	0.21	0.21	0.39	0.68	1.70	1.11	0.75	0.64	0.33	0.38	0.24	0.11
Prec. Max.		331.5	214.2	179.8	103.9	41.4	49.8	24.0	38.7	103.9	101.1	160.3	192.9	331.5
Prec. Min.		100.3	77.9	75.0	16.1	2.2	0.0	0.0	0.6	5.5	22.3	32.2	72.4	0.0

* Precipitación Efectiva obtenido mediante el Método del United States Bureau Of Reclamatión (U.S.B.R.)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 100

DATOS BASICOS, GENERACION DE CAUDALES MENSUALES, AÑO PROMEDIO				
NOMBRE DEL PROYECTO =				
NOMBRE DE CUENCA =	**CUENCA MENOR**			
NOMBRE DEL RIO =	**PITUMARCA**			
LUGAR DE AFORO =	**UCHULLUCLLO**			
Distrito =	**Checacupe**	**Latitud =**	**13° 59' 42.33"**	
Provincia =	**Canchis**	**Longitud =**	**71° 04' 47.25"**	
Departamento =	**Cusco**	**Altitud =**	**4783**	msnm.
Area de la cuenca en Km² =		**A =**	**514.20**	Km²
Altura media de la Cuenca msnm =		**Hm =**	**4783**	msnm.
Temp. Med. anual Est Referen °C =	**SICUANI**	**Te =**	**11.4**	ºC
Altura est. referencia msnm =	**SICUANI**	**Hr =**	**3550**	msnm.
Lat. Sur C.G. cuenca º ' "=	**135943**	**LS =**	**13° 59' 42.33"**	
Long. Oeste C.G. De la cuenca º ' " =		**LW =**	**71° 04' 47.25"**	
Retención de la cuenca mm/año =		**R =**	**94.4**	**mm/año**
Duración de la temporada seca días =		**TD =**	**214.0**	Días
Precipitación media cuenca mm/año =		**Pc =**	**1097.6**	mm/año.
Radiación extraterrestre cuenca mm/año =		**Ra =**	**5270.1**	mm/año

TEMPERATURA MEDIA DE LA CUENCA (ºC)			
Tc = (Te - (0.0066 x (Hm-Hr)))	Tc =	3.2	ºC
F = 1.8 x Tc + 32	F =	37.8	ºF

E. T. P. DE LA CUENCA		
ETP = 0.0075 x 0.075 x Ra x (50)½ x F x (1 + 0.06 x Hm/1000)	**1019.7**	mm/año
Coef. Temperatura ºC Ct=300 + 25 x Tc + 0.05 x Tc³	382.2	
Deficit de Escurr (Do, D1): Do = 0.872 x Pc + 1.032 x ETP - 1380	629.4	
D1=Pc / (0.9 + Pc²/Ct²)½	362.9	

Coeficiente de escurrimiento (C)		
C1= 0.914-2.36E-4 x Pc - 0.0581 x Tc	C1 =	0.47
C2= 0.682-0.0526 x Tc - 1.36E-4 x Tc²	C2 =	0.51
C3= 1.813-1.87E-4 x Pc - 1.12E-3 x ETP	C3 =	0.47
C4= 5.21-7.31E-3 x ETP + 2.68E-6 x ETP²	C4 =	0.54
C5= 3.16E12 x Pc^0.571 x ETP^-3.686	C5 =	0.47
C6= 6.47 - 0.0691 x Ln(Pc) - 0.8 x Ln(ETP)	C6 =	0.44
C7= (Pc -Do) / Pc	C7 =	0.43
C8= (Pc -D1) / Pc	C8 =	0.67
Desición para hallar el coeficiente de escurrimiento = C		
C = (C1+C2+C3+C4+C5+C6+C7)/7 =	**C =**	**0.43**

DETERMINACION DEL COEFICIENTE DE AGOTAMIENTO (a)		
a1 = -0.00252 x Ln(Ar) + 0.034	a1 =	0.01827
a2 = -0.00252 x Ln(Ar) + 0.030	a2 =	0.01427
a3 = -0.00252 x Ln(Ar) + 0.026	a3 =	0.01027
a4 = -0.00252 x Ln(Ar) + 0.023	a4 =	0.00727
a5 =3.1249E67 x A^(-0.1144) x ETP^(-19.336) x TD^(-3.369) x R^(-1.429)	a5 =	0.02184
Coeficiente de agotamiento según aforos periodo seco del río Pitumarca, lo expresa el libro:		
a6 = "Generacion de Caudales Mensuales en la Sierra Peruana 1980" Pag. 14.	a6 =	0.00260
Desición para hallar el coeficiente de agotamiento =	**a1 =**	**0.00260**

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 101

Cálculo de Coef. agotamiento con Aforos Puntuales:			
Formula:	Qt = Qo * $e^{(-a*t)}$		
Periodo (días)	Fecha	Caudal (l/s)	a (1/día)
29	04/07/2011	2266	-0.002959
	02/08/2011	2469	
35	02/08/2011	2469	-0.002258
	06/09/2011	2672	
31	21/05/2012	3160	0.005629
	21/06/2012	2654	
28	21/06/2012	2654	0.005519
	19/07/2012	2274	
35	19/07/2012	2274	0.000101
	23/08/2012	2266	
26	23/08/2012	2266	-0.006267
	18/09/2012	2667	
30	01/04/2013	6124	0.022877
	01/05/2013	3083	
31	01/05/2013	3083	0.009762
	01/06/2013	2278	
30	01/06/2013	2278	0.001711
	01/07/2013	2164	
31	01/07/2013	2164	-0.002974
	01/08/2013	2373	
31	01/08/2013	2373	-0.006190
	01/09/2013	2875	
31	26/05/2014	3101	0.005771
	26/06/2014	2593	
30	26/06/2014	2593	0.003096
	26/07/2014	2363	
		Promedio	**0.00260**

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 102

GENERACION DE CAUDALES MENSUALES PARA EL AÑO PROMEDIO
MODELO HIDROLOGICO
RIO PITUMARCA - CUENCA MENOR

GENERACION DE CAUDALES MENSUALES PARA EL AÑO PROMEDIO

MES	PRECIPITACION MENSUAL					CONTRIBUCION * RETENCION				CAUDALES MENSUALES			PARAMETROS REGRESION		
	TOTAL	E F E C T I V A				GASTO		ABASTO							
	P	PE I	PE II	PE III	PE	bi	Gi	ai	Ai	GENERADOS		AFOR.	Q t	Q t - 1	PE t
	mm	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	m³/s	m³/s	mm/mes	mm/mes	mm/mes
JUL	6.80	0.0	0.8	1.7	0.8	0.73	13.39			14.2	2.726	2.267	14.2	15.3	0.8
AGO	15.71	0.0	1.7	3.5	1.7	0.67	12.29			14.0	2.688	2.339	14.0	14.2	1.7
SET	35.57	0.4	3.7	7.2	3.6	0.62	11.37			15.0	2.976	2.713	15.0	14.0	3.6
OCT	75.18	3.6	12.6	21.6	12.4	0.57	10.45			22.9	4.396	3.884	22.9	15.0	12.4
NOV	109.91	11.8	30.5	49.5	30.0			-0.05	4.7	25.3	5.019	7.148	25.3	22.9	30.0
DIC	164.80	44.6	78.4	105.1	77.6			-0.35	33.1	44.5	8.543	11.240	44.5	25.3	77.6
ENE	230.09	109.5	143.7	170.4	142.9			-0.40	37.8	105.1	20.177	19.109	105.1	44.5	142.9
FEB	194.27	73.7	107.9	134.6	107.1			-0.20	18.9	88.2	18.747	18.821	88.2	105.1	107.1
MAR	168.84	48.3	82.4	109.1	81.6			0.00	0.0	81.6	15.666	14.062	81.6	88.2	81.6
ABR	73.62	3.4	12.1	20.7	11.9	0.92	16.87			28.8	5.713	6.187	28.8	81.6	11.9
MAY	16.27	0.0	1.8	3.6	1.8	0.85	15.59			17.4	3.340	3.139	17.4	28.8	1.8
JUN	6.48	0.0	0.8	1.6	0.8	0.79	14.49			15.3	3.035	2.558	15.3	17.4	0.8
TOT.	1097.6	295.3	476.4	628.6	472.2	5.15	94.45	-1.00	94.45	472.3	7.752	7.789	472.3	472.3	472.2

Estadisticos Regresión Triple **b1=** 8.664 **b2=** 0.218 **b3=** 0.562 **r=** 0.985 **S=** 6.396

Ecuación de generación :

CMt= 8.664 + 0.218x CMt-1 + 0.562 x PEt + 1.104 x Z Z= Número aleatorio **$S(1-r^2)^{½}$ =** 1.104

Donde:

P : Precipitación total

PE(I,II y III): Precipitacion Efectiva (Curvas I, II y III)

CM : Caudal Mensual

Qt: Caudal del mes t

Ai: Abastecimiento de la retención

Gi: Gasto de la Retención

ai: Coeficiente de Agotamiento

bi: Coefifiente de Almacenamiento

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 103

NUMEROS ALEATORIOS VALUADOS ENTRE (Z) =									(MEDIA, D.STD)			0.0	1.0
Nº	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	1964	1.345	1.149	0.865	0.548	-1.460	1.091	1.091	0.398	-1.578	-1.221	1.165	-0.067
2	1965	0.596	0.034	-0.487	1.429	-0.730	-1.040	-0.760	1.436	0.906	-1.097	1.131	-1.291
3	1966	-0.733	0.385	-0.019	-0.618	-1.359	-1.269	0.959	-1.270	-0.692	-0.356	1.475	0.320
4	1967	-0.822	-0.725	-0.755	1.137	0.605	-0.260	-0.634	-1.312	0.991	-0.675	0.505	-0.242
5	1968	-1.352	0.355	-1.141	0.082	0.023	-1.525	-1.267	-0.644	-1.581	-1.582	-1.577	1.350
6	1969	-1.046	1.376	-0.984	0.128	-0.485	1.675	0.869	1.528	1.094	1.659	0.763	0.466
7	1970	0.989	-1.034	-0.918	0.331	-1.496	-0.913	-0.594	-1.479	-0.099	-0.791	0.946	-0.011
8	1971	-0.592	-0.566	-1.170	1.274	-0.884	-1.241	-1.375	-1.034	-0.066	1.248	1.588	-1.296
9	1972	-0.978	0.536	1.448	1.005	-0.491	0.020	1.414	-1.514	-0.331	-0.540	-0.987	-0.192
10	1973	-1.025	-1.106	-1.110	0.183	-0.301	1.085	-0.589	-0.345	-1.063	0.813	1.515	0.339
11	1974	-1.502	-0.808	-0.217	-0.171	1.399	0.192	-0.482	1.094	-0.512	1.111	0.273	0.291
12	1975	-0.679	-0.118	-1.609	0.263	-0.674	-1.650	-1.282	-1.642	0.670	-0.313	0.491	0.075
13	1976	0.144	1.398	-1.492	0.888	1.724	-0.529	-1.080	0.364	0.605	-1.637	1.280	0.630
14	1977	-1.139	0.169	0.866	0.147	0.605	0.672	-0.017	0.680	-1.389	-1.277	-0.301	0.830
15	1978	1.502	-1.019	1.429	-0.871	-0.296	0.709	-1.280	-0.823	-1.101	-1.520	-1.189	-0.135
16	1979	0.859	-1.487	0.414	0.048	0.475	-0.863	-1.389	-1.109	0.878	-0.657	1.076	1.028
17	1980	-0.593	-0.055	-0.440	-1.534	-0.566	1.526	-0.488	-1.164	0.546	1.234	0.429	-0.967
18	1981	-0.445	0.447	0.590	-0.002	1.123	-1.551	-1.460	0.271	-0.250	0.817	-1.479	-0.110
19	1982	1.165	1.687	1.045	-0.084	0.618	-1.415	-0.444	-0.027	1.683	-0.750	0.120	-0.366
20	1983	0.498	-1.639	-0.668	-0.427	-0.711	0.277	0.941	-0.032	0.040	0.207	-0.347	-0.380
21	1984	0.198	0.702	-0.970	-0.061	-0.771	0.048	-1.398	-0.320	-0.616	1.538	1.116	-1.424
22	1985	-0.147	0.169	-0.229	-0.436	0.153	0.493	0.004	-1.272	0.851	-1.470	1.381	1.662
23	1986	-0.485	-0.399	1.168	1.284	0.694	-0.650	1.628	0.964	1.196	1.635	-0.763	-0.184
24	1987	-1.399	-0.220	1.254	-1.459	1.355	0.867	0.212	0.816	0.436	-0.356	-0.859	-0.926
25	1988	-0.483	-0.814	-0.396	0.911	-1.340	1.367	1.196	1.659	-0.300	-1.220	0.735	-0.967
26	1989	-0.212	1.617	-0.320	-1.457	-1.428	1.076	-1.108	1.508	1.598	-0.456	0.548	0.839
27	1990	1.476	-1.100	1.623	0.079	0.535	0.959	-1.065	1.493	0.888	-0.772	1.658	-1.269
28	1991	0.124	-1.456	1.281	1.558	-0.350	-0.328	-0.911	0.593	-0.844	-0.504	-0.581	-1.206
29	1992	0.234	-1.132	1.657	1.197	0.540	-1.158	0.171	0.359	-0.974	-0.574	0.967	1.248
30	1993	-1.051	-1.128	-0.848	-1.572	-1.417	0.614	-1.530	0.891	-0.273	1.461	-0.891	-1.581
31	1994	-0.646	0.987	0.692	-1.598	-0.664	-1.085	-0.811	-0.133	1.217	-1.220	-0.643	-1.310
32	1995	0.734	-0.510	0.896	1.494	-1.345	1.117	-0.046	-0.304	-1.064	1.428	1.000	-0.143
33	1996	-1.504	-0.192	0.915	-0.987	1.143	1.646	1.723	-0.383	1.611	0.009	-0.389	-0.121
34	1997	0.307	1.203	-1.555	0.048	-1.356	-0.757	0.332	-1.481	1.709	-0.510	-0.485	1.511
35	1998	-1.531	-0.030	0.923	-0.605	-1.239	0.146	-1.239	1.131	-0.164	-0.017	-1.120	1.139
36	1999	0.112	1.207	-1.410	-0.022	1.640	-0.082	1.725	0.376	0.231	-1.387	0.498	0.306
37	2000	-0.946	1.212	-0.994	1.475	-1.508	-1.517	0.356	-0.941	-0.328	1.628	0.872	-0.875
38	2001	1.059	-1.483	-0.674	1.677	1.464	1.362	1.499	0.070	-1.096	-0.082	-0.312	-1.096
39	2002	1.256	-0.733	-0.174	-0.390	-0.013	0.475	1.407	1.550	1.316	-1.372	-0.183	-1.035
40	2003	-1.234	0.608	1.612	0.450	1.130	-0.073	-1.206	1.020	0.907	1.502	1.042	-1.629
41	2004	1.682	-1.008	-1.656	-0.579	0.754	1.648	1.242	1.076	-0.959	-1.628	0.242	0.613
42	2005	1.050	-0.698	-0.077	1.314	0.607	0.563	-1.122	-1.159	1.449	0.607	0.425	-0.418
43	2006	0.526	-1.087	0.399	0.276	-0.468	0.982	0.928	1.628	-1.566	-0.516	0.932	0.153
44	2007	-0.106	0.204	-0.902	0.029	-0.743	-0.044	1.405	1.414	-0.215	0.057	0.990	-0.910
45	2008	1.371	1.630	0.828	-0.980	0.092	0.135	-0.770	-0.380	-1.253	0.206	0.893	-1.186
46	2009	-1.381	-0.772	1.011	-1.019	1.320	-0.974	1.532	-1.560	1.371	-0.920	1.484	1.287
47	2010	0.535	-1.523	1.190	1.566	-0.683	0.916	-1.595	-1.289	-1.286	-0.723	1.136	-0.275
48	2011	0.121	0.781	1.303	0.096	0.704	0.864	0.350	-0.599	1.126	-1.136	-0.543	-0.770
49	2012	1.120	-1.544	-1.255	1.225	-1.446	0.632	1.422	-0.591	-1.111	0.147	0.122	-1.461
50	2013	-1.165	0.376	0.787	1.628	1.680	0.419	-0.782	1.160	1.382	-0.903	-1.483	0.039
51	2014	1.303	-0.622	0.312	1.241	1.576	-0.249	-1.629	0.567	0.250	-0.330	-0.680	0.814
52	2015	-0.040	-1.597	-0.621	0.075	-1.582	1.213	0.595	-1.325	-0.790	-0.769	0.687	0.685
53	2016	0.228	-0.377	-0.252	0.740	1.316	-0.388	1.317	-0.999	0.294	1.095	-0.691	0.729
54	2017	-0.402	0.920	-0.877	-0.253	0.991	1.265	1.471	1.595	-1.168	-1.294	0.258	-0.090

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 104

CAUDALES GENERADOS PARA LA CUENCA EN EN mm.

b1 = 8.664
b2 = 0.218
b3 = 0.562 S·(1 - r²)^½ = 1.104
S = 6.396 Q. Anterior = 11.24 mm.
r = 0.985 **CMt= 8.664 + 0.218 x CMt-1 + 0.562 x PEt + 1.104 x Z**

Nº	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964	65.3	88.6	78.5	31.1	14.3	13.1	13.2	12.2	11.7	15.4	23.8	51.4	34.9
2	1965	76.6	58.4	51.6	27.6	14.4	10.8	10.3	12.9	16.7	20.0	25.7	74.1	33.3
3	1966	61.9	91.2	64.8	24.2	13.9	10.3	12.2	14.7	13.3	22.4	24.3	43.3	33.0
4	1967	61.4	109.9	76.1	28.2	16.2	12.0	11.3	11.2	14.7	22.0	24.5	66.6	37.8
5	1968	105.9	100.7	58.3	24.9	14.9	10.5	10.8	11.5	11.3	27.0	42.3	32.0	37.5
6	1969	111.7	62.4	89.9	56.9	21.5	15.9	14.1	13.8	14.8	17.4	19.1	40.0	39.8
7	1970	98.1	97.3	67.1	29.9	14.1	11.0	11.1	10.1	24.3	22.1	23.0	97.0	42.1
8	1971	87.3	111.1	73.8	34.1	15.5	10.8	9.7	10.5	12.8	29.1	20.6	52.8	39.0
9	1972	92.9	54.8	75.3	30.0	15.0	12.1	13.3	11.8	12.5	12.8	15.8	58.1	33.7
10	1973	158.6	101.2	71.8	36.4	17.4	13.9	11.6	11.9	11.7	19.2	26.1	66.5	45.5
11	1974	108.0	108.6	85.0	46.9	20.9	13.9	11.4	15.5	13.0	16.4	20.8	37.7	41.5
12	1975	63.9	78.5	68.7	31.8	16.3	10.8	9.7	9.7	15.7	15.5	18.9	60.5	33.3
13	1976	98.6	73.6	80.7	33.7	19.1	12.9	10.7	11.9	14.1	11.9	17.9	34.7	35.0
14	1977	73.7	110.7	63.5	25.9	15.8	13.0	12.5	12.5	12.5	15.3	78.3	46.0	40.0
15	1978	210.9	147.6	71.5	36.3	17.4	13.2	10.2	10.6	13.3	12.0	25.8	68.8	53.1
16	1979	111.8	75.3	84.1	39.6	23.2	12.9	10.1	9.8	13.2	15.6	30.4	74.3	41.7
17	1980	75.4	73.6	99.6	44.1	19.1	14.5	11.6	10.5	13.5	27.1	34.2	30.4	37.8
18	1981	38.7	52.6	49.5	22.8	15.5	10.9	9.9	11.5	14.5	30.6	53.4	57.7	30.6
19	1982	116.8	75.9	102.2	47.7	20.2	11.9	10.8	12.2	15.6	24.9	48.3	37.3	43.6
20	1983	63.9	58.8	58.8	25.8	13.7	12.4	12.6	12.6	12.7	15.3	16.2	32.3	27.9
21	1984	136.7	112.5	80.0	35.4	16.2	13.0	10.1	11.9	11.6	31.3	52.7	37.4	45.7
22	1985	121.4	116.3	84.9	43.8	21.8	14.8	12.2	10.4	17.9	30.7	67.9	63.5	50.5
23	1986	58.1	83.7	92.5	53.4	21.9	12.8	13.6	14.3	16.3	16.0	20.5	65.9	39.1
24	1987	159.0	75.6	43.2	20.6	15.2	13.3	12.9	12.7	12.8	14.6	37.1	52.1	39.1
25	1988	113.8	79.2	112.6	66.2	22.3	15.2	13.5	13.5	12.3	12.5	15.4	37.9	42.9
26	1989	108.6	75.4	93.3	34.8	15.8	13.9	10.6	14.1	15.8	17.3	18.8	45.4	38.6
27	1990	86.1	48.5	39.1	27.6	16.1	17.3	11.3	13.4	14.1	28.8	45.7	46.7	32.9
28	1991	89.9	86.6	54.3	29.1	15.8	13.9	10.7	11.9	11.7	20.7	23.6	34.8	33.6
29	1992	76.5	59.9	41.0	21.4	14.5	11.3	12.9	13.3	11.7	19.6	47.3	35.2	30.4
30	1993	124.3	62.4	47.4	24.4	13.6	12.7	10.4	13.7	13.9	22.4	57.9	112.9	43.0
31	1994	134.6	109.7	108.0	39.2	18.0	11.5	10.3	10.9	14.3	20.6	29.7	90.3	49.8
32	1995	87.3	89.8	74.0	30.1	14.9	13.3	12.3	11.7	13.3	15.0	31.8	65.8	38.3
33	1996	99.0	59.3	56.1	23.0	15.6	13.9	13.6	12.2	14.8	19.7	32.6	70.9	35.9
34	1997	101.2	97.7	87.3	31.1	14.9	11.1	11.9	11.1	15.5	15.7	63.9	78.0	44.9
35	1998	93.8	72.2	46.9	20.4	12.2	11.7	9.8	13.8	12.8	16.6	30.9	52.1	32.8
36	1999	94.7	117.1	56.1	30.1	18.6	12.8	13.5	12.1	17.0	13.3	15.7	58.6	38.3
37	2000	108.8	96.5	73.0	29.4	15.0	11.0	11.7	11.5	12.4	22.0	16.7	54.0	38.5
38	2001	152.4	117.9	115.0	45.5	22.2	15.3	14.8	13.3	12.1	20.8	31.0	51.4	51.0
39	2002	96.4	131.7	108.7	42.9	19.5	13.7	14.7	15.0	15.4	21.0	46.0	70.1	49.6
40	2003	98.0	99.7	92.2	34.7	18.4	13.1	10.7	14.0	13.6	19.9	18.7	72.2	42.1
41	2004	155.6	121.7	73.4	27.7	16.3	15.0	14.1	14.5	13.2	12.9	29.5	50.1	45.3
42	2005	57.7	92.3	79.2	34.1	17.1	13.3	10.5	10.6	14.0	16.2	30.3	40.0	34.6
43	2006	115.0	97.6	82.2	35.7	16.5	14.1	12.8	14.0	10.5	23.1	45.4	73.2	45.0
44	2007	126.1	73.7	116.8	49.2	19.7	13.0	13.4	13.5	12.1	18.6	36.9	70.4	47.0
45	2008	97.2	76.2	59.9	23.6	15.2	12.5	10.6	11.3	10.8	20.1	31.3	66.3	36.2
46	2009	67.7	69.9	47.6	20.0	15.1	10.9	13.3	10.2	13.9	12.2	55.8	56.5	32.8
47	2010	168.6	111.0	114.0	39.2	17.3	13.7	10.2	10.0	10.3	22.8	19.5	91.3	52.3
48	2011	92.5	106.3	105.7	46.2	20.4	14.5	12.9	11.1	39.7	21.0	18.4	108.8	49.8
49	2012	97.945	143.2	69.1	32.5	14.7	12.9	13.5	11.3	12.6	13.9	57.1	124.0	50.2
50	2013	130.3	136.6	79.5	31.2	18.6	13.5	10.9	13.8	14.2	47.9	58.4	102.1	54.7
51	2014	117.8	95.6	67.0	31.2	18.2	12.4	9.8	12.8	13.3	31.8	54.0	87.3	45.9
52	2015	118.6	119.1	62.8	26.7	13.7	13.1	12.5	10.5	10.9	13.4	16.0	42.4	38.3
53	2016	93.7	92.296	50.8	25.5	16.0	12.0	13.3	10.9	13.0	21.9	76.9	69.1	41.3
54	2017	74.2	87.7	89.4	32.3	17.7	14.6	13.8	13.9	12.6	29.2	25.9	44.6	38.0

Nº DATOS	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
SUMATORIA	5535.2	4945.7	4074.3	1815.8	917.3	698.0	640.4	660.6	762.3	1095.8	1848.7	3282.6	2189.7
MEDIA	102.504	91.587	75.450	33.626	16.986	12.926	11.860	12.233	14.116	20.292	34.235	60.788	486.603
DESV.STD	32.370	23.931	20.747	9.794	2.671	1.498	1.476	1.501	4.190	6.743	16.837	22.062	6.532
Q. AL 75%	80.671	75.446	61.456	27.020	15.184	11.916	10.865	11.221	11.290	15.744	22.878	45.907	389.598
MINIMO	38.722	48.546	39.130	19.972	12.152	10.306	9.674	9.743	10.292	11.937	15.393	30.432	27.927
MAXIMO	210.919	147.555	116.776	66.160	23.199	17.345	14.778	15.472	39.730	47.947	78.349	123.994	54.742

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 105

CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS (m³/s)

CUENCA	CUENCA MENOR	FUENTE:	Elab. propia

DISTRITO	Pitumarca	LAT.	13° 59' 42.33"	CUENCA:	CUENCA MENOR
PROVINCIA	Canchis	LONG.	71° 04' 47.25"	RIO :	PITUMARCA
DEPART.	Cusco	ALT.	4782 msnm		

ITEM	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964	12.543	18.184	15.073	6.160	2.749	2.589	2.533	2.339	2.328	2.954	4.714	9.860	6.835
2	1965	14.698	12.299	9.911	5.471	2.764	2.150	1.984	2.485	3.307	3.843	5.107	14.227	6.520
3	1966	11.876	19.052	12.447	4.808	2.666	2.044	2.340	2.829	2.629	4.305	4.823	8.313	6.511
4	1967	11.796	22.751	14.617	5.590	3.108	2.380	2.168	2.144	2.918	4.221	4.853	12.792	7.445
5	1968	20.330	20.658	11.195	4.936	2.856	2.076	2.082	2.204	2.250	5.184	8.391	6.147	7.359
6	1969	21.449	13.144	17.265	11.295	4.121	3.154	2.713	2.658	2.937	3.343	3.786	7.671	7.795
7	1970	18.832	20.319	12.877	5.927	2.707	2.190	2.136	1.939	4.815	4.241	4.568	18.617	8.264
8	1971	16.768	22.991	14.172	6.772	2.971	2.146	1.857	2.018	2.545	5.589	4.091	10.141	7.672
9	1972	17.828	11.238	14.462	5.956	2.886	2.408	2.559	2.268	2.487	2.467	3.144	11.145	6.571
10	1973	30.453	21.327	13.791	7.230	3.331	2.750	2.230	2.282	2.328	3.683	5.185	12.770	8.947
11	1974	20.740	22.685	16.321	9.310	4.006	2.761	2.187	2.970	2.582	3.141	4.129	7.235	8.172
12	1975	12.265	16.252	13.182	6.316	3.125	2.133	1.857	1.871	3.123	2.980	3.745	11.615	6.539
13	1976	18.929	15.100	15.495	6.692	3.671	2.554	2.049	2.276	2.793	2.292	3.546	6.671	6.839
14	1977	14.145	23.330	12.199	5.135	3.025	2.569	2.400	2.408	2.472	2.930	15.543	8.828	7.915
15	1978	40.492	30.813	13.732	7.196	3.348	2.628	1.960	2.029	2.638	2.296	5.123	13.209	10.455
16	1979	21.466	15.594	16.151	7.860	4.454	2.564	1.931	1.881	2.609	2.992	6.037	14.265	8.150
17	1980	14.474	15.108	19.121	8.748	3.660	2.881	2.226	2.014	2.673	5.207	6.788	5.842	7.395
18	1981	7.434	11.073	9.501	4.531	2.970	2.166	1.892	2.217	2.878	5.879	10.601	11.070	6.017
19	1982	22.418	15.850	19.612	9.458	3.882	2.354	2.079	2.333	3.096	4.784	9.590	7.170	8.552
20	1983	12.272	12.164	11.286	5.116	2.640	2.456	2.424	2.419	2.527	2.938	3.215	6.194	5.471
21	1984	26.253	23.085	15.368	7.015	3.113	2.576	1.935	2.292	2.302	6.004	10.461	7.186	8.966
22	1985	23.315	24.507	16.290	8.680	4.191	2.942	2.341	2.001	3.554	5.901	13.477	12.189	9.949
23	1986	11.161	17.474	17.755	10.585	4.213	2.548	2.618	2.736	3.226	3.078	4.074	12.648	7.676
24	1987	30.528	15.647	8.292	4.086	2.922	2.643	2.468	2.429	2.536	2.810	7.360	10.008	7.644
25	1988	21.841	16.251	21.621	13.125	4.287	3.009	2.587	2.601	2.444	2.395	3.054	7.269	8.374
26	1989	20.853	15.876	17.911	6.895	3.042	2.762	2.037	2.712	3.136	3.317	3.720	8.711	7.581
27	1990	16.530	10.138	7.512	5.483	3.083	3.441	2.177	2.576	2.796	5.521	9.065	8.974	6.441
28	1991	17.260	17.927	10.426	5.773	3.035	2.752	2.055	2.282	2.322	3.968	4.676	6.673	6.596
29	1992	14.685	12.300	7.879	4.246	2.780	2.252	2.473	2.558	2.330	3.767	9.374	6.764	5.950
30	1993	23.863	13.142	9.096	4.848	2.618	2.511	2.004	2.621	2.761	4.310	11.492	21.681	8.412
31	1994	25.831	22.918	20.735	7.769	3.459	2.276	1.972	2.096	2.831	3.963	5.882	17.344	9.756
32	1995	16.752	18.593	14.197	5.964	2.869	2.631	2.364	2.253	2.645	2.881	6.300	12.637	7.507
33	1996	19.002	12.171	10.777	4.554	2.997	2.761	2.619	2.337	2.926	3.789	6.475	13.610	7.001
34	1997	19.428	20.573	16.769	6.168	2.865	2.202	2.281	2.126	3.069	3.024	12.675	14.971	8.846
35	1998	18.009	15.068	9.010	4.045	2.333	2.320	1.891	2.641	2.535	3.178	6.136	10.004	6.431
36	1999	18.176	24.238	10.765	5.981	3.572	2.535	2.588	2.328	3.363	2.563	3.110	11.241	7.538
37	2000	20.887	19.805	14.016	5.824	2.879	2.174	2.243	2.215	2.459	4.221	3.313	10.365	7.533
38	2001	29.255	24.830	22.072	9.030	4.265	3.028	2.837	2.548	2.403	4.001	6.156	9.859	10.024
39	2002	18.508	27.512	20.875	8.501	3.737	2.721	2.826	2.875	3.054	4.034	9.125	13.450	9.768
40	2003	18.815	20.643	17.704	6.884	3.526	2.605	2.060	2.693	2.700	3.830	3.700	13.852	8.251
41	2004	29.881	24.967	14.090	5.488	3.123	2.973	2.711	2.784	2.619	2.485	5.851	9.617	8.882
42	2005	11.069	19.453	15.211	6.773	3.285	2.641	2.025	2.033	2.768	3.113	6.011	7.675	6.838
43	2006	22.083	20.391	15.785	7.073	3.173	2.803	2.464	2.696	2.091	4.436	9.005	14.052	8.838
44	2007	24.217	15.255	22.419	9.766	3.780	2.586	2.563	2.593	2.395	3.569	7.326	13.520	9.166
45	2008	18.668	15.638	11.496	4.673	2.914	2.477	2.044	2.174	2.134	3.853	6.203	12.735	7.084
46	2009	13.006	14.723	9.133	3.962	2.890	2.160	2.562	1.952	2.761	2.344	11.062	10.848	6.450
47	2010	32.365	23.186	21.891	7.767	3.329	2.713	1.950	1.916	2.042	4.373	3.874	17.520	10.244
48	2011	17.764	21.999	20.299	9.159	3.919	2.882	2.473	2.128	7.882	4.023	3.656	20.891	9.756
49	2012	18.804	29.381	13.274	6.455	2.828	2.561	2.599	2.162	2.497	2.660	11.318	23.804	9.862
50	2013	25.008	28.777	15.261	6.189	3.562	2.688	2.099	2.640	2.817	9.205	11.576	19.595	10.785
51	2014	22.620	19.968	12.867	6.197	3.501	2.457	1.882	2.463	2.647	6.098	10.712	16.758	9.014
52	2015	22.771	24.659	12.063	5.300	2.621	2.604	2.395	2.017	2.157	2.574	3.169	8.138	7.539
53	2016	17.996	18.941	9.750	5.051	3.062	2.384	2.548	2.083	2.588	4.209	15.253	13.268	8.094
54	2017	14.249	18.475	17.169	6.408	3.389	2.897	2.653	2.676	2.496	5.611	5.129	8.555	7.475

Nº DATOS	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
SUMATORIA	1062.65	1028.44	782.19	360.22	176.10	138.47	122.95	126.82	151.22	210.37	366.75	630.19	429.70	
MEDIA	19.679	19.045	14.485	6.671	3.261	2.564	2.277	2.349	2.800	3.896	6.792	11.670	95.489	
DESV.STD	6.214	4.989	3.983	1.943	0.513	0.297	0.283	0.288	0.831	1.295	3.340	4.235	1.286	
Q. AL 75%	15.487	15.680	11.798	5.361	2.915	2.364	2.086	2.155	2.239	3.023	4.539	8.813	76.460	
MINIMO	7.434	10.138	7.512	3.962	2.333	2.044	1.857	1.871	2.042	2.292	3.054	5.842	5.471	
MAXIMO	40.492	30.813	22.419	13.125	4.454	3.441	2.837	2.970	7.882	9.205	15.543	23.804	10.785	

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 106

Q %	CAUDALES DISPONIBLES CUENCA MENOR (m³/s)												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Q. al 50%	19.679	19.045	14.485	6.671	3.261	2.564	2.277	2.349	2.800	3.896	6.792	11.670	7.957
Q. al 75%	15.488	15.680	11.799	5.361	2.915	2.364	2.086	2.155	2.239	3.023	4.539	8.813	6.372
Q %	VOLUMEN (MMC)												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Q. al 50%	52.708	46.485	38.797	17.291	8.734	6.646	6.099	6.292	7.258	10.435	17.605	31.257	20.912
Q. al 75%	41.482	38.271	31.601	13.895	7.808	6.127	5.587	5.771	5.804	8.096	11.765	23.605	16.745

MMC = MILLONES DE METROS CUBICOS

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 107

DATOS BASICOS, GENERACION DE CAUDALES MENSUALES, AÑO PROMEDIO				
NOMBRE DEL PROYECTO =				
NOMBRE DE CUENCA =	CUENCA MAYOR			
NOMBRE DEL RIO =	PITUMARCA			
LUGAR DE AFORO =	CHECACUPE			
Distrito =	Checacupe	Latitud =	13° 55' 0.66"	
Provincia =	Canchis	Longitud =	71° 15' 3.25"	
Departamento =	Cusco	Altitud =	4656	msnm.
Area de la cuenca en Km² =		A =	688.2	Km²
Altura media de la Cuenca msnm =		Hm =	4656	msnm.
Temp. Med. anual Est Referen °C =	SICUANI	Te =	11.4	ºC
Altura est. referencia msnm =	SICUANI	Hr =	3550	msnm.
Lat. Sur C.G. cuenca º ' "=	135501	LS =	13° 55' 0.66"	
Long. Oeste C.G. De la cuenca º ' " =		LW =	71° 15' 3.25"	
Retención de la cuenca mm/año =		R =	94.4	mm/año
Duración de la temporada seca días =		TD =	214.0	Días
Precipitación media cuenca mm/año =		Pc =	1069.3	mm/año.
Radiación extraterrestre cuenca mm/año =		Ra =	5271.7	mm/año

TEMPERATURA MEDIA DE LA CUENCA (ºC)			
Tc = (Te - (0.0068 x (Hm-Hr)))	Tc =	3.8	ºC
F = 1.8 x Tc + 32	F =	38.9	ºF

E. T. P. DE LA CUENCA			
ETP = 0.0075 x 0.075 x Ra x (50)½ x F x (1 + 0.06 x Hm/1000)		1043.5	mm/año
Coef. Temperatura ºC Ct=300 + 25 x Tc + 0.05 x Tc³		398.8	
Deficit de Escurr (Do, D1): Do = 0.872 x Pc + 1.032 x ETP - 1380		629.3	
D1=Pc / (0.9 + Pc²/Ct²)½		376.0	

Coeficiente de escurrimiento (C)		
C1= 0.914-2.36E-4 x Pc - 0.0581 x Tc	C1 =	0.44
C2= 0.682-0.0526 x Tc - 1.36E-4 x Tc²	C2 =	0.48
C3= 1.813-1.87E-4 x Pc - 1.12E-3 x ETP	C3 =	0.44
C4= 5.21-7.31E-3 x ETP + 2.68E-6 x ETP²	C4 =	0.50
C5= 3.16E12 x Pc^0.571 x ETP^-3.686	C5 =	0.44
C6= 6.47 - 0.0691 x Ln(Pc) - 0.8 x Ln(ETP)	C6 =	0.43
C7= (Pc -Do) / Pc	C7 =	0.41
C8= (Pc -D1) / Pc	C8 =	0.65
Desición para hallar el coeficiente de escurrimiento = C		
C = (C1+C2+C3+C4+C5+C6+C7)/7 =	**C =**	**0.41**

DETERMINACION DEL COEFICIENTE DE AGOTAMIENTO (a)		
a1 = -0.00252 x Ln(Ar) + 0.034	a1 =	0.01753
a2 = -0.00252 x Ln(Ar) + 0.030	a2 =	0.01353
a3 = -0.00252 x Ln(Ar) + 0.026	a3 =	0.00953
a4 = -0.00252 x Ln(Ar) + 0.023	a4 =	0.00653
a5 =3.1249E67 x A^(-0.1144) x ETP^(-19.336) x TD^(-3.369) x R^(-1.429)	a5 =	0.01353
Coeficiente de agotamiento según aforos periodo seco del río Pitumarca, lo expresa el libro:		
a6 = "Generacion de Caudales Mensuales en la Sierra Peruana 1980" Pag. 14.	a6 =	0.00300
Desición para hallar el coeficiente de agotamiento =	**a1 =**	**0.00300**

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 108

Cálculo de agotamiento con Aforos Puntuales:			
Formula:	Qt = Qo * $e^{(-a*t)}$		
Periodo (días)	Fecha	Caudal (l/s)	a (1/día)
29	04/07/2011	3032.7	-0.002959
	02/08/2011	3304.4	
31	21/05/2012	4229.2	0.005629
	21/06/2012	3552.0	
28	21/06/2012	3552.0	0.005519
	19/07/2012	3043.4	
35	19/07/2012	3043.4	0.000101
	23/08/2012	3032.7	
26	23/08/2012	3032.7	-0.006267
	18/09/2012	3569.4	
30	01/04/2013	8196.0	0.022877
	01/05/2013	4126.1	
31	01/05/2013	4126.1	0.009762
	01/06/2013	3048.8	
30	01/06/2013	3048.8	0.001711
	01/07/2013	2896.2	
31	01/07/2013	2896.2	-0.002974
	01/08/2013	3175.9	
31	01/08/2013	3175.9	-0.006190
	01/09/2013	3847.7	
31	26/05/2014	4150.2	0.005771
	26/06/2014	3470.3	
		Promedio	**0.00300**

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 109

GENERACION DE CAUDALES MENSUALES PARA EL AÑO PROMEDIO
MODELO HIDROLOGICO - CUENCA MAYOR
RIO PITUMARCA

GENERACION DE CAUDALES MENSUALES PARA EL AÑO PROMEDIO

MES	PRECIPITACION MENSUAL					CONTRIBUCION * RETENCION				CAUDALES MENSUALES			PARAMETROS REGRESION		
	TOTAL	E F E C T I V A				GASTO		ABASTO							
	P	PE I	PE II	PE III	PE	bi	Gi	ai	Ai	GENERADOS		AFOR.	Q t	Q t - 1	PE t
	mm	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	m³/s	m³/s	mm/mes	mm/mes	mm/mes
JUL	6.56	0.0	0.80	1.60	0.70	0.73	13.39			14.1	3.623	3.034	14.1	15.2	0.7
AGO	15.43	0.0	1.70	3.50	1.60	0.67	12.29			13.9	3.571	3.131	13.9	14.1	1.6
SET	34.93	0.4	3.60	7.10	3.30	0.62	11.37			14.7	3.903	3.631	14.7	13.9	3.3
OCT	73.19	3.4	11.90	20.40	11.20	0.57	10.45			21.7	5.576	5.198	21.7	14.7	11.2
NOV	107.36	10.9	28.80	47.00	27.30			-0.05	4.7	22.6	6.000	9.567	22.6	21.7	27.3
DIC	160.17	40.6	73.80	100.50	71.10			-0.35	33.1	38.0	9.764	15.043	38.0	22.6	71.1
ENE	223.92	103.3	137.50	164.20	134.70			-0.40	37.8	96.9	24.897	25.574	96.9	38.0	134.7
FEB	188.85	68.3	102.50	129.20	99.70			-0.20	18.9	80.8	22.985	25.190	80.8	96.9	99.7
MAR	164.71	44.5	78.30	105.00	75.60			0.00	0.0	75.6	19.424	18.819	75.6	80.8	75.6
ABR	71.81	3.2	11.50	19.70	10.80	0.92	16.87			27.7	7.354	8.281	27.7	75.6	10.8
MAY	16.09	0.0	1.70	3.60	1.60	0.85	15.59			17.2	4.419	4.201	17.2	27.7	1.6
JUN	6.26	0.0	0.80	1.60	0.70	0.79	14.49			15.2	4.036	3.423	15.2	17.2	0.7
TOT.	1069.3	274.6	452.9	603.4	438.3	5.15	94.45	-1.00	94.45	438.4	9.629	10.424	438.4	438.4	438.3

Estadisticos Regresión Triple **b1=** 8.371 **b2=** 0.230 **b3=** 0.541 **r=** 0.980 **S=** 6.652

Ecuación de generación :

CMt= 8.371 + 0.230x CMt-1 + 0.541 x PEt + 1.324 x Z Z= Número aleatorio **$S(1-r^2)^{1/2}$ =** 1.324

Donde:

P : Precipitación total

PE(I,II y III): Precipitacion Efectiva (Curvas I, II y III)

CM : Caudal Mensual

Qt: Caudal del mes t

Ai: Abastecimiento de la retención

Gi: Gasto de la Retención

ai: Coeficiente de Agotamiento

bi: Coefifiente de Almacenamiento

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 110

NÚMEROS ALEATORIOS VALUADOS ENTRE (Z) =									(MEDIA, D.STD)			0.0	1.0
Nº	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	1964	0.464	-1.332	-1.161	0.702	-0.169	0.991	1.459	1.657	0.614	-1.369	-0.732	0.222
2	1965	-0.536	1.487	0.707	0.492	-0.291	-1.712	0.952	1.031	0.370	-1.198	1.367	-1.510
3	1966	0.475	1.505	0.312	-0.370	0.593	0.355	-1.043	0.184	1.564	1.389	0.057	0.808
4	1967	-0.324	-1.377	-0.114	0.157	1.732	1.493	0.589	-1.155	-1.615	1.519	-0.798	1.500
5	1968	0.247	-0.666	0.720	0.482	0.552	0.454	0.426	1.646	0.608	-0.103	-1.346	1.402
6	1969	0.465	-0.073	-0.210	1.144	1.073	-0.881	1.781	-0.957	-1.755	0.273	1.361	0.414
7	1970	-0.974	1.027	-0.687	0.550	-0.307	1.734	0.922	1.615	0.904	1.017	-0.957	-0.179
8	1971	0.635	1.532	1.233	0.239	0.054	-1.642	0.257	0.073	-1.181	-0.081	0.180	0.716
9	1972	-1.212	-0.523	0.818	1.010	-0.392	0.843	0.303	1.501	1.307	0.201	1.430	-0.979
10	1973	0.112	0.338	0.159	-0.571	-0.185	0.783	0.207	1.161	-0.773	-0.500	-0.535	1.602
11	1974	-0.500	-1.291	-0.470	-1.688	0.388	0.286	-1.190	0.930	0.758	0.528	0.353	0.545
12	1975	0.616	1.719	0.617	0.368	-0.312	-0.912	0.792	-0.192	0.546	-0.895	0.752	-0.963
13	1976	-0.722	1.322	1.475	1.591	0.004	-0.563	1.598	-1.381	-1.644	1.244	1.758	-0.714
14	1977	0.353	-0.286	1.154	0.525	0.127	0.120	0.532	-0.900	0.008	1.188	-1.022	-0.085
15	1978	0.496	-1.458	-0.195	-1.088	-0.151	1.642	-0.956	-1.210	0.979	-1.482	1.569	-1.617
16	1979	-1.453	-1.300	-0.830	0.736	0.900	-0.291	0.540	-0.150	1.230	1.539	-1.522	-1.366
17	1980	0.243	-0.793	1.213	1.704	-0.915	1.642	-1.017	-0.917	0.677	0.835	-1.090	-1.369
18	1981	1.362	-1.685	0.917	1.116	-0.429	0.194	-0.580	1.132	0.571	1.354	-1.380	1.040
19	1982	-0.086	-0.612	1.297	-1.127	1.746	-0.781	-0.906	0.106	0.498	-1.762	0.215	-0.358
20	1983	0.688	1.043	-1.674	-0.342	0.324	-1.641	1.542	1.541	-0.854	-0.391	0.899	-0.938
21	1984	-1.738	0.080	-1.061	-0.207	-1.547	0.486	-0.429	-0.385	-1.724	-1.134	-1.569	-0.874
22	1985	-0.741	0.627	0.534	-0.509	0.137	1.529	1.592	1.609	-0.186	-0.923	0.452	0.642
23	1986	0.474	1.409	-0.950	-0.507	0.826	0.633	-1.016	0.651	-1.697	-0.251	0.767	-0.894
24	1987	-0.125	-0.443	1.384	-1.619	-0.768	-1.554	-0.712	-0.108	1.557	0.854	0.665	-0.036
25	1988	-1.587	1.312	1.326	0.232	-1.508	0.875	-0.907	-0.145	0.411	-1.100	0.941	-1.192
26	1989	0.637	-0.100	1.323	-1.175	-0.408	0.880	-0.146	-1.123	-0.863	-1.740	0.452	1.110
27	1990	-1.092	-0.813	0.601	-1.559	-0.168	0.084	-1.445	1.662	-0.337	0.725	0.104	-0.266
28	1991	-0.259	-0.284	1.491	-0.448	1.675	-0.707	-1.067	0.663	0.799	1.317	0.839	-1.512
29	1992	-0.073	-0.361	1.255	0.619	-0.463	-0.787	1.079	0.021	0.180	0.344	-0.963	0.593
30	1993	0.190	1.285	-0.166	0.171	0.135	0.347	1.333	-0.110	0.056	-0.314	0.830	1.614
31	1994	-0.244	0.070	-0.627	1.569	0.006	1.172	-1.269	-0.928	-1.493	-0.745	-0.550	1.070
32	1995	0.065	0.710	-0.492	0.756	-1.340	-1.005	0.042	0.804	1.550	1.621	-1.650	0.245
33	1996	-1.185	1.384	0.623	-0.496	1.056	-0.328	-0.507	1.687	1.579	-0.321	-1.722	-0.179
34	1997	-0.670	-0.935	0.932	0.279	0.538	0.234	1.484	-1.342	-0.663	0.810	-1.475	1.039
35	1998	-1.104	-1.727	0.669	-0.395	-1.347	-1.657	0.145	0.872	-1.084	-0.300	-1.334	0.641
36	1999	0.338	0.542	0.047	0.051	1.235	1.516	-1.669	-0.579	-1.452	1.703	1.259	0.505
37	2000	-0.504	-0.035	-1.653	0.386	1.733	-1.196	-0.220	-0.216	-0.205	-0.919	0.464	0.146
38	2001	1.022	-0.984	0.242	-0.720	-0.020	0.662	0.941	-0.765	-1.012	0.088	0.651	-0.557
39	2002	-1.187	1.670	-1.376	1.511	-1.125	1.703	-1.173	1.349	-0.398	0.153	-1.436	-1.676
40	2003	0.614	-1.190	-0.767	0.130	1.494	1.147	-1.160	-0.247	-1.538	0.231	0.113	1.193
41	2004	-0.096	-0.645	1.496	0.903	0.665	-1.259	0.580	1.295	1.214	-1.227	-0.387	-0.351
42	2005	0.001	-0.829	-1.195	0.401	1.202	-0.715	-0.540	-1.023	-0.304	1.551	-1.645	0.381
43	2006	-1.243	-0.221	0.870	-0.025	-0.913	-1.203	0.162	1.247	0.452	0.952	-0.186	-0.757
44	2007	1.274	0.990	1.701	-0.815	1.230	0.066	-1.403	1.333	0.007	-1.456	-1.687	-0.449
45	2008	-1.595	-0.178	-1.768	-0.293	-0.062	-0.065	-0.989	-1.462	-0.426	-1.626	0.589	-0.541
46	2009	-0.624	-0.234	1.756	0.721	-1.449	0.714	0.226	0.878	-1.209	-0.348	1.162	-0.923
47	2010	0.174	0.287	0.511	-0.962	1.451	-1.721	-1.622	-1.638	-0.502	1.100	1.724	-0.407
48	2011	-1.059	0.878	1.677	-0.971	0.903	-1.336	1.033	1.598	1.050	-1.298	-0.977	-0.291
49	2012	-0.128	0.778	-0.068	-1.334	-0.323	-1.281	-0.709	-0.814	-0.861	0.691	0.500	0.030
50	2013	-0.861	-1.499	-0.899	0.853	-1.119	-0.382	-0.502	0.570	-1.499	-0.440	-1.589	-0.349
51	2014	-1.224	-0.004	-1.480	1.047	-1.362	1.188	-1.306	-0.556	1.082	-1.146	-0.584	-0.957
52	2015	1.202	0.813	1.186	-0.547	-0.851	1.235	-1.396	0.817	-1.313	0.772	1.364	0.760
53	2016	-1.753	0.613	1.119	-0.997	1.708	-0.069	0.418	-0.848	1.303	-1.274	-0.969	-0.417
54	2017	-0.750	-0.611	-0.954	0.305	1.622	0.588	-1.306	-1.204	-0.902	1.182	1.639	-1.200

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 111

CAUDALES GENERADOS PARA LA CUENCA EN EN mm.

b1 = 8.37100
b2 = 0.23000
b3 = 0.54100 S·(1 - r²)^½ = 1.324000
S = 6.652 Q. Anterior = 15.04340 mm.
r = 0.980

