

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**“SIMULACIÓN DE NIVELES DE OPERACIÓN EN QOCHA PARA LA SIEMBRA Y COSECHA DE AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO VILCA”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERA AGRÍCOLA**

**ROCIO NICODEMOS QUISPE**

**LIMA - PERÚ**

**2021**

# **UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**“SIMULACIÓN DE NIVELES DE OPERACIÓN EN QOCHA PARA LA  
SIEMBRA Y COSECHA DE AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO VILCA”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

**INGENIERA AGRÍCOLA**

Presentado por:

**BACH. ROCIO NICODEMOS QUISPE**

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

Dr. EUSEBIO MERCEDES INGOL BLANCO

Presidente

Dr. EDUARDO ABRAHAM CHÁVARRI VELARDE

Asesor

Ing. ANTONIO CELESTINO ENCISO GUTIERREZ

Miembro

Mg. Sc. AUGUSTO FELIPE ZINGG ROSELL

Miembro

LIMA – PERÚ

2021

## **DEDICATORIA**

*Dedicado a mis queridos padres; Jacinta Quispe Condori y Marino Nicodemos Ore, por el apoyo y por impulsarme a ser cada día una mejor persona en busca de sus sueños y metas.*

*A mis hermanos por brindarme el aliento necesario para superar cada obstáculo.*

*A mis primos Sonia y Erick por ser parte fundamental de mis logros académicos.*

*Al Ing. Hermes Valdivia Aspilcueta, por ser guía en mi desenvolvimiento profesional.*

*A familiares y amigos a quienes siempre guardo en mi corazón y pensamientos.*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco primero a Dios por darme la oportunidad de vivir este momento, por su protección y cuidado en la toma de decisiones en el transcurso de mi carrera.

Especial agradecimiento a mi asesor el Dr. Eduardo A, Chávarri Velarde por ser una referencia en mi desarrollo profesional durante mi etapa universitaria, y por su valioso asesoramiento y aporte a este trabajo.

Agradecer a mi jurado el Dr. Eusebio Ingol, Ing. Antonio Enciso y Mg. Sc. Augusto Zingg por las importantes recomendaciones brindadas durante la evaluación de este trabajo.

A la Unidad Ejecutora Fondo Sierra Azul por brindarme la oportunidad de ser parte de un gran equipo de profesionales que trabaja promoviendo la siembra y cosecha de agua para garantizar la disponibilidad hídrica en el futuro.

Agradecer al Ingeniero y compañero Luis Washualdo por su aliento durante la redacción de este proyecto.

Finalmente, agradecer a mi alma mater, la Universidad Nacional Agraria La Molina y a la Facultad de Ingeniería Agrícola, por haberme formado en sus aulas con profesores y grandes amigos con quienes hemos compartido los mejores años para formarnos como ingenieros.

# ÍNDICE GENERAL

<b>I</b>	<b>PRESENTACIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1	FUNCIONES DESEMPEÑADAS .....	1
<b>II</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
2.1	GENERALIDADES .....	3
2.2	OBJETIVOS .....	4
2.2.1	Objetivo general .....	4
2.2.2	Objetivos específicos.....	4
<b>III</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>5</b>
3.1	EL CICLO HIDROLÓGICO .....	5
3.1.1	Precipitación.....	6
3.1.2	Escorrentía.....	7
3.1.3	Intercepción .....	7
3.1.4	Evapotranspiración .....	7
3.2	SIEMBRA Y COSECHA DE AGUA.....	9
3.2.1	Siembra de agua .....	9
3.2.2	Cosecha de agua .....	9
3.2.3	Embalse .....	10
3.2.4	Qocha.....	10
3.3	COMPLETACIÓN DE DATOS.....	10
3.3.1	Método CUTOFF .....	10
3.4	MODELO HIDROLÓGICO.....	12
3.4.1	Modelo Agregado GR2M.....	13
3.4.2	Calibración del modelo hidrológico .....	15
3.4.3	Validación del modelo hidrológico .....	16
3.4.4	Soil Conservation Service SCS Curva Número .....	16
3.5	ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN UTIL .....	16
3.5.1	Algoritmo de pico secuente .....	16
3.5.2	Simulación de la operación del embalse.....	17
<b>IV</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>18</b>
4.1	ZONA DE ESTUDIO .....	18
4.1.1	Descripción de la zona de estudio .....	18

4.1.2	Fisiografía del área de estudio .....	19
4.2	MATERIALES .....	20
4.2.1	Información cartográfica .....	20
4.2.2	Información de datos meteorológicas e hidrológicas .....	20
4.2.3	Equipos y programas de computo .....	21
4.3	METODOLOGÍA .....	21
4.3.1	Geomorfología de la microcuenca Huascacocha.....	21
4.3.2	Evaluación de Registros de datos de las estaciones Existentes .....	23
4.3.3	Análisis exploratorio de datos meteorológicas e hidrológicas .....	24
4.3.4	Análisis de variables meteorológicas .....	24
4.3.5	Precipitación.....	28
4.3.6	Temperatura.....	30
4.3.7	Velocidad de vientos .....	33
4.3.8	Humedad Relativa .....	34
4.3.9	Evapotranspiración .....	35
4.3.10	Análisis de variables hidrométricas.....	36
4.4	DISPONIBILIDAD HÍDRICA .....	37
4.4.1	Modelación hidrológica con GR2M.....	37
4.4.2	Calibración y validación del modelo GR2M.....	39
4.4.3	Aplicación del modelo calibrado al punto de interés Huascacocha .....	41
4.5	VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE LA QOCHA .....	43
4.5.1	Curva Elevación Área Volumen.....	43
4.5.2	Precipitación media areal .....	44
4.5.3	Caudales medios generados.....	45
4.5.4	Demanda impuesta .....	45
4.6	MÉTODO DE ALGORITMO DEL PICO SECUENTE .....	46
4.6.1	Resultados obtenidos mediante el algoritmo del pico secuente .....	47
4.7	SIMULACIÓN Y OPERACIÓN DE LA QOCHA .....	47
4.7.1	Resultados de la simulación del embalse Huascacocha .....	48
4.8	LAMINADO DE CRECIENTE EN LA QOCHA.....	51
4.8.1	Estimación de máximas avenidas .....	51
4.8.2	Laminado de avenida extraordinaria .....	53
<b>V</b>	<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>56</b>

<b>VI</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>57</b>
<b>VII</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>58</b>
<b>VIII</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>59</b>
<b>IX</b>	<b>ANEXO A: Datos Pluviométricos e Hidrométrico.....</b>	<b>62</b>
<b>X</b>	<b>ANEXO B: Algoritmo del Pico Secuente.....</b>	<b>72</b>
<b>XI</b>	<b>ANEXO C: Simulación del embalse .....</b>	<b>79</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Factores de corrección de Eto. ....	8
Tabla 2: Ubicación Geográfica Política e Hidrográfica. ....	18
Tabla 3: Características de las estaciones meteorológicas. ....	20
Tabla 4: Característica de la estación hidrométrica. ....	21
Tabla 5: Parámetros geomorfológicos de la microcuenca Huascacocha. ....	22
Tabla 6: Estaciones analizadas con datos de precipitación. ....	23
Tabla 7: Análisis de saltos y tendencias Grupo N° 01. ....	27
Tabla 8: Análisis de saltos y tendencias Grupo N° 02. ....	27
Tabla 9: Correlación entre las series mensuales de las estaciones en análisis. ....	28
Tabla 10: Precipitación media mensual multianual (mm), 1990 – 2019. ....	29
Tabla 11: Temperatura máxima mensual multianual, periodo de análisis: 1981 – 2016. ....	31
Tabla 12: Temperatura mínima mensual multianual, periodo de análisis: 1981 – 2016. ....	32
Tabla 13: Variabilidad de la velocidad de viento (m/s) - periodo 2001-2018. ....	34
Tabla 14: Humedad relativa mensual multianual (%), periodo: 2002 - 2019. ....	34
Tabla 15: Factor de corrección de la Evapotranspiración - Thornthwaite. ....	35
Tabla 16: Evapotranspiración generada (mm) - Método Thornthwaite. ....	35
Tabla 17: Parámetros óptimos de calibración. ....	39
Tabla 18: Indicadores de calidad de calibración y validación del modelo hidrológico. ....	40
Tabla 19: Caudales medios mensuales generados para la microcuenca Huascacocha. ....	42
Tabla 20: Caudales generados en m <sup>3</sup> /s al 75% de persistencia. ....	42
Tabla 21: Curvas elevación - volumen y elevación - área. ....	43
Tabla 22: Ecuación Lineal Elevación Volumen Área. ....	43
Tabla 23: Precipitación media areal - Huascacocha. ....	44
Tabla 24: Caudales medios mensuales generados - Huascacocha (m <sup>3</sup> /s). ....	45
Tabla 25: demanda hídrica. ....	45
Tabla 26: Parámetros morfométricos de la microcuenca Huascacocha. ....	52
Tabla 27: Resultados del Algoritmo del Pico Secuente. ....	72



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Representación gráfica del ciclo hidrológico.....	6
Figura 2: Clasificación de modelos hidrológicos .....	12
Figura 3: Estructura del modelo GR2M. ....	13
Figura 4: Delimitación del área de estudio.....	18
Figura 5: Disponibilidad de datos mensuales, periodo 1990 - 2019. ....	23
Figura 6: Series históricas de precipitación mensual multianual, periodo 1990-2019.....	25
Figura 7: Análisis de doble Masa, Grupo N° 1.....	26
Figura 8: Análisis de doble, Grupo N° 2. ....	26
Figura 9: Series mensuales completadas (rojo) y observadas (azul).....	28
Figura 10: Precipitación media mensual multianual, 1990 - 2019.....	29
Figura 11: Altitud vs Precipitación.....	30
Figura 12: Variabilidad de la temperatura máxima mensual multianual.....	31
Figura 13: Gráfica de regionalización de la temperatura máxima.....	31
Figura 14: Variabilidad de la temperatura mínima mensual multianual. ....	32
Figura 15: Gráfica de regionalización de la temperatura mínima. ....	33
Figura 16: Variabilidad de la velocidad de viento media mensual en (m/s). ....	34
Figura 17: Variabilidad de la humedad relativa mensual, estación Huancalpi. ....	35
Figura 18: Evapotranspiración generada (mm) - Método Thornthwaite.....	36
Figura 19: Caudal medio mensual en m <sup>3</sup> /s. ....	36
Figura 20: Hidrograma de caudal medio mensual – Estación Moya.....	37
Figura 21. Comparativo entre los caudales observados y simulados por el modelo. ....	40
Figura 22: Línea de tendencia y coeficiente R <sup>2</sup> .....	41
Figura 23: Simulación de caudales a partir de la precipitación – Huascacocha.....	41
Figura 24: Volumen vs Elevación. ....	43
Figura 25: Volumen vs Elevación. ....	44
Figura 26: Precipitación media (areal) Huascacocha 1990 – 2016. ....	44
Figura 27: Variación de caudales medios mensuales generados - Huascacocha (m <sup>3</sup> /s).....	45
Figura 28: Variación de la demanda mensual en m <sup>3</sup> /s.....	46
Figura 29: Variación de Volúmenes - Método del Algoritmo del Pico Secuente. ....	47
Figura 30: Variación de la Elevación en el embalse. ....	49
Figura 31: Variación de volumen en m. ....	49
Figura 32: Resumen de resultados de la simulación del embalse Huascacocha. ....	50

Figura 33: Hidrograma resultante de la Laguna Huascacocha. ....	52
Figura 34: $\Delta$ almacenamiento y caudal de un depósito entre dos tiempos $t_{i-1}$ y $t_i$ .....	54
Figura 35: Características del embalse Huascacocha. ....	54
Figura 36: Reporte de resultados del tránsito de embalse Huascacocha. ....	55
Figura 37: Hidrograma de entrada y de salida en el embalse Huascacocha.....	55

# I PRESENTACIÓN

## 1.1 FUNCIONES DESEMPEÑADAS

Dentro de mi experiencia laboral desempeñado como bachiller en Ciencias de la Ingeniería Agrícola obtenido el 22 de noviembre de 2017, vengo participando en el sector público y privado, en proyectos de formulación concernientes a infraestructuras de riego y estructuras hidráulicas para el desarrollo de la agricultura y así mismo aportando a mejorar la calidad de vida en el ámbito rural.

En estos dos últimos años me incorporé al Equipo Técnico de la Unidad Ejecutora 036-001634 “Fondo Sierra Azul” desde Julio del 2020 hasta la actualidad, perteneciendo al Área de Estudios y Ejecución de los proyectos de Siembra y Cosecha de Agua.

En cuanto a los aspectos técnicos aplicados en los trabajos desempeñados, de acuerdo a lo aprendido en los cinco años de estudio en la facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM) son los siguientes:

Se aplicó lo aprendido en Topografía puesto que para el inicio de cualquier estudio base de Proyectos de Inversión se inicia con una situación real del terreno a estudiar, mediante levantamientos topográficos con equipos geodésicos (Estación total, GPS-Diferencial, etc.).

Se aplicó lo aprendido en Proyectos de Inversión, puesto que en la elaboración de estudios siempre se buscará una alternativa viable de una inversión, incidiendo en la importancia de la integridad de un proyecto y su contribución al desarrollo económico social, la cual repercutirá en las metas del desarrollo del país.

En cuanto a la Hidrología he tenido la oportunidad de plasmar los conocimientos adquiridos en casos prácticos realizando estudios hidrológicos para sistemas de riego y siembra y cosecha de agua, determinando la disponibilidad hídrica en base al balance hidrológico.

También me desempeñe en dibujo técnico en AutoCAD para el procesamiento de datos de campo y acabado final de los planos de los expedientes técnicos de las inversiones de optimización de siembra y cosecha de agua en la etapa de formulación.

Participando en los siguientes proyectos:

- ✓ Ampliación y mejoramiento del servicio de agua para riego en el Distrito de Chugur, provincia de Hualgayoc, departamento de Cajamarca, en el periodo: 01/12/2019 al 31/01/2020.
- ✓ Creación del canal de riego en el Anexo Ahijadero, distrito de Huayllabamba - Provincia de Sihuas – departamento de Áncash, en el periodo: 17/10/2019 al 30/11/2019.
- ✓ Creación del sistema de riego Cuchilla I en el distrito de Huayllabamba, provincia de Sihuas, departamento de Áncash, en el periodo: 17/10/2019 al 30/11/2019.
- ✓ Creación del sistema de agua para riego, en las localidades de Parco - Turuna en el centro poblado Parco del distrito de Fidel Olivas Escudero, provincia de Mariscal Luzuriaga - departamento de Áncash, en el periodo: 17/10/2019 al 30/11/2019.
- ✓ Revestimiento De La Infraestructura De Riego Canal Surco Sector 1° De Mayo – Chorrillos, Progresiva 26+740 Al 26+940, en el periodo: 04/02/2019 al 05/04/2019.

Además, se trabajó realizando inspecciones oculares de campo y desarrollo de documentos técnicos tales como: actas, informes técnicos, expedientillos técnicos, planos y presupuestos en el marco de la Ley de Recursos Hídricos para garantizar la operación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica en el ámbito de la Cuenca del Río Rímac, así como revisión de planos de terceros por interferencias y supervisiones conjuntamente con la Autoridad Local del Agua (ALA).

## II INTRODUCCIÓN

### 2.1 GENERALIDADES

El afianzamiento hídrico en las cuencas del Perú es un aspecto prioritario, cuyo desarrollo sostenible se ve limitado por la acentuada escasez de los recursos hídricos y la disminución de las fuentes de agua como; lagunas, bofedales, acuíferos y manantiales, por efectos del cambio climático y el inadecuado manejo local del agua, que crean escenarios negativos en el uso y consumo del agua. Es por ello que se desarrollan estrategias de siembra y cosecha de agua como qochas, los cuales permiten captar, almacenar e infiltrar las aguas de lluvia y disponer en épocas estiaje.

