



04

ESTUDIOS BASICOS DEL PROYECTO

4.2. Estudio Hidrológico



Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
ESPECIALISTA EN HIDROLOGÍA

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO



CONTENIDO

1. ASPECTOS GENERALIDADES.....	8
1.1 INTRODUCCION.....	8
1.2 OBJETIVOS.....	8
2. DESCRIPCION GENERAL DE LA CUENCA Y EL RECURSO PRINCIPAL.....	9
2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA HIDROGRÁFICO.....	9
a) Sistema hidrográfico de la cuenca Alto Pucara.....	10
2.2 UBICACIÓN Y DELIMITACION DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	10
2.3 INFORMACIÓN BÁSICA.....	13
a) Información Cartográfica.....	13
b) Información Hidrometeorológica.....	14
2.4 GEOMORFOLOGÍA.....	16
A) Morfología.....	17
2.5 ACCESIBILIDAD.....	25
3. ANÁLISIS Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN METEOROLÓGICA E HIDROMÉTRICA.....	26
3.1 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN METEOROLOGÍA E HIDROLÓGICA.....	26
3.1.1. Hidrometeorológica.....	26
3.1.2. Análisis de las Variables Meteorológicas.....	29
a) Precipitaciones.....	29
b) Temperatura.....	31
c) Humedad Relativa.....	32
3.2 TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN METEOROLÓGICA E HIDRÁULICA.....	33
3.2.1. Registro histórico y red de estaciones meteorológicas.....	33
3.2.2. Análisis de Consistencia.....	36
3.2.3. Análisis Estadísticos Saltos y Tendencias.....	39
4. OFERTA HIDRICA.....	46
4.1 PRECIPITACIÓN AREAL MEDIA MENSUAL DE LA MICROCUENCA DEL RIO PUMARIMAYO DEL SECTOR ACOYO FRONTIS.....	46
4.2 DETERMINACIÓN DE LA OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL.....	47
4.2.1. Punto de Interés.....	47
4.2.2. Modelo Determinístico - Estocástico Lutz Scholz.....	47
4.2.3. Aplicación del método.....	47
4.2.4. Licencia y usos de agua.....	57
4.2.5. Balance entre los Volumen de Oferta de Agua al 75% de Persistencia y Licencia de uso de Agua.....	58
4.3 ANÁLISIS DE MÁXIMAS AVENIDAS.....	58



BINCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO





PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU – PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"



4.3.1. Información Hidro-Meteorológica.....	59
4.3.2. Análisis de la precipitación máxima en 24 horas	61
4.3.3. Análisis de Función de Distribución	61
4.3.4. Selección de la función de distribución de probabilidad.....	61
4.3.5. Análisis de Frecuencia de la precipitación máxima de 24 horas.....	62
4.3.6. Cálculo de la Intensidad Duración y Frecuencia (IDF)	64
4.3.7. Selección del Período de Retorno	66
4.3.8. Método del Bloque Alternó	67
4.3.9. Estimación de caudales máximos	68
5. DETERMINACION DE LA DEMANDA HÍDRICA	73
5.1 INTRODUCCION	73
5.2 COEFICIENTES DE CULTIVOS (Kc)	73
5.3 CELULA DE CULTIVO	76
5.4 EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL DE REFERENCIA (ETP).....	78
5.5 PRECIPITACIÓN EFECTIVA (PE)	80
5.6 LÁMINA NETA DE RIEGO (LN).....	81
5.7 LAMINA BRUTA DE RIEGO (LBR)	81
5.8 MODULO DE RIEGO (MR)	82
5.9 EFICIENCIA DE RIEGO	82
5.10 DETERMINACION DE LA DEMANDA DE RIEGO	83
6. BALANCE HIDRICO	85
6.1 BALANCE HÍDRICO MENSUAL SIN PROYECTO	85
6.2 BALANCE HÍDRICO MENSUAL CON PROYECTO	85
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	87
7.1 CONCLUSIONES	87
7.1.1. Sobre los aspectos de caracterización general del área de estudio.....	87
7.1.2. Sobre los aspectos de caracterización general de los parámetros meteorológicos.....	87
7.1.3. Sobre los aspectos de análisis y tratamiento de la información pluviométrica.....	87
7.1.4. Sobre el análisis de máximas avenidas.....	88
7.1.5. Sobre la demanda hídrica.....	88
7.1.6. Sobre el balance hídrico	89
7.2 RECOMENDACIONES.....	89
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
9. ANEXOS	92
9.1 ANEXO A	92
9.2 ANEXO B	92





PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE
RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU -
PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"



9.3	ANEXO C	92
9.4	ANEXO D	92
9.5	ANEXO E	92
9.6	ANEXO F	92
9.7	ANEXO G	92
9.8	ANEXO H	92
9.9	ANEXO I	92



BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Henry Calcina Umorente
Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO





LISTA DE CUADROS



Cuadro II- 1: Información Meteorológica utilizada.....	
Cuadro II- 2: Características morfológicas de la microcuenca - Sector Acoyo Frontis.....	
Cuadro II- 3: Calculo de la curva hipsométrica de la microcuenca del Sector Acoyo Frontis.....	25
Cuadro II- 4: Vías de Comunicación del Proyecto	25
Cuadro III- 1: Longitud de Registros de Precipitación Total	34
Cuadro III- 2: Análisis estadístico de saltos de las series de precipitación total mensual	39
Cuadro III- 3: Análisis estadístico de tendencias de las series de precipitación total mensual.....	40
Cuadro III- 4: Precipitación Mensual de la Estación Llally	41
Cuadro III- 5: Precipitación Mensual de la Estación Chuquibambilla	42
Cuadro III- 6: Precipitación Mensual de la Estación Santa Rosa	43
Cuadro III- 7: Precipitación Mensual de la Estación Ayaviri	44
Cuadro III- 8: Precipitación Mensual de la Estación Ayaviri	45
Cuadro IV- 1: Precipitación media (areal) Microcuenca Sector Acoyo Frontis	47
Cuadro IV- 2: Punto de Interés, Según su denominación	47
Cuadro IV- 3: Coeficiente de Escurrimiento.....	49
Cuadro IV- 4: Coeficiente para el cálculo de Precipitación Efectiva	50
Cuadro IV- 5: Almacenamiento hídrico durante las épocas de lluvias (valores en %)	54
Cuadro IV- 6: Caudales Medios Mensuales Generados - Sector Acoyo Frontis.....	56
Cuadro IV- 7: Volúmenes a diferentes niveles de persistencia - Sector Acoyo Frontis (m3/s)	56
Cuadro IV- 8: Resolución Administrativa de Licencia de uso de Agua	57
Cuadro IV- 33: Ubicación de la Estación Pluviométrica.....	59
Cuadro IV- 34: Precipitaciones Máximas de 24 Horas - Estación LLALLY	60
Cuadro IV- 35: Precipitación máximas anuales en 24 horas	62





PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE
RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU –
PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"



Cuadro IV- 36: Precipitación de diseño menores a 24 horas [Metodología Dyck and Peschke]	63
Cuadro IV- 37: Intensidades - Estación LLALLY	66
Cuadro IV- 38: Valores recomendados de riesgo admisible de obras de drenaje	66
Cuadro IV- 39: Cuadro de Hidrograma de Precipitación de Diseño (T=50años)	68
Cuadro IV- 40: Parámetros fislográficos para simulación para el software HEC -. HMS 4.12, de los puntos de interés.	70
Cuadro IV- 41: Caudales Máximos (m ³ /s)	72
Cuadro V- 1: Cédula de cultivo sin proyecto - Sector Acoyo Frontis	76
Cuadro V- 10: Cédula de cultivo con proyecto - Sector Acoyo Frontis	77
Cuadro V- 3: Área de Riego Con Proyecto	78
Cuadro V- 20: Variables climatológicas Usadas para el cálculo de la Evapotranspiración	78
Cuadro V- 21: Evapotranspiración potencial método de Hargraves	79
Cuadro V- 22: Precipitación Media Mensual (mm)	80
Cuadro V- 23: Precipitación Efectiva(Pe)	80
Cuadro V- 24: Demanda hídrica Situación Sin Proyecto - Sector Acoyo Frontis	83
Cuadro V- 33: Demanda hídrica Situación Con Proyecto - Sector Acoyo Frontis	84
Cuadro VI- 1: Balance Hídrico Sin Proyecto	85
Cuadro VI- 11: Balance Hídrico Con Proyecto	85



BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorante
CIP. 335695
JEFE DE PROYECTO

LISTA DE FIGURAS





Figura II- 1: Ubicación Política del Proyecto	
Figura II- 2: Ubicación Hidrográfica de la cuenca del Alto Pucara	
Figura II- 3: Cartografía identificada - distribución de hojas del IGN, escala 1:100,000.....	
Figura II- 4: Distribución espacial de las estaciones meteorológicas y estaciones vecinas usadas para la elaboración del presente estudio.....	15
Figura II- 5: Curva Hipsométrica y polígono de frecuencias de la cuenca aportante a la captación del Sector Acoyo Frontis.....	24
Figura III- 1: Histograma Precipitación Total Mensuales Estación Llally	27
Figura III- 2: Histograma Precipitación Total Mensuales Chuquibambilla	28
Figura III- 3: Histograma Precipitación Total Mensuales Estación Santa Rosa	28
Figura III- 4: Histograma Precipitación Total Mensuales Estación Ayaviri.....	28
Figura III- 5: Precipitación total anual en estaciones aledañas	30
Figura III- 6: Variación mensual de la precipitación media mensual.....	30
Figura III- 7: Hidrograma de Precipitación Total completadas y extendida	31
Figura III- 8: Variación mensual de la temperatura media.....	32
Figura III- 9: Variación mensual de la humedad relativa	33
Figura III- 10: Ubicación de las estaciones meteorológicas en las cuencas en estudio	35
Figura III- 11: Precipitación Media Mensual de las 04 Estaciones de Estudio	36
Figura III- 12: Análisis de Doble Masa de la Estación Llally	37
Figura III- 13: Análisis de Doble Masa de la Estación Chuquibambilla.....	37
Figura III- 14: Análisis de Doble Masa de la Estación Santa Rosa	38
Figura III- 15: Análisis de Doble Masa de la Estación Santa Rosa	38
Figura IV- 1: Polígono de Thiessen en la Microcuenca Pumarimayo.....	46
Figura IV- 2: Variación de caudales de la oferta hídrica en la captación Sector Acoyo Frontis a distintos niveles de persistencia en (m3/s).	57



BIMCASA INGENIEROS S.A.C.

Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO





Figura IV- 3: Balance de oferta entre licencia de agua vs volúmenes generados al 75% de persistencia - Sector Acoyo Frontis	58
Figura IV- 20: Ubicación de Estación	
Figura IV- 21: Distribución - Log Pearson tipo II	
Figura IV- 22: Curva IDF de la Cuenca - Estación LLALLY	
Figura IV- 23: Hidrograma de Precipitación de Diseño (T=50años)	67
Figura IV- 24: Esquema del modelamiento en HEC - HMS para determinar los caudales máximos.	71
Figura V- 1: Variación del coeficiente de cultivo de PAPA DULCE.....	73
Figura V- 2: Variación del coeficiente de cultivo de PAPA AMARGA.....	74
Figura V- 3: Variación del coeficiente de cultivo de QUINUA.....	74
Figura V- 4: Variación del coeficiente de cultivo de HABAS	74
Figura V- 5: Variación del coeficiente de cultivo de CAÑIHUA	75
Figura V- 6: Variación del coeficiente de cultivo de CEBADA FORRAJERA	75
Figura V- 7: Variación del coeficiente de cultivo de AVENA FORRAJERA	75
Figura V- 8: Variación del coeficiente de cultivo de PASTO CULTIVADO	76
Figura V- 5: Evapotranspiración potencial método de Hargraves.....	79
Figura V- 6: Grafico de Demanda de Agua Sin Proyecto - Sector Acoyo Frontis	83
Figura V- 15: Grafico de Demanda de Agua Con Proyecto - Sector Acoyo Frontis	84
Figura VI- 1: Grafico Balance Hídrico Sin Proyecto	85
Figura VI- 11: Grafico de Balance Hídrico Con Proyecto	86



ESTUDIO HIDROLOGICO

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorante
CIP. 335695
JEFE DE PROYECTO





1. ASPECTOS GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCION

La Municipalidad Distrital de Cupu a través de la Dirección de Estudios y Proyectos, para el presente año tiene por finalidad la elaboración de Proyecto de Inversión Pública denominado "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU – PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO" para lo cual se desarrolla el siguiente estudio hidrológico, y se considera desarrollar lo siguiente:



El presente estudio pretende realizar el balance hídrico con fines de aprovechamiento del recurso hídrico para fines de riego para el Sector Acoyo Frontis, confrontando la disponibilidad hídrica provenientes del Río Pumarímyo (Punto de interés proyectado), y la demanda del sistema de riego del Sector Acoyo Frontis, con el fin de dimensionar el área a satisfacer con riego, además, se realizará la estimación de caudales máximos aplicando modelos hidrológicos de Transformación Precipitación – Escorrentía de hidrógrama unitario, los que serán generados con información hidrometeorológica, parámetros fisiográficos e información espacial de sistemas de información geográfica, estimando los caudales de diseño para diferentes periodos de retorno para los diferentes puntos de interés.

La evaluación hidrológica se ha llevado a cabo con un registro histórico de 54 años comprendidos entre (1964 – 2018), que según Weibull se tiene 55 años de periodo de recurrencia, el cual se asume que cubre la recurrencia hidrológica de la Cuenca del río Pumarímyo- Sector Acoyo Frontis.

1.2 OBJETIVOS

Realizar el balance hídrico y la estimación de caudales máximos para diseño de estructuras con el propósito de aprovechar el recurso hídrico, con fines de riego para el proyecto "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU – PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calina Umorante
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO





2. DESCRIPCION GENERAL DE LA CUENCA Y EL RECURSO PRINCIPAL

2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA HIDROGRÁFICO



(ALT, 1995). La cuenca del Titicaca está representada por una cuenca endorreica denominada Sistema TDPS, sin salida a la vertiente del océano pacífico, ni a océano Atlántico, cuya extensión del área es de 143,900 km² aproximadamente, y donde la mayor extensión se encuentra ubicada entre Perú y Bolivia, y un pequeño parte en Chile, y están delimitadas geográficamente entre las coordenadas 14°03' y 20°00' de Latitud Sur y entre 66°21' y 71°07' de Longitud Oeste.

Esta cuenca endorreica, puede dividirse en dos cuencas claramente definidas como son:

- Cuenca del Lago Titicaca (56,270 km²).
- Cuenca del río Desaguadero (29,843 km²).

Que se describen a continuación:

La Cuenca del Lago Titicaca, está conformada por las cuencas de los ríos afluentes peruanos y bolivianos. En el territorio peruano tenemos las cuencas de los ríos principales, como son: río Ramis, río Illpa, río Coata, río llave, río Huancané y parte de la cuenca del río Suches, y en el territorio boliviano tenemos: río Catarí, río Keka, río Tiahuanaco y parte de la cuenca del río Suches. Además, existen otros ríos y quebradas pequeñas las cuales son afluentes directamente al Lago Titicaca. Esta cuenca también tiene un único punto de desagüe que es el río Desaguadero.

De todos estos tributarios destaca por su volumen de aportación en el siguiente orden: río Ramis, Coata, llave, Huancané y Suches, suponen casi el 85% del total de la escorrentía superficial de la cuenca. Así mismo, más del 80% del área de la cuenca se ubica en territorio peruano, aproximadamente.

El presente estudio específicamente se realiza en la cuenca río alto Pucara que es uno de los Principales afluentes de la cuenca río Pucara, que está dentro de la cuenca del Río Ramis, los cuales se describen a continuación:

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorente
CIP. 335695
JEFE DE PROYECTO





a) Sistema hidrográfico de la cuenca Alto Pucara.

Esta cuenca es uno de los principales afluentes al río Pucara con un código a nivel 4 de 9189/030 según la delimitación mediante la metodología de Pfafstetter, esta cuenca tiene sus nacientes en el Río Lallimayo, cuyas nacientes se encuentran sobre los 5000 m.s.n.m., en las cercanías de la laguna Ananta. Recibe los aportes de la Lagunas Saguanani, Iniquilla, La Calera y Chulpia; así como de numerosos riachuelos y quebradas que conforman el río Ocuviri, su principal afluente. El otro afluente es el río



Los otros afluentes es el río Antaimarca, uniéndose en un punto cercano al poblado de Caycho. Antaimarca, uniéndose en un punto cercano al poblado de Caycho y el río Pumarimayo pasando por el Distrito de Cupu.

Esta cuenca tiene un área de 1504.54 km².

2.2 UBICACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La Cuenca de Alto Pucara, se ubica al sur este del Lago Titicaca, hidrográficamente es un afluente del río Pucara, pertenece a la región Puno, y las ubicaciones geográfica y políticamente se describen a continuación y en las Figuras II-1 y II-2.

Hidrográficamente, la Cuenca del Alto Pucara, limita por el Norte, con la cuenca Macarimayo; por el Este, con las cuencas Maurile Chico y Coata; por el Sur, con la cuenca Coata; y por el Oeste, con la cuenca Alto Ucayali, Figura II-3.

Ubicación Geográfica

Este : 299235.05 m E

Norte : 8351316.58 m N

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorante
CIP. 335695
JEFE DE PROYECTO

Ubicación Hidrográfica

Vertiente : Lago Titicaca.

Cuenca Hidrográfica : Cuenca Alto Pucara.

Sub cuenca : Río Pumarimayo.





PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"

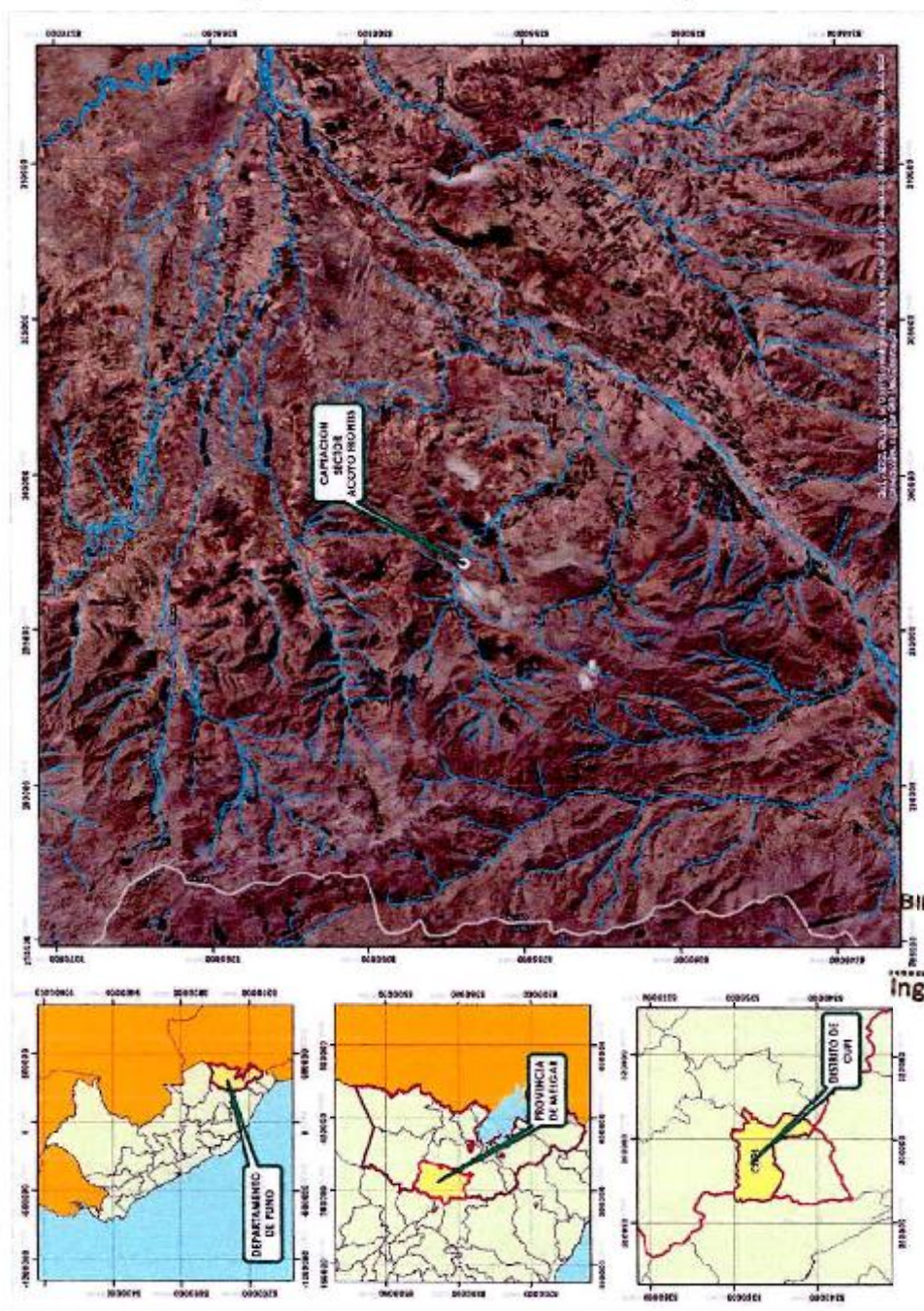


Ubicación Política

Región : Puno
Provincia : Melgar
Distritos : Cupu, Llalli y Umachiri



Figura II- 1: Ubicación Política del Proyecto



BIMCASA INGENIEROS S.A.C.

Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO



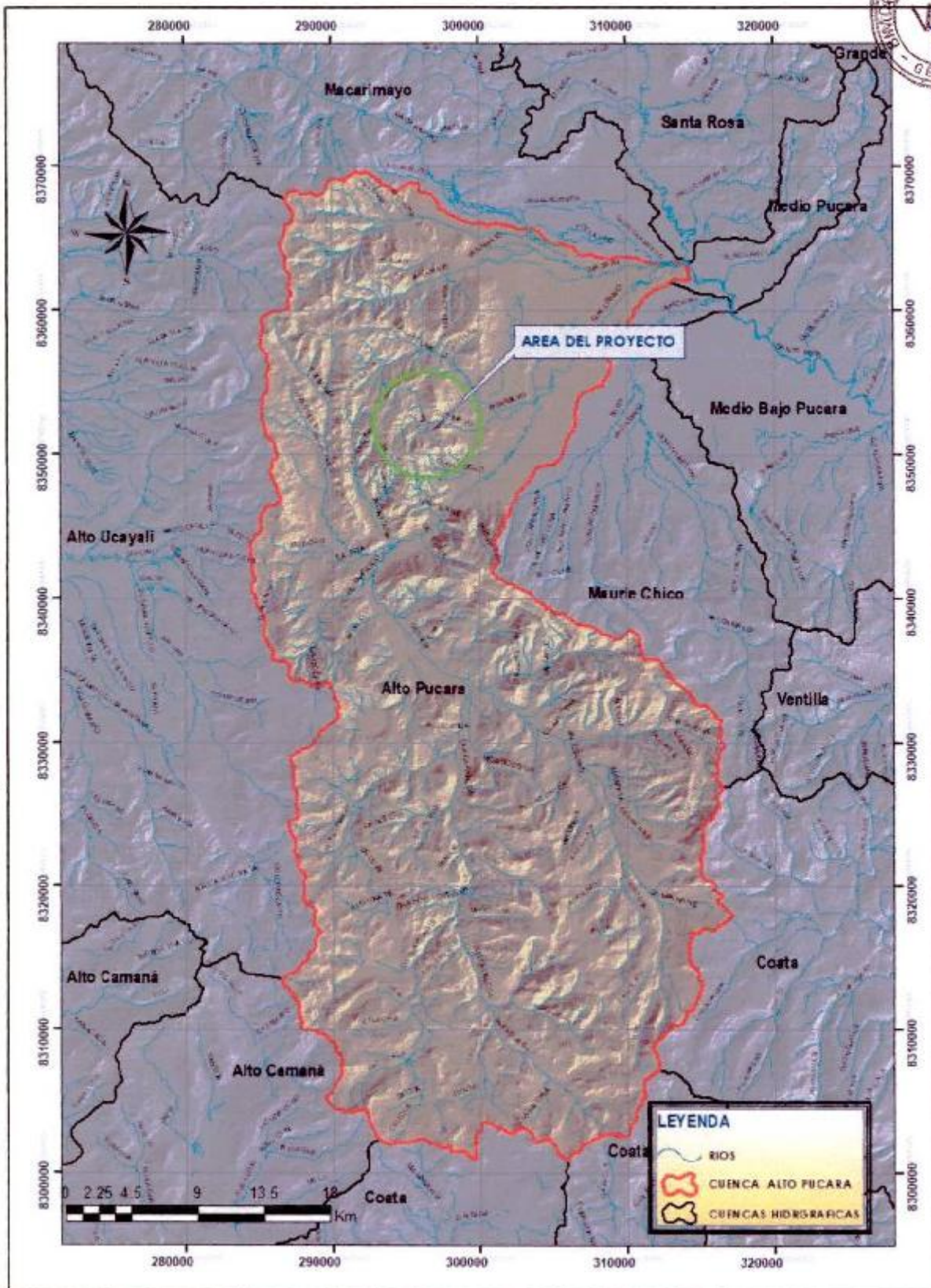


PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU – PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"



453

Figura II- 2: Ubicación Hidrográfica de la cuenca del Alto Pucara





2.3 INFORMACIÓN BÁSICA

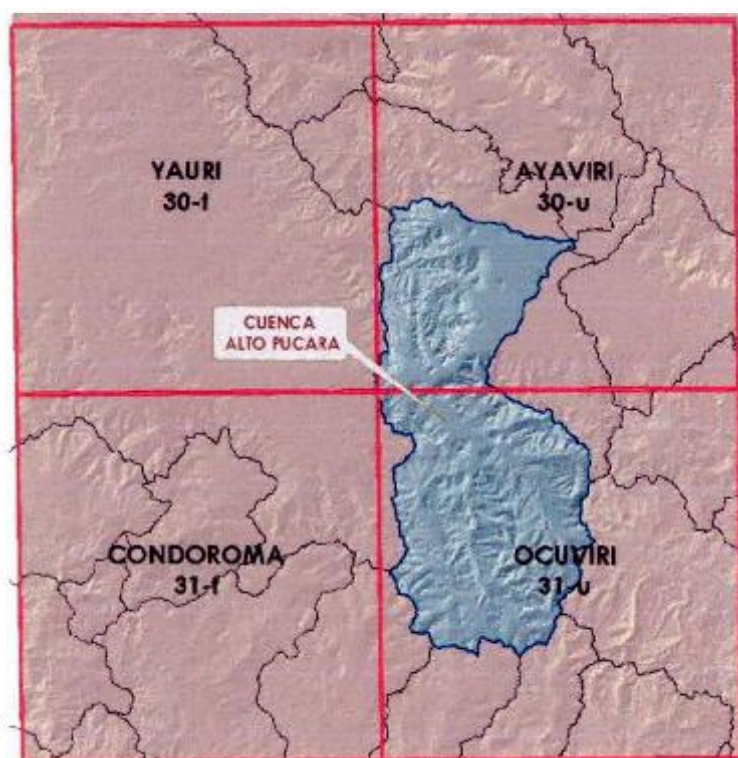
a) Información Cartográfica

Para la identificación y delimitación de la cuenca, como caracterización de los parámetros fisiográficos y otros usos cartográficos, se utilizó la siguiente información cartográfica:



- Cartas Nacionales a escala 1/100,000 del Instituto Geográfico Nacional (IGN). Hojas: Yauri (30-t), Ayaviri (30-u), Condoroma (31-t) y Ocuvi (31-u).
- Para el modelamiento hidrológico de la sub cuenca del río Pumarimayo se usaron imágenes del tipo ASTER Global Digital Elevation Model ASTER GDEM, elaborado por la NASA y el Ministerio de Economía, Comercio e Industria de Japón, conocido como METI. La Resolución usada en el presente estudio es de 30 metros.
- Mapas Temáticos del departamento de Puno, elaborados por la ONERN (1965) de: Cobertura vegetal, Grandes grupos de suelos y capacidad de uso mayor, ecología, geología y geomorfológico e información cartográfica y temática complementaria recopilados de los diferentes estudios realizados en la zona.

Figura II- 3: Cartografía Identificada – distribución de hojas del IGN, escala 1:100,000.



BIMCASA INGENIEROS S.A.C.
Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO





PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU – PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"



En todos los mapas, el formato digital del plano base utilizado, está en el sistema de coordenadas UTM WGS84, proyectadas para la zona 19, que es donde se ubica la zona en estudio

b) Información Hidrometeorológica



La información hidrometeorológica empleada para el análisis en este estudio corresponde a los registros de la red de 5 estaciones hidrometeorológicas a cargo del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), correspondiente al registro de las Estaciones Llalli, Chuquibambilla, Santa Rosa y Ayaviri que son de tipo convencional ordinaria en su mayoría, que registran los siguientes parámetros meteorológicos: Precipitación, Temperatura media, Temperatura máxima, Temperatura Mínima, Humedad relativa, evaporación, velocidad de viento y horas del sol.

Cuadro II- 1: Información Meteorológica utilizada.

ESTACION	CODIGO	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	PARAMETROS METEOROLOGICOS	PERIODO	UND
LLALLI	114034	PUNO	MELGAR	LLALLI	14° 57' 10.3" S	70° 52' 49.8" W	3985 msnm	Precipitación total Mensual	1964 - 2013	mm
								Precipitación Máxima en 24 horas	1964 - 2013	mm
								Temperatura Máxima	2017 - 2023	°C
								Temperatura Mínima	2017 - 2023	°C
								Humedad Relativa	2017 - 2023	%
CHUQUIBAMBILLA	114035	PUNO	MELGAR	BIMACHE	14° 47' 16.46" S	70° 42' 42.57" W	3913 msnm	Precipitación total Mensual	1964 - 2013	mm
								Precipitación Máxima en 24 horas	1964 - 2013	mm
SANTA ROSA	114047	PUNO	MELGAR	SANTA ROSA	14° 37' 4.1" S	71° 47' 34" W	3957 msnm	Precipitación total Mensual	1964 - 2013	mm
								Precipitación Máxima en 24 horas	1964 - 2013	mm
AYAVIRI	114038	PUNO	MELGAR	AYAVIRI	14° 52' 7.36" S	70° 38' 25.25" W	3941 msnm	Precipitación total Mensual	1964 - 2013	mm
								Precipitación Máxima en 24 horas	1964 - 2013	mm

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorante
CIP: 335695
JEFE DE PROYECTO

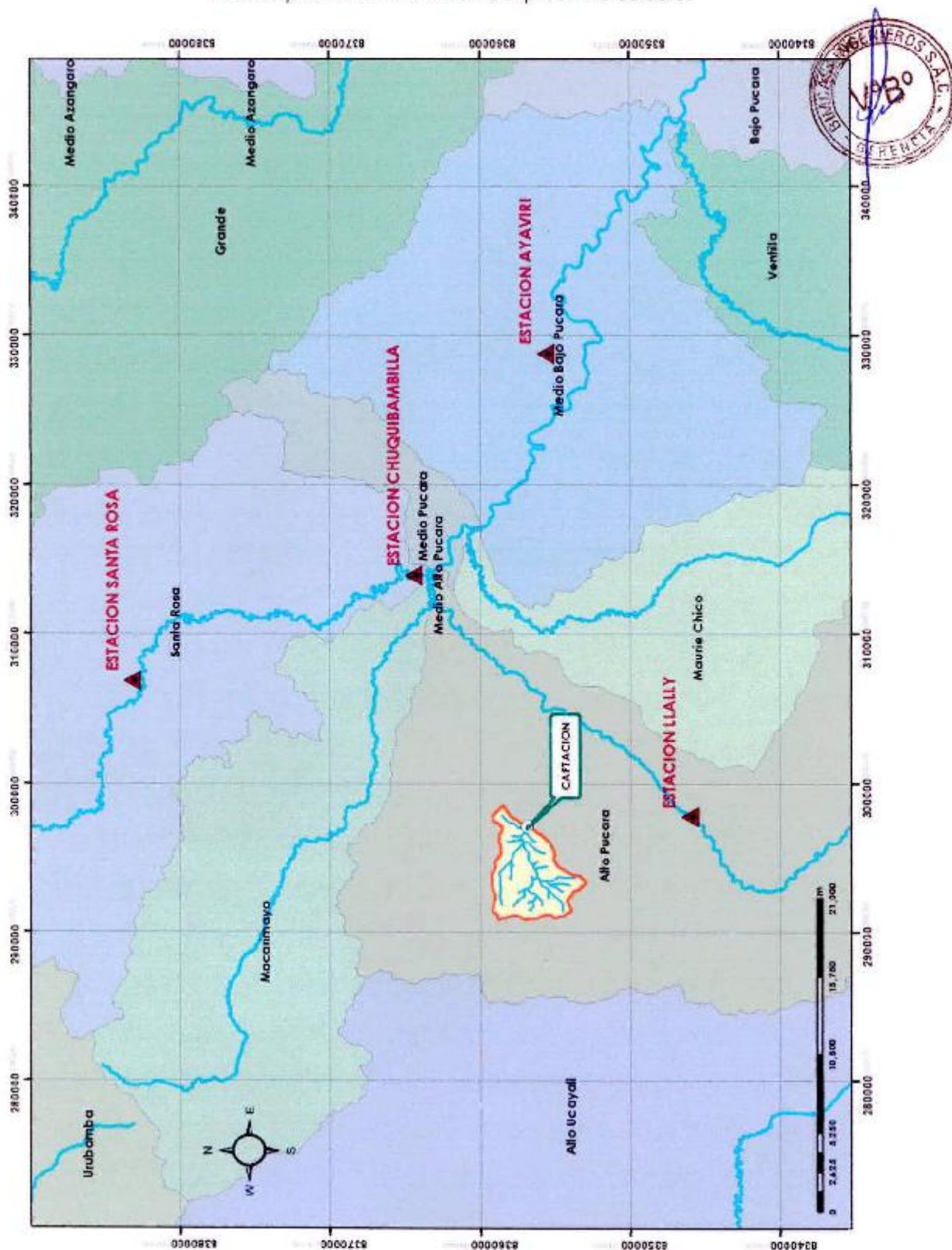




PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"



Figura II- 4: Distribución espacial de las estaciones meteorológicas y estaciones vecinas usadas para la elaboración del presente estudio.





2.4 GEOMORFOLOGÍA

"El altiplano y las cordilleras que lo rodean son el resultado de una evolución estructural larga e intensa, que llega hasta tiempos muy recientes, con fenómenos de levantamiento y vulcanismo muy activos.



En particular, el altiplano es el resultado del relleno de una fosa tectónica que puede ser localizada incluso en el cretáceo, que ha recibido grandes cantidades de materiales clásticos, en gran parte continentales y Vulcano – sedimentarios, acumulados en espesores fuertes y poco cementados.

La actividad estructural reciente ha deformado estos depósitos, creando las serranías que se encuentran en el interior del altiplano, constituidas por materiales fácilmente erosionables, y zonas endorreicas de acumulación, sujetas a inundaciones y embalses de agua.

La actividad de levantamiento reciente y todavía en curso ha determinado una dinámica laboriosa de la hidrografía superficial, con variaciones en la forma y localización de las zonas deprimidas; en consecuencia, los depósitos recientes, poco consolidados, se ven expuestos a un ataque intenso. La misma actividad de levantamiento ha favorecido el desarrollo de un retículo de drenaje bien organizado y bien denso, a lo largo del cual se realizan los fenómenos tanto erosivos como de deposición. En efecto, a lo largo de todos los tramos fluviales se notan trazas de una acción erosiva continua, asociadas con áreas de depósitos y embalse de agua. Esta situación es consecuencia del régimen fluvial, el cual, durante la estación húmeda, presenta crecidas que determinan el transporte veloz de grandes cantidades de materiales, mientras que en la estación seca el agua tiende a embalsarse en las zonas llanas, incluso en el interior de los valles.

El clima de todo el altiplano contribuye a acentuar los efectos de los fenómenos vinculados a la dinámica fluvial y a los procesos erosivos. En efecto, las lluvias son breves y violentas, concentradas en un período de poco más de tres meses. Esto determina una fuerte erosión y transporte sólido de los relieves e, igualmente, inundaciones y depósitos en las áreas deprimidas, resultado de eventos a menudo catastróficos. Durante el resto del año el clima es seco y frío, con heladas nocturnas, que favorecen la disgregación de las rocas, y viento fuerte y frecuente." [Fuente: Plan director TDPS].

BIMCASA INGENIEROS S.A.C.

Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO





A) Morfología

➤ Área de Cuenca



La superficie de la cuenca delimitada por el divisor topográfico corresponde a la superficie de la misma proyectada en un plano horizontal, y su tamaño influye en forma directa sobre las características de los escurrimientos fluviales y sobre la amplitud de las fluctuaciones.

La proyección horizontal se puede determinar directamente de un plano topográfico con la ayuda de algunos métodos de medición como el AcrGIS 10.5 .

➤ Perímetro de la Cuenca

El perímetro de la cuenca es la línea que delimita el área de drenaje de un sistema fluvial. Es como trazar la frontera alrededor de una cuenca hidrográfica...

➤ Ancho Promedios

Es la relación entre el área de la cuenca y la longitud mayor del curso del río, la expresión es la siguiente:

$$Ap = \frac{A}{L} \quad \text{Ecuación II-1}$$

Dónde:

Ap = Ancho promedio de la cuenca (Km.)

A = Área de la cuenca

L = Longitud mayor del curso principal

➤ Coeficiente de Compacidad (Kc)

O índice de Gravelious, constituye la relación entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de una circunferencia cuya área - igual a la de un círculo - es equivalente al área de la cuenca en estudio.

Su fórmula es la siguiente:

BIMCASA INGENIEROS S.A.C.

Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO





$$Kc = \frac{P}{2\sqrt{P \cdot A}}$$

Ecuación II-2

$$Kc = 0.28 \cdot \sqrt{P/A}$$

Ecuación II-3



Siendo:

Kc = Coeficiente de Compacidad (Km/Km²)

P = Perímetro de la cuenca (Km.)

A = Área de la cuenca (Km²)

Una cuenca se aproximará a una forma circular cuando el valor Kc se acerque a la unidad

Cuando se aleja de la unidad, presente una relación irregular con relación al círculo.

Si este coeficiente fuera igual a la unidad, significa que habrá mayores oportunidades de crecientes debido a que los tiempos de Concentración, T_c (duración necesaria para que una gota de agua que cae en el punto más alejado de aquella, llegue a la salida o desembocadura), de los diferentes puntos de la cuenca serían iguales.

De igual modo, cuanto mayor sea el valor de Kc , también será mayor el tiempo de concentración de las aguas y, por tanto, estará menos propensa a una inundación.

Generalmente en cuencas muy alargadas el valor de Kc , es mayor que 2.

Un valor de Kc , menor que 1 nos indica una cuenca de forma circular, siguiendo el desarrollo de su curso principal, debiendo estar más expuesta a las crecientes que una cuenca de forma redondeada.

➤ Factor de Forma (Ff)

Es otro índice numérico con el que se puede expresar la forma y la mayor o menor tendencia a crecientes de una cuenca.

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO





Es la relación entre el ancho promedio de la cuenca (A_p) y la longitud del curso de agua más largo (L).

La expresión es la siguiente:

$$F_f = \frac{A_p}{L}$$

Ecuación II-4



Siendo:

- F_f = Factor de Forma
- A_p = Ancho promedio de la cuenca (Km.)
- L = Longitud del curso más largo (Km.)

Una cuenca con Factor de Forma bajo, está sujeta a menos crecientes que otra del mismo tamaño, pero con un Factor de Forma mayor.

➤ Curva Hipsométrica

La curva hipsométrica sugerida por Langbein et al. (1947), proporciona una información sintetizada sobre la altitud de la cuenca, que representa gráficamente la distribución de la cuenca vertiente por tramos de altura. Dicha curva presenta, en ordenadas, las distintas cotas de altura de la cuenca, y en abscisas la superficie de la cuenca que se halla por encima de dichas cotas, bien en km² o en tanto por cien (%) de la superficie total de la cuenca.

La siguiente ilustración muestra tres curvas hipsométricas correspondientes a otras tantas cuencas que tienen potenciales evolutivos distintos

➤ Altitud Media de la Cuenca (Hm)

La altitud media de una cuenca es aquella para la cual el 50% del área de la misma está situado por encima de dicha altitud y el 50% se encuentra por debajo, se determina a partir de la curva hipsométrica.

➤ Pendiente del Cause Principal

El agua superficial concentrada en los lechos fluviales escurre con una velocidad que depende directamente de la declividad de éstos, así a mayor declividad habrá mayor

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorante
CIP. 335695
JEFE DE PROYECTO



velocidad de escurrimiento. La pendiente media del río es un parámetro empleado para determinar la declividad de un curso de agua entre dos puntos.

Se determina mediante la siguiente expresión:

$$I_c = \frac{(HM - Hm)}{1000 * L}$$

Ecuación II-5



Siendo:

I_c = Pendiente media del río

L = longitud del río

HM y Hm = Altitud Máxima y mínima del lecho del río, referidas al nivel medio de las aguas del mar.

➤ Rectángulo Equivalente

Para poder comparar el comportamiento hidrológico de dos cuencas, se utiliza la noción de rectángulo equivalente o rectángulo de Gravelius; se trata de una transformación puramente geométrica en virtud de la cual se asimila la cuenca a un rectángulo que tenga el mismo perímetro y superficie, y, por tanto, igual al índice de Gravelius (coeficiente de compacidad, K_c). Así, las curvas de nivel se transforman en rectas paralelas al lado menor del rectángulo, y el desagüe de la cuenca, que es un punto, queda convertido en el lado menor del rectángulo.

Se definen los lados del rectángulo equivalente con las siguientes expresiones:

$$A = L * l$$

$$P = 2 * (L + l)$$

$$l = \frac{K_c * \sqrt{\pi * A}}{2} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{4}{\pi * K_c^2}} \right)$$

Ecuación II-6

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO





Dónde:

L : Longitud del lado mayor del rectángulo equivalente (km)

L : Longitud del lado menor del rectángulo equivalente (km)

A : Área de la cuenca (km²)

K_c : Coeficiente de compacidad



Para que esta representación sea posible es necesario que se cumpla la condición:

$$K_c \geq 1,12$$

El agua superficial concentrada en los lechos fluviales escurre con una velocidad que depende directamente de la declividad de éstos, así a mayor declividad habrá mayor velocidad de escurrimiento. La pendiente media del río es un parámetro empleado para determinar la declividad de un curso de agua entre dos puntos.

➤ Tiempo de Concentración (T_c)

También denominado tiempo de respuesta o de equilibrio, Llamas (1993) lo define como el tiempo requerido para que, durante un aguacero uniforme, se alcance el estado estacionario; es decir, el tiempo necesario para que todo el sistema (toda la cuenca) contribuya eficazmente a la generación de flujo en el desagüe. Se atribuye muy comúnmente el tiempo de concentración al tiempo que tarda una partícula de agua caída en el punto de la cuenca más alejado (según el recorrido de drenaje) del desagüe en llegar a éste. Esto no corresponde con el fenómeno real, pues puede haber puntos de la cuenca en los que el agua caída tarde más en llegar al desagüe que el más alejado. Además, debe tenerse claro que el tiempo de concentración de una cuenca no es constante; depende de la intensidad del chubasco, aunque muy ligeramente.