CMt= 8.371 + 0.230 x CMt-1 + 0.541 x PEt + 1.324 x Z

Nº	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964	60.1	80.4	70.0	29.7	15.4	13.3	13.8	13.9	14.3	14.9	20.4	47.6	32.8
2	1965	69.9	57.0	49.7	25.8	14.4	9.6	12.0	12.9	15.7	18.6	25.1	68.8	31.6
3	1966	59.8	86.0	61.7	24.0	16.0	12.5	10.1	16.0	16.1	24.4	22.5	40.7	32.5
4	1967	58.9	103.4	73.4	27.1	17.5	14.5	13.1	11.2	11.2	22.6	22.1	64.2	36.6
5	1968	102.3	94.6	57.2	25.3	15.6	12.8	13.1	14.7	14.4	28.0	39.2	30.8	37.3
6	1969	107.0	59.0	86.1	56.9	23.8	13.3	14.7	10.9	10.3	14.4	18.7	36.9	37.7
7	1970	90.2	93.5	63.4	29.3	15.2	14.5	13.6	14.2	24.8	23.3	20.5	89.8	41.0
8	1971	81.0	104.5	72.5	32.5	16.2	10.1	11.2	11.9	11.4	25.6	18.1	50.1	37.1
9	1972	86.5	50.6	70.6	29.5	15.0	13.1	12.2	15.0	15.1	14.0	18.5	53.5	32.8
10	1973	148.9	96.8	69.7	34.3	17.0	13.5	12.3	13.7	12.1	17.0	22.1	61.5	43.2
11	1974	100.8	101.0	79.3	42.0	19.0	13.6	10.1	14.8	14.2	15.7	20.2	35.9	38.9
12	1975	60.0	75.3	67.9	31.6	16.5	11.3	12.1	11.6	15.6	14.3	18.4	54.7	32.5
13	1976	90.1	68.5	79.3	34.4	17.4	12.2	13.7	10.2	10.6	14.3	18.6	30.9	33.3
14	1977	68.4	103.7	60.9	26.0	15.3	12.1	12.8	10.5	13.2	17.7	74.0	43.0	38.1
15	1978	197.7	139.8	66.8	33.8	17.1	14.5	10.5	9.7	15.2	11.8	27.1	63.5	50.6
16	1979	101.7	69.8	77.2	38.6	23.9	13.6	12.3	11.2	13.9	18.0	25.7	65.9	39.3
17	1980	70.9	67.2	94.9	46.0	19.1	15.0	10.7	10.2	13.4	25.9	30.6	26.8	35.9
18	1981	37.0	44.0	44.0	23.0	13.6	12.3	10.8	12.8	15.3	29.4	48.8	54.7	28.8
19	1982	105.8	68.7	96.2	44.1	21.3	12.6	10.1	11.9	14.0	21.9	45.0	34.8	40.5
20	1983	59.2	58.2	53.4	24.7	14.7	10.0	12.9	14.5	11.8	13.8	16.7	29.5	26.6
21	1984	125.8	104.4	75.2	33.9	14.8	13.1	11.0	11.7	9.7	26.4	46.4	35.1	42.3
22	1985	111.5	108.2	80.5	41.9	21.4	16.1	14.5	14.3	17.2	28.2	62.1	58.7	47.9
23	1986	56.3	82.3	85.2	48.5	21.5	14.2	10.7	13.1	12.2	12.7	20.6	60.5	36.5
24	1987	149.6	70.7	41.5	19.5	12.4	9.5	10.6	10.9	13.8	16.0	37.6	50.6	36.9
25	1988	104.2	77.4	109.0	63.2	21.6	14.6	10.7	10.7	12.4	12.1	15.2	34.7	40.5
26	1989	103.1	69.4	88.7	34.0	16.8	14.0	11.5	11.0	11.9	14.0	17.3	43.2	36.2
27	1990	78.0	45.6	35.6	23.6	14.3	15.6	10.1	13.5	12.5	29.0	41.5	44.9	30.3
28	1991	84.0	81.0	52.4	25.9	17.7	13.5	10.1	11.8	13.4	22.3	24.3	32.9	32.4
29	1992	71.9	57.0	39.0	20.4	13.0	11.0	13.9	13.0	12.8	20.0	42.0	32.0	28.8
30	1993	117.0	60.6	46.7	26.3	15.7	12.8	13.7	13.0	13.9	19.5	56.2	108.9	42.0
31	1994	126.6	103.0	100.8	41.7	19.5	14.5	10.0	9.6	10.4	18.9	28.2	86.7	47.5
32	1995	81.5	86.4	67.9	28.4	14.3	10.4	11.6	12.8	16.5	16.0	27.0	61.5	36.2
33	1996	92.6	57.9	52.6	22.6	15.6	11.6	10.4	13.9	15.2	18.5	29.5	65.4	33.8
34	1997	94.6	89.9	85.2	31.5	17.3	12.7	13.7	11.1	12.5	16.2	58.0	72.1	42.9
35	1998	87.7	64.4	43.5	19.8	11.5	9.0	10.6	13.7	11.3	15.1	27.9	47.7	30.2
36	1999	89.7	110.4	55.3	29.5	18.3	14.7	9.7	9.9	13.9	16.1	17.0	55.3	36.7
37	2000	101.0	88.3	67.2	27.3	18.5	11.7	11.0	11.9	12.3	18.0	15.2	51.3	36.1
38	2001	142.0	110.5	108.6	41.8	19.9	14.1	13.9	11.8	11.4	19.8	30.0	47.6	47.6
39	2002	85.1	124.7	100.7	43.8	18.4	15.1	11.7	14.1	13.0	21.1	41.3	63.2	46.0
40	2003	93.0	90.5	82.6	32.5	18.6	14.7	10.7	12.3	10.0	17.0	16.4	69.8	39.0
41	2004	145.5	116.2	73.4	29.8	16.8	11.4	12.5	14.4	15.5	13.3	28.0	44.9	43.5
42	2005	50.3	86.1	73.6	32.2	17.7	11.8	10.6	10.3	11.7	16.6	26.5	37.5	32.1
43	2006	105.0	92.1	78.0	34.3	15.7	11.1	11.2	13.3	12.5	24.1	42.3	66.0	42.1
44	2007	120.1	71.6	114.0	47.1	21.9	13.6	9.9	12.8	12.0	15.6	31.2	65.2	44.6
45	2008	87.4	67.5	52.0	22.7	14.7	12.0	9.9	9.5	10.9	16.7	28.3	61.1	32.7
46	2009	62.7	64.1	45.6	21.7	12.0	12.1	12.0	12.6	11.1	11.9	50.0	48.6	30.4
47	2010	155.6	106.0	107.9	35.7	19.4	10.7	8.9	8.7	10.5	23.7	20.2	83.9	49.3
48	2011	83.4	97.6	99.9	43.5	20.5	11.7	13.0	13.7	40.9	20.4	17.0	99.3	46.8
49	2012	91.6	136.3	67.3	28.8	15.1	10.5	10.3	9.9	12.0	14.2	54.3	115.3	47.1
50	2013	123.0	127.3	73.7	29.7	14.9	11.6	10.5	12.9	10.3	43.1	53.8	93.2	50.3
51	2014	106.0	89.9	61.1	29.7	14.4	13.3	9.9	11.2	13.9	29.4	51.3	78.8	42.4
52	2015	112.8	115.0	62.4	25.8	14.0	13.4	9.9	12.3	10.2	14.7	16.8	40.6	37.3
53	2016	84.3	86.0	50.5	23.1	16.2	12.3	12.2	10.4	14.1	18.1	70.9	63.3	38.5
54	2017	69.5	78.7	82.7	31.9	18.6	14.1	10.2	9.6	11.4	30.6	27.1	40.3	35.4

Nº DATOS	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
SUMATORIA	5148.3	4638.9	3854.6	1750.8	917.1	686.9	623.3	657.7	735.9	1055.3	1723.6	3043.6	2069.7
MEDIA	95.340	85.906	71.382	32.423	16.983	12.720	11.543	12.179	13.628	19.542	31.919	56.363	459.928
DESV.STD	30.333	22.806	19.656	9.288	2.869	1.662	1.472	1.721	4.510	6.122	15.281	20.519	6.072
Q. AL 75%	74.880	70.523	58.124	26.158	15.048	11.599	10.550	11.018	10.586	15.413	21.612	42.523	368.035
MINIMO	36.982	43.970	35.630	19.533	11.533	9.026	8.937	8.739	9.748	11.840	15.234	26.792	26.621
MAXIMO	197.655	139.835	113.966	63.192	23.928	16.125	14.734	16.010	40.899	43.137	73.961	115.297	50.635

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 112

CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS (m³/s)

CUENCA	CUENCA MAYOR	FUENTE:	Elab. propia

DISTRITO	Pitumarca	LAT.	13° 55' 0.66"	CUENCA:	PITUMARCA
PROVINCIA	Canchis	LONG.	71° 15' 3.25"	RIO :	PITUMARCA
DEPART.	Cusco	ALT.	4652 msnm		

ITEM	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964	15.448	22.079	17.974	7.878	3.966	3.529	3.558	3.582	3.809	3.839	5.414	12.226	8.608
2	1965	17.971	16.066	12.769	6.855	3.705	2.550	3.076	3.318	4.159	4.781	6.662	17.671	8.298
3	1966	15.354	24.040	15.847	6.378	4.115	3.330	2.590	4.114	4.281	6.276	5.961	10.457	8.562
4	1967	15.128	28.647	18.861	7.183	4.509	3.843	3.376	2.889	2.975	5.815	5.870	16.503	9.633
5	1968	26.294	25.975	14.704	6.712	4.018	3.394	3.354	3.772	3.811	7.202	10.411	7.904	9.796
6	1969	27.505	16.645	22.130	15.103	6.105	3.540	3.786	2.796	2.746	3.712	4.957	9.488	9.876
7	1970	23.166	26.138	16.277	7.779	3.917	3.837	3.484	3.654	6.577	5.984	5.452	23.061	10.777
8	1971	20.808	28.942	18.629	8.632	4.170	2.673	2.875	3.053	3.039	6.584	4.794	12.879	9.756
9	1972	22.228	13.900	18.148	7.833	3.851	3.479	3.134	3.844	4.002	3.594	4.905	13.758	8.556
10	1973	38.249	27.280	17.899	9.106	4.377	3.590	3.160	3.526	3.214	4.377	5.858	15.792	11.369
11	1974	25.899	28.225	20.382	11.153	4.871	3.605	2.601	3.805	3.771	4.033	5.352	9.224	10.243
12	1975	15.428	20.869	17.441	8.381	4.247	2.997	3.106	2.981	4.145	3.671	4.897	14.063	8.519
13	1976	23.151	18.808	20.377	9.140	4.475	3.247	3.516	2.608	2.808	3.664	4.944	7.930	8.722
14	1977	17.576	29.241	15.635	6.892	3.920	3.223	3.299	2.695	3.503	4.550	19.637	11.040	10.101
15	1978	50.785	39.080	17.172	8.981	4.387	3.843	2.697	2.503	4.043	3.042	7.208	16.305	13.337
16	1979	26.134	19.335	19.825	10.250	6.148	3.619	3.165	2.866	3.678	4.637	6.818	16.943	10.285
17	1980	18.215	18.468	24.381	12.217	4.908	3.971	2.759	2.609	3.553	6.661	8.116	6.884	9.395
18	1981	9.502	12.397	11.312	6.108	3.500	3.263	2.776	3.276	4.073	7.559	12.965	14.060	7.566
19	1982	27.172	19.191	24.721	11.707	5.462	3.334	2.600	3.067	3.715	5.624	11.956	8.953	10.625
20	1983	15.207	16.134	13.721	6.570	3.785	2.650	3.317	3.720	3.122	3.547	4.442	7.579	6.983
21	1984	32.327	28.672	19.330	9.004	3.806	3.491	2.814	3.015	2.588	6.777	12.330	9.024	11.098
22	1985	28.651	30.493	20.678	11.130	5.501	4.281	3.714	3.671	4.564	7.258	16.483	15.073	12.625
23	1986	14.475	22.999	21.881	12.871	5.513	3.782	2.741	3.373	3.227	3.258	5.475	15.534	9.594
24	1987	38.434	19.591	10.658	5.186	3.184	2.524	2.725	2.809	3.654	4.114	9.970	12.995	9.654
25	1988	26.763	21.252	28.014	16.778	5.548	3.879	2.748	2.762	3.283	3.104	4.045	8.921	10.591
26	1989	26.501	19.566	22.790	9.014	4.309	3.717	2.959	2.819	3.161	3.594	4.599	11.087	9.510
27	1990	20.031	12.735	9.155	6.270	3.677	4.146	2.600	3.470	3.316	7.453	11.010	11.524	7.949
28	1991	21.578	22.427	13.452	6.885	4.547	3.579	2.589	3.028	3.570	5.725	6.446	8.461	8.524
29	1992	18.471	15.653	10.023	5.428	3.330	2.931	3.561	3.329	3.396	5.136	11.151	8.225	7.553
30	1993	30.050	17.095	12.008	6.994	4.036	3.394	3.532	3.345	3.685	5.006	14.916	27.988	11.004
31	1994	32.536	28.789	25.899	11.072	5.005	3.843	2.575	2.464	2.758	4.863	7.484	22.280	12.464
32	1995	20.939	23.947	17.458	7.542	3.674	2.769	2.989	3.288	4.383	4.107	7.180	15.797	9.506
33	1996	23.788	15.891	13.523	6.013	4.010	3.068	2.673	3.567	4.032	4.761	7.826	16.816	8.831
34	1997	24.293	25.338	21.899	8.366	4.436	3.363	3.513	2.864	3.314	4.171	15.396	18.533	11.291
35	1998	22.539	18.008	11.178	5.267	2.963	2.397	2.734	3.511	3.005	3.884	7.406	12.256	7.929
36	1999	23.040	30.589	14.196	7.838	4.712	3.911	2.482	2.550	3.692	4.142	4.512	14.219	9.657
37	2000	25.948	24.253	17.260	7.241	4.754	3.104	2.825	3.070	3.274	4.637	4.048	13.169	9.465
38	2001	36.486	31.168	27.910	11.099	5.119	3.735	3.574	3.031	3.039	5.088	7.962	12.225	12.536
39	2002	21.875	34.861	25.883	11.625	4.724	4.011	2.997	3.634	3.444	5.429	10.967	16.232	12.140
40	2003	23.898	25.060	21.233	8.634	4.790	3.899	2.747	3.164	2.651	4.368	4.355	17.930	10.227
41	2004	37.382	31.925	18.872	7.905	4.312	3.039	3.217	3.712	4.124	3.406	7.430	11.543	11.405
42	2005	12.937	24.273	18.905	8.557	4.547	3.123	2.712	2.641	3.098	4.272	7.025	9.635	8.477
43	2006	26.969	25.731	20.040	9.104	4.023	2.948	2.877	3.421	3.330	6.186	11.228	16.962	11.068
44	2007	30.863	19.850	29.282	12.510	5.628	3.613	2.548	3.280	3.180	4.015	8.287	16.748	11.650
45	2008	22.449	18.535	13.367	6.016	3.787	3.189	2.550	2.432	2.902	4.286	7.508	15.697	8.560
46	2009	16.097	18.076	11.713	5.771	3.084	3.211	3.091	3.236	2.945	3.049	13.279	12.478	8.003
47	2010	39.970	29.614	27.733	9.471	4.978	2.852	2.296	2.245	2.796	6.082	5.352	21.551	12.912
48	2011	21.441	27.043	25.673	11.557	5.256	3.118	3.351	3.529	10.859	5.246	4.523	25.506	12.258
49	2012	23.529	37.446	17.292	7.643	3.885	2.781	2.644	2.553	3.187	3.636	14.405	29.624	12.385
50	2013	31.606	35.878	18.944	7.883	3.821	3.087	2.708	3.307	2.737	11.083	14.284	23.944	13.274
51	2014	27.237	25.122	15.696	7.875	3.688	3.521	2.546	2.882	3.682	7.552	13.626	20.257	11.140
52	2015	28.983	31.859	16.038	6.841	3.601	3.548	2.533	3.155	2.708	3.780	4.465	10.430	9.828
53	2016	21.648	23.612	12.976	6.145	4.166	3.260	3.145	2.677	3.747	4.660	18.836	16.274	10.095
54	2017	17.847	22.195	21.239	8.457	4.786	3.746	2.623	2.471	3.035	7.862	7.205	10.351	9.318

Nº DATOS	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
SUMATORIA	1322.80	1291.01	990.40	464.85	235.63	182.37	160.16	168.98	195.39	271.14	457.63	782.01	543.53
MEDIA	24.496	23.908	18.341	8.608	4.364	3.377	2.966	3.129	3.618	5.021	8.475	14.482	120.785
DESV.STD	7.794	6.362	5.050	2.466	0.737	0.441	0.378	0.442	1.197	1.573	4.057	5.272	1.601
Q. AL 75%	19.239	19.617	14.935	6.945	3.867	3.079	2.711	2.831	2.810	3.960	5.738	10.926	96.658
MINIMO	9.502	12.397	9.155	5.186	2.963	2.397	2.296	2.245	2.588	3.042	4.045	6.884	6.983
MAXIMO	50.785	39.080	29.282	16.778	6.148	4.281	3.786	4.114	10.859	11.083	19.637	29.624	13.337

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 113

P %	CAUDALES DISPONIBLES CUENCA MAYOR (m³/s)												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Q. al 50%	24.496	23.908	18.341	8.608	4.364	3.377	2.966	3.129	3.618	5.021	8.475	14.482	10.065
Q. al 75%	19.239	19.617	14.935	6.945	3.867	3.079	2.711	2.831	2.810	3.960	5.738	10.926	8.055
P %	VOLUMEN (MMC)												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Q. al 50%	65.610	58.355	49.125	22.312	11.689	8.753	7.944	8.381	9.378	13.448	21.967	38.789	26.452
Q. al 75%	51.530	47.882	40.001	18.001	10.357	7.982	7.261	7.582	7.284	10.607	14.874	29.264	21.168

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 114

CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS (m³/s)

CUENCA	CUENCA MENOR	FUENTE:	Elab. propia

DISTRITO	Pitumarca	LAT.	13° 59' 42.33"	CUENCA:	CUENCA MENOR
PROVINCIA	Canchis	LONG.	71° 04' 47.25"	RIO :	PITUMARCA
DEPART.	Cusco	ALT.	4783 msnm		

ITEM	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964	19.204	18.918	14.395	6.266	3.207	2.908	2.307	2.408	2.744	3.890	7.139	11.208	94.594
2	1965	19.138	18.892	14.161	6.227	3.174	2.593	2.257	2.154	2.538	3.995	7.430	11.821	94.380
3	1966	19.222	18.716	13.816	6.053	3.070	2.545	2.249	2.369	2.662	3.947	7.285	11.525	93.459
4	1967	18.992	18.663	13.793	6.026	3.021	2.435	2.320	2.406	2.907	3.788	6.913	10.803	92.067
5	1968	19.233	18.854	13.976	6.307	3.193	2.530	2.184	2.331	2.559	3.999	7.422	11.793	94.381
6	1969	19.258	18.920	14.435	6.244	3.168	2.817	2.431	2.150	2.486	3.948	7.302	11.565	94.724
7	1970	18.943	18.639	13.884	6.190	3.110	2.531	2.270	2.318	2.831	3.840	7.030	10.997	92.583
8	1971	18.808	18.642	14.115	6.287	3.180	2.622	2.330	2.373	2.655	3.840	7.064	11.135	93.051
9	1972	19.225	18.725	13.869	6.211	3.152	2.406	2.321	2.351	2.825	3.810	6.990	10.883	92.768
10	1973	18.838	18.420	13.868	6.211	3.150	2.472	2.221	2.334	2.809	3.770	6.874	10.735	91.702
11	1974	18.879	18.617	13.777	6.276	3.183	2.553	2.215	2.380	2.895	3.817	6.984	10.892	92.468
12	1975	18.991	18.993	14.043	6.246	3.178	2.527	2.355	2.366	2.625	3.889	7.185	11.288	93.686
13	1976	19.250	18.717	13.956	6.182	3.123	2.428	2.299	2.394	2.787	3.902	7.215	11.368	93.621
14	1977	18.965	18.804	13.764	6.283	3.201	2.755	2.327	2.379	2.676	3.940	7.280	11.432	93.806
15	1978	19.004	18.897	14.340	6.327	3.255	2.751	2.315	2.417	2.883	3.751	6.815	10.669	93.424
16	1979	19.129	19.129	14.496	6.264	3.185	2.636	2.323	2.389	2.676	3.850	7.051	11.050	94.178
17	1980	19.109	18.552	13.738	6.079	3.053	2.328	2.215	2.387	2.726	3.885	7.167	11.318	92.557
18	1981	18.968	18.419	13.477	6.137	3.116	2.678	2.315	2.371	2.763	3.881	7.162	11.286	92.573
19	1982	19.158	18.694	13.591	6.179	3.104	2.604	2.283	2.360	2.556	4.001	7.407	11.727	93.664
20	1983	19.247	19.120	14.327	6.241	3.167	2.558	2.190	2.299	2.844	3.848	7.082	11.089	94.012
21	1984	19.183	18.789	14.278	6.248	3.174	2.544	2.336	2.223	2.694	3.820	6.998	10.939	93.226
22	1985	19.046	18.777	13.810	6.257	3.197	2.557	2.217	2.463	2.852	3.848	7.080	11.111	93.215
23	1986	19.294	19.317	14.849	6.195	3.167	2.638	2.391	2.200	2.604	3.942	7.300	11.537	95.434
24	1987	18.891	18.555	13.992	6.084	3.095	2.601	2.194	2.318	2.619	3.942	7.263	11.421	92.975
25	1988	18.917	18.447	13.836	6.241	3.149	2.638	2.237	2.377	2.875	3.761	6.826	10.603	91.907
26	1989	18.747	18.483	13.703	6.203	3.167	2.594	2.299	2.144	2.790	3.823	6.986	10.879	91.818
27	1990	19.156	18.743	13.682	6.099	3.090	2.436	2.287	2.185	2.770	3.902	7.173	11.317	92.840
28	1991	19.154	19.071	14.484	6.199	3.172	2.711	2.337	2.184	2.566	3.942	7.310	11.499	94.629
29	1992	18.857	18.766	14.205	6.149	3.131	2.403	2.278	2.393	2.889	3.868	7.109	11.205	93.253
30	1993	19.002	18.848	14.216	6.243	3.181	2.703	2.411	2.278	2.612	3.955	7.339	11.614	94.402
31	1994	19.118	19.036	14.181	6.052	3.052	2.445	2.294	2.348	2.545	3.897	7.182	11.366	93.516
32	1995	18.805	18.289	13.409	5.975	2.996	2.084	2.062	2.352	2.771	3.883	7.150	11.277	91.053
33	1996	19.127	18.983	14.437	6.217	3.187	2.548	2.237	2.441	2.806	3.808	6.940	10.819	93.550
34	1997	18.842	18.427	13.399	5.978	2.975	2.091	2.044	2.320	2.827	3.866	7.117	11.128	91.014
35	1998	19.269	19.079	13.994	6.112	3.078	2.443	2.169	2.441	2.697	3.891	7.183	11.262	93.618
36	1999	19.264	19.098	14.026	6.273	3.192	2.546	2.212	2.477	2.852	3.843	7.040	11.080	93.903
37	2000	19.106	18.867	14.051	6.145	3.111	2.548	2.225	2.477	2.674	3.852	7.051	11.061	93.168
38	2001	19.193	18.630	13.950	6.108	3.084	2.323	2.202	2.282	2.774	3.824	7.007	10.996	92.373
39	2002	19.079	18.933	14.344	6.315	3.244	2.721	2.413	2.074	2.674	3.895	7.173	11.350	94.215
40	2003	18.965	18.683	13.761	6.197	3.122	2.442	2.246	2.331	2.760	3.835	7.045	11.015	92.402
41	2004	18.860	18.791	14.301	6.125	3.118	2.339	2.197	2.308	2.694	3.949	7.317	11.613	93.612
42	2005	19.008	18.881	13.842	6.015	3.011	2.413	2.181	2.380	2.754	3.820	7.016	11.029	92.350
43	2006	18.834	18.693	13.901	6.023	3.037	2.294	2.166	2.444	2.722	3.849	7.045	11.049	92.057
44	2007	18.918	18.426	13.887	6.223	3.160	2.468	2.328	2.387	2.770	3.905	7.224	11.344	93.040
45	2008	18.815	18.591	13.885	6.122	3.108	2.582	2.213	2.408	2.590	3.953	7.304	11.542	93.113
46	2009	19.063	18.550	13.800	6.070	3.045	2.303	2.148	2.358	2.558	4.000	7.413	11.716	93.024
47	2010	19.311	19.183	14.365	6.298	3.215	2.871	2.323	2.208	2.685	3.945	7.274	11.428	95.106
48	2011	18.845	18.455	13.796	6.191	3.133	2.624	2.225	2.404	2.827	3.824	6.981	10.901	92.206
49	2012	18.833	18.250	13.292	6.145	3.108	2.620	2.212	2.263	2.619	3.962	7.332	11.591	92.227
50	2013	19.267	18.853	14.362	6.227	3.193	2.645	2.281	2.416	2.632	3.874	7.114	11.176	94.040
51	2014	19.077	18.941	14.221	6.157	3.118	2.476	2.277	2.441	2.734	3.882	7.153	11.254	93.731
52	2015	19.201	18.954	14.166	6.281	3.208	2.879	2.278	2.420	2.668	3.935	7.265	11.423	94.678
53	2016	19.059	18.584	13.644	6.165	3.123	2.661	2.259	2.442	2.655	3.852	7.052	11.001	92.497
54	2017	18.916	18.640	13.880	6.133	3.107	2.561	2.294	2.332	2.540	3.982	7.409	11.771	93.565

Nº DATOS	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
SUMATORIA	1028.58	1012.94	755.77	333.70	169.24	137.43	122.20	126.46	146.55	209.72	385.97	606.90	5035.46
MEDIA	19.048	18.758	13.996	6.180	3.134	2.545	2.263	2.342	2.714	3.884	7.148	11.239	93.251
DESV.STD	0.160	0.238	0.316	0.090	0.063	0.169	0.078	0.093	0.110	0.064	0.157	0.302	0.987
Q. AL 75%	18.940	18.598	13.783	6.119	3.092	2.431	2.211	2.279	2.640	3.841	7.042	11.035	92.011
MINIMO	18.747	18.250	13.292	5.975	2.975	2.084	2.044	2.074	2.486	3.751	6.815	10.603	91.014
MAXIMO	19.311	19.317	14.849	6.327	3.255	2.908	2.431	2.477	2.907	4.001	7.430	11.821	95.434

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 115

NUMEROS ALEATORIOS VALUADOS ENTRE (Z) =									(MEDIA, D.STD)			0.0	1.0
Nº	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	1964	0.975	-0.020	1.260	0.519	1.052	1.506	-1.082	1.074	0.080	0.487	-1.455	-0.399
2	1965	0.565	0.234	0.137	0.356	0.569	-0.497	-0.337	-2.185	-1.105	0.974	0.835	1.267
3	1966	1.089	-1.324	-0.737	-1.336	1.131	1.469	-0.236	0.209	-0.584	1.072	-0.952	0.699
4	1967	-0.350	-0.219	-0.561	-1.647	-0.877	1.620	1.541	1.155	1.662	-0.394	-0.187	0.295
5	1968	1.159	-0.574	-0.651	1.635	-1.442	-1.484	-1.280	-0.706	-1.456	1.286	-0.245	0.909
6	1969	1.314	-0.339	1.466	0.180	-0.457	1.607	1.514	-0.958	-1.590	-0.778	-0.037	0.917
7	1970	-0.653	-0.060	0.070	0.296	-1.910	0.429	0.184	-0.224	1.204	0.123	-0.723	-0.526
8	1971	-1.501	0.792	1.303	1.187	-1.450	-0.380	0.767	0.847	-0.668	-1.727	1.365	1.538
9	1972	1.108	-1.288	-0.498	0.579	-0.169	-1.629	1.706	0.528	1.039	-0.707	1.255	-1.578
10	1973	-1.309	-0.705	1.220	0.582	-0.262	-1.006	-0.351	-0.398	0.945	-1.890	0.069	0.453
11	1974	-1.058	0.205	-0.385	1.533	-0.813	-1.053	-0.869	0.081	1.625	0.218	-0.126	-0.996
12	1975	-0.354	1.741	-1.073	0.770	0.082	-1.164	1.676	0.950	-0.930	-0.795	1.490	-0.634
13	1976	1.266	-1.491	0.017	0.088	-0.794	-0.770	1.215	0.865	0.544	1.235	1.380	0.029
14	1977	-0.520	0.781	-1.518	1.639	0.015	0.304	0.043	0.893	-0.486	1.038	-0.245	-1.648
15	1978	-0.273	1.092	1.080	1.356	1.595	-0.965	-0.149	1.237	1.393	-1.594	-0.684	1.755
16	1979	0.506	1.690	0.615	0.349	-0.229	-0.366	0.572	0.985	-0.513	-1.244	-0.891	-0.154
17	1980	0.381	-1.600	-0.229	-0.905	-1.034	-0.046	0.265	0.166	-0.025	0.157	0.996	1.176
18	1981	-0.498	-1.513	-0.896	0.211	0.573	1.577	0.221	0.719	0.379	0.453	1.258	0.541
19	1982	0.687	-1.060	-1.833	0.579	-1.858	1.206	0.046	0.358	-1.580	1.317	-1.470	-0.164
20	1983	1.244	0.911	-0.252	0.300	-0.438	-0.639	-1.327	-1.022	1.390	0.480	1.252	-0.708
21	1984	0.842	-0.650	1.359	0.452	-0.247	-0.922	1.269	-0.820	0.187	-1.829	0.274	-0.431
22	1985	-0.011	0.121	-1.116	1.240	0.835	-1.332	-0.853	1.042	0.948	0.555	1.112	0.011
23	1986	1.539	1.788	1.469	-1.032	1.427	0.055	1.733	-0.671	-0.610	0.324	0.694	0.218
24	1987	-0.981	-0.234	1.133	-1.202	1.453	1.381	-1.475	-0.781	-0.836	0.477	-1.519	-1.052
25	1988	-0.815	-1.034	0.894	1.006	-1.558	0.472	-0.923	0.212	1.443	-1.414	-1.513	-0.676
26	1989	-1.881	0.230	-0.029	0.713	1.093	-0.326	0.373	-1.986	1.363	-0.734	-0.897	-1.462
27	1990	0.676	-0.759	-1.614	-0.562	0.505	0.051	0.962	-1.614	1.036	1.059	-1.150	0.822
28	1991	0.665	1.197	0.881	-0.463	1.629	0.580	0.430	-1.252	-0.930	-0.084	1.289	-1.361
29	1992	-1.195	1.223	1.094	-0.686	1.030	-1.174	0.976	0.691	1.524	1.443	-0.059	1.113
30	1993	-0.284	0.813	0.685	0.484	0.401	0.307	1.743	0.361	-0.782	0.749	1.140	0.299
31	1994	0.440	1.208	-0.568	-1.880	0.000	1.004	1.046	0.304	-1.648	-1.445	0.118	1.717
32	1995	-1.520	-1.277	-0.528	-1.732	-0.386	-0.874	-1.129	-1.352	0.514	0.586	0.268	0.934
33	1996	0.495	0.842	1.123	-0.163	1.801	-1.184	-0.465	0.939	0.571	-0.938	-1.495	-0.698
34	1997	-1.287	-0.690	-1.365	-1.683	-1.790	-0.332	-1.472	-1.859	1.161	0.742	0.743	-1.476
35	1998	1.384	0.531	-1.827	-0.849	-0.753	0.388	-1.092	0.446	-0.479	0.004	1.094	-1.245
36	1999	1.351	0.676	-1.760	1.127	-0.120	-1.319	-0.873	1.166	0.908	0.423	-0.540	1.281
37	2000	0.362	0.284	-0.315	-0.513	-0.056	0.553	-0.671	1.269	-0.813	-1.231	-1.202	0.159
38	2001	0.908	-1.654	0.479	-0.835	-0.244	-0.794	0.067	-1.125	0.773	-0.880	0.231	0.692
39	2002	0.192	0.842	0.901	1.204	1.434	-0.975	1.686	-1.951	0.460	-0.142	-0.129	1.766
40	2003	-0.520	0.067	-0.847	0.554	-1.472	-0.622	0.232	-0.245	0.480	-0.748	0.923	-0.817
41	2004	-1.173	1.353	1.472	-1.128	1.183	-1.433	-0.088	-0.869	-0.085	1.446	0.725	1.453
42	2005	-0.247	0.973	-1.531	-1.852	-1.034	1.664	-0.748	-0.167	0.262	-1.200	1.356	1.134
43	2006	-1.335	0.937	-0.146	-1.838	0.266	0.025	-0.401	0.450	-0.243	-0.802	-1.107	0.138
44	2007	-0.811	-1.165	1.290	0.703	-0.105	-1.268	1.501	0.989	0.403	1.137	1.487	-1.133
45	2008	-1.453	0.451	0.346	-0.566	0.711	0.920	-1.051	0.386	-1.402	0.457	-0.696	0.148
46	2009	0.096	-1.328	0.117	-1.107	-1.172	-0.077	-0.755	-0.660	-1.557	1.303	-0.973	-0.782
47	2010	1.643	0.886	-0.401	0.957	0.307	1.001	-0.607	-1.082	0.144	1.259	-1.336	-1.441
48	2011	-1.269	-0.538	0.632	0.431	-0.521	0.718	-1.048	0.428	0.891	-0.316	-1.336	-0.589
49	2012	-1.343	-1.679	-0.943	0.575	-0.217	1.250	-1.247	-1.277	-0.661	0.980	-0.281	0.046
50	2013	1.370	-0.795	1.449	0.070	1.790	-0.477	-0.193	0.985	-1.021	-1.118	-0.592	0.029
51	2014	0.185	0.904	0.190	-0.612	-0.075	-0.238	0.585	1.233	-0.119	0.164	0.606	0.124
52	2015	0.956	0.212	-0.182	1.028	0.539	1.230	-1.435	1.003	-0.688	0.824	-0.394	-1.101
53	2016	0.067	-1.100	-0.923	0.317	-0.112	1.267	-0.654	1.116	-0.880	-1.424	-1.171	-1.561
54	2017	-0.826	0.114	0.044	-0.428	0.172	0.762	0.457	0.116	-1.641	0.661	1.441	0.969

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 116

CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS (m³/s)

CUENCA	CUENCA MENOR	FUENTE:	Elab. propia

DISTRITO	Pitumarca	LAT.	13° 55' 0.66"	CUENCA:	CUENCA MENOR
PROVINCIA	Canchis	LONG.	71° 15' 3.25"	RIO :	PITUMARCA
DEPART.	Cusco	ALT.	4656 msnm		

ITEM	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964	25.863	25.538	19.550	8.484	4.316	3.852	3.169	2.901	3.498	5.269	9.729	15.384	127.553
2	1965	25.512	25.389	18.774	8.207	4.186	3.570	3.111	3.150	3.651	5.172	9.497	14.851	125.070
3	1966	25.765	25.296	18.763	8.113	4.125	3.081	2.806	3.426	3.962	5.049	9.222	14.321	123.929
4	1967	25.515	25.378	19.290	8.420	4.276	3.843	3.187	3.102	3.466	5.345	9.962	15.723	127.507
5	1968	25.932	25.358	18.685	8.196	4.115	2.991	2.922	3.177	3.542	5.184	9.548	14.970	124.620
6	1969	25.877	25.409	19.011	8.413	4.267	3.459	3.029	3.121	3.598	5.230	9.636	15.158	126.208
7	1970	25.491	25.277	18.808	8.331	4.245	3.528	3.142	2.989	3.486	5.316	9.887	15.681	126.181
8	1971	25.917	25.297	19.336	8.449	4.292	3.519	3.071	3.170	3.427	5.228	9.680	15.209	126.595
9	1972	25.815	25.250	19.024	8.205	4.142	3.059	2.967	3.345	3.706	5.143	9.413	14.693	124.762
10	1973	25.717	25.638	19.044	8.349	4.215	3.452	2.992	3.159	3.727	5.142	9.442	14.849	125.726
11	1974	25.647	25.631	19.615	8.301	4.206	3.203	2.844	3.203	3.531	5.253	9.683	15.200	126.317
12	1975	25.850	25.462	18.680	8.356	4.245	3.681	3.205	3.036	3.629	5.289	9.753	15.449	126.635
13	1976	25.852	25.186	18.879	8.451	4.323	3.835	3.152	3.024	3.497	5.194	9.569	15.044	126.006
14	1977	25.813	25.076	18.678	8.110	4.103	2.983	2.991	3.104	3.543	5.317	9.859	15.584	125.161
15	1978	25.811	25.289	18.553	8.160	4.138	3.232	2.917	3.415	3.764	5.126	9.367	14.732	124.504
16	1979	25.817	25.166	18.729	8.362	4.245	3.332	3.109	3.019	3.653	5.247	9.661	15.178	125.518
17	1980	25.535	25.524	19.229	8.414	4.327	3.954	3.057	3.291	3.590	5.233	9.674	15.292	127.120
18	1981	25.698	25.368	19.076	8.281	4.223	3.672	3.044	3.158	3.867	5.190	9.583	15.084	126.244
19	1982	25.672	25.258	19.162	8.187	4.125	3.300	2.995	2.987	3.623	5.245	9.658	15.230	125.442
20	1983	25.636	25.595	19.220	8.174	4.142	3.364	3.101	3.129	3.515	5.182	9.535	15.034	125.627
21	1984	25.419	24.697	18.589	8.329	4.230	3.517	3.043	3.026	3.816	5.064	9.252	14.373	123.355
22	1985	25.558	25.232	18.651	8.153	4.116	3.020	2.764	3.363	3.778	5.164	9.470	14.873	124.142
23	1986	25.368	24.659	18.103	8.079	4.078	3.212	2.935	3.425	3.757	5.123	9.349	14.662	122.750
24	1987	25.561	25.062	18.501	8.121	4.065	3.159	2.990	3.106	3.383	5.234	9.648	15.159	123.989
25	1988	25.899	25.799	19.833	8.290	4.202	3.621	3.222	3.157	3.739	5.184	9.521	15.039	127.506
26	1989	25.801	25.443	19.107	8.200	4.140	3.507	3.155	2.974	3.753	5.064	9.241	14.385	124.770
27	1990	25.828	25.710	19.164	8.263	4.157	3.327	2.935	3.130	3.497	5.196	9.557	14.968	125.732
28	1991	25.845	25.601	19.472	8.508	4.349	3.853	3.014	3.215	3.551	5.195	9.577	15.098	127.278
29	1992	25.202	24.486	18.394	8.365	4.224	3.402	3.147	3.002	3.771	5.179	9.559	14.990	123.721
30	1993	25.828	25.663	19.408	8.423	4.273	3.625	3.087	3.236	3.685	5.088	9.316	14.632	126.264
31	1994	25.207	24.865	18.641	8.302	4.236	3.509	2.909	3.134	3.480	5.311	9.809	15.472	124.875
32	1995	25.516	24.943	18.497	8.079	4.098	3.385	2.945	3.152	3.778	5.090	9.295	14.607	123.385
33	1996	25.207	24.558	18.471	8.079	4.100	2.994	2.956	3.117	3.726	5.176	9.525	14.963	122.872
34	1997	25.945	25.383	19.372	8.481	4.305	3.893	3.070	3.297	3.849	5.165	9.488	14.908	127.156
35	1998	25.481	25.145	19.037	8.163	4.135	3.060	3.034	3.329	3.604	5.164	9.497	14.866	124.515
36	1999	25.849	25.570	19.230	8.411	4.313	3.481	2.974	3.310	3.941	5.028	9.123	14.236	125.466
37	2000	25.531	25.017	18.584	8.292	4.242	3.361	3.017	2.983	3.333	5.386	10.008	15.906	125.660
38	2001	25.354	24.807	18.759	8.335	4.217	3.563	3.114	2.975	3.441	5.327	9.897	15.646	125.435
39	2002	25.751	25.632	18.929	8.175	4.097	3.349	3.059	2.993	3.424	5.338	9.922	15.766	126.435
40	2003	25.233	25.043	18.917	8.287	4.191	3.426	3.012	3.118	3.710	5.103	9.321	14.591	123.952
41	2004	25.434	25.057	18.492	8.251	4.182	3.276	3.014	2.982	3.631	5.114	9.379	14.632	123.444
42	2005	25.623	24.985	18.247	8.088	4.112	3.369	2.938	3.144	3.525	5.332	9.878	15.605	124.846
43	2006	25.716	25.659	19.055	8.396	4.258	3.690	3.092	2.994	3.626	5.193	9.552	15.095	126.326
44	2007	25.766	25.070	18.697	8.372	4.275	3.501	3.105	3.049	3.438	5.326	9.844	15.570	126.013
45	2008	25.725	24.993	18.343	8.323	4.220	3.466	3.157	3.270	3.706	5.137	9.419	14.689	124.448
46	2009	25.560	25.448	18.676	8.297	4.214	3.302	3.032	2.944	3.755	5.063	9.232	14.483	124.006
47	2010	25.233	24.912	18.824	8.291	4.230	3.701	3.128	3.110	3.813	5.172	9.469	14.936	124.819
48	2011	25.787	25.074	18.601	8.304	4.204	3.576	3.004	3.225	3.412	5.338	9.947	15.809	126.281
49	2012	25.978	25.531	18.739	8.338	4.232	3.338	2.906	3.364	3.903	5.049	9.237	14.369	124.984
50	2013	25.461	25.143	18.425	8.374	4.254	3.424	3.146	3.025	3.656	5.210	9.577	15.017	124.712
51	2014	25.435	25.152	18.944	8.466	4.346	3.814	3.176	2.906	3.542	5.229	9.619	15.124	125.753
52	2015	25.678	25.569	19.246	8.324	4.206	3.244	3.055	2.928	3.396	5.270	9.732	15.324	125.972
53	2016	25.655	25.438	19.129	8.162	4.149	3.100	3.024	3.094	3.767	5.146	9.472	14.865	125.001
54	2017	25.885	25.774	19.503	8.365	4.275	3.746	3.104	2.915	3.558	5.193	9.595	15.138	127.051

Nº DATOS	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
SUMATORIA	1385.05	1364.51	1020.69	447.65	227.18	185.72	164.07	168.90	196.02	280.71	516.69	812.46	6769.64
MEDIA	25.649	25.269	18.902	8.290	4.207	3.439	3.038	3.128	3.630	5.198	9.568	15.046	125.364
DESV.STD	0.214	0.314	0.377	0.119	0.075	0.256	0.101	0.142	0.154	0.089	0.216	0.412	1.232
Q. AL 75%	25.504	25.057	18.648	8.210	4.157	3.266	2.970	3.032	3.526	5.138	9.422	14.768	123.699
MINIMO	25.202	24.486	18.103	8.079	4.065	2.983	2.764	2.901	3.333	5.028	9.123	14.236	122.750
MAXIMO	25.978	25.799	19.833	8.508	4.349	3.954	3.222	3.426	3.962	5.386	10.008	15.906	127.553

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 117

NUMEROS ALEATORIOS VALUADOS ENTRE (Z) =									(MEDIA, D.STD)			0.0	1.0
Nº	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	1964	1.000	0.204	1.486	1.144	-0.838	0.835	0.115	-1.218	-0.414	0.303	-0.508	0.690
2	1965	-0.639	1.165	-1.027	-0.651	1.544	1.216	0.440	0.581	0.099	-0.329	-0.331	-1.242
3	1966	0.540	-0.412	-0.676	-1.523	1.555	-0.939	-1.615	1.269	1.684	-0.221	0.745	-1.423
4	1967	-0.624	1.100	1.109	0.814	-0.745	1.458	0.377	0.592	-1.122	1.518	1.606	-1.460
5	1968	1.321	-0.910	-1.253	-0.654	-1.452	-1.357	0.200	-0.214	-0.751	-0.982	0.662	-0.773
6	1969	1.062	-0.434	-0.149	1.052	-0.960	-0.895	-0.198	-0.110	-0.215	0.358	-0.435	-0.337
7	1970	-0.737	0.767	-0.414	0.487	0.529	-0.067	0.990	-0.616	-0.706	1.115	1.416	0.628
8	1971	1.252	-1.111	1.640	1.046	-0.886	-0.932	0.115	0.540	-1.560	-1.051	1.766	-1.008
9	1972	0.774	-0.846	0.575	-0.932	-0.486	-1.374	0.525	1.458	0.032	-0.458	-0.920	-1.212
10	1973	0.318	1.319	-0.984	0.408	-1.434	-0.050	-0.641	0.009	0.627	-0.301	0.458	0.890
11	1974	-0.011	1.609	1.357	-0.657	-0.393	-1.525	-1.590	-0.419	-0.889	0.254	-0.819	-1.317
12	1975	0.938	-0.072	-1.715	0.869	-0.260	0.929	1.211	0.124	0.208	1.726	-1.608	1.098
13	1976	0.945	-1.301	0.256	1.549	0.518	0.603	-0.043	-0.259	-0.710	-1.145	0.478	-0.062
14	1977	0.766	-1.606	-0.091	-1.461	0.625	-1.202	1.119	-0.456	-0.571	1.577	0.070	-0.286
15	1978	0.755	-0.656	-1.496	-0.853	0.736	-0.175	-0.767	1.774	0.290	-0.315	-1.144	1.428
16	1979	0.785	-1.226	-0.267	0.869	-0.445	-1.347	1.300	-0.538	0.421	1.112	-1.144	-0.919
17	1980	-0.533	1.652	0.246	0.827	1.862	1.317	-1.697	1.488	-0.672	0.355	0.928	0.958
18	1981	0.226	0.211	0.285	-0.275	1.022	1.246	-0.800	0.287	1.635	1.726	1.534	0.207
19	1982	0.106	-0.154	1.099	-1.258	-0.727	0.488	-0.036	-1.434	0.283	0.848	-1.041	0.292
20	1983	-0.062	1.502	-0.091	-1.435	0.485	0.616	1.089	0.354	-0.833	-1.228	0.278	1.081
21	1984	-1.073	-1.462	1.149	0.702	-0.104	0.115	-0.232	-0.839	1.575	-1.090	0.468	-1.521
22	1985	-0.427	0.258	-0.858	-1.033	-0.112	-1.185	-1.929	0.503	0.511	0.518	-0.639	0.295
23	1986	-1.314	-1.394	-0.658	-1.144	0.381	0.717	-0.468	1.960	0.215	-0.423	-1.601	0.686
24	1987	-0.412	-0.505	-0.747	-1.167	-1.508	0.593	0.440	-0.445	-1.725	-1.280	-0.314	-0.793
25	1988	1.168	1.186	1.529	-1.000	-0.241	1.273	1.658	1.250	0.717	0.595	-0.577	1.741
26	1989	0.708	0.068	0.095	-1.075	-0.393	1.586	1.233	-0.672	1.249	-1.593	-0.034	-0.824
27	1990	0.836	1.122	-0.805	-0.533	-1.538	0.121	-0.903	-0.545	-0.964	-1.110	-0.273	-1.181
28	1991	0.912	0.563	0.905	1.454	0.007	0.280	-1.870	0.611	-0.777	-0.687	0.721	0.754
29	1992	-2.088	-1.391	1.253	1.258	-1.519	-0.535	1.525	-0.478	1.313	0.758	1.648	-0.800
30	1993	0.836	0.917	0.385	0.719	-0.986	0.084	-0.084	1.183	0.141	-1.676	0.700	1.360
31	1994	-2.062	0.258	0.651	0.395	0.985	-0.037	-1.914	-0.653	-1.095	0.970	-1.470	-0.637
32	1995	-0.620	-0.824	-0.260	-1.562	1.314	1.509	-0.988	-0.300	1.009	-0.895	-0.418	1.666
33	1996	-2.066	-1.097	1.260	-1.533	1.407	-1.081	0.628	-0.538	0.717	0.331	0.468	-0.011
34	1997	1.383	-0.860	1.421	1.304	-1.267	1.293	-1.302	1.611	1.178	1.108	0.015	0.316
35	1998	-0.785	0.229	1.070	-1.343	0.470	-1.246	1.374	1.682	-0.665	-0.871	0.534	-0.926
36	1999	0.934	0.409	0.056	0.800	1.292	-1.535	-0.977	1.198	1.807	-0.780	-1.356	0.744
37	2000	-0.551	-0.566	-0.224	0.359	1.603	-1.108	0.019	-1.348	-1.796	1.240	-0.764	0.547
38	2001	-1.380	-0.674	1.375	0.585	-0.915	0.640	0.503	-0.884	-1.002	0.963	0.696	-0.497
39	2002	0.474	1.133	-1.425	-1.121	-1.652	1.290	0.599	-1.032	-1.167	1.042	0.599	1.026
40	2003	-1.945	0.925	1.016	-0.043	-0.667	0.189	-0.291	-0.226	0.597	-1.187	-0.670	0.309
41	2004	-1.004	0.057	-0.762	0.072	0.003	-0.640	0.307	-1.374	0.354	-1.607	0.721	-1.144
42	2005	-0.124	-1.129	-1.450	-1.216	1.710	1.162	-1.021	-0.411	-0.792	1.723	-0.712	-0.596
43	2006	0.314	1.416	-1.030	0.843	-0.845	0.771	-0.257	-0.843	0.287	-0.131	-0.165	1.669
44	2007	0.547	-1.416	0.013	1.000	0.662	-0.757	0.613	-0.304	-1.197	0.917	-1.574	0.023
45	2008	0.354	-1.566	-1.095	0.915	-0.393	-0.047	1.418	1.853	0.212	-0.572	-0.023	-1.525
46	2009	-0.416	1.204	-1.672	0.314	0.085	-1.013	0.433	-1.597	1.332	-1.596	-0.307	1.574
47	2010	-1.945	0.348	1.192	0.095	1.051	1.317	0.159	0.340	1.361	0.949	-1.560	1.646
48	2011	0.642	-1.495	-0.396	0.454	-0.560	0.943	-0.948	0.637	-1.800	0.952	1.717	0.935
49	2012	1.536	-0.358	-1.769	0.631	-0.301	-1.087	-1.309	1.287	1.410	-0.687	1.430	-1.004
50	2013	-0.880	0.315	-1.400	1.310	-0.356	-0.899	1.436	-0.285	0.429	0.435	-0.868	-0.936
51	2014	-1.000	0.473	0.665	1.627	1.159	0.078	0.340	-1.136	-0.110	-0.107	-1.044	-0.372
52	2015	0.135	1.193	0.124	-0.046	-1.097	-1.256	0.949	-1.608	-1.215	-0.489	-0.463	-0.681
53	2016	0.026	0.720	0.203	-1.451	1.177	-1.225	1.089	-0.367	1.069	0.095	1.364	0.047
54	2017	1.102	1.143	0.299	0.065	0.899	0.845	-0.324	-1.445	-0.017	-0.676	1.762	0.877

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 118

PRECIPITACIÓN MAXIMA 24 HORAS ESTACIONES

Año	PRECIPITACION MAXIMA HISTORICA 24 HORAS			PRECIPITACION REGIONALIZADA CUENCA
	Kayra	Sicuani	Yauri	**CUENCA MENOR**
1964	23.0	22.5	22.0	22.4
1965	31.4	25.6	22.5	25.6
1966	38.0	30.3	32.0	32.9
1967	42.1	29.0	23.7	29.8
1968	24.6	35.0	23.5	27.4
1969	25.1	20.1	20.5	21.5
1970	44.8	31.0	19.0	29.0
1971	36.1	31.8	17.8	26.6
1972	36.6	24.7	23.1	26.9
1973	28.4	26.8	29.8	28.5
1974	22.8	23.9	22.0	22.8
1975	25.0	25.4	18.6	22.3
1976	20.0	22.6	14.6	18.4
1977	33.9	24.8	16.0	23.1
1978	27.2	31.1	19.2	24.9
1979	39.0	28.7	33.9	33.5
1980	38.2	37.2	11.5	26.0
1981	40.2	35.5	30.4	34.4
1982	29.6	23.8	33.8	29.6
1992	22.6	27.4	33.8	29.1
1993	48.5	30.4	39.0	38.6
1994	39.6	24.5	35.8	33.2
1995	34.6	27.0	35.3	32.5
1996	31.3	40.6	33.0	35.0
1997	47.0	40.5	37.2	40.6
1998	35.9	28.8	42.7	36.7
1999	19.3	24.8	40.4	30.4
2000	25.5	25.8	31.1	28.1
2001	31.0	36.0	30.8	32.5
2002	26.7	34.6	31.0	31.1
2003	39.1	30.4	32.5	33.4
2004	30.8	34.1	50.3	40.5
2005	27.8	44.4	35.6	36.5
2006	51.6	29.8	43.4	41.1
2007	32.9	28.8	37.0	33.4
2008	27.9	31.3	27.6	28.8
2009	27.8	20.0	46.0	33.4
2010	41.2	24.7	52.1	40.9
2011	29.8	34.1	41.5	36.3
2012	47.0	31.6	47.4	42.3
2013	27.2	25.8	27.2	26.8
2014	35.6	23.3	48.6	37.5
Promedio	33.0	29.3	31.3	31.1
Desviación	8.109	5.613	10.324	6.012

Descripción	Altitud	Precipitación Historica	Dif Altitud	%	1/%	F I Altitud
Kayra	3219	33.02	1563.82	0.43	2.32	0.24
Sicuani	3574	29.25	1208.82	0.33	3.00	0.31
Yauri	3927	31.27	855.82	0.24	4.24	0.44
CUENCA MENOR	4782.82		3628.47	1.00	9.56	1.00

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 119

VALORES DE LA PRECIPITACIÓN EN 24 HORAS y 01 MES
GENERADOS CUENCA CUENCA MENOR

AÑO	Nº Datos (n)	PRECIPITACIÓN		PROBABILIDAD %
		24 hrs (mm)	1 mes (mm)	
1964	1	22.4	201.0	2.33
1965	2	25.6	195.4	4.65
1966	3	32.9	208.6	6.98
1967	4	29.8	244.1	9.30
1968	5	27.4	236.2	11.63
1969	6	21.5	259.4	13.95
1970	7	29.0	234.6	16.28
1971	8	26.6	235.8	18.60
1972	9	26.9	217.7	20.93
1973	10	28.5	332.7	23.26
1974	11	22.8	240.4	25.58
1975	12	22.3	186.1	27.91
1976	13	18.4	222.7	30.23
1977	14	23.1	239.1	32.56
1978	15	24.9	425.5	34.88
1979	16	33.5	241.6	37.21
1980	17	26.0	220.5	39.53
1981	18	34.4	157.1	41.86
1982	19	29.6	254.1	44.19
1992	20	29.1	193.1	46.51
1993	21	38.6	280.6	48.84
1994	22	33.2	267.9	51.16
1995	23	32.5	198.0	53.49
1996	24	35.0	224.5	55.81
1997	25	40.6	222.9	58.14
1998	26	36.7	210.7	60.47
1999	27	30.4	240.2	62.79
2000	28	28.1	243.7	65.12
2001	29	32.5	319.1	67.44
2002	30	31.1	269.5	69.77
2003	31	33.4	220.6	72.09
2004	32	40.5	316.6	74.42
2005	33	36.5	214.3	76.74
2006	34	41.1	259.1	79.07
2007	35	33.4	267.3	81.40
2008	36	28.8	214.0	83.72
2009	37	33.4	170.6	86.05
2010	38	40.9	348.0	88.37
2011	39	36.3	259.0	90.70
2012	40	42.3	290.8	93.02
2013	41	26.8	262.8	95.35
2014	42	37.5	238.5	97.67
Media		31.058	244.866	
Desv. Estandar		6.012	49.797	
Sesgo		0.034	1.385	

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 120

PRECIPITACION MAXIMA DE 24 HORAS DISTRIBUCION DE EXTREMOS TIPO I GUMBEL CUENCA MENOR			
ITEM	AÑO	P. MAX 24 CRONOLOGICO (mm)	P. MAX 24 ORDENADO (mm)
1	1964	22.4	42.3
2	1965	25.6	41.1
3	1966	32.9	40.9
4	1967	29.8	40.6
5	1968	27.4	40.5
6	1969	21.5	38.6
7	1970	29.0	37.5
8	1971	26.6	36.7
9	1972	26.9	36.5
10	1973	28.5	36.3
11	1974	22.8	35.0
12	1975	22.3	34.4
13	1976	18.4	33.5
14	1977	23.1	33.4
15	1978	24.9	33.4
16	1979	33.5	33.4
17	1980	26.0	33.2
18	1981	34.4	32.9
19	1982	29.6	32.5
20	1992	29.1	32.5
21	1993	38.6	31.1
22	1994	33.2	30.4
23	1995	32.5	29.8
24	1996	35.0	29.6
25	1997	40.6	29.1
26	1998	36.7	29.0
27	1999	30.4	28.8
28	2000	28.1	28.5
29	2001	32.5	28.1
30	2002	31.1	27.4
31	2003	33.4	26.9
32	2004	40.5	26.8
33	2005	36.5	26.6
34	2006	41.1	26.0
35	2007	33.4	25.6
36	2008	28.8	24.9
37	2009	33.4	23.1
38	2010	40.9	22.8
39	2011	36.3	22.4
40	2012	42.3	22.3
41	2013	26.8	21.5
42	2014	37.5	18.4

Nro. Dat =	42.00
Suma =	1304.424
Promedio =	31.058
S =	6.012

EJEMPLO DE APLICACION PARA :

Ecuacion de Ajuste:

P = X + K * S donde : P = Precipitación de Lluvia (mm)

X = Media de las Precipitaciones K = Factor de frecuencia.