Según la ANA (2015), al año 2021 la cuenca del río Mantaro tiene agua disponible sin uso de 12, 848 hm<sup>3</sup> y una demanda hídrica de 844 hm<sup>3</sup>, lo que muestra que el recurso hídrico se pierde por escurrimiento o infiltración hacia la vertiente del océano Atlántico sin ser aprovechado.

El presente trabajo monográfico tiene por objetivo realizar la simulación de niveles de operación en la Qocha de estudio para la siembra y cosecha de agua en la subcuenca del Río Vilca, ubicada en el distrito de Vilca, provincia Huancavelica, región Huancavelica, la cual beneficiará a alrededor de 43 familias dedicadas al cultivo de pastos de pastoreo en 35 ha.

Inicialmente, se procedió con la recopilación de la información hidrometeorológica e hidrológica, con la finalidad de obtener la disponibilidad hídrica y el caudal máximo de diseño.

Para la determinación de la disponibilidad hídrica de la cuenca del Río Vilca, se realizó el análisis exploratorio de datos, completación y extensión de datos, mediante el análisis gráfico y métodos estadísticos. En base a esta información se determinó la precipitación areal de la cuenca, la cual fue utilizada como dato de entrada para la generación del caudal medio mensual mediante el modelo agregado GR2M.

El caudal máximo de diseño se estimó aplicando el método Soil Conservation Service SCS Curva Numero en base a la información de precipitación máxima en 24 horas, efectuándose el análisis estadístico para su ajuste a una distribución de probabilidad teórica para un periodo de retorno de 100 años.

Como parte final, el volumen útil del embalse se determinó utilizando el “Algoritmo de Pico Secuente” para luego realizar la Simulación del Embalse; adicionalmente a ello se realizó la modelación de la onda de flujo para definir las características del embalse.

## **2.2 OBJETIVOS**

### **2.2.1 Objetivo general**

Simular los niveles de operación en qocha para la siembra y cosecha de agua en la cuenca del Río Vilca.

### **2.2.2 Objetivos específicos**

- a) Determinar las características físicas y climáticas de la cuenca del Rio Vilca a fin de asociar con la respuesta lluvia - escorrentía.
- b) Analizar, recopilar, completar y extender la información hidrometeorológica para disponer de una información consistente.
- c) Estimar la disponibilidad hídrica superficial y el caudal máximo de diseño en el punto de interés de la Qocha.
- d) Estimar el volumen útil mediante el algoritmo de pico secuente y la simulación hidrológica del embalse.

### **III REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **3.1 EL CICLO HIDROLÓGICO**

De acuerdo con Fattorelli y Fernández (2011), el ciclo hidrológico se define como la secuencia de fenómenos por medio de los cuales el agua pasa de la superficie terrestre, en la fase de vapor, a la atmósfera y regresa en sus fases líquida y sólida. La transferencia de agua desde la superficie de la Tierra hacia la atmósfera, en forma de vapor de agua, se debe a la evaporación directa, a la transpiración por las plantas y animales y por sublimación (paso directo del agua sólida a vapor de agua). La cantidad de agua movida, dentro del ciclo hidrológico, por el fenómeno de sublimación es insignificante en relación a las cantidades movidas por evaporación y por transpiración, cuyo proceso conjunto se denomina evapotranspiración. El vapor de agua es transportado por la circulación atmosférica y se condensa luego de haber recorrido distancias que pueden sobrepasar 1000 km. El agua condensada da lugar a la formación de nieblas y nubes y, posteriormente, a precipitación.

La precipitación puede ocurrir en la fase líquida (lluvia) o en la fase sólida (nieve o granizo). El agua precipitada en la fase sólida se presenta con una estructura cristalina, en el caso de la nieve, y con estructura granular, regular en capas, en el caso del granizo. La precipitación incluye el agua que pasa de la atmósfera a la superficie terrestre por condensación del vapor de agua (rocío) o por congelación del vapor (helada) y por intercepción de las gotas de agua de las nieblas. El agua que precipita en tierra puede tener varios destinos. Una parte es devuelta directamente a la atmósfera por evaporación; otra parte escurre por la superficie del terreno, escorrentía superficial, que se concentra en surcos y va a originar las líneas de agua. El agua restante se infiltra penetrando en el interior del suelo; esta agua infiltrada puede volver a la atmósfera por evapotranspiración o profundizarse hasta alcanzar las capas freáticas.

Tanto el escurrimiento superficial como el subterráneo van a alimentar los cursos de agua que desembocan en lagos y en océanos. La esorrentía superficial se presenta siempre que hay precipitación y termina poco después de haber terminado la precipitación. Por otro lado, el escurrimiento subterráneo, especialmente cuando se da a través de medios porosos, ocurre con gran lentitud y sigue alimentando los cursos de agua mucho después de haber terminado la precipitación que le dio origen

La Figura 1, muestra la representación gráfica del ciclo hidrológico.



**Figura 1:** Representación gráfica del ciclo hidrológico.

**Fuente:** Fattorelli y Fernández, 2011.

### 3.1.1 Precipitación

Se define precipitación a toda forma de humedad, que, originándose en las nubes, llega hasta la superficie terrestre. De acuerdo a esta definición, las lluvias, las granizadas, las garúas y las nevadas son formas distintas del mismo fenómeno de la precipitación (Chereque, 1989). Una vez en la superficie terrestre, en las cuencas, la precipitación puede tomar varios caminos: se evapora, se infiltra o se escurre en el suelo, y forma: manantiales, arroyos, ríos, lagunas, etc. La precipitación se mide utilizando pluviómetros y pluviógrafos. (Water for people [WFP], 2019)



### **3.1.2 Escorrentía**

Término que se refiere a las diversas maneras en que el agua de las cuencas se desliza cuesta abajo por la superficie o bajo la superficie del terreno, hacia las quebradas, los ríos o el mar. El agua de escorrentía superficial es aquella cantidad o porción de agua que se escurre en forma de corriente superficial, es decir, sobre los terrenos. El agua de escorrentía bajo los terrenos o subsuperficial es la parte del agua que se infiltra y se escurre en paralelo a la superficie del suelo, para luego reaparecer aguas abajo en forma de manantiales y otros cuerpos de agua. En las cuencas de la sierra, los manantiales o puquios constituyen las fuentes de mayor importancia (WFP, 2019).

### **3.1.3 Intercepción**

Una determinada cantidad de precipitación que no entra al proceso de escorrentía, es retenida por la vegetación y evaporada por esta, en el intercambio de gases que naturalmente se efectúa. Igualmente, en los primeros momentos de la lluvia, parte de esta, llena las cavidades del suelo, siendo retenida en ellos y perdiéndose luego por evaporación e infiltración. Estas dos intercepciones (vegetación y suelo) tienen valor al principio de la lluvia. Si la lluvia es breve, estas pérdidas pueden tener tanto significado que no llega a producirse escorrentía. A medida que la lluvia es de mayor duración e intensidad, las pérdidas van perdiendo valor relativo y en general se consideran insignificantes y se denominan pérdidas iniciales. La densidad de la cobertura vegetal es un factor importante en el aumento de los valores de intercepción (Fattorelli y Fernández, 2011).

### **3.1.4 Evapotranspiración**

Según Chow *et al.* (2000), la evapotranspiración es la combinación de evaporación desde la superficie del suelo y la transpiración de la vegetación. Los mismos factores que dominan la evaporación desde una superficie de agua abierta también dominan la evapotranspiración, los cuales son: el suministro de energía y el transporte de vapor. Además,

el suministro de humedad a la superficie de evaporación es un tercer factor que se debe tener en cuenta. A medida que el suelo se seca, la tasa de evapotranspiración cae por debajo del nivel que generalmente mantiene en un suelo bien humedecido.

### 3.1.4.1 Método de Thornthwaite

Fue desarrollado en los Estados Unidos, en experimentos realizados entre las latitudes 29° a 43° Norte, en tanques de 4 m<sup>2</sup> y nivel freático constante a medio metro de profundidad. Se puede aplicar con relativa confianza en regiones de clima similar, es decir en regiones húmedas (Clasificación Climática Sistema Thornthwaite, s.f.).

Este método considera la temperatura media como principal parámetro de entrada siendo el procedimiento a seguir el siguiente:

$$E_{to} = 1.6 \times \left( \frac{10 \times T_a}{2a1} \right)^a \quad (1)$$

Donde:

$E_{To}$  : Evapotranspiración de referencia (mm día-1);

$H = \sum_{i=1}^{12} \left( \frac{T_{ai}}{5} \right)^{1.5}$  : Índice de calor anual;

$T$  : es la temperatura media del aire (°C); y exponente

$a$  :  $a = 0.49 + 0.0179 \times H + 0.0000771 H^2 + 0.000000645 \times H^3$

Luego de los cálculos, corregir el valor calculado de la Evapotranspiración ( $E_{to}$ ), multiplicando por un factor de corrección que se obtiene de la Tabla 1 siguiente:

**Tabla 1:** Factores de corrección de  $E_{to}$ .

LAT SUR	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
5	1.04	0.95	1.04	1.00	1.02	0.99	1.02	1.03	1.00	1.05	1.03	1.06
10	1.08	0.97	1.05	0.99	1.01	0.96	1.00	1.01	1.00	1.06	1.05	1.10
15	1.12	0.98	1.05	0.98	0.98	0.94	0.97	1.00	1.00	1.07	1.07	1.12
20	1.14	1.00	1.05	0.97	0.96	0.91	0.95	0.99	1.00	1.08	1.09	1.15
25	1.17	1.01	1.05	0.96	0.94	0.88	0.93	0.98	1.00	1.10	1.11	1.18
30	1.20	1.03	1.06	0.95	0.92	0.85	0.90	0.96	1.00	1.12	1.14	1.21
35	1.23	1.04	1.06	0.94	0.89	0.82	0.87	0.94	1.00	1.13	1.17	1.25
40	1.27	1.06	1.07	0.93	0.86	0.78	0.84	0.92	1.00	1.15	1.20	1.29
45	1.31	1.10	1.07	0.91	0.81	0.71	0.78	0.90	0.99	1.17	1.26	1.36
50	1.37	1.12	1.08	0.89	0.77	0.67	0.74	0.88	0.99	1.19	1.29	1.41

**Fuente:** <https://debconsulting.weebly.com/clasif-climat-wt.html>

## **3.2 SIEMBRA Y COSECHA DE AGUA**

El agua para la recarga, puede provenir de la intercepción de la lluvia y de la escorrentía, en ambos casos sería una recarga natural. Pero también puede ser por el aumento en la infiltración en procesos naturales potenciados por acciones humanas. En ese caso, lo llamamos recarga artificial de acuíferos o gestión de la recarga de acuíferos (Gale, 2005).

### **3.2.1 Siembra de agua**

En el Perú, a la recarga artificial de acuíferos se le llama coloquialmente “siembra de agua”, en analogía al acto de colocar una semilla en el suelo y luego cosechar. La recarga artificial de acuíferos aumenta el agua almacenada y contribuye a la circulación del agua, por ejemplo, el rebrote de manantes. La siembra de agua consiste en captar parte del agua de lluvia, hacer que esta se infiltre en el suelo, para la recarga de los acuíferos y darle un uso útil para todos los seres vivos. De esta forma, se contribuye a la disminución de las consecuencias negativas que se generan por la escasez de agua, los desbordes en las zonas bajas y otros problemas (Valer y Pérez, 2014).

### **3.2.2 Cosecha de agua**

Valer y Pérez (2014), la cosecha o recolección de agua se define como un conjunto de técnicas destinadas a captar agua, por lo general de escorrentía superficial, y utilizarla en la agricultura, en el abastecimiento humano, ganadero o en la repoblación forestal.

Las técnicas de recolección de agua requieren:

- a) Contar con una estructura capaz de almacenar agua en su superficie, “vasos de agua”, la cual debe ser impermeable o tener bajísimos coeficientes de permeabilidad.
- b) Un sistema de recolección de agua debe tener dos partes imprescindibles: un área tributaria, donde se genera escorrentía, y un área de recepción, en la que se recibe y almacena el agua de escorrentía. Entonces, podemos también considerar un tercer

elemento “la presa o dique” que vendría a ser la estructura que permitirá el incremento de la capacidad de almacenamiento del vaso, elevando el nivel del espejo de agua.

### **3.2.3 Embalse**

Un embalse o como lo define Aparicio (1992), un vaso de almacenamiento sirve para regular los escurrimientos de un río, es decir, para almacenar el volumen de agua que escurre en exceso en las temporadas de lluvia para posteriormente usarlo en las épocas de sequía, cuando los escurrimientos son escasos.

### **3.2.4 Qocha**

Las qochas son pequeños depósitos temporales de agua, ubicados en las cabeceras de cuenca y formados por diques que retienen y represan agua de lluvia. A través de una lenta infiltración del agua, las qochas de siembra permiten una recarga permanente del acuífero y mantienen la disponibilidad de agua en las manantes aguas abajo. Estas estructuras no pueden ser impermeables, ya que deben permitir que el agua continúe su recorrido en el subsuelo (Valer y Pérez, 2014).

## **3.3 COMPLETACIÓN DE DATOS**

Los datos faltantes se completaron utilizando una técnica estadística de completación espacio temporal relativamente nueva, denominada CUTOFF, de acuerdo con la información recopilada por (Vega, F., 2018) se tiene:

### **3.3.1 Método CUTOFF**

Feng *et al.* (2014) señala que; este método utiliza la información temporal y espacial para la completación de datos. Para describir el procedimiento, supongamos que se tiene observaciones espacio-temporales mensuales incompletas en una matriz  $X$  de dimensión  $m \times n$  donde  $m$  es meses y  $n$  es estaciones. Sea  $x_{(i, j), k}$  la observación en el mes  $i$  en el año  $j$  en la estación  $k$ , para  $i = 1, 2, \dots, 12$ ;  $j = 1, 2, \dots, w$  y  $k = 1, 2, \dots, n$ ; y supongamos que una observación

específica  $x_{(i^*, j^*), k^*}$  es dato faltante, siendo el mes  $i^*$  en el año  $j^*$  y en la estación  $k^*$  como el dato faltante (candidato) a completar. A continuación, se describe los pasos para completar el dato faltante:

- ✓ Se crea una lista de estaciones de referencia (denominado  $L_{k^*}$ ) conformado por estaciones que tienen alta correlación con la estación candidata  $k^*$ ; siendo los valores de correlación mayor que un valor de correlación definido por un umbral  $r$ .
- ✓ Sea  $J_{i,k}$  el conjunto de años de referencia que no incluye el año  $j^*$  para el cual  $x_{(i,j),k}$  no es dato perdido en el mes  $i$  y estación  $k$ .
- ✓ Se estima  $\bar{R}$  como el valor promedio de las observaciones en el mes  $i^*$  de todos los años ( $J_{i,k}$ ) y estaciones ( $L_{k^*}$ ) de referencia.  $\bar{C}$  como el valor promedio de las observaciones en el mes  $i^*$  de todos los años de referencia ( $J_{i,k}$ ) solo de la estación candidata  $k^*$ .  $\bar{R}$  como el valor promedio de las observaciones en el mes  $i^*$  para el año  $j^*$  de las estaciones de referencia ( $L_{k^*}$ ).

$$\bar{R} = \frac{\sum_{k \in L_k} \sum_{j \in J_{i^*,k}} x_{(i^*,j),k}}{\sum_{j \in J_{i^*,k}} |J_{i^*,k}|} \quad (2)$$

$$\bar{C} = \frac{\sum_{j \in J_{i^*,k}} x_{(i^*,j),k}}{|J_{i^*,k}|} \quad (3)$$

$$R = \frac{\sum_{k \in L_k} x_{(i^*,j^*),k}}{|L_{k^*}|} \quad (4)$$

- ✓ Finalmente, se calcula el valor a completar  $\hat{x}$  que corresponde a  $x_{(i^*, j^*), k^*}$  como:

$$\hat{x}/\bar{C} = R/\bar{R} \quad (5)$$

$$\hat{x} = R(\bar{C}/\bar{R}) \quad (6)$$

Un valor del umbral  $r = 0.75$  para la formación del conjunto de estaciones que participan en la competición de datos faltantes de una estación específica.