Por tener el concepto de tiempo de concentración una cierta base física, han sido numerosos los autores que han obtenido formulaciones del mismo, a partir de características morfológicas y geométricas de la cuenca. A continuación, se muestran la fórmula de Kirpich utilizadas en el presente estudio

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorente

CIP 335695

JEFE DE PROYECTO

ESTUDIO HIDROLÓGICO





Fórmula de Kirpich

$$T_c = 0,000325 \frac{L^{0,77}}{S^{0,385}}$$

Ecuación II-6



Dónde:

T_c : Tiempo de concentración (h)

L : Longitud del cauce (m)

S : Pendiente de la cuenca (m/m)

La memoria de cálculo para los parámetros geomorfológicos de las microcuencas de cada sector están en el ANEXO A.

El resumen de los referidos parámetros geomorfológicos a partir de nuestros puntos de interés se presenta a continuación:

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO





PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU – PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"



Cuadro II- 2: Características morfológicas de la microcuenca - Sector Acoyo Frontis

MICRO CUENCA	CAPTACION -ACOYO FRONTIS			
PARAMETROS	CARACTERISTICAS			
FORMA DE LA CUENCA	Área Total de la Cuenca		A	28.2105 km2
	Perímetro de la Cuenca		P	24.9793 km
	Longitud de los Ríos a Diferentes Grados	Orden 1	Lr1	20.4328 km
		Orden 2	Lr2	7.6602 km
		Orden 3	Lr3	3.0665 km
		Orden 4	Lr4	4.1303 km
		Long. Total	Ltotal	35.2698 km
	Coeficiente de Compacidad (Índice de Gravelus)		k	1.32672
	Factor Forma		Fi	0.30204
Rectángulo Equivalente		L	9.664 km	
		I	2.919 km	
RELIEVE DE LA CUENCA	Altura Mediana		Hm	4312.13 msnm
	Altura Media Ponderada		Hmp	4320.50 msnm
	Altura Media Simple		Hms	4368.25 msnm
	Pendiente de la Cuenca (Med. Rectángulo Equivalente)	Cota Máxima	CM	4031.92 msnm
		Cota Mínima	Cm	4704.59 msnm
		Pendiente	S	6.960%
	Pendiente Media de la Cuenca		S _m	27.377 %
	Índice de Pendiente		I _p	8.026
RED HIDROGRAFICA DE LA CUENCA	Numero de Orden de los Ríos	Orden 1	Nr1	58
		Orden 2	Nr2	22
		Orden 3	Nr3	10
		Orden 4	Nr4	15
		Numero Total	Nt	105
		Grad. Ramificación	Gr	4
	Densidad de Drenaje		D _d	1.251 km ² /km2
	Frecuencia de Densidad de los Ríos		F _r	3.722 ríos/km2
	Extensión Media del Escurrimiento Superficial		E _s	0.200 km ² /km
	Tiempo de Concentración		Tc	63.685 min
	Pendiente Media del Río Principal	Long. Río Principal	L _{rp}	4.1303 km
		Cota Máxima	CMr	4150.00
		Cota Mínima	Cmr	4031.92
		Pendiente Media	S _{rup}	2.859%
	Pendiente del Río Principal - Según Taylor y Schwarz		S _p	1.146%

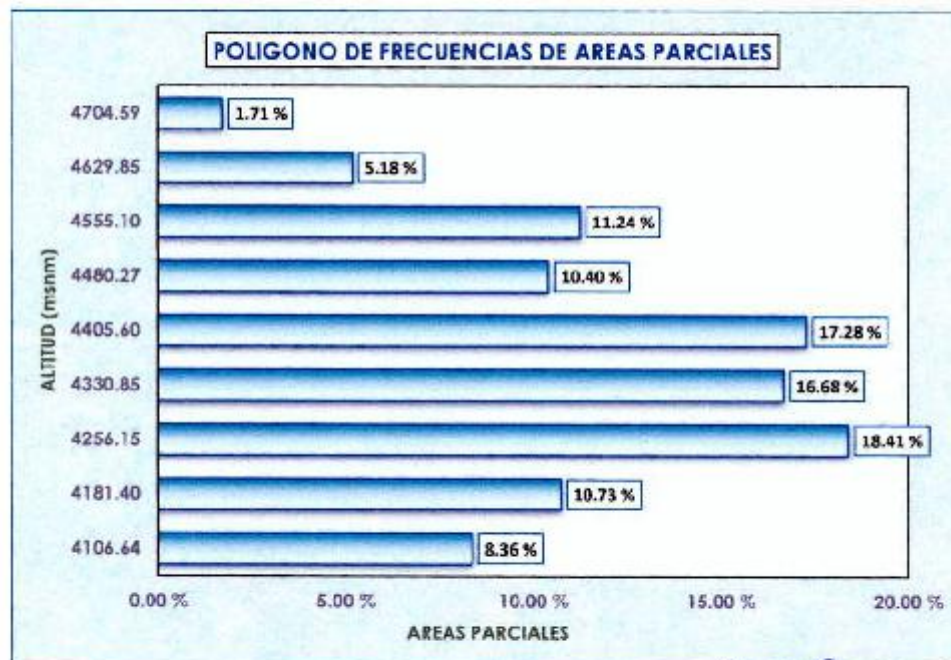
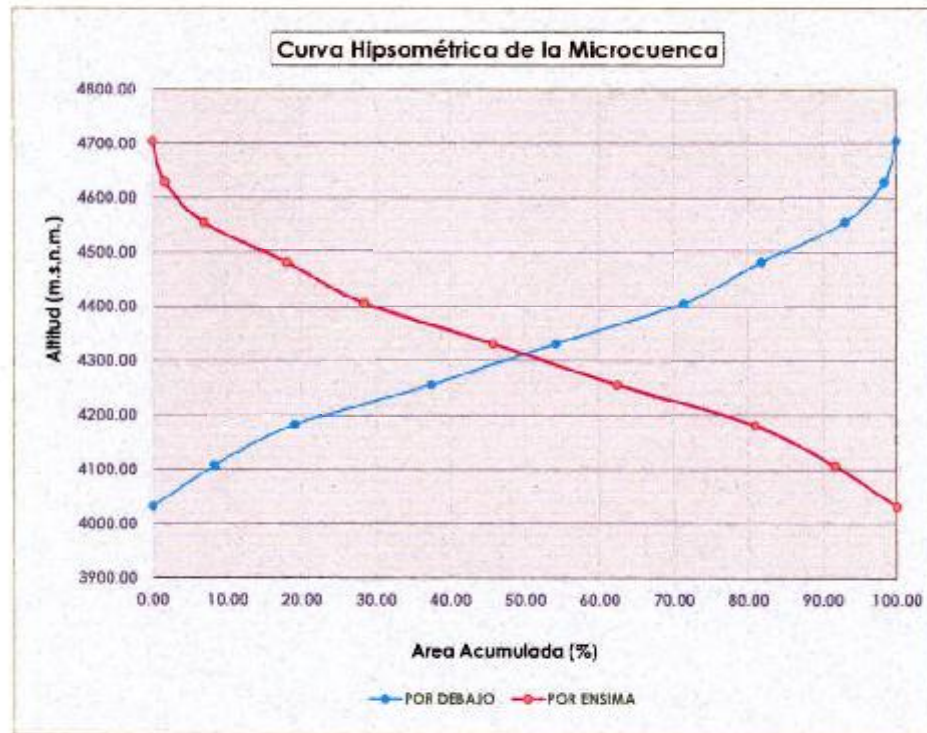




PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"



Figura II- 5: Curva Hipsométrica y polígono de frecuencias de la cuenca aportante a la captación del Sector Acoyo Frontis



BIMCASA INGENIEROS S.A.C.

Ing. Henry Calcina Umorente
C.P. 335695
JEFE DE PROYECTO





**PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE
RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU –
PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"**



Cuadro II- 3: Calculo de la curva hipsométrica de la microcuenca del Sector Acoyo Frontis

ORDEN	ALTITUD	AREAS PARCIALES		AREAS ACUMULADAS			
	m.s.n.m			POR DEBAJO		POR ENSIMA	
	Punto mas bajo	km2	%	km2	%	km2	%
	4031.92	0.00000	0.00	0.000	0.00	28.220	100.00
1	4106.64	2.36000	8.36	2.360	8.36	25.860	91.637
2	4181.40	3.02750	10.73	5.388	19.09	22.833	80.909
3	4256.15	5.19500	18.41	10.583	37.50	17.638	62.500
4	4330.85	4.70750	16.68	15.290	54.18	12.930	45.819
5	4405.60	4.87750	17.28	20.168	71.47	8.053	28.535
6	4480.27	2.93500	10.40	23.103	81.87	5.118	18.134
7	4555.10	3.17250	11.24	26.275	93.11	1.945	6.892
8	4629.85	1.46250	5.18	27.738	98.29	0.483	1.710
9	4704.59	0.48250	1.71	28.220	100.00	0.000	0.000
	4704.59						
	Punto mas alto						
TOTAL		28.220	100.00 %				



2.5 ACCESIBILIDAD

Cuadro II- 4: Vías de Comunicación del Proyecto

Nº	TRAMO	DISTANCIA (Km.)	TIEMPO (min.)	TIPO DE VIA
1	Lima - Juliaca	844	1 h 30 min	Aerea
2	Juliaca- Llalli	136.4	2 h 21 min	Asfaltado
3	Llalli - Zona del proyecto - Cupu	5.9	12 min	Trocha Carrozable

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CUPU

ESTUDIO HIDROLÓGICO



Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335695
ESPECIALISTA EN HIDROLOGÍA



3. ANÁLISIS Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN METEOROLÓGICA E HIDROMÉTRICA.

3.1 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN METEOROLOGÍA E HIDROLÓGICA

3.1.1. Hidrometeorológica

La precipitación, es toda forma de humedad que, originándose en las nubes, llega hasta la superficie del suelo; de acuerdo con esta definición la precipitación puede ser en forma de Lluvias, Granizadas, Garúas, Nevadas.

Desde el punto de vista de la ingeniería hidrológica, 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.

Formas de precipitación.

Llovizna. Pequeñas gotas de agua, cuyo diámetro varían entre 0.1 y 0.5 mm, las cuales tienen velocidad de caída muy baja.

Lluvia. Gotas de agua con diámetro mayor 0.5mm.

Escarcha. Capa de hielo por lo general transparente y suave pero que usualmente contiene bolsos de aire.

Nieve. Compuesta de cristales de hielo blanco traslucido, principalmente de forma compleja.

Granizo. Precipitación en forma de bolas o formas irregulares de hielo, que se producen por nubes convectivas, pueden ser esféricos, cónicos o de forma irregular, su diámetro varía entre 5 y 125 mm.

Clasificación de la precipitación

La forma de la precipitación, requiere la elevación de una masa de agua en la atmósfera, de tal manera que se enfríe y parte de su humedad se condense. Atendiendo al factor que provoca la elevación del aire en la atmósfera, la precipitación se clasifica en:

- Precipitación de Convección
- Precipitación Orográfica
- Precipitación Ciclónica

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO





Medición de la precipitación

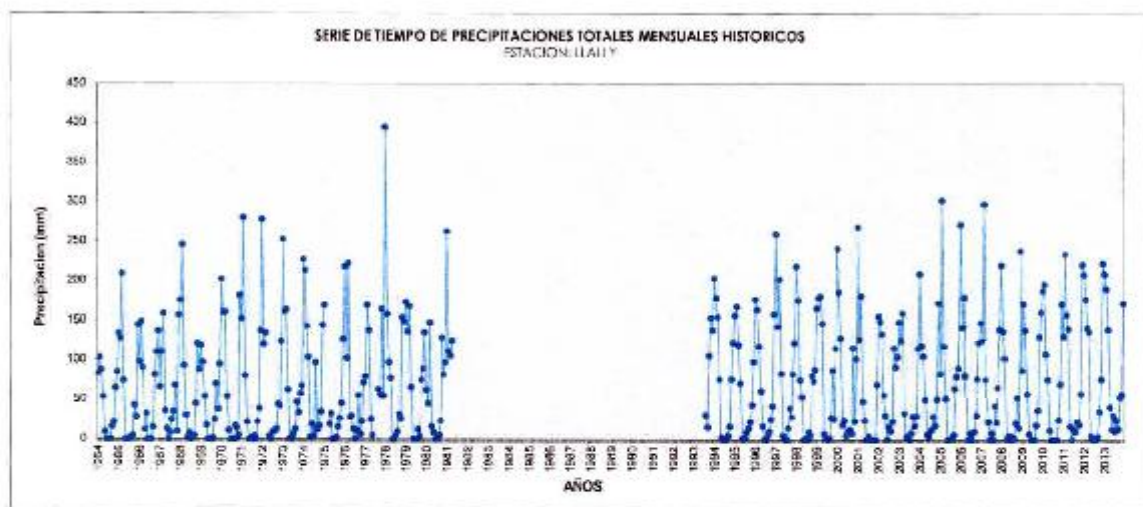
La precipitación se mide en términos de la altura de la lámina de agua (hp), y se expresa comúnmente en milímetros (mm). Esta altura de lámina de agua, indica la altura de agua que se acumula en una superficie horizontal, si la precipitación permaneciera donde cayó. Los aparatos de medición se basan en la exposición a la intemperie de un recipiente cilíndrico abierto en su parte superior, en el cual se recoge el agua producto de la lluvia u otro tipo de precipitación, registrando su altura. Los aparatos de medición se clasifican de acuerdo con el registro de las precipitaciones, en pluviómetros y pluviógrafos.

Red de estaciones – información histórica

La información pluviométrica disponible corresponde a una red de cuatro estaciones de meteorología para el estudio de la precipitación cercanas al área de estudio.

Las estaciones son: Llally, Chuquibambilla, Santa Rosa y Ayaviri de las que actualmente están en funcionamiento. El horizonte de análisis de la precipitación total mensual para todas las estaciones se ha fijado en 50 años, lo que corresponde al periodo de tiempo desde el año 1964 hasta el 2018. En las figuras III- 1 al III - 4 se presentan los histogramas de la precipitación total mensual de cada una de las estaciones.

Figura III- 1: Histograma Precipitación Total Mensuales Estación Llally



BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO





PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"



Figura III- 2: Histograma Precipitación Total Mensuales Chuquibambilla



Figura III- 3: Histograma Precipitación Total Mensuales Estación Santa Rosa

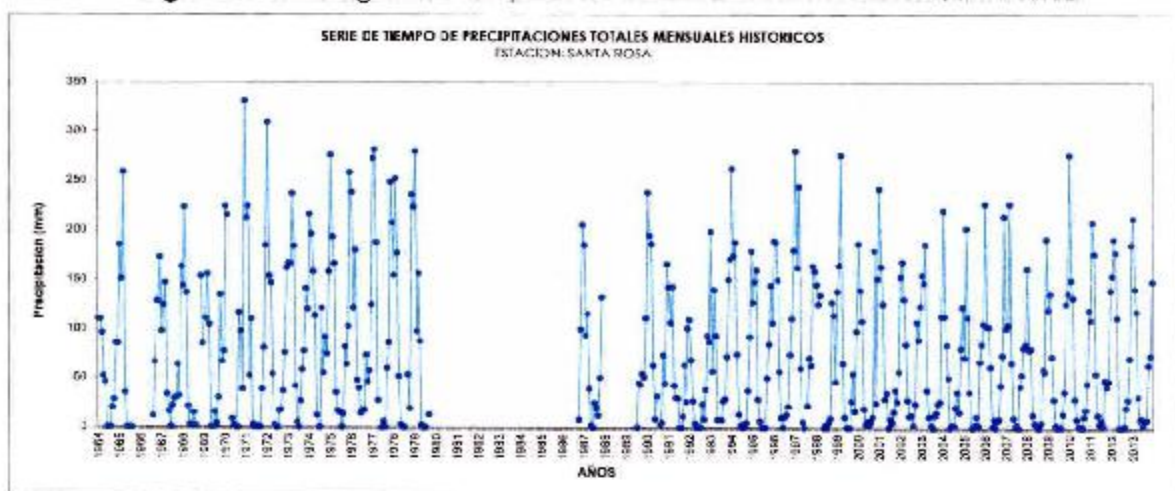
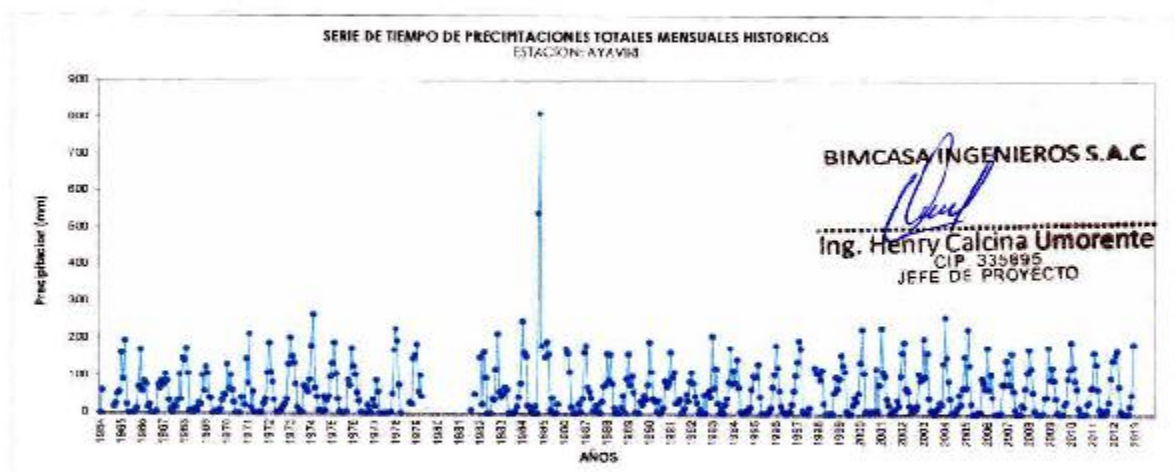


Figura III- 4: Histograma Precipitación Total Mensuales Estación Ayaviri





3.1.2. Análisis de las Variables Meteorológicas

Referente a información meteorológica, se utilizó los registros de la estación meteorológica Llally, por encontrarse cercana, y se dispuso de los parámetros de Precipitación Total Mensual, Precipitación Máxima 24 horas, Humedad Relativa, Temperatura media mensual y Caudal medio mensual, en un rango de análisis de 50 años, para un periodo entre 1964 - 2013. A continuación, se describe, los principales parámetros meteorológicos:

a) Precipitaciones

Las características estacionales del clima en la región del anillo circunlacustre del Lago Titicaca, se manifiestan principalmente en la variación del régimen de las precipitaciones. Se sabe que los cultivos no solo son afectados por la poca precipitación anual, sino también por su irregular distribución a lo largo de todo el año.

En la Figura III-5, se presenta el promedio multimensual de la precipitación total mensual correspondiente al periodo 1964 - 2013 de cada una de las estaciones meteorológicas, asimismo en la Figura III-6, se aprecia la uniformidad de variación de la precipitación en todas las estaciones, lo que demuestra el carácter estacional de la precipitación en toda la región.

El comportamiento estacional de la precipitación de las estaciones estudiadas, de acuerdo a los periodos de lluvia, invierno y meses de transición, se detallan a continuación:

El periodo de lluvias de mayor magnitud comienza a partir del mes de diciembre y se prolonga hasta marzo, corresponde el 71.25% en promedio de las estaciones, de las precipitaciones totales anuales. El porcentaje de precipitación en las estaciones meteorológicas oscilan de 76.6 a 88.9%, considerando que en la parte de la Este cercana a la Estación Ayaviri, se presentan mayores precipitaciones.

El periodo seco (invierno), comprende los meses de mayo a agosto, las precipitaciones con sus mínimos valores llegan a ser del 2.7% en promedio de las estaciones, de las precipitaciones totales anuales. El porcentaje de precipitación en las estaciones varían de 1.1 a 3.8%.

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO





PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"



Los meses transitorios corresponden a abril, setiembre a noviembre, presentan el 15.2% en promedio de las estaciones, de las precipitaciones totales anuales. El porcentaje de precipitación en las estaciones meteorológicas oscilan entre 10.0 a 19.6%, respectivamente.

Figura III- 5: Precipitación total anual en estaciones aledañas

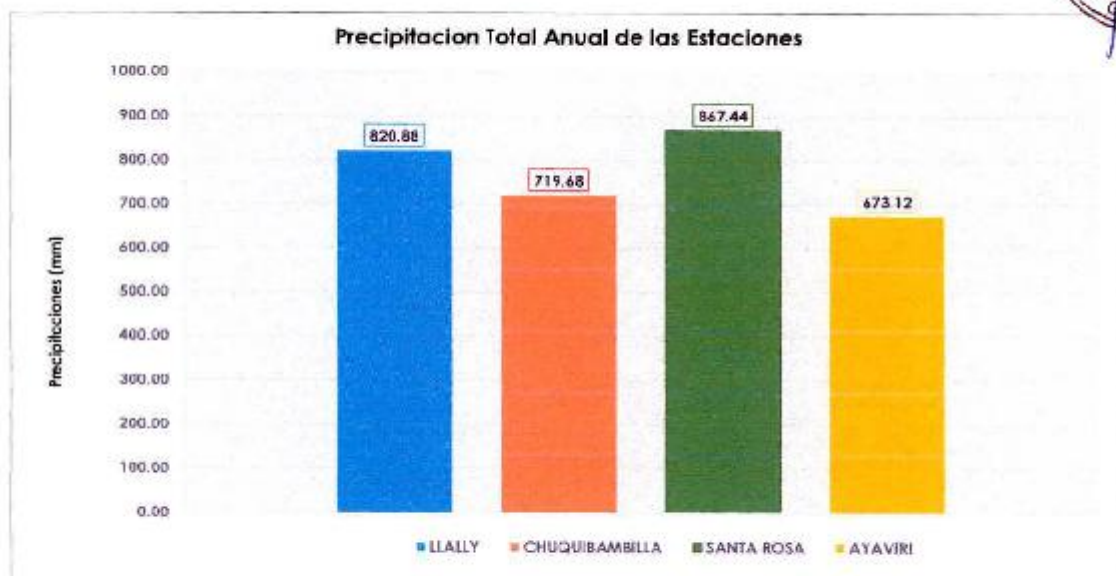
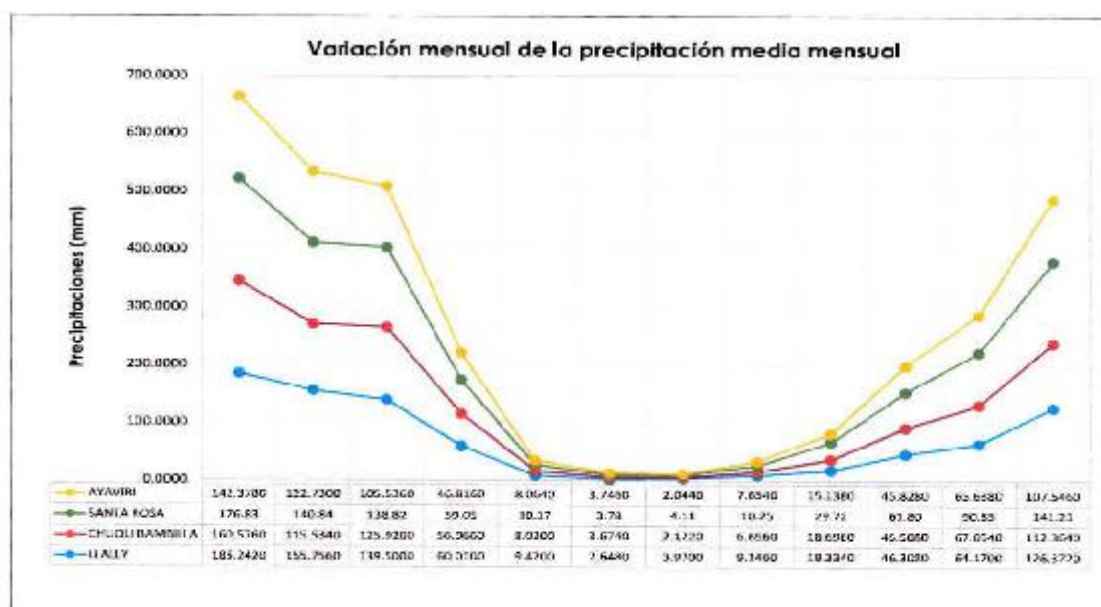


Figura III- 6: Variación mensual de la precipitación media mensual



BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CUPU

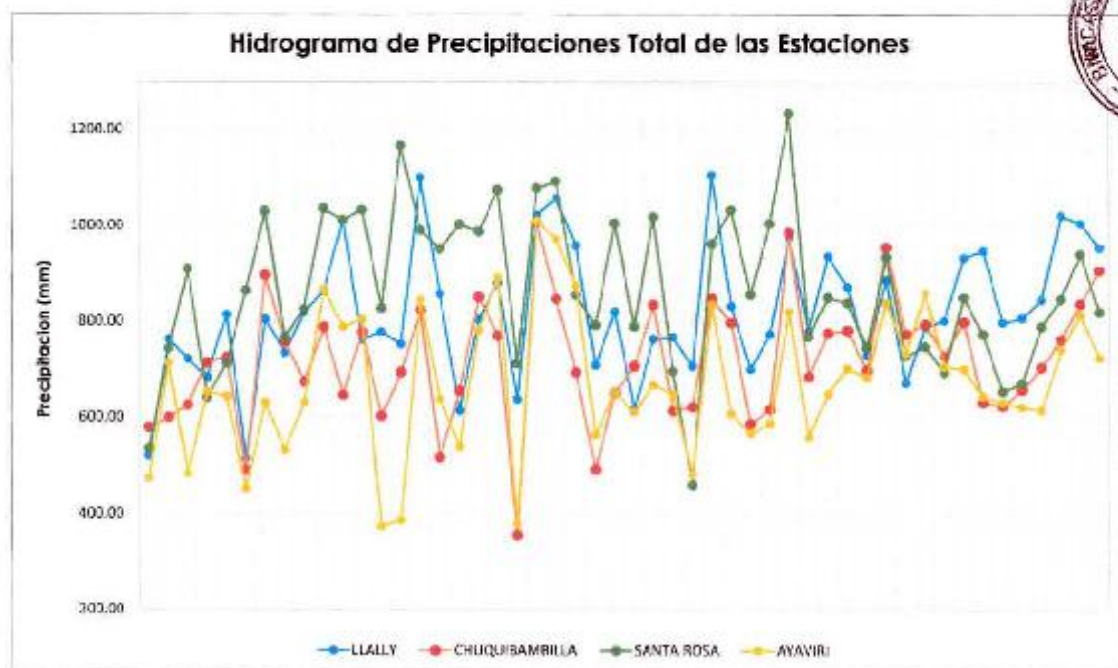


Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335695
ESPECIALISTA EN HIDROLOGIA

ESTUDIO HIDROLÓGICO



Figura III- 7: Hidrograma de Precipitación Total completadas y extendida



b) Temperatura

Los registros de temperatura utilizados en el presente estudio correspondiente a la información recopilada y adquirida del SENAMHI, correspondiente a la estación Llalli.

Es necesario subrayar que, la temperatura constituye un factor limitativo para el desarrollo de las plantas y en consecuencia de la agricultura, por lo que el estudio de esta variable merece una especial atención.

La temperatura del aire de las estaciones meteorológicas consideradas en el presente estudio, se manifiestan de tres niveles, como temperatura media, temperatura media de las máximas diarias y temperatura media de las mínimas diarias, que en adelante se detalla cada una de ellas. Como se aprecia la distribución mensual es similar para todas las estaciones en estudio.

Se consideran que se tiene variaciones de temperatura de entre -4.70°C a 19.65°C en promedios normales, y un promedio de 8.84°C .

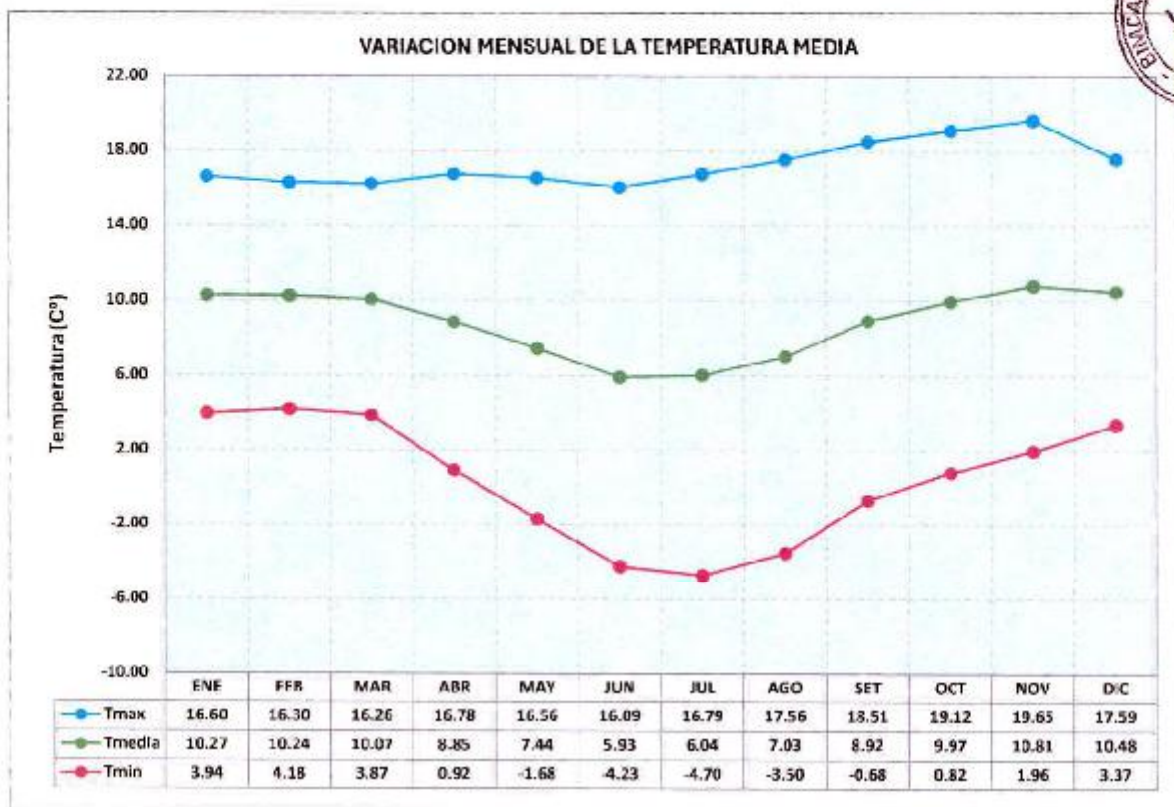
BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO





Figura III- 8: Variación mensual de la temperatura media



c) Humedad Relativa

Es la relación en porcentaje de la cantidad presente de vapor de agua contenido en un volumen de aire.

La Humedad Relativa es una variable climática de primera magnitud muy relacionado, a través de diversos mecanismos físicos, con la nubosidad, la precipitación, la visibilidad, y de forma muy especial con la temperatura: la cantidad de agua en forma de vapor que puede encontrarse en la atmósfera es función directa de la temperatura.

BANCASA INGENIEROS S.A.C.

Ing. Henry Calina Umorante

CIP 335695

La Humedad Relativa es la forma más común de expresar la humedad atmosférica por su explícita relación con el bienestar climático y el crecimiento de las plantas. Por lo general, la Humedad Relativa sigue un ritmo diario, cambiando la humedad, de baja durante el día a muy alta en la noche cuando el aire se enfría.

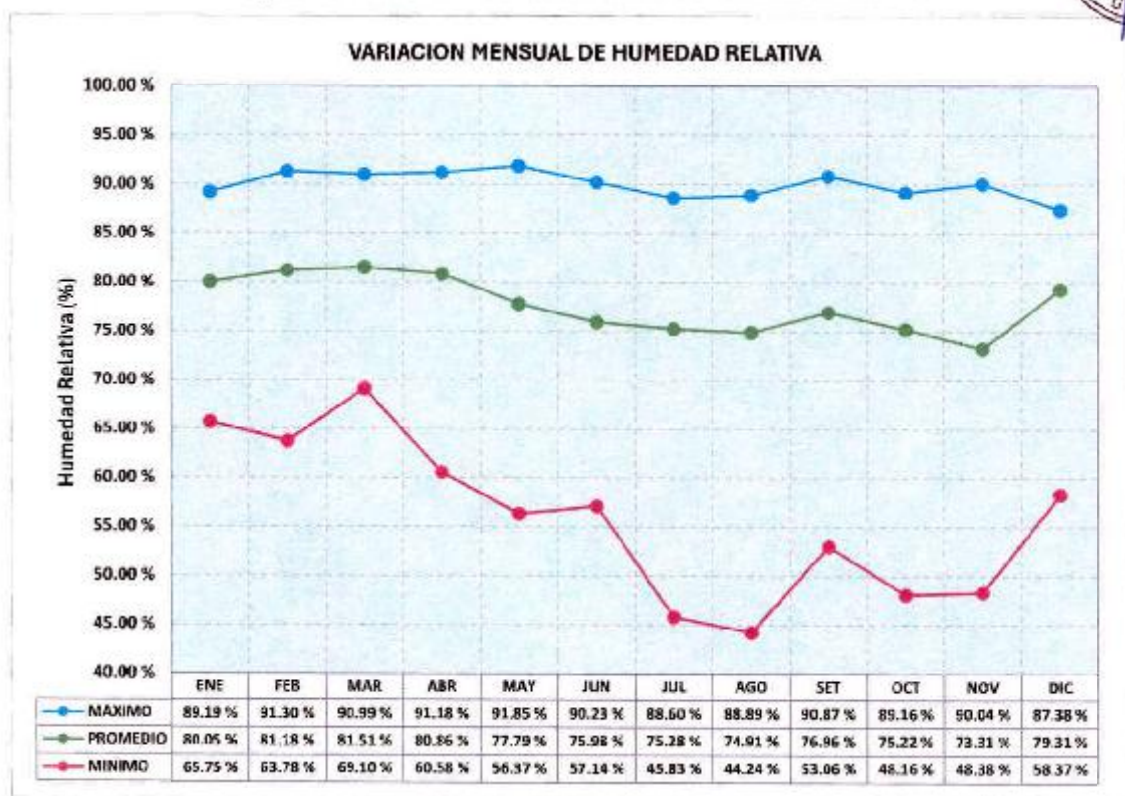
La distribución mensual se muestra encontrándose valores máximos en el mes de Mayo y valores mínimos en el mes de Julio y Agosto.





En la Figura III-9, se aprecia la variación estacional de la humedad relativa, registrándose en la estación de Llalli el valor más alto en Mayo con 91.85 % y el valor más bajo en el mes de Agosto con 44.24 %, y un promedio de humedad relativa anual de 68.05%.

Figura III- 9: Variación mensual de la humedad relativa



3.2 TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN METEOROLÓGICA E HIDRÁULICA

3.2.1. Registro histórico y red de estaciones meteorológicas.

En el área de estudio tiene (4) Tres estaciones meteorológicas, las mismas que son monitoreadas por el Servicio Nacional de Meteorología e hidrología - SENAMHI, el cual dispone de información variable desde el año 1964 hasta el 2013, en sus parámetros meteorológicos y específicamente en la precipitación total mensual, tal como se muestra en el Cuadro III-1. Las estaciones identificadas colindantes al área de estudio son: Llalli, Chuquibambilla, Santa Rosa y Ayaviri

Ing. Henry Calcina Umorante

Al carecer de información hidrométrica se procederá a la inferencia para la estimación de los caudales medios y de diseño, de forma areal tratando de estimar las



PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"



411

precipitaciones en la zona en estudio, para el cual es necesario aplicar una serie de pruebas estadísticas al registro de información.



Cuadro III- 1: Longitud de Registros de Precipitación Total

Nro	ESTACION	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88
1	LLALLY																									
2	CHUQUISAMBILLA																									
3	SANTA ROSA																									
4	AYAVIRI																									

Nro	ESTACION	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13
1	LLALLY																									
2	CHUQUISAMBILLA																									
3	SANTA ROSA																									
4	AYAVIRI																									

	Registro con mas de 6 meses completos
	Registro con mas de 3 meses completos

En la Figura III-10, se muestra la ubicación de las estaciones identificadas para el análisis y tratamiento de la información pluviométrica, los registros históricos de la precipitación total mensual de cada una de ellas se presentan en el Anexo B.

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorente
CIP. 335695
JEFE DE PROYECTO

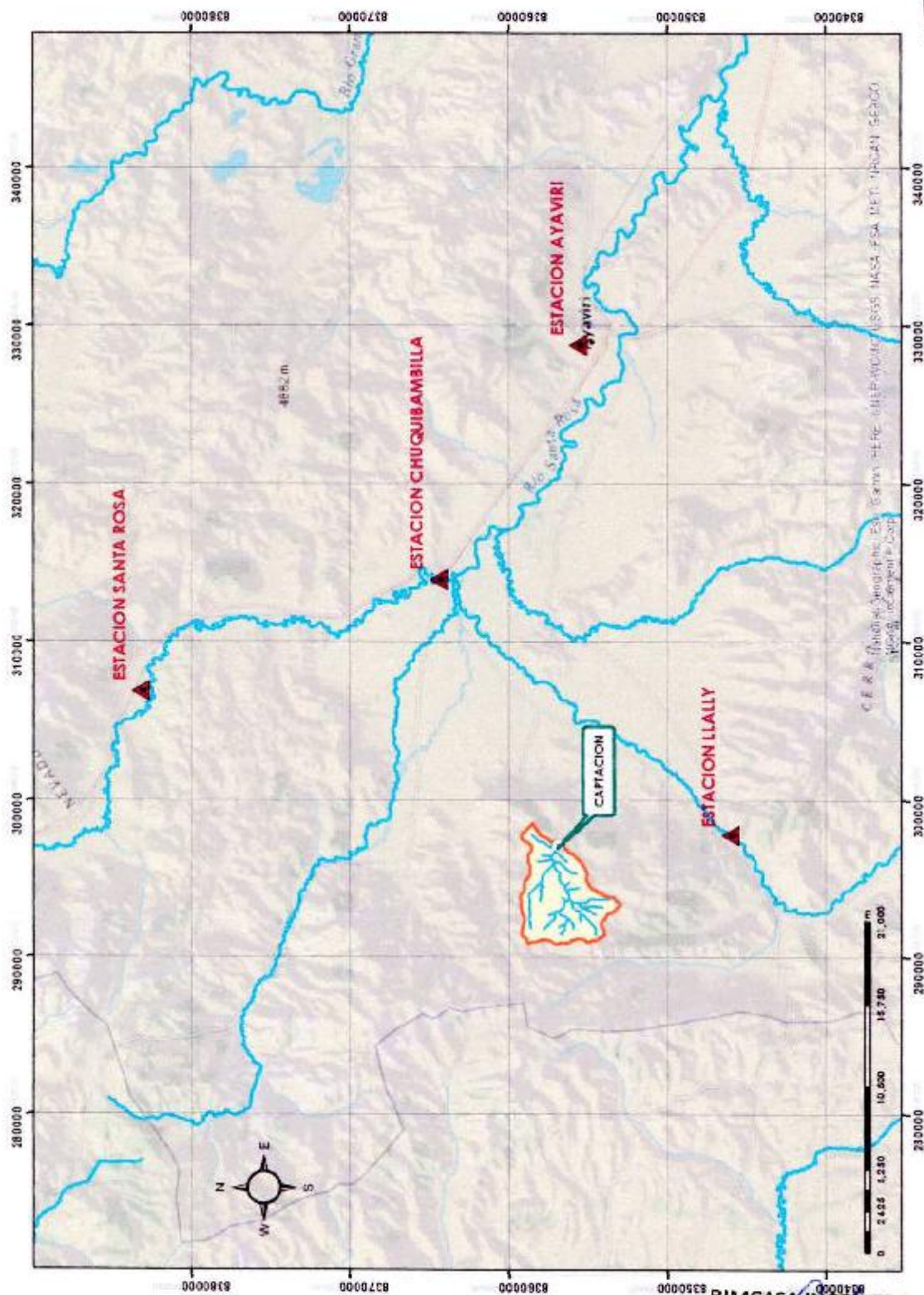




PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"



Figura III- 10: Ubicación de las estaciones meteorológicas en las cuencas en estudio



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CUPU



Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
ESPECIALISTA EN HIDROLOGIA

BIMCASA INGENIEROS S.A.C.
Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO
ESTUDIO HIDROLÓGICO



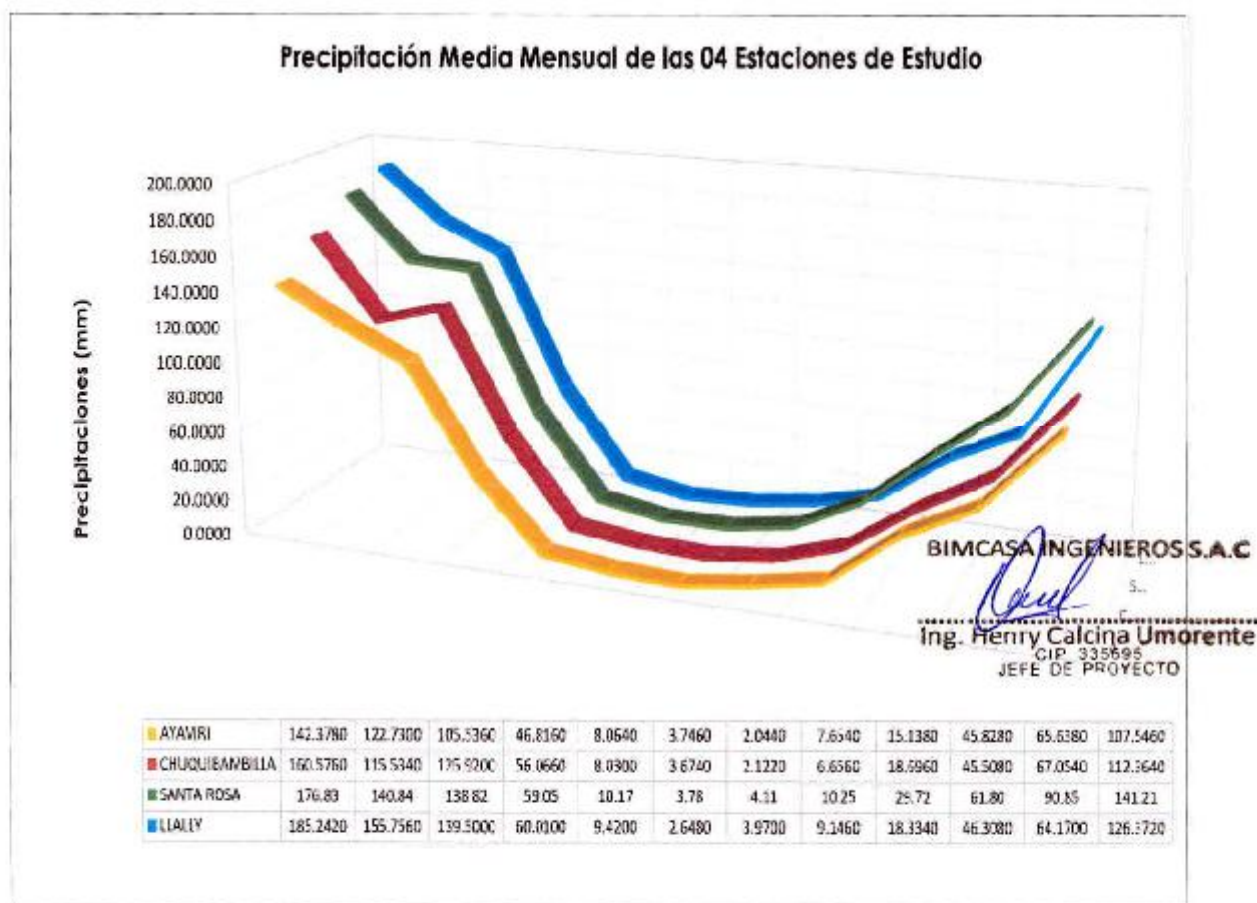
3.2.2. Análisis de Consistencia

Para determinar la consistencia de la información obtenida del SENAMHI, se efectuó el análisis de consistencia de los 50 años de periodo de las 04 estaciones, encontrando que presentan consistencia, por lo que mediante el uso del Software HEC-4, se completó los datos de precipitación media mensual faltante de cada estación.

a) Análisis de Gráficos

Habiendo encontrado información faltante dentro de los periodos de la información pluviométrica, se procedió a trabajar con la información media mensual de los 50 años de periodo, por lo que en los casilleros amarillos de los cuadros N°2 a N°6 se procedió a completar los datos faltantes sin repercutir en los valores de precipitación media anual.