S = Desviación estandar de las precipitaciones

Ecuación de predicción Gumbel :

P = 31.058 + 6.012 x K

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

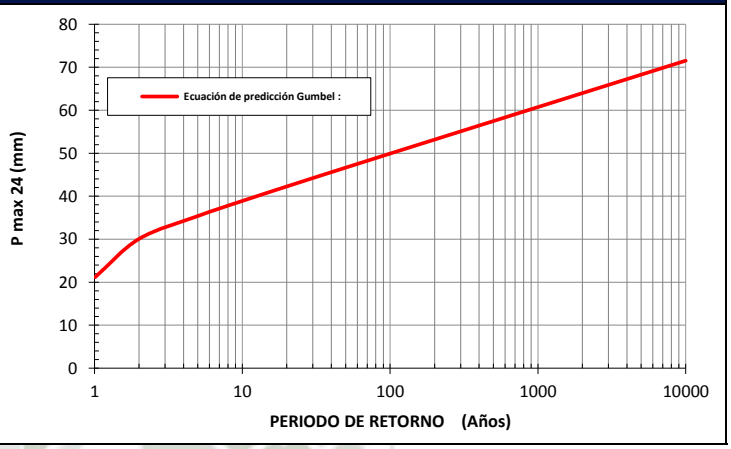
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 120

PRECIPITACIONES MAXIMAS DE 24hr DEL RIO PITUMARCA - CUENCA MENOR
METODO GUMBEL TIPO I
DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO

ITEM	T (Años)	K	P.max 24h (mm)
1	1.01	-1.64	21.18
2	2	-0.16	30.07
3	5	0.72	35.38
4	10	1.30	38.90
5	25	2.04	43.35
6	50	2.59	46.64
7	**100**	**3.14**	**49.92**
8	475	4.35	57.24
9	500	4.39	57.48
10	1000	4.94	60.73
11	5000	6.19	68.28
12	10000	6.73	71.53

Log P = 31.058 + 6.012 x K



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 121

PRECIPITACION MAXIMA DE UN MES DISTRIBUCION DE EXTREMOS TIPO I GUMBEL CUENCA CUENCA MENOR			
ITEM	AÑO	P. MAX UN MES CRONOLOGICO (mm)	P. MAX UN MES ORDENADO (mm)
1	1964	201.0	425.5
2	1965	195.4	348.0
3	1966	208.6	332.7
4	1967	244.1	319.1
5	1968	236.2	316.6
6	1969	259.4	290.8
7	1970	234.6	280.6
8	1971	235.8	269.5
9	1972	217.7	267.9
10	1973	332.7	267.3
11	1974	240.4	262.8
12	1975	186.1	259.4
13	1976	222.7	259.1
14	1977	239.1	259.0
15	1978	425.5	254.1
16	1979	241.6	244.1
17	1980	220.5	243.7
18	1981	157.1	241.6
19	1982	254.1	240.4
20	1992	193.1	240.2
21	1993	280.6	239.1
22	1994	267.9	238.5
23	1995	198.0	236.2
24	1996	224.5	235.8
25	1997	222.9	234.6
26	1998	210.7	224.5
27	1999	240.2	222.9
28	2000	243.7	222.7
29	2001	319.1	220.6
30	2002	269.5	220.5
31	2003	220.6	217.7
32	2004	316.6	214.3
33	2005	214.3	214.0
34	2006	259.1	210.7
35	2007	267.3	208.6
36	2008	214.0	201.0
37	2009	170.6	198.0
38	2010	348.0	195.4
39	2011	259.0	193.1
40	2012	290.8	186.1
41	2013	262.8	170.6
42	2014	238.5	157.1

Nro. Dat =	42
Suma =	10284.36
Promedio =	244.866
Desv. Est. S =	49.797

EJEMPLO DE APLICACION PARA :

Ecuacion de Ajuste:

P = X + K * S donde : P = Precipitación de Lluvia (mm)

X = Media de las Precipitaciones K = Factor de frecuencia.

S = Desviación estandar de las precipitaciones

Ecuación de predicción Gumbel :

P = 244.866 + 49.797 x K

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

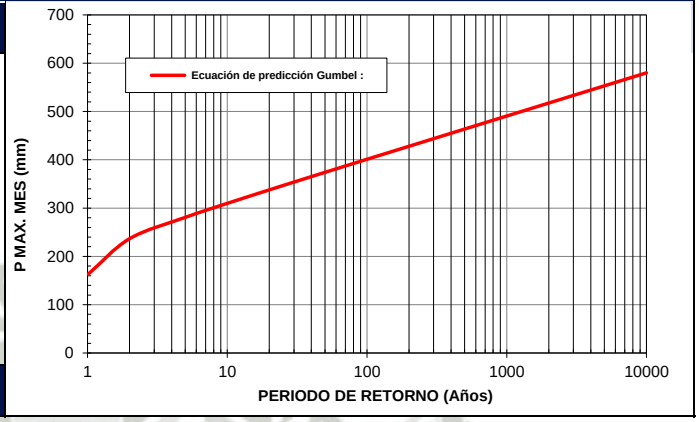
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 121

PRECIPITACIONES MAXIMAS DE UN MES DEL RIO PITUMARCA - CUENCA MENOR
METODO GUMBEL TIPO I
DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO

ITEM	T (Años)	K	P.max Mes (mm)
1	1.01	-1.64	163.07
2	2	-0.16	236.68
3	5	0.72	280.69
4	10	1.30	309.83
5	25	2.04	346.64
6	50	2.59	373.95
7	100	3.14	401.06
8	475	4.35	461.71
9	500	4.39	463.71
10	1000	4.94	490.64
11	5000	6.19	553.14
12	10000	6.73	580.06

Log P = 244.866 + 49.797 x K



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 122

PRECIPITACION MAXIMA DE 24 HORAS
DISTRIBUCION DE EXTREMOS LOG PEARSON III

CUENCA MENOR

ITEM	AÑO	P. MAX 24 CRONOLOGICO (mm)	P. MAX 24 ORDENADO (mm)	LOG(Pi)	(Pi-P)^3
1	1964	22.4	42.3	1.626781	0.002917
2	1965	25.6	41.1	1.614058	0.002205
3	1966	32.9	40.9	1.611228	0.002064
4	1967	29.8	40.6	1.608676	0.001943
5	1968	27.4	40.5	1.607267	0.001877
6	1969	21.5	38.6	1.586650	0.001085
7	1970	29.0	37.5	1.574067	0.000733
8	1971	26.6	36.7	1.564504	0.000524
9	1972	26.9	36.5	1.561933	0.000475
10	1973	28.5	36.3	1.560359	0.000447
11	1974	22.8	35.0	1.543737	0.000214
12	1975	22.3	34.4	1.536295	0.000144
13	1976	18.4	33.5	1.524824	0.000069
14	1977	23.1	33.4	1.524297	0.000066
15	1978	24.9	33.4	1.524148	0.000065
16	1979	33.5	33.4	1.524025	0.000065
17	1980	26.0	33.2	1.520808	0.000050
18	1981	34.4	32.9	1.517490	0.000038
19	1982	29.6	32.5	1.512211	0.000023
20	1992	29.1	32.5	1.511629	0.000021
21	1993	38.6	31.1	1.492574	0.000001
22	1994	33.2	30.4	1.482624	0.000000
23	1995	32.5	29.8	1.474636	-0.000001
24	1996	35.0	29.6	1.471901	-0.000002
25	1997	40.6	29.1	1.463491	-0.000009
26	1998	36.7	29.0	1.462814	-0.000009
27	1999	30.4	28.8	1.459910	-0.000014
28	2000	28.1	28.5	1.455127	-0.000024
29	2001	32.5	28.1	1.448355	-0.000045
30	2002	31.1	27.4	1.437387	-0.000101
31	2003	33.4	26.9	1.429401	-0.000162
32	2004	40.5	26.8	1.427494	-0.000179
33	2005	36.5	26.6	1.425464	-0.000200
34	2006	41.1	26.0	1.415758	-0.000316
35	2007	33.4	25.6	1.408797	-0.000424
36	2008	28.8	24.9	1.395798	-0.000684
37	2009	33.4	23.1	1.363729	-0.001735
38	2010	40.9	22.8	1.357756	-0.002007
39	2011	36.3	22.4	1.350241	-0.002388
40	2012	42.3	22.3	1.348066	-0.002506
41	2013	26.8	21.5	1.332250	-0.003488
42	2014	37.5	18.4	1.265332	-0.010442

EJEMPLO DE APLICACION PARA :
Ecuacion de Ajuste:
Log P = X + K * S
Donde :
P = Precipitación (mm)
X = Media de los logaritmos de las Precipitaciones
S = Desviación estandar de los logaritmos de las precipitaciones

Nro. Dat =	42.00
Suma =	62.32
Promedio =	1.484
S =	0.087
Cs =	-0.38

K = Factor de frecuencia.

Ecuación de predicción Log Pearson Tipo III

P = 1.484 + 0.087 x K

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

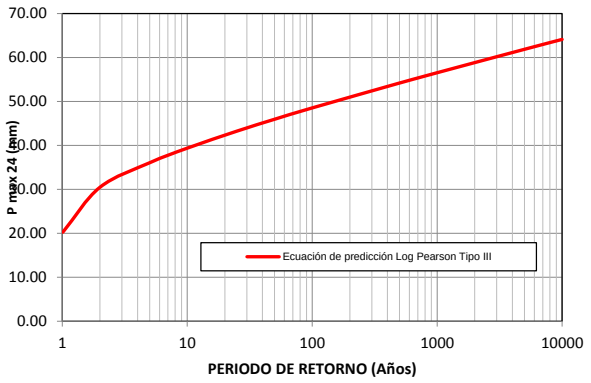
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 122

PRECIPITACIONES MAXIMAS DE 24hr DEL RIO PITUMARCA - CUENCA MENOR
METODO LOG PEARSON III
DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO

ITEM	T Años	W	z	K	P.Max.24 h (mm)
1	1.01	0.141	-2.039	-2.04	20.27
2	2	1.177	0.000	0.00	30.47
3	5	1.794	0.841	0.84	36.06
4	10	2.146	1.282	1.28	39.38
5	25	2.537	1.751	1.75	43.25
6	50	2.797	2.054	2.05	45.96
7	100	3.035	2.327	2.33	48.53
8	475	3.511	2.862	2.86	54.02
9	500	3.526	2.879	2.88	54.20
10	1000	3.717	3.091	3.09	56.55
11	5000	4.127	3.540	3.54	61.87
12	10000	4.292	3.719	3.72	64.12

Log P = 1.484 + 0.087 x K



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 123

PRECIPITACION MAXIMA DE UN MES
DISTRIBUCION DE EXTREMOS LOG PEARSON III

CUENCA CUENCA MENOR

ITEM	AÑO	P. MAX UN MES CRONOLOGICO (mm)	P. MAX UN MES ORDENADO (mm)	LOG(Pi)	(Pi-P)^3
1	1964	201.0	425.5	2.628896	0.015236
2	1965	195.4	348.0	2.541563	0.004140
3	1966	208.6	332.7	2.522095	0.002810
4	1967	244.1	319.1	2.503943	0.001859
5	1968	236.2	316.6	2.500564	0.001710
6	1969	259.4	290.8	2.463546	0.000563
7	1970	234.6	280.6	2.448018	0.000301
8	1971	235.8	269.5	2.430493	0.000121
9	1972	217.7	267.9	2.427908	0.000103
10	1973	332.7	267.3	2.426927	0.000097
11	1974	240.4	262.8	2.419580	0.000057
12	1975	186.1	259.4	2.413997	0.000036
13	1976	222.7	259.1	2.413497	0.000034
14	1977	239.1	259.0	2.413262	0.000034
15	1978	425.5	254.1	2.405019	0.000014
16	1979	241.6	244.1	2.387637	0.000000
17	1980	220.5	243.7	2.386885	0.000000
18	1981	157.1	241.6	2.383026	0.000000
19	1982	254.1	240.4	2.380857	0.000000
20	1992	193.1	240.2	2.380634	0.000000
21	1993	280.6	239.1	2.378625	0.000000
22	1994	267.9	238.5	2.377452	0.000000
23	1995	198.0	236.2	2.373321	0.000000
24	1996	224.5	235.8	2.372620	-0.000001
25	1997	222.9	234.6	2.370373	-0.000001
26	1998	210.7	224.5	2.351251	-0.000026
27	1999	240.2	222.9	2.348198	-0.000035
28	2000	243.7	222.7	2.347675	-0.000037
29	2001	319.1	220.6	2.343634	-0.000052
30	2002	269.5	220.5	2.343442	-0.000053
31	2003	220.6	217.7	2.337765	-0.000081
32	2004	316.6	214.3	2.331005	-0.000125
33	2005	214.3	214.0	2.330413	-0.000129
34	2006	259.1	210.7	2.323582	-0.000189
35	2007	267.3	208.6	2.319262	-0.000235
36	2008	214.0	201.0	2.303290	-0.000469
37	2009	170.6	198.0	2.296577	-0.000601
38	2010	348.0	195.4	2.290924	-0.000731
39	2011	259.0	193.1	2.285890	-0.000860
40	2012	290.8	186.1	2.269821	-0.001374
41	2013	262.8	170.6	2.231918	-0.003313
42	2014	238.5	157.1	2.196157	-0.006314

10284.4 10284.4

EJEMPLO DE APLICACION PARA :

Ecuacion de Ajuste:

Log P = X + K * S

Donde :

P = Precipitación (mm)

X = Media de los logaritmos de las Precipitaciones

S = Desviación estandar de los logaritmos de las precipitaciones

K = Factor de frecuencia.

Nro. Dat =	42.00
Suma =	100.00
Promedio =	2.381
S =	0.083
Cs =	0.569

Ecuación de predicción Log Pearson Tipo III

P = 2.381 + 0.083 x K

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 123

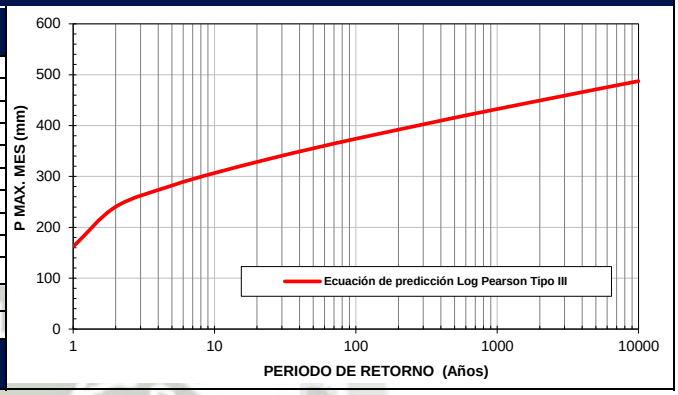
PRECIPITACIONES MAXIMAS DE UN MES DEL RIO PITUMARCA - CUENCA MENOR

METODO LOG PEARSON III

DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO

ITEM	T Años	W	z	K	P.Max. 1 mes(mm)
1	1.01	0.1411	-2.0390	-2.04	163.2
2	2	1.1774	0.0000	0.00	240.4
3	5	1.7941	0.8415	0.84	282.1
4	10	2.1460	1.2817	1.28	306.7
5	25	2.5373	1.7511	1.75	335.3
6	50	2.7971	2.0542	2.05	355.2
7	100	3.0349	2.3268	2.33	374.1
8	475	3.5109	2.8623	2.86	414.2
9	500	3.5255	2.8785	2.88	415.5
10	1000	3.7169	3.0905	3.09	432.5
11	5000	4.1273	3.5402	3.54	471.1
12	10000	4.2919	3.7191	3.72	487.4

Log P = 2.381 + 0.083 x K



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

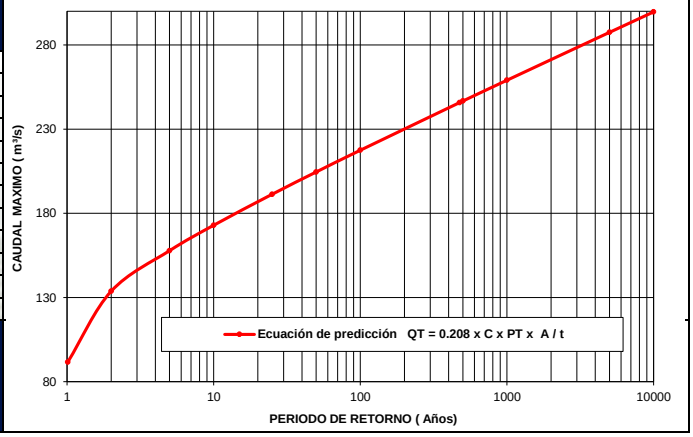
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 124

CAUDALES MÁXIMOS RÍO PITUMARCA-CUENCA MENOR
MÉTODO HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR S.C.S.
DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO

T Años	I_T mm/min	P_T mm	Q_T m³/s
1.01	0.03	7.17	91.550
2	0.04	10.47	133.725
5	0.05	12.36	157.800
10	0.05	13.54	172.903
25	0.06	14.98	191.283
50	0.06	16.02	204.538
100	0.07	17.03	217.457
475	0.08	19.25	245.753
500	0.08	19.32	246.673
1000	0.08	20.29	259.042
5000	0.09	22.51	287.468
10000	0.09	23.46	299.624

$\text{Ln } I_{475} = -0.3933 \times \text{Ln } t - 0.5158$;
$P_T = I \times t = 19.25$ mm;
C = 0.548; t = 4.17 h; Area = 514.2 Km²



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 125

COEFICIENTES DE ESCORRENTIA DE LA CUENCA MENOR

1.- POR CARACTERISTICAS DE LAS LLUVIAS Y DESCARGAS

Nº	NOMBRE DEL RIO	Area Cuenca	Altura Media	P. Cuenca	Lluvia Especifica Anual	Coeficiente de Escorrentía
		Km2	msnm	mm	mm	
1	PITUMARCA	514.2	4782.82	1097.6	555.0	0.51

2.- SEGUN LA FORMULA DE *BLAIR*

CARACTERISTICAS DE LA CUENCA.				
CULTIVOS	VERTIENTE DE LA CUENCA			
	Ondulada	Inclinada	Area	
	5-10%	10-30%	ha	%
Generales	0.60	0.72	28088.8	54.63
Pastos	0.36	0.42	2616.2	5.09
Bosques	0.18	0.21	4393.8	8.54
Area desnuda	0.80	0.90	16321.3	31.74
Total			51420.08	100.0

Fuente: Enrique Blair, Manual de riego y avenamiento

C(proy) = (C(gen)A(gen) + C(pas)A(pas) + C(bos)A(bos) + C(ad)A(ad))/100

C(proy)=	**0.72**

3.- SEGUN LA FORMULA DE *BERMULLER*

Promedio anual de precipitación, 20 años min (mm/hr): R =	1097.6
Factor que depende de la temperatua media: M =	1.02
Temperatura media (C) : Tm =	2.55
Altura de escorrentia (mm) : F = R - (279.4 + 0.29R).M =	487.9
Coeficiente de escorrentia : Ce = Ce = F / R =	**0.44**

3.- SEGUN LA FORMULA DE *JUSTIN*

PE75 de Escurrimiento Cuenca 20 años min. (mm/hr) R =	554.99
Cota maxima msnm. : CM =	5250.00
Cota minima msnm. : Cm =	3912.00
Area de la acuenca (Ha). : A =	51420.08
Temperatura media de la cuenca (C) : T =	2.55
Pendiente % : S = (CM-Cm)/A^0.5 =	5.90
Altura de escorrentia en mm. : F = 0.183S^0.155R^2/(160+9T) =	405.62
Coeficiente de escorrentia. Ce = F/R =	**0.73**

5. FORMULA DE L.TURC

Temperatura Media mensual (ºC) : T =	2.55
Precipitación total anual (mm/año) : P =	1097.6
Coeficiente de temperatura : L = 300 + 25 T + 0.05 T^3 =	364.64
Déficit escurrimiento (mm/año) : D = P (0.9 + p^2/L^2)^(0.5)=	347.78
Coeficiente de escorrentía (%) : Ce = (P - D) X 100/P =	**0.68**

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 125

6. FORMULA DE SCHOLZ

COEF. ESCURRIMIENTO SEGÚN PRECIPITACION, TEMPERATURA Y ETP SCHOLZ			
Area de la cuenca en Km² =	**A =**	**514.20**	Km²
Altura media de la Cuenca msnm =	**Hm =**	**4783**	msnm.
Temp. Med. anual Est Referen °C = Sicuani	**Te =**	**11.4**	ºC
Altura est. referencia msnm = Sicuani	**Hr =**	**3550**	msnm.
Lat. Sur C.G. cuenca º ' "= **135504**	**LS =**	**13°59'42.33"**	
Long. Oeste C.G. De la cuenca º ' " =	**LW =**	**71°04'47.25"**	
Precipitación media cuenca mm/año =	**Pc =**	**1097.6**	mm/año.
Radiación extraterrestre cuenca mm/año =	Ra =	5270.1	mm/año
Tc = (Te - (0.0066 x (Hm-Hr)))	Tc =	3.2	ºC
F = 1.8 x Tc + 32	F =	37.8	ºF
ETP = 0.0075 x 0.075 x Ra x (50)½ x F x (1 + 0.06 x Hm/1000)		**1019.7**	mm/año
Coef. Temperatura ºC Ct=300 + 25 x Tc + 0.05 x Tc³		382.2	
Deficit de Escurr (Do, D1): Do = 0.872 x Pc + 1.032 x ETP - 1380		629.4	
D1=Pc / (0.9 + Pc²/Ct²)½		362.9	
Coeficiente de escurrimiento (C)			
C1= 0.914-2.36E-4 x Pc - 0.0581 x Tc	C1 =	0.47	
C2= 0.682-0.0526 x Tc - 1.36E-4 x Tc²	C2 =	0.51	
C3= 1.813-1.87E-4 x Pc - 1.12E-3 x ETP	C3 =	0.47	
C4= 5.21-7.31E-3 x ETP + 2.68E-6 x ETP²	C4 =	0.54	
C5= 3.16E12 x Pc^0.571 x ETP^-3.686	C5 =	0.47	
C6= 6.47 - 0.0691 x Ln(Pc)- Ln(ETP)	C6 =	0.44	
C7= (Pc -Do) / Pc	C7 =	0.43	
C8= (Pc -D1) / Pc	C8 =	0.67	
Desición para hallar el coeficiente de escurrimiento = C			
C = (C1+C2+C3+C4+C5+C6+C7)/7 =	**C =**	**0.43**	

El valor adoptado de Coeficiente de Escorrentia (Ce) es el promedio de los valores obtenidos por Justin, Blair, Vermulle y Turc siendo este valor igual Ce = 0.55

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

ANEXO N° 126

HIDROGRAMA DE ENTRADA CON EL CAUDAL DE DISEÑO
RIO PITUMARCA
CUENCA MENOR

Nº	t / tp	Q / Qp	t	CAUDAL
1	0.0	0.000	0.00	0.000
2	0.1	0.015	0.46	3.262
3	0.2	0.075	0.92	16.309
4	0.3	0.160	1.38	34.793
5	0.4	0.280	1.84	60.888
6	0.5	0.430	2.30	93.507
7	0.6	0.600	2.75	130.474
8	0.7	0.770	3.21	167.442
9	0.8	0.890	3.67	193.537
10	0.9	0.970	4.13	210.933
11	1.0	1.000	4.59	217.457
12	1.1	0.980	5.05	213.108
13	1.2	0.920	5.51	200.061
14	1.3	0.840	5.97	182.664
15	1.4	0.750	6.43	163.093
16	1.5	0.650	6.89	141.347
17	1.6	0.570	7.34	123.951
18	1.8	0.430	8.26	93.507
19	2.0	0.320	9.18	69.586
20	2.2	0.240	10.10	52.190
21	2.4	0.180	11.02	39.142
22	2.6	0.130	11.93	28.269
23	2.8	0.098	12.85	21.311
24	3.0	0.075	13.77	16.309
25	3.5	0.036	16.07	7.828
26	4.0	0.018	18.36	3.914
27	4.5	0.009	20.66	1.957
28	5.0	0.004	22.95	0.870
29	5.0	0.000	22.95	0.000
30	5.0	0.000	22.95	0.000
31	5.0	0.000	22.95	0.000
32	5.0	0.000	22.95	0.000
33	5.0	0.000	22.95	0.000
34	5.0	0.000	22.95	0.000
35	5.0	0.000	22.95	0.000
36	5.0	0.000	22.95	0.000

CAUDAL PICO MAXIMO PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS

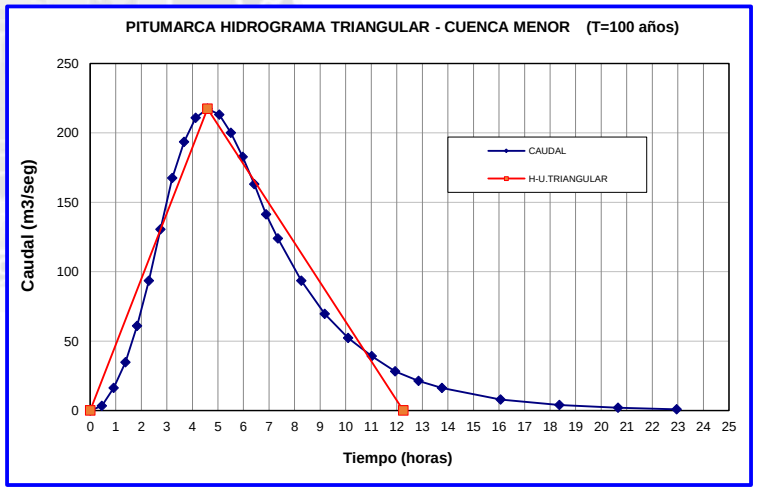
Datos de entrada

Long cauce=	39.85	km.
Cota max=	5250	m
Cota min=	3912	m
Area o Superficie=	514.200787	km²
Pmax neta=		mm
Duracion Pmax neta=		horas

Cálculos

Pendiente=	0.0336	m/m
t conc=	250.37	minutos
t conc=	4.17	horas
tiempo punta=	**4.59**	
tiempo base=	12.26	horas
Intensidad Imax	0.07	mm/min
Pmax neta=	9.33	mm
Coeficiente de escurrimiento=	0.548	(Varia entre 0,35 - 0,75 y/o para máximas)
Caudal de la punta=	**217.46**	**m³/seg.**

tiempo	Q
0.00	0.00
4.59	217.46
12.26	0.00



REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 127

PRECIPITACIÓN MAXIMA 24 HORAS ESTACIONES

Año	PRECIPITACION MAXIMA HISTORICA 24 HORAS			PRECIPITACION REGIONALIZADA CUENCA
	Kayra	Sicuani	Yauri	**CUENCA MAYOR**
1964	23.0	22.5	22.0	22.4
1965	31.4	25.6	22.5	25.5
1966	38.0	30.3	32.0	32.9
1967	42.1	29.0	23.7	29.6
1968	24.6	35.0	23.5	27.3
1969	25.1	20.1	20.5	21.4
1970	44.8	31.0	19.0	28.7
1971	36.1	31.8	17.8	26.4
1972	36.6	24.7	23.1	26.7
1973	28.4	26.8	29.8	28.5
1974	22.8	23.9	22.0	22.8
1975	25.0	25.4	18.6	22.2
1976	20.0	22.6	14.6	18.3
1977	33.9	24.8	16.0	22.9
1978	27.2	31.1	19.2	24.7
1979	39.0	28.7	33.9	33.5
1980	38.2	37.2	11.5	25.6
1981	40.2	35.5	30.4	34.3
1982	29.6	23.8	33.8	29.7
1992	22.6	27.4	33.8	29.2
1993	48.5	30.4	39.0	38.6
1994	39.6	24.5	35.8	33.2
1995	34.6	27.0	35.3	32.6
1996	31.3	40.6	33.0	35.0
1997	47.0	40.5	37.2	40.5
1998	35.9	28.8	42.7	36.8
1999	19.3	24.8	40.4	30.7
2000	25.5	25.8	31.1	28.2
2001	31.0	36.0	30.8	32.5
2002	26.7	34.6	31.0	31.1
2003	39.1	30.4	32.5	33.4
2004	30.8	34.1	50.3	40.8
2005	27.8	44.4	35.6	36.5
2006	51.6	29.8	43.4	41.1
2007	32.9	28.8	37.0	33.5
2008	27.9	31.3	27.6	28.8
2009	27.8	20.0	46.0	33.7
2010	41.2	24.7	52.1	41.1
2011	29.8	34.1	41.5	36.5
2012	47.0	31.6	47.4	42.4
2013	27.2	25.8	27.2	26.8
2014	35.6	23.3	48.6	37.8
Promedio	33.0	29.3	31.3	31.1
Desviación	8.109	5.613	10.324	6.087

Descripción	Altitud	Precipitación Historica	Dif Altitud	%	1/%	F I Altitud
Kayra	3219	33.02	1436.58	0.44	2.26	0.23
Sicuani	3574	29.25	1081.58	0.33	3.00	0.31
Yauri	3927	31.27	728.58	0.22	4.46	0.46
CUENCA MAYOR	4655.58		3246.74	1.00	9.72	1.00

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 128

VALORES DE LA PRECIPITACIÓN EN 24 HORAS y 01 MES GENERADOS CUENCA MAYOR

AÑO	Nº Datos (n)	PRECIPITACIÓN		PROBABILIDAD %
		24 hrs (mm)	1 mes (mm)	
1964	1	22.4	197.2	2.33
1965	2	25.5	191.1	4.65
1966	3	32.9	200.8	6.98
1967	4	29.6	240.4	9.30
1968	5	27.3	232.2	11.63
1969	6	21.4	254.6	13.95
1970	7	28.7	228.5	16.28
1971	8	26.4	225.8	18.60
1972	9	26.7	212.5	20.93
1973	10	28.5	323.1	23.26
1974	11	22.8	232.3	25.58
1975	12	22.2	180.4	27.91
1976	13	18.3	216.0	30.23
1977	14	22.9	234.2	32.56
1978	15	24.7	416.8	34.88
1979	16	33.5	235.5	37.21
1980	17	25.6	214.8	39.53
1981	18	34.3	152.0	41.86
1982	19	29.7	243.4	44.19
1992	20	29.2	190.0	46.51
1993	21	38.6	273.0	48.84
1994	22	33.2	259.3	51.16
1995	23	32.6	194.3	53.49
1996	24	35.0	218.8	55.81
1997	25	40.5	219.5	58.14
1998	26	36.8	205.1	60.47
1999	27	30.7	235.6	62.79
2000	28	28.2	235.3	65.12
2001	29	32.5	309.1	67.44
2002	30	31.1	261.2	69.77
2003	31	33.4	214.5	72.09
2004	32	40.8	310.4	74.42
2005	33	36.5	210.7	76.74
2006	34	41.1	252.0	79.07
2007	35	33.5	261.8	81.40
2008	36	28.8	208.6	83.72
2009	37	33.7	163.4	86.05
2010	38	41.1	337.4	88.37
2011	39	36.5	247.9	90.70
2012	40	42.4	282.1	93.02
2013	41	26.8	257.5	95.35
2014	42	37.8	230.2	97.67
Media		31.050	238.320	
Desv. Estandar		6.087	48.606	
Sesgo		0.035	1.412	

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ANEXO Nº 129

PRECIPITACION MAXIMA DE 24 HORAS DISTRIBUCION DE EXTREMOS TIPO I GUMBEL CUENCA CUENCA MAYOR			
ITEM	AÑO	P. MAX 24 CRONOLOGICO (mm)	P. MAX 24 ORDENADO (mm)
1	1964	22.4	42.4
2	1965	25.5	41.1
3	1966	32.9	41.1
4	1967	29.6	40.8
5	1968	27.3	40.5
6	1969	21.4	38.6
7	1970	28.7	37.8
8	1971	26.4	36.8
9	1972	26.7	36.5
10	1973	28.5	36.5
11	1974	22.8	35.0
12	1975	22.2	34.3
13	1976	18.3	33.7
14	1977	22.9	33.5
15	1978	24.7	33.5
16	1979	33.5	33.4
17	1980	25.6	33.2
18	1981	34.3	32.9
19	1982	29.7	32.6
20	1992	29.2	32.5
21	1993	38.6	31.1
22	1994	33.2	30.7
23	1995	32.6	29.7
24	1996	35.0	29.6
25	1997	40.5	29.2
26	1998	36.8	28.8
27	1999	30.7	28.7
28	2000	28.2	28.5
29	2001	32.5	28.2
30	2002	31.1	27.3
31	2003	33.4	26.8
32	2004	40.8	26.7
33	2005	36.5	26.4
34	2006	41.1	25.6
35	2007	33.5	25.5
36	2008	28.8	24.7
37	2009	33.7	22.9
38	2010	41.1	22.8
39	2011	36.5	22.4
40	2012	42.4	22.2
41	2013	26.8	21.4
42	2014	37.8	18.3
		1304.7	
		Nro. Dat =	42.00
		Suma =	1304.107
		Promedio =	31.050
		S =	6.087

EJEMPLO DE APLICACION PARA :

Ecuacion de Ajuste:

P = X + K * S donde : P = Precipitación de Lluvia (mm)

X = Media de las Precipitaciones K = Factor de frecuencia.

S = Desviación estandar de las precipitaciones

Ecuación de predicción Gumbel :

P = 31.050 + 6.087 x K

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

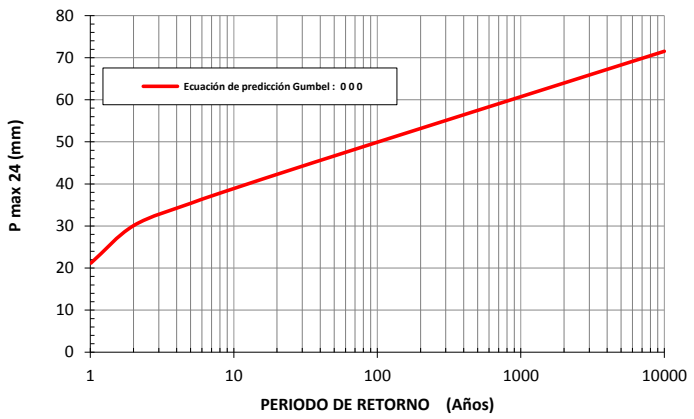
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 129

PRECIPITACIONES MAXIMAS DE 24hr DEL RIO PITUMARCA - CUENCA MAYOR
METODO GUMBEL TIPO I
DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO

ITEM	T (Años)	K	P.max 24h (mm)
1	1.01	-1.64	21.05
2	2	-0.16	30.05
3	5	0.72	35.43
4	10	1.30	38.99
5	25	2.04	43.49
6	50	2.59	46.83
7	100	3.14	50.14
8	475	4.35	57.56
9	500	4.39	57.80
10	1000	4.94	61.09
11	5000	6.19	68.73
12	10000	6.73	72.02

P = X + K * S



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 130

PRECIPITACION MAXIMA DE UN MES DISTRIBUCION DE EXTREMOS TIPO I GUMBEL CUENCA MAYOR			
ITEM	AÑO	P. MAX UN MES CRONOLOGICO (mm)	P. MAX UN MES ORDENADO (mm)
1	1964	197.2	416.8
2	1965	191.1	337.4
3	1966	200.8	323.1
4	1967	240.4	310.4
5	1968	232.2	309.1
6	1969	254.6	282.1
7	1970	228.5	273.0
8	1971	225.8	261.8
9	1972	212.5	261.2
10	1973	323.1	259.3
11	1974	232.3	257.5
12	1975	180.4	254.6
13	1976	216.0	252.0
14	1977	234.2	247.9
15	1978	416.8	243.4
16	1979	235.5	240.4
17	1980	214.8	235.6
18	1981	152.0	235.5
19	1982	243.4	235.3
20	1992	190.0	234.2
21	1993	273.0	232.3
22	1994	259.3	232.2
23	1995	194.3	230.2
24	1996	218.8	228.5
25	1997	219.5	225.8
26	1998	205.1	219.5
27	1999	235.6	218.8
28	2000	235.3	216.0
29	2001	309.1	214.8
30	2002	261.2	214.5
31	2003	214.5	212.5
32	2004	310.4	210.7
33	2005	210.7	208.6
34	2006	252.0	205.1
35	2007	261.8	200.8
36	2008	208.6	197.2
37	2009	163.4	194.3
38	2010	337.4	191.1
39	2011	247.9	190.0
40	2012	282.1	180.4
41	2013	257.5	163.4
42	2014	230.2	152.0

Nro. Dat =	42
Suma =	10009.46
Promedio =	238.320
Desv. Est. S =	48.606

EJEMPLO DE APLICACION PARA :

Ecuacion de Ajuste:

P = X + K * S donde : P = Precipitación de Lluvia (mm)

X = Media de las Precipitaciones K = Factor de frecuencia.

S = Desviación estandar de las precipitaciones

Ecuación de predicción Gumbel :

P = 238.320 + 48.606 x K

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 130

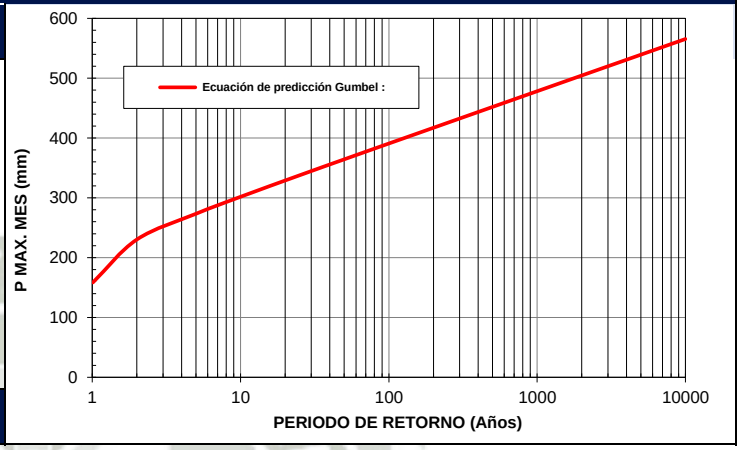
PRECIPITACIONES MAXIMAS DE UN MES DEL RIO PITUMARCA - CUENCA MAYOR

METODO GUMBEL TIPO I

DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO

ITEM	T (Años)	K	P.max Mes (mm)
1	1.01	-1.64	158.48
2	2	-0.16	230.33
3	5	0.72	273.29
4	10	1.30	301.73
5	25	2.04	337.66
6	50	2.59	364.32
7	100	3.14	390.78
8	475	4.35	449.98
9	500	4.39	451.93
10	1000	4.94	478.21
11	5000	6.19	539.22
12	10000	6.73	565.49

P = X + K * S



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 131

PRECIPITACION MAXIMA DE 24 HORAS
DISTRIBUCION DE EXTREMOS LOG PEARSON III

CUENCA MAYOR

ITEM	AÑO	P. MAX 24 CRONOLOGICO (mm)	P. MAX 24 ORDENADO (mm)	LOG(Pi)	(Pi-P)^3
1	1964	22.4	42.4	1.627637	0.002989
2	1965	25.5	41.1	1.613906	0.002213
3	1966	32.9	41.1	1.613858	0.002211
4	1967	29.6	40.8	1.610245	0.002032
5	1968	27.3	40.5	1.607438	0.001900
6	1969	21.4	38.6	1.586057	0.001076
7	1970	28.7	37.8	1.577053	0.000817
8	1971	26.4	36.8	1.566143	0.000563
9	1972	26.7	36.5	1.562344	0.000489
10	1973	28.5	36.5	1.562213	0.000486
11	1974	22.8	35.0	1.543475	0.000215
12	1975	22.2	34.3	1.534717	0.000134
13	1976	18.3	33.7	1.528097	0.000088
14	1977	22.9	33.5	1.525221	0.000072
15	1978	24.7	33.5	1.524486	0.000068
16	1979	33.5	33.4	1.523567	0.000064
17	1980	25.6	33.2	1.521050	0.000053
18	1981	34.3	32.9	1.516803	0.000037
19	1982	29.7	32.6	1.512863	0.000025
20	1992	29.2	32.5	1.511251	0.000021
21	1993	38.6	31.1	1.492928	0.000001
22	1994	33.2	30.7	1.486775	0.000000
23	1995	32.6	29.7	1.473258	-0.000001
24	1996	35.0	29.6	1.471530	-0.000002
25	1997	40.5	29.2	1.465657	-0.000006
26	1998	36.8	28.8	1.459583	-0.000014
27	1999	30.7	28.7	1.457984	-0.000017
28	2000	28.2	28.5	1.455572	-0.000022
29	2001	32.5	28.2	1.449641	-0.000039
30	2002	31.1	27.3	1.436291	-0.000106
31	2003	33.4	26.8	1.427609	-0.000175
32	2004	40.8	26.7	1.427060	-0.000181
33	2005	36.5	26.4	1.421280	-0.000242
34	2006	41.1	25.6	1.409051	-0.000414
35	2007	33.5	25.5	1.407006	-0.000449
36	2008	28.8	24.7	1.393334	-0.000735
37	2009	33.7	22.9	1.359476	-0.001912
38	2010	41.1	22.8	1.357419	-0.002008
39	2011	36.5	22.4	1.349996	-0.002384
40	2012	42.4	22.2	1.346135	-0.002597
41	2013	26.8	21.4	1.331351	-0.003528
42	2014	37.8	18.3	1.263090	-0.010720

EJEMPLO DE APLICACION PARA :
Ecuacion de Ajuste:
Log P = X + K * S
Donde :
P = Precipitación (mm)
X = Media de los logaritmos de las Precipitaciones
S = Desviación estandar de los logaritmos de las precipitaciones

Nro. Dat = 42.00
Suma = 62.31
Promedio = 1.484
S = 0.088
Cs = -0.38

K = Factor de frecuencia.

Ecuación de predicción Log Pearson Tipo III

P = 1.484 + 0.088 x K

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

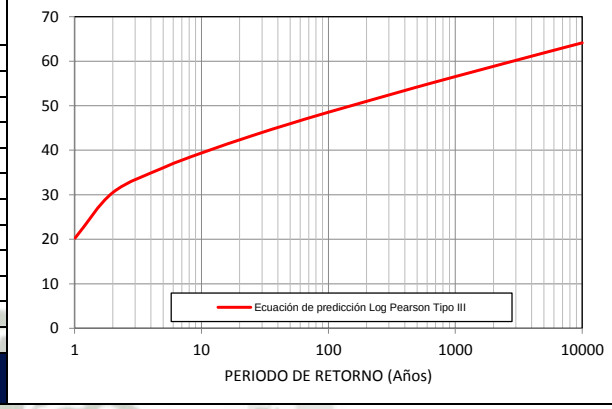
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 131

PRECIPITACIONES MAXIMAS DE 24hr DEL RIO PITUMARCA - CUENCA MAYOR
METODO LOG PEARSON III
DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO

ITEM	T Años	w	z	K	P.Max.24 h (mm)
1	1.01	0.141	-2.039	-2.04	20.14
2	2	1.177	0.000	0.00	30.45
3	5	1.794	0.841	0.84	36.11
4	10	2.146	1.282	1.28	39.48
5	25	2.537	1.751	1.75	43.42
6	50	2.797	2.054	2.05	46.17
7	100	3.035	2.327	2.33	48.79
8	475	3.511	2.862	2.86	54.39
9	500	3.526	2.879	2.88	54.56
10	1000	3.717	3.091	3.09	56.96
11	5000	4.127	3.540	3.54	62.39
12	10000	4.292	3.719	3.72	64.70

Log P = X + S x K



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 132

PRECIPITACION MAXIMA DE UN MES
DISTRIBUCION DE EXTREMOS LOG PEARSON III

CUENCA CUENCA MAYOR

ITEM	AÑO	P. MAX UN MES CRONOLOGICO (mm)	P. MAX UN MES ORDENADO (mm)	LOG(Pi)	(Pi-P)^3
1	1964	197.2	416.8	2.619926	0.015764
2	1965	191.1	337.4	2.528145	0.004017
3	1966	200.8	323.1	2.509277	0.002749
4	1967	240.4	310.4	2.491953	0.001850
5	1968	232.2	309.1	2.490128	0.001769
6	1969	254.6	282.1	2.450403	0.000536
7	1970	228.5	273.0	2.436216	0.000301
8	1971	225.8	261.8	2.417926	0.000116
9	1972	212.5	261.2	2.416996	0.000109
10	1973	323.1	259.3	2.413769	0.000089
11	1974	232.3	257.5	2.410798	0.000072
12	1975	180.4	254.6	2.405829	0.000049
13	1976	216.0	252.0	2.401475	0.000034
14	1977	234.2	247.9	2.394253	0.000016
15	1978	416.8	243.4	2.386237	0.000005
16	1979	235.5	240.4	2.380925	0.000002
17	1980	214.8	235.6	2.372114	0.000000
18	1981	152.0	235.5	2.372013	0.000000
19	1982	243.4	235.3	2.371632	0.000000
20	1992	190.0	234.2	2.369672	0.000000
21	1993	273.0	232.3	2.366127	0.000000
22	1994	259.3	232.2	2.365827	0.000000
23	1995	194.3	230.2	2.362197	0.000000
24	1996	218.8	228.5	2.358956	-0.000001
25	1997	219.5	225.8	2.353809	-0.000004
26	1998	205.1	219.5	2.341459	-0.000021
27	1999	235.6	218.8	2.340090	-0.000025
28	2000	235.3	216.0	2.334401	-0.000042
29	2001	309.1	214.8	2.331966	-0.000052
30	2002	261.2	214.5	2.331411	-0.000054
31	2003	214.5	212.5	2.327341	-0.000073
32	2004	310.4	210.7	2.323633	-0.000095
33	2005	210.7	208.6	2.319360	-0.000124
34	2006	252.0	205.1	2.311995	-0.000187
35	2007	261.8	200.8	2.302838	-0.000292
36	2008	208.6	197.2	2.294948	-0.000409
37	2009	163.4	194.3	2.288511	-0.000525
38	2010	337.4	191.1	2.281212	-0.000681
39	2011	247.9	190.0	2.278722	-0.000740
40	2012	282.1	180.4	2.256301	-0.001438
41	2013	257.5	163.4	2.213175	-0.003797
42	2014	230.2	152.0	2.181822	-0.006577

EJEMPLO DE APLICACION PARA :
Ecuacion de Ajuste:
Log P = X + K * S
Donde :
P = Precipitación (mm)
X = Media de los logaritmos de las Precipitaciones
S = Desviación estandar de los logaritmos de las precipitaciones

Nro. Dat =	42.00
Suma =	99.51
Promedio =	2.369
S =	0.083
Cs =	0.558

K = Factor de frecuencia.