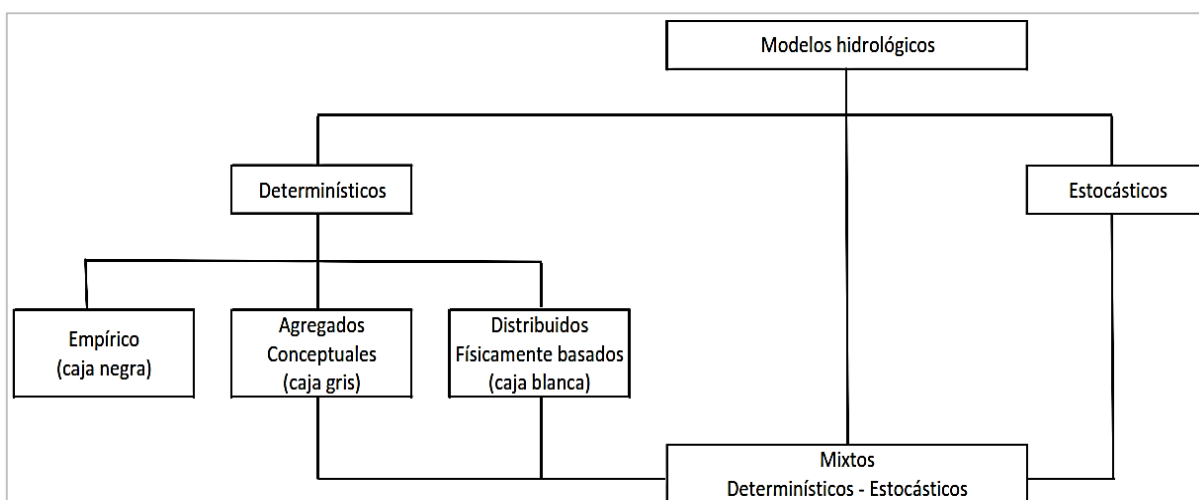
### 3.4 MODELO HIDROLÓGICO

El objetivo de los modelos hidrológicos en un sistema es determinar en los puntos de interés, la cantidad de recurso hídrico y su distribución en el tiempo y para ello las herramientas que fundamentalmente se utilizan están basadas en modelización (Avalos, 2020).

La literatura está repleta de modelos y de diferentes formas de clasificarlos, sin embargo, podemos enfocarnos en el análisis de tres características básicas útiles para la modelización hidrológica de cuencas:

- ✓ De acuerdo a la conceptualización de los procesos básicos; pueden ser empíricos, conceptuales o basados en procesos;
- ✓ De acuerdo a la naturaleza de los algoritmos básicos; pueden ser determinísticos o estocásticos;
- ✓ De acuerdo a su representación espacial; pueden ser agrupados o distribuidos (Instituto para la Mitigación de los Efectos del Fenómeno El Niño [IMEFEN], s.f. c).

La Figura 2, muestra la clasificación de modelos hidrológicos.



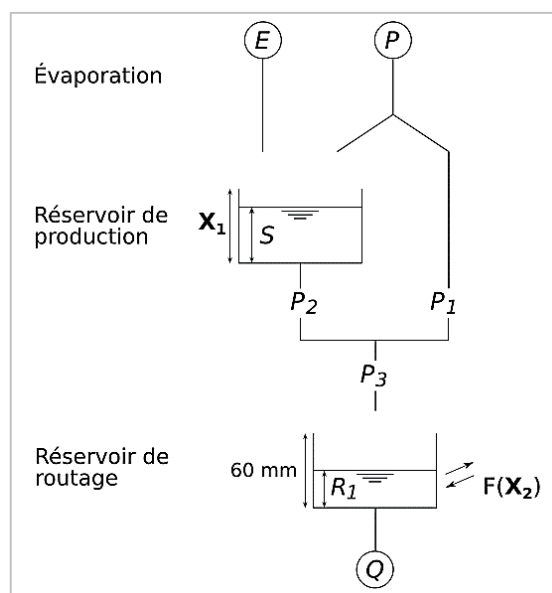
**Figura 2:** Clasificación de modelos hidrológicos

**Fuente:** Refsgaard y Abbott, 1996.

### 3.4.1 Modelo Agregado GR2M

IMEFEN (s. f. b), GR2M es un modelo agregado que simula caudales en intervalos mensuales. El modelo transforma la precipitación en escorrentía mediante la aplicación de dos funciones: una función de producción y una función de transferencia. Su estructura consta de dos reservorios: el reservorio suelo y el reservorio de agua gravitacional. La muestra la arquitectura del modelo GR2M con los principales procesos hidrológicos que producen escorrentía y que son tomados en cuenta por el modelo. De acuerdo a este esquema,  $P$  es la precipitación media de la cuenca,  $P_1$  es la escorrentía superficial,  $E$  es la evapotranspiración actual,  $P_2$  la percolación profunda,  $S$  el almacenamiento del reservorio suelo al inicio del periodo de análisis,  $R$  el almacenamiento del reservorio de agua gravitacional al inicio del periodo de análisis y  $Q$  el caudal a la salida de la cuenca. La capacidad máxima de almacenamiento del reservorio suelo es  $X_1$  y la del reservorio gravitacional es asumida como 60mm.

La Figura 3, Estructura del modelo GR2M incorporando factores de corrección para la precipitación y evapotranspiración potencial.



**Figura 3:** Estructura del modelo GR2M.

**Fuente:** CEMAGREF (<https://webgr.inrae.fr/modeles/mensuel-gr2m/>).

### 3.4.1.1 Función de Producción

De acuerdo a la Figura 3, parte de la precipitación es absorbida por el reservorio suelo y otra (P1) se dirige al reservorio de agua gravitacional. El nuevo volumen de agua en el reservorio suelo (S1) se calcula de la siguiente manera:

$$S_1 = \frac{S + X_1\varphi}{1 + \varphi \frac{S}{X_1}} \quad (7)$$

dónde: X1 es la capacidad del reservorio suelo; y  $\varphi$  se define como:

$$\varphi = \tanh\left(\frac{P}{X_1}\right) \quad (8)$$

Asumiendo que no hay pérdidas, el volumen de agua antes de la infiltración debe ser el mismo después de ésta; entonces:

$$P_1 = P + S - S_1 \quad (9)$$

En una segunda instancia, el reservorio suelo será afectado por la evapotranspiración, reduciendo su volumen a S2. El nuevo volumen se calcula de la siguiente manera:

$$S_2 = \frac{S_1(1 - \psi)}{1 + \psi\left(1 - \frac{S}{X_1}\right)} \quad (10)$$

Donde;  $\psi$  es igual a:

$$\psi = \tanh\left(\frac{E}{X_1}\right) \quad (11)$$

Parte de este nuevo volumen S2 será transferido al reservorio de agua gravitacional y el remanente se convertirá en el volumen inicial S para el siguiente período de análisis. El nuevo valor de S será:

$$S = \frac{S_2}{\left(1 + \left(\frac{S_2}{X_1}\right)^3\right)^{\frac{1}{3}}} \quad (12)$$

luego, el volumen de agua que percola P2 se estimará como la diferencia entre S2 y S:



$$P_2 = S_2 - S \quad (13)$$

#### 3.4.1.2 Función de Transferencia

Conocido el volumen de agua que percola, la precipitación efectiva que ingresa al reservorio de agua gravitacional (P3), será:

$$P_3 = P_1 - P_2 \quad (14)$$

Debido a que el reservorio de agua gravitacional contaba con un volumen inicial R, su nuevo volumen será:

$$R_1 = R - P_3 \quad (15)$$

Sin embargo, debido a que existe un intercambio de volúmenes a nivel subsuperficial, el volumen del reservorio se corrige por el factor X2:

$$R_2 = X_2 R_1 \quad (16)$$

Finalmente, el reservorio de agua gravitacional se vacía siguiendo una función cuadrática, dándonos como resultado el caudal de salida:

$$Q = \frac{R_2^2}{R_2 + 60} \quad (17)$$

Como puede observarse, todos los volúmenes estimados dependen de dos variables a optimizar:

- ✓ X1: capacidad del reservorio suelo en milímetros
- ✓ X2: coeficiente de intercambios subterráneos (adimensional)

#### 3.4.2 Calibración del modelo hidrológico

El proceso de calibración es la etapa en la cual se asignan valores a todos los parámetros del modelo de manera tal que “la salida del modelo se ajuste lo mejor posible a los datos históricos registrados”. Este “mejor ajuste” implica utilizar herramientas estadísticas para buscar minimizar la diferencia entre valores simulados y registrados, mediante procesos de

optimización. Algunos indicadores utilizados son el error medio cuadrático, el criterio de Schultz, el coeficiente de Nash-Sutcliffe y el balance de masas, entre otros (IMEFEN; s.f. c).

### **3.4.3 Validación del modelo hidrológico**

La validación tiene por objetivo determinar la bondad del modelo para realizar predicciones en un lugar específico para períodos fuera del período de calibración. El modelo debe pasar a una etapa de validación, en la cual se evalúa su capacidad de predicción (IMEFEN; s.f. c).

### **3.4.4 Soil Conservation Service SCS Curva Número**

Como señala Cahuana y Yugar (2009), este método fue desarrollado por el Servicio de Conservación de Recursos Naturales de EE.UU. (Natural Resources Conservation Service – NRCS), originalmente llamado Servicio de Conservación de Suelos (Soil Conservation Service - SCS) para calcular la precipitación efectiva como una función de la lluvia acumulada, la cobertura del suelo, el uso del suelo y las condiciones de humedad.

## **3.5 ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN UTIL**

### **3.5.1 Algoritmo de pico secuente**

El análisis de pico secuencial es un método para demandas constantes o variables en horas. En este método, encontramos el déficit acumulativo máximo sobre secuencias adyacentes de períodos deficitarios, y determinamos el máximo de estos déficits acumulativos (Galindo, 2016).

Vedula & Mujumdar (2016), suponen que la secuencia de afluencia se repite y el análisis se realiza a lo largo de dos ciclos, o dos secuencias de afluencia consecutivas. Si el período crítico se sitúa hacia el final de una secuencia de afluencia, la realización del análisis a lo largo de dos ciclos asegura la captura del valor máximo del déficit acumulado, que es realmente la capacidad de almacenamiento activa requerida.

### **3.5.2 Simulación de la operación del embalse**

La simulación hidrológica se realizará en base a la metodología de análisis de comportamiento propuesto por McMahon y Mein, en Galindo (2021), en su libro “Developments in water science” que consiste en aplicar programas u otras técnicas de programación en donde mediante un sistema de entradas y salidas, podamos comprobar cómo funciona un determinado reservorio a lo largo de un registro histórico.

## IV MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 ZONA DE ESTUDIO

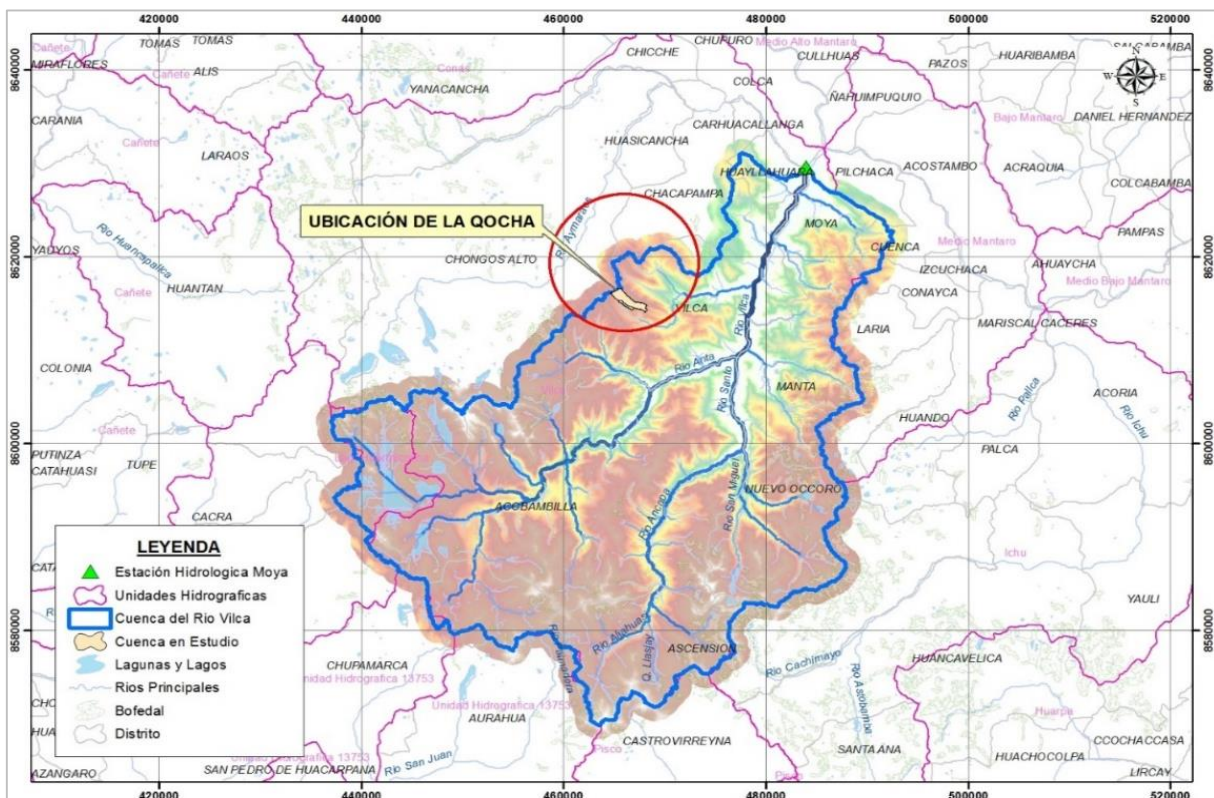
#### 4.1.1 Descripción de la zona de estudio

La Cuenca en estudio ha sido delimitada a partir de la estación hidrométrica Moya, la cual se encuentra ubicada hidrográficamente en la sierra central, en la Cuenca Mantaro como se observa en la Figura 4; y se encuentra en el departamento de Huancavelica, provincia de Huancavelica, distrito Vilca. Ver Tabla 2.

**Tabla 2:** Ubicación Geográfica Política e Hidrográfica.

Ubicación Geográfica		Ubicación Política		Ubicación Hidrográfica	
<b>Latitud</b>	12.5° - 12.5°	<b>Región</b>	Huancavelica	<b>Vertiente</b>	Amazonas
<b>Longitud</b>	75.3° - 75.3°	<b>Provincia</b>	Huancavelica	<b>Cuenca</b>	Mantaro
<b>Altitud</b>	4178 m.s.n.m.	<b>Distrito</b>	Vilca	<b>Subcuenca</b>	Río Vilca

Fuente: Elaboración Propia.



**Figura 4:** Delimitación del área de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

#### **4.1.2 Fisiografía del área de estudio**

El Río Mantaro, nace en las descargas del Lago Junín, en el extremo norte, cerca al Nudo Orogénico de Cerro de Pasco a 4080 m.s.n.m., recorriendo 735 Km hasta su confluencia con el Río Apurímac a 480 m.s.n.m., dando origen en este punto al Río Ene, teniendo una pendiente promedio de 0.51 %.