Figura III- 11: Precipitación Media Mensual de las 04 Estaciones de Estudio





Análisis de Doble Masa

Se efectuó el análisis de doble masa de las 04 Estaciones arrojando los siguientes resultados según la figura 12 al 15

Figura III- 12: Análisis de Doble Masa de la Estación Llally



Figura III- 13: Análisis de Doble Masa de la Estación Chuquibambilla

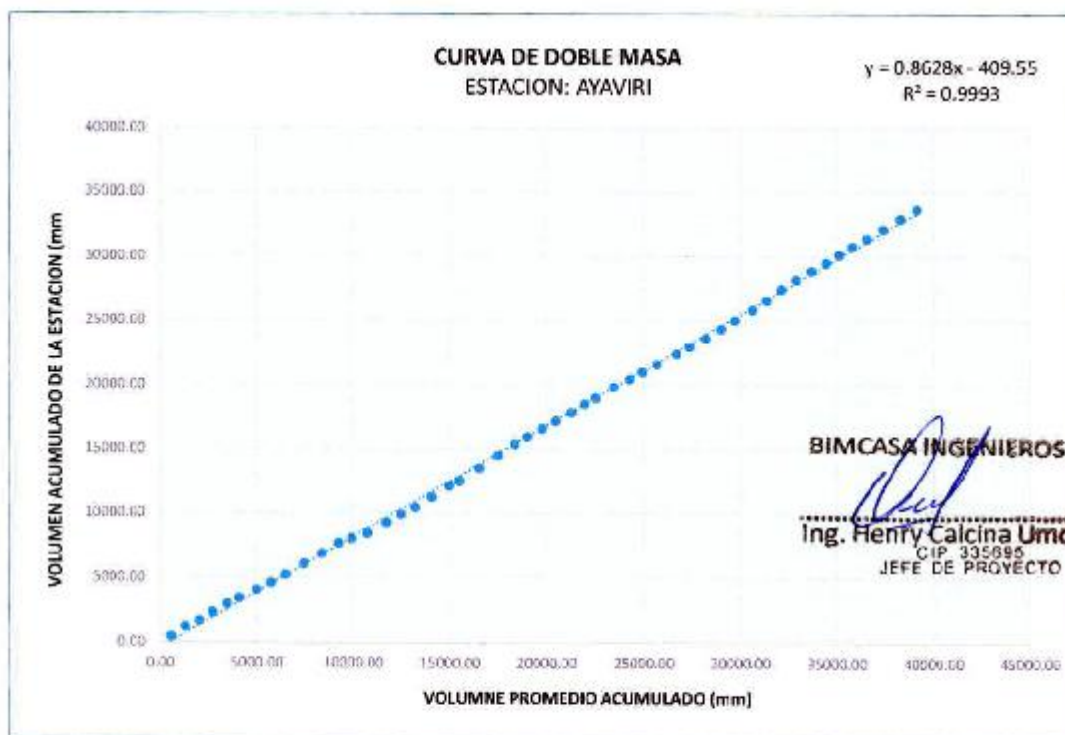




Figura III- 14: Análisis de Doble Masa de la Estación Santa Rosa



Figura III- 15: Análisis de Doble Masa de la Estación Santa Rosa



BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO





Según los resultados del análisis de Doble Masa, se ve que los datos de las 04 estaciones presentan resultados de regresión "R" superior a los 0.999, excepto la estación Santa Rosa por lo que los datos de precipitación de esta estación no son confiables.

ANEXO C



3.2.3. Análisis Estadísticos Saltos y Tendencias

El análisis se realizó mediante la aplicación de pruebas estadísticas de consistencia u homogeneidad del valor medio y de la desviación estándar.

Para probar la consistencia del valor medio se utilizó la prueba T (Student) y de manera similar para probar la consistencia de la desviación estándar se utilizó la prueba F (Fisher).

En los Cuadros III-6, se presenta los resultados del análisis estadístico de saltos realizado a las series de precipitación total mensual de todas las estaciones en estudio.

Cuadro III- 2: Análisis estadístico de saltos de las series de precipitación total mensual

ESTACION	PERIODO DE ANALISIS					Nº DATOS	PROM.	DESV. ESTAND.	CONSISTENCIA DE LA MEDIA			CONSISTENCIA DE LA DESV. ESTAND.		
	CONFIALES - DUDOSOS								T cal.	T tabla (95%)	Diferencia Significativa	F cal.	F tabla (95%)	Diferencia Significativa
	VARIABLE	DESDE	HASTA											
LLALLI	n1PD	ENE	1964	DIC	1977	166	42.384	49.08	1.17	1.95	NO	1.18	1.23	NO
	n2PC	ENE	1978	DIC	2012	430	70.292	75.08						
CHIZURAMBILIA	n1PD	ENE	1981	ABR	1985	256	57.17	80.85	0.20	1.95	NO	1.04	1.21	NO
	n2PC	MAY	1985	DIC	2015	344	60.94	63.19						
SANTA ROSA	n1PD	ENE	1964	SEI	1979	189	55.30	84.69	1.98	1.95	SI	1.41	1.27	SI
	n2PC	OCT	1979	DIC	2013	411	72.39	71.35						
AYAYIBI	n1PD	ENE	1964	MAR	1985	255	54.92	88.04	0.42	1.95	NO	1.02	1.21	NO
	n2PC	ABR	1985	DIC	2013	345	56.96	59.35						

La Estación Santa Rosa encuentra diferencias significativas tanto en la media como en la desviación estándar, lo cual se realizó su corrección de los datos dudosos.

Una vez analizada los saltos tanto en la media y desviación estándar de la información pluviométrica, se realizó la evaluación de las tendencias en los dos parámetros determinísticos. Para saber si la tendencia es significativa o no, se analizó el coeficiente de correlación "R" mediante la prueba estadística de T de Student.

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorante
CIP. 335695
JEFE DE PROYECTO





PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"



En el cuadro III-7, se presenta los resultados del análisis de tendencias realizado a la serie de precipitación total mensual y caudales medios mensuales de todas las estaciones en estudio.

Cuadro III- 3: Análisis estadístico de tendencias de las series de precipitación total mensual



ESTACION	TENDENCIA EN LA:	MEDIA, VARIANTE, DESV. EST., COEFICIENTE DE REGRESION Y NUMERO DE DATOS DE LAS TENDENCIAS EN LA MEDIA Y EN LA DESVIACION ESTANDAR							ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA TENDENCIA EN LA MEDIA Y EN LA DESVIACION ESTANDAR			
		PARAMETROS		COEFICIENTE DE REGRESION			COEFICIENTE DE CORRELACION R	Nº DATOS	ESTADÍSTICO T		COMPARACION	TENDENCIA SIGNIFICATIVA
		MEDIA	DESV. EST.	Am	Im	Om			Tcal	Ttabla (95%)		
LALTY	MEDIA (mm)	68.41	73.478	62.76	0.0188	-	0.0450	600.00	1.10	1.96	Tc < Tt	NO
	DESV. EST. (mm)	74.08	56.96	56.75	0.0195	-	0.2150	60.00	1.53	2.01	Tc < Tt	NO
CHUQUIMARILLA	MEDIA (mm)	80.36	61.89	56.86	0.0111	-	0.0320	600.00	0.78	1.96	Tc < Tt	NO
	DESV. EST. (mm)	68.11	16.78	56.75	0.0162	-	0.2560	92.00	1.85	2.01	Tc < Tt	NO
SANTA ROSA	MEDIA (mm)	72.22	71.29	76.02	-0.1240	-	0.0300	600.00	0.73	1.96	Tc < Tt	NO
	DESV. EST. (mm)	71.85	18.32	70.50	0.0046	-	0.0880	50.00	0.40	2.01	Tc < Tt	NO
ATAVITI	MEDIA (mm)	55.09	59.80	52.24	0.0128	-	0.0370	600.00	0.91	1.96	Tc < Tt	NO
	DESV. EST. (mm)	59.35	13.93	54.42	-0.0167	-	0.2150	100.00	1.61	2.01	Tc < Tt	NO

Según el análisis estadístico de tendencias efectuado a la serie mensual de precipitación de las estaciones en estudio, y que se presentan en los Cuadros III-6 y III-7, puede decirse que no se identificó tendencias significativas en la media y desviación estándar en las series de precipitación mensual de las estaciones.

Una vez obtenidas series consistentes de la información pluviométrica e hidrométrica, se realizó la completación y extensión de la misma mediante correlación múltiple entre las estaciones consistentes y para cada periodo, para dicho proceso se utilizó el programa HEC-4 Monthly Streamflow Simulation, desarrollado por el Hydrologic Engineering Center de los Estados Unidos de América.

Para el procedimiento de completación y extensión de la información pluviométrica se tomó en consideración el único grupo conformado para el análisis de consistencia, los mismos que fueron agrupados según la cercanía a la cueca Rio Pumarimayo

La información de precipitación total mensual y caudal medio mensual completada y extendida se presentan en el Anexo D.

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO





PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"



Cuadro III- 4 Precipitación Mensual de la Estación Lally

PRECIPITACIONES TOTALES MENSUALES HISTÓRICAS CORREGIDAS EN (mm) - ESTACIÓN LALLY

DEPARTAMENTO: PUNO
ESTACIÓN: LALLY
CÓDIGO: 11434

PROVINCIA: MELGAR
LATITUD: 14° 57' 10.3" S

DISTRITO: LALLY
LONGITUD: 70° 52' 45.5" W
ALTUR: 2560 msnm



INFORMACIÓN PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL														
Nº	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964	82.00	102.00	57.00	33.00	8.50	0.00	0.00	0.00	15.50	21.00	61.50	54.50	520.00
2	1965	133.00	127.00	209.00	73.00	0.00	0.00	1.00	1.00	4.50	42.00	26.50	143.50	763.00
3	1966	97.50	145.10	90.50	12.00	32.00	0.00	0.00	0.00	14.50	81.10	109.50	136.10	721.60
4	1967	65.50	112.00	158.50	25.50	13.00	0.00	5.00	24.50	54.00	67.50	9.50	156.50	663.60
5	1968	175.00	245.50	93.00	30.00	1.50	8.00	0.00	0.00	4.50	122.50	88.10	814.30	814.30
6	1969	118.60	97.00	33.50	17.50	0.50	0.50	0.00	1.50	24.50	69.00	37.50	54.50	515.60
7	1970	202.00	163.00	160.50	33.50	11.00	0.00	0.00	0.00	16.50	14.00	5.00	181.50	804.60
8	1971	159.00	289.00	80.00	21.50	0.50	0.00	0.00	4.00	0.00	22.00	36.50	134.50	736.00
9	1972	275.00	170.00	182.50	49.00	3.50	0.00	0.00	10.00	12.50	44.00	47.00	123.00	819.00
10	1973	259.50	161.00	163.50	82.00	1.00	0.00	8.00	12.50	46.00	33.00	37.00	67.00	863.10
11	1974	236.60	213.00	142.50	53.00	2.50	18.50	4.00	39.50	12.00	16.50	34.50	43.50	1012.60
12	1975	165.50	197.00	132.00	18.50	32.00	0.00	0.00	2.00	18.50	26.00	45.00	26.10	762.90
13	1976	219.00	102.00	222.00	28.00	29.50	15.50	0.50	11.00	30.00	6.50	22.50	71.00	778.50
14	1977	74.80	169.00	134.50	25.00	5.00	0.00	1.00	0.00	82.90	55.50	164.20	54.50	752.80
15	1978	394.70	158.00	96.90	26.70	0.00	0.00	3.20	9.50	31.50	25.50	154.10	148.10	1106.80
16	1979	173.00	135.40	167.70	25.70	0.00	0.00	0.20	12.00	4.00	74.70	89.50	154.00	857.60
17	1980	49.00	45.10	147.30	15.60	6.80	0.00	0.80	5.00	23.30	127.80	8.50	97.10	614.30
18	1981	240.40	111.10	108.10	124.20	1.00	2.00	0.00	17.00	1.00	35.00	33.00	157.00	805.00
19	1982	179.00	144.00	154.00	105.00	0.00	0.00	58.00	4.00	8.00	51.00	115.00	59.00	661.00
20	1983	21.00	154.00	99.00	49.00	2.00	0.00	0.00	0.00	.00	94.00	59.00	143.00	438.00
21	1984	480.00	44.00	109.00	35.00	11.50	0.00	0.00	1.00	24.00	60.00	115.00	143.00	1023.00
22	1985	177.00	256.00	180.00	106.00	6.00	1.00	0.00	3.00	30.00	55.00	115.00	120.00	1058.00
23	1986	200.00	191.00	157.00	105.00	4.00	0.00	1.00	21.00	5.00	1.00	42.00	233.00	955.00
24	1987	144.00	177.00	103.00	45.00	1.00	1.00	32.00	12.00	9.00	17.00	83.00	83.00	705.00
25	1988	213.00	144.00	175.00	103.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	64.00	5.00	117.00	821.00
26	1989	125.00	77.00	111.00	76.00	34.00	1.00	0.00	17.00	30.00	47.00	47.00	48.00	618.00
27	1990	158.00	174.00	75.00	23.00	8.00	26.00	0.00	1.00	35.00	8.00	68.00	124.00	764.00
28	1991	231.00	115.00	162.00	22.00	48.00	1.00	0.00	5.00	8.00	48.00	11.00	95.00	768.00
29	1992	186.00	47.00	95.00	36.00	0.00	0.00	2.00	26.00	28.00	99.00	84.00	105.00	707.00
30	1993	298.00	109.00	283.00	40.00	1.00	3.00	0.00	30.00	14.10	105.40	153.30	127.30	1105.70
31	1994	203.00	175.00	154.40	75.00	2.80	0.00	0.00	0.00	5.00	15.50	75.40	122.20	835.40
32	1995	155.50	167.20	115.00	70.50	1.10	0.00	1.50	8.50	0.00	21.80	42.20	67.50	701.10
33	1996	175.40	163.40	117.30	60.90	16.40	0.00	0.00	3.90	9.80	25.30	4.80	158.00	773.40
34	1997	258.20	147.20	201.90	63.00	5.00	0.00	0.00	14.10	39.20	26.50	55.40	121.00	976.40
35	1998	218.60	175.20	74.60	23.40	0.00	1.10	0.00	9.70	5.30	80.20	75.20	45.20	775.20
36	1999	165.40	178.90	181.00	146.10	7.40	1.70	0.00	1.80	27.10	87.90	25.70	115.60	932.10
37	2000	241.30	186.00	127.70	16.50	24.10	5.10	9.00	12.40	7.60	115.80	28.00	102.00	872.70
38	2001	248.20	126.30	181.30	47.90	24.00	3.00	3.70	0.20	9.00	0.00	0.00	69.20	730.30
39	2002	155.20	149.30	135.00	56.30	30.20	0.60	16.00	11.00	23.20	115.80	91.80	104.20	887.40
40	2003	148.20	125.10	155.80	55.40	8.90	2.00	0.00	8.40	25.40	17.30	25.40	115.40	475.40
41	2004	209.70	118.30	105.40	50.40	7.00	4.00	11.00	12.80	29.00	17.10	50.50	172.40	785.90
42	2005	58.50	302.70	116.30	61.00	0.00	0.00	1.40	2.40	6.40	49.50	50.50	59.10	851.90
43	2006	272.40	141.90	175.90	61.10	0.00	8.20	0.00	9.10	10.40	30.90	77.10	121.80	925.00
44	2007	147.50	124.40	256.40	76.40	20.30	0.40	8.60	0.30	42.70	21.20	66.20	135.00	947.70
45	2008	220.10	136.70	100.40	0.50	4.30	4.50	0.00	2.10	22.60	52.90	14.50	238.80	795.60
46	2009	57.40	171.20	137.50	57.50	7.40	0.00	0.10	0.30	18.10	37.30	129.90	160.70	805.70
47	2010	189.00	195.80	109.50	73.40	12.00	0.00	0.40	0.00	0.00	25.00	70.00	171.00	845.90
48	2011	120.40	234.50	156.00	139.50	16.70	0.00	12.80	10.20	22.20	18.70	57.60	221.00	1021.60
49	2012	203.70	177.40	140.60	136.00	6.80	0.00	0.00	0.20	3.70	36.50	79.10	222.70	1005.30
50	2013	209.40	190.30	136.60	41.20	13.00	33.20	10.50	24.60	13.20	59.30	59.20	129.60	856.60
TOTAL		9262.1	7767.8	6975	3300.4	471	137.4	198.5	457.3	616.7	2316.4	3306.6	4318.4	41042.8
MEDIA		185.2420	155.7560	139.5003	66.0080	9.4200	2.7480	3.9700	9.1460	12.3340	46.3680	64.1700	126.3720	820.86
DES/STD		75.360	50.783	45.720	35.143	11.460	6.227	9.148	14.916	14.444	30.812	46.328	44.045	136.936
MAXIMA		483	302.7	295.4	146.1	48	30.3	53	74.5	62.9	127.8	164.2	238.8	1105.7
MINIMA		62	45.1	53.5	0.5	0	0	0	0	0	0	0	48	515.4





PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"



Cuadro III- 5: Precipitación Mensual de la Estación Chuquibambilla

PRECIPITACIONES TOTALES MENSUALES HISTÓRICAS CORREGIDAS EN (mm) - ESTACIÓN CHUQUIBAMBILLA

DEPARTAMENTO: PUNO
ESTACIÓN: CHUQUIBAMBILLA
CORRIGO: 114035

PROVINCIA: MELGAR
LATITUD: 14° 47' 16.46" S

DISTRITO: UMACHIRI
LONGITUD: 70° 43' 42.51" W
ALTITUD: 3918 msnm



INFORMACION PRECIPITACION TOTAL MENSUAL														
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEI	OCT	NOV	DIC	TOTAL	
1964	125.00	56.00	95.00	49.00	38.00	0.00	0.00	0.00	31.00	42.00	34.00	70.00	579.00	
1965	155.00	75.00	191.00	67.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	12.00	51.00	126.00	600.00	
1966	101.00	32.00	126.00	15.00	31.00	0.00	0.00	0.00	12.00	95.00	54.00	11.00	624.00	
1967	125.00	61.00	110.00	55.00	3.00	0.00	11.00	36.00	46.00	76.00	51.00	140.00	714.30	
1968	181.00	118.00	175.00	24.00	1.00	2.00	11.00	1.00	5.00	11.00	109.00	91.00	734.00	
1969	135.00	89.00	115.00	28.00	1.00	0.00	0.00	0.00	17.00	34.00	46.00	65.00	451.00	
1970	209.00	140.00	156.00	49.00	14.00	0.00	0.00	0.00	85.00	15.00	3.00	226.00	857.00	
1971	181.00	254.00	78.00	90.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.10	68.50	102.90	757.50	
1972	192.90	131.10	115.90	36.50	0.00	0.00	4.30	5.60	5.00	1.00	21.90	134.00	673.90	
1973	150.10	84.90	157.80	110.70	5.10	0.00	1.50	9.20	57.30	53.10	54.00	72.00	768.00	
1974	161.20	116.30	126.50	47.90	0.00	4.20	0.00	35.40	5.00	28.50	43.30	71.10	647.40	
1975	213.00	157.10	105.90	56.40	29.00	0.00	0.00	0.00	30.80	63.00	49.30	128.00	737.70	
1976	192.70	124.40	151.90	27.40	15.40	1.50	0.50	2.80	23.80	1.00	26.90	41.30	663.90	
1977	97.00	135.30	139.20	34.70	4.00	0.00	2.30	0.00	38.00	54.60	106.50	81.30	654.10	
1978	295.10	127.90	67.00	64.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.70	19.90	58.20	123.50	824.40	
1979	151.40	44.60	87.80	44.20	4.00	0.00	0.00	4.40	4.70	29.10	34.40	113.20	517.40	
1980	116.00	105.90	147.80	13.30	11.20	0.00	1.30	2.40	4.80	61.30	70.10	103.90	655.90	
1981	76.20	176.00	144.60	77.00	5.60	3.10	0.00	11.60	30.40	78.00	41.50	105.00	851.50	
1982	149.60	88.40	124.40	82.20	0.00	0.00	0.00	0.00	27.00	94.00	154.10	88.00	770.70	
1983	51.90	53.10	64.30	48.90	2.40	0.00	0.00	0.00	5.90	22.20	16.60	91.90	326.40	
1984	222.00	177.80	139.30	31.30	20.90	0.00	1.00	0.70	2.70	113.00	134.40	168.10	1038.50	
1985	26.50	158.40	90.30	121.30	20.70	25.90	0.00	0.00	65.20	26.10	180.10	179.40	847.70	
1986	98.90	112.90	133.20	89.60	12.90	0.00	1.30	8.10	35.50	2.70	60.10	144.30	654.30	
1987	113.70	75.10	72.30	32.00	1.10	1.40	7.30	0.90	3.20	9.30	58.60	79.30	412.90	
1988	201.80	75.60	131.40	71.30	16.90	0.00	0.00	0.00	11.60	26.70	4.90	92.40	651.40	
1989	196.90	80.60	93.70	111.10	3.30	1.00	0.70	40.10	30.50	51.50	44.20	71.50	707.50	
1990	171.50	99.40	158.60	49.00	0.60	48.10	0.00	0.20	9.80	108.70	51.30	76.40	825.60	
1991	199.50	57.90	121.20	30.10	28.80	35.10	0.00	0.00	1.00	40.50	25.70	57.50	614.00	
1992	186.00	21.00	80.30	36.90	0.00	0.00	2.40	41.50	0.00	57.20	59.40	95.40	622.60	
1993	85.40	29.00	191.40	48.40	0.00	16.00	0.00	28.60	9.30	94.10	152.00	95.70	847.90	
1994	211.30	133.60	138.90	57.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.50	43.00	76.30	120.60	717.60	
1995	119.70	117.50	121.00	16.80	2.10	0.00	0.00	0.00	2.50	27.00	56.70	123.80	687.10	
1996	161.60	111.90	95.50	60.90	2.40	0.00	0.00	0.00	5.60	5.60	33.30	104.30	617.70	
1997	205.10	193.70	203.30	55.80	4.00	0.00	0.00	16.50	31.00	35.40	111.60	121.70	966.10	
1998	128.70	133.90	190.10	49.00	0.00	2.00	0.00	2.00	8.80	21.60	107.30	50.40	665.30	
1999	111.10	138.60	142.50	142.80	12.70	0.00	1.40	1.70	18.50	62.50	33.70	94.10	776.80	
2000	179.80	159.40	121.70	14.40	17.30	6.30	7.00	3.90	5.90	96.00	7.80	137.50	781.90	
2001	246.50	178.60	126.90	25.10	19.30	1.20	4.70	7.30	10.60	40.40	18.20	69.90	679.10	
2002	156.60	174.00	105.30	114.70	29.20	2.00	13.50	13.60	22.00	94.20	122.50	127.20	955.20	
2003	138.70	143.80	213.20	86.40	4.30	3.30	0.00	12.60	23.50	18.70	38.60	94.40	774.30	
2004	219.60	137.00	95.70	42.60	1.10	7.00	3.30	18.00	63.20	14.50	38.30	147.30	715.10	
2005	88.10	213.70	97.30	39.00	0.00	0.00	0.00	2.90	0.00	119.20	73.70	88.30	728.40	
2006	193.90	150.70	140.00	25.50	0.00	3.30	0.00	3.00	5.60	48.00	90.80	173.40	799.30	
2007	128.70	78.50	130.60	81.90	3.60	0.00	4.60	0.00	22.10	21.10	67.20	72.90	621.30	
2008	154.30	92.30	48.40	2.70	2.70	1.00	0.00	2.50	0.00	34.80	46.00	236.10	624.40	
2009	115.20	87.20	140.80	66.70	0.00	0.00	0.00	0.00	14.40	19.10	34.80	131.10	657.80	
2010	185.70	112.40	137.10	75.30	15.20	0.00	0.00	0.00	0.00	18.40	50.20	102.80	704.60	
2011	122.50	160.10	123.00	72.50	13.50	3.60	13.90	5.80	37.20	31.00	0.00	158.70	763.10	
2012	175.60	146.10	152.10	67.40	0.00	0.00	0.00	0.00	10.70	23.60	88.90	174.60	857.20	
2013	201.50	171.10	132.90	59.40	3.60	16.20	6.70	7.40	5.30	57.30	44.60	214.70	906.50	
TOTAL	6028.8	5724.7	6796	3983.3	401.5	163.7	106.1	332.8	934.8	3276.4	3362.7	6418.2	34110	
MEIA	160.574	116.634	126.920	54.860	8.038	3.674	2.122	6.656	18.670	45.508	67.054	112.340	719.88	
DES. STD	45.561	45.545	34.797	31.222	1.877	1.540	3.449	11.062	15.386	31.545	28.627	42.377	150.013	
MAXIMA	295.7	213.7	213.2	142.9	38	48.1	12.9	41.5	85	138.3	167	236.1	1026.50	
MINIMA	51.2	29	48.4	2.9	0	0	1	0	0	1	0	41.3	356.41	





PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"



Cuadro III- 6: Precipitación Mensual de la Estación Santa Rosa

PRECIPITACIONES TOTALES MENSUALES HISTÓRICAS CORREGIDAS EN (mm) - ESTACIÓN SANTA ROSA

DEPARTAMENTO: PUNO
ESTACIÓN: SANTA ROSA
CÓDIGO: 114147

PROVINCIA: MELGAR
LATITUD: 14° 37' 41" S

DISTRITO: SANTA ROSA
LONGITUD: 71° 47' 34" W
ALTITUD: 3925 metros



INFORMACIÓN PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL														
Mto	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964	97.93	97.93	87.13	44.06	39.01	3.25	0.25	0.25	16.85	25.84	72.75	71.95	535.73
2	1965	156.56	177.47	218.47	29.74	0.75	0.25	0.25	0.25	26.37	15.83	25.83	138.43	743.17
3	1966	167.00	108.40	55.86	63.97	49.56	6.15	1.29	9.37	53.86	108.43	05.25	145.09	910.25
4	1967	82.37	104.98	124.10	28.27	13.56	0.47	18.62	24.66	25.85	33.73	27.04	137.67	641.58
5	1968	121.41	188.73	115.51	18.03	2.44	1.93	12.47	1.31	12.10	32.27	129.75	71.37	713.00
6	1969	273.24	73.44	131.43	88.13	0.25	0.25	13.77	3.37	23.53	113.74	56.36	65.36	844.33
7	1970	189.40	182.16	132.53	23.00	4.99	1.93	0.25	0.25	98.63	62.62	32.77	279.72	1039.45
8	1971	179.54	189.49	44.31	92.85	7.57	0.30	0.25	1.08	0.25	32.77	88.41	155.95	767.77
9	1972	261.36	129.83	124.10	45.75	7.19	0.25	0.25	16.40	15.16	31.24	64.37	138.83	855.62
10	1973	141.12	140.77	200.44	155.53	35.30	4.29	0.25	22.83	49.54	63.65	119.22	101.69	1006.71
11	1974	185.00	165.89	133.48	95.88	10.19	0.25	0.25	120.53	48.76	77.43	53.13	133.54	1012.28
12	1975	233.05	163.28	140.70	39.97	14.40	12.55	0.25	11.20	69.17	34.17	85.78	21.813	1032.48
13	1976	207.67	109.79	157.16	43.52	33.61	11.79	14.74	14.91	67.26	38.43	48.53	105.37	827.68
14	1977	236.10	217.75	156.82	23.33	3.62	0.25	4.97	0.25	50.72	72.79	209.96	175.40	1167.94
15	1978	130.51	213.08	149.47	43.87	2.44	0.67	0.25	1.09	43.26	16.17	199.5	160.00	991.12
16	1979	236.75	89.57	132.02	74.06	2.19	0.25	0.25	22.18	10.76	63.00	89.00	239.00	951.61
17	1980	142.00	178.00	144.00	9.00	4.00	3.00	3.00	23.00	23.00	162.00	122.00	117.00	1003.00
18	1981	197.00	182.00	159.00	108.00	1.00	8.00	0.00	5.00	34.00	31.00	40.00	181.00	988.00
19	1982	155.00	118.00	140.00	104.00	0.00	0.00	0.00	2.00	65.00	173.00	206.00	92.00	1075.00
20	1983	29.00	49.00	90.00	89.00	1.00	0.00	0.00	1.00	24.00	24.00	111.00	203.00	712.00
21	1984	235.00	157.00	160.00	34.00	13.00	0.00	0.00	3.00	14.00	79.00	251.00	133.00	1009.00
22	1985	104.00	147.00	208.00	145.00	24.00	8.00	0.00	2.00	59.00	87.00	191.00	176.00	1093.00
23	1986	181.00	49.00	96.00	132.00	11.00	0.00	0.00	5.00	40.00	7.00	100.00	262.00	655.00
24	1987	182.00	94.00	113.00	31.20	2.00	0.00	24.70	19.20	11.30	52.60	132.40	117.00	772.70
25	1988	197.00	122.00	175.30	128.00	5.00	4.00	8.00	2.00	42.00	48.00	55.00	238.00	1006.00
26	1989	236.00	81.00	64.00	93.00	13.00	3.00	0.40	43.10	43.40	54.40	5.35	111.30	789.90
27	1990	238.90	155.28	186.70	62.90	8.10	31.70	3.00	3.00	4.50	73.80	44.40	166.50	1019.20
28	1991	145.60	105.50	143.40	42.70	30.20	29.40	0.00	0.00	10.00	41.40	34.00	161.40	676.40
29	1992	109.90	60.90	26.50	4.00	3.00	0.50	0.00	25.40	8.50	39.30	93.75	97.10	440.50
30	1993	195.20	57.00	140.10	93.59	7.54	7.91	7.75	26.72	28.83	72.13	150.34	171.53	962.25
31	1994	262.21	174.4	188.31	74.81	13.00	2.00	0.00	3.70	4.24	37.31	42.30	179.40	1082.99
32	1995	127.30	148.20	159.30	76.50	6.20	0.00	0.00	3.00	50.90	84.80	144.60	106.30	854.30
33	1996	190.00	186.20	150.10	54.70	7.80	0.00	10.70	12.90	21.30	74.30	110.90	180.40	1005.40
34	1997	281.50	162.40	244.70	40.20	5.80	0.00	0.00	31.90	70.80	63.10	164.80	58.90	1233.30
35	1998	145.60	125.60	134.50	36.00	2.00	2.40	0.00	5.00	9.10	137.90	114.10	45.60	748.70
36	1999	156.50	144.85	274.20	65.20	10.30	0.00	0.00	3.00	56.90	54.70	16.40	96.20	858.70
37	2000	159.10	139.40	108.30	19.00	3.20	5.95	2.60	7.10	10.50	100.20	24.80	151.50	849.50
38	2001	242.50	163.70	125.30	25.90	34.90	0.00	8.60	5.20	10.50	31.90	25.90	54.80	744.20
39	2002	50.40	168.40	130.70	84.80	27.80	11.30	2.10	2.40	24.10	107.10	39.30	123.40	925.40
40	2003	155.70	147.70	156.30	37.70	10.40	2.20	0.01	10.80	14.50	24.04	26.10	112.86	738.44
41	2004	230.70	113.30	84.10	30.70	2.00	2.40	7.70	30.30	35.90	16.20	40.70	22.80	746.20
42	2005	71.20	222.20	112.20	35.80	2.00	0.00	2.40	10.80	7.00	67.00	24.80	105.42	694.74
43	2006	221.70	103.1	102.50	61.43	1.00	6.00	0.00	4.84	8.54	42.84	73.61	213.20	858.23
44	2007	104.12	134.60	227.20	65.81	7.51	1.75	3.00	3.00	41.52	58.72	31.38	84.43	712.53
45	2008	161.30	79.10	79.91	12.40	4.22	2.69	0.30	2.42	4.62	56.24	56.93	192.00	654.94
46	2009	120.21	125.90	77.40	78.41	2.21	0.00	1.21	0.01	13.30	56.00	126.10	36.20	671.95
47	2010	274.30	153.00	130.30	38.72	8.10	1.22	0.00	3.50	10.42	17.65	44.22	119.71	789.15
48	2011	106.10	228.25	176.75	54.70	12.10	3.40	6.40	1.21	47.80	41.11	46.50	139.40	847.33
49	2012	154.00	191.80	177.90	111.50	7.00	0.00	0.00	1.10	19.60	27.80	70.40	184.14	840.26
50	2013	212.40	141.00	118.20	31.00	7.60	9.00	1.80	6.40	7.60	63.70	73.70	140.50	810.00
TOTAL		8841.47	7943.23	6941.04	2752.73	508.48	169.11	205.54	512.48	1480.83	3070.13	4542.40	7048.57	43272.25
MEDIA		176.83	158.84	138.82	55.05	10.17	3.76	4.11	10.26	29.72	61.80	90.85	141.21	867.44
DES. STD		58.39	42.76	50.59	34.43	13.85	6.85	8.76	16.54	22.17	40.10	54.75	50.34	160.756
MAXIMA		280.50	217.74	274.00	155.53	49.74	31.70	51.80	102.53	98.83	182.00	251.00	275.72	1233.30
MINIMA		71.2	57	26.5	4	0	0	0	0	0.248714776	7.4	16.4	44.6	440.50

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CUPU



Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
ESPECIALISTA EN HIDROLOGÍA

BIMCASA INGENIEROS S.A.C.

Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO

ESTUDIO HIDROLÓGICO



PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"



Cuadro III- 7: Precipitación Mensual de la Estación Ayaviri

PRECIPITACIONES TOTALES MENSUALES HISTÓRICAS CORREGIDAS EN (mm) - ESTACIÓN SANTA ROSA

DEPARTAMENTO: PUNO
ESTACIÓN: SANTA ROSA
CODIGO: 11407

PROVINCIA: MELGAR
LATITUD: 14°37'41"S

DISTITO: SANTA ROSA
LONGITUD: 71°42'34"
ALTITUD: 3357 msnm



INFORMACIÓN PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL														
Nro	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964	92.93	92.93	81.13	44.03	39.01	0.75	0.25	0.25	76.85	55.86	72.59	21.95	535.73
2	1965	156.54	127.47	218.47	29.71	0.55	0.25	0.25	0.25	26.37	15.43	25.53	138.43	743.17
3	1966	169.40	138.43	55.86	60.91	49.46	6.15	1.09	7.52	55.86	108.43	108.43	146.09	910.25
4	1967	82.57	104.58	124.10	28.77	15.54	0.47	8.40	24.76	25.48	55.75	22.04	137.67	641.51
5	1968	121.41	188.73	115.51	10.03	2.44	1.93	2.47	1.51	17.10	32.27	120.75	712.7	713.00
6	1969	973.74	93.44	101.42	90.13	0.55	0.25	3.22	3.37	25.59	113.74	56.26	66.55	664.33
7	1970	189.43	152.16	132.53	23.00	6.39	1.93	0.25	0.25	90.83	52.82	32.77	279.72	1030.45
8	1971	179.54	189.49	44.31	97.85	7.57	0.53	0.25	1.09	0.25	32.77	68.41	155.95	767.77
9	1972	161.36	129.83	124.10	45.75	2.19	0.25	0.25	14.40	15.16	21.34	61.37	135.83	825.82
10	1973	141.12	140.74	200.44	153.53	35.48	4.29	0.25	22.83	40.54	66.63	119.22	10.49	1036.71
11	1974	181.00	163.89	138.46	95.83	10.19	0.25	0.25	102.53	46.76	77.43	63.10	133.54	1012.28
12	1975	233.75	163.28	140.70	29.91	14.40	10.55	0.25	11.59	40.17	34.17	66.38	214.13	1333.68
13	1976	201.47	102.79	102.16	40.52	38.47	31.79	4.74	14.71	62.26	38.43	48.53	105.22	627.66
14	1977	230.10	257.76	138.82	25.33	5.72	0.25	4.97	0.25	30.72	72.79	209.76	175.42	1147.98
15	1978	130.51	214.08	149.47	43.81	2.44	0.67	0.25	1.09	45.74	16.17	199.51	188.90	991.18
16	1979	336.25	82.57	102.02	74.06	2.19	0.75	0.25	22.6	10.78	63.00	89.08	239.00	951.51
17	1980	42.00	176.00	144.00	9.00	0.00	2.00	31.00	23.00	23.00	132.00	122.00	111.00	1002.00
18	1981	97.00	182.00	159.00	108.00	1.00	4.00	0.00	5.00	54.00	33.00	46.00	18.00	968.00
19	1982	156.00	118.00	140.00	104.00	0.00	0.00	0.00	2.00	65.00	175.00	206.00	93.00	1076.00
20	1983	99.00	89.00	90.00	89.00	0.00	0.00	0.00	1.00	24.00	36.00	111.00	90.00	712.00
21	1984	359.00	161.00	140.00	34.00	13.00	0.00	0.00	3.00	16.00	79.00	251.00	132.00	1079.00
22	1985	108.00	147.00	208.00	145.00	24.00	8.00	0.00	2.00	39.00	57.00	191.00	114.00	1093.00
23	1986	181.00	87.00	86.00	159.00	11.00	0.00	0.00	5.00	40.00	7.00	100.00	205.00	855.00
24	1987	185.80	94.00	115.90	39.20	2.00	0.00	24.70	19.30	11.90	30.60	132.40	117.00	792.70
25	1988	97.00	122.00	175.00	108.00	5.00	4.00	0.00	2.00	42.00	48.00	55.00	228.00	1086.00
26	1989	220.00	81.00	64.00	93.00	13.20	3.00	0.40	43.10	43.40	54.40	57.30	17.30	789.70
27	1990	238.50	195.20	186.70	62.91	8.10	31.70	3.00	3.00	4.90	71.80	44.40	144.50	1019.20
28	1991	147.40	106.50	143.40	42.72	30.30	29.40	0.00	0.00	10.90	62.40	26.00	107.10	694.40
29	1992	109.80	68.30	26.70	4.00	0.00	0.10	0.00	23.40	8.30	38.30	91.70	87.10	460.50
30	1993	199.00	57.00	140.10	75.53	7.54	7.90	7.25	29.72	28.83	12.13	150.54	171.53	962.25
31	1994	263.21	174.41	180.31	74.81	13.20	2.00	0.00	3.70	4.54	37.31	92.30	176.40	1032.19
32	1995	121.80	148.20	159.90	28.50	4.20	0.00	0.00	30.20	84.80	144.60	104.20	856.30	856.30
33	1996	190.00	188.20	190.10	56.75	9.80	0.00	10.70	12.90	27.20	74.50	10.30	186.40	1005.40
34	1997	290.50	162.60	244.90	60.27	5.80	0.00	0.00	21.90	39.90	62.10	164.60	158.90	1333.20
35	1998	145.60	125.60	134.60	58.00	0.00	2.60	6.00	5.00	9.10	127.50	114.70	44.60	768.70
36	1999	184.50	164.80	276.00	45.20	10.30	0.00	0.00	0.00	29.60	34.70	14.40	98.20	830.70
37	2000	187.10	195.60	108.00	19.00	3.00	5.90	2.80	7.10	10.30	188.20	24.90	15.50	839.50
38	2001	242.80	163.70	123.90	28.92	34.70	0.00	8.80	5.20	15.90	37.90	25.70	36.00	746.20
39	2002	124.40	186.00	180.90	84.80	27.80	11.30	12.10	2.40	24.10	129.10	89.30	122.60	935.40
40	2003	165.10	147.20	166.30	37.72	18.40	2.90	0.00	11.80	14.60	24.00	24.10	175.26	728.40
41	2004	220.70	113.30	84.10	50.72	0.00	2.60	2.20	20.20	35.60	15.20	80.70	123.80	748.20
42	2005	71.20	200.50	112.00	35.80	0.00	0.00	2.40	10.80	2.02	67.00	84.80	108.42	694.14
43	2006	227.10	102.11	162.30	41.63	1.00	8.00	0.02	6.84	8.36	42.84	73.47	275.20	890.37
44	2007	101.12	104.60	227.20	45.81	9.51	1.20	3.00	0.00	47.42	53.70	81.23	84.43	773.52
45	2008	161.20	79.10	79.91	12.40	4.22	2.62	0.00	2.42	4.82	99.04	56.73	192.00	654.96
46	2009	120.21	133.90	72.40	25.41	2.21	0.00	1.1	10.71	13.30	35.00	126.10	136.20	671.95
47	2010	274.80	190.00	132.00	28.72	8.10	7.22	0.00	0.80	10.42	17.65	44.23	118.71	785.15
48	2011	109.10	205.20	176.70	54.72	12.70	3.60	6.40	7.21	47.80	41.11	46.80	138.60	847.32
49	2012	194.00	191.80	177.90	111.20	0.00	0.00	0.00	1.10	19.61	27.80	70.40	126.74	940.25
50	2013	212.40	141.00	118.00	31.00	7.50	9.00	1.80	6.40	7.60	63.20	73.20	146.50	820.80
TOTAL		8841.47	7542.23	6911.04	2952.73	538.48	189.11	305.54	612.48	1485.82	3090.13	4542.40	7040.57	43372.35
MEDIA		176.83	150.84	138.22	59.05	10.77	3.78	6.11	12.24	29.72	61.81	90.85	141.21	867.44
DESVI STD		65.30	42.70	58.59	36.43	11.89	6.55	8.76	18.56	23.17	40.16	54.75	90.34	140.750
MAXIMA		280.90	247.76	276.08	165.53	49.76	31.70	31.09	102.53	98.83	182.00	251.00	279.72	1233.30
MINIMA		71.2	57	26.9	4	0	0	0	0	0.248714376	7.5	16.4	44.4	469.57

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CUPU



Ing. Henry Calcina Umoriente
CIP 335695
ESPECIALISTA EN HIDROLOGÍA

BIMCASA INGENIEROS S.A.C.