Ecuación de predicción Log Pearson Tipo III

P = 2.369 + 0.083 x K

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 132

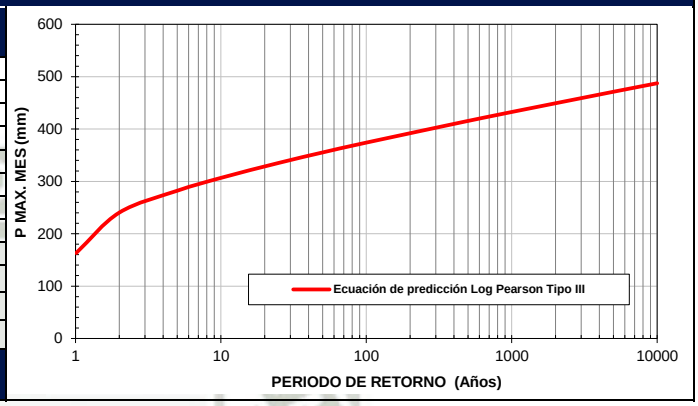
PRECIPITACIONES MAXIMAS DE UN MES DEL RIO PITUMARCA - CUENCA MAYOR

METODO LOG PEARSON III

DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO

ITEM	T Años	w	z	K	P.Max. 1 mes(mm)
1	1.01	0.1411	-2.0390	-2.04	158.7
2	2	1.1774	0.0000	0.00	234.0
3	5	1.7941	0.8415	0.84	274.7
4	10	2.1460	1.2817	1.28	298.7
5	25	2.5373	1.7511	1.75	326.6
6	50	2.7971	2.0542	2.05	346.0
7	100	3.0349	2.3268	2.33	364.5
8	475	3.5109	2.8623	2.86	403.6
9	500	3.5255	2.8785	2.88	404.9
10	1000	3.7169	3.0905	3.09	421.5
11	5000	4.1273	3.5402	3.54	459.2
12	10000	4.2919	3.7191	3.72	475.2

Log P = X + K * S



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 133: CAUDALES MÁXIMOS RIO PITUMARCA - CUENCA MAYOR

C A U D A L E S M Á X I M O S R I O P I T U M A R C A - C U E N C A M A Y O R

MÉTODO HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR S.C.S.

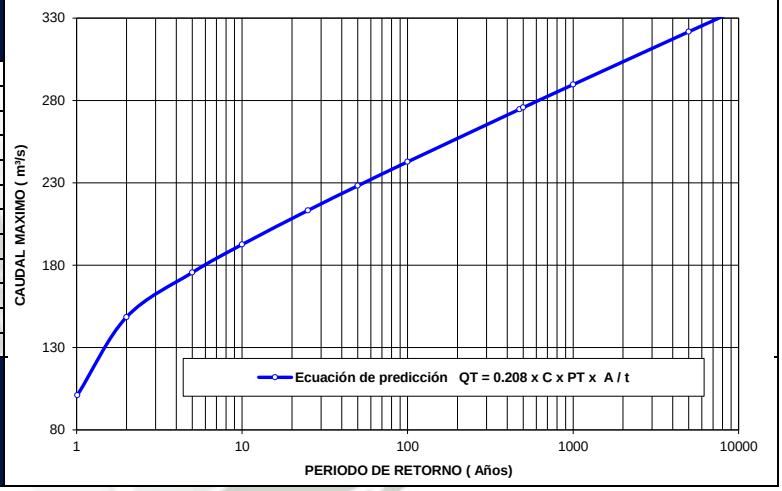
DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO

T Años	I_T mm/min	P_T mm	Q_T m³/s
1.01	0.02	9.57	101.080
2	0.04	14.06	148.444
5	0.04	16.62	175.533
10	0.05	18.23	192.540
25	0.05	20.19	213.247
50	0.05	21.61	228.187
100	0.06	22.99	242.752
475	0.07	26.01	274.665
500	0.07	26.11	275.702
1000	0.07	27.43	289.657
5000	0.08	30.46	321.739
10000	0.08	31.76	335.462

Ln I_{475} = - 0.4021 x Ln t - 0.4469;

P_T = I x t = 26.01 mm;

C = 0.541; t = 6.66 h; Area = 688.18 Km²



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 134

COEFICIENTES DE ESCORRENTIA DE LA CUENCA

1.- POR CARACTERISTICAS DE LAS LLUVIAS Y DESCARGAS

Nº	NOMBRE DEL RIO	Area Cuenca	Altura Media	P. Cuenca	Lluvia Especifica Anual	Coeficiente de Escorrentía
		Km2	msnm	mm	mm	
1	PITUMARCA	688.2	4655.58	1069.3	532.3	0.50

2.- SEGUN LA FORMULA DE *BLAIR*

CARACTERISTICAS DE LA CUENCA.				
CULTIVOS	VERTIENTE DE LA CUENCA			
	Ondulada	Inclinada	Area	
	5-10%	10-30%	ha	%
Generales	0.60	0.72	37501.2	54.49
Pastos	0.36	0.42	3786.0	5.50
Bosques	0.18	0.21	6059.5	8.81
Area desnuda	0.80	0.90	21471.2	31.20
Total			68817.9	100.0

Fuente: Enrique Blair, Manual de riego y avenamiento

C(proy) = (C(gen)A(gen) + C(pas)A(pas) + C(bos)A(bos) + C(ad)A(ad))/100

C(proy)=	**0.71**

3.- SEGUN LA FORMULA DE *BERMULLER*

Promedio anual de precipitación, 20 años min (mm/hr): R =	1069.3
Factor que depende de la temperatua media: M =	1.02
Temperatura media (C) : Tm =	3.40
Altura de escorrentia (mm) : F = R - (279.4 + 0.29R).M =	468.0
Coeficiente de escorrentia : Ce = Ce = F / R =	**0.44**

3.- SEGUN LA FORMULA DE *JUSTIN*

PE75 de Escurrimiento Cuenca 20 años min. (mm/hr) R =	532.31
Cota maxima msnm. : CM =	5250.00
Cota minima msnm. : Cm =	3402.00
Area de la acuenca (Ha). : A =	68817.85
Temperatura media de la cuenca (C) : T =	3.40
Pendiente % : S = (CM-Cm)/A^0.5 =	7.04
Altura de escorrentia en mm. : F = 0.183S^0.155R^2/(160+9T) =	368.25
Coeficiente de escorrentia. Ce = F/R =	**0.69**

5. FORMULA DE L.TURC

Temperatura Media mensual (ºC) : T =	3.40
Precipitación total anual (mm/año) : P =	1069.3
Coeficiente de temperatura : L = 300 + 25 T + 0.05 T^3 =	386.86
Déficit escurrimiento (mm/año) : D = P (0.9 + p^2/L^2)^(0.5)=	365.91
Coeficiente de escorrentía (%) : Ce = (P - D) X 100/P =	**0.66**

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 134

6. FORMULA DE SCHOLZ

COEF. ESCURRIMIENTO SEGÚN PRECIPITACION, TEMPERATURA Y ETP SCHOLZ			
Area de la cuenca en Km² =	**A =**	**688.18**	Km²
Altura media de la Cuenca msnm =	**Hm =**	**4656**	msnm.
Temp. Med. anual Est Referen °C = Sicuani	**Te =**	**11.4**	ºC
Altura est. referencia msnm = Sicuani	**Hr =**	**3550**	msnm.
Lat. Sur C.G. cuenca º ' "= **135504**	**LS =**	**13° 55' 0.66"**	
Long. Oeste C.G. De la cuenca º ' " =	**LW =**	**71° 15' 3.25"**	
Precipitación media cuenca mm/año =	**Pc =**	**1069.3**	mm/año.
Radiación extraterrestre cuenca mm/año =	Ra =	5271.7	mm/año
Tc = (Te - (0.0068 x (Hm-Hr)))	Tc =	3.8	ºC
F = 1.8 x Tc + 32	F =	38.9	ºF
ETP = 0.0075 x 0.075 x Ra x (50)½ x F x (1 + 0.06 x Hm/1000)		**1043.5**	mm/año
Coef. Temperatura ºC Ct=300 + 25 x Tc + 0.05 x Tc³		398.8	
Deficit de Escurr (Do, D1): Do = 0.872 x Pc + 1.032 x ETP - 1380		629.3	
D1=Pc / (0.9 + Pc²/Ct²)½		376.0	
Coeficiente de escurrimiento (C)			
C1= 0.914-2.36E-4 x Pc - 0.0581 x Tc	C1 =	0.44	
C2= 0.682-0.0526 x Tc - 1.36E-4 x Tc²	C2 =	0.48	
C3= 1.813-1.87E-4 x Pc - 1.12E-3 x ETP	C3 =	0.44	
C4= 5.21-7.31E-3 x ETP + 2.68E-6 x ETP²	C4 =	0.50	
C5= 3.16E12 x Pc^0.571 x ETP^-3.686	C5 =	0.44	
C6= 6.47 - 0.0691 x Ln(Pc)- Ln(ETP)	C6 =	0.43	
C7= (Pc -Do) / Pc	C7 =	0.41	
C8= (Pc -D1) / Pc	C8 =	0.65	
Desición para hallar el coeficiente de escurrimiento = C			
C = (C1+C2+C3+C4+C5+C6+C7)/7 =	**C =**	**0.41**	

El valor adoptado de Coeficiente de Escorrentia (Ce) es el promedio de los valores obtenidos por Justin, Blair, Vermulle y Turc siendo este valor igual Ce = 0.54

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

ANEXO N° 135

HIDROGRAMA DE ENTRADA CON EL CAUDAL DE DISEÑO
RIO PITUMARCA
CUENCA MAYOR

Nº	t / tp	Q / Qp	t	CAUDAL
1	0.0	0.000	0.00	0.000
2	0.1	0.015	0.73	3.641
3	0.2	0.075	1.47	18.206
4	0.3	0.160	2.20	38.840
5	0.4	0.280	2.93	67.971
6	0.5	0.430	3.66	104.383
7	0.6	0.600	4.40	145.651
8	0.7	0.770	5.13	186.919
9	0.8	0.890	5.86	216.049
10	0.9	0.970	6.59	235.469
11	1.0	1.000	7.33	242.752
12	1.1	0.980	8.06	237.897
13	1.2	0.920	8.79	223.332
14	1.3	0.840	9.52	203.912
15	1.4	0.750	10.26	182.064
16	1.5	0.650	10.99	157.789
17	1.6	0.570	11.72	138.369
18	1.8	0.430	13.19	104.383
19	2.0	0.320	14.65	77.681
20	2.2	0.240	16.12	58.260
21	2.4	0.180	17.58	43.695
22	2.6	0.130	19.05	31.558
23	2.8	0.098	20.51	23.790
24	3.0	0.075	21.98	18.206
25	3.5	0.036	25.64	8.739
26	4.0	0.018	29.30	4.370
27	4.5	0.009	32.97	2.185
28	5.0	0.004	36.63	0.971
29	5.0	0.000	36.63	0.000
30	5.0	0.000	36.63	0.000
31	5.0	0.000	36.63	0.000
32	5.0	0.000	36.63	0.000
33	5.0	0.000	36.63	0.000
34	5.0	0.000	36.63	0.000
35	5.0	0.000	36.63	0.000
36	5.0	0.000	36.63	0.000

CAUDAL PICO MAXIMO PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS

Datos de entrada

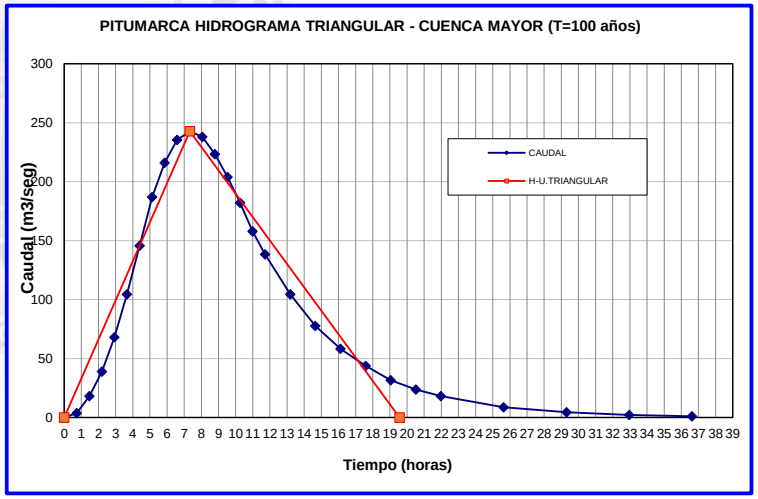
Long cauce=	66.5206	km.
Cota max=	5250	m
Cota min=	3402	m
Area o Superficie=	688.18	km²

Cálculos

Pendiente=	0.0278	m/m
t conc=	399.599	minutos
t conc=	6.66	horas *
tiempo punta=	**7.33**	
tiempo base=	19.56	horas
Intensidad Imax	0.06	mm/min
Pmax neta=	12.42	mm
Coeficiente de escurrimiento=	0.541	(Varia entre 0,35 - 0,75 y/o para máximas)
Caudal de la punta=	**242.752**	**m^3/seg.**

* Se asume que el Tc sea igual a la Duración de la precipitación

tiempo	Q
0.00	0.00
7.33	242.75
19.56	0.00



REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 136

ANÁLISIS DE CAUDALES MINIMOS METODO GUMBEL TIPO I

CUENCA PITUMARCA	LAT. 13° 59' 42.33"	Dep : Cusco
RIO: PITUMARCA	LONG. 71° 04' 47.25"	Prov : Canchis
SECTOR: CUENCA MENOR	ALT. 4,783 msnm	Distr: Checacupe

DATOS GENERADOS

N°	Año	Q. Mínimo CRONOLOGICO (l/s)	Q. Mínimo ORDENADO (l/s)	Q² (l/s)	P(Q) (m/(n+1))	P(Q<=q) 1-(m/(n+1))	T=1/P 1/P(Y≤Y)
1	1964	2328	2721	7403841	0.001	0.999	1.001
2	1965	1984	2658	7064964	0.001	0.999	1.001
3	1966	2044	2548	6492304	0.002	0.998	1.002
4	1967	2144	2496	6230016	0.002	0.998	1.002
5	1968	2076	2485	6175225	0.003	0.997	1.003
6	1969	2658	2429	5900041	0.003	0.997	1.003
7	1970	1939	2419	5851561	0.004	0.996	1.004
8	1971	1857	2403	5774409	0.004	0.996	1.004
9	1972	2268	2400	5760000	0.005	0.995	1.005
10	1973	2230	2395	5736025	0.005	0.995	1.005
11	1974	2187	2395	5736025	0.006	0.994	1.006
12	1975	1857	2337	5461569	0.006	0.994	1.007
13	1976	2049	2328	5419584	0.007	0.993	1.007
14	1977	2400	2328	5419584	0.008	0.992	1.008
15	1978	1960	2268	5143824	0.008	0.992	1.008
16	1979	1881	2253	5076009	0.009	0.991	1.009
17	1980	2014	2252	5071504	0.009	0.991	1.009
18	1981	1892	2230	4972900	0.010	0.990	1.010
19	1982	2079	2187	4782969	0.010	0.990	1.010
20	1983	2419	2177	4739329	0.011	0.989	1.011
21	1984	1935	2174	4726276	0.011	0.989	1.011
22	1985	2001	2162	4674244	0.012	0.988	1.012
23	1986	2548	2144	4596736	0.012	0.988	1.013
24	1987	2429	2128	4528384	0.013	0.987	1.013
25	1988	2395	2126	4519876	0.013	0.987	1.014
26	1989	2037	2099	4405801	0.014	0.986	1.014
27	1990	2177	2091	4372281	0.015	0.985	1.015
28	1991	2055	2083	4338889	0.015	0.985	1.015
29	1992	2252	2079	4322241	0.016	0.984	1.016
30	1993	2004	2076	4309776	0.016	0.984	1.016
31	1994	1972	2060	4243600	0.017	0.983	1.017
32	1995	2253	2055	4223025	0.017	0.983	1.018
33	1996	2337	2049	4198401	0.018	0.982	1.018
34	1997	2126	2044	4177936	0.018	0.982	1.019
35	1998	1891	2044	4177936	0.019	0.981	1.019
36	1999	2328	2037	4149369	0.019	0.981	1.020
37	2000	2174	2025	4100625	0.020	0.980	1.020
38	2001	2403	2017	4068289	0.020	0.980	1.021
39	2002	2721	2014	4056196	0.021	0.979	1.021
40	2003	2060	2004	4016016	0.022	0.978	1.022
41	2004	2485	2001	4004001	0.022	0.978	1.023
42	2005	2025	1984	3936256	0.023	0.977	1.023
43	2006	2091	1972	3888784	0.023	0.977	1.024
44	2007	2395	1960	3841600	0.024	0.976	1.024
45	2008	2044	1952	3810304	0.024	0.976	1.025
46	2009	1952	1939	3759721	0.025	0.975	1.025
47	2010	1916	1935	3744225	0.025	0.975	1.026
48	2011	2128	1916	3671056	0.026	0.974	1.027
49	2012	2162	1892	3579664	0.026	0.974	1.027
50	2013	2099	1891	3575881	0.027	0.973	1.028
51	2014	1882	1882	3541924	0.027	0.973	1.028
52	2015	2017	1881	3538161	0.028	0.972	1.029
53	2016	2083	1857	3448449	0.029	0.971	1.029
54	2017	2496	1857	3448449	0.029	0.971	1.030

Nº DATOS	**N =**	54	t_n =	1.374
SUMA	**∑(Q) =**	116139.000	L =	0.667
PROMEDIO	**∑(Q)/N =**	2150.722	E =	1834.938
DESVEST	**S =**	213.830	$\Gamma_{(1+L)}$ =	0.90299
	S^2 =	45723.148	θ =	2184.648
	∑$(Q)^2$/N =	249782728.167		
	q1 =	1857.0		

$$Q_{Min} = E + (\theta - E) \exp (\omega L)$$

$$Q_{Min} = 1834.938 + 349.709 \ Exp (0.667 \ W)$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

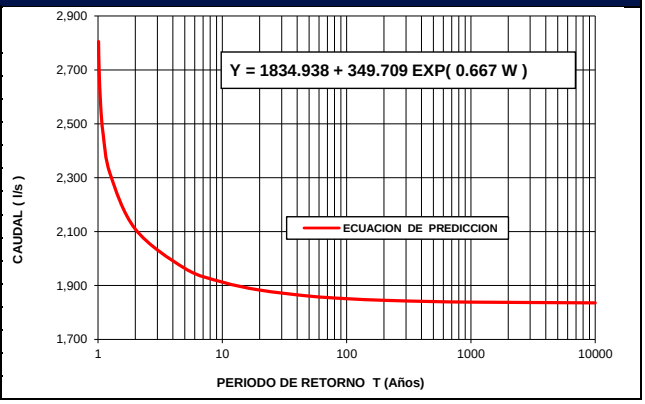
ANEXO N° 136

ANÁLISIS DE CAUDALES MINIMOS METODO GUMBEL TIPO I

CAUDALES MINIMOS RIO PITUMARCA - CUENCA MENOR
METODO GUMBEL TIPO I

ITEM	P (%)	T (años)	W	Q.Mín. (l/s)
1	0.010	1.01	1.529	2805
2	0.020	1.02	1.369	2707
3	0.048	1.05	1.113	2570
4	0.091	1.10	0.875	2462
5	0.200	1.25	0.476	2315
6	0.500	2.0	-0.367	2109
7	0.800	5.0	-1.500	1964
8	0.900	10.0	-2.250	1913
9	0.950	20.0	-2.970	1883
10	0.980	50.0	-3.902	1861
11	0.990	100.0	-4.600	1851
12	0.995	200.0	-5.296	1845
13	0.998	500.0	-6.214	1840
14	0.999	1000.0	-6.907	1838
15	1.000	10000.0	-9.210	1836

W=Variable reducida



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ANEXO N° 137

ANÁLISIS DE CAUDALES MINIMOS METODO GUMBEL TIPO I

CUENCA PITUMARCA	LAT. 13° 55' 0.66"	Dep : Cusco
RIO: PITUMARCA	LONG. 71° 15' 3.25"	Prov : Canchis
SECTOR: PITUMARCA	ALT. 4,656 msnm	Distr: Pitumarca

DATOS GENERADOS

Nº	Año	Q. Mínimo CRONOLOGICO (l/s)	Q. Mínimo ORDENADO (l/s)	Q² (l/s)	P(Q) (m/(n+1))	P(Q<=q) 1-(m/(n+1))	T=1/P 1/P(Y≤Y)
1	1964	3529	3671	13476241	0.000	1.000	1.000
2	1965	2550	3529	12453841	0.001	0.999	1.001
3	1966	2590	3484	12138256	0.001	0.999	1.001
4	1967	2889	3354	11249316	0.002	0.998	1.002
5	1968	3354	3345	11189025	0.002	0.998	1.002
6	1969	2746	3160	9985600	0.003	0.997	1.003
7	1970	3484	3134	9821956	0.003	0.997	1.003
8	1971	2673	3118	9721924	0.004	0.996	1.004
9	1972	3134	3039	9235521	0.004	0.996	1.004
10	1973	3160	3031	9186961	0.004	0.996	1.004
11	1974	2601	2997	8982009	0.005	0.995	1.005
12	1975	2981	2981	8886361	0.005	0.995	1.005
13	1976	2608	2945	8673025	0.006	0.994	1.006
14	1977	2695	2931	8590761	0.006	0.994	1.006
15	1978	2503	2889	8346321	0.007	0.993	1.007
16	1979	2866	2877	8277129	0.007	0.993	1.007
17	1980	2609	2866	8213956	0.008	0.992	1.008
18	1981	2776	2864	8202496	0.008	0.992	1.008
19	1982	2600	2825	7980625	0.008	0.992	1.009
20	1983	2650	2819	7946761	0.009	0.991	1.009
21	1984	2588	2776	7706176	0.009	0.991	1.009
22	1985	3671	2769	7667361	0.010	0.990	1.010
23	1986	2741	2748	7551504	0.010	0.990	1.010
24	1987	2524	2746	7540516	0.011	0.989	1.011
25	1988	2748	2741	7513081	0.011	0.989	1.011
26	1989	2819	2708	7333264	0.012	0.988	1.012
27	1990	2600	2695	7263025	0.012	0.988	1.012
28	1991	2589	2677	7166329	0.012	0.988	1.013
29	1992	2931	2673	7144929	0.013	0.987	1.013
30	1993	3345	2673	7144929	0.013	0.987	1.014
31	1994	2464	2651	7027801	0.014	0.986	1.014
32	1995	2769	2650	7022500	0.014	0.986	1.014
33	1996	2673	2641	6974881	0.015	0.985	1.015
34	1997	2864	2609	6806881	0.015	0.985	1.015
35	1998	2397	2608	6801664	0.016	0.984	1.016
36	1999	2482	2601	6765201	0.016	0.984	1.016
37	2000	2825	2600	6760000	0.016	0.984	1.017
38	2001	3031	2600	6760000	0.017	0.983	1.017
39	2002	2997	2590	6708100	0.017	0.983	1.018
40	2003	2651	2589	6702921	0.018	0.982	1.018
41	2004	3039	2588	6697744	0.018	0.982	1.019
42	2005	2641	2553	6517809	0.019	0.981	1.019
43	2006	2877	2550	6502500	0.019	0.981	1.020
44	2007	2548	2548	6492304	0.020	0.980	1.020
45	2008	2432	2546	6482116	0.020	0.980	1.020
46	2009	2945	2533	6416089	0.020	0.980	1.021
47	2010	2245	2524	6370576	0.021	0.979	1.021
48	2011	3118	2503	6265009	0.021	0.979	1.022
49	2012	2553	2482	6160324	0.022	0.978	1.022
50	2013	2708	2471	6105841	0.022	0.978	1.023
51	2014	2546	2464	6071296	0.023	0.977	1.023
52	2015	2533	2432	5914624	0.023	0.977	1.024
53	2016	2677	2397	5745609	0.024	0.976	1.024
54	2017	2471	2245	5040025	0.024	0.976	1.025

Nº DATOS	**N =**	54	t_n =	1.771
SUMA	**∑(Q) =**	150040.000	L =	0.473
PROMEDIO	**∑(Q)/N =**	2778.519	E =	2149.685
DESVEST	**S =**	301.321	Γ(1+ L) =	0.88579
	S^2 =	90794.254	θ =	2859.597
	∑$(Q)^2$/N =	416888918.519		
	q1 =	2245.0		

$$Q_{Min} = E + (\theta - E) \exp (\omega L)$$

$$Q_{Min} = 2149.685 + 709.912 \quad Exp (0.473 W)$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

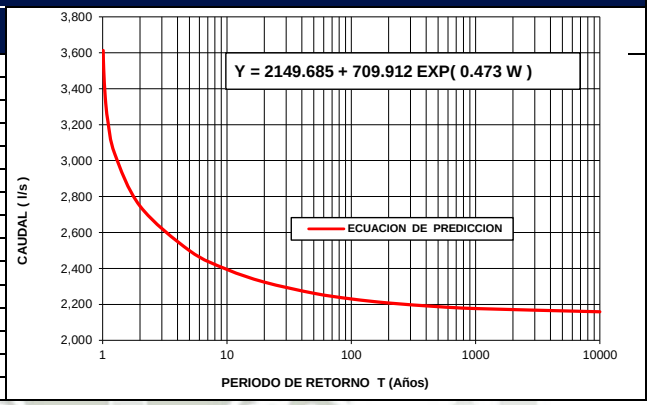
ANEXO N° 137

ANÁLISIS DE CAUDALES MINIMOS METODO GUMBEL TIPO I

CAUDALES MINIMOS RIO PITUMARCA - CUENCA MAYOR
METODO GUMBEL TIPO I

ITEM	P (%)	T (años)	W	Q.Mín. (l/s)
1	0.010	1.01	1.529	3613
2	0.020	1.02	1.369	3506
3	0.048	1.05	1.113	3352
4	0.091	1.10	0.875	3223
5	0.200	1.25	0.476	3039
6	0.500	2.0	-0.367	2747
7	0.800	5.0	-1.500	2499
8	0.900	10.0	-2.250	2395
9	0.950	20.0	-2.970	2324
10	0.980	50.0	-3.902	2262
11	0.990	100.0	-4.600	2230
12	0.995	200.0	-5.296	2208
13	0.998	500.0	-6.214	2187
14	0.999	1000.0	-6.907	2177
15	1.000	10000.0	-9.210	2159

W=Variable reducida



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

0
100000
200000
300000
8900000
8800000
8700000
8600000
8500000
8400000
8300000

N

UCAYALI

PASCO

JUNIN

LA CONVENCION

CALCA

PAUCARTAMBO

URUBAMBA

ANTA

CUSCO

QUISPICANCHI

PARURO

ACOMAYO

CANCHIS

PURIMAC

CHUMBIVILCAS

CANAS

PUNO

ESPINAR

AREQUIPA

MAPA DE UBICACIÓN

LEYENDA

- Departamento de Cusco
- Limite Departamental
- Limite Cuenca
- Rio Cuenca

	Universidad Católica de Santa María
Tesis :	ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA Y SU ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO PRECIPITACIÓN ESCURRIMIENTO DE LUTZ SCHOLZ Y EL MODELO ESTOCÁSTICO DE THOMAS - FIERING
Plano:	**MAPA DE UBICACIÓN POLÍTICA Y PROVINCIAL DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA**
Bachiller:	**Dario Velasquez Mercado**

Datum:	Escala:	Fecha:	Mapa:
WGS 84 / ZONA 19S	1 / 1'700,000	Setiembre, 2019	M - 01

0 25 50 100 Km

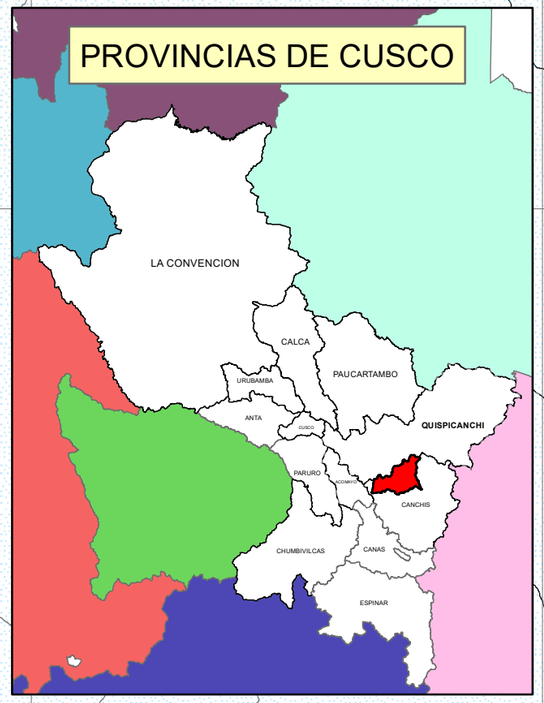
200000 225000 250000 275000 300000

8475000 8450000 8425000

PAUCARTAMBO

MAPA DE UBICACIÓN

PROVINCIAS DE CUSCO



N

LEYENDA

- Limite Cuenca
- Rio
- CHECACUPE
- PITUMARCA

QUISPICANCHI

PITUMARCA

AUSANGATE

UYUNI

LAMBRAMANI

LABRACO

PITUMARCA

ANANISO

CHECACUPE

CHECACUPE

CANCHIS

CANAS

CHUMBIVILCAS

0 5 10 20 30 Km

	Universidad Católica de Santa María
Tesis :	**ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA Y SU ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO PRECIPITACIÓN ESCURRIMIENTO DE LUTZ SCHOLZ Y EL MODELO ESTOCÁSTICO DE THOMAS - FIERING**
Plano:	**UBICACIÓN DISTRITAL DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA**
Bachiller:	**Dario Velasquez Mercado**

Datum:	Escala:	Fecha:	Mapa:
WGS 84 / ZONA 19S	1 / 300,000	Setiembre, 2019	M - 02

MAPA DE UBICACIÓN

LEYENDA

- Punto de Control
- Rio Principal
- Curvas de Nivel
- Cuenca Menor
- Cuenca Mayor
- Lagunas

Ocongate

Medio Alto Vilcanota I

Medio Alto Vilcanota II

Salcca

AUSANGATE

UYUNI

LAMBRAMANI

PITUMARCA

ANANISO

CHECACUPE

Punto de Control - Cuenca Menor

N

	Universidad Católica de Santa María
Tesis :	ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA Y SU ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO PRECIPITACIÓN ESCURRIMIENTO DE LUTZ SCHOLZ Y EL MODELO ESTOCÁSTICO DE THOMAS - FIERING
Plano:	MAPA DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA
Bachiller:	Dario Velasquez Mercado

Datum:	Escala:	Fecha:	Mapa:
WGS 84 / ZONA 19S	1 / 160,000	Setiembre, 2019	M - 03

ALA - Cusco

ALA - Sicuani

N

200000 250000 300000

8500000 8450000 8400000

LEYENDA

Limite Cuenca

ADMINISTRACIÓN LOCAL DEL AGUA

ALA - Cusco

ALA - La Convención

ALA - Sicuani

0 12.5 25 50 Km

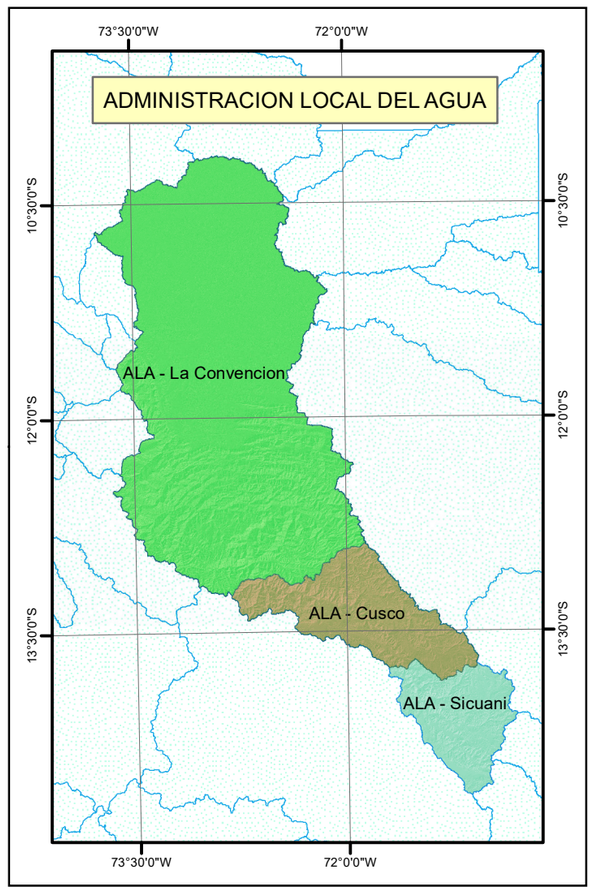
Universidad Católica de Santa María

Tesis : ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA Y SU ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO PRECIPITACIÓN ESCURRIMIENTO DE LUTZ SCHOLZ Y EL MODELO ESTOCÁSTICO DE THOMAS - FIERING

Plano : UBICACIÓN ADMINISTRATIVA DE LA CUENCA DEL RIO PITUMARCA

Bachiller : Dario Velasquez Mercado

Datum:	Escala:	Fecha:	Mapa:
WGS 84 / ZONA 19 S	1/500,000	Agosto, 2019	M - 04



LEYENDA

- Rio Principal
- Curvas de Nivel_500
- Limite Cuenca
- Lagunas

Ocongate

AUSANGATE

UYUNI

LAMBRAMANI

PITUMARCA

ANANISO

CHECACUPE

Salcca

Medio Alto Vilcanota II

N

0 5 10 20 Km

	Universidad Católica de Santa María
Tesis :	ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA Y SU ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO PRECIPITACIÓN ESCURRIMIENTO DE LUTZ SCHOLZ Y EL MODELO ESTOCÁSTICO DE THOMAS - FIERING
Plano:	MAPA TOPOGRÁFICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA
Bachiller:	Dario Velasquez Mercado

Datum:	Escala:	Fecha:	Mapa:
WGS 84 / ZONA 19S	1 / 160,000	Setiembre, 2019	M - 05

N

Ocongate

AUSANGATE

UYUNI

LAMBRAMANI

LABRACO

ANANISO

PITUMARCA

CHECACUPE

a Cusco

a Sicuani

a Sicuani

Salcca

LEYENDA

- Rios Principales
- Limite Cuenca
- Asfaltado
- Afirmado
- Proyecto
- Trocha Carrozable
- Curvas_500m
- Lagunas

Universidad Católica de Santa María

Tesis : ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA Y SU ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO PRECIPITACIÓN ESCURRIMIENTO DE LUTZ SCHOLZ Y EL MODELO ESTOCÁSTICO DE THOMAS - FIERING

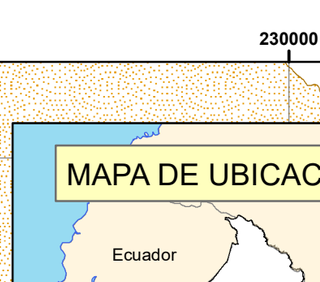
Plano: MAPA VIAL DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA

Bachiller: Dario Velasquez Mercado

Datum:	Escala:	Fecha:	Mapa:
WGS 84 / ZONA 19S	1 / 160,000	Setiembre, 2019	M - 06

220000 230000 240000 250000 260000 270000 280000

8480000 8470000 8460000 8450000 8440000



Ocongate

Vilcanota I

Medio Alto Vilcanota II

RÍO JAMPAMAYO
RÍO CHILLCAMAYU
RÍO YANAMAYU
RÍO YANAMAYU
RÍO PITUMARCA
RÍO PITUMARCA
RÍO PITUMARCA
RÍO PITUMARCA
RÍO PITUMARCA

230000 240000 250000 260000 270000 280000

8480000 8470000 8460000 8450000 8440000

0 5 10 20 Km

Universidad Católica de Santa María

Tesis : ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA Y SU ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO PRECIPITACIÓN ESCURRIMIENTO DE LUTZ SCHOLZ Y EL MODELO ESTOCÁSTICO DE THOMAS - FIERING

Plano: MAPA HIDROGRÁFICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA

Bachiller: Dario Velasquez Mercado

Datum:	Escala:	Fecha:	Mapa:
WGS 84 / ZONA 19S	1 / 160,000	Setiembre, 2019	M - 07

MAPA DE UBICACIÓN

N

Ocongate

anota I

Alto Vilcanota II

Salcca

PITUMARCA

CHECACUPE

COMBAPATA

LEYENDA

- Lagunas
- Limite Cuenca

Capital de Distrito

- CHECACUPE
- PITUMARCA
- Clasificación Ordinal de Rios
- Orden 1
- Orden 2
- Orden 3
- Orden 4
- Orden 5
- Orden 6

0 5 10 20 Km

230000 240000 250000 260000 270000 280000

8480000 8470000 8460000 8450000 8440000

Universidad Católica de Santa María

Tesis : ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA Y SU ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO PRECIPITACIÓN ESCURRIMIENTO DE LUTZ SCHOLZ Y EL MODELO ESTOCÁSTICO DE THOMAS - FIERING

Plano: **CLASIFICACIÓN ORDINAL DE LOS RÍOS DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA**

Bachiller: **Dario Velasquez Mercado**

Datum:	Escala:	Fecha:	Mapa:
WGS 84 / ZONA 19S	1 / 160,000	Setiembre, 2019	M - 08

120000 160000 200000 240000 280000

8520000 8480000 8440000 8400000

LA CONVENCION

URUBAMBA

CALCA

PISAC

PAUCARTAMBO

PAUCARTAMBO

CORPAC

CUSCO

KAYRA

QUISPICANCHI

CARABAYA

PARURO

ACOMAYO

POMACANCHI

CARABAYA

GRAU

COTABAMBAS

CANCHIS

CHUMBIVILCAS

CANAS

MELGAR

LA RAYA

N

MAPA DE UBICACIÓN

LEYENDA

- Estaciones Pluviométricas
- Limite Cuenca
- Lagunas

0 10 20 40 Km

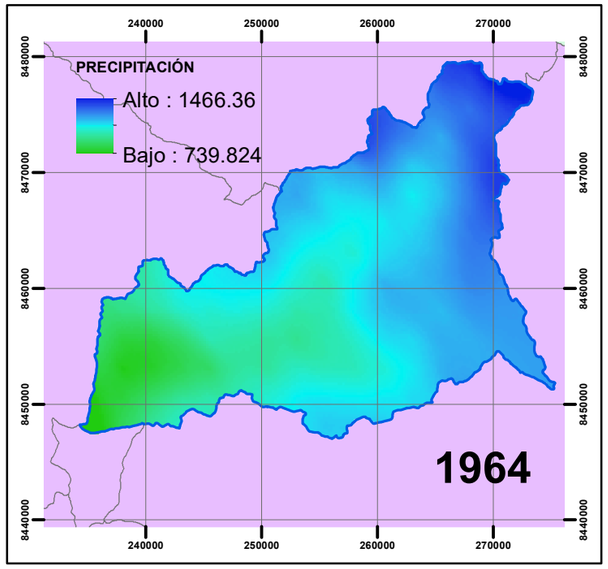
Universidad Católica de Santa María

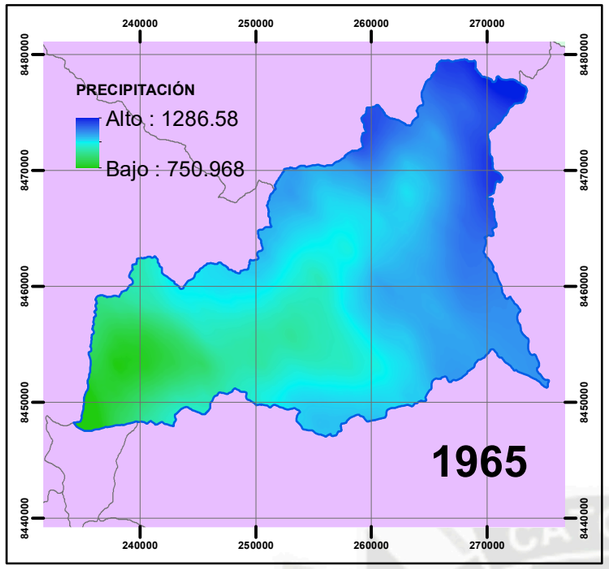
Tesis : ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA Y SU ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO PRECIPITACIÓN ESCURRIMIENTO DE LUTZ SCHOLZ Y EL MODELO ESTOCÁSTICO DE THOMAS - FIERING

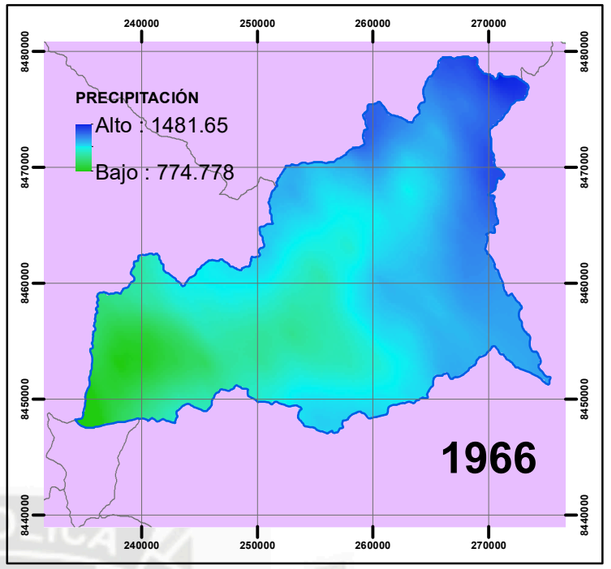
Plano: **UBICACIÓN DE ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA**

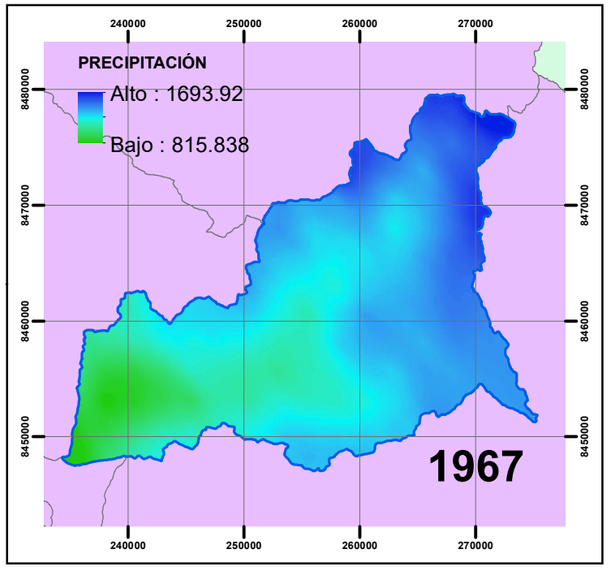
Bachiller: **Dario Velasquez Mercado**

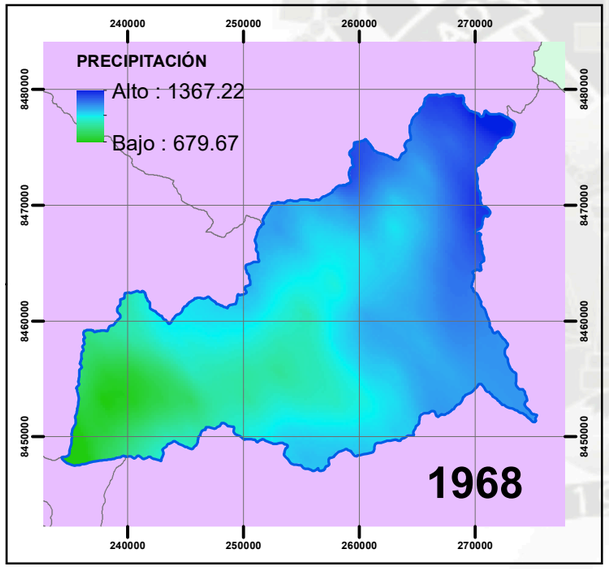
Datum:	Escala:	Fecha:	Mapa:
WGS 84 / ZONA 19S	1 / 750,000	Setiembre, 2019	M - 09

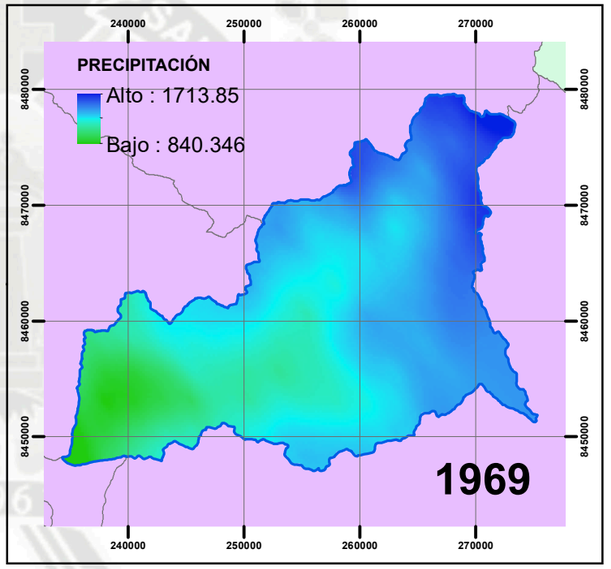


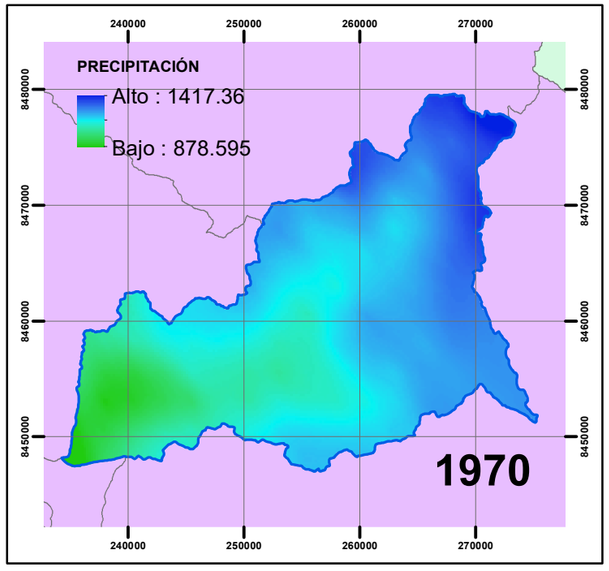


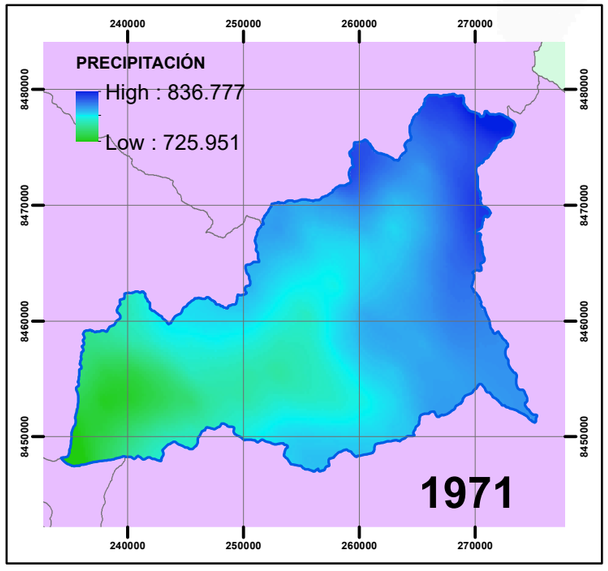


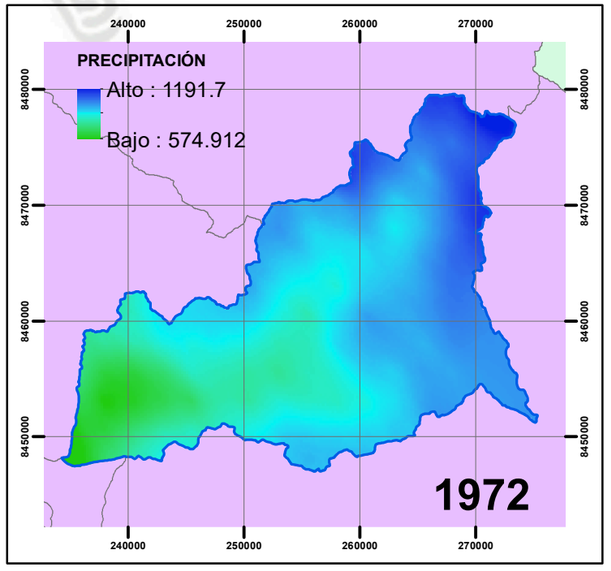


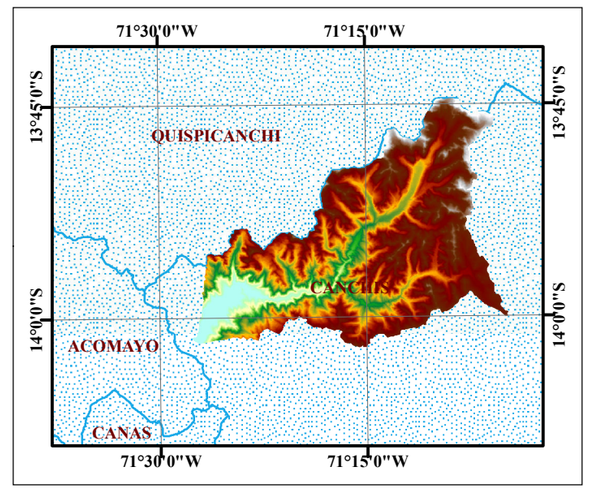












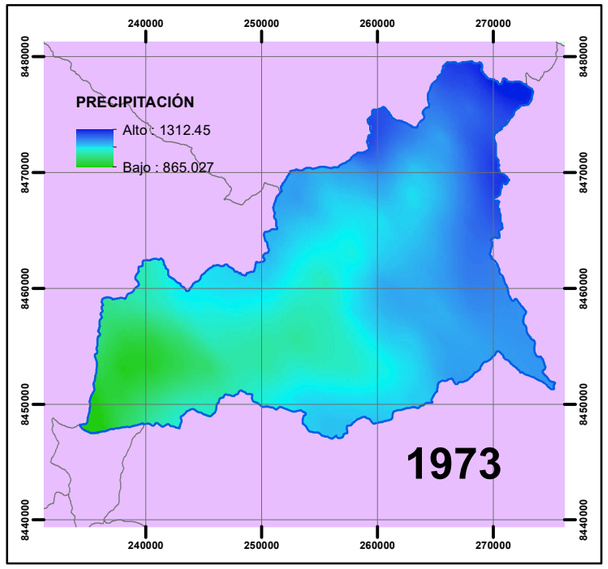
Universidad Católica de Santa María

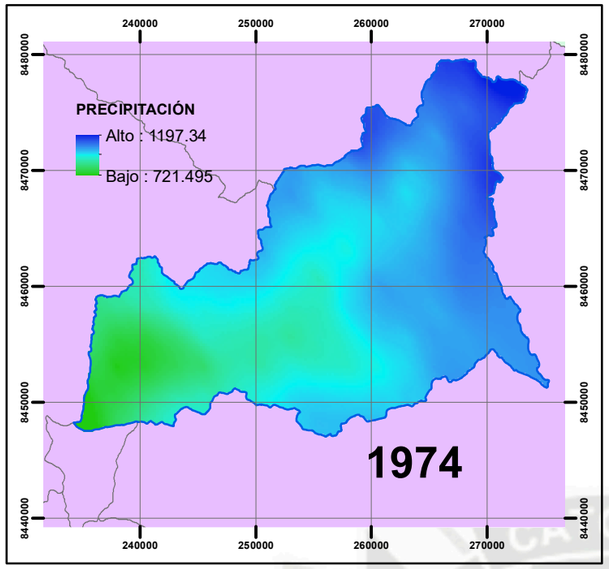
Tesis : ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA Y SU ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO PRECIPITACIÓN ESCURRIMIENTO DE LUTZ SCHOLZ Y EL MODELO ESTOCÁSTICO DE THOMAS - FIERING