Presentan dos tipos de llanura cuya pendiente varía de 0 a 15%, llanuras disectadas de 15 a 25% de pendiente, y una zona con variaciones de altura entre 0 y 1000 m. Estas unidades fisiográficas son características de la altiplanicie que circunda al lago de Junín, especialmente la llanura de 0 a 4% de pendiente, que es el único tipo fisiográfico que no se vuelve a presentar en las otras zonas y rango de altitud de la cuenca.

Hacia el sur del lago donde se ubica la subcuenca del Río Vilca, se presentan las mismas características fisiográficas que en el norte (con excepción de la llanura de 0 a 4% de pendiente). La fisiografía cambia a la altura del poblado de Paccha (Yauli), en el que distinguen variaciones de altura de 300 a 1000 m. que prevalecen con intermitencias en casi toda la trayectoria del río hasta poco antes de su desembocadura en el río Ene. A la altura del poblado de Parco (Jauja), se distinguen superficies de erosión local y/o acumulación coluvial, que cambia al ingresar al valle, en el que predominan acumulaciones fluviales recientes hasta que el valle se cierra cerca del poblado de Viques. Pero en la parte alta, en ambas márgenes del río Mantaro, a la altura de Mito y de Concepción, se desprenden elevaciones de 300 a 1000 m y fuertes pendientes.

Al sur, después del Valle del Mantaro, se angosta la vertiente de la cuenca con variaciones de 300 a 1000 m. de altura y se mantiene así hasta llegar a Quichuas (Huancavelica); las máximas pendientes se localizan en los valles y quebradas de la parte baja de la cuenca. (ANA, 2015).

## 4.2 MATERIALES

### 4.2.1 Información cartográfica

Se ha recopilado información cartográfica actualizada para la subcuenca en estudio. De esta información se ha utilizado las siguientes capas para la caracterización de la subcuenca:

- ✓ Mapa climático nacional elaborado por el SENAMHI.
- ✓ Mapa nacional fisiográfico elaborado por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN).
- ✓ Modelo digital terrestre extraído del satélite ALOS y el sensor PALSAR, de la zona de estudio.
- ✓ Cartas nacionales a escala 1/100,000 elaborado por el Instituto Geográfico Nacional.
- ✓ Topografía de la qocha, a escala 1:1, 000 con curvas de nivel a cada 0.5 m.

### 4.2.2 Información de datos meteorológicas e hidrológicas

Se recopiló datos meteorológicos pertenecientes al SENAMHI, correspondientes al ámbito de estudio, así mismo, se dispuso de la estación hidrométrica Moya que se encuentra ubicada en la desembocadura del río Moya con Mantaro, la lista de estaciones meteorológicas e hidrométrica usada para el presente se encuentra en la Tabla 3 y la Tabla 4.

**Tabla 3:** Características de las estaciones meteorológicas.

ESTACIÓN	LAT	LONG	ALT	DEPART	PROV	DIST	TIPO
Huachos	-13.221	-75.533	2744	Huancavelica	Castrovirreyna	Huachos	Meteo.
Viques	-12.163	-75.235	3186	Junín	Huancayo	Viques	Meteo.
Pilchaca	-12.411	-75.092	3578	Huancavelica	Huancavelica	Pilchaca	Meteo.
Laive	-12.252	-75.355	3829	Junín	Chupaca	Yanacancha	Meteo.
Huancalpi	-12.539	-75.237	3855	Huancavelica	Huancavelica	Vilca	Meteo.
Huancavelica	-12.780	-75.036	3860	Huancavelica	Huancavelica	Ascension	Meteo.
Choclococha	-13.159	-75.071	4547	Huancavelica	Castrovirreyna	Santa Ana	Meteo.
Yauricocha	-12.315	-75.712	4560	Lima	Yauyos	Alis	Meteo.

Fuente: SENAMHI.

**Tabla 4:** Característica de la estación hidrométrica.

ESTACIÓN	LAT	LONG	ALT	DEPART	PROV	DIST	TIPO
Moya	12.394	75.144	3 180	Huancavelica	Huancavelica	Moya	Hidrométrica

Fuente: ELECTRO PERÚ.

### 4.2.3 Equipos y programas de computo

#### Equipos:

- ✓ Procesador Intel CORE i7 – 3.5 GHz, RAM de 32 GB
- ✓ Disco duro 2 TB
- ✓ Material de escritorio e Impresora.

#### Software:

- ✓ **RStudio:** es un lenguaje de programación, dedicado a la computación estadística y gráficos. Incluye una consola, editor de sintaxis que apoya la ejecución de código.
- ✓ **Hyfran:** permite ajustar una serie de datos a las leyes estadísticas, en particular el análisis estadístico de eventos extremos.
- ✓ **QGIS 3.16:** sistema que permite; recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica.
- ✓ **Microsoft Office 2016:** es un paquete de programas informáticos (Word, Excel, Power Point, entre otros), que permite redactar, presentar, manipular información.
- ✓ **Hec-Hms:** diseñado para simular los procesos hidrológicos completos de los sistemas de cuencas hidrográficas dendríticas.

## 4.3 METODOLOGÍA

### 4.3.1 Geomorfología de la microcuenca Huascacocha

La microcuenca tiene una superficie de 2.05 km<sup>2</sup>, perímetro de 8.02 km, pendiente media de 26.282 %. Su cauce principal tiene una longitud de 2.83 km con una pendiente promedio de 5.69 % que desciende desde los 4762 msnm hasta los 4530 msnm hasta su confluencia con el río Vilca es de séptimo orden.

El factor de forma, parámetro que representa la elongación de la cuenca, es de 0.32, El factor de compacidad es de 1.57 el cual corresponde a una forma oval oblonga en la cual, si este valor es más cercano a 1, en el rango de 1 a 2, la onda de crecida del flujo demorará más en llegar a la desembocadura, pero tendrá un mayor caudal pico. La relación de elongación, que nos da información sobre la elongación de la cuenca, es de 0.64, el cual está clasificado como baja elongación. Finalmente, el factor de circularidad es de 0.40, en el cual los valores oscilan entre 0 a 1, y el máximo valor equivale a la unidad, lo que correspondería a una cuenca de forma circular.

**Tabla 5:** Parámetros geomorfológicos de la microcuenca Huascacocha.

<b>Parámetros Geomorfológicos de la Microcuenca Huascacocha</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Und</b>	<b>Valor</b>
<b>Parámetros de Superficie</b>		
Area	Km <sup>2</sup>	<b>2.05</b>
Perímetro	Km	<b>8.02</b>
<b>Cota</b>		
Cota máxima	msnm	<b>4762</b>
Cota mínima	msnm	<b>4530</b>
<b>Altitud</b>		
Altitud media	msnm	<b>4591.12</b>
Altitud más frecuente	msnm	<b>4636.33</b>
Altitud de frecuencia media (1/2)	msnm	<b>4655.93</b>
<b>Pendiente</b>		
Pendiente promedio de la cuenca	%	<b>26.28</b>
<b>Red hídrica</b>		
Longitud de la red principal	Km	<b>2.83</b>
Orden de la red hídrica	Und	<b>3.00</b>
Longitud de la red hídrica	Km	<b>6.41</b>
Pendiente del cauce principal	%	<b>-5.69</b>
<b>Parametros Generados</b>		
Densidad de drenaje	Km/Km <sup>2</sup>	<b>3.12</b>
Tiempo de concentración	horas	<b>1.20</b>
Tiempo de retardo	horas	<b>0.72</b>
Indice de compacidad		<b>1.57</b>
Ancho medio de Cuenca	Km	<b>0.81</b>
Factor de forma		<b>0.32</b>
Relación de elongación		<b>0.64</b>
Relación de circularidad		<b>0.40</b>

**Fuente:** Elaboración propia.



### 4.3.2 Evaluación de Registros de datos de las estaciones Existentes

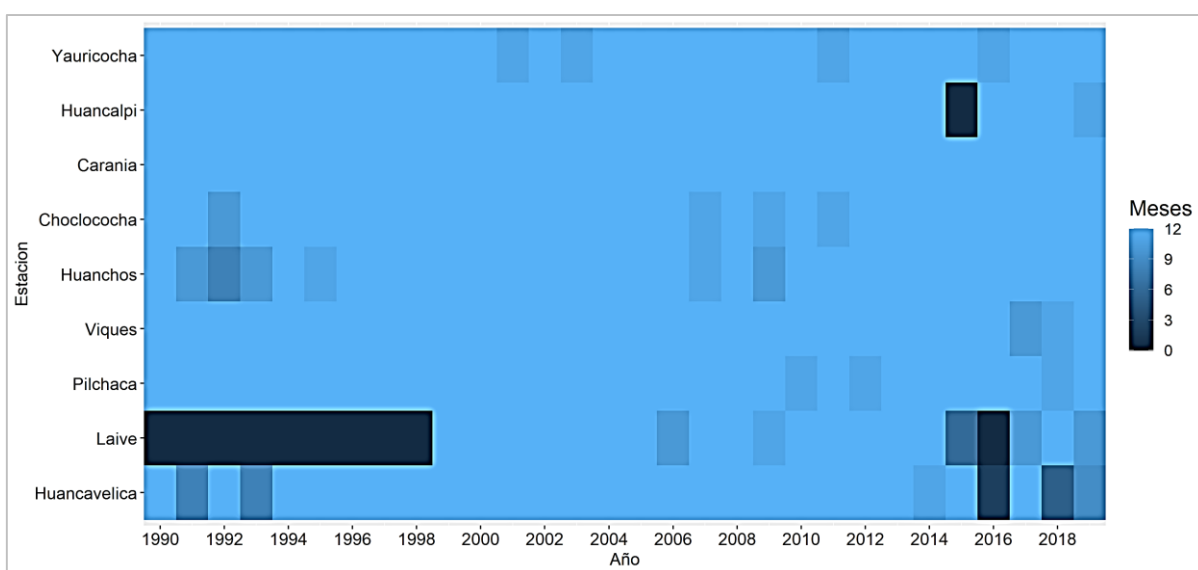
La información meteorológica se obtuvo de la página web del SENAMHI con un periodo de información histórica de 30 años (1990 - 2019). Esta información se realizó el control de calidad, solo 8 de las 9 estaciones pluviométricas fueron seleccionadas. La interpolación se realizó mediante la técnica geoestadística Kriging con Derivada Externa (KED) a partir de las variables de precipitación observada. Ver Tabla 6.

**Tabla 6:** Estaciones analizadas con datos de precipitación.

Estación	Latitud	Longitud	Altura	Departamento	Provincia	Distrito	Periodo
Huachos	-13.221	-75.533	2744	Huancavelica	Castrovirreyna	Huachos	1980-2019
Viques	-12.163	-75.235	3186	Junín	Huancayo	Viques	1963-2019
Pilchaca	-12.411	-75.092	3578	Huancavelica	Huancavelica	Pilchaca	1964-2019
Laive	-12.252	-75.355	3829	Junín	Chupaca	Yanacancha	1963-2019
Huancalpi	-12.539	-75.237	3855	Huancavelica	Huancavelica	Vilca	1980-2019
Huancavelica	-12.780	-75.036	3860	Huancavelica	Huancavelica	Ascension	1963-2019
Choclococha	-13.159	-75.071	4547	Huancavelica	Castrovirreyna	Santa Ana	1980-2019
Yauricocha	-12.315	-75.712	4560	Lima	Yauyos	Alis	1987-2019

**Fuente:** Elaboración Propia a partir de datos de SENAMHI.

Se analizó la información disponible por cada estación, en función al análisis, se eligió el periodo de 1990 a 2019, con un total de 30 años de datos disponibles a nivel mensual para la completación de datos, tal como se observa en la siguiente Figura 5:



**Figura 5:** Disponibilidad de datos mensuales, periodo 1990 - 2019.

**Fuente:** Elaboración propia.

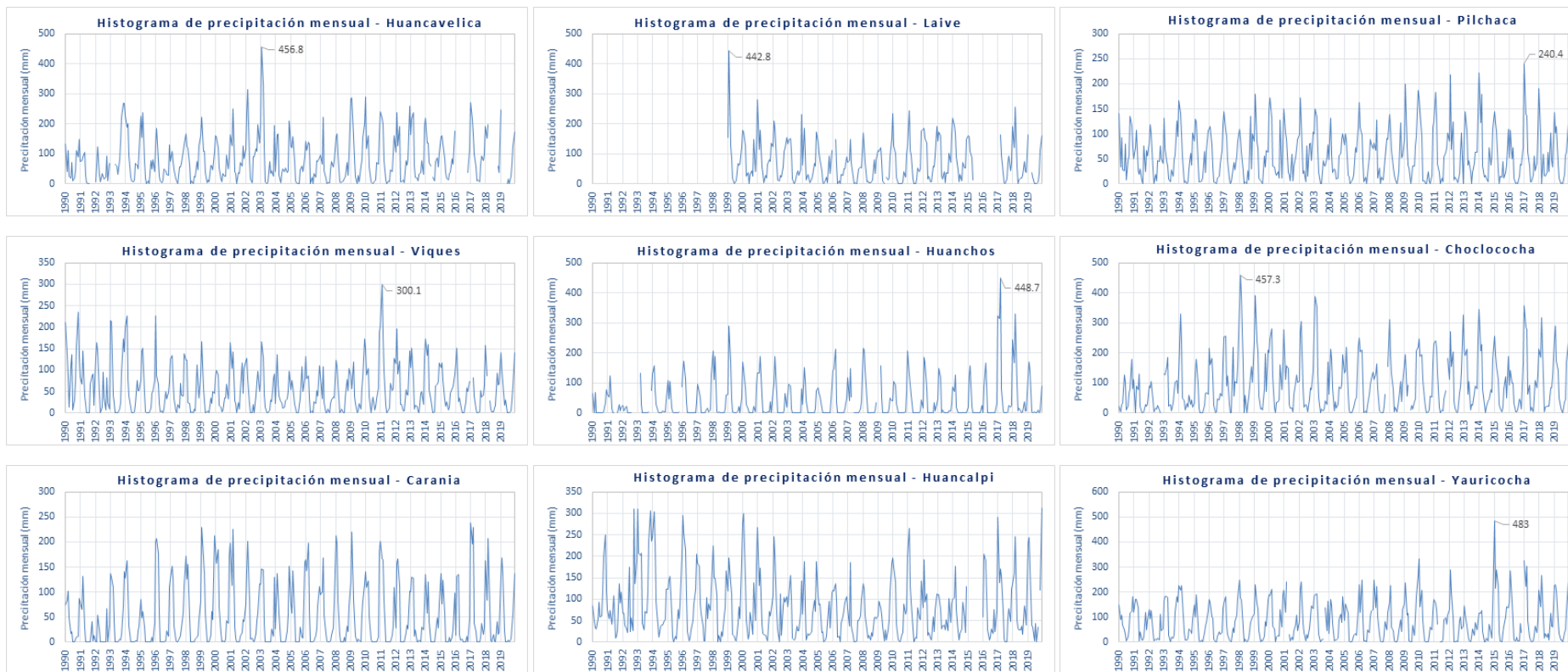
### **4.3.3 Análisis exploratorio de datos meteorológicas e hidrológicas**

Se desarrolla los test respectivos para comprobar la calidad de la información a ser utilizada. Para el análisis se han empleado las estaciones ubicadas en las cercanías a la zona en estudio o que tengan características similares, se realizó el análisis de consistencia de la información mensualizada.