ESTUDIO HIDROLÓGICO

Ing. Henry Calcina Umoriente
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO

Página | 44



PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"



Cuadro III- 8: Precipitación Mensual de la Estación Ayaviri

PRECIPITACIONES TOTALES MENSUALES HISTÓRICAS CORREGIDAS EN (mm) - ESTACIÓN AYAVIRI

DEPARTAMENTO: PUNO
ESTACIÓN: AYAVIRI
CODIGO: 110038

PROVINCIA: MELGAR
LATITUD: 14°32' 13" S

DISTRITO: AYAVIRI
LONGITUD: 73°33' 29" W
ALTITUD: 2941 msnm



INFORMACIÓN PRECIPITACION TOTAL MENSUAL														
Nº	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964	49.00	60.40	109.00	63.00	7.00	0.00	0.00	1.00	15.50	25.50	51.50	55.50	476.00
2	1965	59.40	89.00	192.60	22.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	11.30	69.00	168.00	713.80
3	1966	38.00	84.00	78.00	14.00	21.50	0.00	0.00	0.00	5.00	73.50	65.00	86.00	483.00
4	1967	75.00	104.00	85.50	32.50	9.20	0.00	18.00	14.10	32.50	122.90	35.50	145.00	654.20
5	1968	79.70	170.70	105.50	6.50	1.30	0.00	10.50	5.00	24.80	21.30	100.50	58.80	446.00
6	1969	23.10	135.60	45.10	38.60	0.00	1.00	5.00	0.70	0.00	39.70	56.30	47.10	463.20
7	1970	30.70	63.70	101.40	51.20	27.50	0.00	0.00	0.00	41.30	41.00	20.30	142.90	631.10
8	1971	76.60	271.50	13.90	56.90	0.00	0.00	0.00	3.10	0.00	24.00	76.80	107.50	532.40
9	1972	86.20	138.50	83.40	34.20	1.20	0.00	8.00	8.60	17.30	22.70	34.80	130.80	631.80
10	1973	201.40	150.50	134.00	76.60	15.20	0.00	5.30	2.00	72.60	63.70	57.00	87.80	868.10
11	1974	78.60	263.50	67.00	42.60	7.30	7.00	3.00	43.50	5.40	34.20	42.50	93.90	788.90
12	1975	33.10	187.40	104.80	37.30	4.10	0.00	0.00	0.00	4.90	87.70	73.40	175.30	804.90
13	1976	75.30	103.20	54.30	39.10	1.80	0.00	0.00	0.00	90.40	3.70	0.00	33.70	374.60
14	1977	17.20	87.60	57.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	2.60	32.30	148.60	387.10
15	1978	226.10	192.80	75.20	0.00	1.10	0.00	0.00	0.00	24.00	23.90	145.50	152.20	845.00
16	1979	84.30	56.90	101.00	44.30	4.00	0.00	0.00	3.00	4.00	58.00	89.00	93.00	638.50
17	1980	23.00	81.00	112.00	53.00	46.20	0.00	6.00	24.00	1.00	80.00	73.00	61.50	590.00
18	1981	174.00	159.00	109.00	54.00	0.00	1.00	7.00	7.80	31.00	30.60	66.00	120.00	732.40
19	1982	149.60	23.30	163.00	73.90	0.00	1.00	2.00	39.30	32.00	17.90	211.30	57.10	871.80
20	1983	43.00	53.70	68.80	53.50	0.40	2.10	2.00	0.00	7.00	17.40	63.40	79.30	378.10
21	1984	268.10	162.10	152.10	71.00	16.40	3.40	0.00	18.80	0.00	123.00	106.00	179.00	1010.10
22	1985	36.00	149.90	190.10	158.10	8.20	40.50	0.00	0.00	24.00	27.00	108.20	132.00	973.10
23	1986	83.00	172.00	129.70	110.40	16.50	0.00	0.00	2.30	24.00	4.40	38.90	155.10	874.90
24	1987	82.20	73.10	58.10	41.30	4.70	4.00	20.40	3.30	2.00	30.50	72.80	74.90	555.10
25	1988	158.90	87.30	157.10	75.60	13.70	0.00	0.00	0.00	15.60	46.70	2.50	91.80	652.30
26	1989	38.30	75.70	99.00	56.20	3.70	3.90	2.10	31.60	22.80	47.60	37.00	76.40	611.70
27	1990	90.20	111.10	38.60	32.40	3.80	30.50	2.00	3.50	15.00	87.10	7.70	81.90	658.80
28	1991	162.30	95.00	109.80	27.60	29.60	30.80	2.40	2.90	13.60	51.10	35.30	95.40	649.00
29	1992	109.80	25.50	45.30	27.40	0.00	10.20	2.00	49.00	1.10	34.60	67.00	42.80	481.50
30	1993	303.40	68.00	120.00	26.80	0.30	10.80	7.00	23.10	40.00	84.10	173.00	78.80	835.80
31	1994	113.00	81.00	144.80	69.90	4.70	0.00	0.00	7.50	4.10	86.70	65.50	79.00	673.10
32	1995	96.30	98.40	132.50	44.90	0.50	0.00	0.00	0.00	5.10	15.10	70.50	104.10	557.40
33	1996	187.60	173.60	61.00	19.20	6.30	0.00	0.00	4.10	0.30	24.50	67.10	101.00	538.20
34	1997	139.00	194.70	174.00	9.40	1.40	0.00	0.00	14.70	23.00	35.00	122.20	101.10	823.70
35	1998	104.30	93.10	115.20	26.60	0.00	0.00	0.00	1.90	0.50	55.50	94.90	66.00	539.70
36	1999	92.80	156.30	129.70	111.80	7.00	0.00	0.00	0.00	22.80	48.20	37.80	54.90	619.40
37	2000	135.00	224.80	108.80	5.90	4.20	1.40	4.10	7.10	2.50	119.80	8.60	74.90	712.70
38	2001	228.10	111.20	96.90	30.00	29.70	2.90	1.30	10.80	11.30	34.20	21.40	120.00	694.20
39	2002	162.60	191.40	48.00	69.00	21.60	5.30	12.40	11.20	21.30	106.30	87.90	91.90	840.30
40	2003	201.00	98.70	163.70	41.70	9.60	4.80	0.00	10.30	15.10	29.20	25.30	130.60	734.70
41	2004	260.60	151.40	86.50	43.20	3.90	0.80	4.30	15.10	50.90	24.30	68.70	155.00	858.10
42	2005	70.60	224.90	130.20	26.30	0.30	0.00	0.00	4.50	4.80	94.80	83.00	67.00	736.40
43	2006	172.30	65.90	105.00	44.50	0.00	0.60	0.00	2.10	28.70	79.90	75.50	142.30	701.30
44	2007	110.80	77.80	162.40	61.30	11.20	0.00	0.00	0.60	23.70	18.30	68.80	110.10	654.30
45	2008	172.70	171.60	58.30	8.90	1.80	0.90	0.00	0.40	1.90	43.00	44.80	177.90	631.40
46	2009	91.60	123.90	89.60	49.70	4.80	0.00	0.90	0.20	25.30	32.00	94.40	718.70	622.30
47	2010	192.30	125.20	87.80	67.20	16.20	0.00	0.60	0.60	0.40	26.10	30.30	69.80	619.20
48	2011	71.60	164.10	132.70	66.20	12.60	1.40	7.50	2.10	10.80	31.10	96.00	145.30	739.80
49	2012	142.80	139.50	149.40	75.90	7.80	0.00	2.50	0.00	28.00	20.70	50.70	186.30	814.00
50	2013	160.00	123.00	75.00	58.00	21.00	15.00	2.00	7.00	1.00	31.00	51.00	180.00	725.00
TOTAL		7118.9	6136.5	6276.8	2340.8	403.2	167.3	102.2	756.9	2291.4	4582.0	4582.0	5377.3	33655.9
MEDIA		142.3780	122.7300	105.5360	46.8160	8.0640	3.3440	2.0440	15.1380	45.8200	91.6400	91.6400	107.5460	674.42
DESVI. STD		56.008	52.717	42.289	20.736	9.648	8.961	4.506	11.688	16.130	31.168	40.206	42.372	147.575
MAXIMA		240.6	265.6	192.6	158.1	46	43.5	20.4	45	72.6	119.8	211.5	167	1010.10
MINIMA		17.2	23.8	13.9	0	0	0	0	0	0	2.6	0	35.7	374.50

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CUPU



Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335695

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

ESTUDIO HIDROLÓGICO

Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO

Página | 45



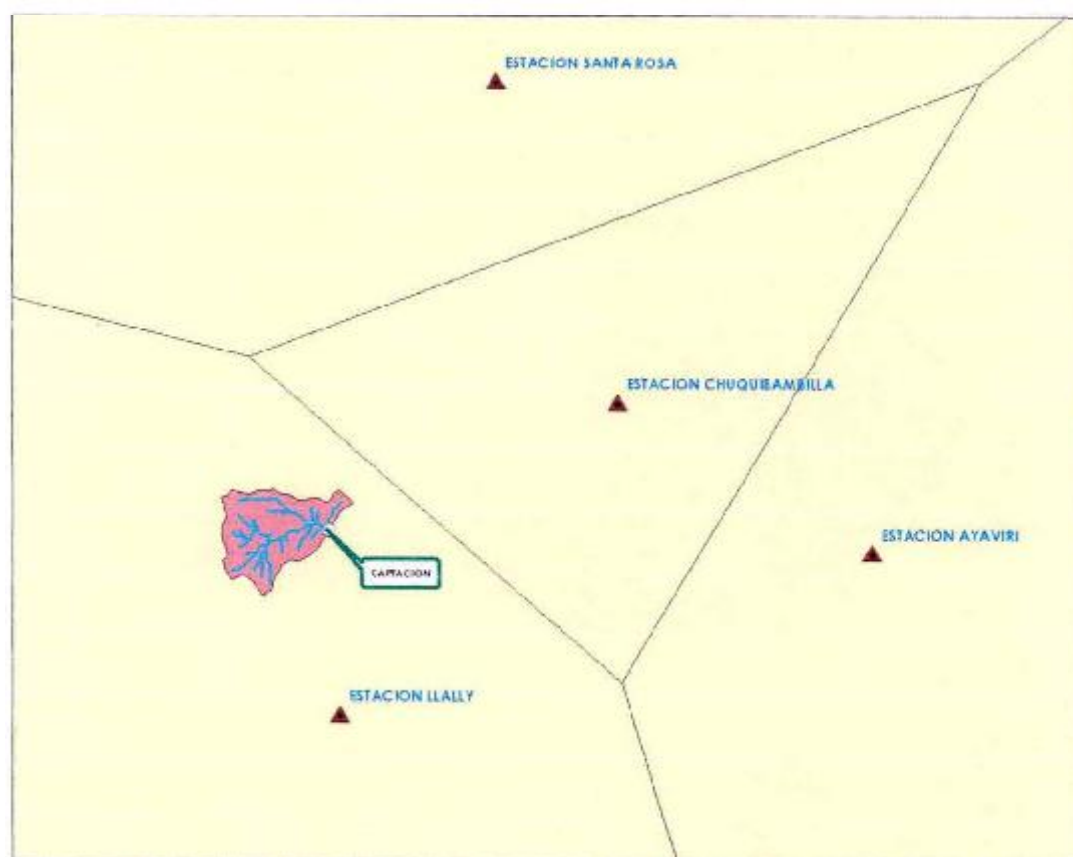
4. OFERTA HIDRICA

4.1 PRECIPITACIÓN AREAL MEDIA MENSUAL DE LA MICROCUENCA DEL RÍO PUMARIMAYO DEL SECTOR ACOYO FRONTIS



Para la determinación de la precipitación media en la Microcuenca del río Cupimayo, se ha utilizado el método de polígono de Thiessen implementado en el software Arcgis, para identificar la influencia de las estaciones analizadas como se muestra en la Figura IV-1, del cual se puede indicar que la estación Llally, Santa Rosa, Chuquibambilla y Ayaviri cubren el área de intervención de la sub cuenca del río Rio Pumarimayo

Figura IV- 1: Polígono de Thiessen en la Microcuenca Pumarimayo



A partir de la Figura IV-1, y con ayuda de los computadores se calculan las áreas de influencia de cada una de las estaciones para la cuenca y sub cuencas en estudio, a partir del cual se obtienen la precipitación areal en la Cuenca Pumarimayo y en las sub cuencas de los puntos de interés(captaciones), ver Cuadro IV-1.

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO





PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU – PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"



Cuadro IV- 1: Precipitación media (areal) Microcuenca Sector Acoyo Frontis

INFORMACION PRECIPITACION MEDIAS														
Nro	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
TOTAL		9242.10	7787.50	6975.00	3900.50	471.00	132.40	198.50	457.30	916.70	2315.40	3208.50	6318.60	41043.00
MEDIA		185.24	155.76	139.50	78.01	9.42	2.65	3.97	9.15	18.33	46.31	64.17	126.37	820.38
MAXIMA		433.00	302.70	298.40	146.10	48.00	30.30	53.00	96.50	62.90	127.80	164.20	238.80	1106.70
MINIMA		62.00	45.10	53.50	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	48.00	515.40

4.2 DETERMINACIÓN DE LA OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL

4.2.1. Punto de Interés

Con la finalidad de determinar la oferta hídrica, en el Cuadro IV-2, se muestran los puntos de interés en los cuales se generarán la oferta hídrica y posteriormente la disponibilidad hídrica.

Cuadro IV- 2: Punto de Interés, Según su denominación

PUNTO E CAPTACION DEL SECTOR ACOYO FRONTIS			
PUNTO DE CAPTACION	WGS 84 (UTM) / ZONA:19 / E: 297478.00 / N: 8356911.00	FUENTE DE AGUA	Superficial, Rio Pumarimayo

4.2.2. Modelo Determinístico – Estocástico Lutz Scholz

(LUTZ SCHOLZ, 1980). "Este modelo hidrológico, es combinado por que cuenta con una estructura determinística para el cálculo de los caudales mensuales para el año promedio (Balance Hídrico – Modelo determinístico); y una estructura estocástica para la generación de series extendidas de caudales (Proceso Markoviano – Modelo Estocástico)."

La generación de caudales comprende

Ecuación fundamental que describe el balance hídrico mensual en mm/mes son las siguiente:

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO





a. Balance Hídrico

Ecuación fundamental que describe el balance hídrico mensual en mm/mes son las siguiente:

$$CM_i = P_i - D_i + G_i - A_i$$

Ecuación IV-1



Dónde:

- CM_i = Caudal mensual (mm/mes)
- P_i = precipitación mensual sobre la cuenca (mm/mes)
- D_i = Déficit de escurrimiento (mm/mes)
- G_i = Gasto de la retención de la cuenca (mm/mes)
- A_i = Abastecimiento de la retención (mm/mes)

b. Coeficiente de Escurrimiento (c).

Para el cálculo del coeficiente d escurrimiento; se tiene el método que ha sido presentado por L- Turc

$$CM_i = \frac{P - D}{P}$$

Ecuación IV-2

Dónde:

- C = Coeficiente de escurrimiento (mm/año)
- P = Precipitación total anual (mm/año)
- D = Déficit de escurrimiento (mm/año)

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO





PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU – PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"



Cuadro IV- 3: Coeficiente de Escurrimiento

FORMULA	DESCRIPCION	DATO	VALOR
METODOD DE LA MISION ALEMANA			
$C = 3.16 \times 10^{12} \cdot P P m^{-0.571} \cdot E T P^{-3.686}$	Presipitacion Media Anual de la Cuenca	PPm	820.876
	Evapotranspiracion Potencial Anual	ETP	1093.48
	Coeficiente de Escorrentia	C	0.43
METODOD DE L - TURC			
$L = 300 + 25 \cdot T m + 0.05 \cdot T m^3$	Presipitacion Media Anual de la Cuenca	PPm	820.876
	Temperatura Media Anual	Tm	8.84
	Coeficiente de Temperatura	L	555.42
$D = P P m \cdot \frac{1}{\left(0.9 + \frac{P P m^2}{L^2}\right)^{\left(\frac{1}{2}\right)}}$	Deficis de Escurrimiento	D	467.41
$C = \frac{P P m - D}{P P m}$	Coeficiente de Escorrentia	C	0.43

b. Evapotranspiración Potencial

(Vásquez, 2000). "La evapotranspiración potencial, es uno de los factores determinantes para la evaluación de la demanda de agua, el cual constituye como resultado del efecto combinado de la evaporación del agua del suelo y la transpiración de la planta en el pleno proceso de crecimiento."

c. Precipitación Efectiva

Para el cálculo de la precipitación efectiva, se supone que los caudales promedios observados pertenezcan a un estado de equilibrio entre gasto y abastecimiento de la retención, de la cuenca respectiva. La precipitación efectiva se calculó para el coeficiente de escurrimiento promedio, de tal forma que la relación entre precipitación efectiva y precipitación total resulta igual al coeficiente de escorrentía. Para este cálculo se adoptó el método del United States Bureau of Reclamación (USBR) para la determinación de la porción de lluvias que es aprovechado para cultivos.

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

Ecuación IV-3

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

[Signature]
Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO





Dónde:

PE = Precipitación Efectiva (mm/mes)
P = Precipitación total mensual (mm/mes)
 α_i = Coeficiente del polinomio



Cuadro IV- 4: Coeficiente para el cálculo de Precipitación Efectiva

COEF.	CURVA I	CURVA II	CURVA III
α^0	-0.047000	-0.106500	-0.417700
α^1	0.009400	0.147700	0.379500
α^2	-0.000500	-0.002900	-0.010100
α^3	0.000020	0.000050	0.000200
α^4	5.00E-08	2.00E-07	9.00E-07
α^5	2.00E-10	2.00E-10	1.00E-09

d. Retención de la Cuenca

Bajo la suposición de que exista un equilibrio entre el gasto y el abastecimiento de la reserva de la cuenca y además que el caudal total sea igual a la precipitación efectiva anual, la construcción de la reserva hídrica al caudal se puede según las fórmulas:

$$R_t = CM_t - P_t$$

Ecuación IV-4

$$CM_t = PE_t + G_t - A_t$$

Ecuación IV-5

Dónde:

CM = Caudal mensual (mm/mes)
PE_i = Precipitación Efectiva Mensual (mm/mes)
R_i = Retención de la cuenca (mm/mes)

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO





G_i	=	Gasto de la retención (mm/mes)
A_i	=	Abatimiento de la retención (mm/mes)
R_i	=	G_i para valores mayores que cero (mm/mes)
R_i	=	A_i para valores menor que cero (mm/mes)



e. Relación entre Descargas y Retenciones

Durante la estación seca, el gasto de la retención alimenta los ríos constituyendo el caudal o descarga básica. La reserva o retención de la cuenca se agota al final de la estación seca; durante esta estación la descarga se puede calcular en base a la ecuación:

$$Q_t = Q_0 * e^{-at}$$

Ecuación IV-6

Dónde:

Q_t	=	Descarga en el tiempo t
Q_0	=	Descarga inicial
a	=	Coefficiente de agotamiento
t	=	tiempo

f. Coeficiente de agotamiento

Para el cálculo del coeficiente de agotamiento se empleó la ecuación de función logarítmica y del área:

- Para agotamiento rápido

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

Ecuación IV-7

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

- Para agotamiento mediano

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

Ecuación IV-8

Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335895
JEFE DE PROYECTO





- Para agotamiento reducido

$$a = -0.00252 * (LnAR) + 0.023$$

Ecuación IV-9

Dónde:

a = Coeficiente de agotamiento por día

AR = Área de la cuenca km²



g. Almacenamiento Hídrico

Tres tipos de almacenamiento de hídrico natural que incide en la retención de la cuenca son considerados:

➤ Acuífero:

$$L_A = -750 * (I) + 315 \quad (mm/año)$$

Ecuación IV-10

Dónde:

L_A = Lamina específica del acuífero

I = Pendiente de desagüe I<=15%

➤ Lagunas y Pantanos:

$$L_L = 500 \quad (mm/año)$$

Ecuación IV-11

Dónde:

LL = Lamina específica de lagunas y pantanos

➤ Lagunas y Pantanos:

$$L_N = 500 \quad (mm/año)$$

Ecuación IV-12

Dónde:

LN = Lamina específica de nevados

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umoriente
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO





h. Gasto de la Retención

La contribución mensual de la retención durante la estación seca se puede determinar experimentando en base a datos históricos de la cuenca en estudios por siguiente expresión:

$$G_i = \left[b_i / \sum_{i=1}^m b_i \right] R$$

Ecuación IV-13



Dónde:

- b_i = Esta relación entre el caudal del mes actual y anterior
- $\sum_{i=1}^m b_i$ = Sumatoria de la relación entre el caudal del mes i y el caudal inicial
- G_i = Es el gasto mensual de la retención (mm/mes)
- R = Retención de la cuenca (mm/mes)

Pero el coeficiente del gasto de la retención se calcula de la siguiente manera

$$b_i = e^{-at}$$

Ecuación IV-14

Dónde:

- b_i = Esta relación entre el caudal del mes actual y anterior $\times$ coeficiente del gasto de la retención)
- a = Coeficiente de agotamiento
- i = Número de días del mes, es acumulativo para los meses siguientes

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO





i. Retención

Se utiliza como referencia los valores de la tabla 3 para estimar la cuota del almacenamiento mensual de la zona de interés

$$G_i = \left[r_i / \sum r_i \right] A$$

Ecuación IV-15



Dónde:

- R_i = Proporción del agua de lluvia que entra en el almacén hídrico para el mes (i)
- A = Almacenamiento Hídrico
- r = Almacenamiento Hídrico (mm/año)
- r_i = Almacenamiento Hídrico durante la época de lluvias (r%)

j. Abastecimiento de la Retención

Es el volumen de agua que retiene la cuenca durante la época de lluvias, almacenamiento naturalmente en acuíferos durante la estación lluviosa es uniforme par cuencas ubicadas en la misma región climática.

Cuadro IV- 5: Almacenamiento hídrico durante las épocas de lluvias (valores en %)

REGION	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
CUSCO	0	5	35	40	20	0
HUANCAVELICA	10	0	35	30	20	5
JUNIN	10	0	25	30	30	5
CAJAMARCA	25	-5	0	20	25	35

Parámetros de calibración Para la Sierra Peruana - LUTZ SCHOLZ

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO





**PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE
RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU -
PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"**



Cálculo del abastecimiento o la alimentación de la retención con la siguiente expresión:

$$A_i = a_i R$$

Ecuación IV-16

$$a_i = \frac{PE_i}{PE_t}$$

Ecuación IV-17



Donde:

A_i	=	Abastecimiento del mes i
a_i	=	Coefficientes de abastecimiento
R	=	Retención de la Microcuenca
i	=	mes del año, de 1 a 12
PE_i	=	Precipitación efectiva del mes i
PE_t	=	Precipitación efectiva total de la Microcuenca

k. Generación de Caudales Para Periodos Extendidos

Generación de caudales mensuales (CMI) para el año promedio con la ecuación siguiente:

$$M_t = PE_t + G_t - A_t$$

Ecuación IV-18

De la ecuación anterior se efectúa la regresión múltiple entre el caudal del mes t, el caudal del mes anterior (t-1) y la precipitación efectiva del mes t, determinándose los coeficientes de regresión, el error estándar y el coeficiente de correlación.

Se calcula la precipitación efectiva mensual de todo el registro.

Se generan los números aleatorios con distribución normal con media cero y varianza igual a 1.

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

[Signature]
Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO





PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"



$$Q_t = b_1 + b_2 Q_{t-1} + b_3 P E_t + S(1 - R^2)^{1/2} Z_t$$

Ecuación IV-19

Donde:

- Q_t = Caudal generado del año t
 Q_{t-1} = Último Caudal del año $(t-1)$
 PE_t = Precipitación efectiva del año t
 S = Error estándar de la regresión múltiple
 r = Coeficiente de correlación múltiple
 Z = Número aleatorio normalmente distribuido $(0,1)$, del año t
 b_1, b_2 y b_3 = Coeficientes de regresión lineal m



4.2.3. Aplicación del método

En los Cuadros IV-6, se presenta los promedios multianuales de las series de caudales medios mensuales generadas en m³/s, para el punto de interés, las series de caudales medios mensuales y en los Cuadros del IV-7, se presentan los volúmenes disponibles a diferentes niveles de persistencia en (m³/s), y el desarrollo se presentan en el Anexo E.

Cuadro IV- 6: Caudales Medios Mensuales Generadas – Sector Acoyo Frontis

CAUDAL MEDIO MENSUALES GENERADO EN (m ³ /s)														
Nro	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
TOTAL		45.17	41.81	25.94	12.02	5.89	4.42	4.57	4.36	5.34	4.81	9.55	24.57	190.47
MEDIA		0.90	0.84	0.52	0.24	0.12	0.09	0.09	0.09	0.11	0.14	0.19	0.49	3.81
DESV STD		0.32	0.31	0.12	0.07	0.03	0.03	0.03	0.04	0.08	0.04	0.07	0.14	0.56
MAXIMA		1.94	1.39	0.92	0.35	0.30	0.15	0.15	0.16	0.18	0.27	0.38	0.84	4.97
MINIMA		0.39	0.25	0.24	0.06	0.05	0.03	0.01	0.00	0.02	0.05	0.05	0.27	2.47

Cuadro IV- 7: Volúmenes a diferentes niveles de persistencia – Sector Acoyo Frontis (m³/s)

CAUDAL MEDIO MENSUALES GENERADO EN (m ³ /s)														
Nro	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
TOTAL		45.17	41.81	25.94	12.02	5.89	4.42	4.57	4.36	5.34	4.81	9.55	24.57	190.47
MEDIA		0.90	0.84	0.52	0.24	0.12	0.09	0.09	0.09	0.11	0.14	0.19	0.49	3.81
DESV STD		0.32	0.31	0.12	0.07	0.03	0.03	0.03	0.04	0.08	0.04	0.07	0.14	0.56
MAXIMA		1.94	1.39	0.92	0.35	0.30	0.15	0.15	0.16	0.18	0.27	0.38	0.84	4.97
MINIMA		0.39	0.25	0.24	0.06	0.05	0.03	0.01	0.00	0.02	0.05	0.05	0.27	2.47

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO
ESTUDIO HIDROLÓGICO

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CUPU



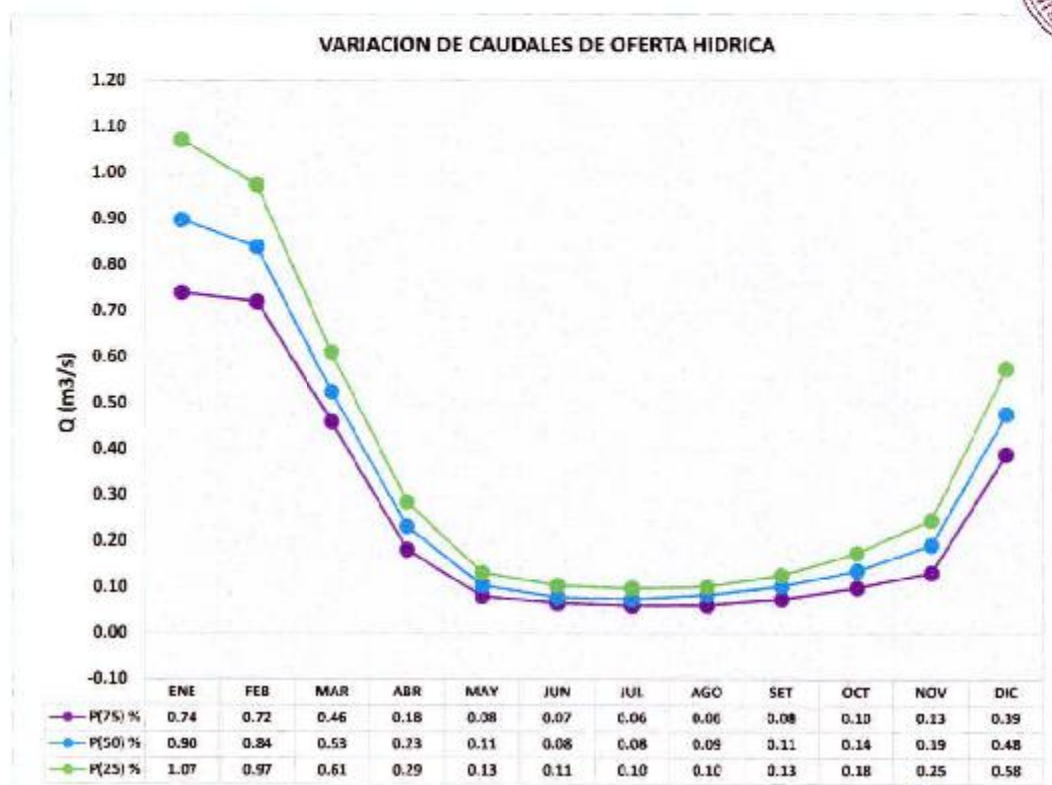
Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335695
ESPECIALISTA EN HIDROLOGÍA



PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"



Figura IV- 2: Variación de caudales de la oferta hídrica en la captación Sector Acoyo Frontis a distintos niveles de persistencia en (m³/s).



BIMCASA INGENIEROS S.A.C.

Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO

4.2.4. Licencia y usos de agua

El presente proyecto pretende realizar el uso del recurso hídrico ya acreditado por la Autoridad Nacional del Agua, en el Cuadro IV- 8, se presenta el resumen de las licencias de uso de agua, con sus respectivos volúmenes asignados. Las Resoluciones se adjuntan en el ANEXO E.

Cuadro IV- 8: Resolución Administrativa de Licencia de uso de Agua

DESCRIPCION	UNID	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Caudal	m ³ /mes	0.00	0.00	0.00	0.00	84,452.00	70,444.00	74,180.30	89,587.00	98,500.00	102,707.80	89,706.00	38,436.00
Número de días al mes	días	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
Caudal	l/s	0.00	0.00	0.00	0.00	31.33	27.18	27.70	33.43	38.30	36.16	34.61	13.60
PUNTO E CAPTACION DEL SECTOR ACOYO FRONTIS													
PUNTO DE CAPTACION	WGS 84 (UTM) / ZONA: 19 / E: 257478.00 / N: 8356911.00					FUENTE DE AGUA			Superficial, Rio Pumamatzo				

Fuente: Resolución Administrativa N°0125-2021-ANA-AAA-TIT-ALA-RM

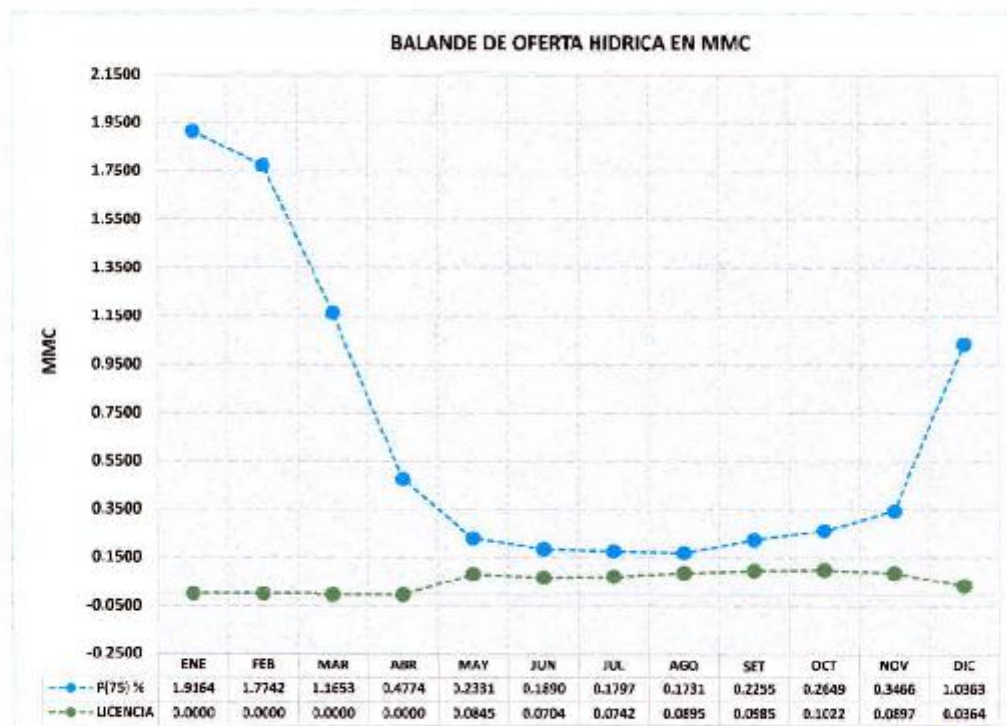




4.2.5. Balance entre los Volumen de Oferta de Agua al 75% de Persistencia y

Licencia de uso de Agua

Figura IV- 3: Balance de oferta entre licencia de agua vs volúmenes generados al 75% de persistencia – Sector Acoyo Frontis



4.3 ANÁLISIS DE MÁXIMAS AVENIDAS

BIMCASA INGENIEROS S.A.C.

Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO

En este capítulo se desarrolla el cálculo Análisis de Máximas Avenidas, cuya finalidad es la de determinar los caudales máximos de diseños para diferentes periodos de retorno, estimaciones muy importantes para dimensionar las estructuras hidráulicas.

No disponiéndose de información sobre eventos extremos máximos (ya sea precipitación o caudales) en el ámbito de estudio, para este análisis de máximas avenidas se utilizó información de precipitación máxima en 24 horas, y luego de efectuar el análisis de frecuencias, y mediante el Método SCS o Método del Número de Curva del U.S. Soil Conservation Service, se determinaron los caudales máximos de diseño para distintos periodos de retorno en cada uno de los puntos de captación identificados.

Para el análisis de máximas avenidas, se utilizó información cartográfica de la cabecera de la cuenca del río Pumarímayo y estacione colindante, así como registros de



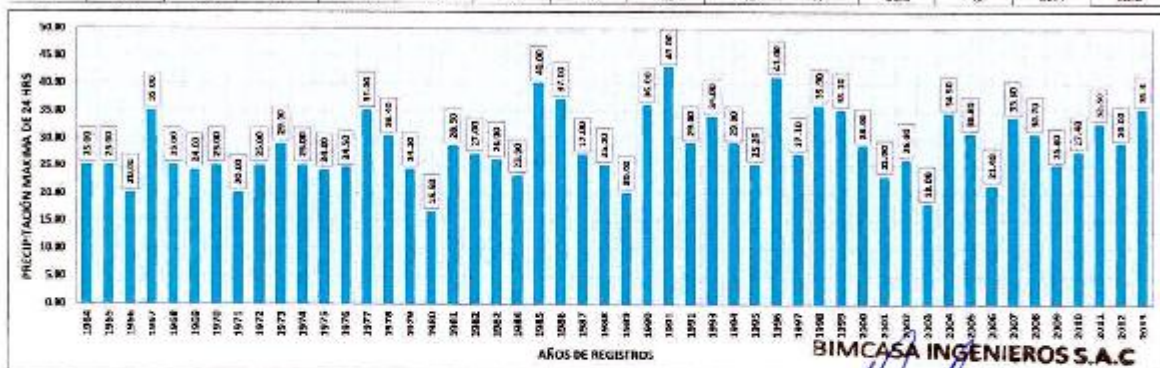


PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"



Cuadro IV- 10: Precipitaciones Máximas de 24 Horas – Estación LLALLY

PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS (*M24HR) - ESTACION LLALLY														
DEPARTAMENTO: PUNO			PROVINCIA: MELGAR			DISTRITO: CUPU								
ESTACION: LLALLY			LATITUD: 14° 52' 10.3"S			LONGITUD: 73° 52' 49.9"W								
CODIGO: 114034						ALTITUD: 3985 msnm								
PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS (*M24HR) - ESTACION LLALLY														
Nº	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MAXIMO
1	1964	18.00	15.50	18.00	18.00	2.50	0.00	0.00	0.00	4.00	5.00	25.00	11.50	25.00
2	1965	18.00	21.50	25.00	19.00	9.00	0.00	1.00	1.00	1.50	7.00	9.50	21.50	25.00
3	1966	13.00	19.00	15.00	3.50	15.00	0.00	0.00	0.00	7.50	12.00	12.00	30.00	20.00
4	1967	8.00	20.00	16.00	7.50	6.00	0.00	0.00	7.50	10.00	12.00	2.00	35.00	35.00
5	1968	11.50	35.00	24.00	10.00	1.50	5.50	0.00	1.50	2.50	5.50	17.00	17.50	25.00
6	1969	15.00	24.50	9.00	8.50	0.50	0.00	0.00	1.50	15.50	24.00	12.00	20.50	24.00
7	1970	22.00	25.00	23.00	15.00	5.00	0.00	0.00	0.00	3.00	4.50	5.00	27.00	25.00
8	1971	20.00	13.00	10.00	13.50	8.50	0.00	0.00	4.00	0.00	6.50	9.00	18.00	20.00
9	1972	20.00	24.00	11.50	17.00	2.00	0.00	3.50	4.50	4.50	15.50	9.50	25.00	25.00
10	1973	29.00	15.00	13.50	15.00	1.00	0.00	3.00	5.00	10.00	7.00	15.00	16.00	29.00
11	1974	25.00	25.00	15.00	15.50	2.50	10.00	2.50	25.00	5.00	3.50	10.00	20.50	25.00
12	1975	24.00	17.00	11.00	7.00	6.50	0.00	0.00	1.00	5.00	6.00	13.50	16.00	24.00
13	1976	20.00	22.50	24.50	10.50	6.50	4.50	0.50	2.50	5.50	4.00	6.50	15.50	24.50
14	1977	13.00	35.00	12.50	7.50	2.50	0.00	0.00	0.00	14.80	11.20	22.50	9.50	35.00
15	1978	27.00	25.70	24.50	18.40	0.00	0.00	4.80	2.50	5.20	5.20	30.40	16.70	30.40
16	1979	20.00	24.00	24.50	18.20	0.50	0.00	0.20	8.20	2.20	22.20	18.00	22.00	24.20
17	1980	9.50	6.40	14.50	6.00	3.50	0.00	0.60	2.50	5.00	16.80	12.50	12.50	16.50
18	1981	14.50	13.00	24.50	25.50	5.00	2.00	0.00	5.00	8.00	16.00	10.00	19.00	20.50
19	1982	15.00	27.00	21.00	20.00	1.00	0.00	1.00	0.00	12.00	16.00	20.00	10.00	27.00
20	1982	20.00	21.00	24.00	17.00	9.00	0.00	4.00	1.00	0.00	3.00	17.00	16.00	26.00
21	1984	15.00	12.00	14.00	14.00	11.00	0.00	1.00	0.00	10.00	16.00	20.00	23.00	25.00
22	1985	20.00	27.00	40.00	15.00	5.00	1.00	0.00	0.00	13.00	5.00	20.00	8.00	40.00
23	1986	12.00	37.00	27.00	2.00	15.00	0.00	0.00	0.00	8.00	5.00	20.00	16.00	37.00
24	1987	21.00	27.00	18.00	16.00	4.00	1.00	9.00	1.00	10.00	5.00	18.00	25.00	27.00
25	1988	25.00	22.00	13.00	18.00	5.00	0.00	1.00	0.00	10.00	14.00	10.00	13.00	25.00
26	1989	19.00	15.00	13.00	15.00	7.00	0.00	0.00	4.00	7.00	15.00	20.00	14.00	20.00
27	1990	15.00	36.00	20.00	2.00	1.00	5.00	0.00	0.00	10.00	16.00	20.00	14.00	36.00
28	1991	17.00	27.00	43.00	8.00	13.00	7.00	0.00	2.00	5.00	16.00	4.00	27.00	43.00
29	1991	29.00	21.00	17.00	6.00	0.00	0.00	4.00	5.00	0.00	7.00	19.00	12.00	29.00
30	1993	39.00	9.00	18.00	19.00	2.00	7.00	0.00	17.00	5.00	27.00	34.00	20.00	39.00
31	1994	25.00	17.80	27.70	21.80	1.40	0.00	0.00	0.00	4.00	6.50	12.70	13.50	27.00
32	1995	21.60	25.20	13.40	19.00	0.00	0.00	1.30	8.50	5.10	10.20	11.50	13.70	25.20
33	1996	18.00	17.00	41.00	8.80	12.70	0.00	0.00	2.00	4.40	6.40	7.10	19.50	41.00
34	1997	27.10	16.60	20.50	19.20	3.10	0.00	0.00	6.60	6.50	10.10	17.40	22.80	27.10
35	1998	32.00	35.90	17.20	14.50	6.00	1.10	0.00	7.50	3.60	14.80	12.00	18.30	35.90
36	1999	15.50	35.10	26.70	35.10	3.90	1.70	0.00	1.00	11.10	12.30	10.50	29.40	35.10
37	2000	22.20	28.60	17.40	5.00	13.40	1.60	9.00	3.50	4.00	13.10	7.50	12.00	28.60
38	2001	22.90	23.10	17.30	17.90	9.00	0.00	2.20	10.00	5.00	0.00	0.00	12.80	22.90
39	2002	16.50	15.10	23.10	9.70	12.20	2.50	6.40	3.20	4.60	17.20	26.00	9.50	26.00
40	2003	18.00	5.00	15.50	9.00	1.60	1.20	0.00	5.10	17.60	6.80	11.00	13.60	18.00
41	2004	24.60	9.00	20.10	11.00	2.70	3.40	4.20	9.70	5.60	6.30	10.80	34.50	34.50
42	2005	10.20	24.00	30.80	18.20	0.20	0.00	1.20	1.70	5.40	12.20	28.30	13.40	30.80
43	2006	21.40	13.70	16.30	15.60	0.00	6.50	0.00	8.50	3.60	7.60	11.50	20.60	21.40
44	2007	29.20	2.20	23.80	16.40	12.60	1.40	7.80	0.00	18.80	14.80	18.00	30.90	33.60
45	2008	21.30	30.70	13.30	0.00	3.00	4.50	0.00	2.00	7.20	12.20	7.10	27.40	30.70
46	2009	13.50	19.20	20.00	16.50	2.50	0.00	0.10	0.00	3.80	12.20	21.20	25.90	25.00
47	2010	19.40	29.00	4.10	27.40	4.30	0.00	0.40	0.00	0.00	7.70	21.00	17.80	27.40
48	2011	12.40	32.50	22.20	22.90	6.50	0.00	4.40	5.40	5.90	7.50	11.40	30.80	32.50
49	2012	22.00	22.50	13.50	14.60	4.50	0.00	0.00	0.00	2.70	7.00	9.00	29.20	29.00
50	2013	18.8	15.5	16.9	13.9	4.7	11.8	4.6	14.5	9.4	35.2	4.7	30.4	35.3





4.3.2. Análisis de la precipitación máxima en 24 horas

En el área de estudio se refleja claramente la estación predominante y se encuentra cerca y con datos disponibles para el proyecto es las estaciones climatológicas Llalay, la cual utilizaremos para los cálculos de frecuencias, y sus registros de precipitación máxima en 24 horas, correspondiente al periodo 1964 – 2013, de una extensión de 50 años, considerada lo suficientemente extensa como para cubrir la ocurrencia hidrológica.

4.3.3. Análisis de Función de Distribución

El análisis de frecuencia consiste en determinar los parámetros de las distribuciones de probabilidad y determinar con el factor de frecuencia la magnitud del evento para un periodo de dado de retorno.

Se efectuó un ajuste de los registros, mediante la aplicación de las distribuciones: Normal, Log-Normal, Gumbel, Pearson III y Log Pearson III, a las que se asocian comúnmente los valores extremos de fenómenos hidrológicos.

4.3.4. Selección de la función de distribución de probabilidad

Para seleccionar la función de distribución de eventos extremos máximos, existen dos métodos: el gráfico y el analítico; el primero consiste en inspeccionar un gráfico donde se hayan colocado las diferentes funciones de distribución junto a los puntos medidos, la función de distribución que se selecciona será la que se apegue visualmente mejor a los datos medidos.

Para el análisis de ajuste de bondad se utilizó la Prueba Kolmogorov Smirnov Esta prueba consiste en comparar el máximo valor absoluto de la diferencia entre la función de distribución de probabilidad observada y la estimada.

Para la selección del método estadístico apropiado, en el Cuadro IV-35, se resume los resultados de las pruebas efectuadas anteriormente. En este cuadro se han calificado las funciones según el orden de preferencias indicado por cada prueba de ajuste.

Se lleva a cabo el análisis de frecuencia de eventos máximos probando el ajuste de la información a las distribuciones estadísticas teóricas: LOG PEARSON III.