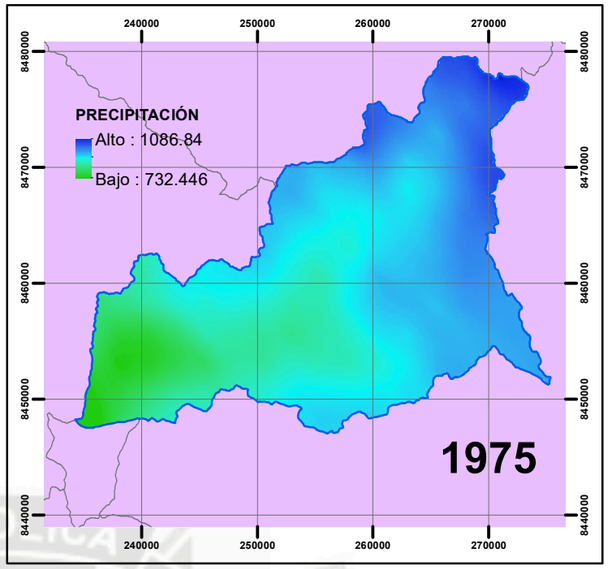
Plano: ISOYETAS PROMEDIO ANUAL (1964 - 1972)

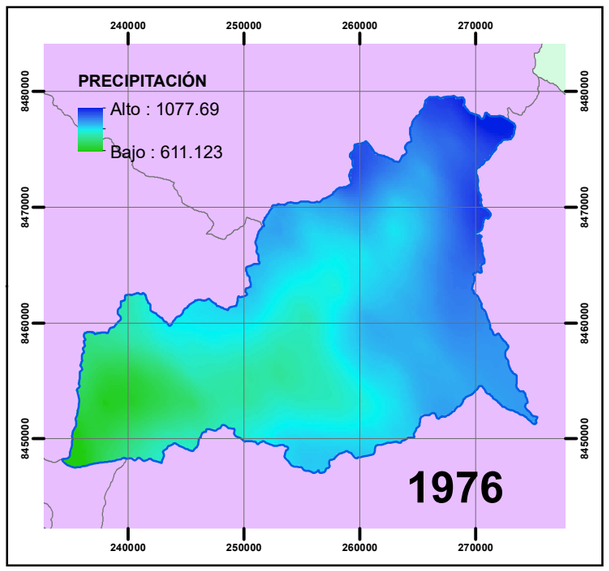
Bachiller: Dario Velasquez Mercado

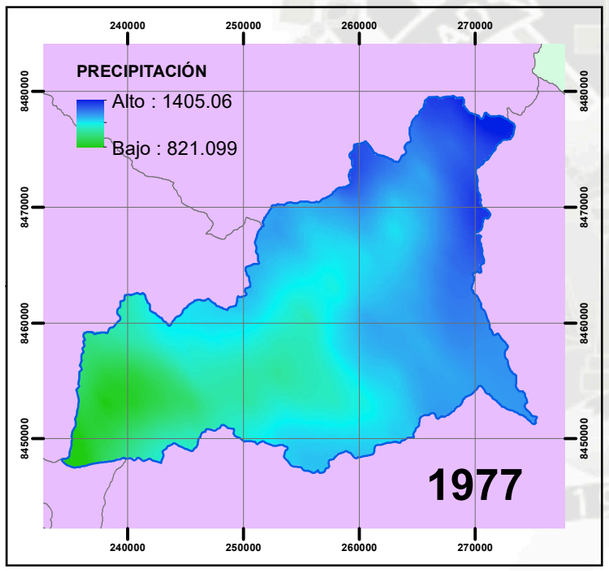
Datum:	Escala:	Fecha:	Mapa:
WGS 84 / ZONA 19S	1 / 530,000	Setiembre, 2019	MIS - 01

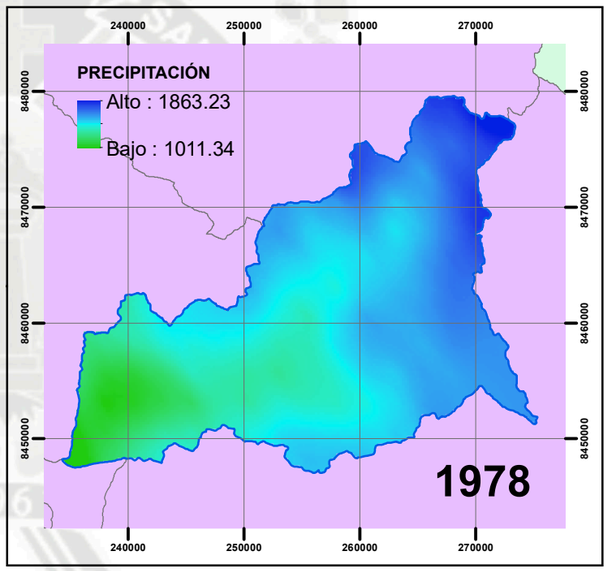


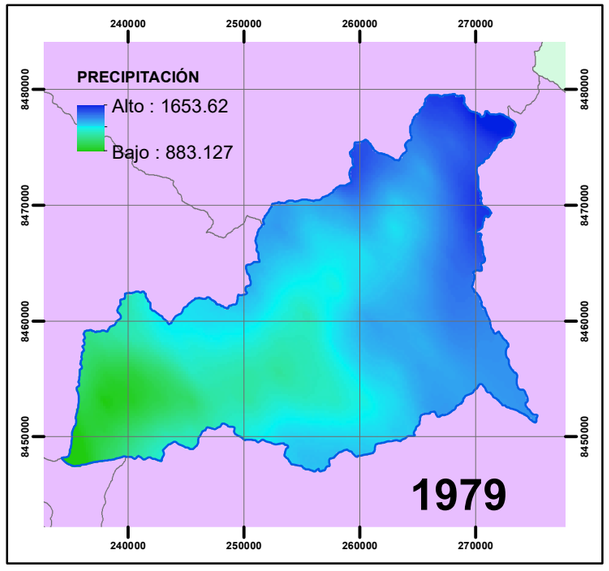


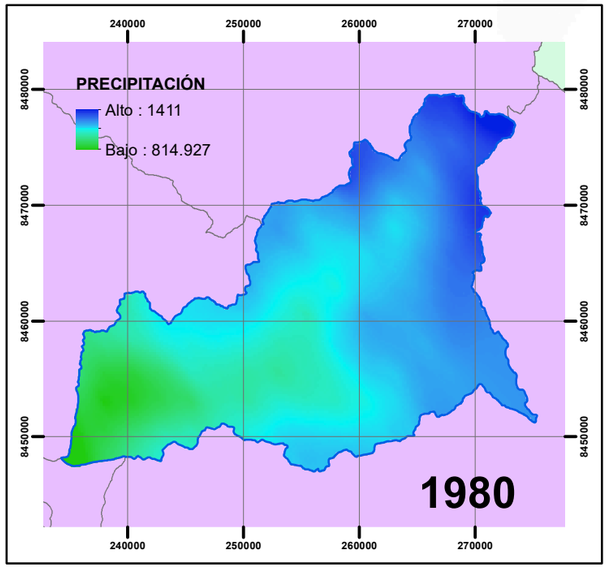


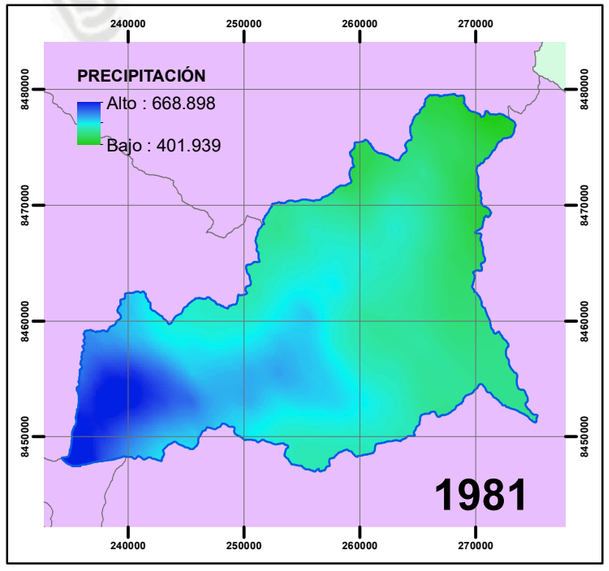


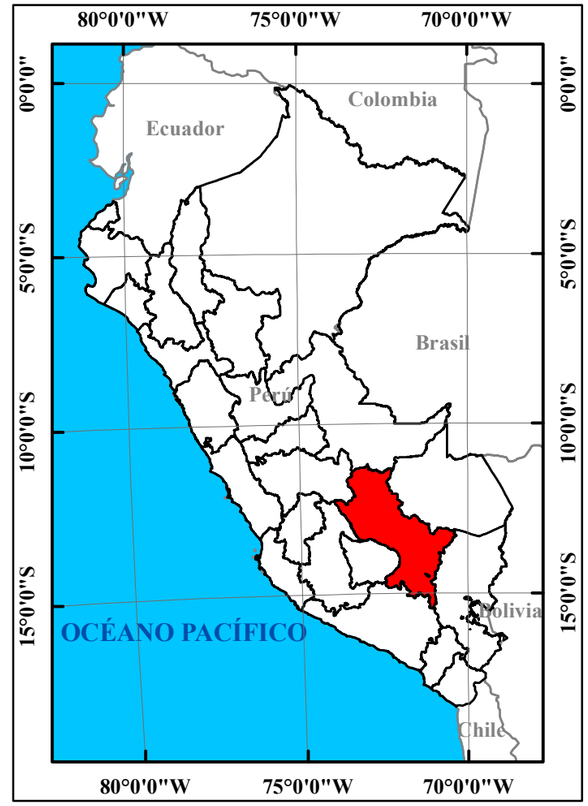


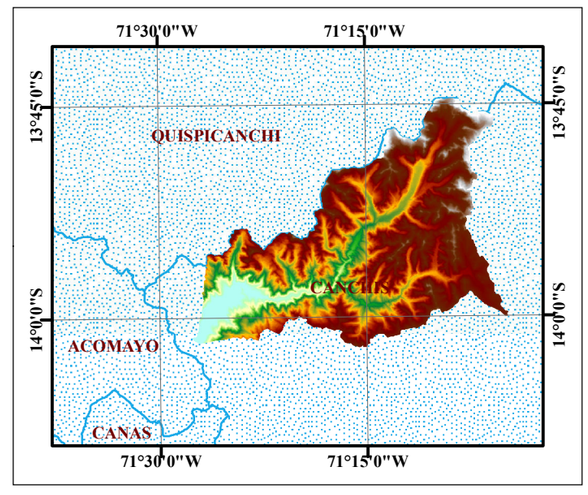






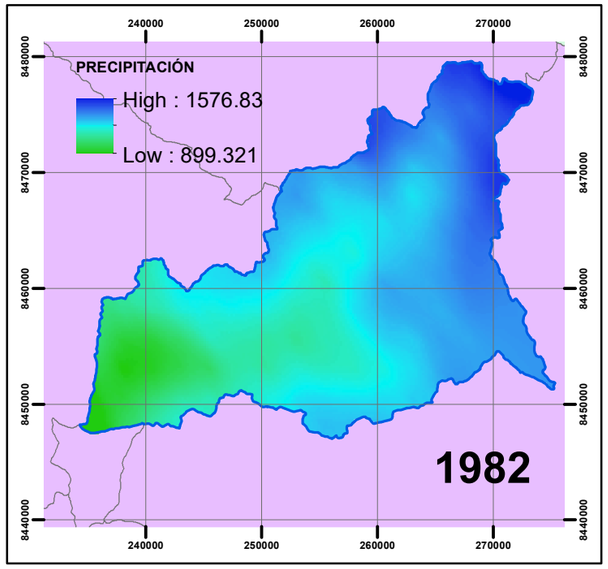


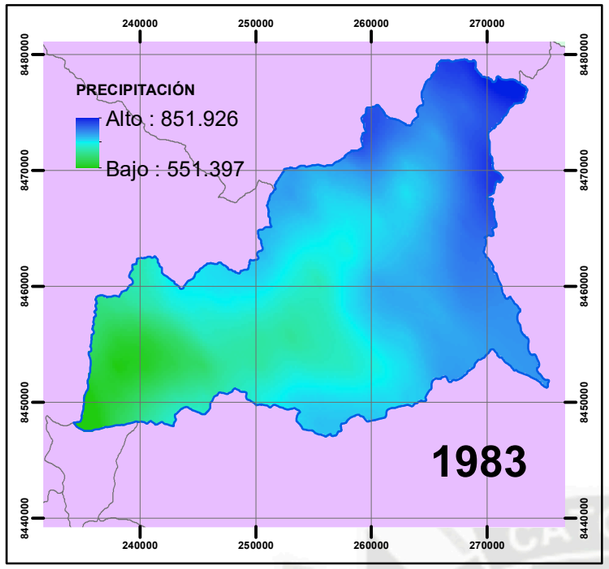


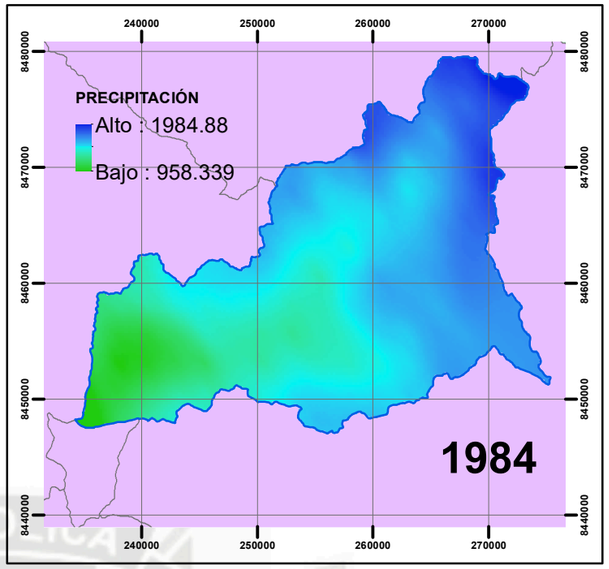


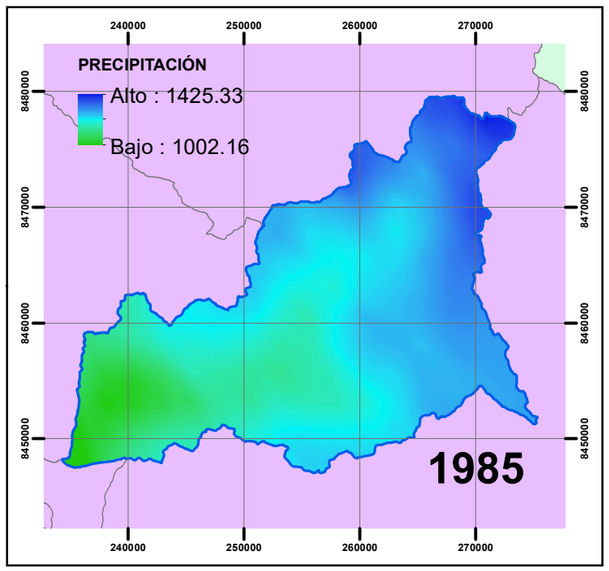
	Universidad Católica de Santa María
Tesis :	ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA Y SU ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO PRECIPITACIÓN ESCURRIMIENTO DE LUTZ SCHOLZ Y EL MODELO ESTOCÁSTICO DE THOMAS - FIERING
Plano:	**ISOYETAS PROMEDIO ANUAL (1973 - 1981)**
Bachiller:	**Dario Velasquez Mercado**

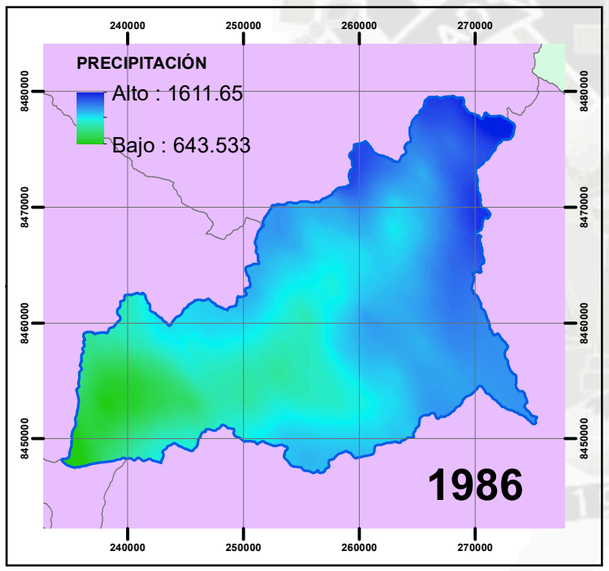
Datum:	Escala:	Fecha:	Mapa:
WGS 84 / ZONA 19S	1 / 530,000	Setiembre, 2019	MIS - 02

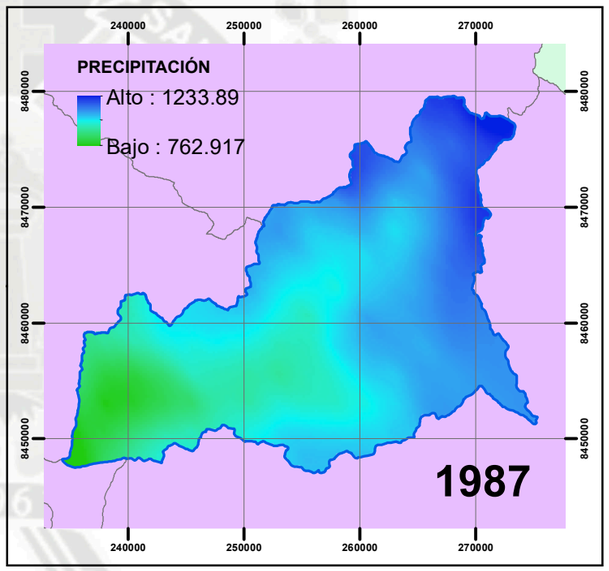


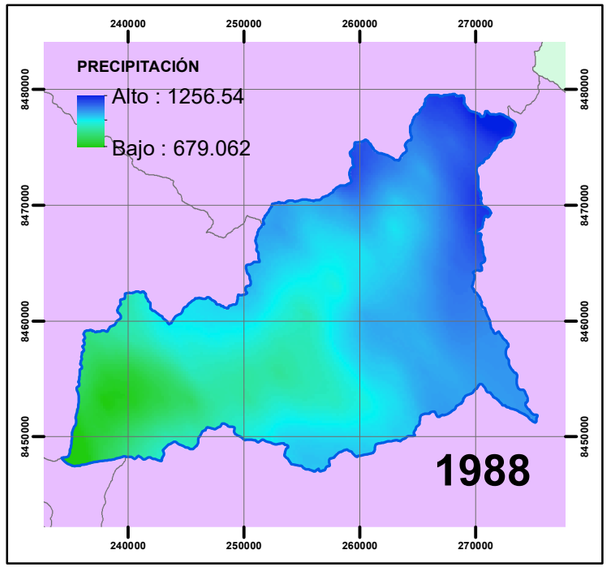


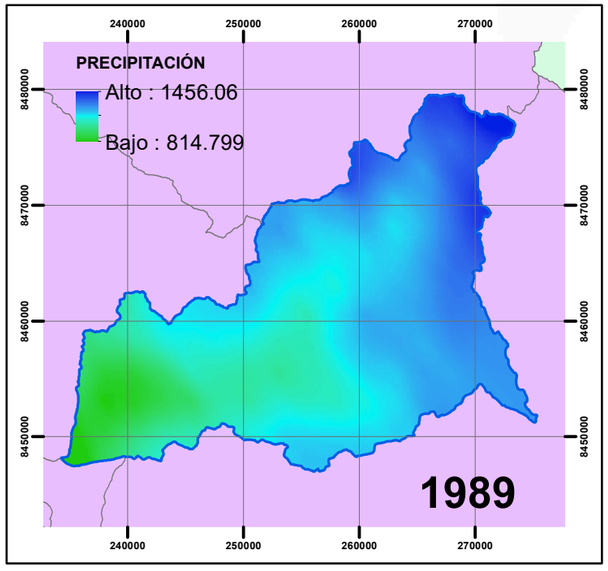


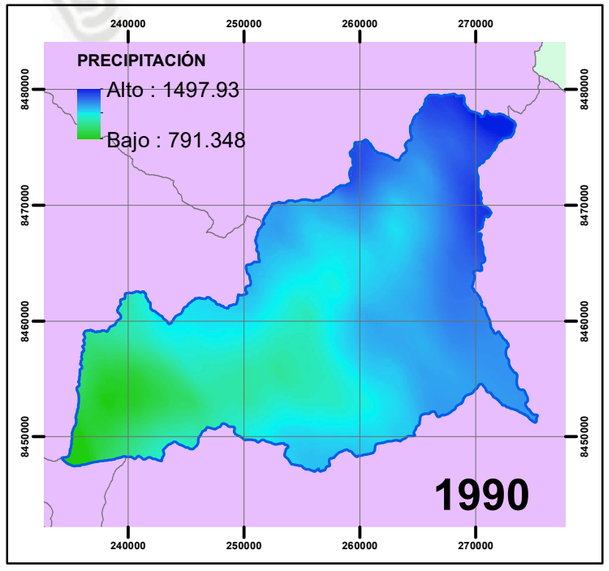


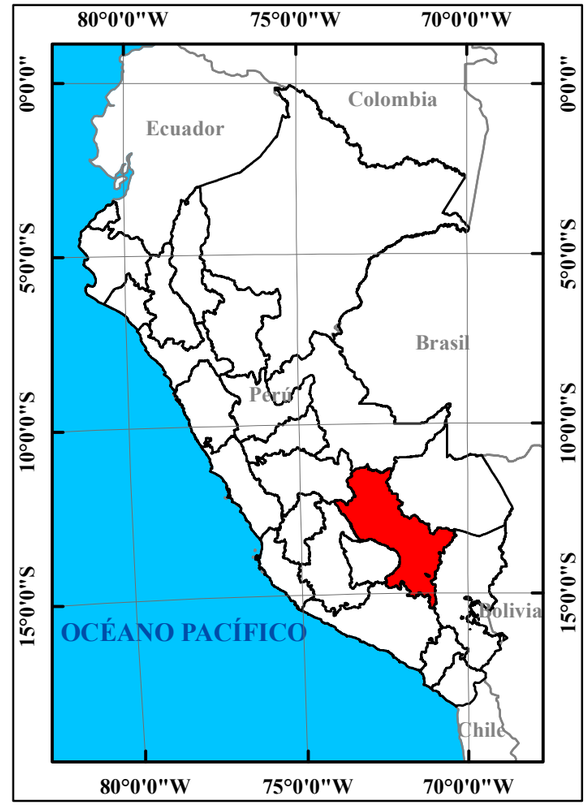


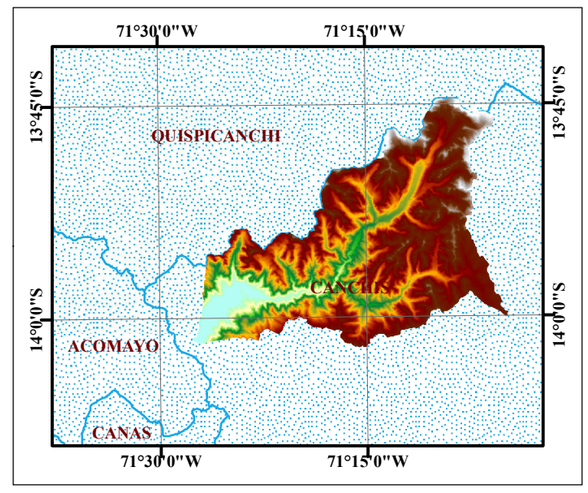






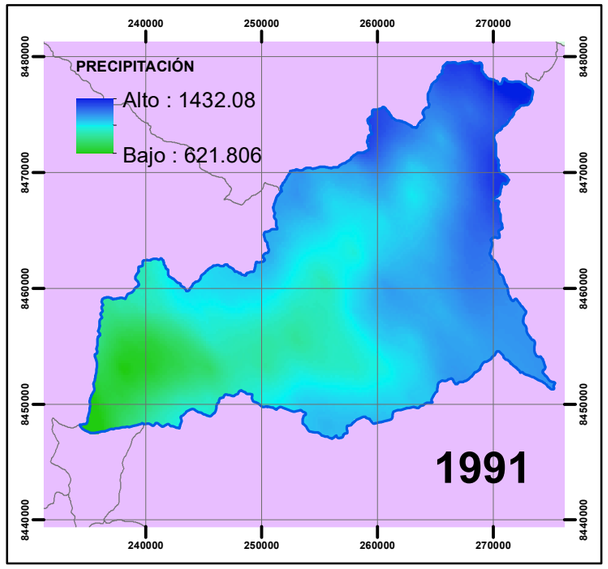


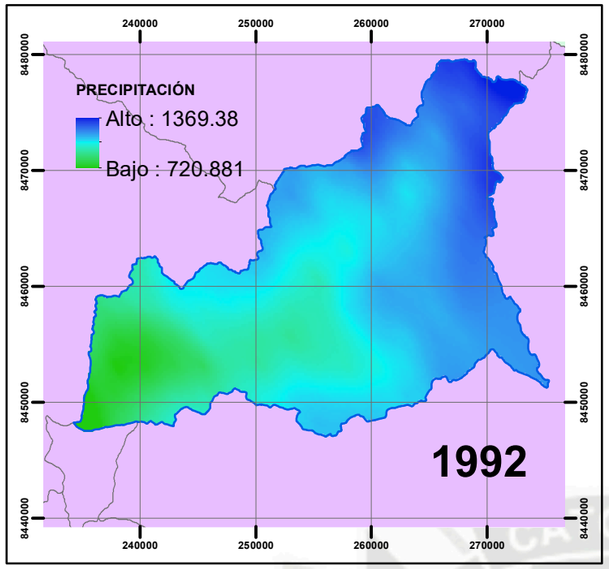


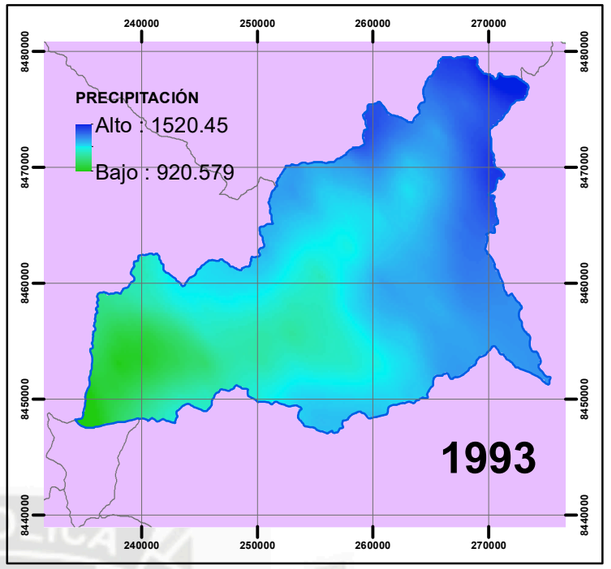


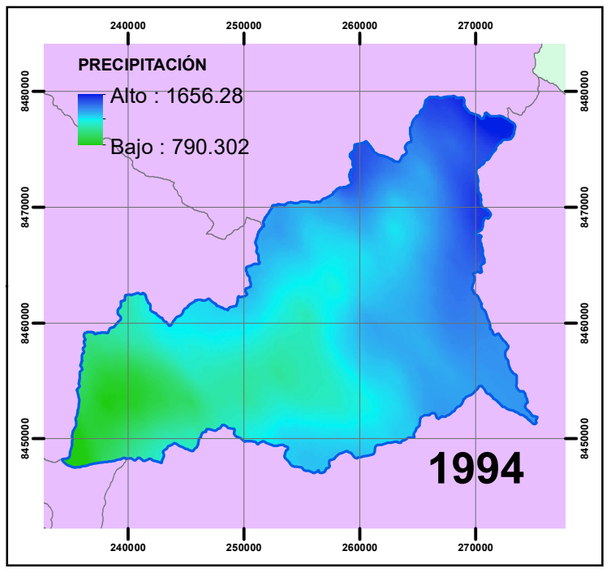
	Universidad Católica de Santa María
Tesis :	ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA Y SU ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO PRECIPITACIÓN ESCURRIMIENTO DE LUTZ SCHOLZ Y EL MODELO ESTOCÁSTICO DE THOMAS - FIERING
Plano:	**ISOYETAS PROMEDIO ANUAL (1982 - 1990)**
Bachiller:	**Dario Velasquez Mercado**

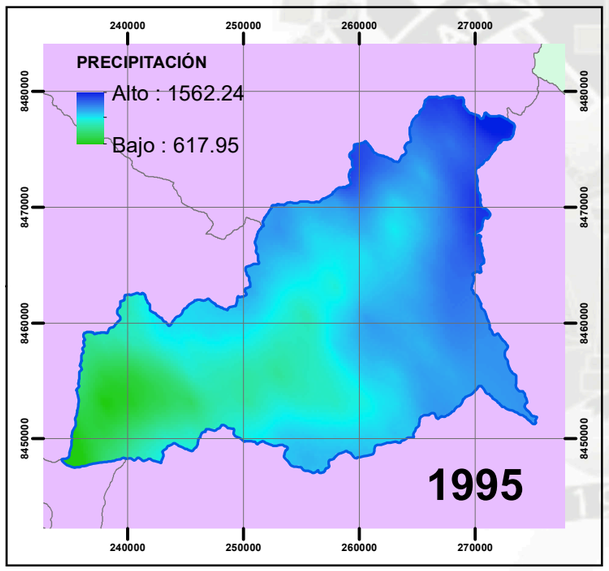
Datum:	Escala:	Fecha:	Mapa:
WGS 84 / ZONA 19S	1 / 530,000	Setiembre, 2019	MIS - 03

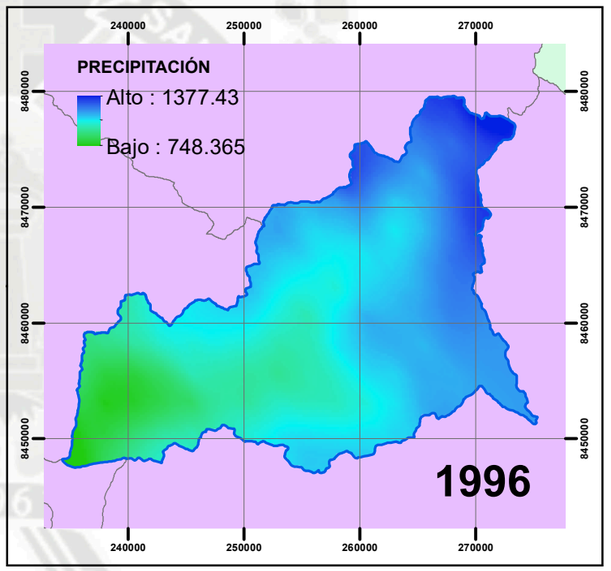


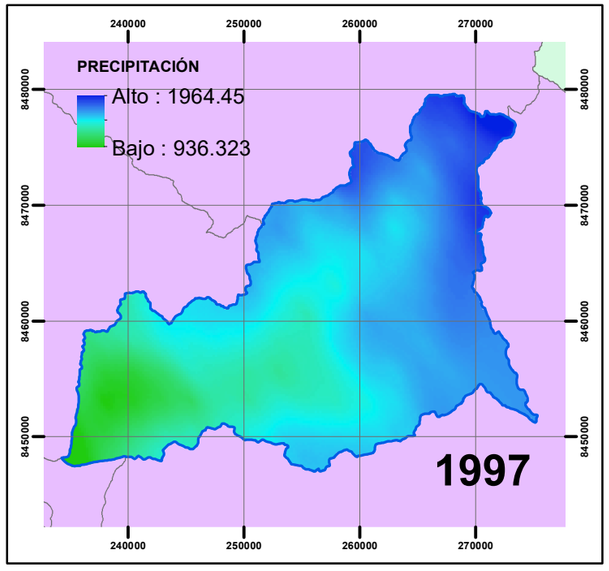


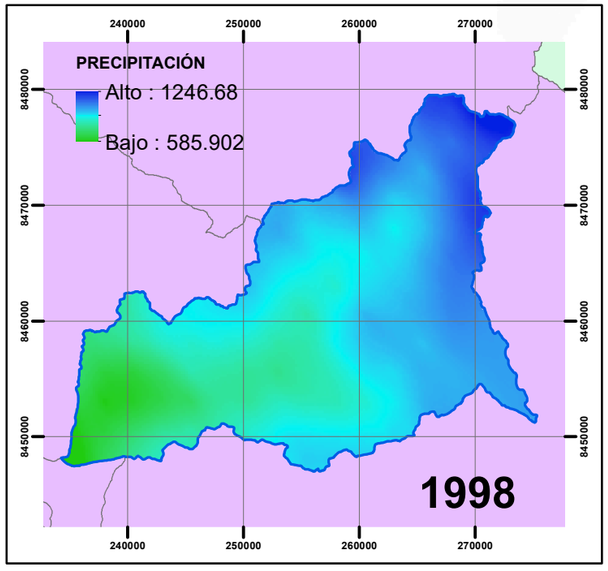


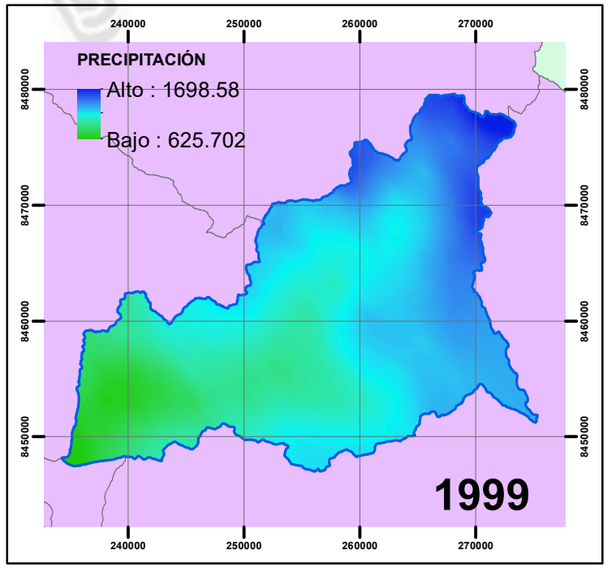


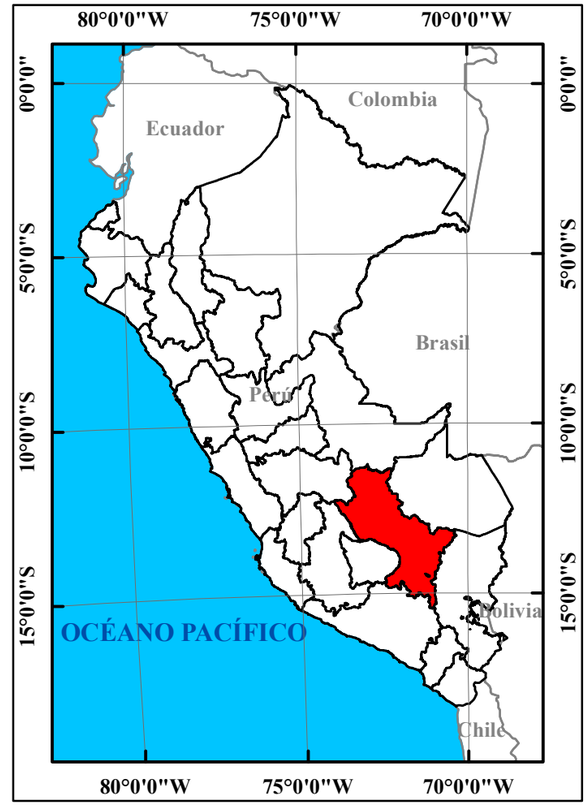


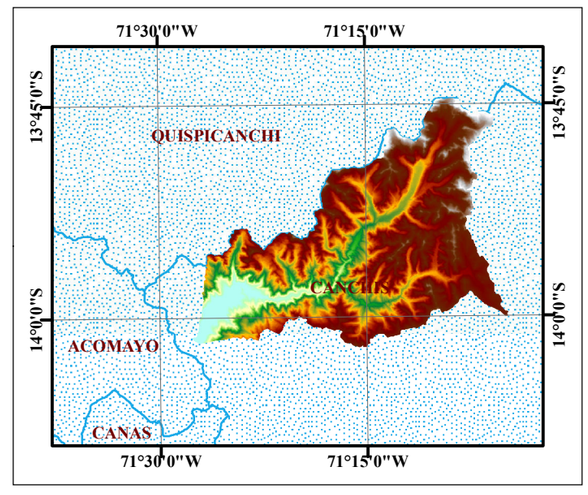






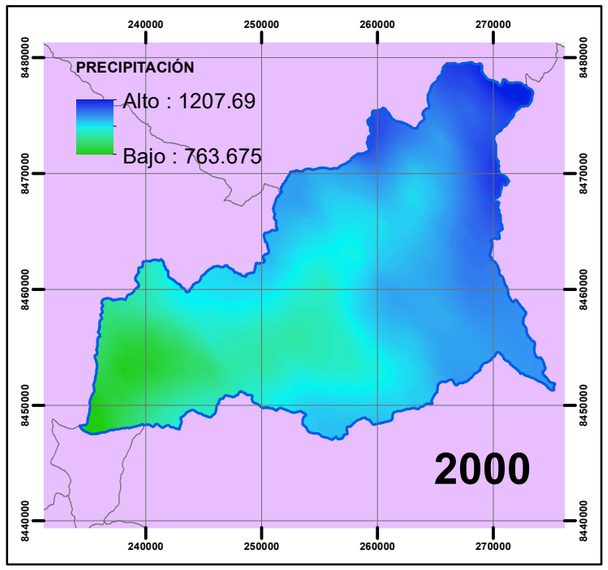


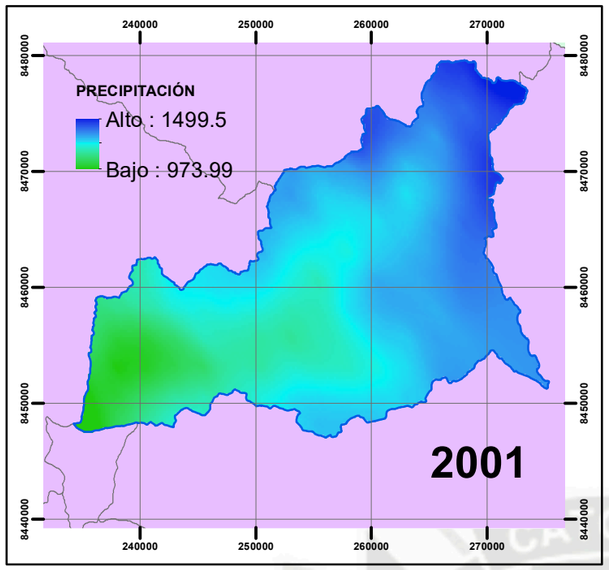


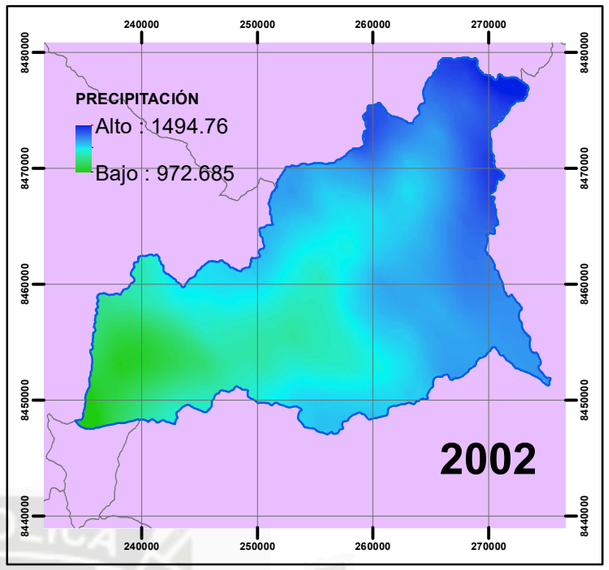


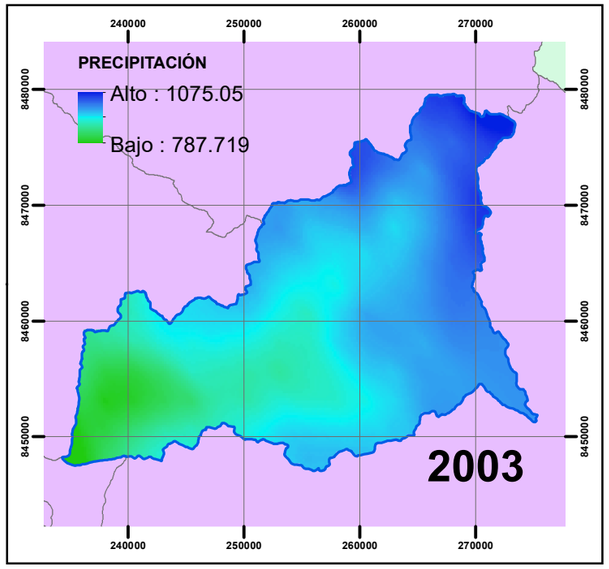
	Universidad Católica de Santa María
Tesis :	**ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA Y SU ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO PRECIPITACIÓN ESCURRIMIENTO DE LUTZ SCHOLZ Y EL MODELO ESTOCÁSTICO DE THOMAS - FIERING**
Plano:	**ISOYETAS PROMEDIO ANUAL (1991 - 1999)**
Bachiller:	**Dario Velasquez Mercado**

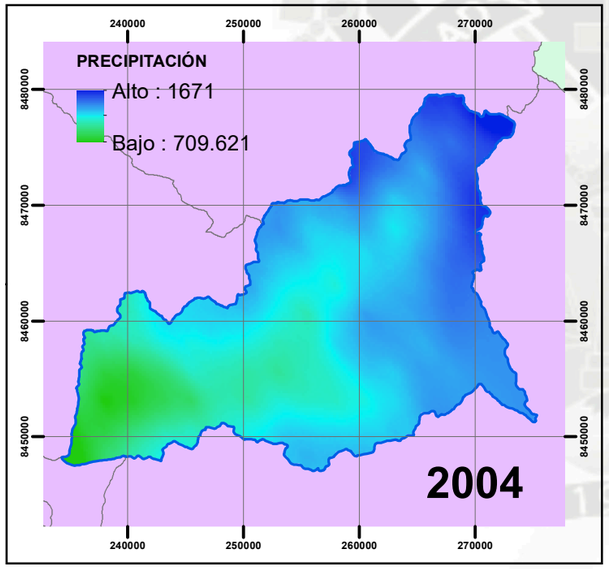
Datum:	Escala:	Fecha:	Mapa:
WGS 84 / ZONA 19S	1 / 530,000	Setiembre, 2019	MIS - 04

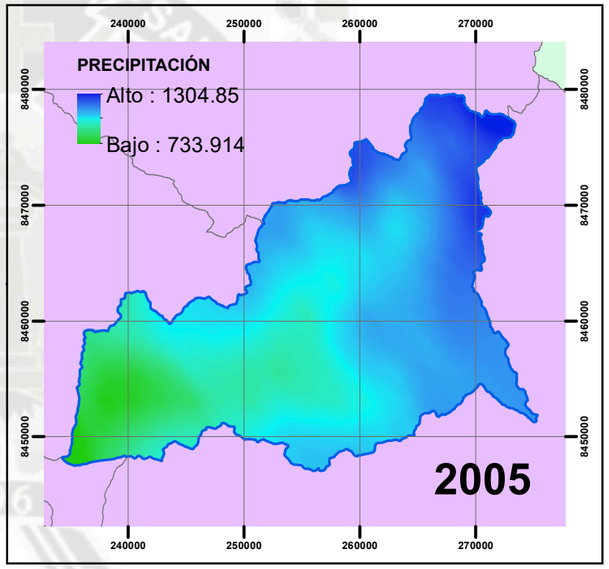


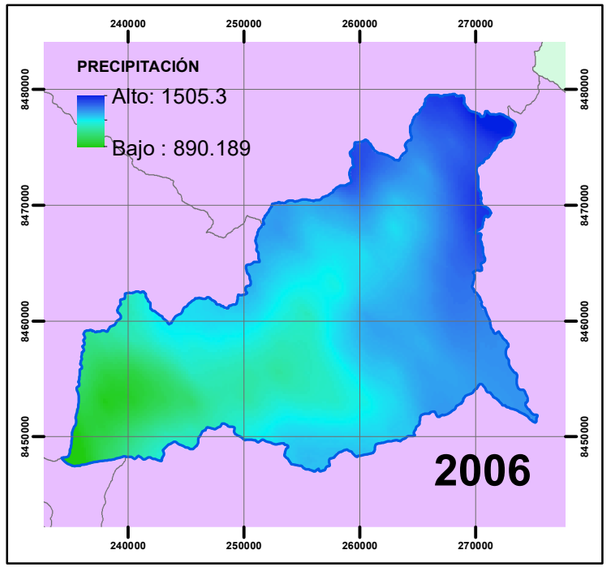


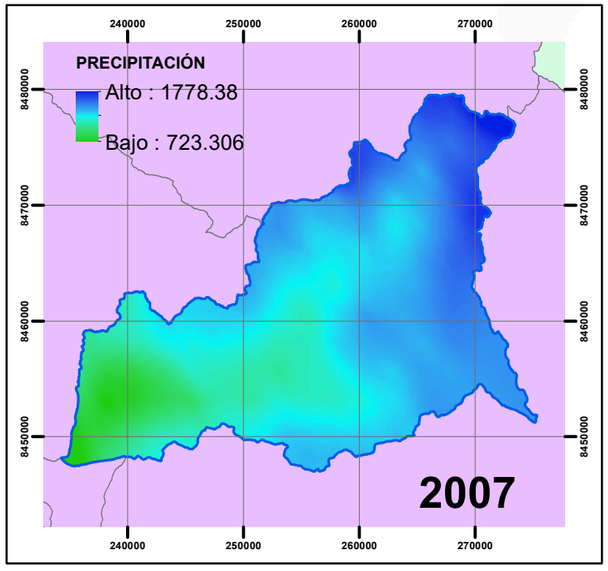


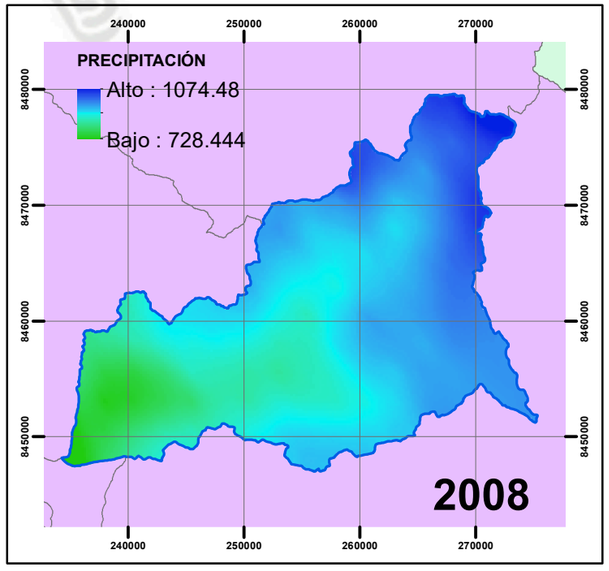


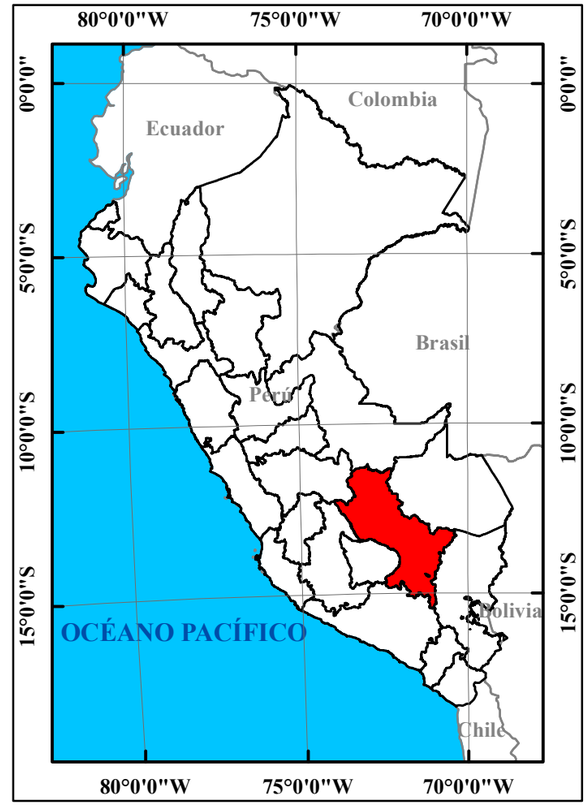


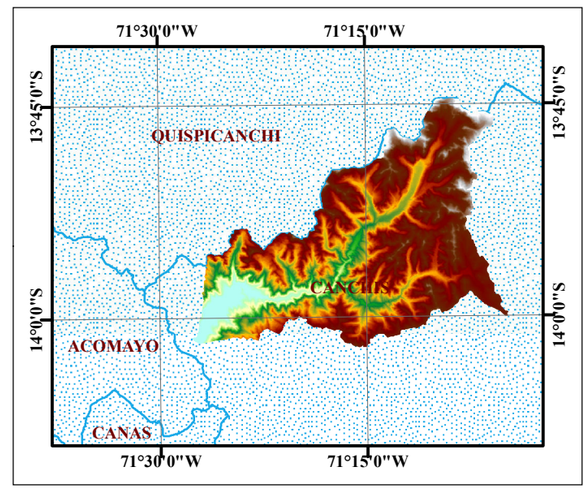












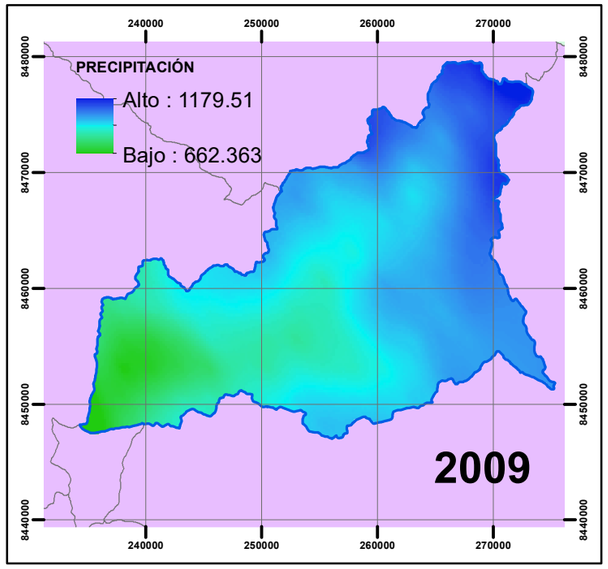
Universidad Católica de Santa María

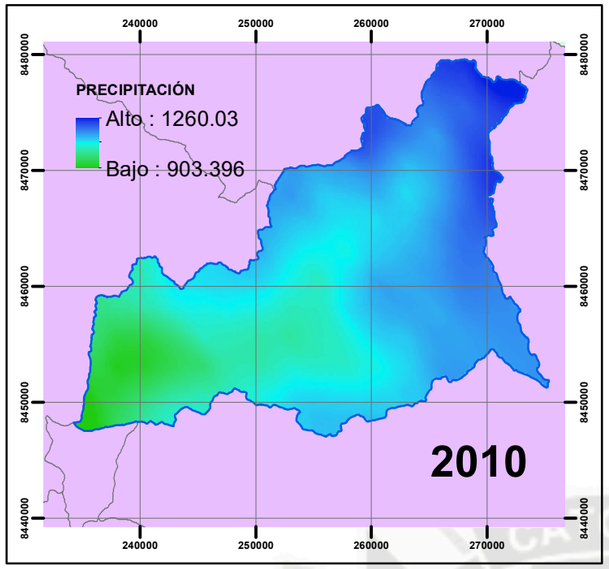
Tesis : ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA Y SU ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO PRECIPITACIÓN ESCURRIMIENTO DE LUTZ SCHOLZ Y EL MODELO ESTOCÁSTICO DE THOMAS - FIERING