### **4.3.4 Análisis de variables meteorológicas**

#### **a) Análisis grafico**

El proceso de evaluación contempla la visualización del grafico de la serie histórica de precipitación mensual, siendo significativo para detectar e identificar la inconsistencia de la información pluviométrica en forma visual, e indicar el período o los períodos en los cuales los datos son dudosos, lo cual se puede reflejar como “picos“ muy altos o valores muy bajos, “saltos” y/o “tendencias”, los cuales se deben comprobarse si son fenómenos naturales que han ocurrido o son producidos por errores sistemáticos, mediante un histograma de las series de análisis, a nivel mensual; en las ordenadas se ubica los valores mensuales de la precipitación (mm) y en las abscisas el tiempo en meses y años. Ver Figura 6.



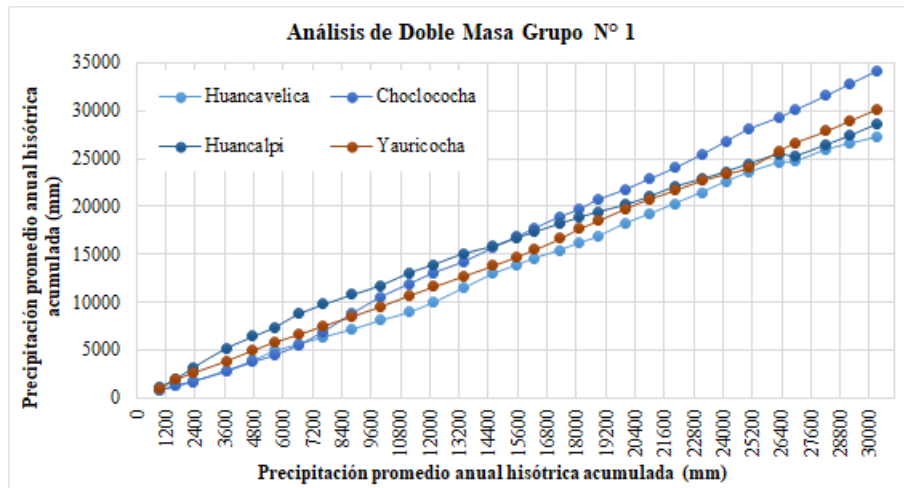
**Figura 6:** Series históricas de precipitación mensual multianual, periodo 1990-2019.

**Fuente:** Elaboración propia.

**b) Análisis de doble masa**

La técnica de análisis de doble masa se utiliza para detectar un cambio sistemático significativo a largo plazo en los datos de precipitación, con la finalidad de determinar la consistencia de la información meteorológica. Se consideró el promedio de precipitaciones anuales de las 8 estaciones en análisis, para ello se ha realizado el análisis dividiendo las estaciones de acuerdo a su proximidad y altura en 2 grupos:

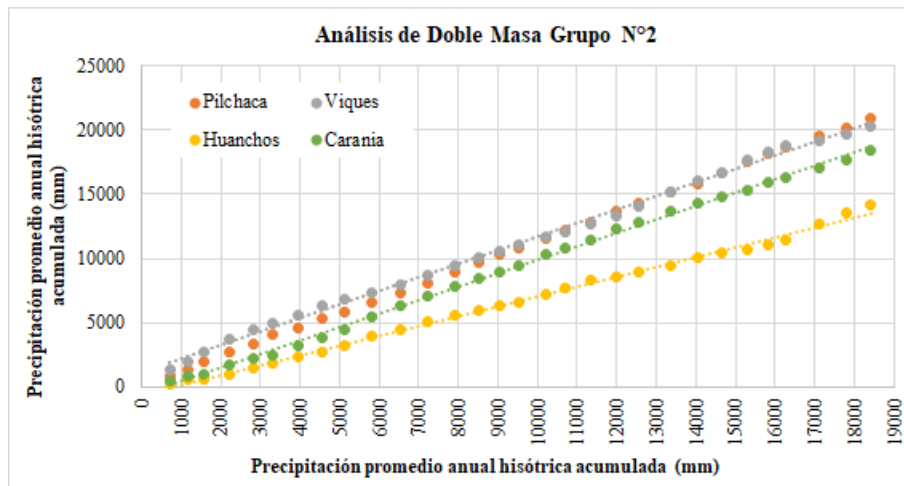
- ✓ **Grupo 1:** Huancavelica, Choclococha, Huancalpi y Yauricocha (Figura 7).



**Figura 7:** Análisis de doble Masa, Grupo N° 1.

**Fuente:** Elaboración propia.

- ✓ **Grupo 2:** Pilchaca, Viques, Huachos y Carania (Figura 8).



**Figura 8:** Análisis de doble, Grupo N° 2.

**Fuente:** Elaboración propia.

De acuerdo a las figuras anteriores, se observa que la serie de las estaciones Huachos del grupo 2 presentan un quiebre por tanto se realizará el análisis estadístico de T de Student y Fisher.

### c) Análisis estadístico (T y F)

Tras el análisis de doble masa para cada grupo y las correcciones realizadas en base a los test estadísticos se han completado las series de precipitación con el método Cutoff a través del programa R. Ver Tabla 7 y 8.

**Tabla 7:** Análisis de saltos y tendencias Grupo N° 01

Estación	Periodo de analisis		Numero de datos, promedio y			Consistencia en la Media				Consistencia en la Desv. Estandar			
			N° Datos	Promedio	Desv. Estandar	T calculada	T tabla (95%)	Comparación	Diferencia Significativa	F calculado	F tabla (95%)	Comparación	Diferencia Significativa
Huancavelica	n1 , Pc	1990-2002	156	73.65	23.78	-0.38	2.05	Tc  < Tt	NO	0.82	2.43	Fc  < Ft	NO
	n2 , Pd	2003-2019	204	77.18	26.23								
Choclococha	n1 , Pc	1990-2002	156	91.29	36.59	-0.64	2.05	Tc  < Tt	NO	3.71	2.43	Fc  < Ft	NO
	n2 , Pd	2003-2019	204	97.83	19.01								
Huancalpi	n1 , Pc	1990-1995	72	102.05	35.60	2.47	2.05	Tc  < Tt	NO	5.03	4.53	Fc  < Ft	NO
	n2 , Pd	1996-2019	228	77.31	17.68								
Yauricocha	n1 , Pc	1990-1993	48	80.54	21.04	-0.39	2.05	Tc  < Tt	NO	1.32	8.36	Fc  < Ft	NO
	n2 , Pd	1994-2019	312	84.39	18.29								
Laive	n1 , Pc	1999-2014	192	72.21	18.83	2.81	2.05	Tc  < Tt	NO	0.51	3.06	Fc  < Ft	NO
	n2 , Pd	2014-2019	72	42.51	26.33								

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 8:** Análisis de saltos y tendencias Grupo N° 02

Estación	Periodo de analisis		Numero de datos, promedio y			Consistencia en la Media				Consistencia en la Desv. Estandar			
			N° Datos	Promedio	Desv. Estandar	T calculada	T tabla (95%)	Comparación	Diferencia Significativa	F calculado	F tabla (95%)	Comparación	Diferencia Significativa
Pilchaca	n1 , Pc	1990-2012	276.00	57.43	7.94	-0.55	2.05	Tc  < Tt	NO	0.43	3.86	Fc  < Ft	NO
	n2 , Pd	2013-2019	84.00	59.58	12.16								
Viques	n1 , Pc	1990-2004	180.00	58.93	17.32	0.81	2.05	Tc  < Tt	NO	0.01	2.48	Fc  < Ft	NO
	n2 , Pd	2005-2019	180.00	53.90	16.65								
Huachos	n1 , Pc	1990-1995	72.00	24.83	11.07	-2.35	2.05	Tc  < Tt	NO	0.38	4.53	Fc  < Ft	NO
	n2 , Pd	1996-2019	288.00	43.00	17.94								
Carania	n1 , Pc	1990-2001	144.00	48.86	20.44	-0.65	2.05	Tc  < Tt	NO	4.32	2.41	Fc  < Ft	NO
	n2 , Pd	2002-2019	216.00	52.49	9.83								

**Fuente:** Elaboración propia.

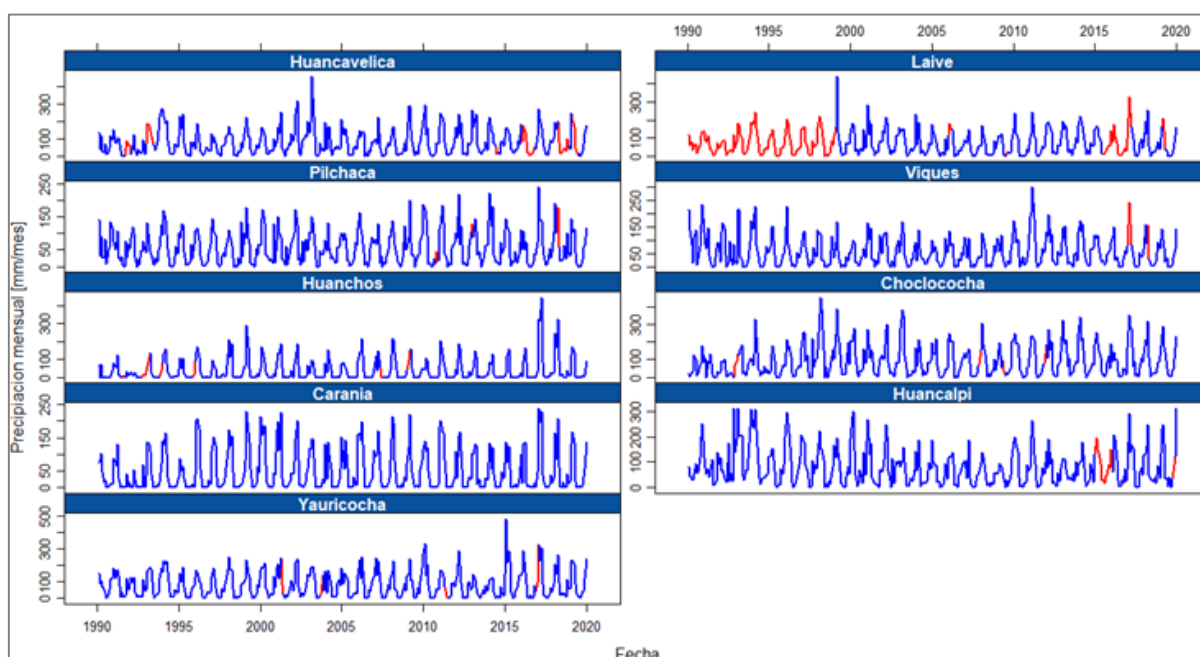
### d) Completación de datos

Para la completación de datos se usó el método de imputación espacio-temporal Cutoff, Feng *et al.* (2014), metodología usada por SENAMHI para la completación de datos de las series mensuales y diarias en la elaboración del producto PISCO de precipitación (PISCOp) como se observa en la Figura 9. Este procedimiento se realizó a través del lenguaje de programación R, usando el paquete "CutoffR" y la función "Cutoff", considerando la correlación tipo Spearman y análisis de correlación cruzada entre las estaciones (Tabla 9).

**Tabla 9:** Correlación entre las series mensuales de las estaciones en análisis.

	Huancav.	Laive	Pilchaca	Viques	Huachos	Choclococha	Carania	Huancalpi	Yauricocha
<b>Huancavelica</b>	1.00								
<b>Laive</b>	0.83	1.00							
<b>Pilchaca</b>	0.83	0.87	1.00						
<b>Viques</b>	0.82	0.84	0.87	1.00					
<b>Huachos</b>	0.68	0.72	0.68	0.64	1.00				
<b>Choclococha</b>	0.87	0.86	0.87	0.79	0.73	1.00			
<b>Carania</b>	0.81	0.82	0.79	0.76	0.85	0.88	1.00		
<b>Huancalpi</b>	0.78	0.84	0.84	0.77	0.69	0.81	0.82	1.00	
<b>Yauricocha</b>	0.82	0.80	0.81	0.75	0.76	0.84	0.87	0.83	1.00

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 9:** Series mensuales completadas (rojo) y observadas (azul).

**Fuente:** Elaboración Propia.

### 4.3.5 Precipitación

La precipitación representativa en la cuenca y microcuenca es generada a través de la interpolación de datos puntuales de precipitación de las estaciones selectas. Obteniéndose una variación de precipitación media de 487.7 y 1151.8 mm, concentrándose los valores más elevados en los meses de diciembre a marzo y los más reducidos de abril a noviembre (Tabla 10).

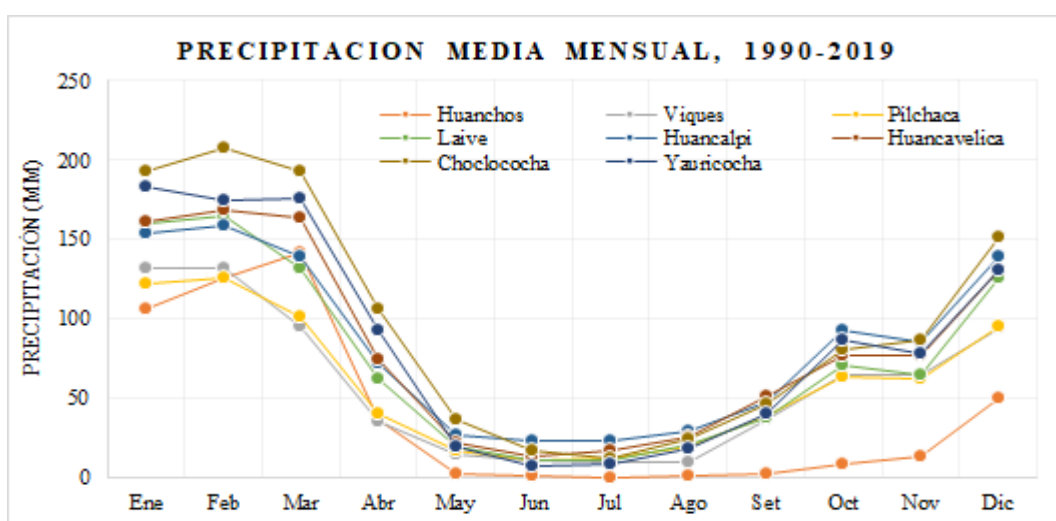
**Tabla 10:** Precipitación media mensual multianual (mm), 1990 – 2019.