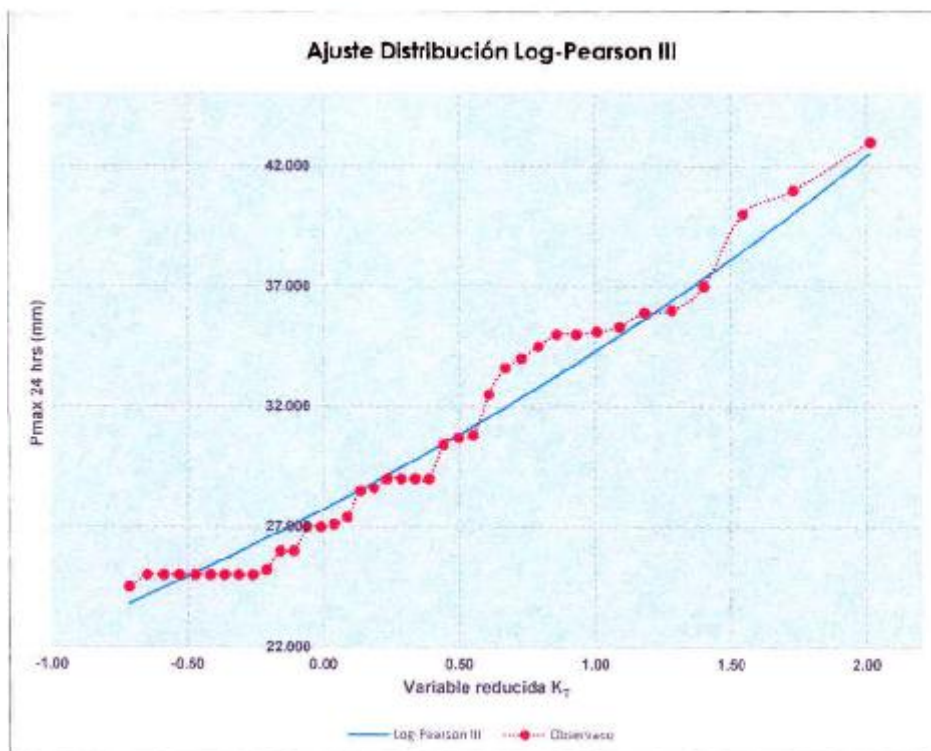
BIMCASA INGENIEROS S.A.C.

Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO





Figura IV- 5: Distribución - Log Pearson tipo II



4.3.5. Análisis de frecuencia de la precipitación máxima de 24 horas

Con la distribución de Probabilidad que mejor se ajusta, calculamos la precipitación máxima para los siguientes periodos de retorno. Coeficiente de corrección de 1.13 Para datos registrados una vez al día. Organización Meteorológica Mundial (OMM)

Cuadro IV- 11: Precipitación máximas anuales en 24 horas

T	P(X≤XT)	LOG PEARSON III			P max (mm)	P _{MAX} (corregida) mm
		K _T	x _T	e ^{x_T}		
2	0.5000	0.01421	3.3254	27.811	27.811	31.427
3	0.6667	0.44213	3.4163	30.455	30.455	34.415
5	0.8000	0.84547	3.5019	33.177	33.177	37.490
10	0.9000	1.27205	3.5924	36.321	36.321	41.043
20	0.9500	1.62026	3.6663	39.107	39.107	44.191
25	0.9600	1.72101	3.6877	39.952	39.952	45.146
50	0.9800	2.00779	3.7485	42.459	42.459	47.979
100	0.9900	2.26358	3.8028	44.828	44.828	50.656
200	0.9950	2.49589	3.8521	47.094	47.094	53.216
300	0.9967	2.62294	3.8791	48.381	48.381	54.671
500	0.9980	2.77513	3.9114	49.969	49.969	56.465
1000	0.9990	2.96951	3.9527	52.074	52.074	58.843

Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO





PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU – PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"



Patrón de precipitación para el diseño hidrológico. La cual es utilizada como dato de ingreso de modelos precipitación escurrimiento y tránsito de caudales

A partir de la precipitación máxima de 24 horas se han determinado las precipitaciones máximas instantáneas para los periodos con duraciones de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 90, 120, 240, 360, 420, 480, 600, 660, 720 y 1440 minutos mediante el método indirecto de DYCK PESCHKE y WEIBULL; la información fue sometida a un análisis de ajuste de frecuencia, utilizando la función de distribución para eventos máximos, la que más se ajustó es Pearson tipo III, seleccionada por el método Prueba Kolmogorov Smirnov.

Cuando no se cuente con registros pluviógrafos que permitan obtener las intensidades máxima, se pueden completar datos horarios en base a la precipitación máxima en 24 horas

$$P_d = P_{24} * \left(\frac{d}{1440} \right)^{0.25}$$

Los resultados se observan en los siguientes cuadros:

Cuadro IV- 12: Precipitación de diseño menores a 24 horas (Metodología Dyck and Peschke)

ESTACION: LLALLY										
DURACIÓN		PERÍODO DE RETORNO (años)								
Hr	min	2	5	10	20	25	50	100	200	500
0.17	10.00	9.07	10.82	11.85	12.76	13.03	13.85	14.62	15.36	16.30
0.33	20.00	10.79	12.87	14.09	15.17	15.50	16.47	17.39	18.27	19.38
0.50	30.00	11.94	14.24	15.59	16.79	17.15	18.23	19.25	20.22	21.45
0.67	40.00	12.83	15.31	16.76	18.04	18.43	19.59	20.68	21.73	23.05
0.83	50.00	13.57	16.18	17.72	19.08	19.49	20.71	21.87	22.97	24.37
1.00	60.00	14.20	16.94	18.54	19.97	20.40	21.68	22.89	24.04	25.51
1.50	90.00	15.71	18.75	20.52	22.10	22.57	23.99	25.33	26.61	28.23
2.00	120.00	16.89	20.14	22.05	23.74	24.26	25.78	27.22	28.59	30.34
4.00	240.00	20.08	23.95	26.22	28.24	28.85	30.66	32.37	34.00	36.08
6.00	360.00	22.22	26.51	29.02	31.25	31.92	33.93	35.82	37.63	39.93
7.00	420.00	23.10	27.55	30.16	32.48	33.18	35.26	37.23	39.11	41.50
8.00	480.00	23.88	28.49	31.19	33.58	34.30	36.46	38.49	40.44	42.90
10.00	600.00	25.25	30.12	32.98	35.50	36.27	38.55	40.70	42.76	45.37
11.00	660.00	25.86	30.85	33.77	36.36	37.15	39.48	41.68	43.79	46.46
12.00	720.00	26.43	31.33	34.51	37.16	37.96	40.35	42.60	44.75	47.48
24.00	1440.00	31.43	37.49	41.04	44.19	45.15	47.98	50.66	53.22	56.47

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umoriente
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO





4.3.6. Cálculo de la Intensidad Duración y Frecuencia (IDF)

Las curvas de intensidad-duración-frecuencia, se han calculado indirectamente, mediante la siguiente relación:

$$I = \frac{K T^m}{d^n}$$

Dónde:

I = Intensidad máxima (mm/min)

K, m, n = factores característicos de la zona de estudio

T = período de retorno en años

d = duración de la precipitación equivalente al tiempo de concentración (min)

Si se toman los logaritmos de la ecuación anterior se obtiene:

$$\text{Log } (I) = \text{Log } (K) + m \text{ Log } (T) - n \text{ Log } (t)$$

$$\text{O bien: } Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2$$

Dónde:

$$Y = \text{Log } (I), \quad a_0 = \text{Log } K$$

$$X_1 = \text{Log } (T) \quad a_1 = m$$

$$X_2 = \text{Log } (t) \quad a_2 = -n$$

Los factores de K, m, n, se obtienen a partir de las intensidades máximas calculadas anteriormente, mediante regresión múltiple.

Los resultados de la regresión y la curva IDF:

FORMULA	DATO	valor
$I = \frac{K T^m}{d^n}$	k	307.624
	m	0.101
	n	0.750

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO

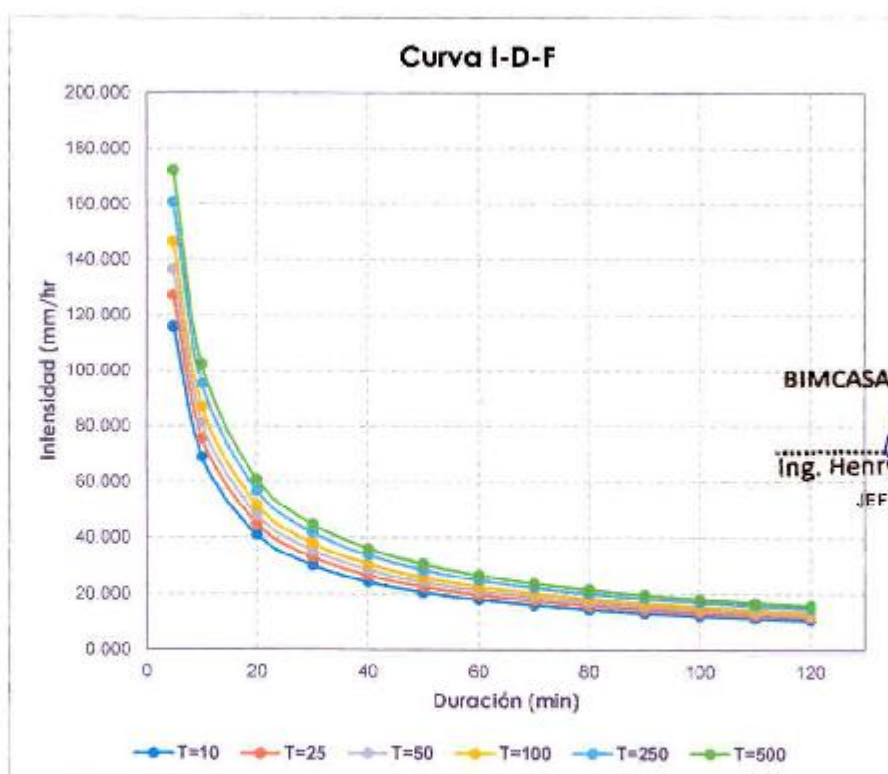




Cuadro IV- 13: Intensidades - Estación LLALLY

Duración (t) minutos	Período de Retorno (T) en años					
	10	25	50	100	250	500
5	116.081	127.333	136.564	146.464	160.661	172.308
10	69.022	75.713	81.201	87.088	95.530	102.455
20	41.041	45.019	48.283	51.783	56.802	60.920
30	30.279	33.215	35.622	38.205	41.908	44.946
40	24.403	26.768	28.709	30.790	33.775	36.223
50	20.642	22.643	24.285	26.045	28.570	30.641
60	18.004	19.749	21.181	22.717	24.919	26.725
70	16.039	17.593	18.869	20.236	22.198	23.807
80	14.510	15.917	17.071	18.308	20.083	21.539
90	13.283	14.571	15.627	16.760	18.385	19.717
100	12.274	13.464	14.440	15.487	16.988	18.219
110	11.427	12.535	13.444	14.418	15.816	16.962
120	10.705	11.743	12.594	13.507	14.817	15.891

Figura IV- 6: Curva IDF de la Cuenca - Estación LLALLY



BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO





4.3.7. Selección del Periodo de Retorno

El diseño hidrológico de la infraestructura proyectada no pretende cubrir al 100% la vulnerabilidad de la misma, lo que se busca es asumir un riesgo de falla definido. El riesgo hidráulico, se puede interpretar como el producto del peligro por la vulnerabilidad. La amenaza está relacionada a la ocurrencia de caudales máximos. De este modo la probabilidad que un evento ocurra al menos una vez en "n" años sucesivos, considerando un periodo de retorno (T), es conocido como riesgo o falla R. El tiempo de retorno, la vida útil del proyecto y el riesgo se relaciona mediante la ecuación

$$T = \frac{1}{1 - (1 - R)^{1/n}}$$

Donde:

T= periodo de retorno en años

n = vida útil de la estructura

R = Riesgo

En el presente estudio de hidrología para una vida útil del proyecto de 15 años y un riesgo de 0.25, el periodo de retorno para el diseño de la bocatoma del proyecto es 50 años.

Cuadro IV- 14: Valores recomendados de riesgo admisible de obras de drenaje

TIPO DE OBRA	RIESGO ADMISIBLE (**) (%)
Puentes (*)	25
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30
Alcantarillas de paso quebradas menores y descarga de agua de cunetas	35
Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal)	40
Subdrenes	40
Defensas Riverías	25

(Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (MTC)).

SERVICASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO

(*) – Para obtención de la luz y nivel de aguas máximas extraordinarias

- Se recomienda un periodo de retorno T de 500 años para el cálculo de socavación

(**) Vida Útil Considerando (n)

- Puentes y Defensas Riverías n =40años





PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU – PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"



- Alcantarillas de quebradas importantes $n = 25$ años
- Alcantarillas de quebradas menores $n = 15$ años

4.3.8. Método del Bloque Alterno

A partir de las curvas IDF se desarrollan los hietogramas de diseño utilizando el Método del Bloque Alterno, el cual especifica la profundidad de precipitación que ocurre en n intervalos de tiempo sucesivos de duración Δt sobre una duración total de $T_d = n\Delta t$.

Después de seleccionar el periodo de retorno de diseño, la intensidad es leída en una curva IDF para cada una de las duraciones y la profundidad de precipitación correspondiente se encuentra al multiplicar la intensidad y la duración.

Tomando diferencias entre valores sucesivos de profundidad de precipitación, se encuentra la cantidad de precipitación que debe añadirse por cada unidad adicional de tiempo.

Estos incrementos o bloques se ordenan de modo que la intensidad máxima ocurra en el centro de la duración requerida y que los demás bloques queden en forma descendente alternativamente hacia la derecha y hacia la izquierda del bloque central para formar el hietograma de diseño. Los cálculos del hidrograma de precipitación de Diseño se muestran en el Anexo F

Figura IV- 7: Hidrograma de Precipitación de Diseño ($T=50$ años)





PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU – PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"



Cuadro IV- 15: Cuadro de Hidrograma de Precipitación de Diseño (T=50años)

MÉTODO DEL BLOQUE ALTERNO								
DURACION	INTENSIDAD	PROFUNDIDAD ACUMULADA	PROFUNDIDAD INCREMENTAL	TIEMPO			PRECIPITACION	
min	mm/hr	mm	mm	min			mm	
60	21.181	21.18119	21.18119	0-60	24	21.18119	0.4962	1
120	12.594	25.18882	4.00763	60-120	23	4.00763	0.5304	3
180	9.292	27.87601	2.68719	120-180	22	2.68719	0.5497	4
240	7.489	29.95472	2.07871	180-240	21	2.07871	0.6190	7
300	6.335	31.67396	1.71854	240-300	20	1.71854	0.6780	9
360	5.525	33.15085	1.47709	300-360	19	1.47709	0.7621	11
420	4.922	34.45282	1.30247	360-420	18	1.30247	0.8483	13
480	4.453	35.62237	1.16955	420-480	17	1.16955	0.9792	15
540	4.076	36.68689	1.06452	480-540	16	1.06452	1.1695	17
600	3.767	37.66607	0.97918	540-600	15	0.97918	1.4771	19
660	3.507	38.57434	0.90827	600-660	14	0.90827	2.0787	21
720	3.285	39.47263	0.84829	660-720	13	0.84829	4.0076	23
780	3.094	40.21945	0.79682	720-780	12	0.79682	21.1812	24
840	2.927	40.97154	0.75209	780-840	11	0.75209	2.6872	22
900	2.779	41.68435	0.71282	840-900	10	0.71282	1.7186	20
960	2.648	42.36238	0.67802	900-960	9	0.67802	1.3025	18
1020	2.530	43.00932	0.64694	960-1020	8	0.64694	1.0645	16
1080	2.424	43.62831	0.61900	1020-1080	7	0.61900	0.9083	14
1140	2.327	44.22203	0.59372	1080-1140	6	0.59372	0.7968	12
1200	2.240	44.79276	0.57072	1140-1200	5	0.57072	0.7128	10
1260	2.159	45.34247	0.54971	1200-1260	4	0.54971	0.6469	8
1320	2.085	45.87288	0.53041	1260-1320	3	0.53041	0.5937	6
1380	2.017	46.38550	0.51263	1320-1380	2	0.51263	0.5497	4
1440	1.953	46.88158	0.49617	1380-1440	1	0.49617	0.5126	2

4.3.9. Estimación de caudales máximos

El conocimiento adecuado de la magnitud del caudal máximo, es importante para definir el diseño de las obras hidráulicas y el comportamiento de las mismas. Para ello se ha empleado el método Hidrograma Unitario Triangular, para lo cual se requiere: las precipitaciones de las tormentas máximas, tiempo de concentración, número de curva y los parámetros geomorfológicos principales de la cuenca.

a.- Tiempo Concentración

Se define como el tiempo mínimo necesario para que todos los puntos de una cuenca estén aportando agua de escorrentía de forma simultánea al punto de salida, punto de desagüe o punto de cierre. Está determinado por el tiempo que tarda en llegar a la salida de la cuenca el agua que procede del punto hidrológicamente más alejado, y representa el momento a partir del cual el caudal de escorrentía es constante, al tiempo máximo; el punto hidrológicamente más alejado es aquél desde el que el agua de escorrentía emplea más tiempo en llegar a la salida.

BIMCASA INGENIEROS S.A.C.

 Ing. Henry Calcina Umorente
 CIP 335695
 JEFE DE PROYECTO

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CUPU

ESTUDIO HIDROLÓGICO

Ing. Henry Calcina Umorente
 CIP 335695
 INGENIERO EN HIDROLOGÍA



PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU – PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"



En el presente estudio, para el cálculo del tiempo de concentración se ha usado el promedio de la fórmula de Kirpich y Metodo d Formula de Kirpich:

$$T_c = 0.000325 * \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0.77}$$

Dónde:

T_c= Tiempo de concentración en min

L = Longitud del curso principal en metros

S = Pendiente a lo largo del cauce en m/m

$$T_c = \frac{100 * L^{0.8} * \left[\left(\frac{1000}{NC} \right) - 9 \right]^{0.7}}{1900 * (S)^{0.5}}$$

Dónde:

T_c= Tiempo de concentración en min

L = Longitud del curso principal en metros

S = Pendiente a lo largo del cauce en %.

b.- Tiempo Retardo

El tiempo de retardo se estima mediante el tiempo de concentración t_c como:

$$T_r = 0.6 * T_c$$

Dónde:

T_r= Tiempo de retardo en min

T_c= Tiempo de concentración en min

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO

c.- Curva Número

La elección de la Curva Número (CN), se hace en base a las características del complejo suelo – cobertura de la cuenca y de la experiencia regional.





PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"



Es preferible la estimación a partir de una calibración, cuando se dispone de registros de máximas avenidas en alguna estación hidrométrica local o del entorno regional.

La Curva Número (CN), a partir de las tablas del método (al no ser posible la calibración por aforos, caso del presente estudio), podría ser para el río Pumarimayo el grupo hidrológico es B y según la descripción Uso de la tierra y Grupo hidrológico, es decir un valor de CN comprendido en un rango de 70 a 72 según cálculos realizados ver ANEXO G.

d.- Cálculo de máximas avenidas en los puntos de interés.

Con la precipitación máxima en 24 horas para diversos periodos de retorno, y con un CN =70-72, se procedió a la generación de los caudales máximos instantáneos con el Método SCS del hidrograma unitario, para los periodos de retorno de 10, 25, 50, 100, 250 y 500 años, en base a los siguientes parámetros geomorfológicos de la cuenca Pumarimayo en el punto de interés captación. Ver Cuadro IV-39

Cuadro IV- 16: Parámetros fisiográficos para simulación para el software HEC -, HMS 4.12, de los puntos de interés.

SECTOR	Area de la Cuenca	Longitud de Cuase Principal	Pendiente del Rio	Curva Numero	Tiempo de Concentración	Tiempo de retardo
ACOYO FRONTIS	28.211 km ²	4130.30 m	2.65 %	68	64.45 min	38.67 min

Efectuado el cálculo ver procedimientos y resultados en el Anexo G, el resumen de cálculos con el software HEC-HMS 4.12 para los caudales máximos instantáneos e intensidades para la cuenca Pumarimayo en los diferentes puntos de interés, se muestran en los Cuadros IV-41

e.- Modelamiento Hidrológico Computacional

El centro de Ingeniería Hidrológica, del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EEUU, diseñó el programa de computación Sistema de Modelamiento Hidrológico (HEC-HMS), este provee una variedad de opciones para simular procesos de precipitación - escurrimiento y también tránsito de caudales entre otros (US Army, 2000).

El HEC-HMS comprende una interface gráfica para el usuario (GUI), componentes de análisis hidrológicos, capacidades para manejo y almacenamiento de datos, y

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO





PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU – PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"

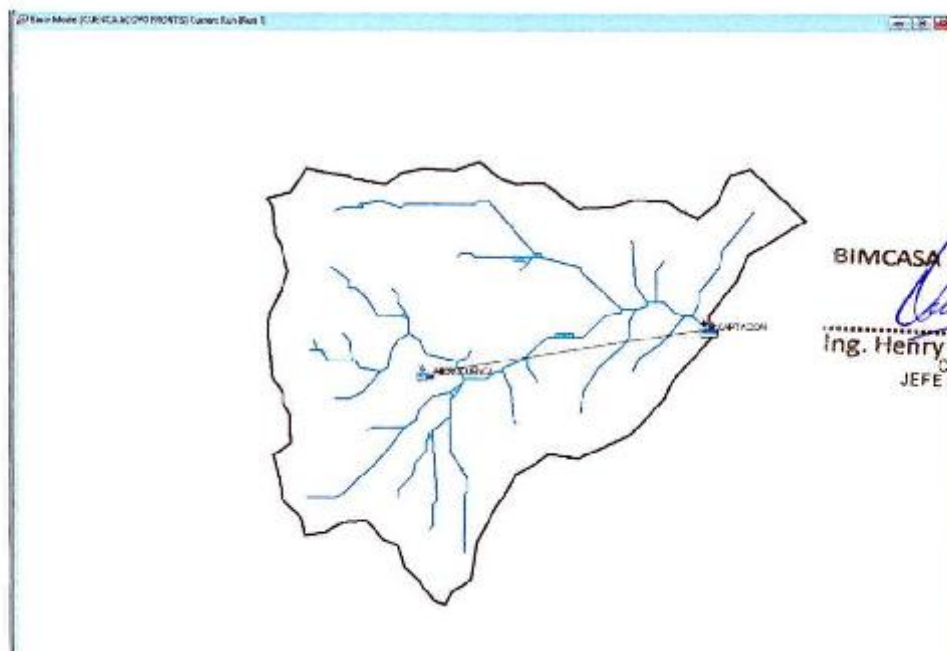


facilidades para expresar los resultados mediante gráficas y reportes tabulados. La ejecución de una simulación en el HEC-HMS, requiere las siguientes especificaciones:

introducir los respectivos datos de estos componentes y para visualizar los resultados (US Army, 2000). La ejecución de una simulación en el HEC-HMS, requiere las siguientes especificaciones:

- El primer conjunto, llamado Modelo de Cuenca (Basin Model), contiene parámetros y datos conectados para elementos hidrológicos. Los tipos de elementos son: Microcuenca, tránsito de avenidas, empalme o cruce, reservorio, fuente, retención y distribución.
- El segundo conjunto llamada Modelo Meteorológico, consiste en datos meteorológicos e información requerida para procesarlos.
- El tercer conjunto, llamado Especificaciones de Control, con el cual se especifica información de relación tiempo para efectuar la simulación.
- El cuarto conjunto, llamado datos de series de tiempo, sirve para especificar qué tipo de dato meteorológico se va a ejecutar en el modelamiento y como ésta irá variando en el tiempo.

Figura IV- 8: Esquema del modelamiento en HEC – HMS para determinar los caudales máximos.



BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO



PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"



d.- Resultados obtenidos de HEC-HMS

Con respecto a 50 años de periodo de retorno para las Microcuencas se tiene que el caudal máximo en el hidrograma generado a partir del método de la SCS están el en ANEXO Gy los resultados son las siguientes:

Cuadro IV- 17: Caudal Máximo (m³/s)

RESUMEN	
DESCRIPCION	T = 50 AÑOS
CAPTACION ACOYO FRONTIS	8.90 m ³ /s

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO



5. DETERMINACION DE LA DEMANDA HÍDRICA

5.1 INTRODUCCION

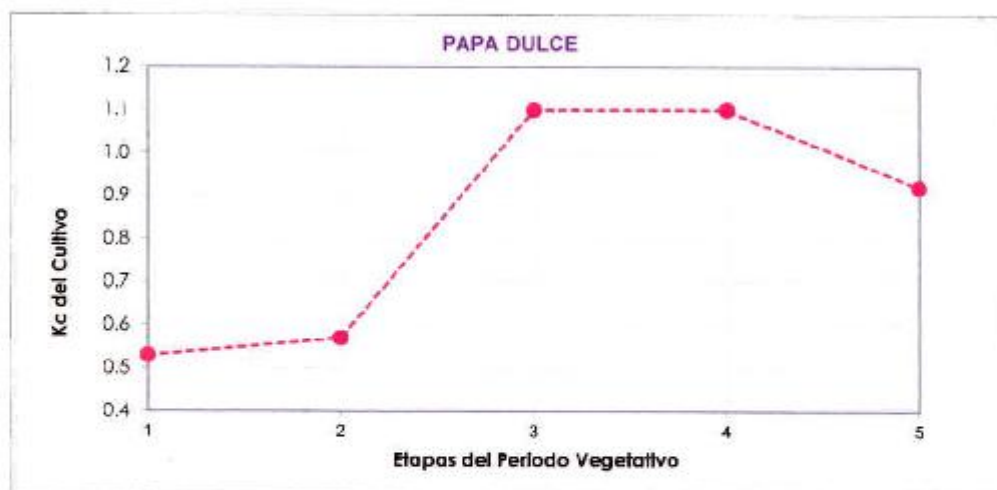
Esta parte está dedicada al cálculo de las demandas que deben ser atendidas con los recursos provenientes del río Pumarimayo. El tipo de uso identificado es agrícola. En el caso de las demandas para uso agrícola, se debe precisar que se presentan los resultados de áreas que realmente pueden ser atendidos con la garantía hídrica mínima recomendable para un proyecto de riego, por lo tanto, su formulación en términos reales fue paralela a los cálculos de la simulación del balance hídrico.

5.2 COEFICIENTES DE CULTIVOS (K_c)

Para tener en cuenta los efectos de las características del cultivo sobre sus necesidades de agua, se presenta unos coeficientes de cultivo (K_c), con objeto de relacionar la evapotranspiración de un cultivo en condiciones óptimas y que produzcan rendimientos óptimos. Los valores apropiados de K_c en los que se tienen en cuenta las características de cultivo, el momento de siembra, fases de desarrollo vegetativo y las condiciones climáticas se aprecian a continuación:

La obtención de los resultados de la precipitación efectiva están en el ANEXO H

Figura V- 1: Variación del coeficiente de cultivo de PAPA DULCE



BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO





Figura V- 2: Variación del coeficiente de cultivo de PAPA AMARGA

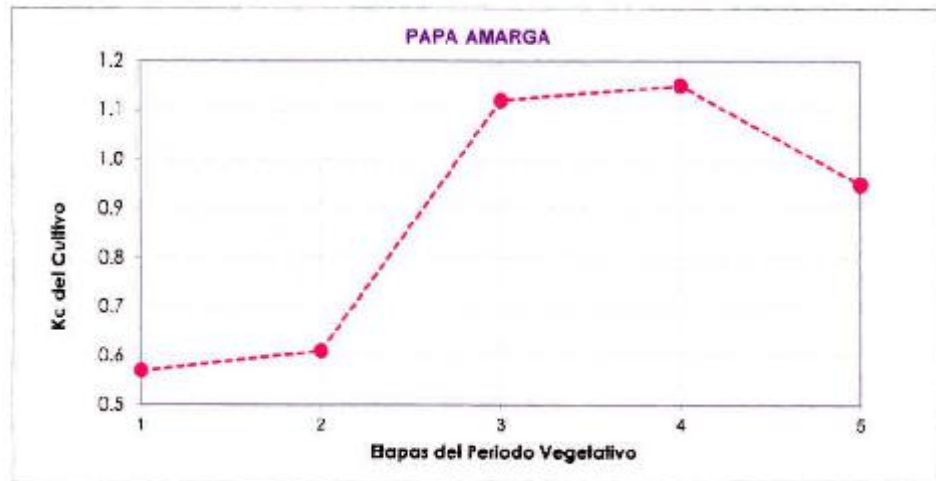


Figura V- 3: Variación del coeficiente de cultivo de QUINUA

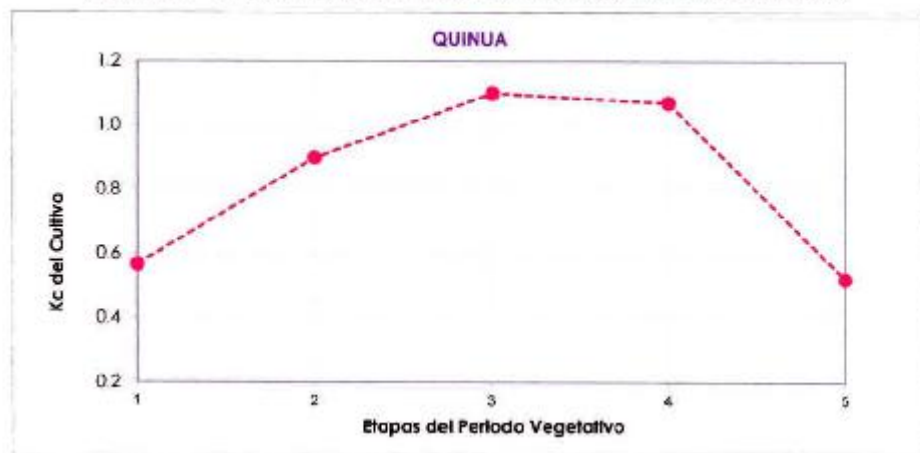
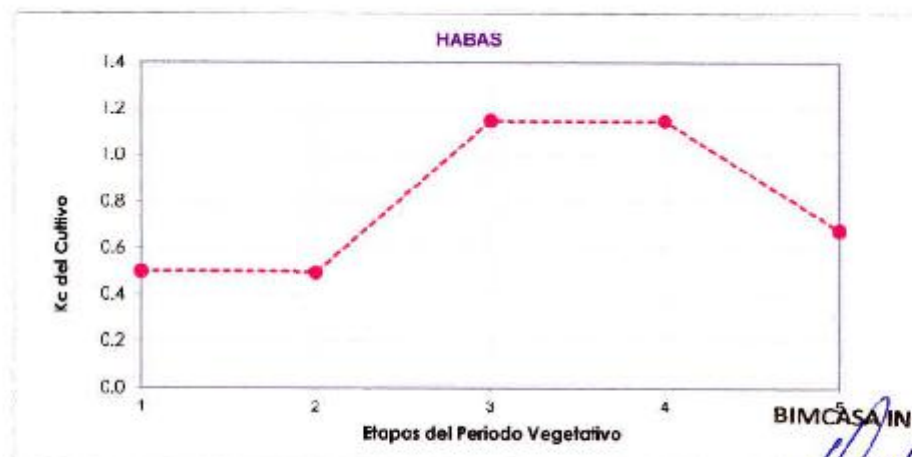


Figura V- 4: Variación del coeficiente de cultivo de HABAS



BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO





PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"



Figura V- 5: Variación del coeficiente de cultivo de CAÑIHUA

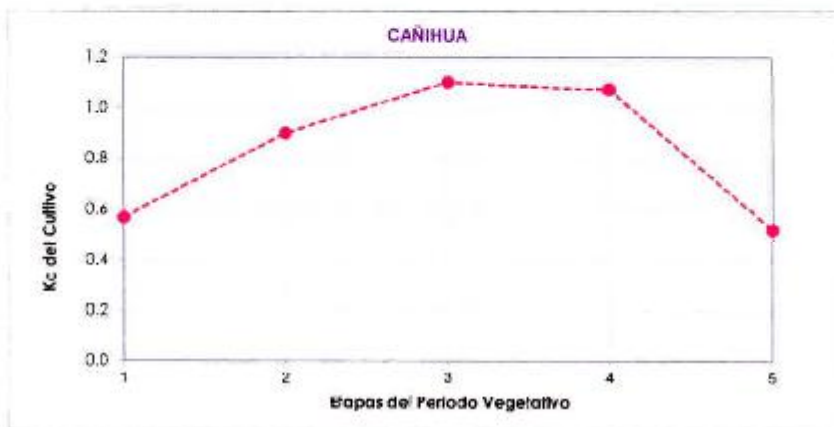


Figura V- 6: Variación del coeficiente de cultivo de CEBADA FORRAJERA

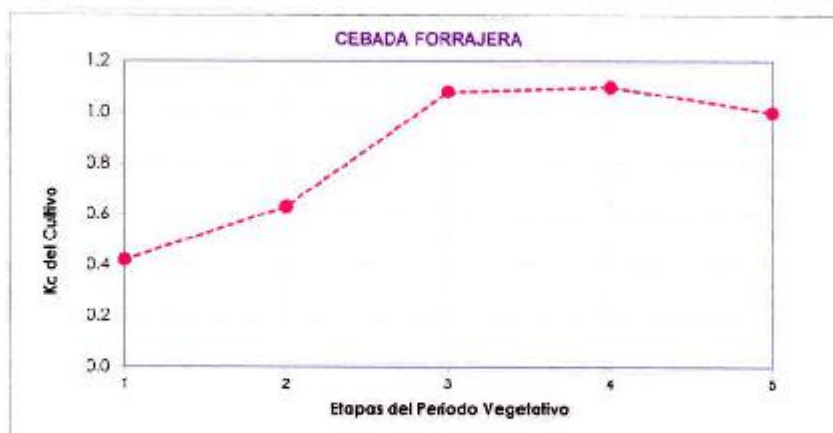
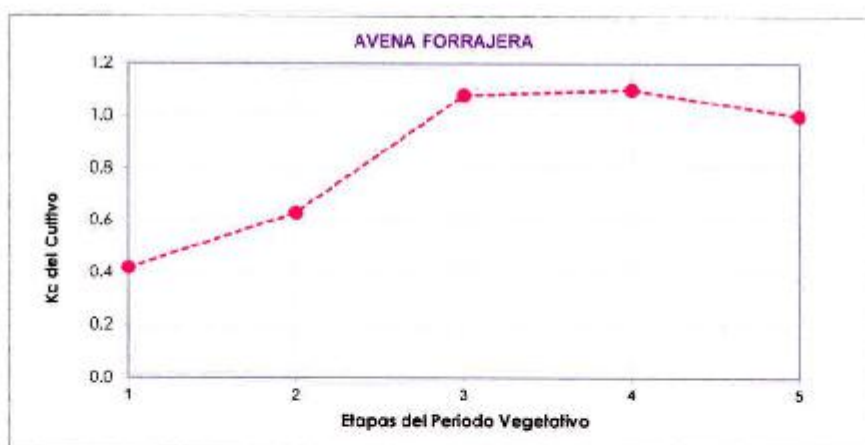


Figura V- 7: Variación del coeficiente de cultivo de AVENA FORRAJERA



BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorente
CIP. 335695
JEFE DE PROYECTO

ESTUDIO HIDROLÓGICO

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CUPU



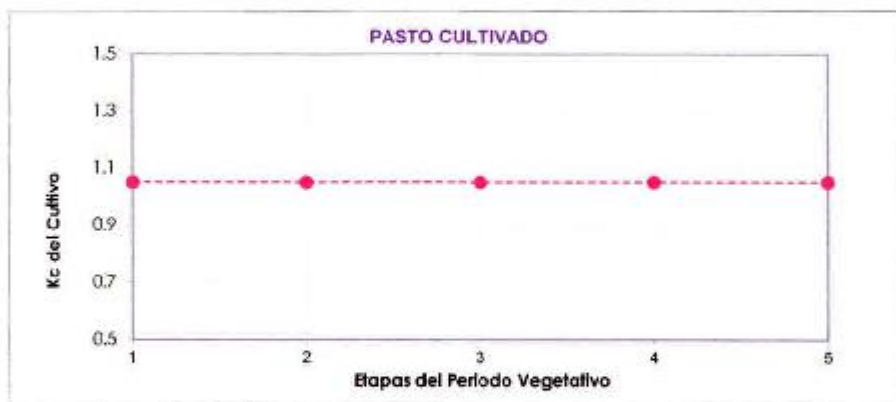
Ing. Henry Calcina Umorente
CIP. 335695
INGENIERO EN HIDROLOGÍA



PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"



Figura V- 8: Variación del coeficiente de cultivo de PASTO CULTIVADO



5.3 CELULA DE CULTIVO

Situación sin proyecto.

La cédula de cultivo, se ha realizado en base a lo planteado en el perfil técnico y recojo de información del comité de Usuarios de riego y lo visto en campo, en la en el área de influencia en la actualidad está conformada por los cultivos de PAPA DULCE, PAPA AMARGA, QUINUA, HABAS, CAÑIHUA, CEBADA FORRAJERA, AVENA FORRAJERA y PASTO CULTIVADO. El riego utilizado es por tencido y gravedad, con las consecuentes ineficiencias y pérdidas de agua. La obtención de los resultados de la precipitación efectiva están en el ANEXO H

Cuadro V- 1: Cédula de cultivo sin proyecto - Sector Acoyo Frontis

CÉDULA DE CULTIVOS SIN PROYECTO												
CÉDULA DE CULTIVOS			MESES									
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SET	OCT
PAPA DULCE	Ra	10.00 Ha	2.00	2.00	2.00							2.00
	Kc		1.10	1.10	0.92							0.53
PAPA AMARGA	Ra	5.00 Ha	2.00	2.00	2.00							2.00
	Kc		1.07	1.10	0.90							0.52
QUINUA	Ra	8.00 Ha	2.00	2.00	2.00							2.00
	Kc		1.10	1.07	0.92							0.57
HABAS	Ra	5.00 Ha	2.00	2.00	2.00							2.00
	Kc		1.15	1.10	0.88							0.50
CAÑIHUA	Ra	5.00 Ha	2.00	2.00	2.00							2.00
	Kc		1.10	1.07	0.82							0.57
CEBADA FORRAJERA	Ra	5.00 Ha	2.00	2.00	2.00							2.00
	Kc		1.08	1.10	1.00							0.42
AVENA FORRAJERA	Ra	30.00 Ha	10.00	10.00	10.00							10.00
	Kc		1.08	1.10	1.00							0.42
PASTO CULTIVADO	Ra	40.00 Ha	40.00	40.00	40.00		40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
	Kc		1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Área Total (ha)			67.00	67.00	62.00		40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	62.00
Kc Promedio			1.13	1.04	0.95		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335695
JEFE DE OFICINA DE INGENIERÍA

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CUPU



Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335695
ESPECIALISTA EN HIDROLOGÍA



PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU – PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"



Situación con Proyecto.

El Comité viene elaborando el proyecto sobre la instalación de un sistema de riego. El grupo ha encontrado la oportunidad de rentabilizar su actividad agrícola y mejorar su bienestar socioeconómico en este proyecto a través del riego parcelario moderno.

Es por ello que la actual cédula de cultivo con el presente proyecto con el cultivo de PAPA DULCE, PAPA AMARGA, QUINUA, HABAS, CAÑIHUA, CEBADA FORRAJERA, AVENA FORRAJERA y PASTO CULTIVADO. el cual genera una mayor producción y rentabilidad; puesto que contarán con capacidades tecnológicas locales suficientes para lograr un producto de mayor calidad y con una alta rentabilidad a favor del agricultor.

La obtención de los resultados de la precipitación efectiva están en el ANEXO H

Cuadro V- 2: Cédula de cultivo con proyecto - Sector Acoyo Frontis

CÉDULA DE CULTIVOS			MESES											
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
PAPA DULCE	Ha	1.00 Ha	1.00	1.30	1.00									
	Kc		1.15	1.10	0.92							0.53	0.57	0.87
PAPA AMARGA	Ha	1.00 Ha	1.00	1.30	1.00							1.00	1.00	1.00
	Kc		1.00	1.10	0.90							0.52	0.56	0.80
QUINUA	Ha	1.00 Ha	1.00	1.30	1.00							1.00	1.00	1.00
	Kc		1.15	1.07	0.82							0.57	0.90	1.18
HABAS	Ha	1.00 Ha	1.00	1.30	1.00							1.00	1.00	1.00
	Kc		1.15	1.15	0.88							0.50	0.50	1.15
CAÑIHUA	Ha	1.00 Ha	1.00	1.30	1.00							1.00	1.00	1.00
	Kc		1.10	1.07	0.82							0.57	0.90	1.18
CEBADA FORRAJERA	Ha	1.00 Ha	1.00	1.30	1.00							1.00	1.00	1.00
	Kc		1.08	1.10	1.00							0.42	0.63	0.86
AVENA FORRAJERA	Ha	5.00 Ha	5.00	5.30	5.00							5.00	5.00	5.00
	Kc		1.08	1.10	1.00							0.42	0.63	0.86
PASTO CULTIVADO	Ha	45.00 Ha	45.00	45.00	45.00		45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
	Kc		1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Área Total (ha)			56.00	56.00	55.00		45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	56.00	56.00	56.00
Kc Ponderado			1.02	1.00	0.97		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	0.93	0.99

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CUPU

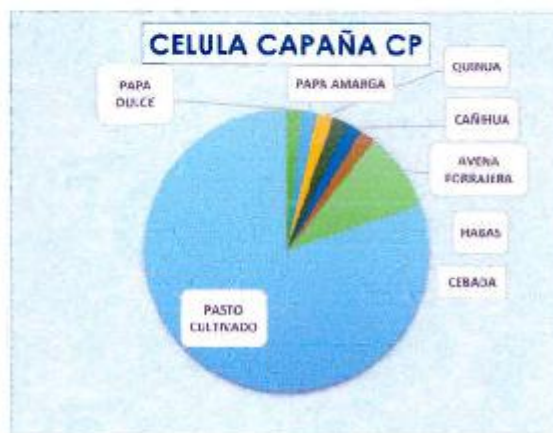
ESTUDIO HIDROLÓGICO



Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335695
ESPECIALISTA EN HIDROLOGIA



PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"



Cuadro V- 3: Área de Riego Con Pproyecto

CÉDULA CAMPAÑA CP		
Cultivo	ha	%
PAPA DULCE	1.00	1.79
PAPA AMARGA	1.00	1.79
QUINUA	1.00	1.79
HABAS	1.00	1.79
CAÑIHUA	1.00	1.79
CEBADA FORRAJERA	1.00	1.79
AVENA FORRAJERA	5.00	8.93
PASTO CULTIVADO	45.00	80.36
Total	56.00	100.00

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO

5.4 EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL DE REFERENCIA (ETP)

Para la determinación de la evapotranspiración potencial se utilizó el método de Hargreaves en base radiación solar equivalente, a partir de la información climática monitoreada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) en la estación Llally por ser climatológica principal.

Las variables climatológicas usadas para el cálculo de la evapotranspiración se muestran

Cuadro V- 4: Variables climatológicas Usadas para el cálculo de la Evapotranspiración

DESCRIPCION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Temp. media Men. °C	10.57	10.24	10.07	8.85	7.44	5.95	6.04	7.03	8.92	9.97	10.81	10.48
Humedad Relativa %	80.05	81.18	81.51	80.86	77.79	75.98	75.28	74.91	76.96	75.22	73.31	79.31





PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU – PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"



366

En el Cuadro V-21, se presenta un resumen de los resultados del cálculo de la evapotranspiración potencial de referencia (ETP) por el método de Hargraves en base a la radiación, habiéndose obtenido un valor máximo de $ETP = 4.108 \text{ mm/día}$.