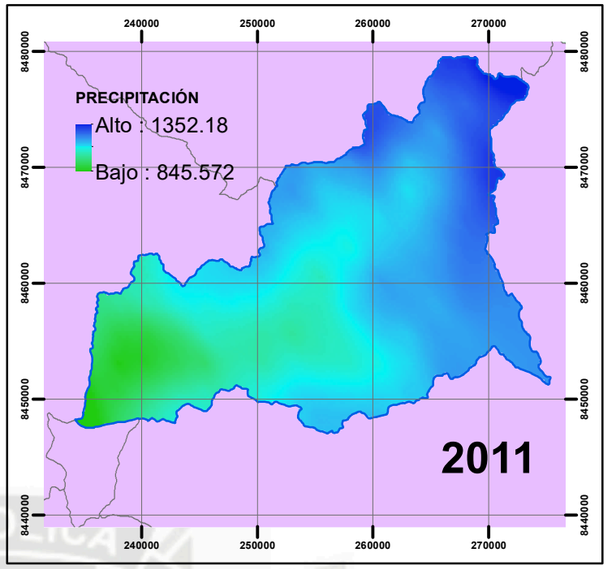
Plano: ISOYETAS PROMEDIO ANUAL (2000 - 2008)

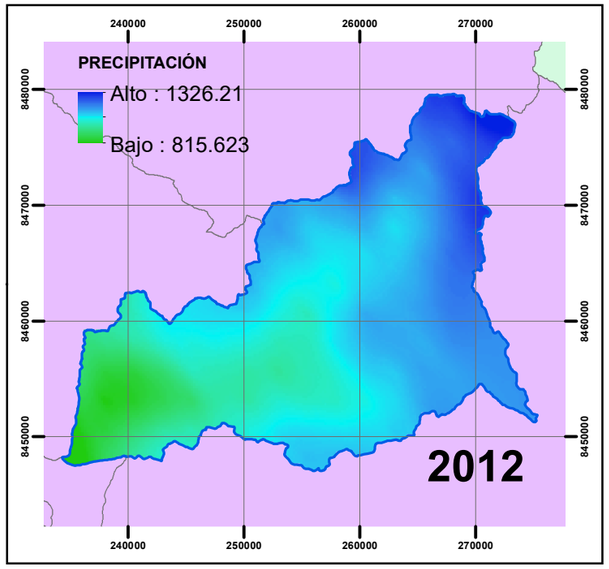
Bachiller: Dario Velasquez Mercado

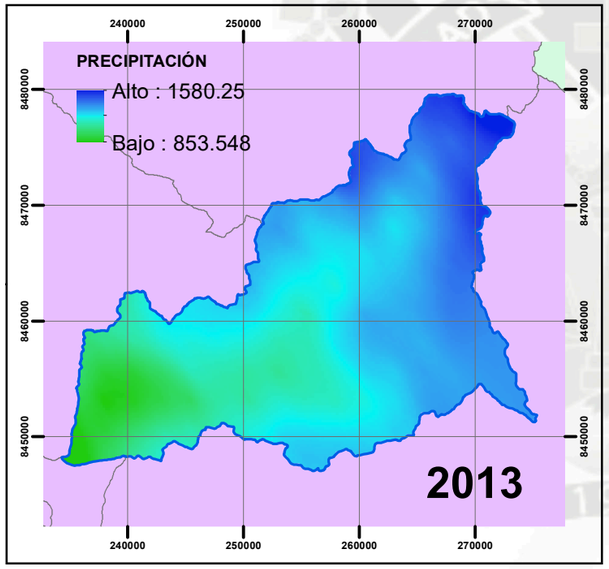
Datum:	Escala:	Fecha:	Mapa:
WGS 84 / ZONA 19S	1 / 530,000	Setiembre, 2019	MIS - 05

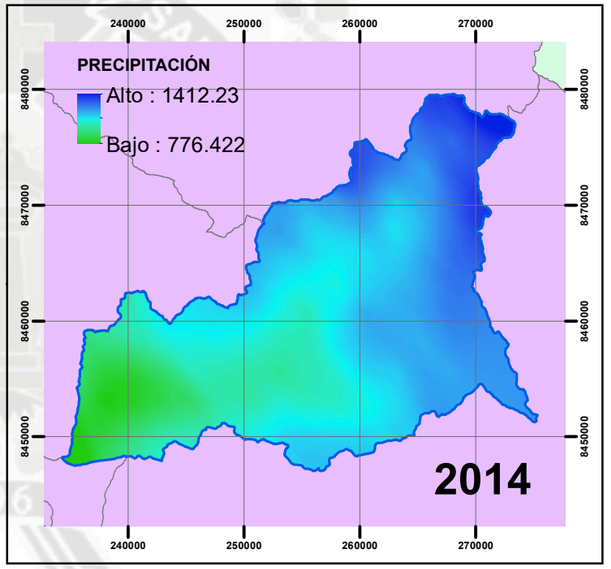


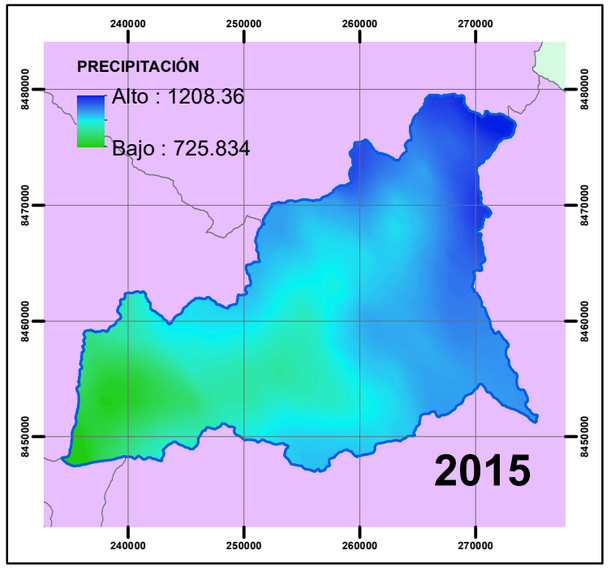


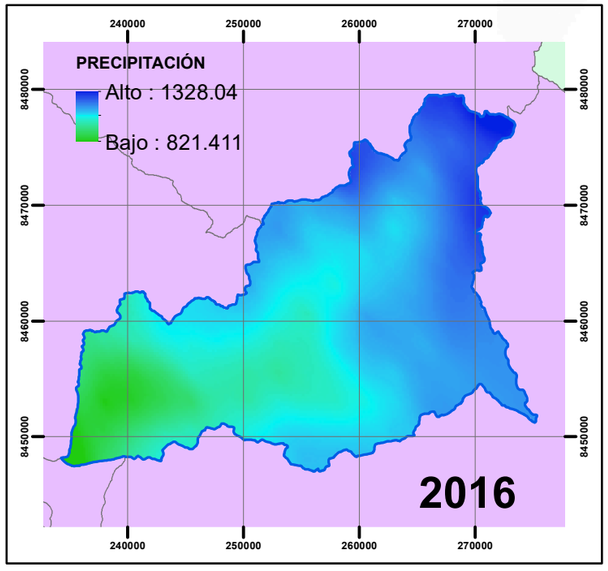


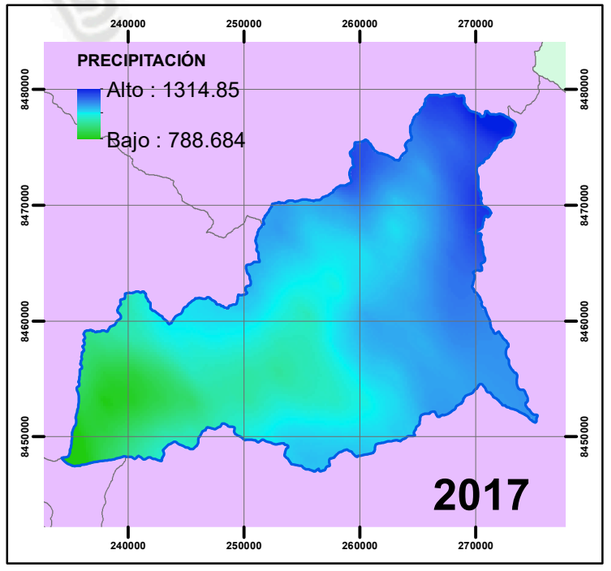


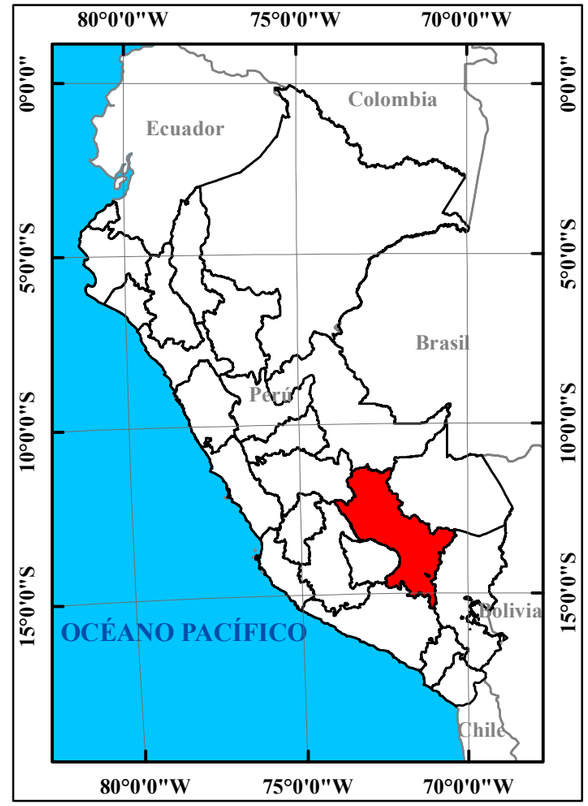


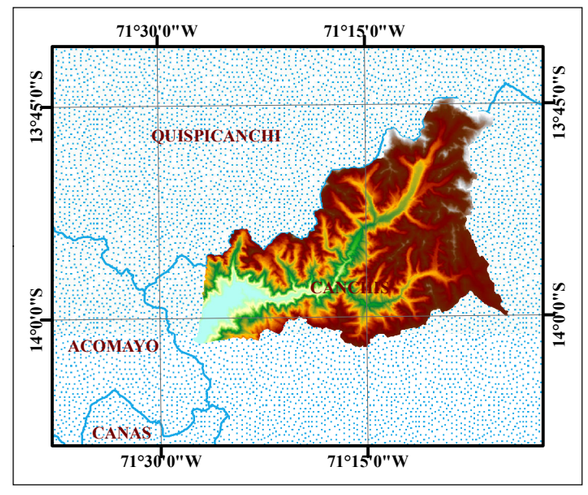












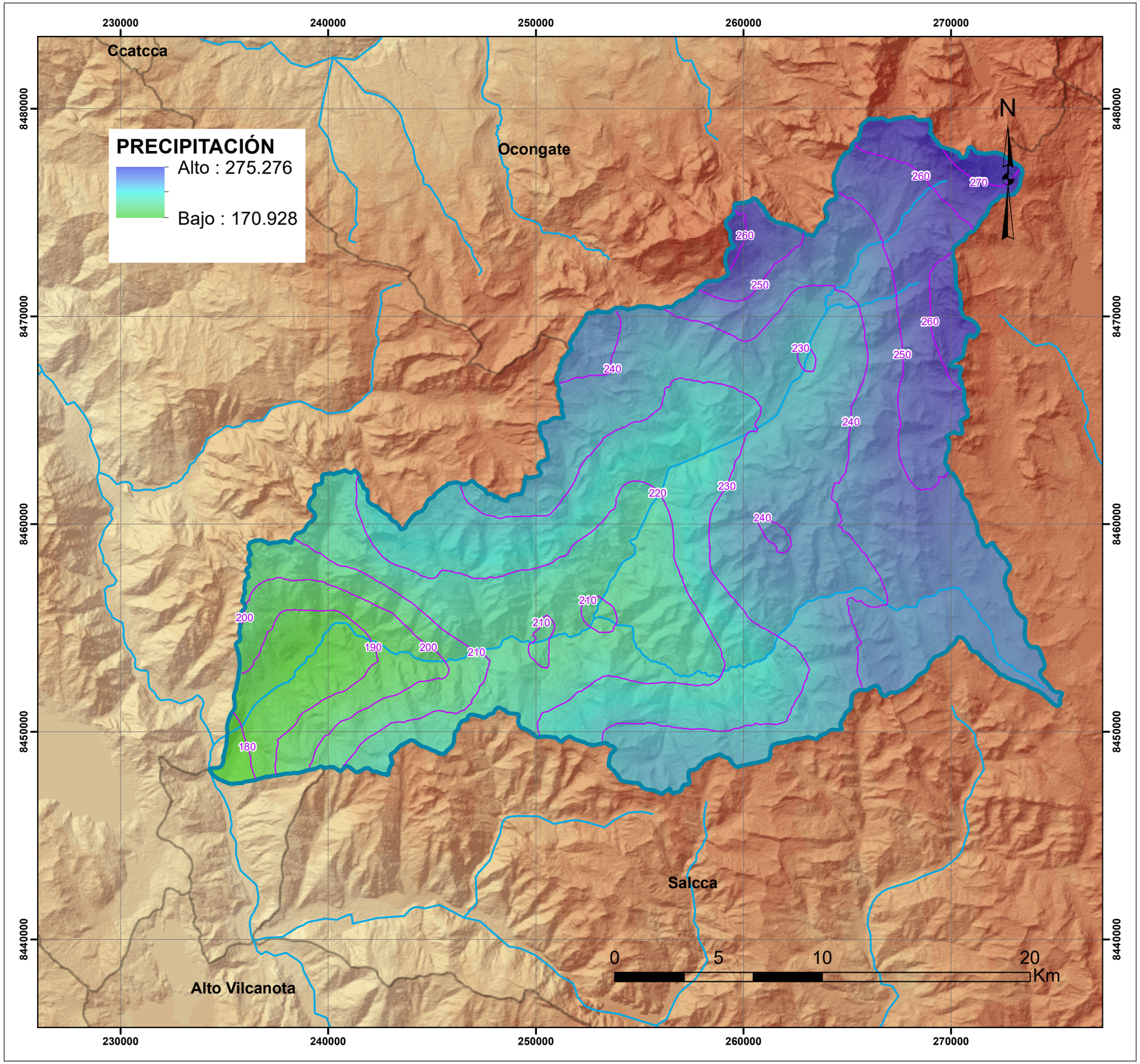
Universidad Católica de Santa María

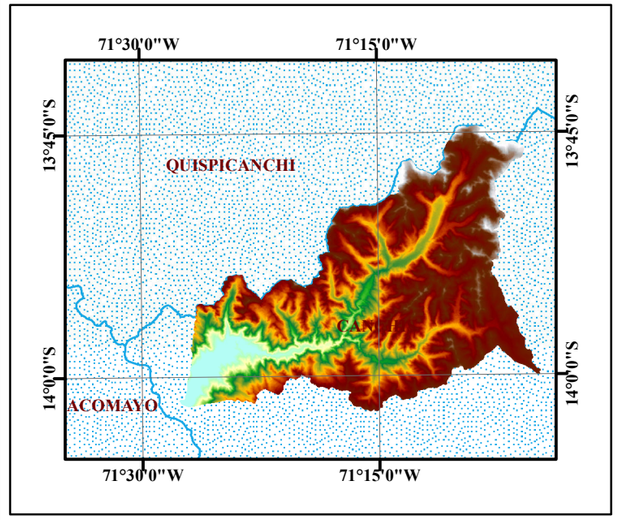
Tesis : ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA Y SU ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO PRECIPITACIÓN ESCURRIMIENTO DE LUTZ SCHOLZ Y EL MODELO ESTOCÁSTICO DE THOMAS - FIERING

Plano: ISOYETAS PROMEDIO ANUAL (2009 - 2017)

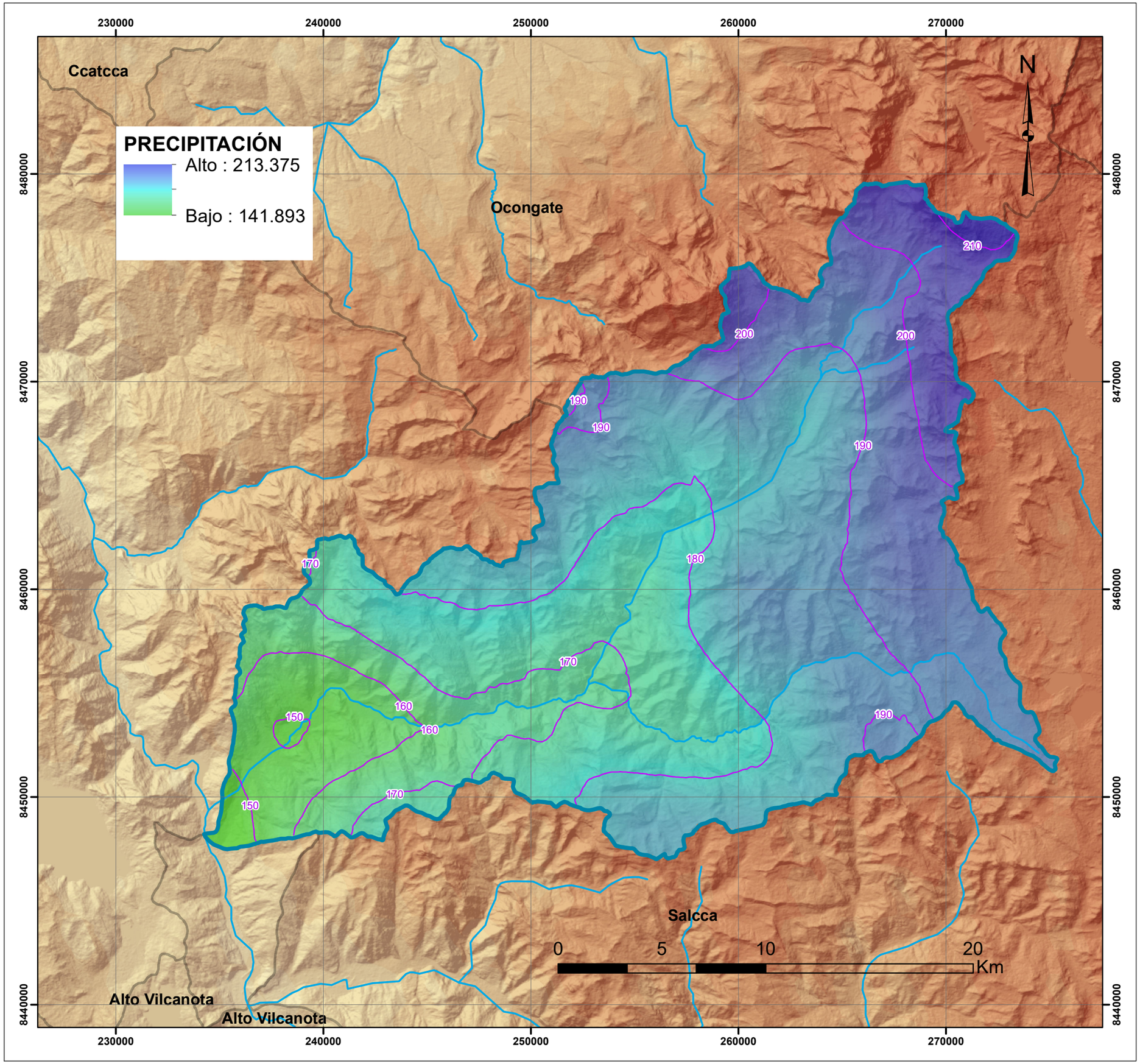
Bachiller: Dario Velasquez Mercado

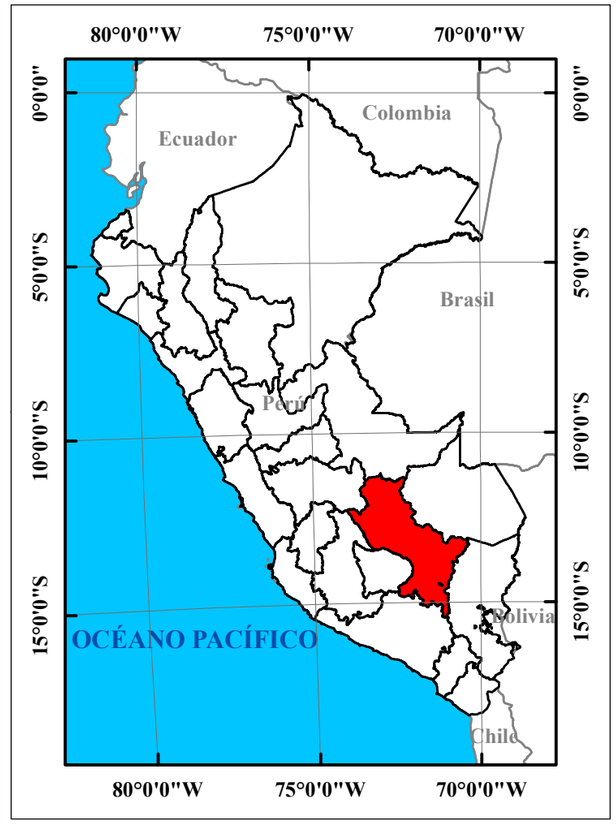
Datum:	Escala:	Fecha:	Mapa:
WGS 84 / ZONA 19S	1 / 530,000	Setiembre, 2019	MIS - 06

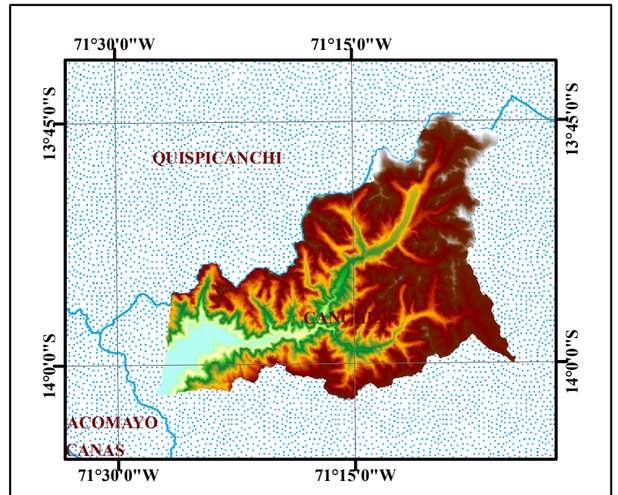




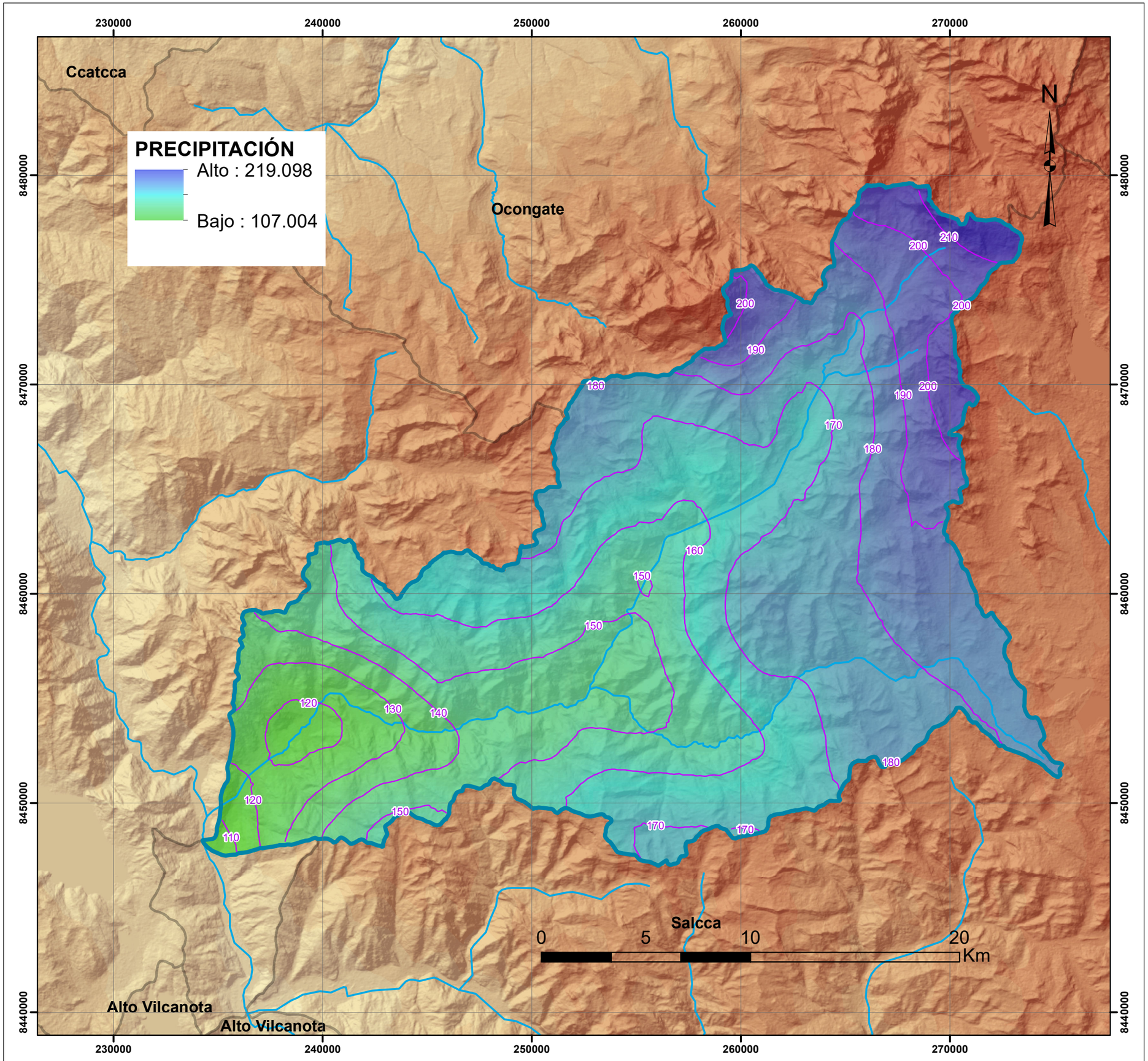
Universidad Católica de Santa María			
Tesis : ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA Y SU ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO PRECIPITACIÓN ESCURRIMIENTO DE LUTZ SCHOLZ Y EL MODELO ESTOCÁSTICO DE THOMAS - FIERING			
Plano: MAPA ISOYETAS PROMEDIO MENSUAL ENERO			
Bachiller: Dario Velasquez Mercado			
Datum: WGS 84 / ZONA 19S	Escala: 1 / 180,000	Fecha: Setiembre, 2019	Mapa: MIS - 07

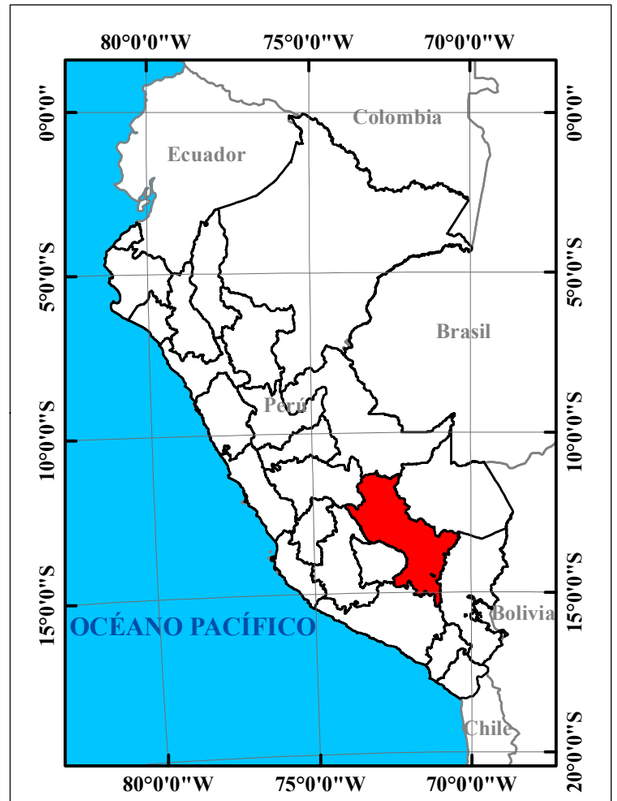


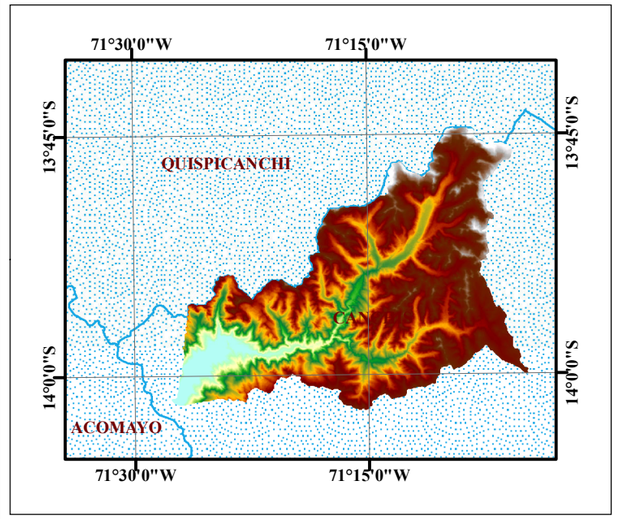




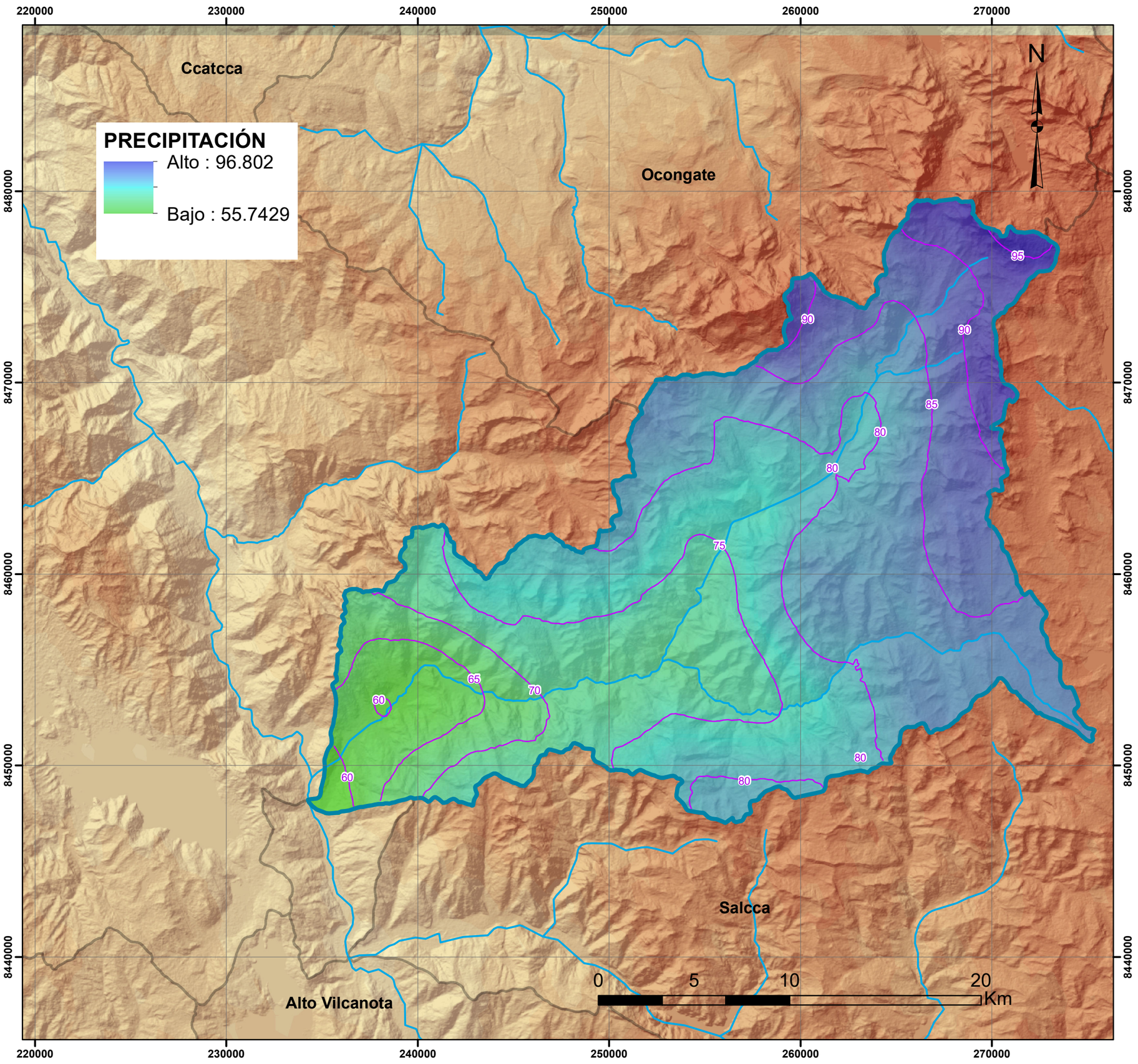
Universidad Católica de Santa María			
Tesis : **ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA Y SU ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO PRECIPITACIÓN ESCURRIMIENTO DE LUTZ SCHOLZ Y EL MODELO ESTOCÁSTICO DE THOMAS - FIERING**			
Plano: **MAPA ISOYETAS PROMEDIO MENSUAL FEBRERO**			
Bachiller: **Dario Velasquez Mercado**			
Datum: WGS 84 / ZONA 19S	Escala: 1 / 180,000	Fecha: Setiembre, 2019	Mapa: MIS - 08

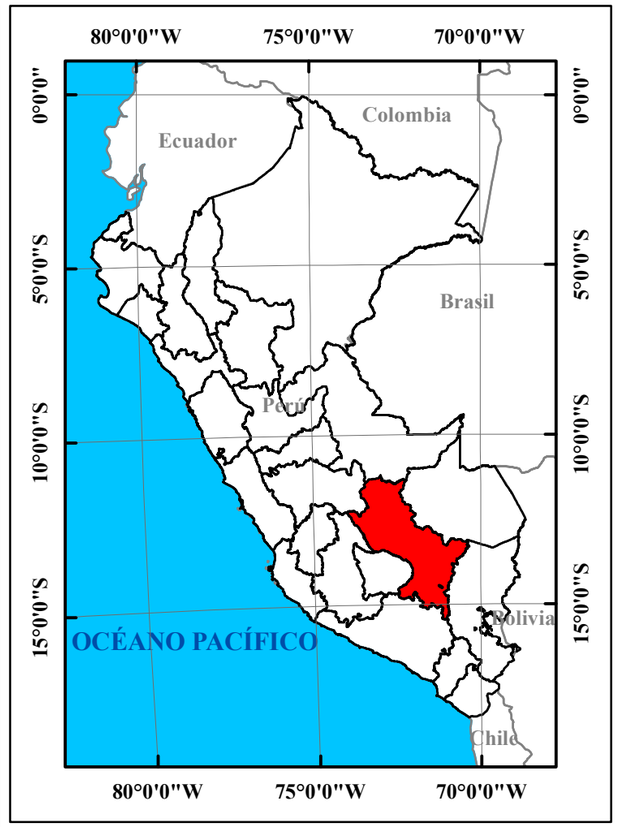


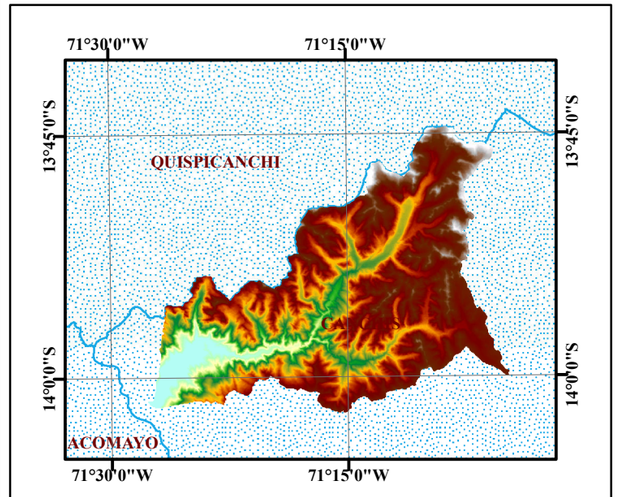




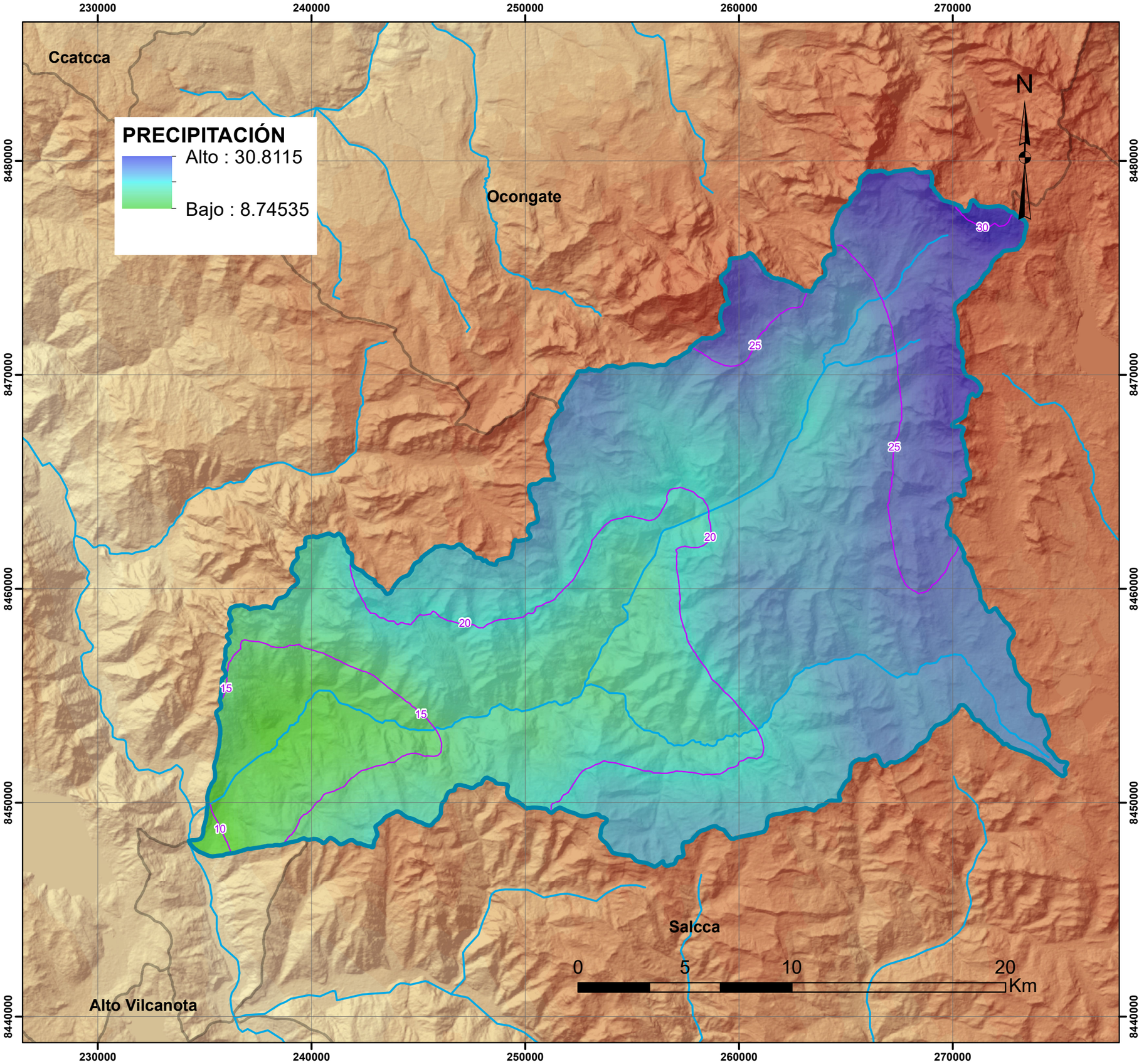
Universidad Católica de Santa María			
Tesis : ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA Y SU ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO PRECIPITACIÓN ESCURRIMIENTO DE LUTZ SCHOLZ Y EL MODELO ESTOCÁSTICO DE THOMAS - FIERING			
Plano: MAPA ISOYETAS PROMEDIO MENSUAL MARZO			
Bachiller: Dario Velasquez Mercado			
Datum: WGS 84 / ZONA 19S	Escala: 1 / 180,000	Fecha: Setiembre, 2019	Mapa: MIS - 09

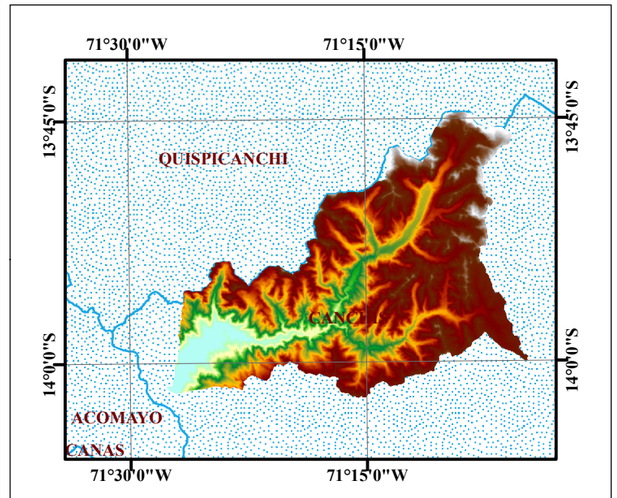






Universidad Católica de Santa María			
Tesis : ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA Y SU ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO PRECIPITACIÓN ESCURRIMIENTO DE LUTZ SCHOLZ Y EL MODELO ESTOCÁSTICO DE THOMAS - FIERING			
Plano: MAPA ISOYETAS PROMEDIO MENSUAL ABRIL			
Bachiller: Dario Velasquez Mercado			
Datum: WGS 84 / ZONA 19S	Escala: 1 / 200,000	Fecha: Setiembre, 2019	Mapa: MIS - 10





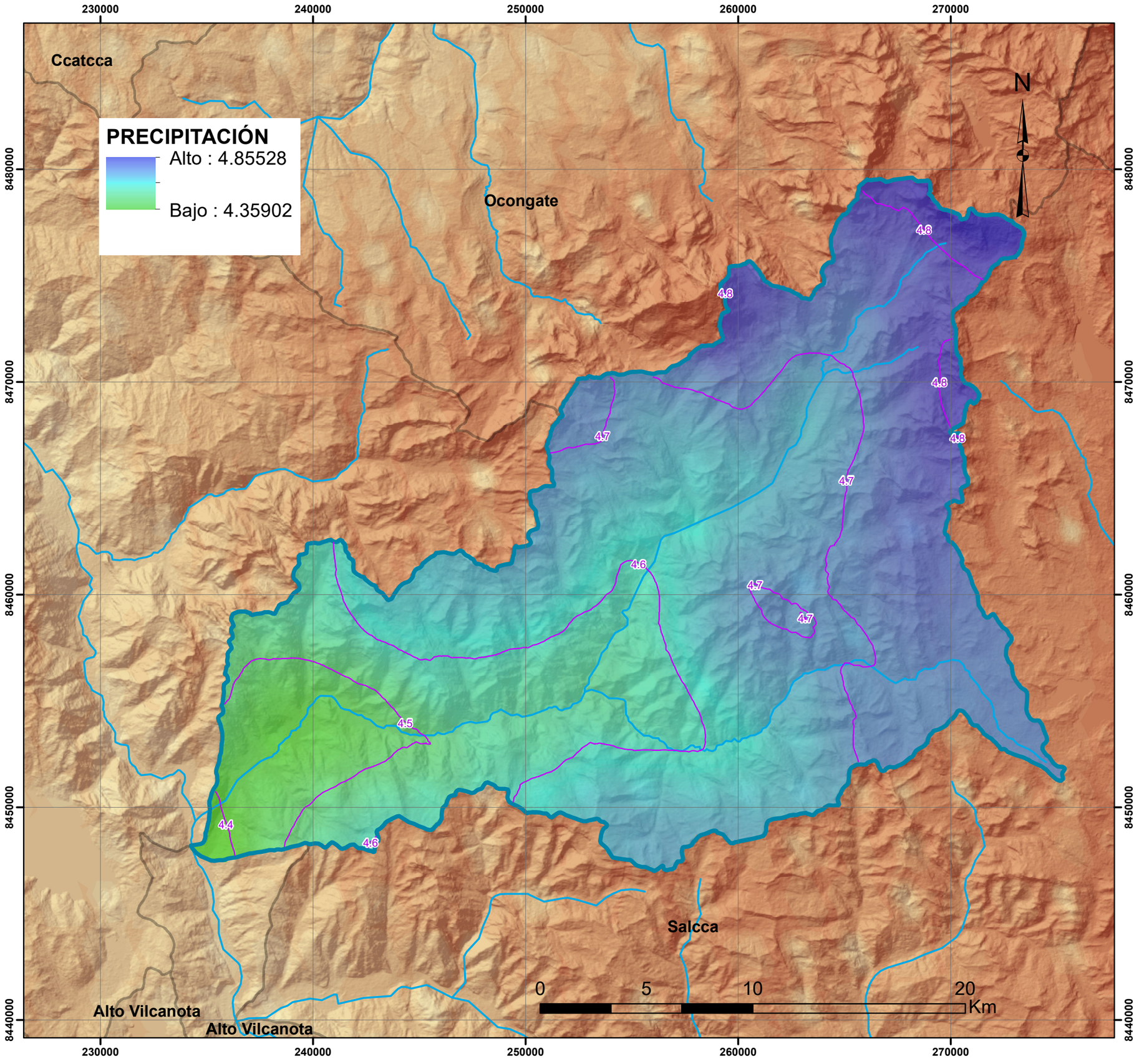
Universidad Católica de Santa María

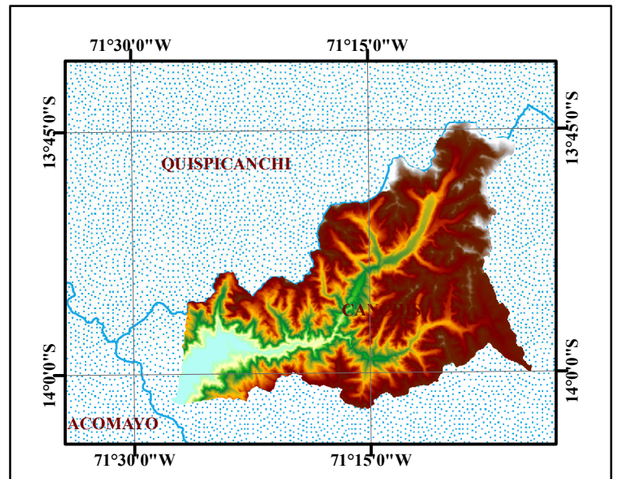
Tesis : ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA Y SU ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO PRECIPITACIÓN ESCURRIMIENTO DE LUTZ SCHOLZ Y EL MODELO ESTOCÁSTICO DE THOMAS - FIERING

Plano: MAPA ISOYETAS PROMEDIO MENSUAL MAYO

Bachiller: Dario Velasquez Mercado

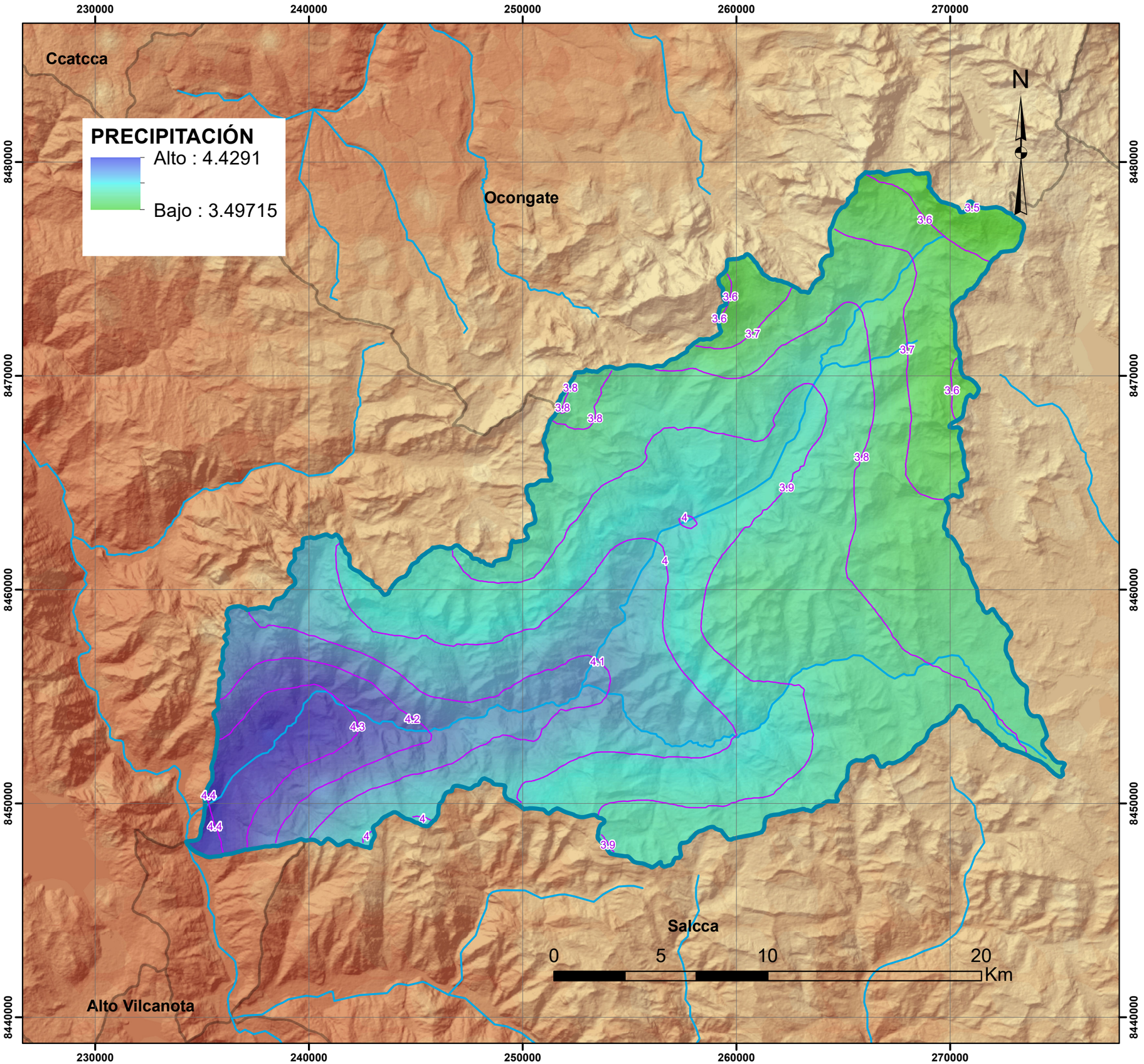
Datum:	Escala:	Fecha:	Mapa:
WGS 84 / ZONA 19S	1 / 180,000	Setiembre, 2019	MIS - 11