Estación	Altura	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Huanchos	2,744	106.4	125.4	141.8	36.2	2.2	0.9	0.3	0.6	2.3	8.2	13.7	49.8	487.7
Viques	3,186	131.2	131.4	95.0	35.4	14.9	10.3	9.3	9.9	36.0	64.1	64.7	93.5	695.6
Pilchaca	3,578	122.1	125.3	101.6	40.5	16.6	11.3	11.4	18.9	38.4	63.5	62.4	94.7	706.8
Laive	3,829	159.5	165.4	132.2	61.8	19.2	10.3	10.9	20.8	37.8	70.1	64.1	125.4	877.5
Huancalpi	3,855	154.4	159.3	138.9	72.5	27.1	23.0	22.3	28.7	47.5	93.1	85.7	139.3	991.8
Huancavelica	3,860	160.9	169.1	163.8	73.7	21.4	13.2	17.3	25.7	51.2	77.3	76.6	131.2	981.3
Choclococha	4,547	193.2	207.6	192.7	106.3	36.1	16.4	11.4	23.7	46.7	80.3	86.2	151.2	1151.8
Yauricocha	4,560	183.2	175.2	175.7	92.2	19.2	7.1	8.6	18.6	39.5	86.3	77.5	130.9	1014.1

Ecuación de regresión lineal	a	-21.5	4.0	-1.7	-85.0	-28.8	-6.8	-5.4	-22.6	-29.7	-61.1	-49.7	-66.1	-374.4
	b	0.046	0.041	0.038	0.040	0.013	0.005	0.004	0.011	0.018	0.034	0.031	0.048	0.328
	r <sup>2</sup>	0.91	0.77	0.48	0.86	0.66	0.22	0.18	0.54	0.52	0.65	0.67	0.80	0.87

**Fuente:** Elaboración propia.

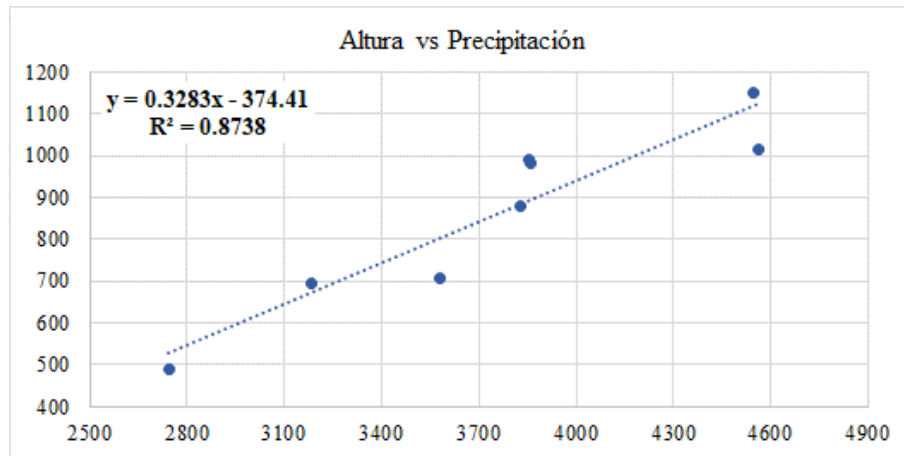


**Figura 10:** Precipitación media mensual multianual, 1990 - 2019.

**Fuente:** Elaboración propia.

La Figura 10, refleja la variabilidad anual de la precipitación en las estaciones con influencia a la cuenca, concentrándose los valores más elevados en los meses de diciembre a marzo y los más reducidos en los meses de mayo a agosto para el total de la cuenca.

#### e) Análisis regional de precipitación



**Figura 11:** Altitud vs Precipitación.

**Fuente:** Elaboración propia.

La Figura 11, nos muestra un  $R^2 = 0.87$ , resultante de la correlación lineal, entre las estaciones de la Tabla 10; la cual nos demuestra que existe una correlación alta entre la precipitación y la altitud. La ecuación resultante:

$$PPM = 0.3283 * ALT - 374.41 \quad (18)$$

#### 4.3.6 Temperatura

Para el área de estudio se tiene en consideración la información proporcionada por 7 estaciones, las cuales se encuentran próximas a la cuenca en estudio. La información histórica de esta variable fue consultada en el portal web SENAMHI.

#### f) Temperatura máxima

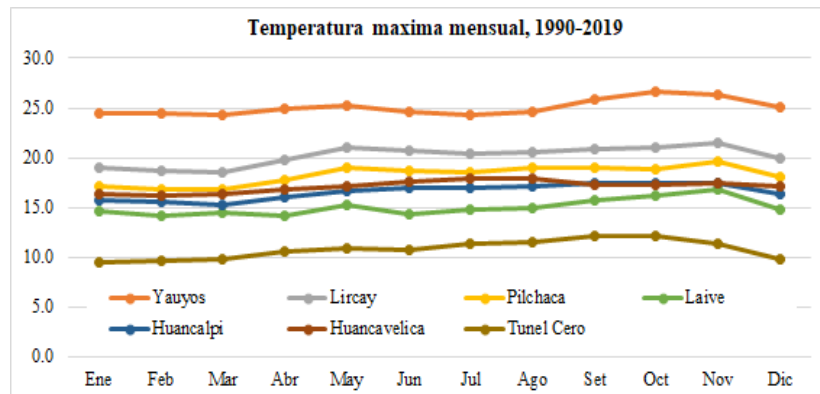
El periodo de análisis de la temperatura máxima es de 1990 – 2016 con 27 años de registro; en la Tabla 11, y Figura 12, se puede observar la variabilidad anual de la temperatura máxima en las estaciones próximas al área de estudio, presentándose la temperatura máxima más elevada en los meses de octubre y noviembre con valor de 26.6 °C, así mismo los meses de menor intensidad de temperatura máxima corresponde a enero y febrero, con valor de 9.5°C.



**Tabla 11:** Temperatura máxima mensual multianual, periodo de análisis: 1981 – 2016.

Estación	Altura	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Yauyos	2,285	24.4	24.5	24.4	24.9	25.2	24.6	24.3	24.6	25.9	26.6	26.4	25.0
Lircay	3,360	19.1	18.7	18.5	19.8	21.1	20.7	20.3	20.6	20.9	21.0	21.4	19.9
Pilchaca	3,578	17.2	16.7	16.9	17.8	19.0	18.6	18.5	19.0	19.0	18.9	19.6	18.0
Laive	3,829	14.6	14.2	14.4	14.2	15.2	14.4	14.9	14.9	15.8	16.1	16.8	14.7
Huancalpi	3,855	15.7	15.5	15.3	16.0	16.7	16.9	17.0	17.2	17.4	17.4	17.4	16.4
Huancavelica	3,860	16.3	16.2	16.3	16.8	17.1	17.7	17.9	17.8	17.3	17.3	17.4	17.1
Tunel Cero	4,498	9.5	9.7	9.7	10.5	10.9	10.8	11.3	11.5	12.1	12.1	11.3	9.8

**Fuente:** Elaboración propia.

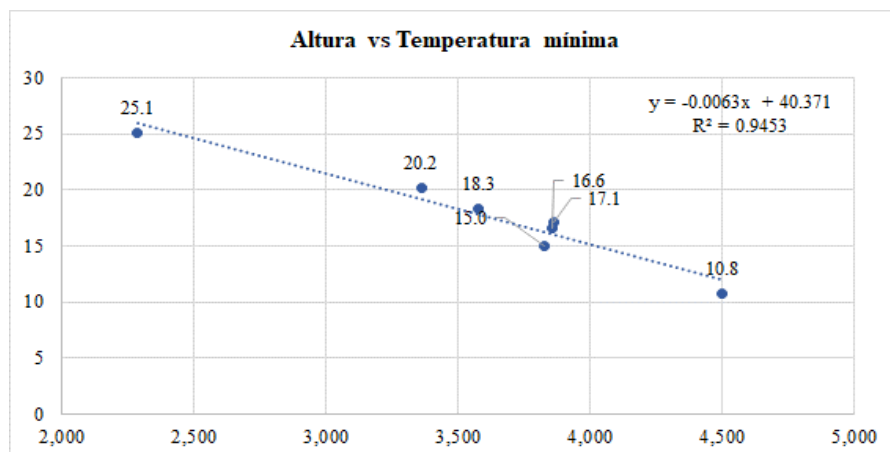


**Figura 12:** Variabilidad de la temperatura máxima mensual multianual.

**Fuente:** Elaboración propia.

### g) Análisis regional de temperatura máxima

Los datos de altitud media de las estaciones y las temperaturas máximas anual generan una ecuación sobre la base de la relación Altitud vs. Temperatura máxima, obteniéndose la temperatura máxima media anual de las microcuencas en estudio.



**Figura 13:** Gráfica de regionalización de la temperatura máxima.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la Figura 13 y Figura 14, nos muestra un  $R^2 = 0.94$ , resultante de la correlación lineal, entre las estaciones de la Tabla 11; la cual nos demuestra que existe una correlación alta entre la temperatura máxima y la altitud. La ecuación resultante:

$$T_{\text{máx}} = -0.0063 * \text{ALT} + 40.371 \quad (19)$$

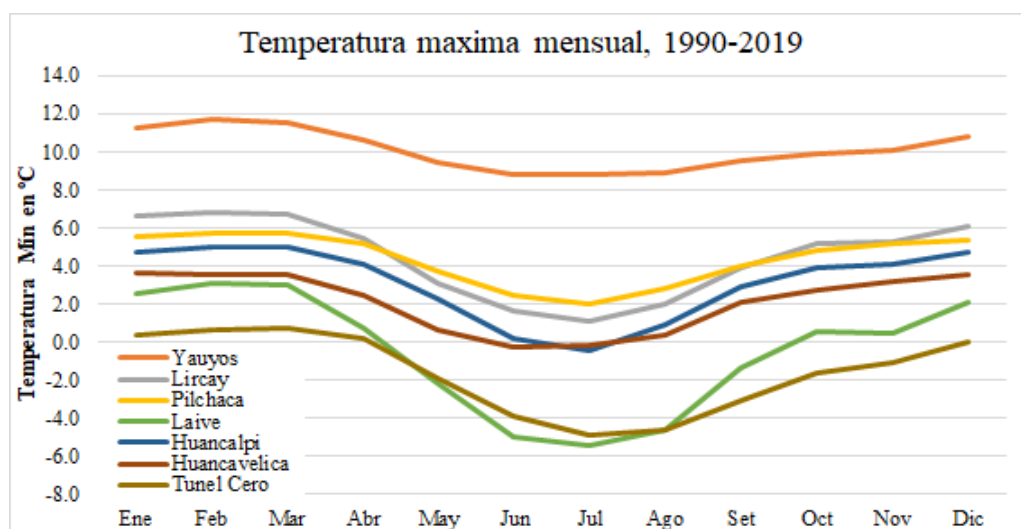
#### h) Temperatura mínima

El periodo de análisis de la temperatura mínima es de 1990 – 2016 con 27 años de registro; en la Tabla 12 y Figura 14, se puede observar la variabilidad anual de la temperatura mínima en las estaciones próximas al área de estudio, presentándose la temperatura mínima inferior en el mes de agosto con un valor de  $-4.6\text{ }^{\circ}\text{C}$  registrado en la estación Laive.

**Tabla 12:** Temperatura mínima mensual multianual, periodo de análisis: 1981 – 2016.

Estación	Altura	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media
Yauyos	2,285	11.3	11.7	11.6	10.6	9.5	8.8	8.8	8.9	9.5	9.9	10.0	10.8	10.1
Lircay	3,360	6.6	6.8	6.7	5.5	3.1	1.7	1.1	2.0	3.9	5.2	5.3	6.1	4.5
Pilchaca	3,578	5.5	5.7	5.7	5.2	3.7	2.4	2.0	2.8	4.0	4.8	5.2	5.4	4.4
Laive	3,829	2.6	3.1	3.0	0.7	-2.2	-5.0	-5.5	-4.6	-1.4	0.6	0.5	2.1	-0.5
Huancalpi	3,855	4.7	5.0	5.0	4.1	2.3	0.1	-0.5	0.9	3.0	3.9	4.1	4.7	3.1
Huancavelica	3,860	3.7	3.6	3.6	2.4	0.6	-0.3	-0.2	0.4	2.1	2.7	3.2	3.5	2.1
Tunel Cero	4,498	0.4	0.7	0.7	0.2	-1.9	-3.9	-4.9	-4.6	-3.1	-1.7	-1.1	0.0	-1.6

**Fuente:** Elaboración propia.



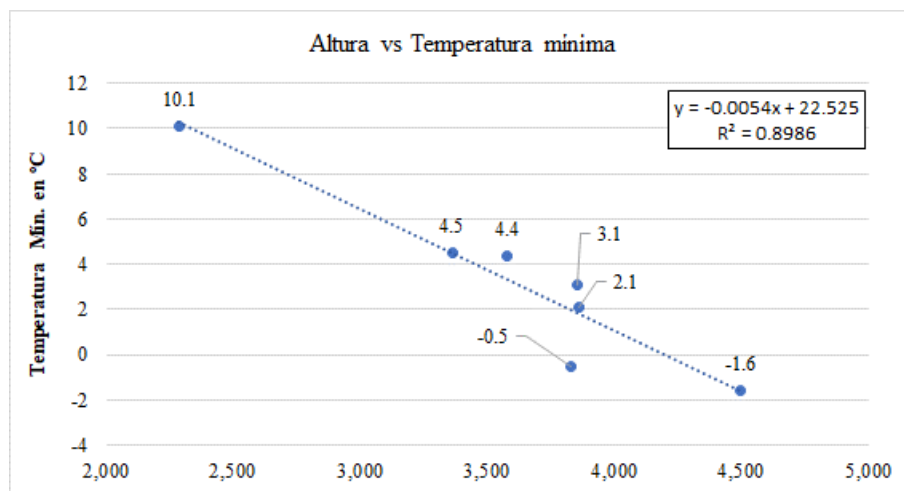
**Figura 14:** Variabilidad de la temperatura mínima mensual multianual.

**Fuente:** Elaboración propia.

### i) Análisis regional de temperatura mínima

Los datos de altitud media de las estaciones y las temperaturas mínimas anual generan una ecuación sobre la base de la relación Altitud vs. Temperatura mínima, obteniéndose la temperatura mínima media anual de las microcuencas en estudio.

**Figura 15:** Gráfica de regionalización de la temperatura mínima.



**Fuente:** Elaboración propia.

En la Figura 15, nos muestra un  $R^2 = 0.8276$ , resultante de la correlación lineal, entre las estaciones de la Tabla 12, la cual nos demuestra que existe una correlación alta entre la temperatura máxima y la altitud. La ecuación resultante:

$$T_{\text{mín}} = -0.0054 * ALT + 22.525 \quad (20)$$

#### 4.3.7 Velocidad de vientos

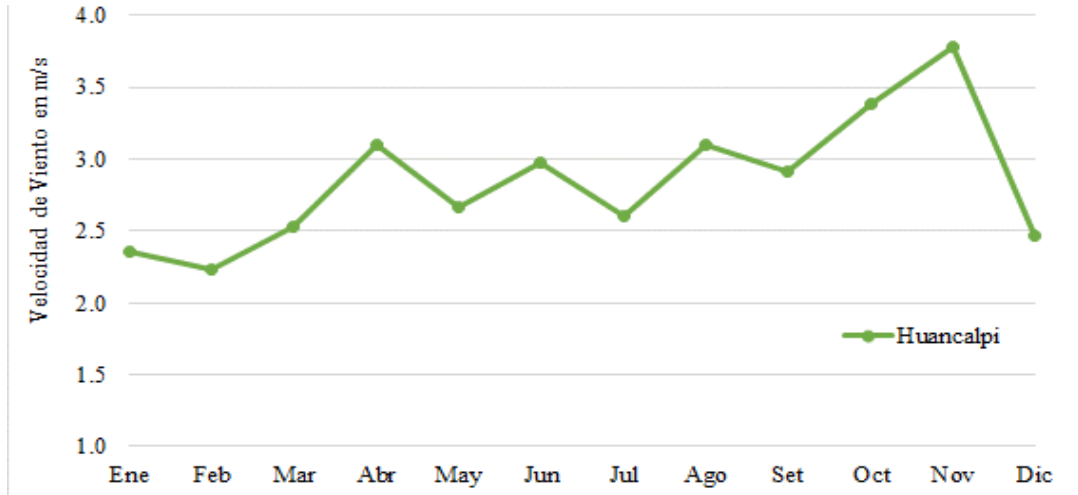
Para el análisis de la velocidad de viento, se ha considerado la estación Huancalpi debido a que esta estación se encuentra muy próxima a la zona de estudio.

En la Tabla 1 Tabla 13, se muestra la variabilidad de la velocidad de viento promedio mensual multianual.

**Tabla 13:** Variabilidad de la velocidad de viento (m/s) - periodo 2001-2018.

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media
Huancalpi	2.36	2.23	2.53	3.10	2.66	2.97	2.60	3.10	2.91	3.38	3.78	2.47	2.73

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 16:** Variabilidad de la velocidad de viento media mensual en (m/s).