La obtención de los resultados de la precipitación efectiva están en el ANEXO

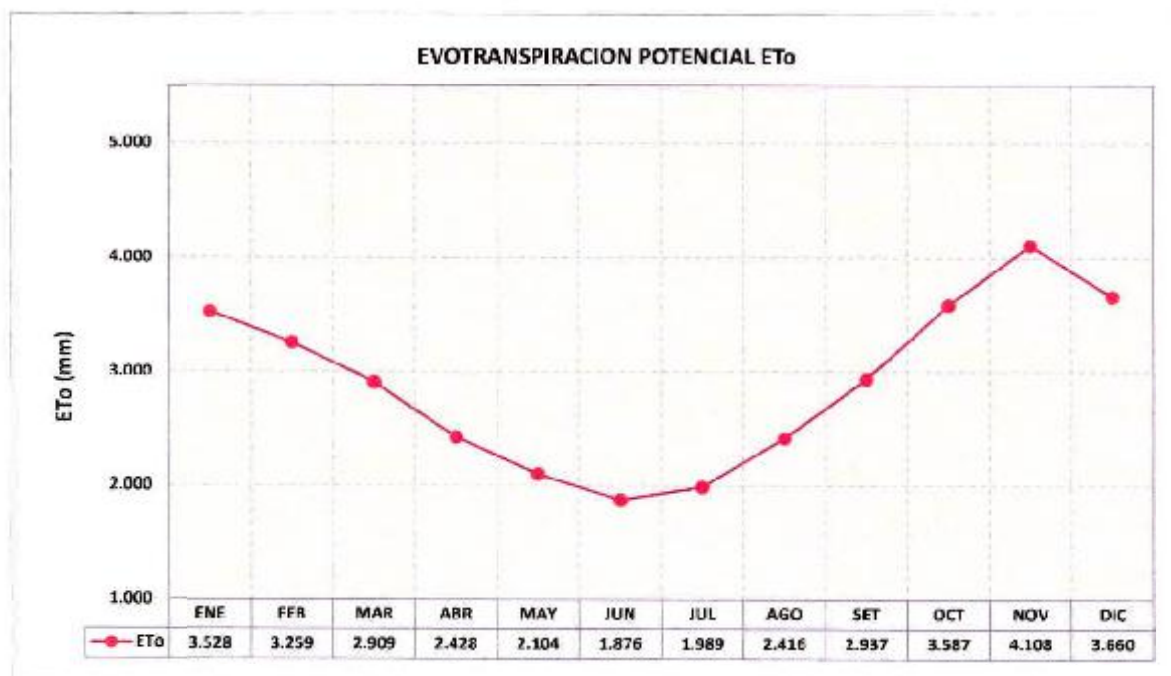


Cuadro V- 5: Evapotranspiración potencial método de Hargraves.

Meses	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Numero del Mes :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Numero de Dias	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Factor de Latitud MF	2.706	2.397	2.334	1.938	1.702	1.502	1.614	1.868	2.132	2.496	2.587	2.736
Temp. Media en °F TmF	50.49	50.43	50.12	47.93	45.40	42.67	42.88	44.66	48.05	49.94	51.45	50.85
Fact. Correc. Humed. CH	0.74	0.72	0.71	0.73	0.76	0.81	0.83	0.83	0.80	0.83	0.86	0.76
Fact. Correc. Altitud CE	1.080	1.080	1.080	1.080	1.080	1.080	1.080	1.080	1.080	1.080	1.080	1.080
ETP (mm/mes)	107.37	91.26	90.17	72.85	65.74	56.29	61.66	74.51	88.11	111.19	123.25	113.46
ETP (mm/día)	3.528	3.259	2.909	2.428	2.104	1.876	1.989	2.416	2.937	3.587	4.108	3.660

Fuente: Elaboración Propia

Figura V- 9: Evapotranspiración potencial método de Hargraves.



BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO





5.5 PRECIPITACIÓN EFECTIVA (PE)

Este parámetro se define como la fracción de la precipitación total utilizada para satisfacer las necesidades de agua del cultivo; quedan por tanto excluidas la infiltración profunda, la escorrentía superficial y la evaporación de la superficie del suelo.

Para el presente estudio aplicaremos el software CROPWAT, con la metodología de USDA, la cual aplica las siguientes fórmulas:

USDA servicio de conservación de s

$$P_{ef} = (P * (125 - 0.2 * P)) / 125 \quad \text{para } P \leq 250 \text{ mm}$$

$$P_{ef} = 125 + 0.1 * P \quad \text{para } P > 250 \text{ mm}$$

Para estimar la precipitación efectiva, se ha utilizado el método de FAO través del programa CropWat Versión 8.0 for Windows – USDA S.C., para ello se emplearon las precipitaciones totales mensuales de la estación meteorológica CHIVAY, cuyos valores se muestran en el cuadro que se presenta a continuación.

La obtención de los resultados de la precipitación efectiva están en el ANEXO H

Cuadro V- 6: Precipitación Media Mensual (mm)

PARAMETRO: PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL (mm)													
Nro	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
TOTAL		9252.10	7787.80	6975.00	3000.50	471.00	132.40	198.50	457.30	916.70	2315.40	3208.90	6318.60
MEDIA		165.24	155.76	137.50	60.01	9.42	2.65	3.97	9.15	18.33	46.31	64.17	126.37

Cuadro V- 7: Precipitación Efectiva (Pe)

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Precipitación mensual - untitled		
Estación	LUALY	
Método Prec. LI	Método USDA S.C.	
	Precipit. mm	Prec. elec. mm
Enero	185.2	130.3
Febrero	155.8	117.0
Marzo	137.5	108.4
Abril	60.0	54.2
Mayo	9.4	9.3
Junio	2.6	2.6
Julio	4.0	3.9
Agosto	9.2	9.0
Septiembre	18.3	17.8
Octubre	46.3	42.9
Noviembre	64.2	57.6
Diciembre	126.3	100.8
Total	820.8	653.8

Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO





PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU – PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"



PARAMETRO	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
P.P. PREC (mm/mes)	330.3	117	186.4	84.3	9.3	2.3	3.1	1	17.3	42.1	57.6	100.8	
Días	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
P.P. EFEC (mm/día)	4.20	4.04	5.98	2.81	0.30	0.09	0.10	0.03	0.58	1.36	1.86	3.25	

Fuente: Biblioteca Regional



5.6 LÁMINA NETA DE RIEGO (LN)

Denominada también evapotranspiración del cultivo, es la tasa de evaporación y transpiración de un cultivo exento de enfermedades, es por eso que a veces se le denomina Uso Consuntivo; su cálculo se efectúa mediante la relación:

$$ETR = Kc \cdot ETP$$

Ecuación V-2

Dónde:

ETR : Evapotranspiración Real (mm/mes).

Kc : Coeficiente del cultivo.

5.7 LAMINA BRUTA DE RIEGO (LBR)

La lámina bruta de riego guarda relación directa con la eficiencia de riego (E_r), que para la zona del proyecto se ha estimado en un 34%, teniendo en cuenta las eficiencias de conducción, distribución y aplicación a nivel de parcelas.

$$Lbr = \frac{Ln}{Eft}$$

Ecuación V-4

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorente
CIP. 335895
JEFE DE PROYECTO

Dónde:

Lbr : Lámina Real (mm).

Ln : Lámina Neta (mm).





PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU – PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"

363



Efr : Eficiencia de Riego

5.8 MODULO DE RIEGO (MR)

Caudal unitario que se necesita para un proyecto de riego, cuya relación es la siguiente:

$$MR = \frac{86400 * Lbr}{d}$$

Ecuación V-4

Dónde:

MR : Módulo de Riego (l /s/ Has).

D : Número de días del mes en estudio (días).

5.9 EFICIENCIA DE RIEGO

La eficiencia de riego Actual es de 30 % (Riego por Tendido), se estima aumentar a 55% (Riego por Canal Entubado), cabe resaltar que para el análisis hídrico del presente proyecto se ha tomado en cuenta sólo la eficiencia de Riego Parcelaria es decir Eficiencia de Aplicación.

EFICIENCIA DEL SISTEMA DE RIEGO

Ef. Riego (gravedad) = 0.40
Ef. Riego (aspersión) = 0.70
Ef. Riego (goteo) = 0.90

FUENTE: MEF, 2003

Fuente: Manual del Calculo de Eficiencia para Sistema de Riego, Pag. 8

Para determinar la eficiencia de riego total se ha multiplicado la eficiencia de conducción, eficiencia de distribución y eficiencia de aplicación estimando un valor de eficiencia de riego igual a 54%.

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO





PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"



5.10 DETERMINACION DE LA DEMANDA DE RIEGO

Se presentan los resultados del cálculo de la demanda hídrica para cada uno de los sectores involucrados en el ámbito del presente proyecto. El criterio ha sido ser conservadores a fin de que la sensibilidad del proyecto sea la más consistente posible.

En la hoja de cálculo se ha ingresado los valores de la necesidad de agua del cultivo, así como la precipitación efectiva, en el período de diciembre a abril no hay necesidad de aplicación de riego por cuanto todos los requerimientos son atendidos con la precipitación efectiva. Luego, intervienen el coeficiente de cultivo k_c y el área donde se explota cada cultivo, obteniéndose la demanda neta, para cada uno de los meses que comprende el período vegetativo del cultivo, con lo cual queda como resultado los meses que realmente se debe aplicar el riego. A continuación, este cálculo de demanda neta es aumentado al ser aplicada la eficiencia de riego y de esta manera conocer la demanda bruta de las zonas de riego del proyecto, ver ANEXO H

Cuadro V- 8: Demanda hídrica Situación Sin Proyecto - Sector Acoyo Frontis

PARAMETRO	UNIDAD	MESES											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1. Evapotransp. de Referencia (Eto)	(mm/día)	3.58	3.56	2.51	2.43	2.10	1.88	1.59	2.42	2.94	3.39	4.11	3.66
2. Kc Pendiente		1.08	1.02	0.96	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	0.72	0.84	0.94
3. Evapotransp. de Cultivo (Etc)	(mm/día)	3.86	3.63	2.48	2.35	2.10	1.88	1.59	2.42	2.65	2.40	3.45	3.44
4. Precipitación Efectiva	(mm/día)	4.70	4.78	3.30	1.81	0.90	0.00	0.13	0.75	0.39	1.38	1.92	3.23
5. Necesidades Netas	(mm/día)	0.36	0.00	0.00	0.58	1.20	1.79	1.66	1.67	2.26	1.01	1.53	0.19
6. Eficiencia de riego	(%)	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%
7. N° días del mes	(días)	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
8. Necesidades Totales	(mm/mes)	11.26	0.00	0.00	1.74	3.72	5.37	5.15	5.18	6.78	3.13	4.59	0.60
	(m³/ha/mes)	0.00	0.00	0.00	1.74	3.72	5.37	5.15	5.18	6.78	3.13	4.59	0.60
	(m³/ha/mes)	0.00	0.00	0.00	1.74	3.72	5.37	5.15	5.18	6.78	3.13	4.59	0.60
9. Área total	(ha)	95.00	95.00	95.00	95.00	95.00	95.00	95.00	95.00	95.00	95.00	95.00	95.00
10. Volumen demandado	(m³/mes)	0.00	0.00	0.00	29.135.44	78.165.28	71.586.50	77.014.71	81.881.82	102.792.03	104.789.94	145.444.36	18.533.58
11. Módulo de riego	(m³/ha)	0.00	0.00	0.00	0.30	0.82	0.75	0.77	0.86	1.08	1.11	1.53	0.19
12. Caudal requerido	(l/s)	0.00	0.00	0.00	11.74	32.95	29.82	28.75	32.01	39.46	38.72	62.11	4.92

Fuente: Elaboración Propia

Figura V- 10: Grafico de Demanda de Agua Sin Proyecto - Sector Acoyo Frontis





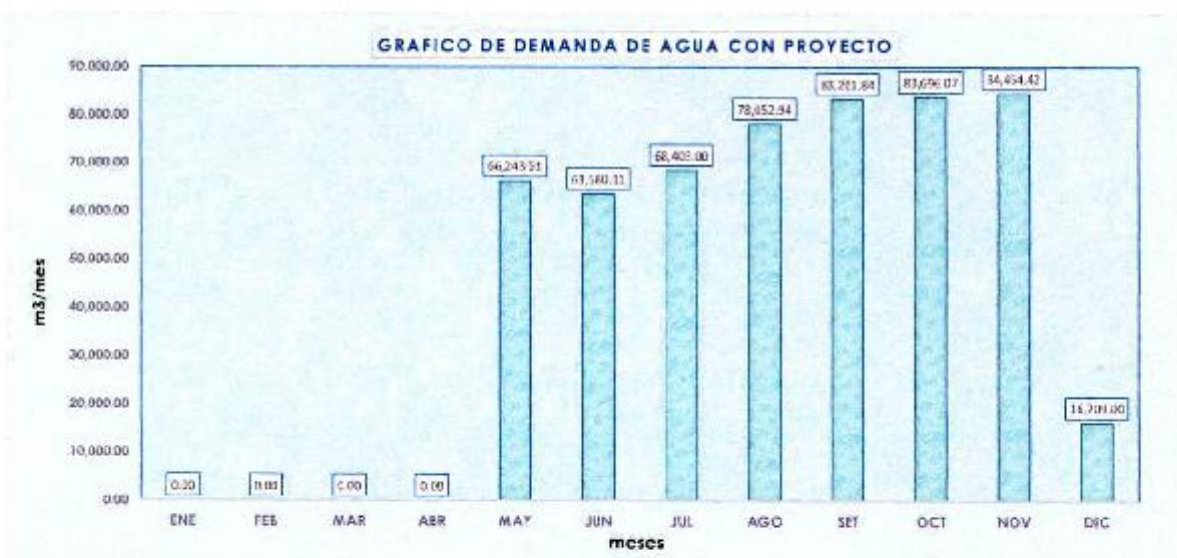
PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"



Cuadro V- 9: Demanda hídrica Situación Con Proyecto - Sector Acoyo Frontis

PARAMETRO	UNIDAD	MESES											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1. Evapotransp. de Referencia (Eto)	(mm/día)	3.53	3.76	3.91	3.43	3.10	1.88	1.49	2.47	2.94	3.59	4.11	3.66
2. Eo		1.02	1.02	0.97	0.60	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	0.90	0.99
3. Evapotransp. de Cultivo (Etc)	(mm/día)	3.59	3.92	4.59	0.00	2.10	1.88	1.49	2.42	2.94	3.70	3.69	3.41
4. Precipitación Efectiva	(mm/día)	4.00	4.16	4.50	1.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.38	1.72	3.20
5. Necesidades Netas	(mm/día)	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	1.79	1.38	2.13	2.34	1.33	1.91	0.25
6. Eficiencia de riego	(%)	38%	38%	38%	38%	38%	38%	38%	38%	38%	38%	38%	38%
7. Utilización de sales	(%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8. N° días del mes	(días)	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
9. Necesidades Totales	(mm/día)	0.00	0.00	0.00	0.00	4.75	4.71	4.80	5.60	4.11	4.82	5.03	0.93
	(mm/día)	0.00	0.00	0.00	0.00	47.49	47.10	49.03	55.95	41.68	48.21	50.17	9.34
	(mm/día)	0.00	0.00	0.00	0.00	1,477.28	1,412.89	1,505.87	1,734.51	1,289.34	1,494.47	1,554.11	289.24
10. Área total	(ha)	56.00	56.00	56.00	0.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	54.00	54.00	54.00
11. Volumen demandado	(m³/mes)	0.00	0.00	0.00	0.00	66,245.51	63,580.11	58,403.00	70,552.94	63,261.04	63,696.07	64,454.42	14,289.00
12. Módulo de riego	(l/ha)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35	0.35	0.37	0.45	0.71	0.55	0.56	0.11
13. Caudal requerido	(l/s)	0.00	0.00	0.00	0.00	24.73	24.50	25.54	28.14	32.12	31.25	30.98	6.05
14. Tiempo de Riego 24 hrs.	(hrs.)	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
14. Tiempo de Riego 16 hrs.	(hrs.)	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
17. Tiempo de Riego 15 hrs.	(hrs.)	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
18. Tiempo de Riego 14 hrs.	(hrs.)	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
19. Tiempo de Riego 12 hrs.	(hrs.)	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
20. Módulo de riego para 24 hrs.	(l/ha)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.55	0.55	0.57	0.65	0.71	0.55	0.56	0.11
21. Módulo de riego para 16 hrs.	(l/ha)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.83	0.82	0.85	0.97	1.07	0.84	0.87	0.16
22. Módulo de riego para 15 hrs.	(l/ha)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.88	0.87	0.91	1.04	1.14	0.89	0.90	0.17
23. Módulo de riego para 14 hrs.	(l/ha)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.94	0.93	0.97	1.11	1.22	0.94	1.00	0.18
24. Módulo de riego para 12 hrs.	(l/ha)	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	1.09	1.14	1.29	1.43	1.12	1.16	0.22
25. Caudal Requerido 24 hrs.	(l/s)	0.00	0.00	0.00	0.00	24.73	24.50	25.54	28.14	32.12	31.25	30.98	6.05
26. Caudal Requerido 16 hrs.	(l/s)	0.00	0.00	0.00	0.00	37.13	36.79	38.31	43.71	48.18	46.87	46.97	9.38
27. Caudal Requerido 15 hrs.	(l/s)	0.00	0.00	0.00	0.00	39.57	39.25	40.66	46.63	51.40	50.06	50.13	9.48
28. Caudal Requerido 14 hrs.	(l/s)	0.00	0.00	0.00	0.00	42.40	42.05	43.28	49.94	55.07	53.67	53.84	10.37
29. Caudal Requerido 12 hrs.	(l/s)	0.00	0.00	0.00	0.00	49.46	49.06	51.08	58.26	64.21	62.90	63.17	12.10

Figura V- 11: Grafico de Demanda de Agua Con Proyecto - Sector Acoyo Frontis



BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CUPU



Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335695
ESPECIALISTA EN HIDROLOGIA

ESTUDIO HIDROLÓGICO



PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU – PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"



6. BALANCE HÍDRICO

La obtención de los resultados del Balance Hídrico están en el ANEXO H



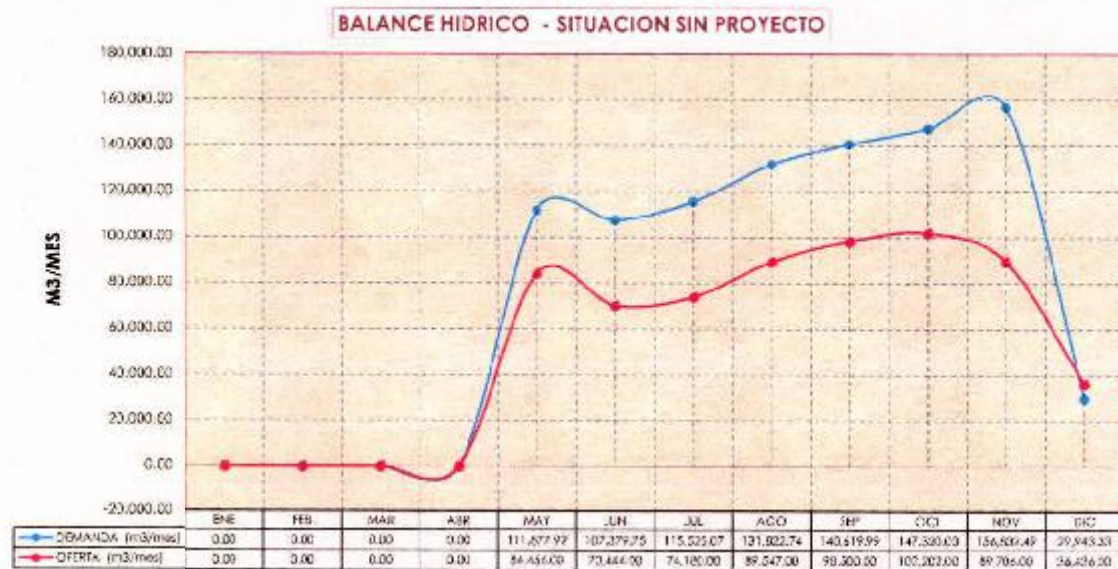
6.1 BALANCE HÍDRICO MENSUAL SIN PROYECTO

Cuadro VI- 1: Balance Hídrico Sin Proyecto

PARAMETRO	MESES											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
DEMANDA (m3/mes)	0.00	0.00	0.00	0.00	111,877.92	107,379.75	115,525.07	131,822.74	140,619.99	147,320.03	156,812.49	29,943.33
OFERTA (m3/mes)	0.00	0.00	0.00	0.00	84,456.00	70,444.00	74,180.00	89,547.00	98,500.00	102,202.00	89,706.00	36,436.00
BALANCE (m3/mes)	0.00	0.00	0.00	0.00	27,421.92	36,935.75	41,345.07	42,275.74	42,119.99	45,118.03	67,096.49	6,497.67

Fuente: Elaboración Propia

Figura VI- 1: Grafico Balance Hídrico Sin Proyecto



BIMCASA INGENIEROS S.A.C

6.2 BALANCE HÍDRICO MENSUAL CON PROYECTO

Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO

Cuadro VI- 2: Balance Hídrico Con Proyecto

PARAMETRO	MESES											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
DEMANDA (m3/mes)	0.00	0.00	0.00	0.00	56,243.31	63,580.11	66,403.00	78,052.94	83,261.84	83,896.07	84,454.42	16,209.00
OFERTA (m3/mes)	0.00	0.00	0.00	0.00	84,456.00	70,444.00	74,180.00	89,547.00	98,500.00	102,202.00	89,706.00	36,436.00
BALANCE (m3/mes)	0.00	0.00	0.00	0.00	28,212.69	6,863.89	7,777.00	11,494.06	15,238.16	18,505.93	5,251.58	20,227.00

Fuente: Elaboración Propia



PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"

359



Figura VI- 2: Grafico de Balance Hídrico Con Proyecto



BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO





7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

7.1.1. Sobre los aspectos de caracterización general del área de estudio.

a) Se ha identificado como área de estudio, de la cuenca Rio Pumarimayo, ubicado en la zona Norte del Lago Titicaca se tiene como puntos de interés en la captación del sector Acoyo frontis con áreas de 28.2105 km².

7.1.2. Sobre los aspectos de caracterización general de los parámetros meteorológicos.

a) A nivel anual según la estación meteorológica LLALLY, presenta una precipitación total anual (promedio multianual) de 820.88 mm; el valor más significativo de la temperatura máxima (promedio multianual) se registra en Noviembre en el orden de 19.65 °C y en el caso de la temperatura mínima (promedio multianual), esta registra en Julio con -4.70 °C; el mayor porcentaje de humedad relativa se registra en el Marzo con 81.51%.

7.1.3. Sobre los aspectos de análisis y tratamiento de la información pluviométrica

a) Para el análisis y tratamiento de la información pluviométrica se ha identificado cuatro 4 estaciones meteorológicas, Llally, Chuquibambilla, Santa Rosa, y Ayaviri.

b) El análisis de consistencia efectuado a las series pluviométricas e hidrométricas, llegando a la conclusión que la información hidrometeorológica es consistente, excepto la estación Santa Rosa de la cual se realizó su corrección.

c) Para la determinación de la precipitación media en las sub cuencas desde el eje de la presa, se ha utilizado el método de polígono de Thiessen implementado en Arcgis 10.5, lo cual da como resultado que la estación Llally contempla todas las microcuencas del proyecto.

d) Mediante la utilización del modelo hidrológico Lutz Scholz se ha determinado que la oferta hídrica para los diferentes puntos de interés identificados, captación del sector Acoyo Frontis.

e) Se llegó a estimar los volúmenes totales mensuales a diferentes niveles de probabilidad, teniendo a un 75% de persistencia Anual, teniendo para el Sector Acoyo Frontis 0.258 m3/s



BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calaña Umorante

JEFE DE PROYECTO





c) Se llegó a cabo un inventario de licencias de uso de agua que serán utilizados en el proyecto correspondiente a unas resoluciones administrativas, todas garantizando el recurso hídrico para el COMITÉ DE REGANTES ACCOYO FRONTIS.



7.1.4. Sobre el análisis de máximas avenidas

a) Mediante el Método SCS, y en base a los parámetros geomorfológicos de las subcuencas en estudio, se han determinado caudales de diseño con un periodo de retorno de 50 años, se obtuvo un caudal máximo de diseño de 8.90 m³/seg para la captación del sector Acoyo Frontis.

7.1.5. Sobre la demanda hídrica

A) En referencia al estudio agrológico, y contrastando la información socio económica del área del proyecto, se tiene un total de 56 Hás netas de riego para el Sector Acoyo Frontis del Proyecto.

CÉDULA CAMPAÑA CP		
Cultivo	ha	%
PAPA DULCE	1.00	1.79
PAPA AMARGA	1.00	1.79
QUINUA	1.00	1.79
HABAS	1.00	1.79
CAÑIHUA	1.00	1.79
CEBADA FORRAJERA	1.00	1.79
AVENA FORRAJERA	5.00	8.93
PASTO CULTIVADO	45.00	80.36
Total	56.00	100.00

B) Los caudales requeridos máximos de cada sector según la demanda hídrica con proyecto es:

ITEM	SECTOR	CAUDAL MAXIMO REQUERIDO
1	SECTOR ACOYO FRONTIS	32.96 lt/seg

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO





7.1.6. Sobre el balance hídrico

a) Se ha efectuado el balance hídrico con y sin proyecto mensual con las áreas a regar para cada Sector teniendo en cuenta la demanda hídrica para los meses de déficit hídrico. Ver anexo H

b) Para el caudal de diseño de la infraestructura hidráulica se ha calculado multiplicando por un factor de 1.00 a caudal de máxima demanda, dado que en el tiempo puede variar la cedula de cultivo, asimismo se trata de proyectos pequeños donde en años lluviosos se puede aprovechar mejor el agua de las quebradas, por lo que el caudal de diseño estaría justificado. Asimismo, evaluando el costo el impacto es muy bajo ya que se trata de sistemas de riego pequeño.

ITEM	SISTEMA	CAUDAL MAXIMO REQUERIDO	FACTOR	CAPTACION	CANAL DE DERIVACION	DESARENADOR	LINEA DE CONDUCCION
1	SECTOR ACOYO FRONTIS	32.96 lt/seg	1.00	32.96 lt/seg	32.96 lt/seg	32.96 lt/seg	32.96 lt/seg

7.2 RECOMENDACIONES

a) Para un mejor análisis detallado del presente estudio hidrológico, cuando se realice su actualización se recomienda realizar campañas de aforo en épocas de estiaje en los puntos de interés, con fines de validar los modelos hidrológicos.

b) Si fuera posible sería necesario de la obtención de fotos satelitales de varias bandas con el fin de calibrar los parámetros que algunos métodos de generación de caudales requieran.

c) Desde el enfoque del desarrollo sostenible, se recomienda, de manera general, y específicamente en proyectos de irrigación, el mejor uso del agua como bien escaso, es decir, con equidad social, eficiencia económica y sustentabilidad de los ecosistemas, en el marco de las políticas de la Ley de Recursos Hídricos 29338.

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO





B. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aliaga, S. 1983. Tratamiento de datos hidrometeorológicos, Lima, Perú.

Aliaga, S. 1985. Hidrología estadística. Lima, Perú.

Aparicio, F. 1997. Fundamentos de hidrología de superficie. Editorial Limusa, México.

Aranda, F. 1987. Procesos del ciclo hidrológico. Universidad Autónoma san Luis de Potosí, México.

Chereque, W. 1989. Hidrología para estudiantes de ingeniería civil. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.

Chow, V; Maidment, D; Mays, L. 1994. Hidrología Aplicada. Editorial McGraw-Hill. Santafé de Bogotá, Colombia.

Comisión de las Comunidades Europeas. 1993. Plan director binacional de protección, prevención de inundaciones y aprovechamiento de recursos del lago Titicaca, río Desaguadero, lago Poopó y lago Salar de Colpasa (Sistema TDPS).





PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPU – PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"



Dal Ré, R. 2003. Pequeños embalses de uso agrícola. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid, España.

De Pierola J; Aliaga V. 1993. Análisis de consistencia de series hidrometeorológicas. Lima, Perú.

INRENA. 2003. Estudio integral de los recursos hídricos de la cuenca del río Ramis: Estudio de Hidrología, Intendencia de Recursos Hídricos. ATDR Ramis. Ayaviri, Perú.

INRENA. 2007. Estudio de priorización y selección de alternativas de embalse en la cuenca del río Azulre, Combamayo – Cajamarca, Volumen I y II. Intendencia de Recursos Hídricos. Oficina de Proyectos de Afianzamiento Hídrico. Lima, Perú.

INRENA. 2008. Actualización del balance hídrico de la cuenca del río Ramis. Intendencia de Recursos Hídricos. ATDR Ramis. Ayaviri, Perú.

INRENA. 2008. Evaluación de los recursos hídricos en la cuenca del río Ilave, Intendencia de Recursos Hídricos. ATDR Ilave, Puno, Perú.

Mejía, A. 1991. Métodos estadísticos en hidrología. UNALM. Lima, Perú.

Mejía, A. 2001. Hidrología Aplicada. UNA La Molina, CIP-FIA, Lima, Perú.

Monsalve, G. 1999. Hidrología en la ingeniería. Segunda Edición. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Alfaomega. Colombia.

Organización Meteorológica Mundial – OMM. 1994. Guía de prácticas hidrológicas N° 168. Quinta edición.

Obando, W. 1996. Informe final: Actualización y complementación de los aspectos climatológicos, hidrológicos y sedimentológicos de los embalses Ccaracocha y Chaclococha. Proyecto Especial Tambo Ccaracocha. Ica, Perú.

Villón, M. 2002. Hidrología estadística. Escuela de Ingeniería Agrícola, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Segunda Edición. Editorial Villón. Lima, Perú.

Villón, M. 2002. Hidrología. Escuela de Ingeniería Agrícola, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Segunda Edición. Editorial Villón. Lima, Perú.

Fattorelli, S., & Fernandez, P. C. (2011). Diseño Hidrológico. Paris: World Water Assessment Programme (WWAP).

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

[Signature]
Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO





9. ANEXOS

- 9.1 ANEXO A
- 9.2 ANEXO B
- 9.3 ANEXO C
- 9.4 ANEXO D
- 9.5 ANEXO E
- 9.6 ANEXO F
- 9.7 ANEXO G
- 9.8 ANEXO H
- 9.9 ANEXO I



BIMCASA INGENIEROS S.A.C.

Henry Calcina Umorente
Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO



PROYECTO	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CUPI					
	"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITE DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPI - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"					
UBICACION	DEPARTAMENTO	PUNO	PROVINCIA	MELGAR	DISTRITO	CUPI



ANEXO A: PARAMETROS GEOMORFOLOGICOS DE LA MICROCUCNCA

BIMCASA INGENIEROS S.A.C


Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO




Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
ESPECIALISTA EN HIDROLOGIA

PROYECTO	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CUPI					
	"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITE DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPI - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"					
UBICACION	DEPARTAMENTO	PUNO	PROVINCIA	MELGAR	DISTRITO	CUPI



BIMCASA INGENIEROS S.A.C

 Ing. Henry Calcina Umorente
 CIP 335695
 JEFE DE PROYECTO



 Ing. Henry Calcina Umorente
 CIP 335695
 ESPECIALISTA EN HIDROLOGIA

PROYECTO	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CUPI					
	"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITE DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPI - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"					
UBICACION	DEPARTAMENTO	PUNO	PROVINCIA	MELGAR	DISTRITO	CUPI
SECTOR	ACOYO FRONTIS				AÑO	2024

PRINCIPALES PARAMETROS GEOMORFOLOGICOS DE LA MICROCUENCA DEL ACOYO FRONTIS

1. AREA DE LA CUENCA

1.1.- DATOS OBTENIDOS DE LA CUENCA DEL RIO

A través del Programa Arc GIs 10.5, obtenemos lo siguiente

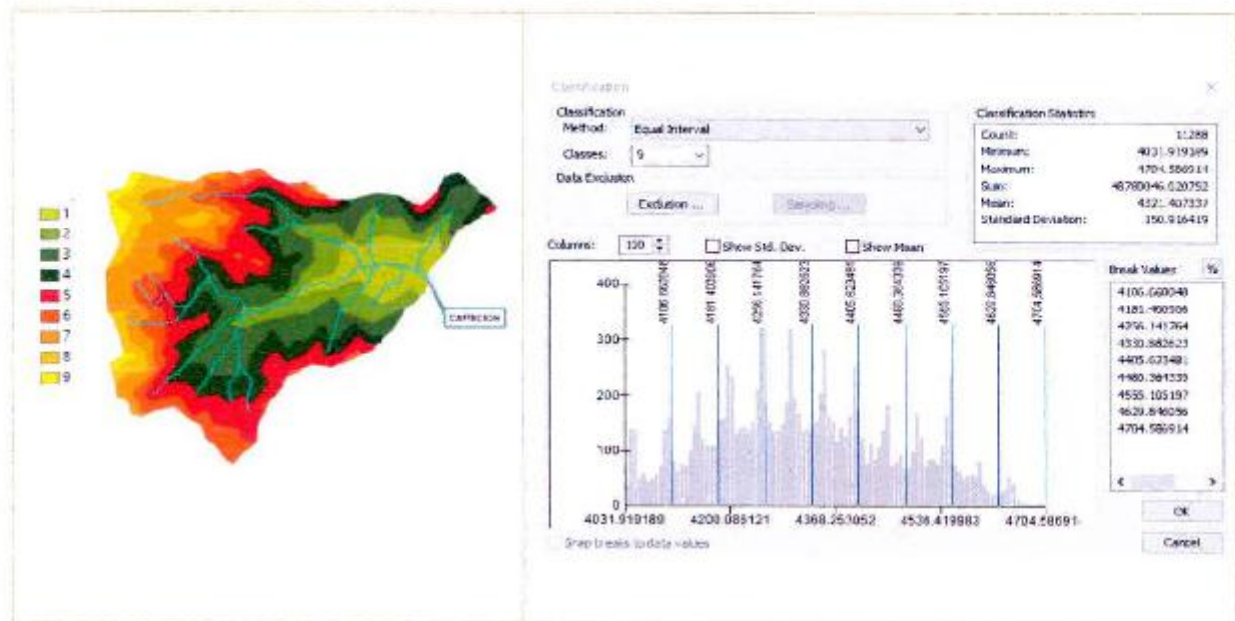
DESCRIPCION	DATO	VALOR
Area de la Cuenca	A	28.2105 km ²
Perímetro de la Cuenca	P	24.9793 km



1.2.- CUADRO DE AREAS PARCIALES Y ACUMULACION SEGÚN LA ALTITUD

Con el Software ArcGis 10.5 obtenemos el Areado entre curvas de nivel o cotas, obtenemos las Areas Parciales:

Grafico N° 01: Areas parciales y acumuladas para elaboracion de Curva Hipsometrica



Cuadro N° 01: Areas parciales y acumuladas para elaboracion de Curva Hipsometrica

ORDEN	ALTITUD m.s.n.m	AREAS PARCIALES		AREAS ACUMULADAS			
		km ²	%	POR DEBAJO		POR ENCIMA	
	Punto mas bajo			km ²	%	km ²	%
	4031.92	0.00000	0.00	0.000	0.00	28.220	100.00
1	4106.64	2.36000	8.36	2.360	8.36	25.860	91.637
2	4181.40	3.02750	10.73	5.388	19.09	22.833	80.909
3	4256.15	5.19500	18.41	10.583	37.50	17.638	62.500
4	4330.85	4.70750	16.68	15.293	54.10	12.930	45.819
5	4405.60	4.87750	17.28	20.168	71.47	8.053	28.535
6	4480.27	2.93500	10.40	23.103	81.87	5.118	18.134
7	4555.10	3.17250	11.24	26.275	93.11	1.945	6.892
8	4629.85	1.46250	5.18	27.738	98.29	0.483	1.710
9	4704.59	0.48250	1.71	28.220	100.00	0.000	0.000
	4704.59 Punto mas alto						
TOTAL		28.220	100.00 %				

BIMCASA INGENIEROS S.A.C.
Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO



Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
ESPECIALISTA EN HIDROLOGIA

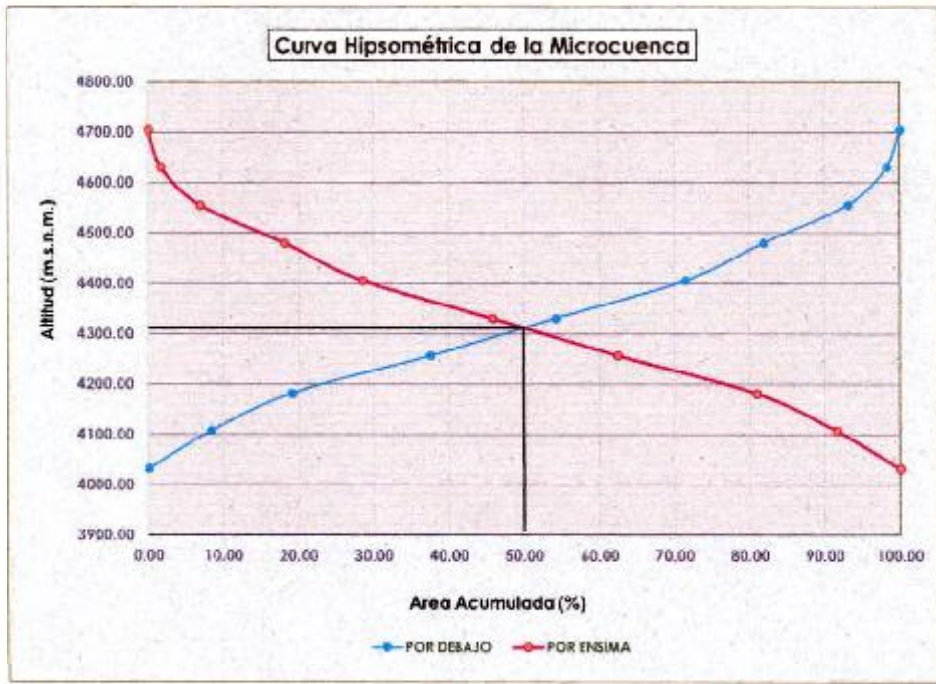
PROYECTO	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CUPI						
	"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITE DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPI - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"						
UBICACION	DEPARTAMENTO	PUNO	PROVINCIA	MELGAR	DISTRITO	CUPI	
SECTOR	ACOYO FRONTIS				AÑO	2024	

2. FACTOR RELIEVE

2.1.- CALCULO DE LA CURVA HIPSOMETRICA



Grafico N° 02: Curva Hipsométrica de la Cuenca Microcuenca



2.2.- CALCULO DE LA ALTURA MEDIANA

DESCRIPCION	DATO	VALOR
Altura por Encima	Ae	4330.85 msnm
Altura por Debajo	Ad	4256.15 msnm
Porc. por Altura por Encima	%e	45.82 %
Porc. por Altura por Debajo	%d	54.18 %
Porcentaje por Mediana	%m	50.00 %
Altura Mediana	Hm	4312.13 msnm

(Intersección de las curvas hipsométricas)

2.3.- CALCULO DE LA ALTURA MEDIA PONDERADA

Cuadro N° 03: Areas parciales entre curvas de nivel

a_i	c_i (altitud media)	$a_i \cdot c_i$
2.360	4069.277	9603.4745
3.028	4144.016	12546.0077
5.195	4218.774	21916.5318
4.708	4293.501	20211.6558
4.878	4368.227	21306.0286
2.935	4442.940	13040.0277
3.173	4517.688	14332.3663
1.463	4592.478	6716.4591
0.483	4667.220	2251.9338
$\Sigma = 28.22$		$\Sigma = 121924.55$
Altura Media Ponderada	Hmp	4320.50 msnm

BIMCASA INGENIEROS S.A.C.

Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO



Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
ESPECIALISTA EN HIDROLOGIA

PROYECTO	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CUPI					
	"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITE DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPI - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"					
UBICACION	DEPARTAMENTO	PUNO	PROVINCIA	MELGAR	DISTRITO	CUPI
SECTOR	ACOYO FRONTIS				AÑO	2024



FORMULA	DESCRIPCION	DATO
$c_i = \frac{c_i + c_{i-1}}{2}$	Altitud media de cada área parcial entre dos curvas de nivel.	c_i
$Hmp = \frac{\sum a_i \cdot c_i}{A}$	Área parcial de terreno entre curvas de nivel	a_i
	Área de la cuenca	A
	Altura Media Ponderada	Hmp

2.4.- CALCULO DE LA ALTITUD MEDIA SIMPLE

FORMULA	DESCRIPCION	DATO	VALOR
$H_{ms} = \frac{Cm + Cm}{2}$	Cota o altitud mas baja de la cuenca	Cm	4031.92 msnm
	Cota o altitud mas alta de la cuenca	CM	4704.59 msnm
	Altura Media Simple	Hms	4368.25 msnm

2.5.- CALCULO DEL POLIGONO DE FRECUENCIAS DE AREAS PARCIALES

COTA (mm)	AREAS PARCIALES (%)
4106.64	8.36 %
4181.40	10.73 %
4256.15	18.41 %
4330.85	16.68 %
4405.60	17.28 %
4480.27	10.40 %
4555.10	11.24 %
4629.85	5.18 %
4704.59	1.71 %



3. PARAMETROS DE FORMA

3.1.- CALCULO DEL INDICE DE GRAVELIOS (K)

FORMULA	DESCRIPCION	DATO	VALOR
$K = 0.28 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}}$	Perimetro de la cuenca en Km	P	24.98 Km
	Area de la cuenca Km ²	A	28.21 Km ²
	INDICE DE GRAVELIOUS	k	1.32672

Formas de sistemas hidrológicos con base en el coeficiente de Gravelious

Clase de Geometría	Rango de Clase	Forma de Cuenca
K_{01}	$1.00 < K_{01} < 1.25$	Oval Redonda
K_{02}	$1.25 < K_{02} < 1.50$	Oval Oblonga
K_{03}	$1.50 < K_{03} < 1.75$	Oblonga Alargada

La cuenca es de forma Oval Oblonga

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO

3.2.- CALCULO DEL RECTANGULO EQUIVALENTE

FORMULA	DESCRIPCION	DATO	VALOR
$L = \frac{K + \sqrt{K}}{1.12} \cdot \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K}\right)^2}\right)$	Indice de Gravelious	k	1.3267
$l = \frac{K + \sqrt{K}}{1.12} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K}\right)^2}\right)$	Area de la cuenca Km ²	A	28.210 Km ²
	Lado Mayor	L	9.664 km
	Lado Menor	l	2.919 km

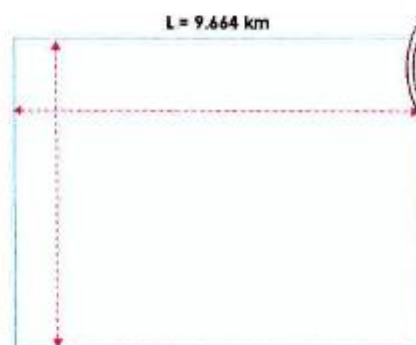


Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335695
ESPECIALISTA EN HIDRO

PROYECTO	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CUPI					
	"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITE DE REGANTES ACOYO FRONTS DEL DISTRITO DE CUPI - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"					
UBICACION	DEPARTAMENTO	PUNO	PROVINCIA	MELGAR	DISTRITO	CUPI
SECTOR	ACOYO FRONTS				AÑO	2024

COTA (msnm)	AREA PARCIAL a (Km2)	ANCHO c _i (Km)
4031.92	0.000	0.000
4106.64	2.360	0.808
4181.40	3.028	1.037
4256.15	5.195	1.780
4330.85	4.708	1.613
4405.60	4.878	1.671
4480.27	2.735	1.005
4555.10	3.173	1.087
4629.85	1.463	0.501
4704.59	0.403	0.165
Suma c _i = L		9.668

l = 2.919 km



3.3 - CALCULO DEL FACTOR FORMA

FORMULA	DESCRIPCION	DATO	VALOR
$F_f = \frac{A}{L^2} = \frac{l}{L}$	Lado Mayor del Rectangulo Equivalente	L	9.66 km
	Lado Menor del Rectangulo Equivalente	l	2.92 km
	Area de la Cuenca	A	28.21 Km2
	Factor Forma	f _f	0.302 0.302

4 PERFIL LONGITUDINAL DEL RIO PRINCIPAL (Pendiente del Rio Principal - Según Taylor y Schwarz)

Prog: km	Longitud (m)	Longitud Acumulada (m)	Cota (msnm)	Desnivel (m)	S	$\frac{1}{\sqrt{S}}$
0+000	0.000	0.000	4031.92	0.00	-	
0+500	500.037	500.037	4038.00	6.08	0.012161	9.06818
1+000	500.009	1000.046	4041.00	3.00	0.006000	12.91006
1+500	500.049	1500.095	4048.00	7.00	0.013999	8.45196
2+000	502.204	2002.299	4095.00	47.00	0.093587	3.26982
2+500	500.001	2502.300	4096.00	1.00	0.002000	22.36070
3+000	500.016	3002.316	4100.00	4.00	0.008000	11.18052
3+500	501.224	3503.540	4135.00	35.00	0.069829	3.78427
4+000	500.144	4003.684	4147.00	12.00	0.023993	6.45590
4+130	130.336	4134.019	4150.00	3.00	0.023018	6.59130
						Σ = 84.07

FORMULA	DESCRIPCION	DATO	VALOR
$S = \left[\frac{n}{\frac{1}{\sqrt{S_1}} + \frac{1}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{1}{\sqrt{S_n}}} \right]^2$	Numero de Longitudes	n	9
	Pendiente Longitudinal del Rio	S _p	0.01146
	Pendiente Longitudinal del Rio	S _p	1.146%

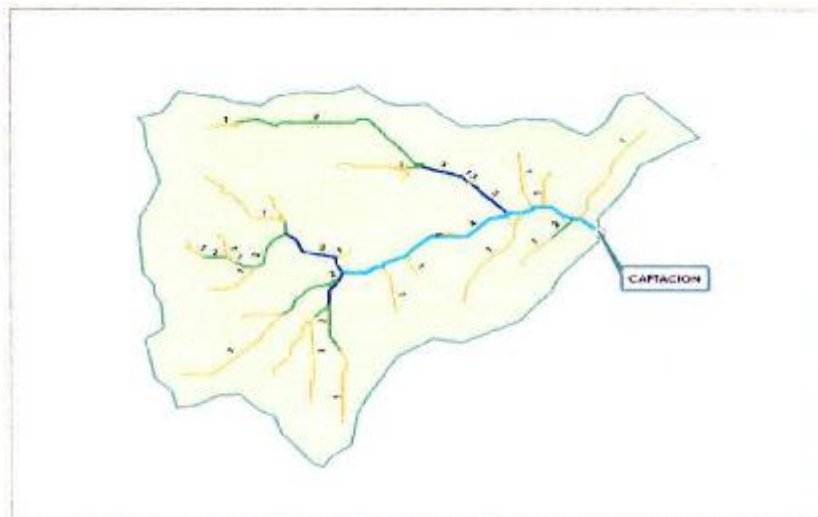


BIMCASA INGENIEROS S.A.C.
Ing. Henry Calcina Umarente
CIP 335635
JEFE DE PROYECTO

Ing. Henry Calcina Umarente
CIP 335635
ESPECIALISTA EN HIDROLOGIA

PROYECTO	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CUPI					
	"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITE DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPI - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"					
UBICACION	DEPARTAMENTO	PUNO	PROVINCIA	MELGAR	DISTRITO	CUPI
SECTOR	ACOYO FRONTIS				AÑO	2024

5. PARAMETROS RELACIONADOS CON LA RED HIDROGRÁFICA



RED HIDROGRAFICA DE LA CUENCA			
RED	Tipo de Corriente		
Número de Orden de los Ríos	Orden 1		58
	Orden 2		22
	Orden 3		10
	Orden 4		15
	Nro Total de Ríos		105
	Grado de Ramificación		4
Longitud del Río Principal			4.1303 km
Longitud total de los ríos de diferentes grados	Orden 1		20.4326 km
	Orden 2		7.6602 km
	Orden 3		3.0665 km
	Orden 4		4.1303 km
	Longitud Total		35.2898 km

5.1.- CALCULO DE LA DENSIDAD DE DRENAJE

Densidad de Drenaje

BIMCASA INGENIEROS S.A.C


 Ing. Henry Calcina Umorente
 CIP. 335685
 JEFE DE PROYECTO

FORMULA	DESCRIPCION	DATO	VALOR
$D_d = \frac{L_t}{A}$	Longitud de causas principal	L	4.130 km
	Longitud de causas aportantes		31.159 km
	Longitud total de ríos	L	35.290 km
	Area de la Cuenca	A	28.210 km ²
	Densidad de Drenaje	D _d	1.251

5.2.- CALCULO DE LA FRECUENCIA DE LOS RIOS

FORMULA	DESCRIPCION	DATO	VALOR
$F_r = \frac{N}{A}$	Número de Causas	N	105.00
	Area de la Cuenca	A	28.21 Km ²
	Frecuencia de los Ríos	F _r	3.722



 Ing. Henry Calcina Umorente
 CIP. 335695
 ESPECIALISTA EN HIDROLOGIA

PROYECTO	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CUPI					
	"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITE DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPI - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"					
UBICACION	DEPARTAMENTO	PUNO	PROVINCIA	MELGAR	DISTRITO	CUPI
SECTOR	ACOYO FRONTIS				AÑO	2024

5.3.- CALCULO DE LA EXTENSION MEDIA DEL ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL (Es)

FORMULA	DESCRIPCION	DATO	VALOR
$Es = \frac{A}{4.L_e}$	Longitud total de rios	Li	35.29 Km2
	Area de la Cuenca	A	28.21 Km2
	Escorrentamiento Superficial	E _s	0.200



5.4.- CALCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACION (Tc), SEGUN KIRPICH

FORMULA	DESCRIPCION	DATO	VALOR
$T_c = \left(\frac{0.87 + L^3}{H} \right)^{0.385}$	Longitud Mayor del Rectangulo Equivalente	L	9.66 Km
	Cota o altitud mas baja de la cuenca	Cm	4031.92 msnm
	Cota o altitud mas alta de la cuenca	CM	4704.59 msnm
	Tiempo de Concentracion en Horas y Minutos	Tc	1.06 hr 63.68 min

6. OTROS PARAMETROS:

6.1.- CALCULO DEL INDICE DE PENDIENTE (Ip)

FORMULA	DATO
$I_p = \sum_{i=1}^n \sqrt{\beta_i \cdot (a_i - a_{i-1})} \cdot \frac{1}{\sqrt{L}}$	I _p
$\beta_i = \frac{A_i}{A_T}$	β _i

A _i	L	$\beta_i = \frac{A_i}{A_T}$	$a_i - a_{i-1}$	$\beta_i \cdot (a_i - a_{i-1})$	$\sqrt{\beta_i \cdot (a_i - a_{i-1})}$	$\sqrt{\beta_i \cdot (a_i - a_{i-1})} \cdot \frac{1}{\sqrt{L}}$
0.000	9.664	0.000000	0.000	0.00000	0.00000	0.00000
2.360	9.664	0.083629	74.716	6.24842	2.49968	0.80408
3.028	9.664	0.107282	74.760	8.02046	2.83204	0.91099
5.195	9.664	0.184039	74.756	13.76184	3.70970	1.19331
4.708	9.664	0.166814	74.697	12.46057	3.52995	1.13549
4.878	9.664	0.172838	74.755	12.92060	3.59452	1.15626
2.935	9.664	0.104004	74.669	7.76591	2.78674	0.89642
3.173	9.664	0.112420	74.828	8.41223	2.90036	0.93298
1.463	9.664	0.051825	74.751	3.87397	1.96824	0.63313
0.483	9.664	0.017098	74.733	1.27778	1.13039	0.36362
I_p = 28.22						Ip=8.0263

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

6.2.- CALCULO DE LA PENDIENTE MEDIA DEL CUENCA (Metodo Rectangulo Equivalente)

Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO

FORMULA	DESCRIPCION	DATO	VALOR
$S = \frac{H}{L}$	Diferencia de Cota Maxima y Cota Minima	H	672.67 m
	Lado Mayor del Rectangulo Equivalente	L	9664.29 m
	Pendiente de la Cuenca	S	0.070 6.960%



Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
ESPECIALISTA EN HIDROLOGIA

6.2.- CÁLCULO DE PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA

PROYECTO	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CUPI					
	"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITE DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPI - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"					
UBICACION	DEPARTAMENTO	PUNO	PROVINCIA	MELGAR	DISTRITO	CUPI
SECTOR	ACOYO FRONTIS				AÑO	2024



N°	RANGO PENDIENTE		PROMEDIO	NÚMERO DE OCURRENCIA	PROMEDIO x OCURRENCIA
	INFERIOR	SUPERIOR			
1	0	10	5.0	1592	7960
2	10	20	15.0	2297	34455
3	20	30	25.0	2667	66675
4	30	40	35.0	2276	79660
5	40	50	45.0	1464	65880
6	50	60	55.0	654	35970
7	60	70	65.0	244	15860
8	70	80	75.0	71	5325
9	80	90	85.0	15	1275
10	90	100	95.0	8	760
				Σ = 11194.00	Σ = 306460.00
S_m = 27.38 %					

RESUMEN DE PARAMETROS GEOMORFOLOGICOS DE LA MICROCUENCA DEL ACOYO FRONTIS

MICRO CUENCA	CAPTACION - ACOYO FRONTIS			
PARAMETROS	CARACTERISTICAS			
FORMA DE LA CUENCA	Area Total de la Cuenca	A	28.2105 km ²	
	Perimetro de la Cuenca	P	24.9793 km	
	Longitud de las Rias a Diferentes Grados	Orden 1	L _{r1}	20.4328 km
		Orden 2	L _{r2}	7.6602 km
		Orden 3	L _{r3}	3.0665 km
		Orden 4	L _{r4}	4.1303 km
		Long. Total	L _{total}	35.2898 km
	Coefficiente de Compacidad (Indice de Gravelius)	k	1.32672	
	Factor Forma	F _f	0.30204	
	Rectangulo Equivalente	L	9.664 km	
		I	2.919 km	
RELIEVE DE LA CUENCA	Altura Mediana	H _m	4312.13 msnm	
	Altura Meda Ponderada	H _{mp}	4320.50 msnm	
	Altura Media Simple	H _{ms}	4368.25 msnm	
	Pendiente de la Cuenca (Met. Rectangulo Equivalente)	Cota Maxima	CM	4031.92 msnm
		Cota Minima	C _m	4704.55 msnm
		Pendiente	S	6.960%
	Pendiente Media de la Cuenca	S _m	27.377 %	
RED HIDROGRAFICA DE LA CUENCA	Numero de Orden de las Rias	Indice de Pendiente	I _p	8.026
		Orden 1	N _{r1}	53
		Orden 2	N _{r2}	22
		Orden 3	N _{r3}	10
		Orden 4	N _{r4}	15
		Numero total	N _t	105
	Grad. Ramificacion		Gr	4
	Densidad de Drenaje		D _d	1.251 km/km ²
	Frecuencia de Densidad de los Rios		F _f	3.722 rias/km ²
	Extension Media del Excurrimiento Superficial		E _s	0.200 km ² /km
	Tiempo de Concentración		T _c	63.685 min
	Pendiente Media del Rio Principal	Long. Rio Principal	L _{rp}	4.1303 km
		Cota Maxima	CM _r	4150.00
		Cota Minima	C _{m_r}	4031.92
		Pendiente Media	S _{m_r}	2.859%
	Pendiente del Rio Principal - Según Taylor y Schwarz		S _{rp}	1.146%

BIMCASA INGENIEROS S.A.C.
Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO



Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335695
ESPECIALISTA EN HIDROLOGIA

PROYECTO	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CUPÍ "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPÍ - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"					
UBICACIÓN	DEPARTAMENTO	PUNO	PROVINCIA	MELGAR	DISTRITO	CUPÍ



ANEXO B: PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL HISTÓRICA

BIMCASA INGENIEROS S.A.C.


 Ing. Henry Calcina Umorente
 CIP. 335695
 JEFE DE PROYECTO




 Ing. Henry Calcina Umorente
 CIP. 335695
 ESPECIALISTA EN HIDROLOGÍA

PROYECTO	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CUPI					
	"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITE DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPI - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"					
UBICACION	DEPARTAMENTO	PUNO	PROVINCIA	MELGAR	DISTRITO	LLALLI
ESTACION	LLALLY				AÑO	2024

PRECIPITACIONES TOTALES MENSUALES HISTORICAS EN (mm) - ESTACION LLALLY

DEPARTAMENTO: PUNO
ESTACION: LLALLY
CODIGO: 114034

PROVINCIA: MELGAR
LATITUD: 14° 52' 0.3" S

DISTRITO: LLALLY
LONGITUD: 70° 52' 49.9" W
ALTITUD: 3985 msnm



INFORMACION PRECIPITACION TOTAL MENSUAL

Mes	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964	82.5	132.5	87.7	53	5.5	0	0	0	15.5	21.5	64.5	54.5	520.20
2	1965	133	127	209	73.5	0	0	1	1	4.5	42.5	28.3	143.5	763.30
3	1966	97.5	148.1	90.5	12	32.3	0	0	0	14.5	81.1	139.5	136	721.50
4	1967	65.5	110.5	158.2	35.5	13	0	8	24.5	34.6	67.5	9.5	156.5	683.40
5	1968	175.5	245.9	93	30	1.5	8	0	3	4.5	44.5	120.5	88.1	814.30
6	1969	118.6	97	53.5	17.5	0.5	0.5	0	1.5	24.5	69.5	37.8	94.5	515.40
7	1970	302	160.2	160.5	53.5	11	0	0	0	16.5	14	5	181.9	804.40
8	1971	152	280	60	21.5	0.5	0	0	4	0	22	38.5	136.5	735.00
9	1972	378	120	133.6	-	3.5	0	9	10	12.5	44	42	123.5	776.30
10	1973	252.5	161	163.5	62	1	0	6	12.5	46.5	33.5	37.6	67	863.10
11	1974	276.6	213.5	142.5	103	2.5	18.5	4	96.5	12	16.5	34.5	143.5	1013.60
12	1975	166.8	-	-	18.5	32.1	0	0	2	15.5	26	45	176	433.90
13	1976	218	102	222	28	29.5	17.5	0.5	11	55	6.5	22.5	71	776.50
14	1977	78.8	169	136.9	25	5	-	-	-	62.9	55.5	164.2	54.5	761.80
15	1978	394.7	158	96.9	76.7	0	0	5.2	9.8	31.5	25.5	154.1	148.4	1100.80
16	1979	173.2	135.6	167.7	65.7	0.3	0	0.2	12.2	4	74.7	89.3	134.5	857.40
17	1980	62	45.1	147.3	15.8	8.6	0	0.8	5	23.3	127.8	81.5	97.1	614.30
18	1981	262.6	111.1	105.1	124.2	-	-	-	-	-	-	-	-	603.00
19	1982	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	1983	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	1984	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	1985	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	1986	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	1987	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	1988	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	1989	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	1990	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	1991	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	1992	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	1993	-	-	-	-	-	-	-	30.6	15.1	105.4	153.3	137.3	441.70
31	1994	203.2	178.3	154.4	75.2	2.8	0	0	0	5	15.9	75.4	122.2	832.40
32	1995	156.5	167.2	119	70.5	1.1	0	1.3	8.8	13.8	21.8	43.2	97.9	701.10
33	1996	176.6	163.4	117.3	60.9	16.6	0	0	3.9	9.8	25.1	41.8	158	773.40
34	1997	288.8	142.2	201.9	83	5	0	0	14.1	39.5	28	82.4	121.8	976.40
35	1998	218.4	175.3	74.8	53.4	0	1.1	0	9.1	5.3	80.2	73.2	88.2	779.20
36	1999	165.6	178.6	181	146.1	7.4	1.7	0	1.8	27.1	87	25.7	115.1	937.10
37	2000	241.3	186	127.7	18.5	24.1	5.1	9	12.4	7.8	115.8	23	102	872.70
38	2001	268.8	126.3	181.3	47.8	24.2	0	3.7	0	0	0	0	49.2	721.30
39	2002	155.8	149.2	133	56.3	30.2	0.6	16	11	23.2	115.8	91.8	104.7	887.60
40	2003	148.2	125.1	159.8	33.6	3.9	2	0	8.4	29.4	17.2	29.4	115.4	673.40
41	2004	209.7	118.8	105.4	30.4	7	4	11	12.8	29	17.6	50.8	172.4	788.90
42	2005	53.5	302.7	118.3	51.8	0.2	0	1.4	2.4	6.4	65	30.3	70.1	801.90
43	2006	272.4	141.9	179.9	81.1	0	8.2	0	9.3	10.6	30.9	77.1	121.8	933.00
44	2007	147.5	124.4	298.4	76.4	72.5	0.4	8.6	0	42.7	21.6	56.2	139	947.70
45	2008	220.1	136.7	102.4	0.5	4.3	4.5	0	2.1	20.6	32.9	14.8	238.8	797.90
46	2009	87.4	171.2	137.9	57.5	7.4	0	0.1	0	18.1	37.3	129.9	160.9	807.70
47	2010	188	195.8	107.9	75.4	12	0	0.4	0	0	25	70	171	845.50
48	2011	130.4	234.5	158	139.5	16.7	0	12.8	10.2	22.2	18.7	57.4	221	1021.60
49	2012	208.7	177.4	140.6	136	4.8	0	0	0	3.7	35.3	76.1	222.7	1005.30
50	2013	209.4	190.3	138.6	41.2	13	30.3	10.5	24.6	13.7	53.3	57.2	172.1	964.40
TOTAL		6892.1	5871.8	5186	2170.5	353	97.4	109.3	354.5	720.7	1742.4	2423.5	4928.6	30849.8
MEDIA		181.3711	158.6773	140.1622	56.6622	9.5405	2.7056	3.0417	9.5757	19.4784	45.8526	63.7753	129.7000	791.02
DES. STD		71.440	50.968	47.016	35.335	10.221	6.223	4.524	16.520	15.213	32.989	41.337	43.349	155.450
MAXIMA		394.7	302.7	298.4	146.1	32.3	30.3	16	96.5	62.9	127.8	144.2	238.8	1100.8
MINIMA		42	46.1	53.5	0.5	0	0	0	0	0	0	0	54.5	433.9



Ing. Henry Calcina Umoriente
CIP 335695
ESPECIALISTA EN HIDROLOGIA

BIMCASA INGENIEROS S.A.C.

Ing. Henry Calcina Umoriente
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO

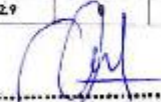
PROYECTO		MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CUPI					
		"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITE DE REGANTES ACOYO FRONTERA DEL DISTRITO DE CUPI - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"					
UBICACION	DEPARTAMENTO	PUNO	PROVINCIA	MELGAR	DISTRITO	UMACHIRI	
ESTACION	CHUQUIBAMBILLA				AÑO	2024	

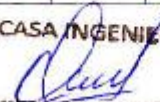
PRECIPITACIONES TOTALES MENSUALES HISTORICAS EN (mm) - ESTACION CHUQUIBAMBILLA

DEPARTAMENTO: PUNO PROVINCIA: MELGAR DISTRITO: UMACHIRI
 ESTACION: CHUQUIBAMBILLA LATITUD: 14° 47' 14.46" S LONGITUD: 70° 43' 42.47" W
 CODIGO: 11003 ALTUD: 2918 msnm



INFORMACION PRECIPITACION TOTAL MENSUAL														
Nro	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1944	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	1945	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	1946	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	1947	-	-	-	-	-	-	11.3	-	-	-	-	-	11.30
5	1948	-	-	-	-	-	-	11	-	-	-	-	-	11.00
6	1949	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	1950	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	1951	-	-	-	-	-	-	0	-	0	33.1	68.5	102.5	204.50
9	1952	192.9	131.1	114.9	36.5	0	3	-	2.6	-	-	31.9	-	510.90
10	1953	156.1	84.8	157.8	110.7	5.1	3	1.5	9.2	52.7	50.1	84	72	788.00
11	1954	167.2	119.0	126.5	47.9	0	4.2	0	39.4	-	28.5	43.3	71.1	642.40
12	1955	215	127.1	105.9	36.6	72	0	0	0	30.8	63	49.3	128	777.70
13	1956	193.7	107.4	151.9	27.4	15.4	1.5	0.8	2.8	33.8	1	26.9	41.3	603.90
14	1957	97	138.3	137.2	34.7	4	0	2	0	38	54.6	106.5	81.8	694.10
15	1958	295.7	127.9	62	64	0.9	0.6	0	0	24.7	19.9	36.2	125.5	824.40
16	1959	161.4	44.6	87.8	44.2	1.4	0	0	4.4	4.7	29.1	34.5	115.2	517.40
17	1960	116	100.9	147.8	13.2	11.2	0	1.3	2.4	4.8	81.3	70.1	103.9	655.90
18	1961	176.2	178	144.6	77	7.6	3.1	0	11.6	30.4	78	41.5	105.5	851.50
19	1962	149.6	68.4	124.4	82.2	0	0	2	0	27	9.5	154.1	68	770.70
20	1963	51.2	53.1	44.5	46.9	3.4	0	0	0	5.6	22.2	16.6	51.9	356.40
21	1964	222	177.8	139.3	31.3	20.9	0	1.3	0.7	2.7	10	134.4	168.1	1008.50
22	1965	129.3	123.4	90.3	121.3	20.7	25.9	0	0.5	65.7	24.1	140.1	109.4	847.70
23	1966	98	112.9	133.2	89.6	12.9	0	1	4.1	35.5	2.7	60.1	144.3	694.30
24	1967	113.7	75.1	72.5	32	1.1	1.4	7.3	0.9	3.2	2.3	96.6	79.8	492.90
25	1968	201.8	72.6	153.4	71.3	14.9	0	0	0	11.6	26.7	4.9	72.4	651.60
26	1969	158.9	80.6	92.7	111.1	3.3	1	0.7	40.1	30.9	51.5	64.2	21.5	707.50
27	1970	171.5	92.4	154.6	68.3	8.8	48.1	0	0.2	9.8	108.7	94.3	78.8	835.50
28	1971	194.5	57.9	121.5	30.1	28.8	32.1	0	0	1	48.3	25.7	67.6	614.50
29	1972	139.6	71.8	83.3	36.9	0	0	2.4	41.5	0	57.5	99.4	30.4	423.80
30	1973	183.4	29	181.4	48.4	0	16	0	28.6	9.3	94.1	162	95.7	847.90
31	1974	211.3	133.6	138.9	27	0	0	0	0	11.9	43	76.3	170.6	797.60
32	1975	119.7	117.5	121	14.8	21	0	0	0	2.5	27	56.7	123.8	587.10
33	1976	167.6	117.9	96.5	60.9	2.4	0	3.4	5	6.6	7.6	33.3	104.5	617.70
34	1977	205.1	193.7	203.3	63.8	4	0	0	16.5	31	35.4	111.6	191.7	984.10
35	1978	128.7	133.9	130.1	49	0	2	0	2	8.8	72.4	107.3	50.9	685.30
36	1979	114.1	108.6	142.9	142.9	13.7	0	1.4	1.7	18.2	52.5	35.7	94.1	776.80
37	2000	179.8	179.6	121.7	14.4	17.3	6.5	7	5.3	6.9	96	9.8	137.3	781.80
38	2001	246.5	128.6	126.9	25.1	19.3	1.2	4.7	7.5	10.8	40.4	18.2	69.9	699.10
39	2002	156.8	174	105.5	114.7	99.2	2	13.5	13.4	22	94.2	102.5	127.2	956.20
40	2003	138.7	143.8	213.2	84.4	4.3	0.3	0	12.6	23.3	18.7	33.6	96.4	774.30
41	2004	216.8	137	95.7	47.6	1.1	2	3.3	18	63.3	14.5	58.3	142.5	795.10
42	2005	88.1	213.7	97.7	39	0	0	0	7.9	0	118.5	75.7	66	728.40
43	2006	193.9	120.7	-	20.5	0	3.2	0	3	5.6	48	90.8	173.6	659.30
44	2007	128.7	98.5	130.8	8.9	3.5	0	4.6	0	22.1	21.1	67.2	72.9	631.30
45	2008	154.5	92.3	48.4	2.9	2.9	1	0	2.3	0	37.8	46	236.1	624.40
46	2009	115.2	87.2	140.6	65.2	0	0	0	0	14.4	19.1	84.8	131.1	657.80
47	2010	185.7	112.4	137.1	75.3	15.2	0	0	0	0	18.4	38.2	102.3	704.60
48	2011	122.8	180.1	123	72.5	13.5	3.6	13.9	6.8	37.2	31	0	158.7	743.10
49	2012	175.6	146.1	152.1	67.4	0	0	0	0	10.7	23.8	86.9	174.5	837.20
50	2013	207.5	177.1	132.9	39.4	3.6	16	6.7	7.4	5.3	57.3	44.6	214.7	904.50
TOTAL		6821.8	5009.7	5115	2406.3	315.5	181.7	101.1	294.8	727.6	1967.4	2924.7	4046.2	30512
MEDIA		162.4238	119.2786	124.7561	57.2929	7.5119	4.3262	2.2977	7.0190	17.7512	44.8429	68.0163	110.6238	678.04
DESV. STD		47.341	42.913	34.569	32.002	8.591	10.315	3.822	10.870	17.439	31.636	39.483	41.260	209.497
MAXIMA		295.7	213.7	213.2	142.9	29.2	48.1	13.9	41.5	65.7	118.3	162	236.1	1008.50
MINIMA		51.2	29	48.4	2.9	0	0	0	0	0	1	0	41.3	11.00


 Ing. Henry Calcina Umorente
 CIP 335695
 ESPECIALISTA EN HIDROLOGIA


 BIMCASA INGENIEROS S.A.C.
 Ing. Henry Calcina Umorente
 CIP 335695
 JEFE DE PROYECTO

PROYECTO		MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CUPI						
		"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITE DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPI - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"						
UBICACION	DEPARTAMENTO	PUNO	PROVINCIA	MELGAR	DISTRITO	SANTA ROSA		
ESTACION	SANTA ROSA					AÑO	2024	

PRECIPITACIONES TOTALES MENSUALES HISTORICAS EN (mm) - ESTACION SANTA ROSA

DEPARTAMENTO: PUNO

PROVINCIA: MELGAR

DISTRITO: SANTA ROSA

ESTACION: SANTA ROSA

LATITUD: 14° 37' 41" S

LONGITUD: 71° 47' 34" W

CODIGO: 114047

ALTITUD: 3957 msnm



INFORMACION PRECIPITACION TOTAL MENSUAL

Nro	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964	110	110	96	52	46	0	0	0	19.7	28	85.5	85.1	632.30
2	1965	185.5	151	259	35	0	0	0	0	-	-	-	-	630.60
3	1966	-	-	-	-	-	-	-	11	66	126.4	126.3	175.1	506.80
4	1967	97.7	124.3	147	33.2	15.8	0.5	21.8	29	30.2	63.5	31.8	163.1	757.90
5	1968	143.8	223.7	136.8	21.1	2.6	2	14.5	1.5	-	-	153.7	65	784.70
6	1969	-	110.6	155.7	104.3	0	0	15.4	3.7	30	134.7	66.6	77.3	698.30
7	1970	224.5	215.9	-	-	8	2	0	0	11.7	95	36.6	301.7	1035.70
8	1971	212.8	224.6	52.3	109.9	2.7	0.1	0	1	0	38.6	80.9	194.8	907.70
9	1972	309.9	163.8	147	54	2.3	0	0	16.8	17.7	36.9	76.1	169.1	976.60
10	1973	167.2	166.8	237.6	184.3	41.7	4.8	0	26.8	58.5	77.6	141.2	120.4	1226.90
11	1974	216.9	156.6	158.1	113.5	11.8	0	0	121.4	55.2	91.6	74.6	158.2	1197.90
12	1975	276.3	193.5	146.7	35.2	16.8	14.6	0	13.1	81.8	64	102.7	268.6	1223.30
13	1976	239	121.7	180.3	47.8	39.6	13.7	17.2	17.4	73.6	46.5	57.3	124.7	978.80
14	1977	272.8	281.9	188.2	27.4	-	0	5.6	0	59.9	86.1	248.9	207.9	1373.70
15	1978	154.6	252.6	177.1	51.7	2.4	0.5	0	-	53.4	18.9	236.5	223.9	1171.80
16	1979	280.1	97.7	156.4	87.6	2.3	0	0	-	12.5	-	-	-	636.60
17	1980	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	1981	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	1982	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	1983	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	1984	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	1985	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	1986	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.6	100	205.6	313.20
24	1987	185.8	94	115.9	39.2	2	0	24.7	19.2	11.9	56.6	132.4	-	675.70
25	1988	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	1989	-	-	-	-	-	-	0.4	45.1	43.4	54.4	51.3	111.3	305.90
27	1990	238.9	155.2	156.7	62.9	8.1	31.7	-	3	4.8	73.8	44.6	166.5	1016.29
28	1991	142.6	106.5	143.4	42.7	30.2	29.6	0	0	10.9	63.4	26	101.1	696.40
29	1992	109.8	68.5	26.9	4	0	0.5	0	23.4	8.3	36.3	95.7	87.1	460.50
30	1993	199.2	57	140.1	95.53	7.04	7.9	7.23	26.72	28.93	72.13	150.64	171.53	962.25
31	1994	263.21	174.41	188.31	74.81	13	2	0	3.7	4.54	37.31	92.3	179.4	1032.99
32	1995	127.3	148.2	139.9	28.5	6.2	0	0	0	50.5	84.8	144.6	106.3	856.30
33	1996	180	188.2	150.1	56.7	9.8	0	10.7	12.9	21.2	74.5	110.9	160.4	1006.40
34	1997	280.5	162.6	244.9	40.2	5.8	0	-	21.9	70.8	63.1	164.6	138.9	1233.30
35	1998	145.6	125.6	134.6	-	0	2.6	0	5	9.1	127.5	114.1	45.6	710.70
36	1999	136.5	164.8	276	65.2	10.3	0	0	0	26.6	54.7	16.4	93.2	850.70
37	2000	187.1	139.6	108	19	3.2	5.9	2.8	7.1	10.5	180.2	24.6	151.5	839.50
38	2001	242.8	163.7	195.8	38.9	34.9	0	8.8	5.2	15.5	37.9	33.9	56.8	746.20
39	2002	153.4	168.6	130.9	84.6	27.8	11.3	12.1	2.4	24.1	107.1	89.3	123.6	935.40
40	2003	155.1	147.2	186.3	37.7	10.6	2.3	0.01	11.81	14.67	24.04	26.1	112.86	728.64
41	2004	220.7	113.3	84.1	50.7	0	2.6	2.2	20.3	35.6	15.2	80.7	122.8	748.20
42	2005	71.2	202.5	112	35.8	0	0	2.6	10.8	2.02	67	84.8	105.42	694.14
43	2006	227.1	103.11	102.5	61.63	1	8.01	0.02	4.84	8.36	42.84	70.61	215.2	850.22
44	2007	101.12	104.6	227.2	65.81	7.51	1.2	3	0	41.62	53.7	81.33	84.63	773.32
45	2008	161.3	79.1	79.91	2.6	4.22	2.62	0	2.42	4.82	59.04	56.93	192	654.96
46	2009	120.21	135.9	72.4	28.41	2.21	0	1.21	0.01	13.3	36	126.1	136.2	671.95
47	2010	276.3	150	132	25.72	8.1	1.29	0	0.8	10.42	17.65	44.23	119.71	789.15
48	2011	109.1	280.2	176.7	54.7	12.1	3.6	6.4	1.21	47.8	41.11	45.8	139.6	847.32
49	2012	154	191.8	177.9	111.5	0	0	0	1.1	19.61	27.8	70.4	186.14	940.25
50	2013	212.4	141	118	31	7.9	9	1.8	6.4	7.6	63.2	73.2	148.5	820.00
TOTAL		7304.34	6158.32	5858.72	2136.01	436.68	160.25	158.47	479.01	1223.24	2487.79	3468.14	5863.59	35983.49
MEDIA		187.2908	153.9580	146.2236	66.2108	10.4277	4.0043	4.0433	11.9753	30.5560	62.1930	87.4665	146.5878	834.74
DESV. STD		61.695	50.433	54.298	35.373	12.455	7.316	6.451	20.449	26.569	36.391	52.763	56.768	236.538
MAXIMA		309.9	281.9	276	184.3	46	31.7	24.7	121.4	117	180.2	248.9	331.7	1378.70
MINIMA		71.2	57	26.9	4	0	0	0	0	0	7.6	16.4	46.6	305.90



PROYECTO		MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CUPI						
		"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITE DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPI - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"						
UBICACION		DEPARTAMENTO	PUNO	PROVINCIA	MELGAR	DISTRITO	AYAVIRI	
ESTACION		AYAVIRI					2024	

PRECIPITACIONES TOTALES MENSUALES HISTORICAS EN (mm) - ESTACION AYAVIRI

DEPARTAMENTO: PUNO
ESTACION: AYAVIRI
CODIGO: 114038

PROVINCIA: MELGAR
LATITUD: 14° 52' 7.58" S

DISTRITO: AYAVIRI
LONGITUD: 70° 35' 29.8" W
ALTITUD: 3941 msnm



INFORMACION PRECIPITACION TOTAL MENSUAL

Nro	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964	60.0	60.4	-	-	-	-	-	-	15.6	23.2	51.2	35.3	274.50
2	1965	159.4	89.0	192.6	22.0	0.0	0	0.0	0	2.5	11.3	69.0	169.0	713.80
3	1966	58.0	84.0	76.0	14.0	21.5	0	0	0	5	73.5	65.0	86.0	483.00
4	1967	75.0	104.0	55.5	37.5	9.2	0	18.0	14.1	32.3	102.9	35.5	145.0	654.20
5	1968	140	171	105.5	6.5	1.3	0.0	10.5	8.0	25	21.3	101	50.8	446.00
6	1969	125.1	105.6	40.1	38.6	0	1	5.0	0.7	9.0	32.7	30.3	47.1	453.20
7	1970	130.7	63.7	101.4	61.2	27.6	0	0	0	41.3	41.0	22.30	143.9	631.10
8	1971	78.60	211.6	13.90	56.90	0.00	0	0	3.1	0	24.00	36.8	107.3	532.40
9	1972	186.3	108.5	92.4	34.20	1.2	0.0	3	9	17.3	27.7	36.80	130.80	631.80
10	1973	201.40	130.5	134.00	76.60	5.20	0.0	6.3	2	72.60	65.70	57	87.80	848.10
11	1974	178.6	262.9	67.00	42.6	7	7	0	43.9	5.40	34	43.5	75.9	788.90
12	1975	133.1	187.4	104.8	37.3	4.1	0.0	0	0	5	87.20	73.4	172.3	804.50
13	1976	125.30	103.2	54.3	31.1	1.8	0.00	0.0	0.0	20.40	3	0	35.7	374.50
14	1977	17.2	87.4	57.50	0.0	0	0	0.0	0	1.3	2.6	52.50	168.6	380.10
15	1978	226.1	192.8	75.20	0.0	-	-	-	-	27	23.90	145.00	150.20	844.00
16	1977	183.3	56.90	101.3	44.30	-	-	-	-	-	-	-	-	
17	1980	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
18	1981	-	-	-	-	-	-	-	8	-	50.40	-	-	58.40
19	1982	149.60	73.3	63.3	93.90	0.0	2	0	39.5	35.0	117.9	211.50	57.1	891.80
20	1983	40.00	33.20	68.00	63.50	0.4	2.1	0	0.00	7.00	17.4	43	79.20	378.10
21	1984	248.1	162.1	152.1	21.0	16.6	3.4	0.0	18.8	0	338.8	811.3	179.0	2150.90
22	1985	-	149.9	190	158	8.2	40.3	0	0.0	24.3	-	-	-	571.10
23	1986	-	172.3	160	110.4	16.8	0	0	2.3	24.8	4.4	38.9	163.1	691.90
24	1987	180.2	70.1	58.1	41.3	4.7	4.8	20.4	3.3	2.0	30.5	72.80	76.9	545.10
25	1988	158.9	87.9	157.1	78.4	13.7	0	0.0	0	16	46.70	2.5	91.8	652.80
26	1989	158.5	75.7	99.0	56.20	3.7	2.5	0	31.6	22.8	48	37.0	76.6	611.70
27	1990	190.2	111.1	38.60	32	4	33.3	0	3.5	15	87	71.7	81.9	668.80
28	1991	163.5	95.9	109.8	27.80	29.6	35.8	0.60	3	13.6	51.10	33.7	85.4	649.00
29	1992	109.8	79.3	45.3	27	0	10.2	0.0	49.0	1	54	61.0	43.8	481.50
30	1993	206.6	68.0	120.0	26.8	0.2	11	0	23.7	40.8	84	175.0	78.8	835.00
31	1994	113.5	81.9	144.6	59.90	4.7	0	0.00	8	4	16.7	66	99.8	608.20
32	1995	96	98.40	132.5	45	0.5	0	0	0	5.1	15	70.5	104.1	547.40
33	1996	181.6	123.6	61.00	19.8	6.2	0	0	4.3	5.5	24.5	61.1	101.3	588.20
34	1997	139.0	194.9	174.0	8	1.4	0	0.00	14.7	-	-	122.2	107.1	741.70
35	1998	106.30	90.1	113.20	26.5	0	1	0	7	1	55.50	96.9	66.0	519.70
36	1999	92.8	156.3	129.7	112	7.0	0	0.0	0.00	27.6	43.2	32	55	649.40
37	2000	136.8	224.6	108.6	5.9	6.20	1.6	4	2.1	3	119.8	8.4	76.90	702.70
38	2001	228.1	111.2	89.80	39.0	22.70	2.9	1.3	11	11.30	34.8	21.40	100.8	684.20
39	2002	162.6	191.4	68.0	60.60	21.50	5.2	12.40	11.20	21.30	106.30	87.9	91.7	840.30
40	2003	201.0	99	163.2	41.7	9.40	5	0.00	10.5	15.1	29.3	25.20	135.60	734.70
41	2004	260.50	151.4	88.6	40.2	4	1	4.3	15.4	50.9	24.3	69	153.00	810.10
42	2005	70.6	224.9	130.2	26.3	0	0	0	5	4.80	74.80	83.0	67.00	706.40
43	2006	177.5	65.9	105.00	44.5	0	0.6	0	2.1	2.8	80	78.5	144.3	701.10
44	2007	111	78	162.4	61.30	11.2	0.00	0.0	1	23.7	18.3	69.5	110.0	644.80
45	2008	172.7	121.6	58	8.90	1.8	0.5	0	0	1.9	43.0	44.5	177.9	631.60
46	2009	91.5	123.8	89.80	40.7	5	0	0.00	0.2	25.2	32	94	118.70	622.30
47	2010	192.30	125.2	37.90	67.20	15.20	0	0.0	1	0.4	26.1	30.3	69.8	615.20
48	2011	71.60	164.1	132.7	66.60	12.6	1.4	7.50	2	10.80	31.10	96.0	143.3	739.80
49	2012	143	139.5	169.80	73.7	7.6	0.00	0.50	0.00	5	20.70	50.7	186.3	814.00
50	2013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
TOTAL		4440.9	5773.5	4871.8	2092.8	324.2	171.3	94.2	363.7	691.9	2514.9	3602.2	4778.3	31709.7
MEDIA		143.1311	122.8404	105.9087	45.4957	7.3682	3.8932	2.1409	7.8400	15.3756	55.8867	80.0489	106.1844	666.47
DESV. STD		55.657	53.795	43.875	31.512	8.071	9.362	4.723	12.055	15.442	79.994	118.678	41.857	274.622
MAXIMA		260.6	263.5	192.4	158.1	29.6	40.5	20.4	49	72.6	538.5	811.3	186.3	2150.10
MINIMA		17.2	23.3	13.9	0	0	0	0	0	0	2.6	0	35.7	58.40



PROYECTO	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CUPI					
	"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTERAS DEL DISTRITO DE CUPI - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"					
UBICACION	DEPARTAMENTO	PUNO	PROVINCIA	MELGAR	DISTRITO	LLALLU



ANEXO C: CÁLCULO DEL DIAGRAMA DE DOBLE MASA - PRECIPITACIÓN

BIMCASA INGENIEROS S.A.C


 Ing. Henry Calcina Umorante
 CIP 335695
 JEFE DE PROYECTO




 Ing. Henry Calcina Umorante
 CIP 335695
 ESPECIALISTA EN HIDROLOGÍA

PROYECTO	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CUPI					
	"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTS DEL DISTRITO DE CUPI – PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"					
UBICACION	DEPARTAMENTO	PUNO	PROVINCIA	MELGAR	DISTRITO	LLALLI
SECTOR	ACOYO FRONTS				AÑO	2024

ANÁLISIS DE CONSISTENCIA

A. ANÁLISIS DE DOBLE MASA

AÑOS	ESTACIONES								PROMEDIO	
	LLALLI		CHUQUIBAMBILLA		SANTA ROSA		AYAVIRI			
	PP (mm)	PA (mm)	PP (mm)	PA (mm)	PP (mm)	PA (mm)	PP (mm)	PA (mm)	PP (mm)	PA (mm)
1964	520.20	520.20	579.00	579.00	632.30	632.30	474.30	474.30	551.50	551.50
1965	763.50	1383.50	400.00	1179.00	878.50	1510.80	713.80	1188.30	738.90	1290.50
1966	721.50	2035.00	626.00	1805.00	1076.50	2287.50	483.00	1671.30	726.83	2017.23
1967	683.60	2688.60	714.30	2519.30	737.50	3045.30	654.20	2325.50	702.50	2719.73
1968	814.50	3502.90	726.00	3245.30	842.70	4188.20	645.00	2970.50	757.00	3476.73
1969	515.40	4018.30	491.00	3736.30	1022.30	5210.50	453.20	3423.70	620.48	4097.20
1970	804.60	4822.90	897.00	4633.30	1219.70	6430.20	631.10	4054.80	888.10	4985.30
1971	735.00	5557.90	757.50	5090.30	907.70	7337.80	532.40	4587.20	733.15	5718.45
1972	819.30	6377.20	673.50	6064.70	976.60	8314.50	631.80	5219.30	775.40	6493.85
1973	863.10	7240.30	738.00	6852.70	1226.90	9541.40	868.10	6087.10	936.53	7430.38
1974	1013.60	8253.90	647.40	7300.10	1197.90	10739.30	788.50	6876.30	911.55	8342.33
1975	762.90	9016.80	777.70	8277.80	1223.30	11962.60	804.50	7480.50	892.10	9234.43
1976	778.50	9795.30	603.50	8881.70	978.80	12941.40	374.50	8055.30	683.93	9918.35
1977	752.80	10548.10	684.10	9575.80	1382.70	14324.10	387.10	8442.10	836.18	10722.53
1978	1000.80	11648.90	824.40	10400.20	1172.80	15496.90	845.00	9787.10	935.75	11708.26
1979	857.40	12906.30	517.40	10917.60	1053.60	16550.50	638.50	9925.60	766.23	12475.00
1980	614.30	13120.60	655.90	11573.50	1003.00	17553.50	540.00	10465.60	703.50	13178.90
1981	805.00	13925.60	851.50	12425.00	938.00	18541.50	782.40	11248.00	856.73	14035.03
1982	981.00	14806.60	770.70	13195.70	1075.00	19616.50	891.80	12139.80	936.63	14939.65
1983	638.00	15444.40	356.40	13552.10	712.00	20328.90	378.10	12517.90	521.13	15660.78
1984	1023.00	16467.60	1008.50	14560.60	1079.00	21487.50	1010.10	13528.00	1030.15	16490.93
1985	1058.00	17525.40	847.20	15408.30	1093.00	22908.50	975.10	14501.10	992.95	17483.88
1986	959.00	18484.60	894.30	16102.60	835.20	23355.70	874.90	15376.00	845.85	18099.73
1987	709.00	19193.60	492.90	16995.50	792.70	24148.40	565.10	15941.10	639.93	18969.65
1988	821.00	20014.60	651.60	17247.10	1006.00	25154.40	632.80	16593.90	782.65	19752.50
1989	618.00	20632.60	707.50	17954.60	789.90	25944.30	611.70	17205.60	681.78	20434.28
1990	764.00	21396.60	835.50	18790.10	1019.20	26863.50	688.80	17874.40	821.88	21256.15
1991	768.00	22164.60	614.50	19404.60	896.40	27659.90	649.00	18523.40	681.98	21936.13
1992	707.00	22871.60	622.80	20071.40	460.30	28120.40	481.50	19304.90	567.95	22506.38
1993	1105.70	23777.30	847.90	20875.30	962.25	29082.65	835.00	19839.90	937.71	23443.79
1994	832.40	24809.70	797.40	21672.90	1039.99	30115.64	608.20	20448.10	817.80	24061.59
1995	701.10	25610.80	957.10	22280.00	856.30	30771.94	567.40	21015.50	677.98	24929.56
1996	773.40	26284.20	617.70	22877.70	1005.40	31977.34	388.20	21603.70	746.18	25685.74
1997	576.40	27240.60	966.10	23863.80	1233.30	33210.64	820.70	22424.40	1004.13	26689.84
1998	777.20	28039.80	685.30	24547.10	768.70	33979.34	559.70	22984.10	698.23	27388.09
1999	537.10	28976.90	776.80	25325.90	850.70	34830.04	649.60	23630.70	803.55	28191.64
2000	679.70	29849.60	781.80	26107.70	839.50	35669.54	702.70	24334.40	799.18	28990.81
2001	730.30	30579.90	697.10	26806.80	746.20	36415.74	684.70	25070.60	714.95	29705.76
2002	687.60	31467.50	955.20	27762.00	935.40	37351.14	840.30	25860.90	904.63	30610.39
2003	673.40	32139.90	774.30	28536.30	728.44	38079.78	724.70	26595.60	727.51	31337.90
2004	785.90	32928.80	795.10	29331.40	748.20	38827.98	660.10	27455.70	798.08	32135.97
2005	601.90	33730.70	728.40	30039.80	694.14	39522.12	706.40	28165.10	732.71	32868.68
2006	533.00	34663.70	799.30	30859.10	890.22	40322.34	701.10	28862.20	820.91	33689.59
2007	947.70	35611.40	631.30	31490.40	773.59	41145.86	644.80	29508.00	749.33	34438.92
2008	797.90	36409.30	624.40	32114.80	654.96	41900.82	631.60	30136.60	677.22	35116.13
2009	807.70	37217.00	657.80	32772.60	671.55	42472.77	622.30	30761.90	689.54	35866.07
2010	545.30	38062.50	704.60	33477.20	789.15	43261.92	615.20	31377.10	738.61	36544.68
2011	1021.60	39084.10	763.10	34240.30	847.32	44109.24	739.80	32116.90	842.96	37387.64
2012	1005.30	40089.40	637.20	35077.50	940.25	45049.49	814.00	32930.90	899.19	38286.82
2013	954.40	41043.80	906.50	35964.00	820.00	45869.49	725.00	33655.90	851.48	39138.30



Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
ESPECIALISTA EN HIDROLOGÍA

BIMCASA INGENIEROS S.A.C.

Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO

PROYECTO	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CUPI					
	"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACCOY FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPI – PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"					
UBICACION	DEPARTAMENTO	PUNO	PROVINCIA	MELGAR	DISTRITO	LLALLU
SECTOR	ACCOY FRONTIS				AÑO	2024



BIMCASA INGENIEROS S.A.C.
Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO



Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
ESPECIALISTA EN HIDROLOGIA

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CUPI							
PROYECTO	"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPI - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"						
UBICACIÓN	DEPARTAMENTO	PUNO	PROVINCIA	MELGAR	DISTRITO	LLALLI	
SECTOR	ACOYO FRONTIS				AÑO	2024	



BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO



Ing. Henry Calcina Umorente
CIP 335695
INGENIERO EN HIDROLOGIA

PROYECTO	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CUPI "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTIS DEL DISTRITO DE CUPI - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"					
UBICACION	DEPARTAMENTO	PUNO	PROVINCIA	MELGAR	DISTRITO	LALLU



ANEXO D: PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL COMPLETADA Y EXTENDIDO.

BIMCASA INGENIEROS S.A.C.


 Ing. Henry Calcina Umorente
 CIP 335895
 JEFE DE PROYECTO




 Ing. Henry Calcina Umorente
 CIP 335695
 ESPECIALISTA EN HIDROLOGÍA

PROYECTO

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CUPI

"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTERAS DEL DISTRITO DE CUPI - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"



UBICACION

DEPARTAMENTO

PUNO

PROVINCIA

MELGAR

DISTRITO

LLALLI

ESTACION

LLALLI

AÑO

2024

PRECIPITACIONES TOTALES MENSUALES HISTORICAS CORREGIDAS EN (mm) - ESTACION LLALLI

DEPARTAMENTO: PUNO
ESTACION: LLALLI
CODIGO: 114034

PROVINCIA: MELGAR
LATITUD: 14° 5' 10.3" S

DISTRITO: LLALLI
LONGITUD: 70° 52' 49.9" W
ALTITUD: 3965 msnm



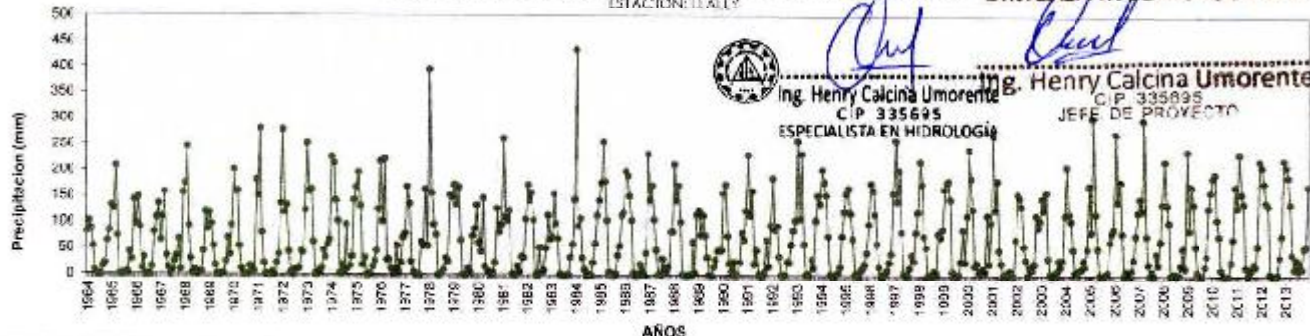
INFORMACION PRECIPITACION TOTAL MENSUAL

Nº	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964	82.50	102.50	57.20	53.00	8.50	0.00	0.00	0.00	13.50	21.50	64.50	84.50	590.00
2	1965	133.00	127.00	209.00	73.50	0.00	0.00	1.00	1.00	4.50	42.50	28.50	143.50	763.00
3	1966	97.50	148.10	50.50	12.00	36.50	0.00	0.00	0.00	14.50	81.0	109.50	136.00	721.50
4	1967	65.50	110.50	158.50	35.50	13.00	0.00	8.00	24.50	34.50	67.50	9.50	156.50	683.40
5	1968	175.50	245.50	93.00	30.00	1.50	8.00	0.00	3.00	4.50	120.50	88.10	814.30	814.30
6	1969	118.60	97.00	63.50	17.50	0.50	0.50	0.00	1.50	24.50	69.50	37.80	94.50	515.40
7	1970	202.00	140.20	140.50	53.50	11.00	0.00	0.00	0.00	16.50	14.00	5.00	181.90	804.40
8	1971	152.00	280.00	30.00	21.50	0.50	0.00	0.00	4.00	0.00	22.00	38.50	136.50	735.00
9	1972	278.00	120.00	135.80	43.00	3.50	0.00	9.00	10.00	12.50	44.00	42.00	173.50	819.30
10	1973	252.50	161.00	153.50	62.00	1.00	0.00	6.00	12.50	46.50	33.50	57.60	57.00	863.10
11	1974	226.60	213.50	142.50	103.00	2.50	18.50	4.00	96.50	12.00	16.50	34.50	143.50	1013.40
12	1975	148.80	197.00	132.00	18.50	32.10	0.00	0.00	2.00	15.50	26.00	45.00	126.00	762.90
13	1976	218.20	102.00	222.00	28.00	29.50	12.50	0.50	11.00	55.00	6.50	22.50	71.00	778.50
14	1977	78.80	169.00	136.90	25.00	5.00	0.00	1.00	0.00	62.90	35.50	64.70	54.50	752.80
15	1978	394.70	158.00	96.50	76.70	0.00	0.00	5.20	9.50	31.50	25.50	154.10	148.40	1100.80
16	1979	173.20	135.50	157.20	65.70	0.50	0.00	0.20	12.20	4.00	74.70	89.30	134.50	867.40
17	1980	62.00	45.10	147.30	15.80	6.60	0.00	0.80	5.00	23.30	127.80	81.30	92.10	614.30
18	1981	260.60	111.10	105.10	124.20	1.00	2.00	0.00	17.00	7.00	35.00	33.00	107.00	805.00
19	1982	173.00	144.00	158.00	105.00	0.00	0.00	53.00	4.00	9.00	51.00	115.00	69.00	881.00
20	1983	72.00	156.00	99.00	70.00	2.00	0.00	0.00	0.00	1.00	34.00	59.00	145.00	638.00
21	1984	433.00	84.00	109.00	33.00	11.00	0.00	0.00	1.00	24.00	60.00	15.00	143.00	1023.00
22	1985	177.20	256.00	180.00	136.00	6.00	1.00	0.00	3.00	38.00	56.00	15.00	120.00	1058.00
23	1986	200.00	191.00	152.00	105.00	4.00	0.00	1.00	21.00	9.00	1.00	42.00	233.00	959.00
24	1987	144.00	172.00	107.00	48.00	1.00	1.00	32.00	12.00	9.00	17.00	83.00	83.00	709.00
25	1988	213.00	144.00	172.00	103.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	64.00	5.00	117.00	821.00
26	1989	125.00	77.00	115.00	76.00	35.00	1.00	0.00	17.00	30.00	47.00	47.00	48.00	618.00
27	1990	158.00	174.00	75.00	23.00	6.00	26.00	0.00	1.00	26.00	81.00	68.00	124.00	764.00
28	1991	251.20	115.00	162.00	22.00	45.00	1.00	0.00	0.00	8.00	68.00	17.00	96.00	768.00
29	1992	186.00	57.00	95.00	36.00	0.00	0.00	2.00	26.00	25.00	59.00	86.00	105.00	707.00
30	1993	258.00	109.00	253.00	80.00	1.00	3.00	0.00	30.40	15.10	105.40	132.30	137.30	1105.70
31	1994	203.00	178.00	154.40	75.20	2.80	0.00	0.00	0.00	3.00	15.90	75.40	122.20	832.40
32	1995	156.50	167.20	119.00	70.50	1.10	0.00	1.30	8.80	13.80	21.80	43.20	92.90	701.10
33	1996	176.60	163.40	117.50	60.90	16.60	0.00	0.00	3.20	9.80	25.10	41.80	158.00	773.40
34	1997	258.80	142.20	201.90	85.00	5.00	0.00	0.00	14.10	39.20	20.00	92.40	121.80	976.40
35	1998	216.60	175.30	74.80	53.40	0.00	1.10	0.00	9.10	5.30	80.70	73.70	88.20	779.20
36	1999	165.60	178.30	181.00	146.13	7.40	1.70	0.00	1.80	77.10	87.00	25.70	115.0	937.10
37	2000	241.30	186.00	127.70	18.50	24.70	5.10	9.00	12.40	7.80	115.80	23.00	102.00	872.70
38	2001	248.80	126.30	181.20	47.80	24.20	0.00	3.70	0.00	9.00	0.00	0.00	69.30	730.30
39	2002	155.30	149.20	133.00	56.30	30.20	0.60	14.00	11.00	23.20	115.80	91.50	104.70	887.40
40	2003	148.20	125.10	159.80	33.60	3.90	7.00	0.00	8.40	29.40	17.70	29.40	115.40	672.40
41	2004	209.70	118.80	105.40	90.40	7.00	4.00	11.00	12.80	29.00	17.40	50.60	172.40	788.90
42	2005	83.30	302.70	118.30	51.80	0.20	0.00	1.40	2.40	6.40	65.00	80.20	90.10	801.90
43	2006	272.40	141.90	179.50	81.10	0.00	8.20	0.00	9.10	10.80	30.90	77.10	121.60	933.00
44	2007	147.50	124.70	298.40	76.40	27.50	0.40	8.60	0.00	42.70	21.60	66.20	159.00	947.70
45	2008	220.10	136.70	102.40	0.50	4.30	4.50	0.00	2.10	20.80	52.90	14.80	238.80	797.90
46	2009	87.40	171.20	137.90	57.50	7.40	0.00	0.10	0.00	18.10	37.30	129.20	160.30	807.70
47	2010	168.00	195.80	107.90	75.46	12.00	0.00	0.40	0.00	0.00	25.00	70.00	171.00	845.50
48	2011	130.40	234.30	158.00	139.50	15.70	0.00	12.80	10.20	22.20	18.70	57.40	221.60	1021.40
49	2012	208.70	177.40	140.60	136.00	4.80	0.00	0.00	0.00	3.70	35.30	76.10	222.70	1005.30
50	2013	209.60	190.30	138.60	41.20	13.00	30.30	10.50	24.60	13.70	53.30	57.20	172.70	914.40
TOTAL		1262.1	7287.8	4975	3000.5	471	132.4	198.5	457.3	914.7	2315.4	3206.5	6318.6	41043.8
MEDIA		185.2420	115.7960	139.5000	60.0100	9.4200	2.4480	3.9700	9.1460	18.3340	46.3980	64.1700	126.3720	820.88
DESVI. STD		75.360	50.783	45.728	35.143	11.488	6.327	9.148	14.716	14.444	30.612	40.238	44.045	136.936
MAXIMA		433	302.7	298.4	146.1	48	30.3	63	94.5	62.9	127.8	164.2	238.8	1105.7
MINIMA		62	45.1	53.5	0.5	0	0	0	0	0	0	0	48	515.4

SERIE DE TIEMPO DE PRECIPITACIONES TOTALES MENSUALES HISTORICAS

ESTACION: LLALLI

BIMCASA INGENIEROS S.A.C





PROYECTO

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CUPU

"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTERAS DEL DISTRITO DE CUPU - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"

UBICACION

DEPARTAMENTO

PUNO

PROVINCIA

MELGAR

DISTRITO

LLALLI

ESTACION

CHUQUIBAMBILLA

AÑO

2024

PRECIPITACIONES TOTALES MENSUALES HISTÓRICAS CORREGIDAS EN (mm) - ESTACION CHUQUIBAMBILLA

DEPARTAMENTO: PUNO

PROVINCIA: MELGAR

DISTRITO: LLALLI

ESTACION: CHUQUIBAMBILLA

LATITUD: 14° 47' 16.40"S

LONGITUD: 70° 43' 42.57"W

CÓDIGO: 11-035

ALTITUD: 3918 msnm



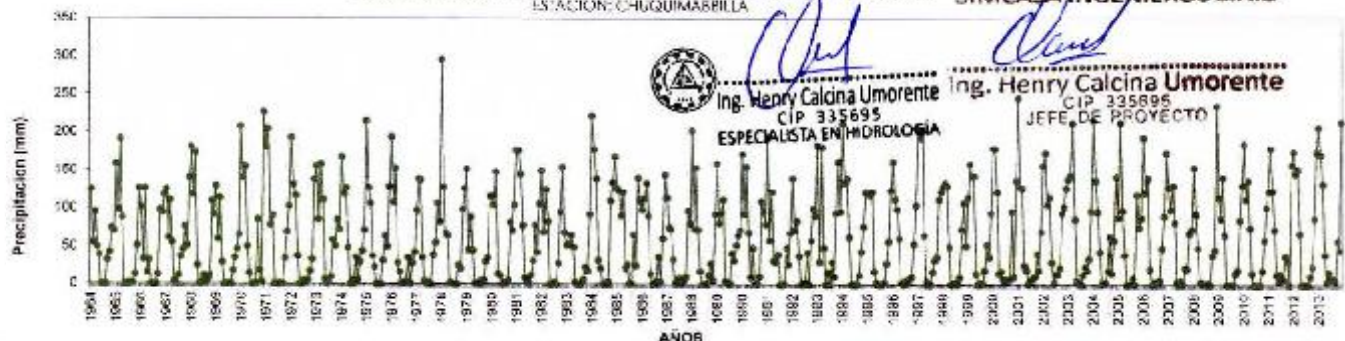
INFORMACION PRECIPITACION TOTAL MENSUAL

Nro	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964	125.00	55.00	95.00	49.00	56.00	0.00	0.00	0.00	31.00	42.00	74.00	70.00	579.00
2	1965	158.00	98.00	191.00	87.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	19.00	51.00	126.00	600.00
3	1966	101.00	32.00	196.00	15.00	31.00	0.00	0.00	0.00	12.00	98.00	94.00	117.00	626.00
4	1967	125.00	61.00	110.00	55.00	3.00	0.00	11.00	36.00	45.00	76.00	51.00	140.00	714.30
5	1968	161.00	118.00	173.00	24.00	0.00	2.00	11.00	1.00	5.00	11.00	109.00	91.00	726.00
6	1969	129.00	39.00	113.00	28.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.00	34.00	46.00	45.00	471.00
7	1970	207.00	140.00	155.00	49.00	14.00	0.00	0.00	0.00	65.00	16.00	3.00	22.00	877.00
8	1971	151.00	204.00	78.00	90.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.00	68.00	109.00	757.00	
9	1972	192.00	131.00	115.00	56.00	0.00	0.00	4.00	2.60	5.00	17.00	31.00	157.00	873.00
10	1973	155.00	84.00	167.00	110.00	5.00	0.00	1.50	9.20	57.00	80.00	84.00	72.00	738.00
11	1974	167.00	118.00	126.00	47.00	0.00	4.00	0.00	35.40	5.00	28.00	43.00	71.00	647.40
12	1975	215.00	127.00	106.00	36.00	22.00	0.00	0.00	0.00	30.00	63.00	49.00	128.00	777.00
13	1976	193.00	107.40	151.00	32.40	15.40	1.50	0.80	2.80	33.80	1.00	26.00	41.00	833.00
14	1977	97.00	138.00	137.00	34.00	6.00	0.00	2.00	0.00	38.00	54.00	106.00	81.00	694.00
15	1978	295.00	127.00	67.00	94.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.00	19.00	98.00	125.00	924.00
16	1979	151.40	44.00	87.00	44.00	1.40	0.00	0.00	4.40	4.00	29.00	34.00	115.00	517.40
17	1980	116.00	103.00	147.00	13.00	11.00	0.00	1.00	2.40	7.80	81.00	70.00	103.00	656.00
18	1981	175.00	176.00	44.00	77.00	7.00	3.00	0.00	11.60	30.40	78.00	41.00	105.00	851.00
19	1982	149.00	68.40	124.00	82.00	0.00	0.00	2.00	0.00	27.00	55.00	154.00	60.00	770.00
20	1983	51.00	33.00	64.00	48.00	2.40	0.00	0.00	0.00	5.60	22.00	6.80	91.00	356.40
21	1984	292.00	177.00	39.00	31.00	20.00	0.00	1.00	0.00	2.00	110.00	134.00	168.00	1008.00
22	1985	126.00	123.00	90.00	121.00	20.00	25.00	0.00	0.00	65.00	24.00	140.00	109.00	847.00
23	1986	98.00	112.00	130.00	89.00	12.00	0.00	1.00	4.00	35.00	9.00	80.00	144.00	694.00
24	1987	113.00	75.00	72.00	32.00	1.00	1.40	7.00	0.00	0.00	9.00	9.00	79.00	492.00
25	1988	201.00	72.00	53.00	71.00	16.00	0.00	0.00	0.00	11.40	26.00	4.90	99.00	651.00
26	1989	152.00	80.00	93.00	111.00	3.00	1.00	0.00	40.00	30.00	51.00	64.00	71.00	707.00
27	1990	171.00	92.40	54.00	68.00	8.80	48.00	0.00	0.00	3.80	108.00	94.00	78.00	835.00
28	1991	194.00	57.00	21.00	30.00	28.00	38.00	0.00	0.00	1.00	48.00	25.00	57.00	614.00
29	1992	138.00	118.00	83.00	36.00	0.00	0.00	2.40	41.00	0.00	57.00	99.00	90.00	622.00
30	1993	163.40	29.00	161.40	48.40	0.00	16.00	0.00	28.40	9.00	54.00	162.00	95.00	847.00
31	1994	211.00	130.00	188.00	62.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.00	43.00	76.00	120.00	797.00
32	1995	119.00	117.00	121.00	16.00	2.00	0.00	0.00	0.00	2.00	27.00	56.00	123.00	587.00
33	1996	161.00	111.00	98.00	60.00	2.40	0.00	3.40	5.00	6.00	9.60	33.00	104.00	617.00
34	1997	205.00	193.00	203.00	63.00	4.00	0.00	0.00	16.00	31.00	35.40	111.00	121.00	986.00
35	1998	128.00	133.00	30.00	49.00	0.00	2.00	0.00	2.00	8.80	72.00	107.00	50.00	685.00
36	1999	114.00	109.00	142.00	142.00	13.00	0.00	1.40	1.00	18.00	52.00	35.00	94.00	776.00
37	2000	179.00	179.00	121.00	14.00	17.00	6.00	7.00	5.00	6.00	56.00	9.80	137.00	781.00
38	2001	246.00	128.00	126.00	25.00	19.00	1.00	4.00	7.00	13.80	40.40	18.00	59.00	699.00
39	2002	156.00	174.00	105.00	114.00	29.00	2.00	13.00	13.40	22.00	54.00	102.00	127.00	955.00
40	2003	130.00	145.00	213.00	86.40	4.00	3.00	0.00	12.00	23.00	18.00	33.40	96.40	774.00
41	2004	216.00	137.00	95.00	42.00	1.00	2.00	3.00	18.00	63.00	14.00	58.00	142.00	795.00
42	2005	88.00	213.00	97.00	29.00	0.00	0.00	0.00	7.00	0.00	118.00	75.00	88.00	728.00
43	2006	193.00	120.00	140.00	20.00	0.00	3.00	0.00	3.00	5.80	48.00	90.00	173.00	799.00
44	2007	128.00	96.00	130.00	81.00	3.00	0.00	4.40	0.00	22.00	21.00	67.00	72.00	631.00
45	2008	154.00	72.00	48.40	2.00	2.00	1.00	0.00	2.00	0.00	37.80	46.00	236.00	624.00
46	2009	115.00	37.00	140.00	65.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.40	19.00	84.00	151.00	657.00
47	2010	165.00	112.40	137.00	75.00	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.40	58.00	102.00	704.00
48	2011	122.00	180.00	123.00	72.00	13.00	3.40	13.00	6.80	34.00	31.00	0.00	156.00	763.00
49	2012	175.00	146.00	152.00	67.40	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	23.80	86.00	174.00	837.00
50	2013	207.00	171.00	152.00	29.00	3.40	16.00	6.00	7.40	5.00	57.00	44.00	214.00	906.00
TOTAL		8028.8	5776.7	6256	2803.3	401.5	183.7	106.1	332.6	934.8	2275.4	3352.7	5618.2	36110
MEDIA		160.5760	115.5340	125.9200	56.0660	8.0300	3.6740	2.1220	6.6560	18.6960	45.5080	67.0540	112.3640	719.68
DES.VSTD		46.561	46.545	36.707	31.222	9.879	9.560	3.649	11.062	19.388	31.545	38.627	42.597	130.013
MAXIMA		295.7	213.7	213.2	142.9	38	48.1	13.9	41.5	85	118.3	162	236.1	1008.50
MINIMA		51.2	29	48.4	2.9	0	0	0	0	0	1	0	41.3	366.40

SERIE DE TIEMPO DE PRECIPITACIONES TOTALES MENSUALES HISTÓRICAS

ESTACION: CHUQUIBAMBILLA

SIMCASA INGENIEROS S.A.C



PROYECTO

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CUPI

"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTS DEL DISTRITO DE CUPI - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"



UBICACIÓN
ESTACIÓN

DEPARTAMENTO

PUNO

PROVINCIA

MELGAR

DISTRITO

LLALLI

SANTA ROSA

AÑO

2024

PRECIPITACIONES TOTALES MENSUALES HISTÓRICAS CORREGIDAS EN (mm) - ESTACIÓN SANTA ROSA

DEPARTAMENTO: PUNO

PROVINCIA: MELGAR

DISTRITO: LLALLI

ESTACIÓN: SANTA ROSA

LATITUD: 14°37' 41" S

LONGITUD: 71°47'34" W

CODIGO: 114042

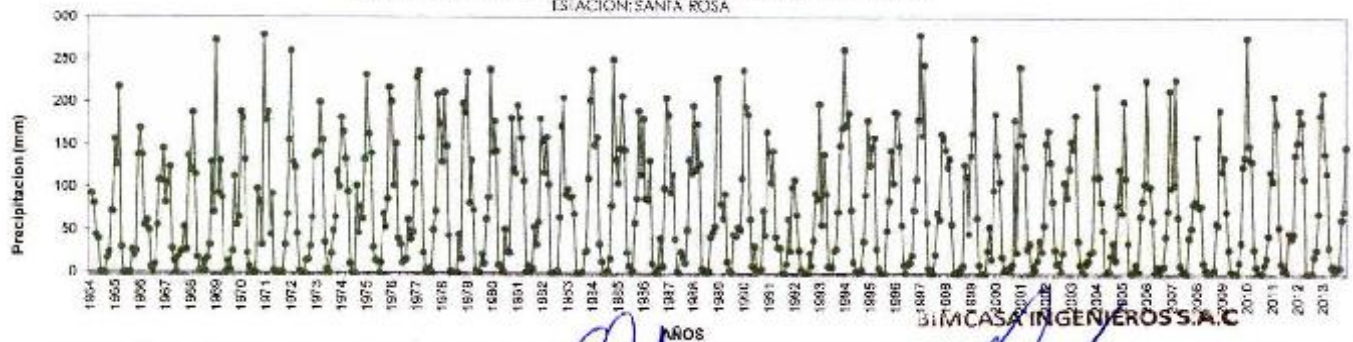
ALTITUD: 3957 mnm



INFORMACION PRECIPITACION TOTAL MENSUAL

Nro	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964	92.93	99.93	81.13	44.06	39.01	3.25	0.25	0.25	15.85	23.84	72.29	71.95	535.73
2	1965	154.54	127.47	218.47	29.74	0.25	3.25	0.25	0.25	26.37	19.63	25.83	138.43	743.17
3	1966	169.60	138.43	53.84	40.91	49.95	6.15	1.09	9.52	35.66	108.43	108.35	146.09	910.25
4	1967	89.57	114.93	124.13	20.22	13.55	3.67	18.67	74.68	35.69	53.75	27.64	37.67	641.56
5	1968	121.4	188.73	115.51	18.03	2.44	1.93	12.47	1.5	17.10	32.37	29.75	71.87	713.00
6	1969	273.24	93.44	131.43	88.12	0.25	0.25	13.22	3.37	73.53	13.74	56.36	65.38	864.33
7	1970	189.40	182.15	132.53	23.00	6.99	1.93	0.25	0.25	98.83	82.82	32.77	279.72	1030.65
8	1971	179.54	189.49	44.31	92.88	2.52	0.33	0.25	1.09	0.25	32.77	68.41	55.95	767.77
9	1972	261.36	129.83	124.13	45.75	2.19	0.25	0.25	14.40	15.16	31.34	64.37	136.83	825.82
10	1973	141.12	140.79	200.44	155.63	35.33	4.29	0.25	22.83	49.94	65.63	19.22	01.69	1036.71
11	1974	150.00	145.89	133.46	95.82	10.19	0.25	0.25	102.55	46.76	77.43	63.70	133.54	1012.28
12	1975	253.05	143.28	140.79	29.91	14.40	12.47	0.25	11.29	98.17	54.7	86.78	218.13	1033.68
13	1976	201.62	103.79	132.16	40.52	33.61	11.79	14.74	14.91	52.26	39.43	40.53	105.32	827.68
14	1977	232.10	257.74	158.82	23.33	3.62	0.25	4.97	0.25	50.72	72.79	209.94	75.42	1167.98
15	1978	135.5	213.08	149.47	43.87	2.44	0.67	0.25	1.09	43.24	16.7	199.51	108.90	991.13
16	1979	234.25	82.57	132.00	74.04	2.19	0.25	0.25	22.16	10.78	63.00	89.00	205.61	551.51
17	1980	147.00	118.00	144.00	9.00	8.00	2.00	51.00	36.00	23.00	182.00	122.00	17.00	1003.00
18	1981	157.00	129.00	159.00	100.00	1.00	8.00	0.00	5.00	54.00	33.00	60.00	81.00	988.00
19	1982	155.00	118.00	140.00	104.00	0.00	0.00	0.00	2.00	55.00	173.00	206.00	92.00	1075.00
20	1983	95.00	89.00	90.00	49.00	0.00	0.00	0.00	1.00	24.00	26.00	111.00	203.00	712.00
21	1984	239.00	151.00	160.00	54.20	13.00	0.00	0.00	3.00	16.00	79.00	251.00	133.00	1079.00
22	1985	106.00	147.00	208.00	145.00	24.00	8.00	0.00	2.00	58.00	87.00	191.00	114.00	1093.00
23	1986	181.00	87.00	86.00	132.00	11.00	0.00	0.00	5.00	40.00	7.40	100.00	205.61	551.51
24	1987	163.80	94.00	115.90	39.20	2.00	0.00	34.40	19.20	11.90	90.40	132.40	17.00	792.70
25	1988	197.00	122.00	175.00	128.00	5.80	4.00	0.00	7.00	42.00	48.00	55.00	228.00	1006.00
26	1989	230.00	91.00	64.00	93.00	13.00	3.00	0.40	43.10	43.40	54.40	51.30	117.30	789.70
27	1990	238.90	155.20	186.70	62.90	8.10	31.70	3.00	3.00	4.80	73.80	44.60	66.50	1019.20
28	1991	142.60	106.50	143.40	47.70	30.20	29.60	0.00	0.00	10.90	63.40	26.00	101.10	676.40
29	1992	109.80	63.90	26.90	4.00	0.00	0.50	0.00	23.40	8.30	38.30	93.70	87.10	460.50
30	1993	199.20	57.00	140.10	93.53	7.54	7.90	7.23	26.72	28.83	77.13	150.54	171.53	762.25
31	1994	243.21	174.41	188.31	74.81	13.00	2.00	0.00	3.70	4.54	37.31	92.30	179.40	1032.99
32	1995	127.30	148.20	159.90	28.50	6.20	0.00	0.00	0.00	50.50	84.80	144.60	104.30	854.30
33	1996	190.00	188.20	150.10	56.70	9.80	0.00	10.70	12.90	21.20	74.50	110.90	180.40	1005.40
34	1997	280.50	162.60	244.90	40.20	3.80	0.00	0.00	21.90	70.80	63.70	164.60	158.90	1233.30
35	1998	145.60	125.40	134.60	58.00	0.00	2.60	0.00	5.00	9.10	127.50	114.10	46.60	768.70
36	1999	138.50	164.80	276.00	65.20	10.30	0.00	0.00	0.00	26.60	54.70	16.40	98.20	850.70
37	2000	187.10	139.60	108.00	19.00	3.20	5.90	2.80	7.10	10.50	190.20	24.60	151.50	639.50
38	2001	242.80	163.70	125.80	28.90	34.90	0.00	8.80	5.20	15.50	37.90	75.90	56.90	746.70
39	2002	153.40	168.60	130.90	54.80	27.80	11.30	12.10	2.40	24.10	137.10	89.30	123.60	935.40
40	2003	155.10	147.20	186.30	37.70	10.60	2.30	0.01	13.81	14.62	24.94	26.10	112.66	728.54
41	2004	220.70	113.30	84.10	50.70	0.00	2.40	2.20	20.30	35.60	15.30	80.70	122.80	748.20
42	2005	71.20	202.50	112.00	35.80	0.00	0.00	2.60	10.85	2.00	67.00	84.80	105.42	694.14
43	2006	227.10	105.11	102.50	61.65	1.00	8.01	0.02	6.84	8.56	62.84	73.61	215.20	850.22
44	2007	101.12	104.60	227.20	65.81	9.51	1.20	3.00	0.00	41.62	53.70	81.33	84.43	773.52
45	2008	161.30	79.10	79.91	12.40	4.22	2.62	0.00	2.42	4.82	59.04	56.93	192.00	654.78
46	2009	120.21	135.90	72.40	20.41	2.21	0.00	1.21	0.01	13.30	36.00	126.70	136.20	671.75
47	2010	214.30	160.00	192.00	26.79	5.10	1.22	0.00	0.80	10.42	17.65	44.23	117.71	789.15
48	2011	109.10	208.20	176.70	54.70	12.10	3.80	6.40	1.21	47.80	41.11	46.80	129.60	847.32
49	2012	154.00	191.80	177.90	111.50	0.00	0.00	0.00	1.10	19.61	27.80	70.40	186.14	940.25
50	2013	212.40	141.00	118.00	51.00	7.90	9.00	1.80	6.40	7.60	63.20	73.20	148.50	820.00
TOTAL		8841.47	7042.73	6941.04	2552.73	508.48	189.11	206.64	412.58	1485.83	3090.13	4542.40	7060.57	45375.25
MEDIA		176.83	140.84	138.82	59.05	10.17	3.78	4.11	10.25	29.72	61.80	90.66	141.21	667.44
DESV. STD		53.30	47.70	60.59	26.43	11.89	4.55	8.74	16.66	22.77	40.10	54.75	50.34	150.756
MAXIMA		260.50	257.74	276.00	155.53	49.96	31.70	51.00	102.53	98.83	182.00	251.00	279.72	1233.30
MINIMA		71.2	57	26.9	4	0	0	0	0	0.368714774	7.4	16.4	46.6	460.50

SERIE DE TIEMPO DE PRECIPITACIONES TOTALES MENSUALES HISTÓRICAS
ESTACIÓN: SANTA ROSA



Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335695
ESPECIALISTA EN HIDROLOGÍA

Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO

350

PROYECTO	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CUPI					
	"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL COMITÉ DE REGANTES ACOYO FRONTS DEL DISTRITO DE CUPI - PROVINCIA DE MELGAR - DEPARTAMENTO DE PUNO"					
UBICACION	DEPARTAMENTO	PUNO	PROVINCIA	MELGAR	DISTRITO	LLALLU
ESTACION	AYAVIRI				AÑO	2024

PRECIPITACIONES TOTALES MENSUALES HISTORICAS CORREGIDAS EN (mm) - ESTACION AYAVIRI

DEPARTAMENTO: PUNO
ESTACION: AYAVIRI
CODIGO: 116038

PROVINCIA: MELGAR
LATITUD: 14° 52' 7.56" S

DISTRITO: AYAVIRI
LONGITUD: 69° 35' 29.8" W
ALTITUD: 3541 msnm

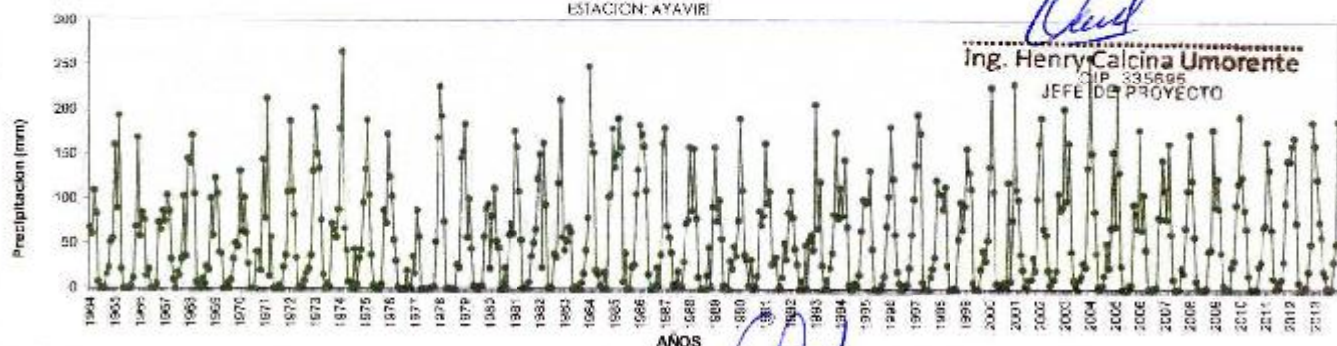


INFORMACION PRECIPITACION TOTAL MENSUAL													
Nro	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	TOTAL
1	1964	68.00	60.40	109.00	85.00	7.00	0.00	0.00	1.00	15.60	23.50	51.50	474.50
2	1965	152.40	89.00	192.60	22.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	11.30	89.00	713.80
3	1966	59.00	84.00	76.30	14.00	21.20	0.00	0.00	0.00	5.60	73.90	59.00	485.30
4	1967	75.00	104.00	85.50	32.50	9.30	0.00	16.00	14.10	32.90	102.90	35.50	654.20
5	1968	139.70	176.70	105.60	6.50	1.30	0.00	10.50	5.00	24.60	21.30	100.90	645.30
6	1969	122.10	101.60	40.10	38.40	0.00	1.00	5.60	0.70	9.00	30.70	50.50	453.20
7	1970	130.70	63.70	101.40	61.30	27.00	0.00	0.00	0.00	41.30	41.00	20.50	631.10
8	1971	78.60	211.60	13.90	56.90	0.00	0.00	0.00	3.10	0.00	24.00	36.50	532.40
9	1972	184.30	108.50	80.40	34.50	1.20	0.00	3.00	8.60	17.30	22.20	36.60	631.50
10	1973	201.40	150.50	134.00	74.60	15.00	0.00	5.50	2.00	72.60	65.70	57.00	868.10
11	1974	178.40	263.50	67.30	42.40	7.30	2.00	0.00	43.90	5.40	34.30	63.50	788.90
12	1975	133.10	187.40	104.80	37.30	4.10	0.00	0.00	0.00	4.90	87.20	79.40	804.50
13	1976	125.30	103.20	54.30	51.10	1.60	0.00	0.00	0.00	20.40	2.10	0.00	374.60
14	1977	17.20	67.40	57.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	2.40	52.50	387.10
15	1978	226.10	192.80	75.20	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	27.00	23.90	145.60	845.90
16	1979	183.30	56.90	101.00	44.30	4.00	0.00	0.00	3.00	4.00	58.00	89.00	636.50
17	1980	23.00	81.00	112.00	53.00	46.00	0.00	6.00	24.00	1.00	60.00	73.00	540.00
18	1981	176.00	159.00	109.00	54.00	0.00	1.00	0.00	7.60	36.00	50.60	66.00	782.40
19	1982	149.60	29.30	163.00	93.90	0.00	1.00	0.00	39.50	35.00	117.90	211.50	891.90
20	1983	43.00	53.20	60.80	63.50	0.40	2.10	0.00	0.00	7.00	17.40	43.40	378.10
21	1984	246.10	164.10	157.10	21.00	16.60	3.40	0.00	18.80	0.00	103.00	106.00	1010.10
22	1985	134.00	145.90	190.10	158.10	8.20	40.50	0.00	0.00	24.30	27.00	106.00	973.10
23	1986	183.00	173.30	159.70	110.40	16.80	0.00	0.00	2.30	24.00	4.40	38.90	874.90
24	1987	180.20	70.10	58.10	41.30	4.70	4.80	20.40	3.30	2.00	30.50	72.00	565.10
25	1988	158.90	87.90	157.10	78.60	13.70	0.00	0.00	0.00	15.60	46.70	2.50	452.80
26	1989	158.50	75.70	99.00	56.20	3.70	2.90	0.10	31.90	22.80	47.60	37.00	611.70
27	1990	190.20	111.10	38.60	32.40	3.80	33.30	0.00	3.30	15.00	87.10	71.70	648.90
28	1991	163.50	95.90	109.80	27.60	29.60	35.80	0.60	2.90	13.60	51.10	33.20	649.00
29	1992	106.80	79.50	45.30	27.40	0.00	10.70	0.00	49.00	1.10	54.40	61.00	481.50
30	1993	206.60	68.00	120.00	26.40	0.30	10.80	0.30	23.70	40.80	84.10	175.00	835.00
31	1994	113.50	81.90	144.60	69.90	4.70	0.00	0.00	7.30	4.10	16.70	65.50	473.12
32	1995	96.30	96.40	137.30	44.90	0.30	0.00	0.00	0.00	5.10	15.10	70.50	567.40
33	1996	181.60	125.60	61.00	19.80	6.20	0.00	0.00	4.10	5.30	24.50	61.10	588.20
34	1997	139.00	194.90	174.00	8.40	1.40	0.00	0.00	14.70	73.00	36.00	122.20	820.70
35	1998	104.30	90.10	115.20	26.60	0.00	0.30	0.00	1.90	0.30	55.50	96.90	559.70
36	1999	92.80	156.30	129.70	111.60	7.00	0.00	0.00	0.00	22.60	43.20	31.50	649.60
37	2000	134.80	224.60	108.60	5.90	6.20	1.50	4.10	7.10	2.50	119.80	8.80	702.70
38	2001	226.10	111.20	99.90	39.00	22.70	2.90	1.30	10.80	11.30	34.80	21.40	684.20
39	2002	160.60	191.40	68.00	60.60	21.30	5.20	12.40	11.70	21.30	126.30	87.90	840.30
40	2003	201.00	96.70	163.20	41.70	9.60	4.80	0.00	10.90	15.10	29.20	28.20	734.20
41	2004	286.60	151.40	86.60	40.20	3.90	0.00	4.30	15.40	30.90	24.50	66.70	860.10
42	2005	70.60	224.90	190.30	26.30	0.30	0.00	0.00	4.30	4.80	74.00	83.00	706.40
43	2006	177.60	65.90	105.00	44.90	0.00	0.00	0.00	2.10	2.00	79.90	78.50	701.10
44	2007	110.80	77.80	162.40	61.30	11.20	0.00	0.00	0.40	23.70	18.50	65.60	644.80
45	2008	172.70	121.60	50.90	8.90	1.80	0.50	0.00	0.40	1.90	43.00	44.60	431.60
46	2009	91.80	122.80	89.80	40.70	4.80	0.00	0.00	0.20	25.20	35.00	94.40	422.30
47	2010	192.30	125.20	87.90	67.20	15.20	0.00	0.00	0.00	0.40	26.10	30.30	615.20
48	2011	71.60	164.10	132.70	66.60	12.60	1.40	2.90	2.10	10.80	31.10	96.00	739.80
49	2012	142.60	135.30	169.40	73.90	7.60	0.00	0.50	0.00	2.60	20.70	50.70	814.00
50	2013	140.00	123.00	75.00	58.00	21.00	15.00	2.00	1.00	1.00	31.00	51.00	724.00
TOTAL		7118.9	6136.5	5276.8	2340.8	403.2	187.3	102.2	382.7	753.9	2291.4	3281.9	53655.9
MEDIA		142.3780	122.7300	105.5360	46.8160	8.0640	3.7460	2.0440	7.6540	15.1380	45.8280	65.6380	107.5460
DES. STD		54.008	62.717	42.289	30.736	9.648	6.581	4.500	11.808	15.330	31.148	40.204	42.872
MAXIMA		260.6	263.5	192.6	156.1	46	40.5	20.4	49	75.6	119.8	211.5	1010.10
MINIMA		17.2	23.3	13.9	0	0	0	0	0	0	2.6	0	37.450

SERIE DE TIEMPO DE PRECIPITACIONES TOTALES MENSUALES HISTORICAS
ESTACION: AYAVIRI

BIMCASA INGENIEROS S.A.C

Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335695
JEFE DE PROYECTO



Ing. Henry Calcina Umorante
CIP 335695
ESPECIALISTA EN HIDROLOGIA