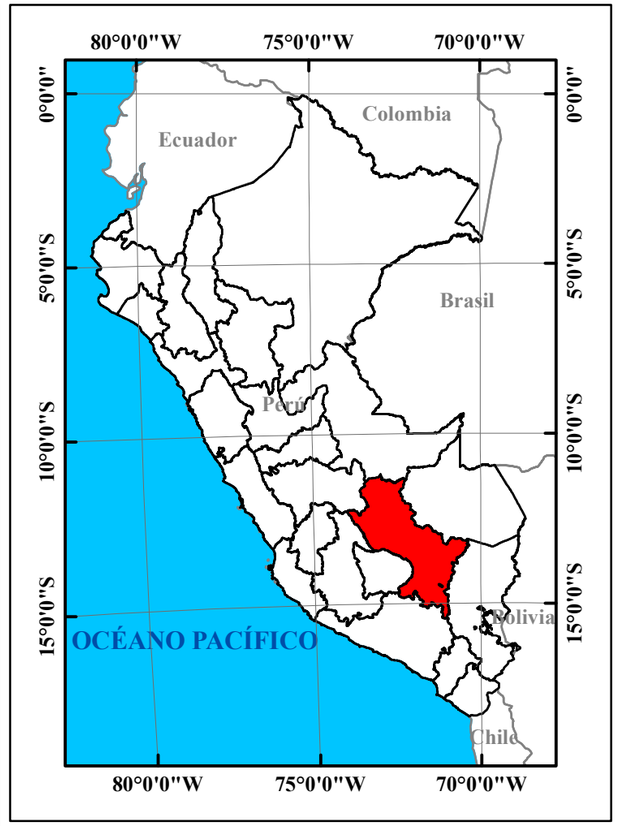


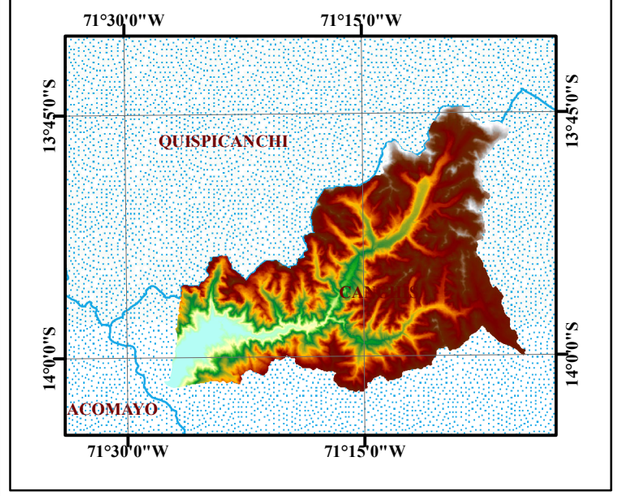


	Universidad Católica de Santa María
Tesis :	**ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA Y SU ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO PRECIPITACIÓN ESCURRIMIENTO DE LUTZ SCHOLZ Y EL MODELO ESTOCÁSTICO DE THOMAS - FIERING**
Plano:	**MAPA ISOYETAS PROMEDIO MENSUAL JUNIO**
Bachiller:	**Dario Velasquez Mercado**

Datum:	Escala:	Fecha:	Mapa:
WGS 84 / ZONA 19S	1 / 180,000	Setiembre, 2019	MIS - 12

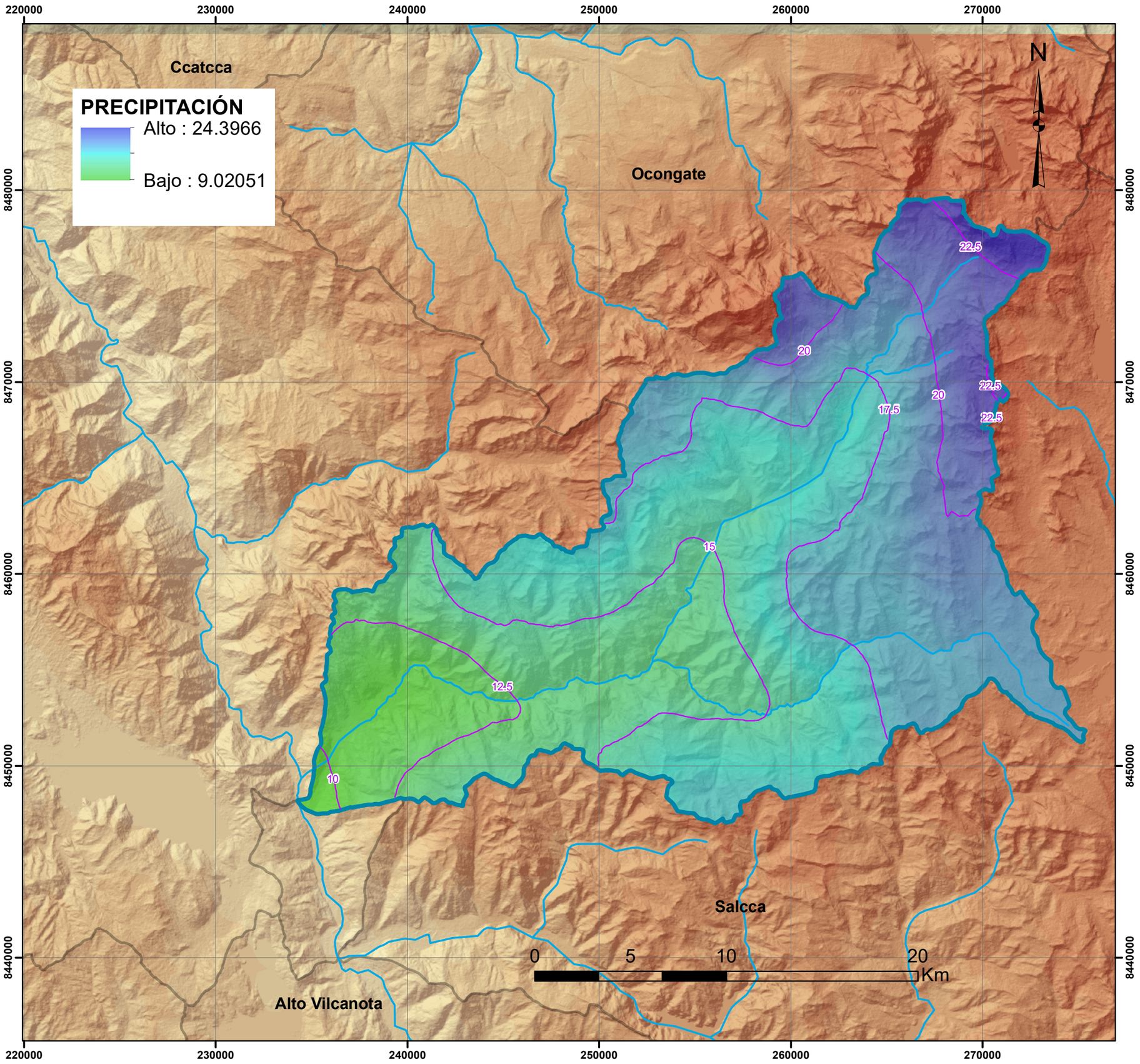


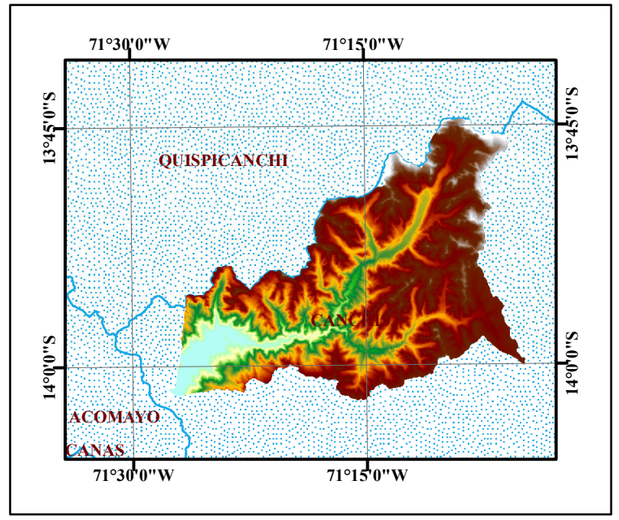




	Universidad Católica de Santa María
Tesis :	ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA Y SU ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO PRECIPITACIÓN ESCURRIMIENTO DE LUTZ SCHOLZ Y EL MODELO ESTOCÁSTICO DE THOMAS - FIERING
Plano:	**MAPA ISOYETAS PROMEDIO MENSUAL JULIO**
Bachiller:	**Dario Velasquez Mercado**

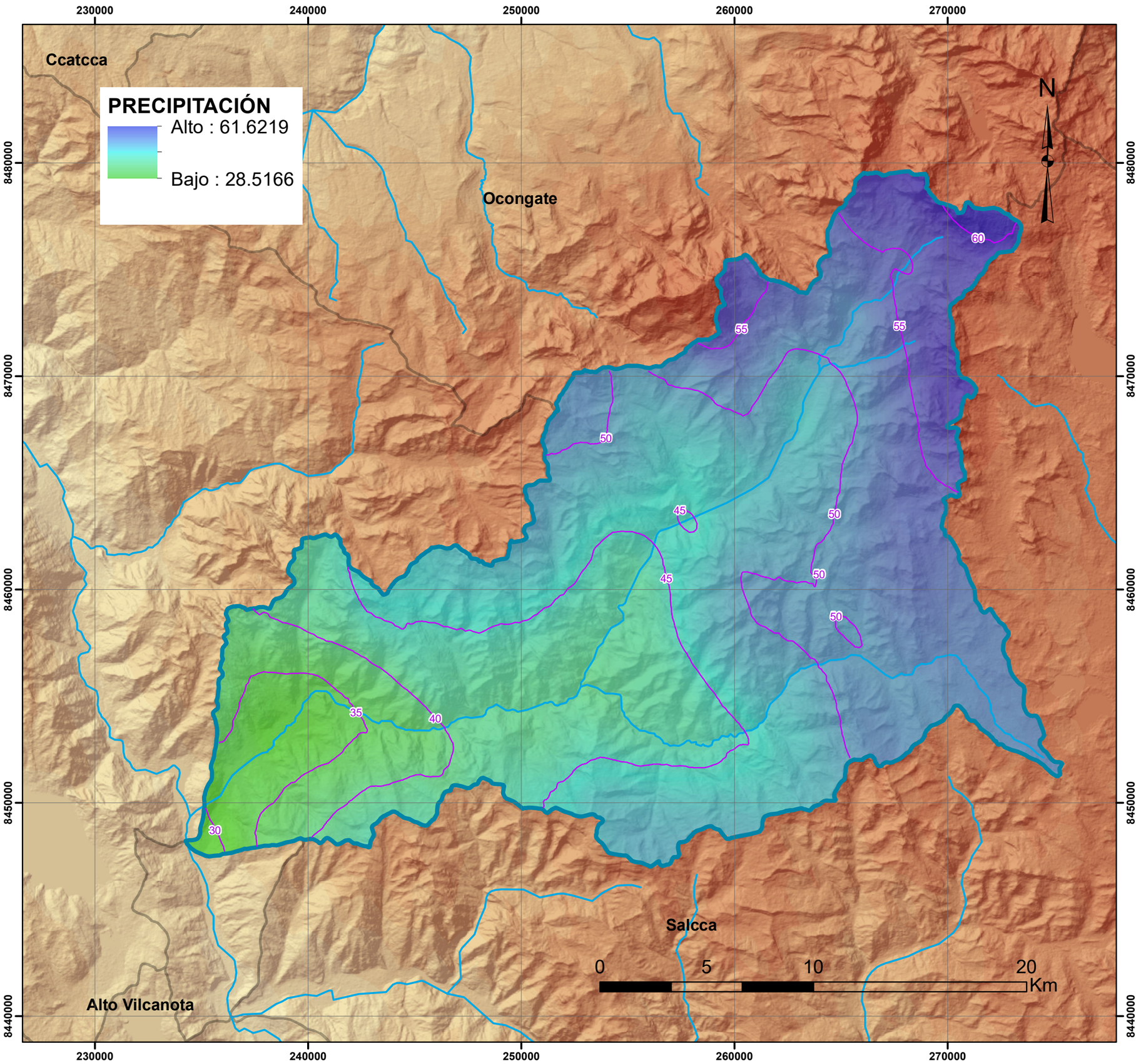
Datum:	Escala:	Fecha:	Mapa:
WGS 84 / ZONA 19S	1 / 180,000	Setiembre, 2019	MIS - 13

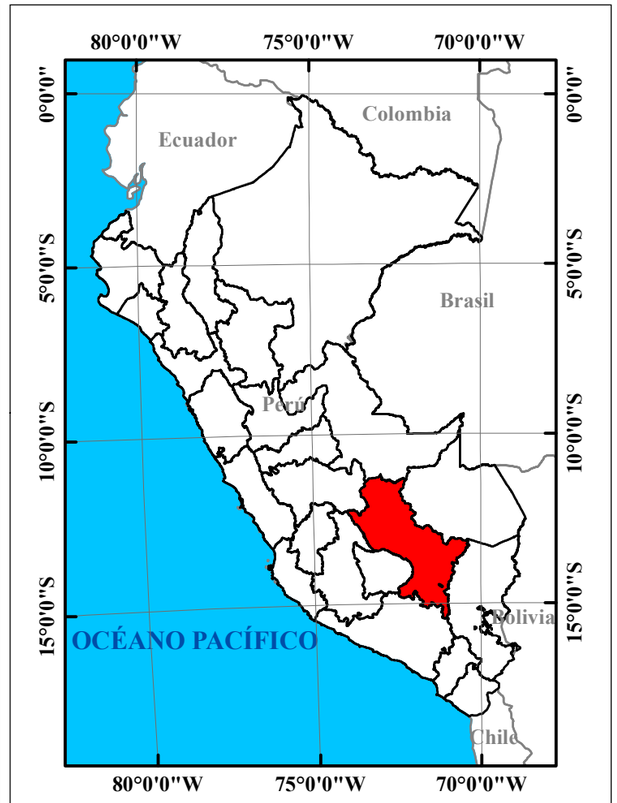


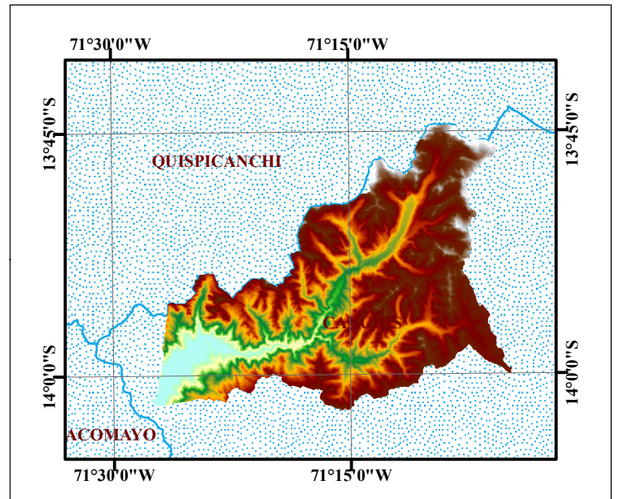


	Universidad Católica de Santa María
Tesis :	ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA Y SU ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO PRECIPITACIÓN ESCURRIMIENTO DE LUTZ SCHOLZ Y EL MODELO ESTOCÁSTICO DE THOMAS - FIERING
Plano:	**MAPA ISOYETAS PROMEDIO MENSUAL AGOSTO**
Bachiller:	**Dario Velasquez Mercado**

Datum:	Escala:	Fecha:	Mapa:
WGS 84 / ZONA 19S	1 / 200,000	Setiembre, 2019	MIS - 14

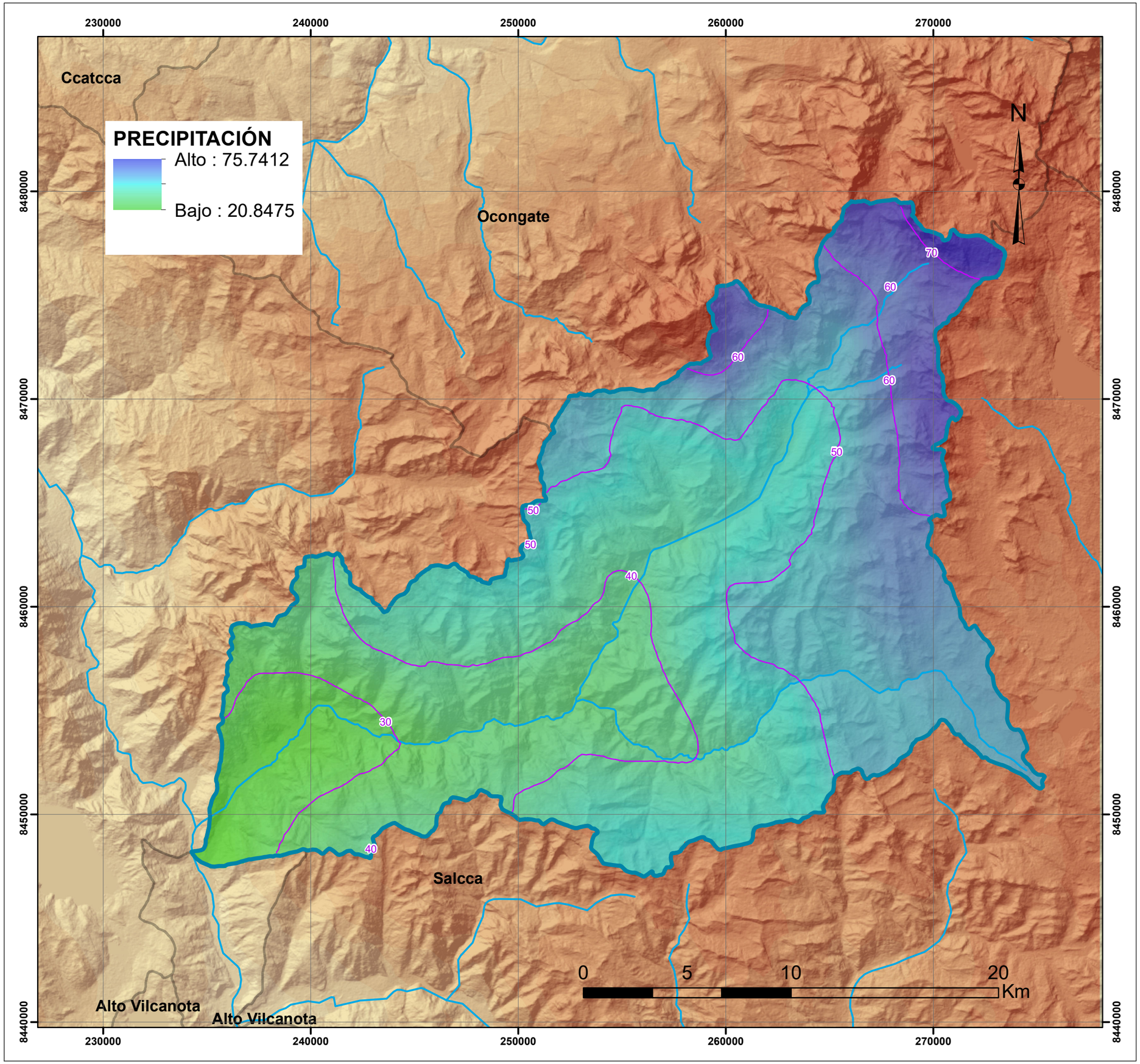


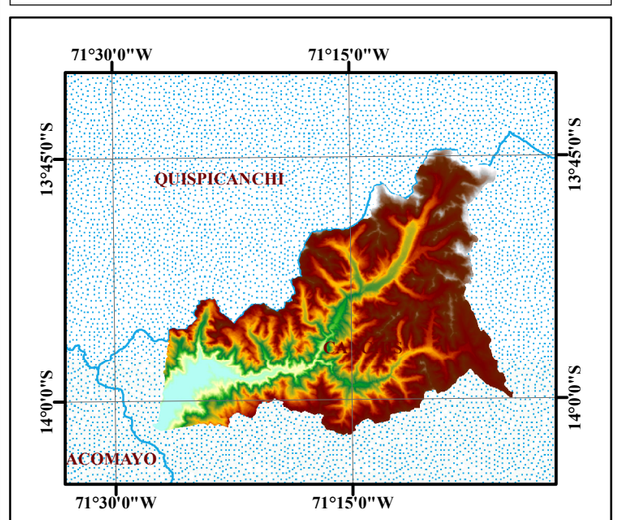




	Universidad Católica de Santa María
Tesis :	**ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA Y SU ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO PRECIPITACIÓN ESCURRIMIENTO DE LUTZ SCHOLZ Y EL MODELO ESTOCÁSTICO DE THOMAS - FIERING**
Plano:	**MAPA ISOYETAS PROMEDIO MENSUAL SETIEMBRE**
Bachiller:	**Dario Velasquez Mercado**

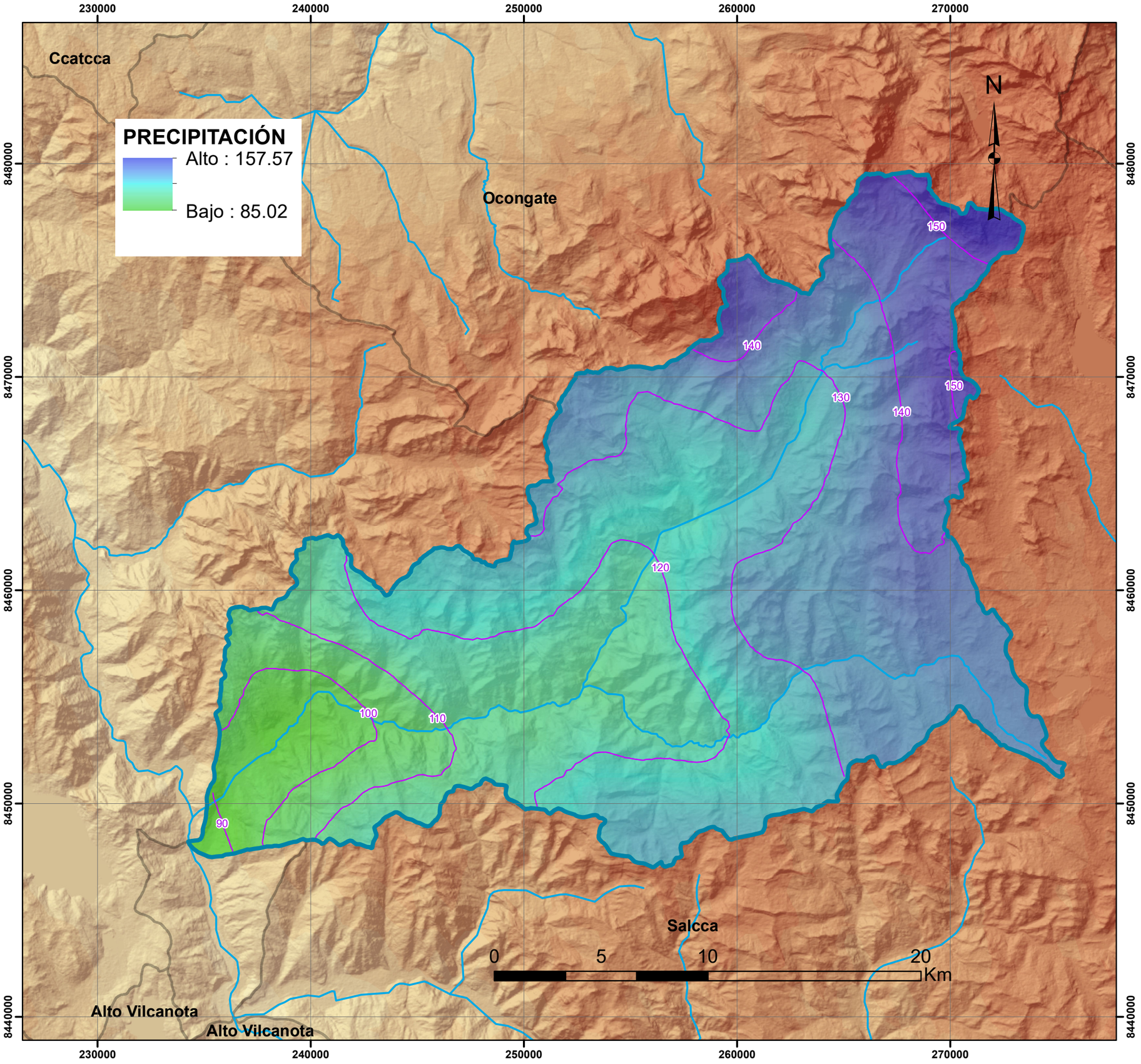
Datum:	Escala:	Fecha:	Mapa:
WGS 84 / ZONA 19S	1 / 180,000	Setiembre, 2019	MIS - 15

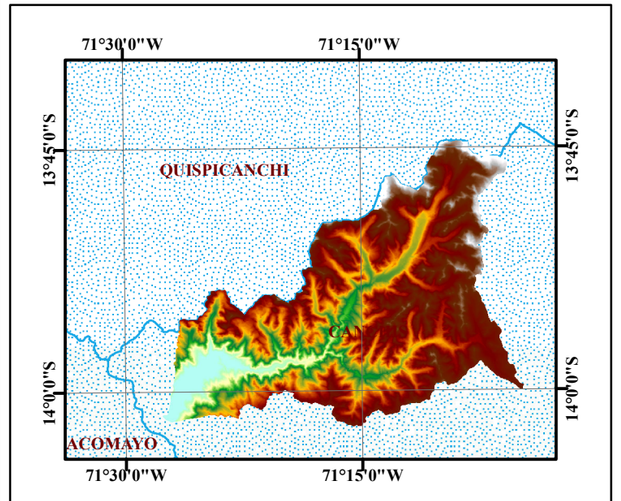




	Universidad Católica de Santa María
Tesis :	ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA Y SU ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO PRECIPITACIÓN ESCURRIMIENTO DE LUTZ SCHOLZ Y EL MODELO ESTOCÁSTICO DE THOMAS - FIERING
Plano:	**MAPA ISOYETAS PROMEDIO MENSUAL OCTUBRE**
Bachiller:	**Dario Velasquez Mercado**

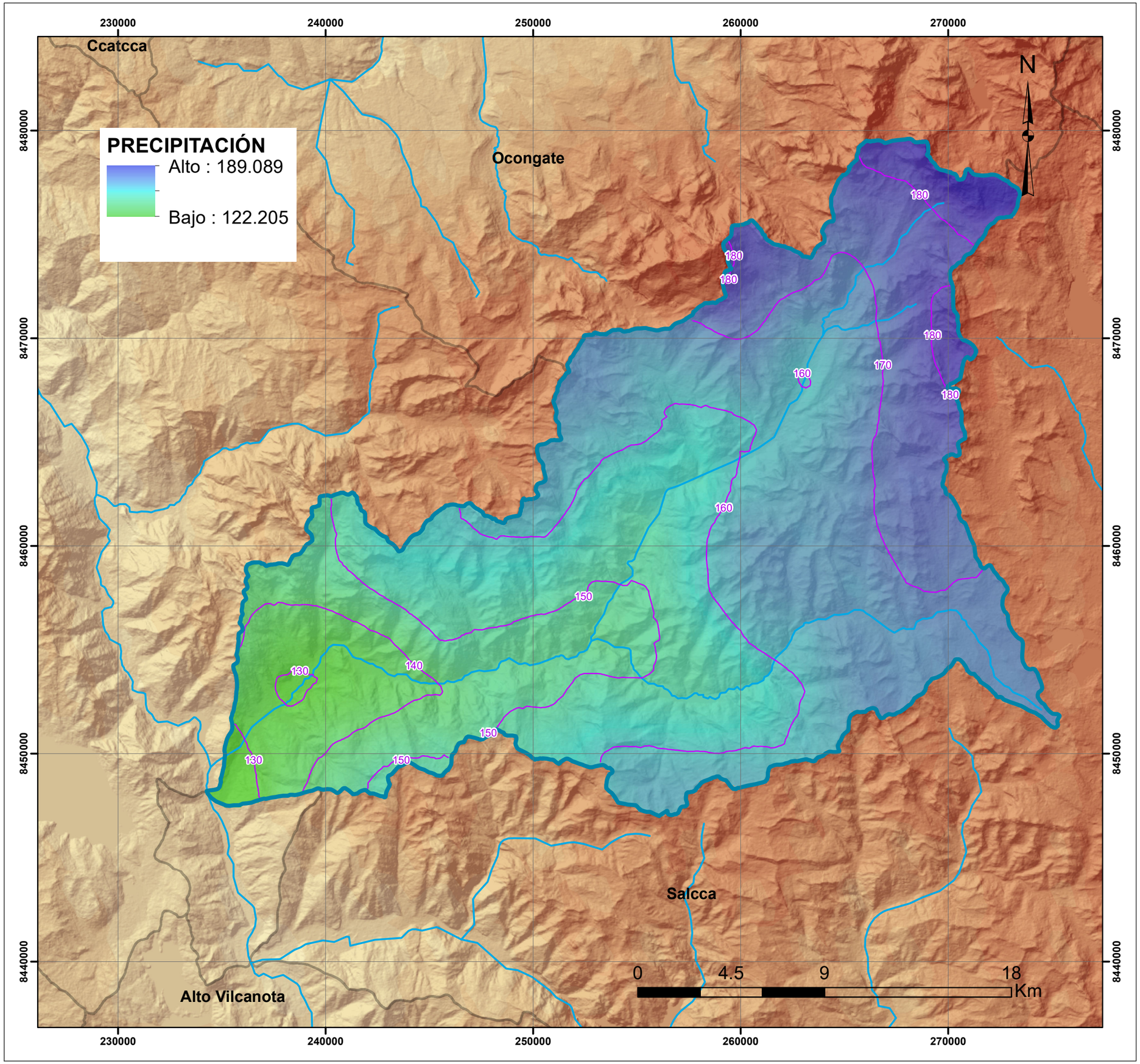
Datum:	Escala:	Fecha:	Mapa:
WGS 84 / ZONA 19S	1 / 180,000	Setiembre, 2019	MIS - 16

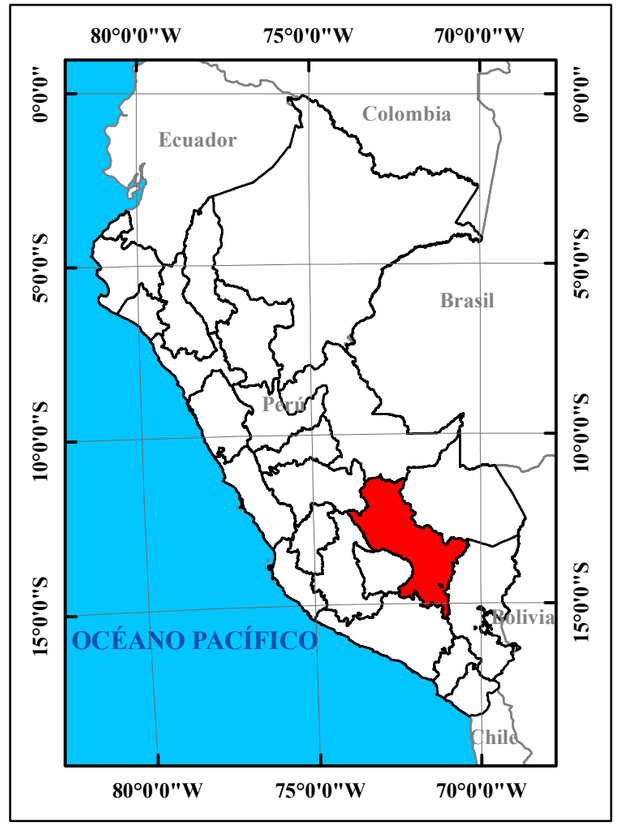


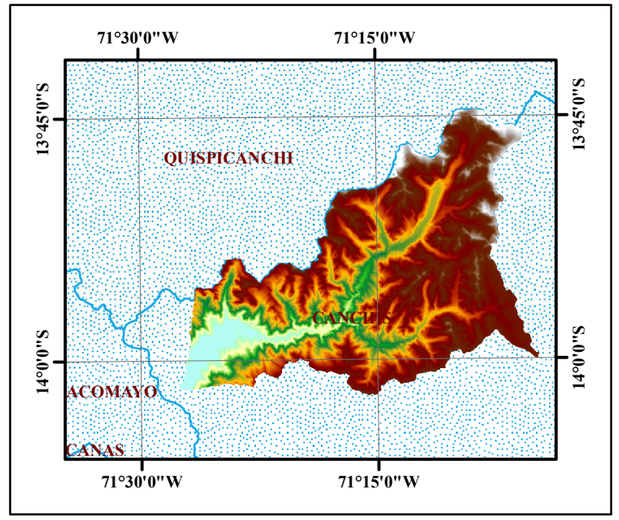


	Universidad Católica de Santa María
Tesis :	ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA Y SU ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO PRECIPITACIÓN ESCURRIMIENTO DE LUTZ SCHOLZ Y EL MODELO ESTOCÁSTICO DE THOMAS - FIERING
Plano:	**MAPA ISOYETAS PROMEDIO MENSUAL NOVIEMBRE**
Bachiller:	**Dario Velasquez Mercado**

Datum:	Escala:	Fecha:	Mapa:
WGS 84 / ZONA 19S	1 / 180,000	Setiembre, 2019	MIS - 17







	Universidad Católica de Santa María
Tesis :	ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA Y SU ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO PRECIPITACIÓN ESCURRIMIENTO DE LUTZ SCHOLZ Y EL MODELO ESTOCÁSTICO DE THOMAS - FIERING
Plano:	**MAPA ISOYETAS PROMEDIO MENSUAL DICIEMBRE**
Bachiller:	**Dario Velasquez Mercado**

Datum:	Escala:	Fecha:	Mapa:
WGS 84 / ZONA 19S	1 / 200,000	Setiembre, 2019	MIS - 18

Ecuación de Temperatura media mensual

Tmed = -0.0071 H + 38.3636

ISOTERMA

Alto : 13.531

Bajo : -3.00441

Ccatcca

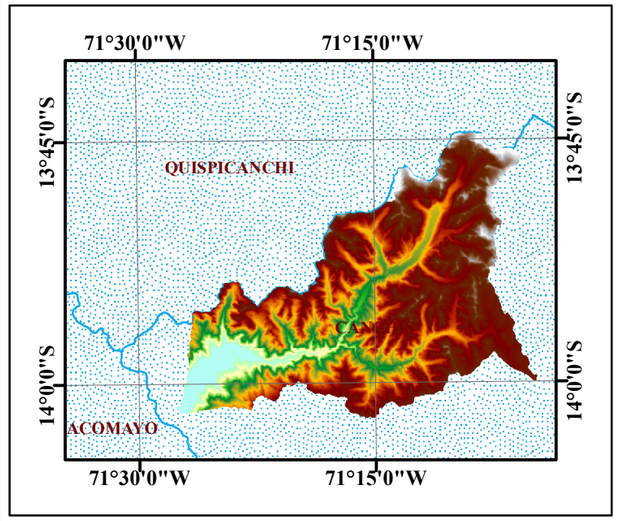
Ocongate

Salcca

Alto Vilcanota

N

0 5 10 20 Km



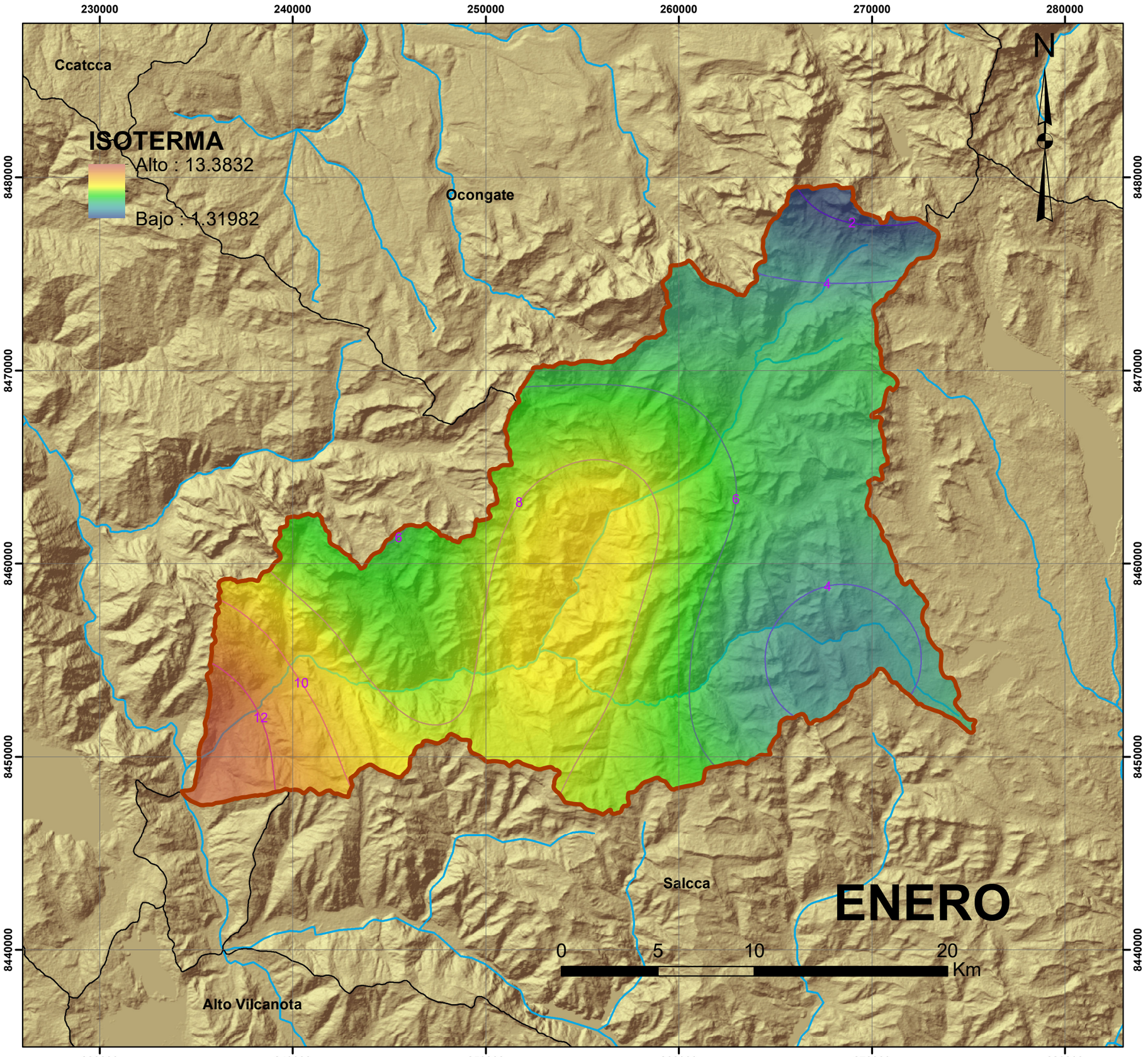
Universidad Católica de Santa María

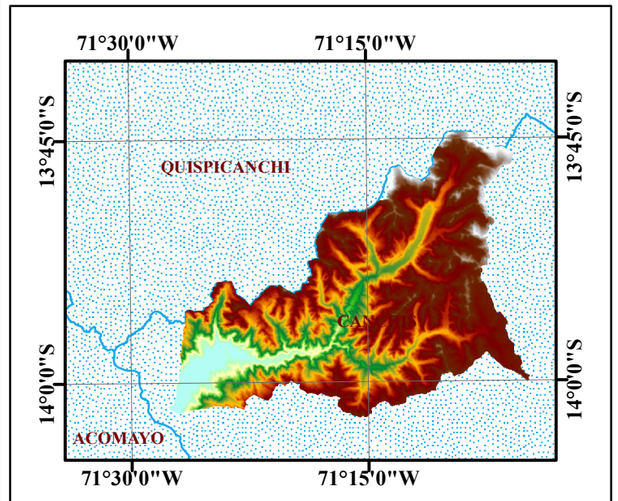
Tesis : ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA Y SU ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO PRECIPITACIÓN ESCURRIMIENTO DE LUTZ SCHOLZ Y EL MODELO ESTOCÁSTICO DE THOMAS - FIERING

Plano: **MAPA DE ISOTERMA PROMEDIO ANUAL**

Bachiller: **Dario Velasquez Mercado**

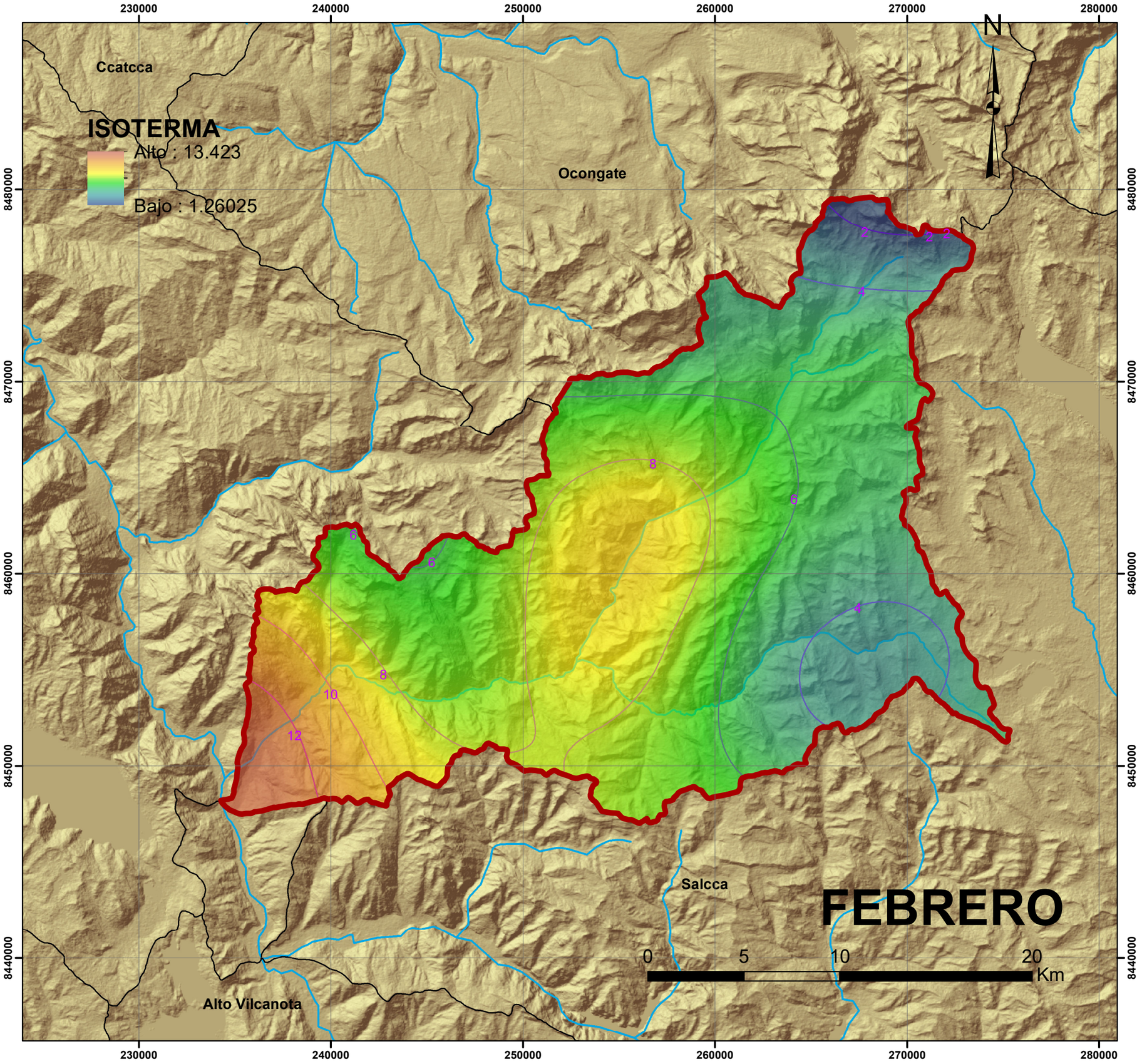
Datum:	Escala:	Fecha:	Mapa:
WGS 84 / ZONA 19S	1 / 200,000	Setiembre, 2019	MIT - 01

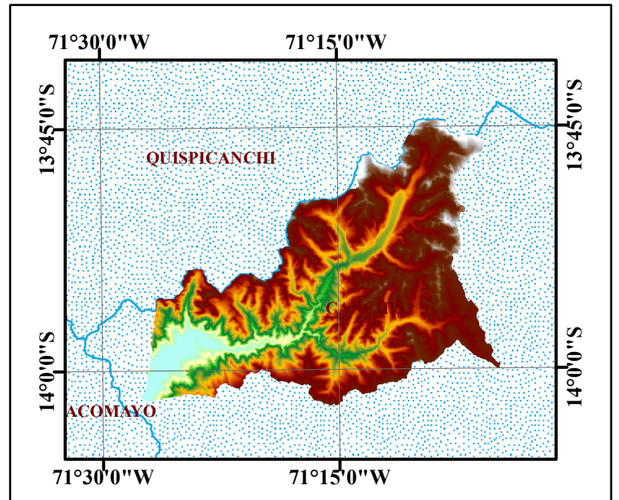




	Universidad Católica de Santa María
Tesis :	ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA Y SU ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO PRECIPITACIÓN ESCURRIMIENTO DE LUTZ SCHOLZ Y EL MODELO ESTOCÁSTICO DE THOMAS - FIERING
Plano:	MAPA DE ISOTERMA PROMEDIO MENSUAL ENERO
Bachiller:	Dario Velasquez Mercado

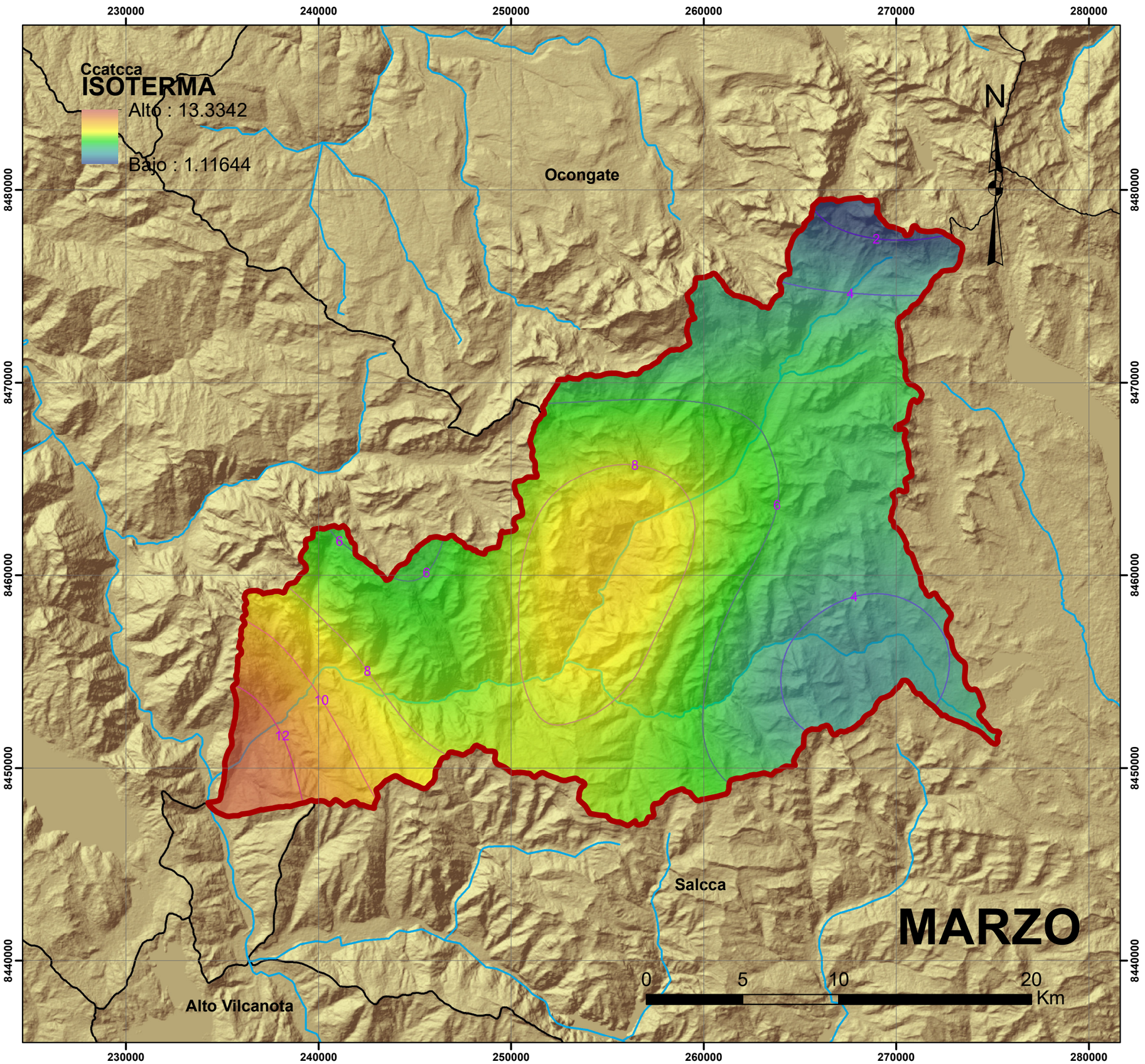
Datum:	Escala:	Fecha:	Mapa:
WGS 84 / ZONA 19S	1 /200,000	Setiembre, 2019	MIT -02

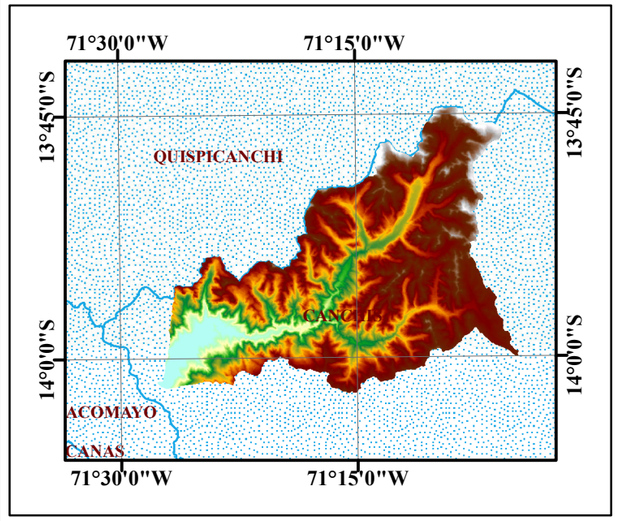




	Universidad Católica de Santa María
Tesis :	ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA Y SU ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO PRECIPITACIÓN ESCURRIMIENTO DE LUTZ SCHOLZ Y EL MODELO ESTOCÁSTICO DE THOMAS - FIERING
Plano:	MAPA DE ISOTERMA PROMEDIO MENSUAL FEBRERO
Bachiller:	Dario Velasquez Mercado