**Fuente:** Elaboración propia.

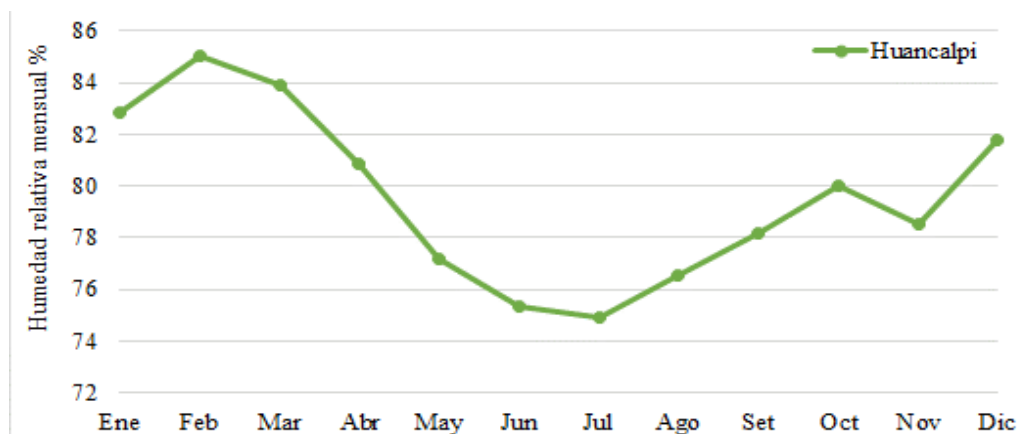
#### 4.3.8 Humedad Relativa

En forma similar al análisis de velocidad de viento, para el análisis de la humedad relativa, se ha considerado la estación Huancalpi, donde se tiene registros de humedad relativa que fluctúan entre 74.94 % en el mes de julio 85.00 % en el mes febrero con un valor promedio anual de 79.57 %. A continuación, se observa la variabilidad de la humedad relativa mensual en la Tabla 14 y Figura 17.

**Tabla 14:** Humedad relativa mensual multianual (%), periodo: 2002 - 2019.

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media
Huancalpi	82.86	85.00	83.91	80.87	77.17	75.36	74.94	76.53	78.13	80.03	78.53	81.78	79.57

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 17:** Variabilidad de la humedad relativa mensual, estación Huancalpi.

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.3.9 Evapotranspiración

No se cuentan con registros históricos de evaporación, por lo que se estimó la evapotranspiración a través del método de Thornthwaite, el cual toma como datos de entrada la temperatura media de la cuenca de estudio y su latitud para la tabulación del número máximo de horas de sol. Se generó una serie de Evapotranspiración para el periodo de 1990 - 2016 de la microcuenca de estudio (Figura 18), además de aplicar el factor de corrección sobre los valores calculados, que se visualiza en las Tabla 15 y Tabla 16.

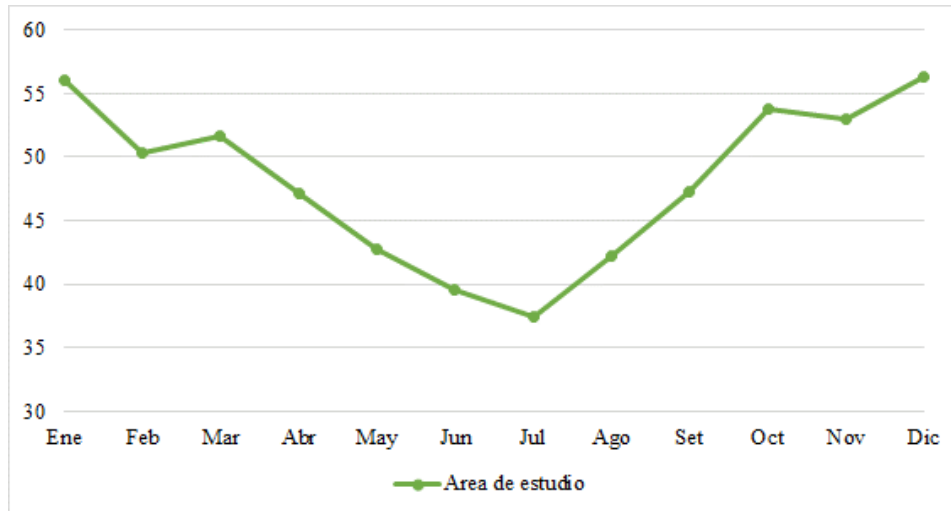
**Tabla 15:** Factor de corrección de la Evapotranspiración - Thornthwaite.

Latitud Sur	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
10.00	1.08	0.97	1.05	0.99	1.01	0.96	1.00	1.01	1.00	1.06	1.05	1.10
12.53	1.10	0.98	1.05	0.98	0.99	0.95	0.98	1.00	1.00	1.07	1.06	1.11
15.00	1.12	0.98	1.05	0.98	0.98	0.94	0.97	1.00	1.00	1.07	1.07	1.12

**Tabla 16:** Evapotranspiración generada (mm) - Método Thornthwaite.

Microcuenca	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media
Huascacocha	55.7	50.0	51.4	46.8	42.5	39.4	37.1	41.9	46.9	53.3	52.5	55.8	47.8

**Fuente:** Elaboración propia.



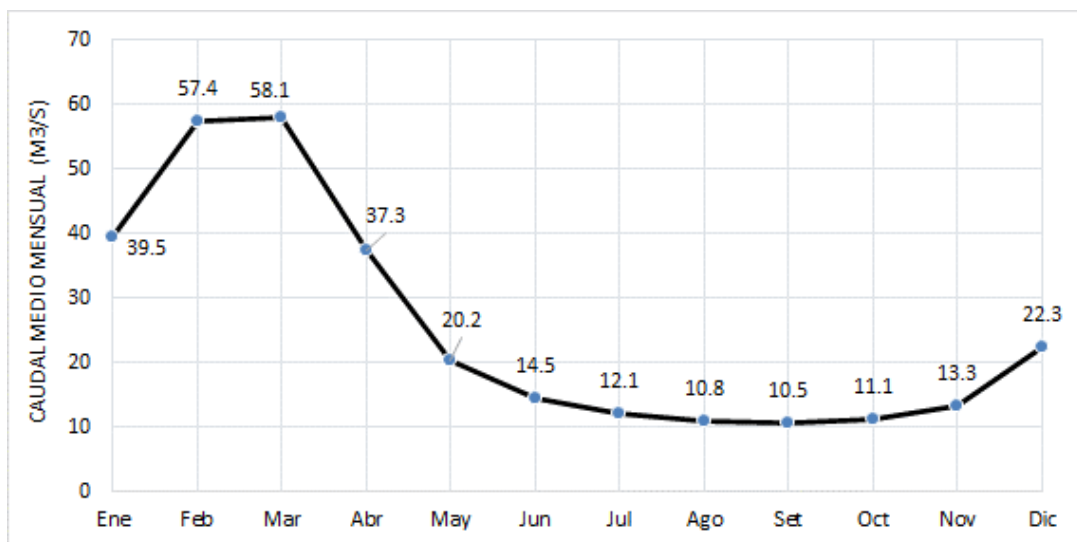
**Figura 18:** Evapotranspiración generada (mm) - Método Thornthwaite.

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.3.10 Análisis de variables hidrométricas

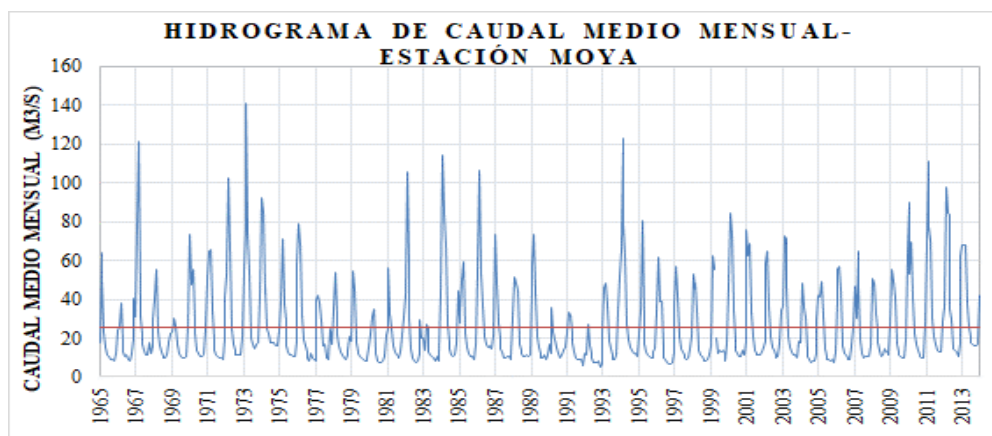
##### a) Caudal medio mensual estación Moya

Se ha efectuado la consistencia de la información hidrométrica, con la finalidad de identificar posibles fenómenos de no homogeneidad e inconsistencia de los datos, los que reflejan como “Salto” y/o “Tendencias” en las series de tiempo históricos. Ver Figura 19 y 20.



**Figura 19:** Caudal medio mensual en m³/s.

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 20:** Hidrograma de caudal medio mensual – Estación Moya.

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.4 DISPONIBILIDAD HÍDRICA

La oferta de la microcuenca en estudio se calculará realizando el modelamiento hidrológico en la subcuenca del Río Vilca a través del modelo agregado GR2M con el fin de obtener los parámetros del modelo calibrados; se cuenta con información hidrométrica en la estación Moya en el periodo 1965 - 2013, una vez realizada la calibración y validación del modelo, se usaron los parámetros determinados, para realizar el modelamiento en la microcuenca Huascacocha.

##### 4.4.1 Modelación hidrológica con GR2M

A pesar de que existen diversos modelos hidrológicos, para la generación de descargas medias mensuales, la mayoría de los modelos se basan en información hidrometeorológica diaria como es el método GR4J. La cual es el limitante para la aplicación en nuestro medio, y pocos modelos a nivel mensual y uno de ellos es el modelo hidrológico GR2M.

El modelo GR2M es un modelo agregado que fue desarrollado por el CEMAGREF (Centro de Investigación Agrícola e Ingeniería Ambiental, Francia), está determinado a una escala mensual, el cual está basado en la transformación de la lluvia en escorrentía, a través de la utilización de un conjunto de ecuaciones. El modelo depende de 2 parámetros a optimizar que son:

- ✓ X1: Capacidad del reservorio suelo en milímetros.
- ✓ X2: Coeficiente de intercambios subterráneos (adimensional).

El modelo GR2M usa como datos de entrada la precipitación media mensual (mm) y evapotranspiración (mm) en el área de estudio, así como el volumen medio mensual en el punto de aforo con el que se va calibrar en mm, por lo que esta última variable requiere una transformación de caudal a volumen utilizando el área de la cuenca de estudio.

Según Vera (2011). La evaluación de la calidad del modelo puede realizarse de manera cuantitativa o cualitativa: la evaluación cuantitativa consiste en determinar el mayor valor óptimo de una función objetivo o función criterio por técnicas de optimización. La función objetivo o criterio de evaluación resume los resultados de comparación entre los datos calculados y los datos observados en una sola cifra y la evaluación cualitativa se basa en la comparación grafica entre los valores calculados y los valores observados.

- a) Criterio de Nash: Propuesto por Nash (1969), está dado por la fórmula:

$$Nash = \left(1 - \frac{\sum_{t=1}^n (Q_{obs,t} - Q_{cal,t})^2}{\sum (Q_{obs,t} - \overline{Q_{obs,t}})^2}\right) \times 100 \quad (21)$$

Donde:

$Q_{obs,t}$  : Caudal observado

$Q_{cal,t}$  : Caudal calculado;

$\overline{Q_{obs,t}}$  : Caudal observado medio

- b) Criterio de balance de caudales observados/calculado

$$Bilan = \frac{\sum_{t=1}^n Q_{obs,t}}{\sum_{t=1}^n Q_{cal,t}} \quad (22)$$



#### 4.4.2 Calibración y validación del modelo GR2M

Para calibrar el modelo hidrológico es necesario la información de precipitación, evapotranspiración e información de caudales, esta información de la subcuenca del Rio Vilca, está disponible a partir de la estación Hidrométrica Moya, entonces, este punto es el elegido para calibrar el modelo GR2M con la ayuda de la información generada anteriormente consistente en precipitación media areal de la cuenca, además el área de la cuenca a calibrar es la siguiente:

- ✓ Área de la subcuenca del Rio Vilca = 1739.328 Km<sup>2</sup>

Inicialmente se procedió a ejecutar el modelo hidrológico, con los valores sugeridos para los parámetros  $X1 = 6$  y  $X2 = 1$  respectivamente, el Nash toma un valor muy bajo de 29.1 %.

Los resultados que nos lanza el modelo, en el proceso de calibración con la optimización del programa Solver, son más aceptables, dado que el valor del Nash obtenido en este proceso, tiene una eficiencia del 83.1% aplicado a un periodo de 1991 - 2004, como se observa en la Tabla 17; al mismo tiempo que el valor de los parámetros se modifican (parámetros óptimos): cuyos valores son:

**Tabla 17:** Parametros óptimos de calibración.

<b>Parametros Óptimos</b>	
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
<b>X1</b> Capacidad del reservorio suelo en milímetros	0.74
<b>X2</b> Coeficiente de intercambios subterráneos	0.80

**Fuente:** Elaboración propia.

El resumen de los caudales Multianuales para el periodo de calibración es de 14 años correspondiente al periodo de 1991 al 2004 y el periodo de validación del modelo se lleva a cabo de 2005 a 2013. En la Tabla 18, se muestran los resultados de los criterios de calidad de ajuste de los periodos de calibración y validación del modelo hidrológico. Y en las Figura 21 y

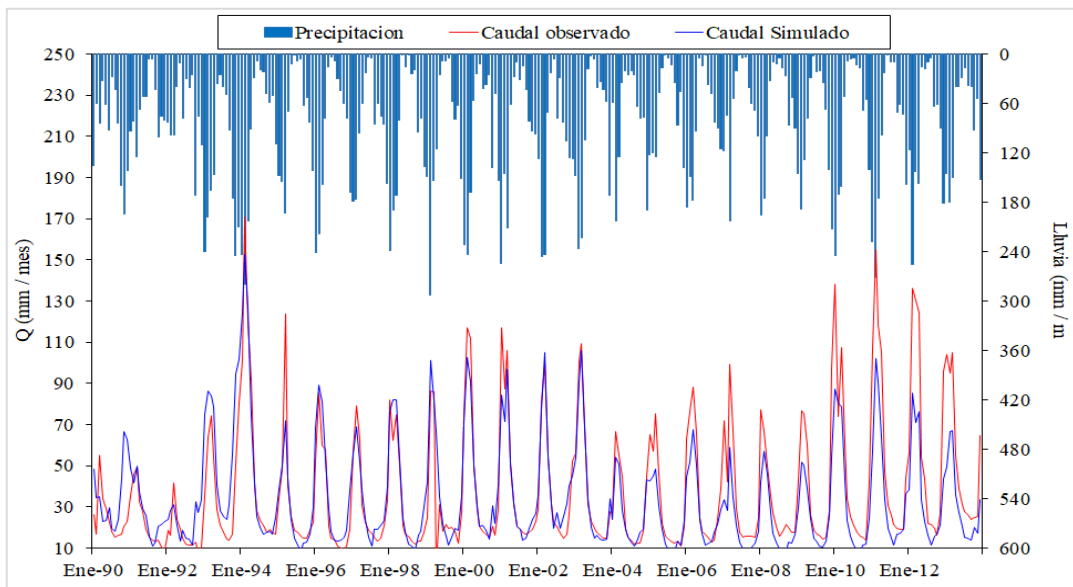
Figura 22, se presenta gráficamente la validación del modelo hidrológico con respecto a una serie de información observada.