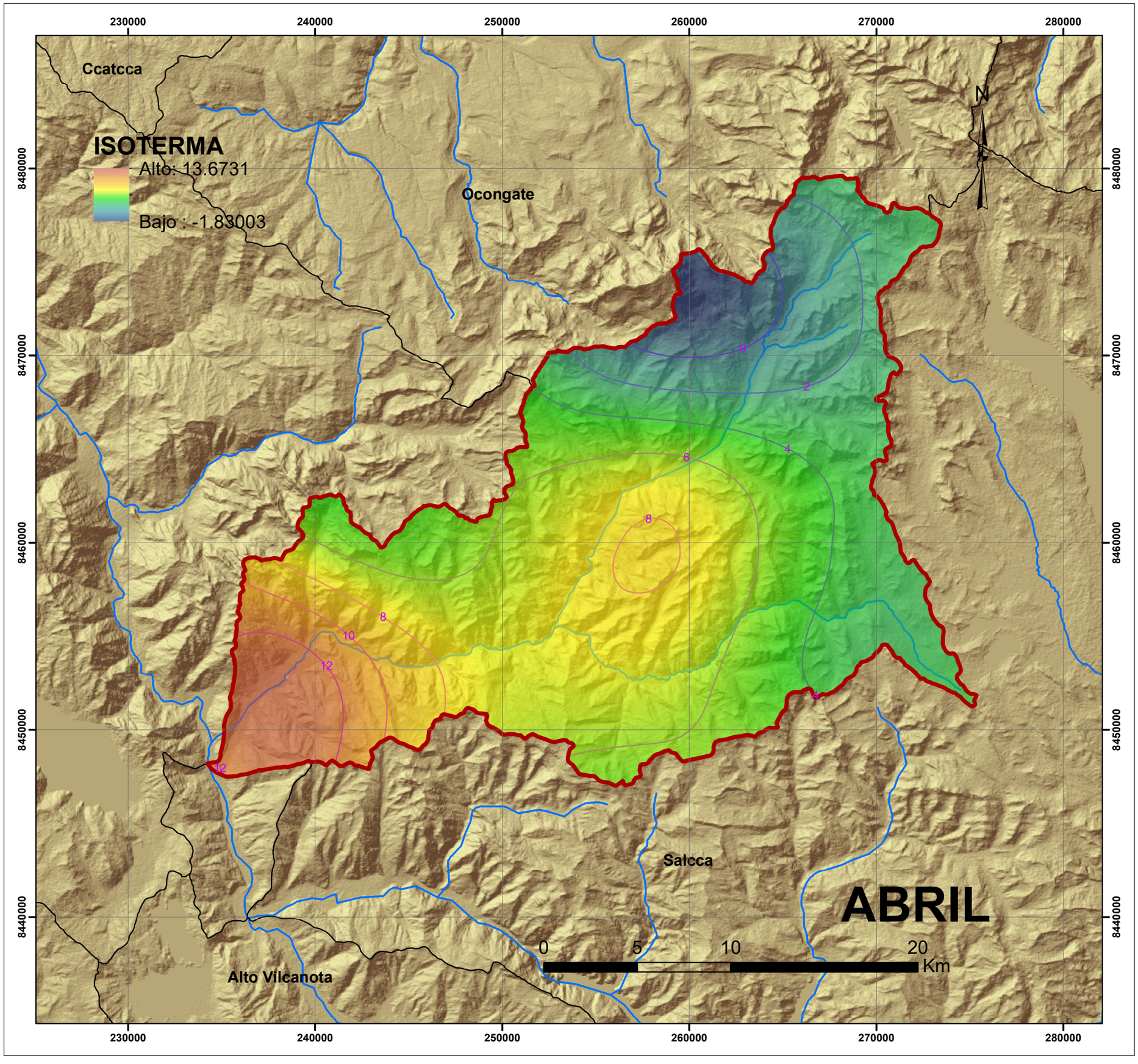
Datum:	Escala:	Fecha:	Mapa:
WGS 84 / ZONA 19S	1 /200,000	Setiembre, 2019	MIT -03

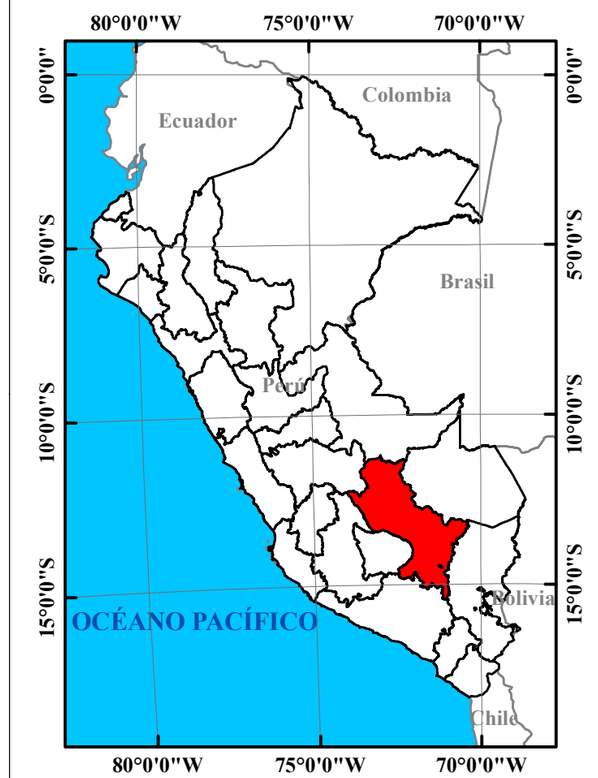


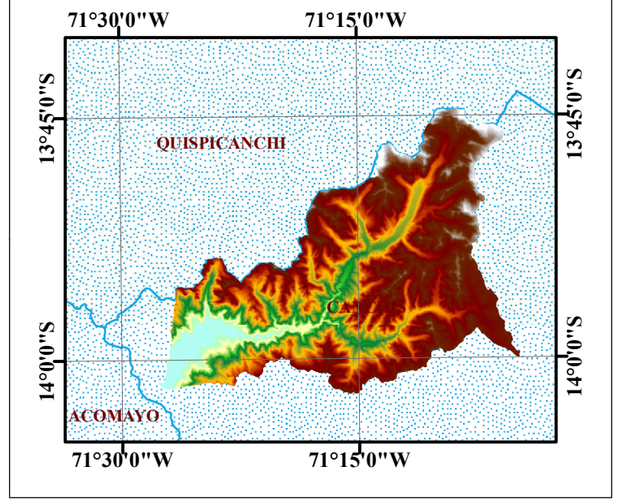


	Universidad Católica de Santa María
Tesis :	ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA Y SU ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO PRECIPITACIÓN ESCURRIMIENTO DE LUTZ SCHOLZ Y EL MODELO ESTOCÁSTICO DE THOMAS - FIERING
Plano:	MAPA DE ISOTERMA PROMEDIO MENSUAL MARZO
Bachiller:	Dario Velasquez Mercado

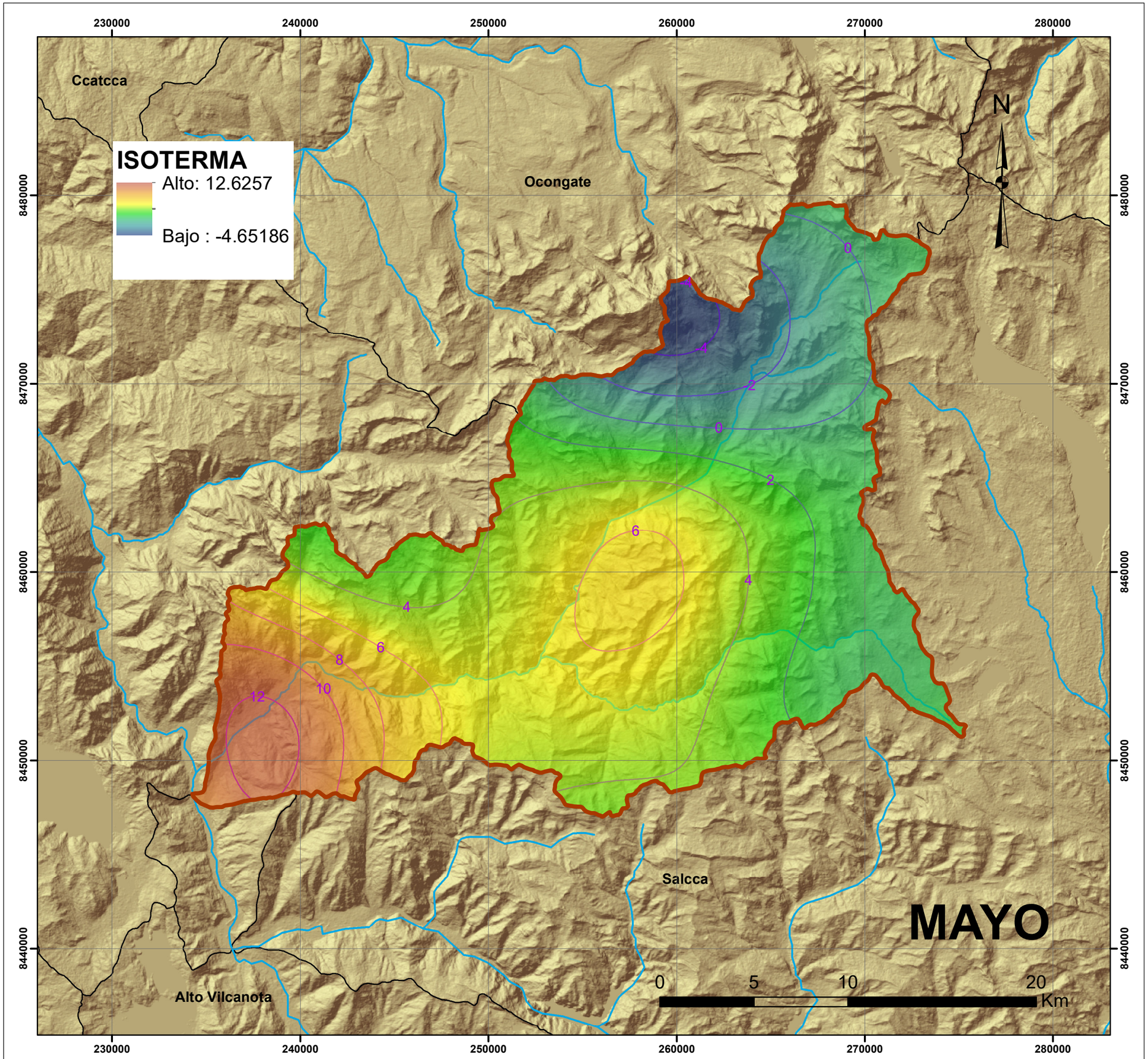
Datum:	Escala:	Fecha:	Mapa:
WGS 84 / ZONA 19S	1 /200,000	Setiembre, 2019	MIT -04

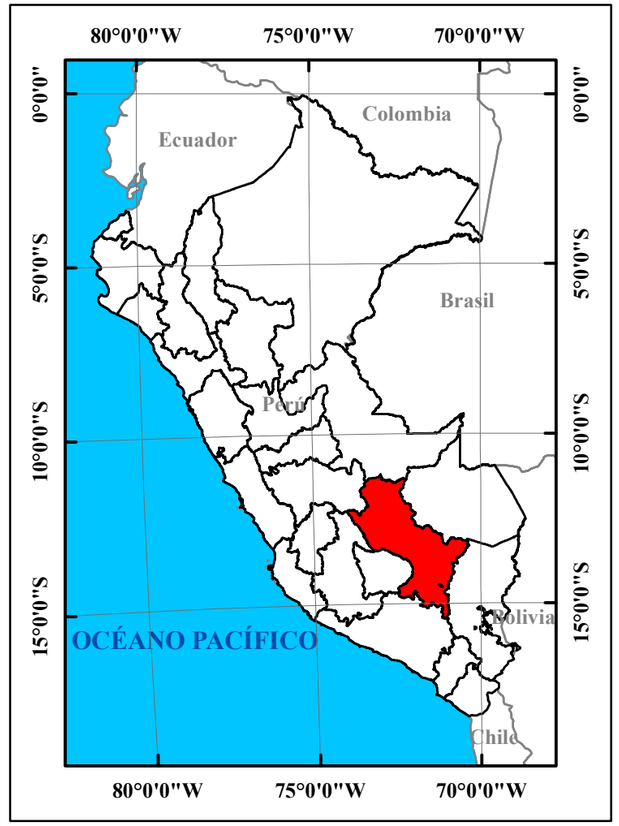


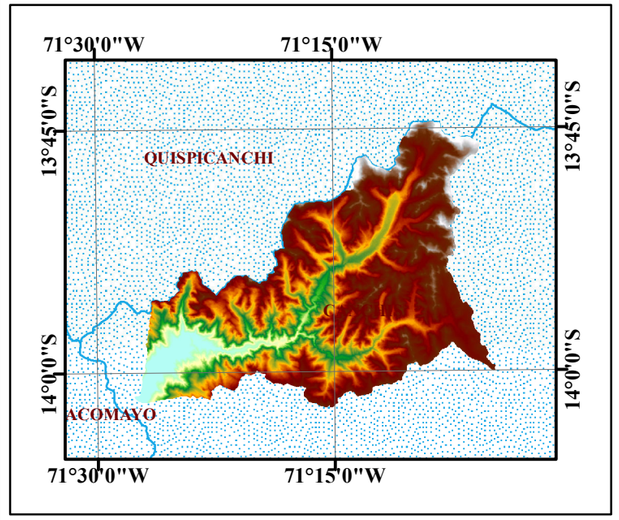




Universidad Católica de Santa María			
Tesis : ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA Y SU ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO PRECIPITACIÓN ESCURRIMIENTO DE LUTZ SCHOLZ Y EL MODELO ESTOCÁSTICO DE THOMAS - FIERING			
Plano: MAPA DE ISOTERMA PROMEDIO MENSUAL ABRIL			
Bachiller: Dario Velasquez Mercado			
Datum: WGS 84 / ZONA 19S	Escala: 1 /200,000	Fecha: Setiembre, 2019	Mapa: MIT -05

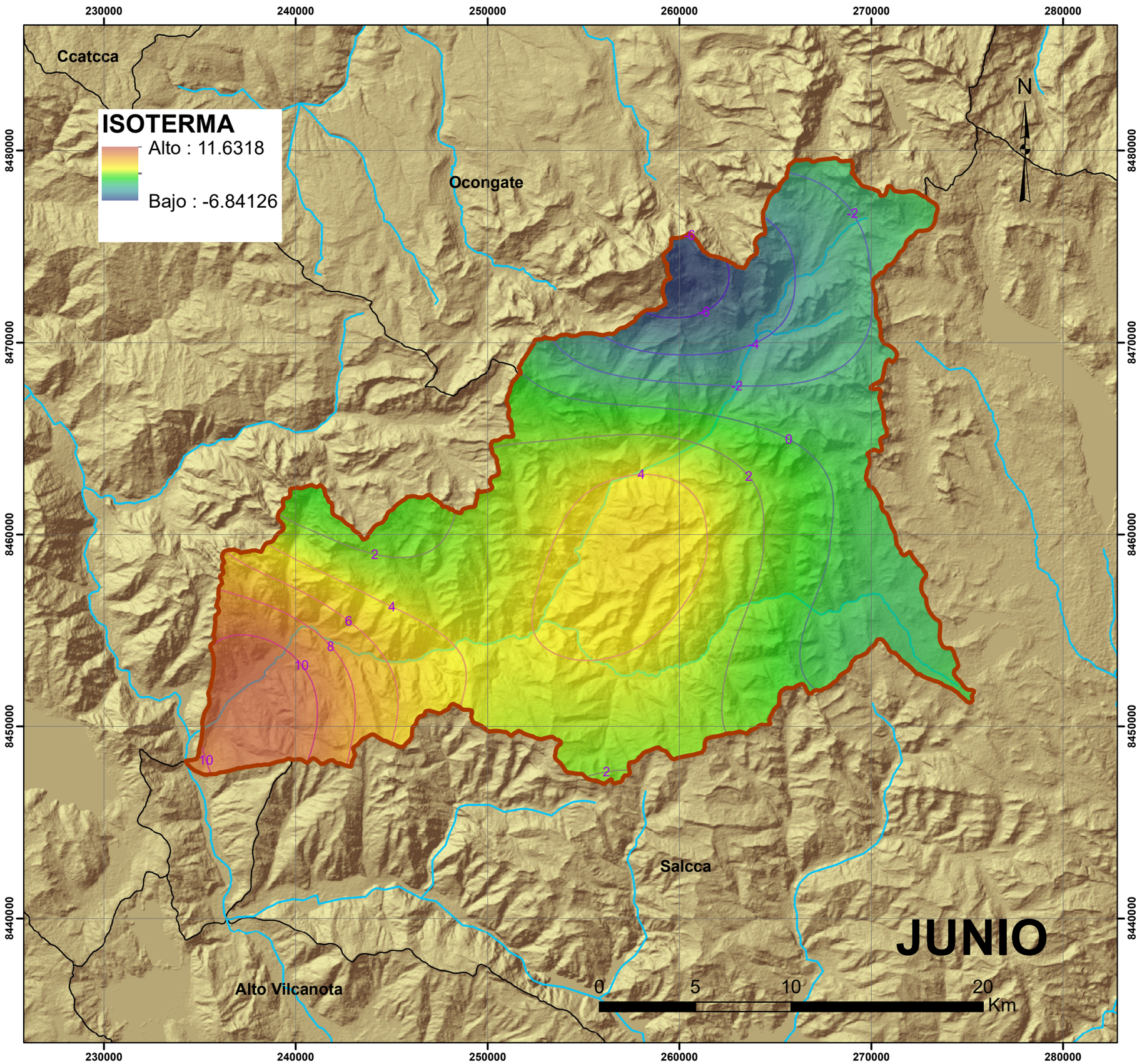


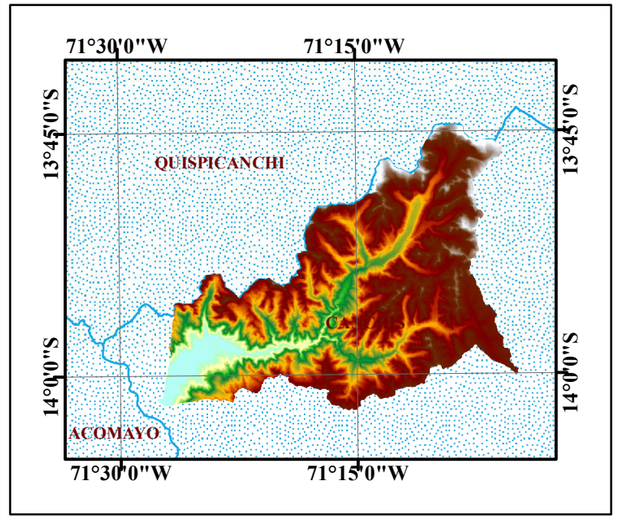




	Universidad Católica de Santa María
Tesis :	ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA Y SU ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO PRECIPITACIÓN ESCURRIMIENTO DE LUTZ SCHOLZ Y EL MODELO ESTOCÁSTICO DE THOMAS - FIERING
Plano:	MAPA DE ISOTERMA PROMEDIO MENSUAL MAYO
Bachiller:	Dario Velasquez Mercado

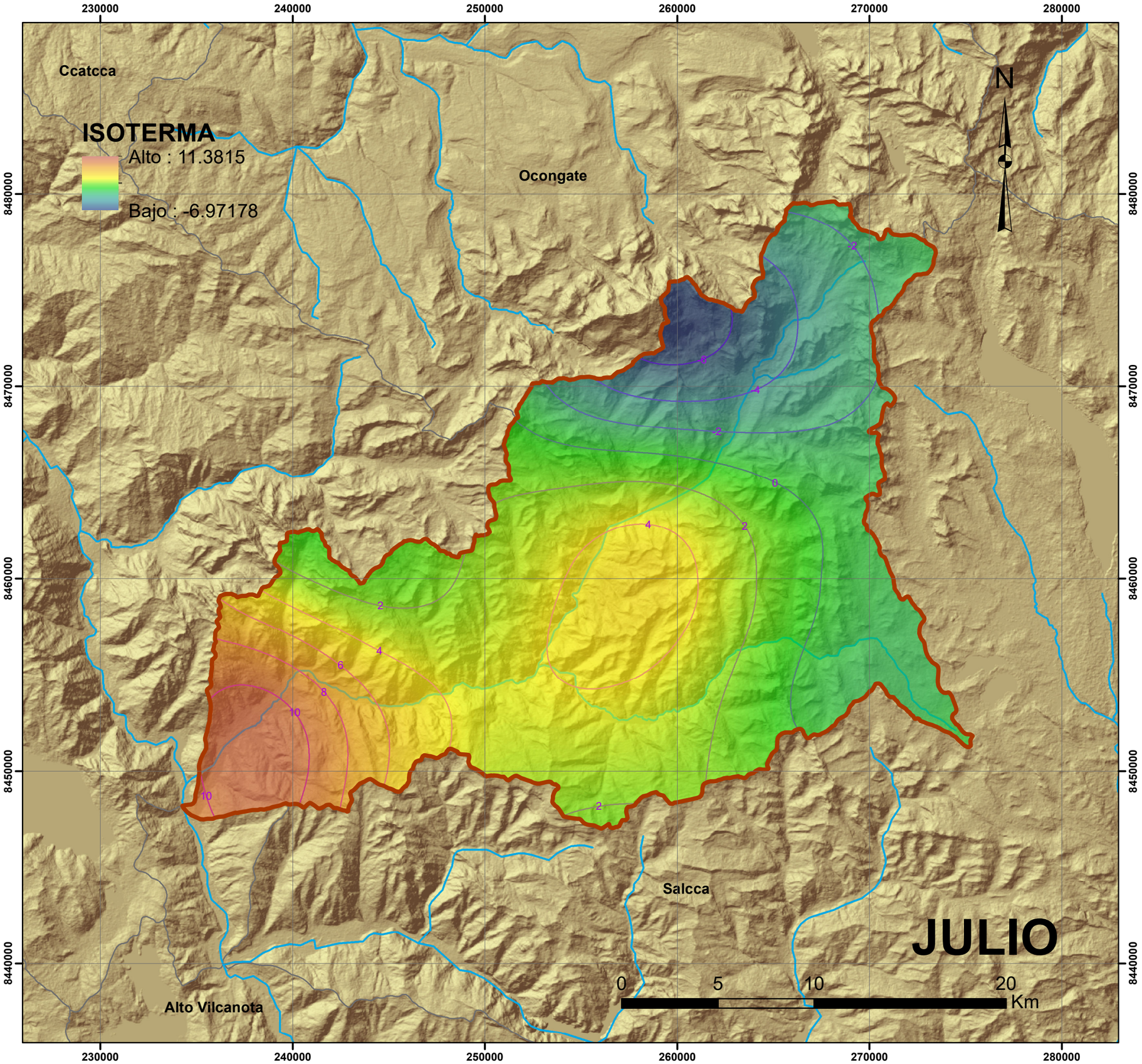
Datum:	Escala:	Fecha:	Mapa:
WGS 84 / ZONA 19S	1 /200,000	Setiembre, 2019	MIT -06

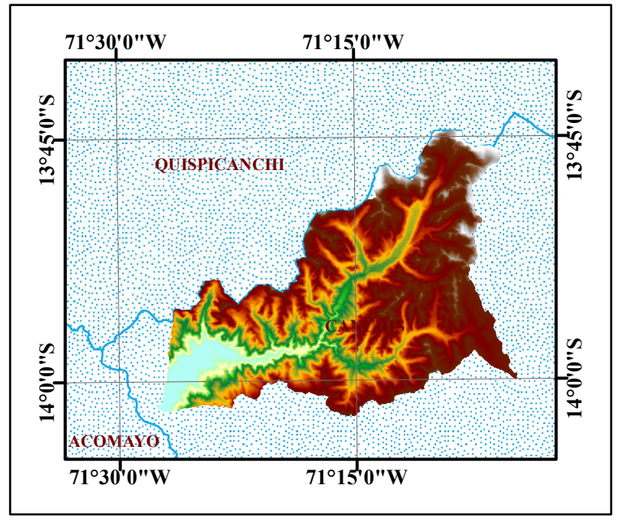




	Universidad Católica de Santa María
Tesis :	**ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA Y SU ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO PRECIPITACIÓN ESCURRIMIENTO DE LUTZ SCHOLZ Y EL MODELO ESTOCÁSTICO DE THOMAS - FIERING**
Plano:	**MAPA DE ISOTERMA PROMEDIO MENSUAL JUNIO**
Bachiller:	**Dario Velasquez Mercado**

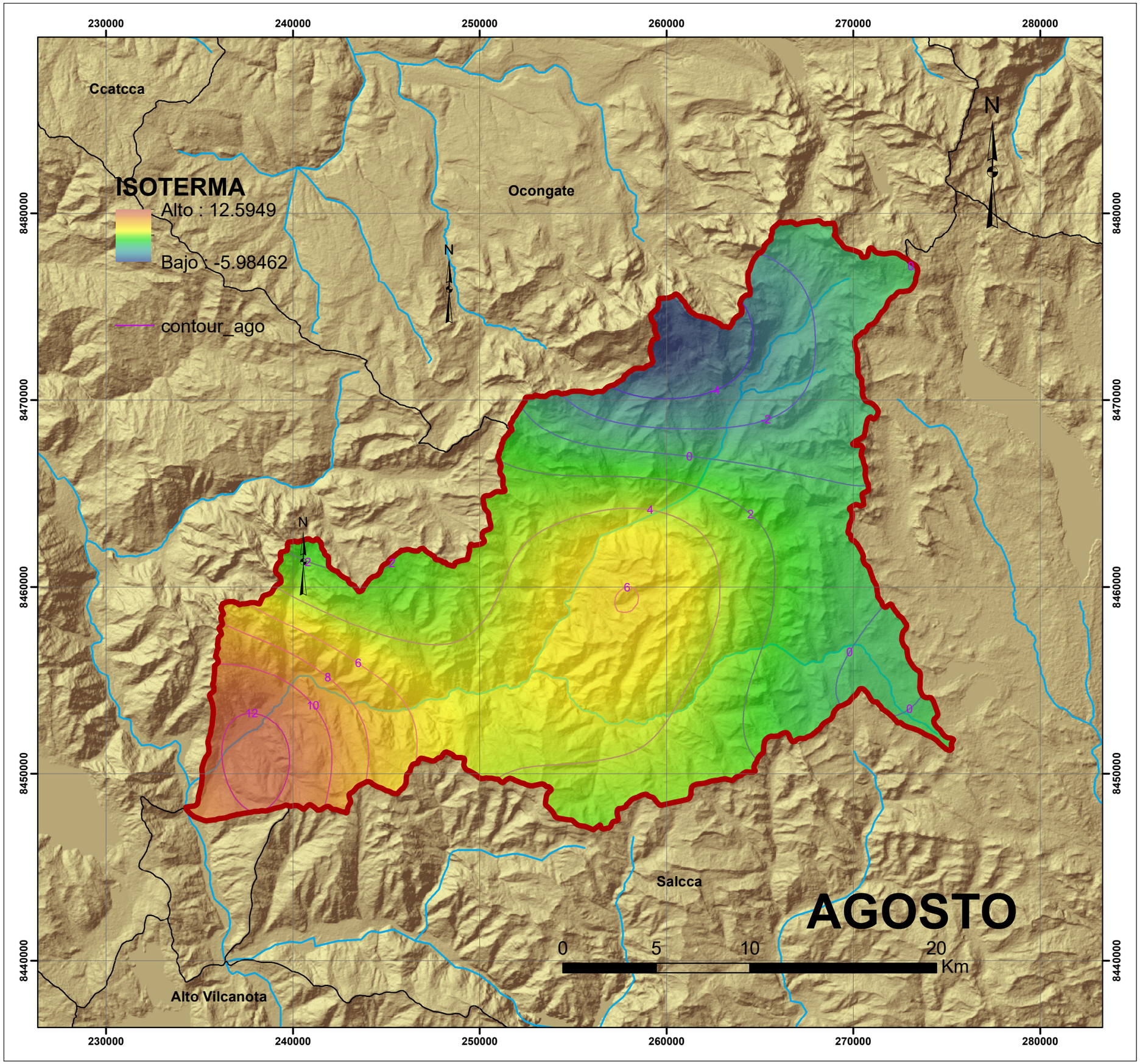
Datum:	Escala:	Fecha:	Mapa:
WGS 84 / ZONA 19S	1 /200,000	Setiembre, 2019	MIT -07

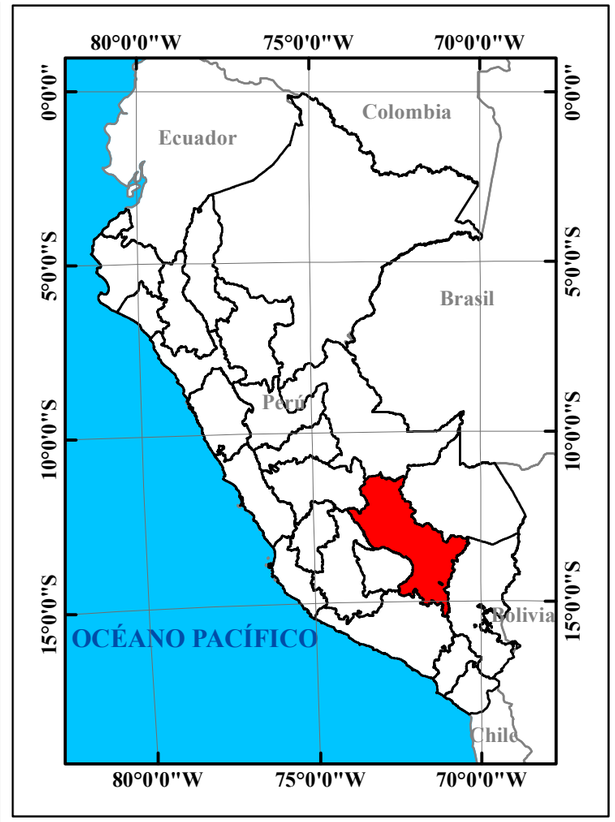


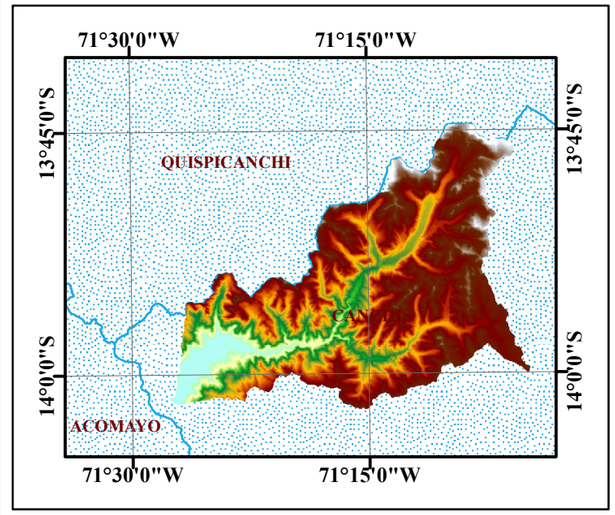


	Universidad Católica de Santa María
Tesis :	**ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA Y SU ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO PRECIPITACIÓN ESCURRIMIENTO DE LUTZ SCHOLZ Y EL MODELO ESTOCÁSTICO DE THOMAS - FIERING**
Plano:	**MAPA DE ISOTERMA PROMEDIO MENSUAL JULIO**
Bachiller:	**Dario Velasquez Mercado**

Datum:	Escala:	Fecha:	Mapa:
WGS 84 / ZONA 19S	1 /200,000	Setiembre, 2019	MIT -08

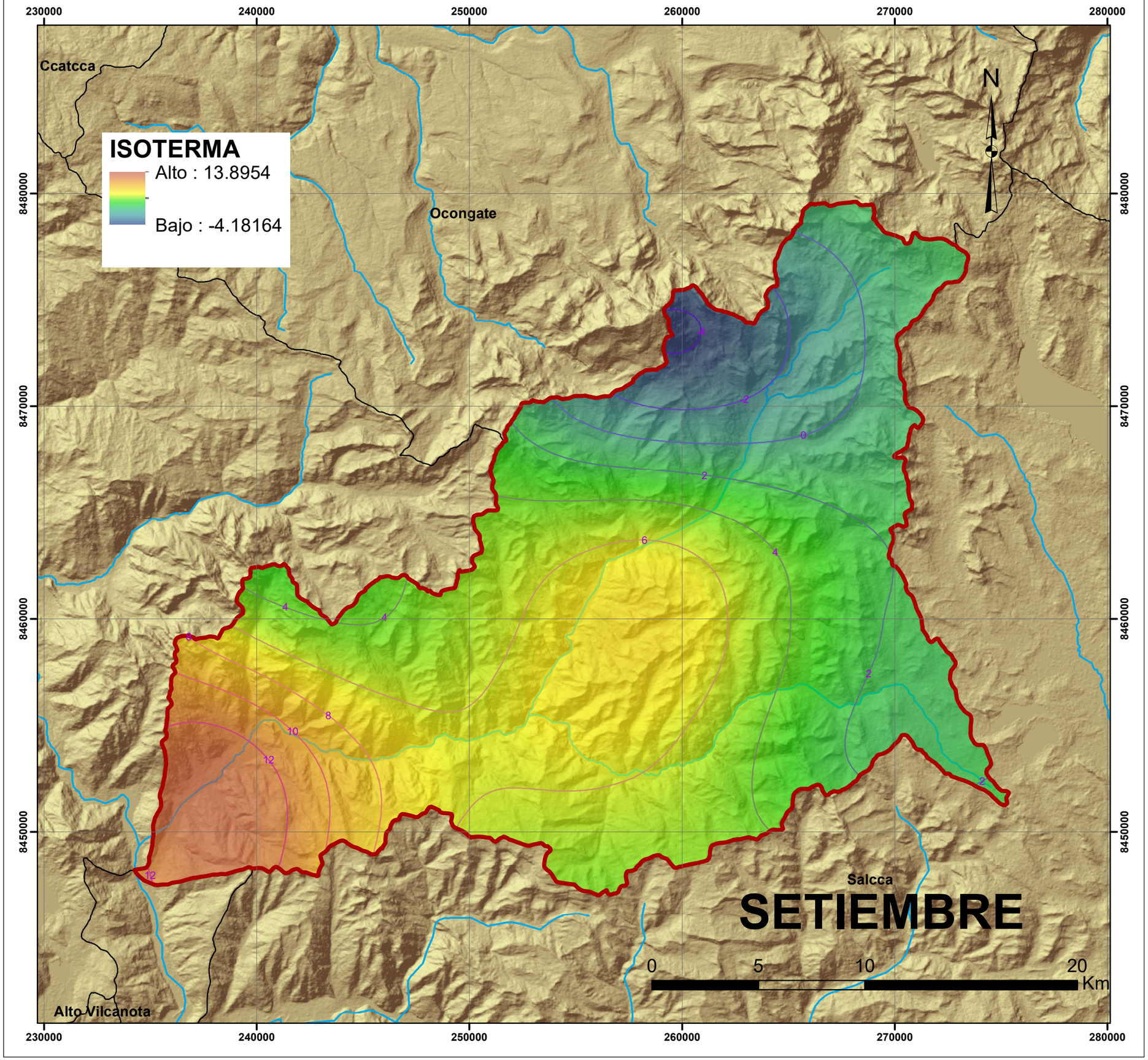


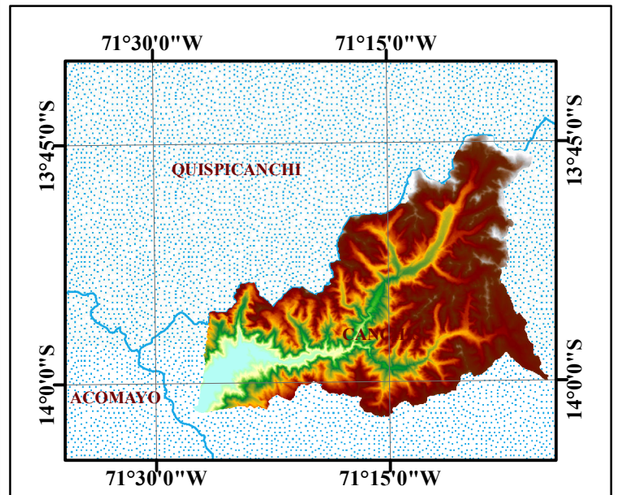




	Universidad Católica de Santa María
Tesis :	ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA Y SU ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO PRECIPITACIÓN ESCURRIMIENTO DE LUTZ SCHOLZ Y EL MODELO ESTOCÁSTICO DE THOMAS - FIERING
Plano:	MAPA DE ISOTERMA PROMEDIO MENSUAL AGOSTO
Bachiller:	Dario Velasquez Mercado

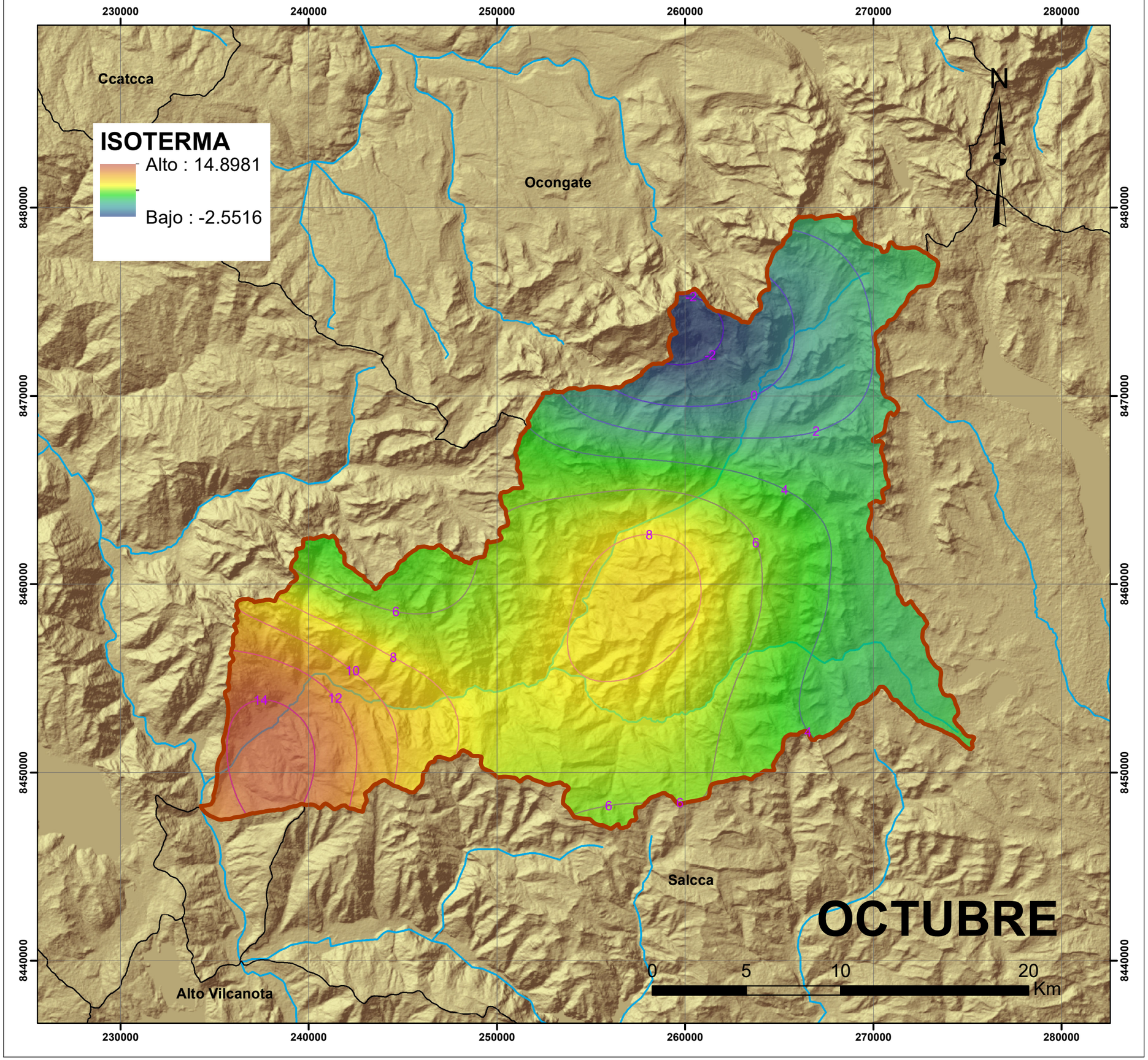
Datum:	Escala:	Fecha:	Mapa:
WGS 84 / ZONA 19S	1 /200,000	Setiembre, 2019	MIT -09

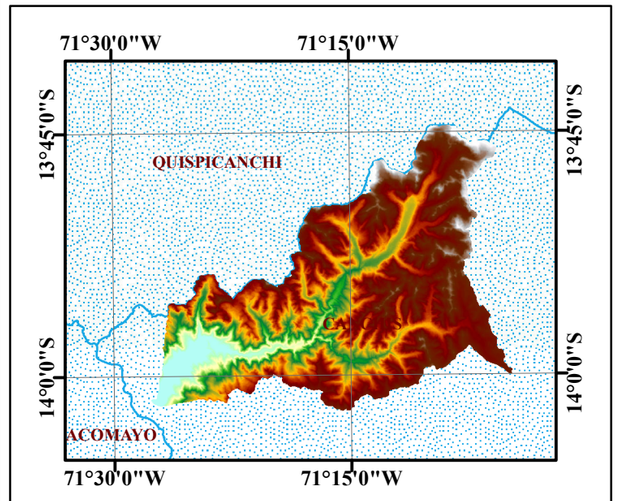




	Universidad Católica de Santa María
Tesis :	ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA Y SU ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO PRECIPITACIÓN ESCURRIMIENTO DE LUTZ SCHOLZ Y EL MODELO ESTOCÁSTICO DE THOMAS - FIERING
Plano:	MAPA DE ISOTERMA PROMEDIO MENSUAL SETIEMBRE
Bachiller:	Dario Velasquez Mercado

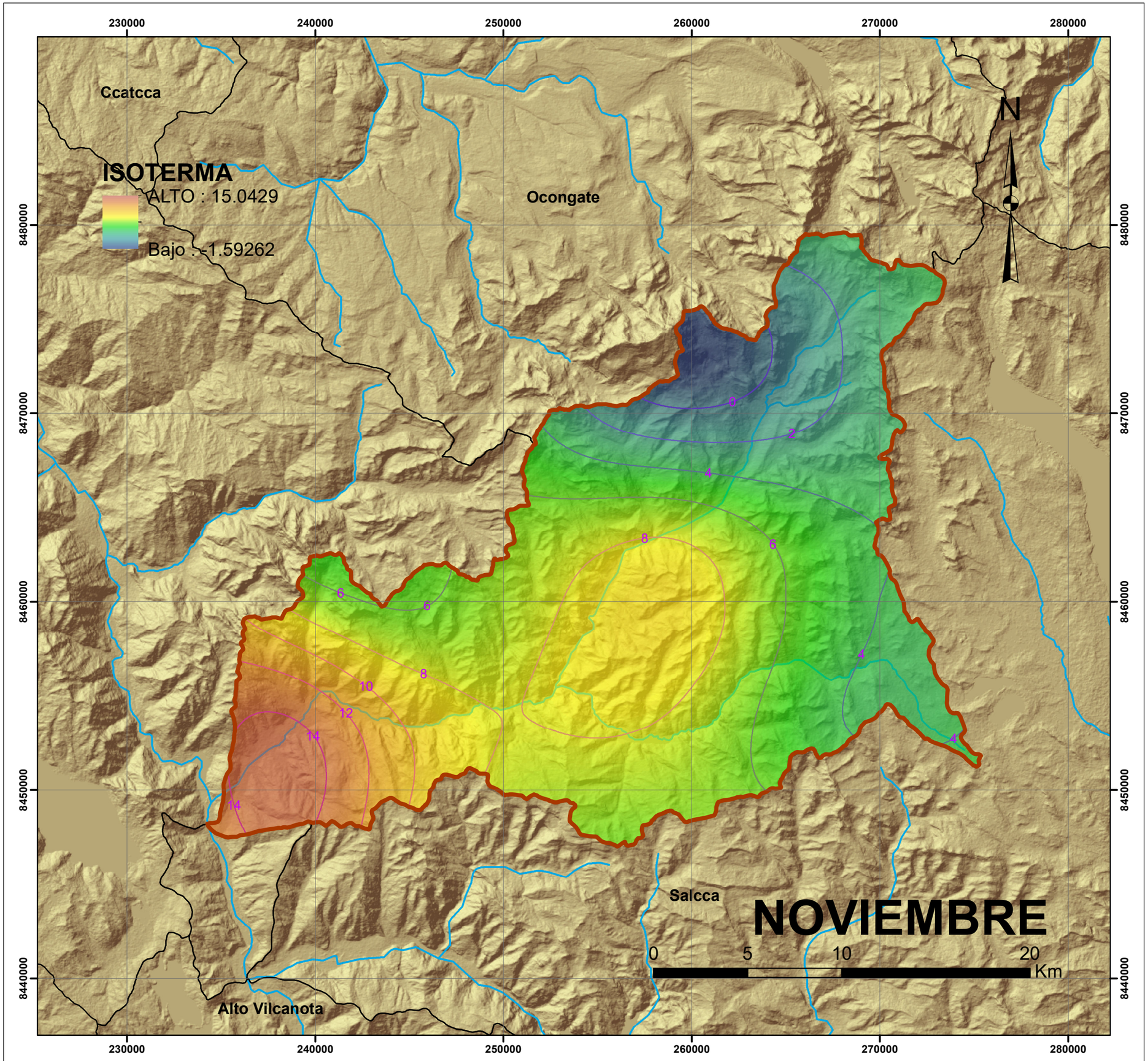
Datum:	Escala:	Fecha:	Mapa:
WGS 84 / ZONA 19S	1 /200,000	Setiembre, 2019	MIT - 10

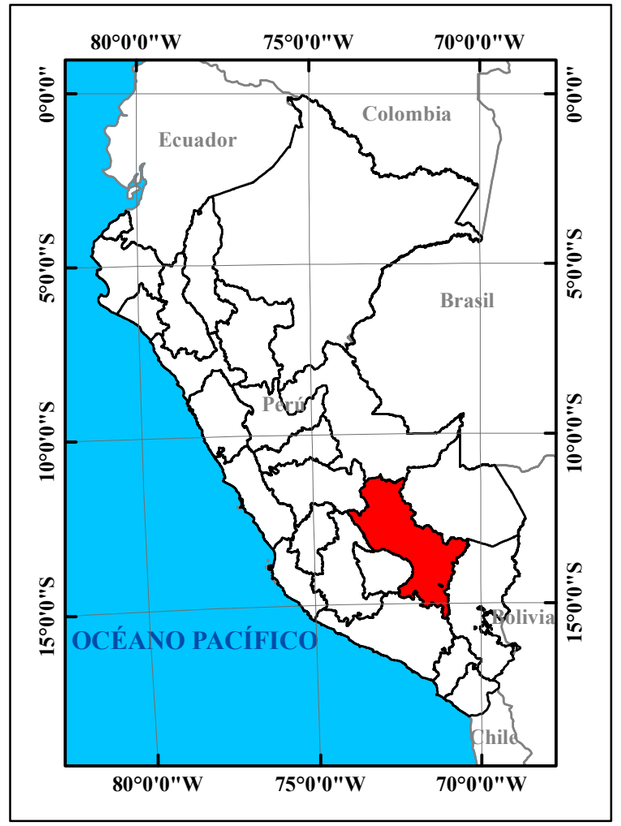


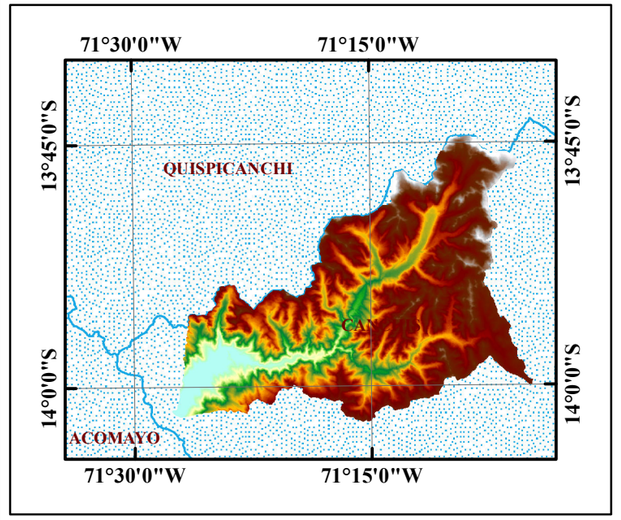


	Universidad Católica de Santa María
Tesis :	ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA Y SU ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO PRECIPITACIÓN ESCURRIMIENTO DE LUTZ SCHOLZ Y EL MODELO ESTOCÁSTICO DE THOMAS - FIERING
Plano:	MAPA DE ISOTERMA PROMEDIO MENSUAL OCTUBRE
Bachiller:	Dario Velasquez Mercado

Datum:	Escala:	Fecha:	Mapa:
WGS 84 / ZONA 19S	1 /200,000	Setiembre, 2019	MIT - 11







	Universidad Católica de Santa María
Tesis :	ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA Y SU ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO PRECIPITACIÓN ESCURRIMIENTO DE LUTZ SCHOLZ Y EL MODELO ESTOCÁSTICO DE THOMAS - FIERING
Plano:	**MAPA DE ISOTERMA PROMEDIO MENSUAL NOVIEMBRE**
Bachiller:	**Dario Velasquez Mercado**

Datum:	Escala:	Fecha:	Mapa:
WGS 84 / ZONA 19S	1 /200,000	Setiembre, 2019	MIT - 12

Ccatcca

ISOTERMA

Alto : 14.8981

Bajo : -2.5516

Ocongate

Salcca

Alto Vilcanota

N

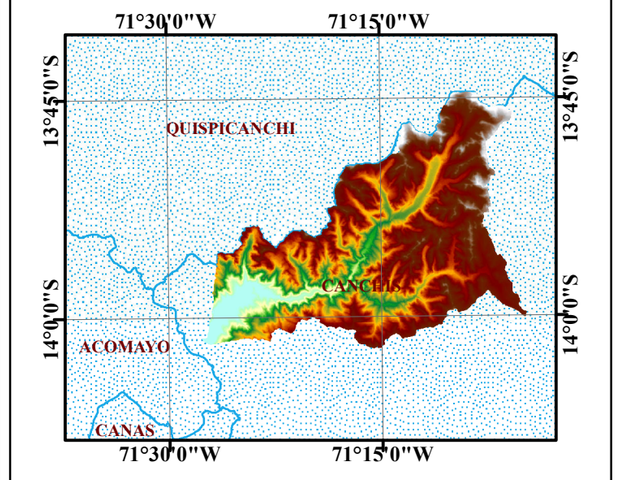
230000 240000 250000 260000 270000 280000

8480000 8470000 8460000 8450000 8440000

-2 -2 0 2 4 6 8 6 6 8 10 12 14 4 6 6

DICIEMBRE

0 5 10 20 Km



	Universidad Católica de Santa María
Tesis :	ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO PITUMARCA Y SU ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO PRECIPITACIÓN ESCURRIMIENTO DE LUTZ SCHOLZ Y EL MODELO ESTOCÁSTICO DE THOMAS - FIERING
Plano:	MAPA DE ISOTERMA PROMEDIO MENSUAL DICIEMBRE
Bachiller:	Dario Velasquez Mercado

Datum:	Escala:	Fecha:	Mapa:
WGS 84 / ZONA 19S	1 /200,000	Setiembre, 2019	MIT - 13