**Tabla 18:** Indicadores de calidad de calibración y validación del modelo hidrológico.

Criterio	Criterio de Calidad en (%)	
	Calibración 1991 - 2004	Validación 2005 - 2013
Nash:	83.1 %	76.2 %
Bias:	108 %	114.7 %

**Fuente:** Elaboración propia.

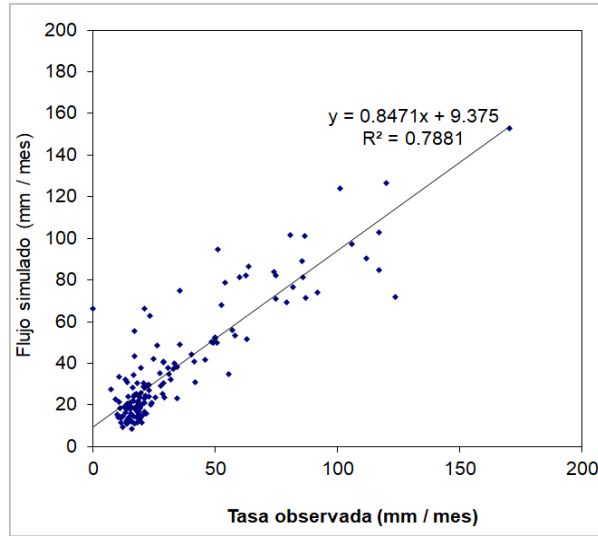
Así mismo, en la Figura 21, se observa que los caudales simulados, respecto a los observados, guarda una buena correlación, sin embargo, también se concibe algunos resultados no muy satisfactorios, siendo cuatro de ellos con disminución: ene-10 (Qsim: 87.5 m<sup>3</sup>/s y Qobs: 138.2 m<sup>3</sup>/s), feb-11 (Qsim: 102.3 m<sup>3</sup>/s y Qobs: 154.9 m<sup>3</sup>/s), feb- 12 (Qsim: 85.3 m<sup>3</sup>/s y Qobs: 136.1 m<sup>3</sup>/s) y mar- 13 (Qsim: 66.9 m<sup>3</sup>/s y Qobs: 104.0 m<sup>3</sup>/s). En el resto de los periodos, explica su proceso de generación de lluvia en caudales, como se observa en la Figura 21.



**Figura 21.** Comparativo entre los caudales observados y simulados por el modelo.

**Fuente:** Elaboración propia.

Para el periodo de calibración, según la Figura 22, el coeficiente de determinación  $R^2$ , el cual toma un valor aceptable de 0.79, lo que explica que se cumple la relación ecuación al de  $Q_{sim} = a + b \cdot Q_{obs}$ , como línea de tendencia.

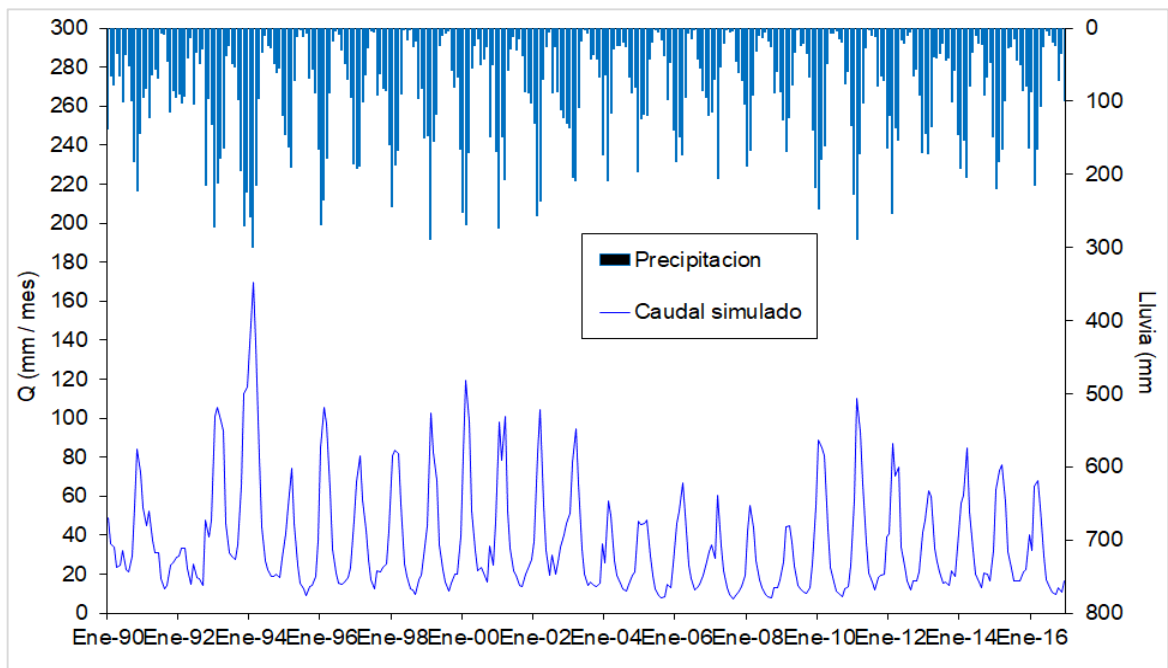


**Figura 22:** Línea de tendencia y coeficiente  $R^2$ .

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.4.3 Aplicación del modelo calibrado al punto de interés Huascacocha

Una vez determinado los parámetros calibrados y validados del modelo en la cuenca se realizó el cálculo de la disponibilidad hídrica para la microcuenca Huascacocha. Ver Figura 23 y Tabla 19.



**Figura 23:** Simulación de caudales a partir de la precipitación – Huascacocha

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 19:** Caudales medios mensuales generados para la microcuenca Huascacocha

Ítem	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Medio	Total
1	1990	37.5	30.3	26.0	18.5	18.8	25.4	17.2	16.4	23.3	41.8	66.7	55.1	31.4	377.2
2	1991	41.5	38.1	40.0	29.8	23.9	24.3	13.7	9.7	11.2	19.1	20.5	21.9	24.5	293.6
3	1992	22.5	28.2	25.5	18.1	11.3	19.9	13.9	13.7	11.1	36.4	31.1	36.6	22.4	268.4
4	1993	77.4	89.6	75.5	74.1	35.3	24.4	22.5	21.1	28.0	50.2	89.0	88.8	56.3	676.0
5	1994	105.7	143.8	105.5	62.9	33.8	21.4	16.9	14.3	14.9	15.2	14.6	21.7	47.6	570.7
6	1995	31.2	46.2	56.9	36.5	18.9	12.3	9.4	7.1	10.9	10.9	14.9	28.5	23.6	283.8
7	1996	65.0	89.4	74.1	49.6	25.3	16.2	11.9	11.4	12.4	14.1	18.7	36.5	35.4	424.8
8	1997	51.6	68.4	44.7	33.6	20.9	13.5	9.5	16.7	16.7	18.2	20.2	32.8	28.9	346.8
9	1998	62.1	71.0	62.7	44.4	19.5	15.0	9.6	9.0	7.6	12.9	15.4	26.2	29.6	355.3
10	1999	34.3	86.9	63.3	53.9	26.8	17.7	12.3	8.9	12.1	15.3	15.7	30.3	31.4	377.3
11	2000	62.8	101.3	75.2	41.6	24.5	17.4	18.0	15.9	12.6	26.6	19.3	36.1	37.6	451.4
12	2001	75.0	66.5	77.3	41.6	25.3	17.2	15.0	10.9	11.0	15.1	18.2	21.0	32.9	394.2
13	2002	28.0	69.3	79.9	43.7	24.7	15.6	22.9	15.3	20.8	26.1	32.0	35.4	34.5	413.8
14	2003	39.2	65.6	72.4	52.3	24.9	15.7	11.1	12.1	11.3	10.3	12.3	27.2	29.5	354.4
15	2004	19.7	49.1	38.2	21.6	15.0	12.4	9.7	8.5	11.6	14.9	16.7	36.2	21.1	253.4
16	2005	34.8	39.1	36.6	23.4	14.8	9.7	7.0	6.1	6.8	11.5	10.2	19.5	18.3	219.5
17	2006	35.1	44.4	51.4	40.2	18.9	14.1	9.1	10.2	11.7	15.0	18.8	24.1	24.4	293.0
18	2007	26.8	23.8	46.3	27.4	16.7	10.5	7.6	5.6	7.1	8.5	10.6	15.0	17.2	205.9
19	2008	32.2	46.9	33.5	21.2	13.2	10.4	7.3	6.5	6.3	10.2	10.5	13.1	17.6	211.3
20	2009	20.2	37.5	34.4	28.5	18.3	11.3	9.7	8.2	8.1	9.9	20.0	42.3	20.7	248.3
21	2010	68.0	71.9	61.8	34.1	17.9	12.5	8.8	7.4	6.6	9.8	10.6	19.1	27.4	328.3
22	2011	44.7	93.3	70.9	52.6	27.5	16.3	12.1	9.3	14.7	14.7	16.0	30.1	33.5	402.3
23	2012	31.4	74.0	53.8	59.5	25.8	19.0	12.8	9.0	12.9	12.5	16.9	31.5	29.9	359.2
24	2013	36.7	53.1	46.0	26.5	20.0	16.6	12.0	12.2	11.5	16.9	15.0	25.9	24.4	292.3
25	2014	43.5	51.3	64.8	41.2	24.6	15.7	12.3	10.1	16.5	15.5	13.2	24.7	27.8	333.4
26	2015	48.6	61.9	58.1	45.1	24.1	18.1	12.6	12.9	13.2	16.3	17.6	30.7	29.9	359.1
27	2016	24.8	55.1	52.2	43.0	22.3	13.7	9.9	8.4	7.5	10.1	8.5	12.9	22.4	268.6
Qmed (l/s)		44.5	62.8	56.6	39.4	22.0	16.2	12.4	11.0	12.5	17.7	21.2	30.5	28.9	346.7
Qmax (l/s)		105.7	143.8	105.5	74.1	35.3	25.4	22.9	21.1	28.0	50.2	89.0	88.8	56.3	676.0
Qmin (l/s)		19.7	23.8	25.5	18.1	11.3	9.7	7.0	5.6	6.3	8.5	8.5	12.9	17.2	205.9
Nº Datos		27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0
Desv.Std		20.2	26.0	18.6	14.0	5.6	4.2	4.1	3.7	5.0	10.0	17.2	14.6	8.6	102.9
C.V.		0.5	0.4	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.6	0.8	0.5	0.3	0.3

**Fuente:** Elaboración propia.

Con las series sintéticas generadas se ha realizado un análisis de persistencias con el fin de determinar los caudales medios mensuales transformados a volúmenes en MMC a niveles de persistencia del 75%. Lo que permitirá tener una información consistente para realizar o utilizar en la planificación adecuada de distribución del recurso hídrico entre todas las áreas de cultivo. Las disponibilidades hídricas superficiales estimadas en la microcuenca Huascacocha al 75% de persistencia se presenta en la siguiente Tabla 20.

**Tabla 20:** Caudales generados en m<sup>3</sup>/s al 75% de persistencia.

Descripción	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Total
<b>Huascacocha</b>	0.011	0.017	0.016	0.028	0.047	0.068	0.053	0.034	0.018	0.013	0.013	0.011	0.330

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.5 VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE LA QOCHA

Según Huerta (2010), en el diseño de un vaso de almacenamiento, en particular su volumen útil, el cual es volumen de agua almacenado entre el NAMO y el NAMINO, es necesario contar con:

##### 4.5.1 Curva Elevación Área Volumen

Topografía de la zona, imágenes ráster, cartas topográficas vectorizadas o modelos digitales de elevaciones. Con ellos se determina la curva (Elevación - Área - Volumen) del vaso. Tabla 21.

**Tabla 21:** Curvas elevación - volumen y elevación - área.

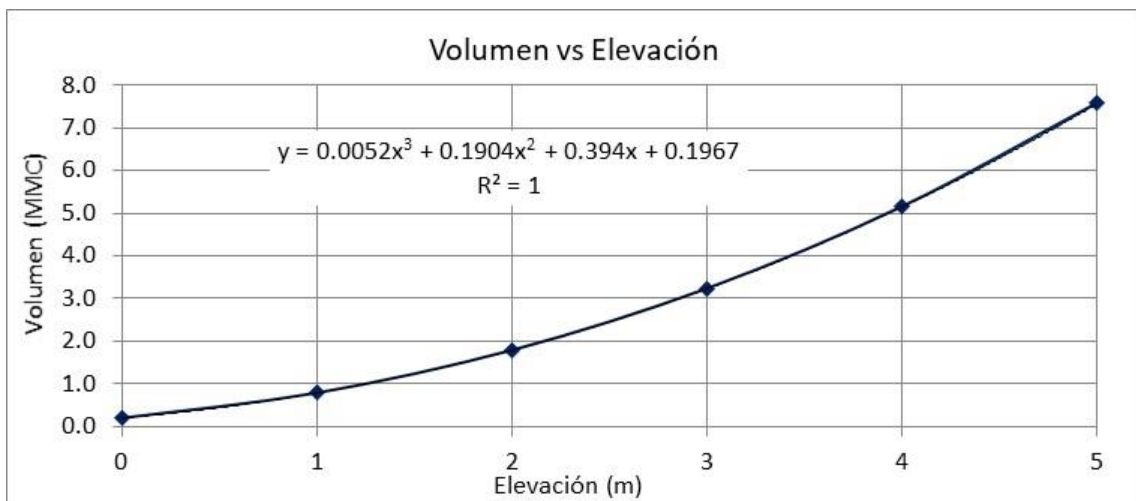
Nivel (msnm)	Elevación (m)	Área (km <sup>2</sup> )	Vol. (MMC)
4506	5.0	2.679	7.573
4505	4.0	2.165	5.150
4504	3.0	1.672	3.232
4503	2.0	1.216	1.788
4502	1.0	0.787	0.787
4501	0.0	0.393	0.197

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 22:** Ecuación Lineal Elevación Volumen Área.

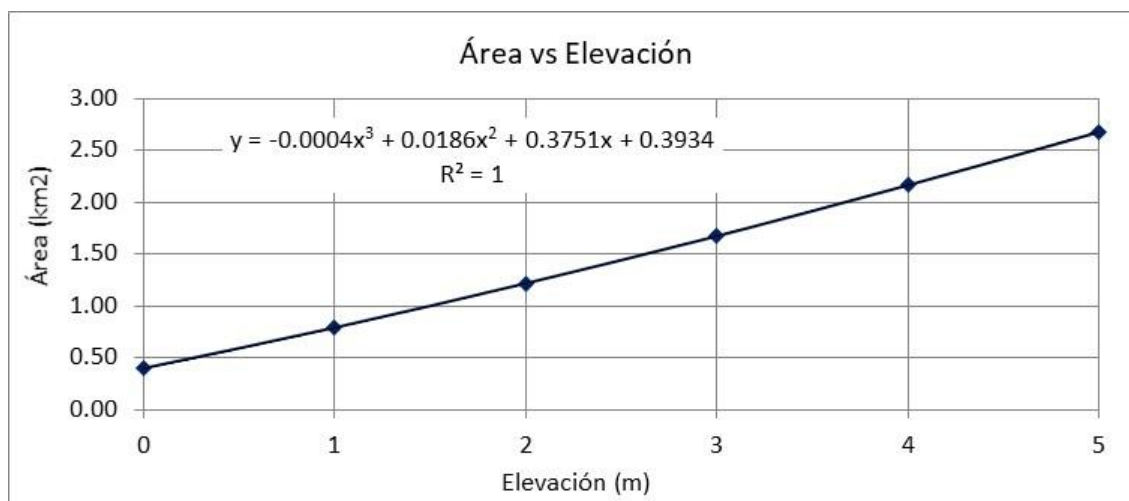
LINEAL	ELEVACIÓN/VOLUMEN	ELEVACIÓN/ÁREA
<b>Pendiente</b>	1.235	0.443
<b>Intersección</b>	-0.240	0.361

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 24:** Volumen vs Elevación.

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 25:** Volumen vs Elevación.

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.5.2 Precipitación media areal

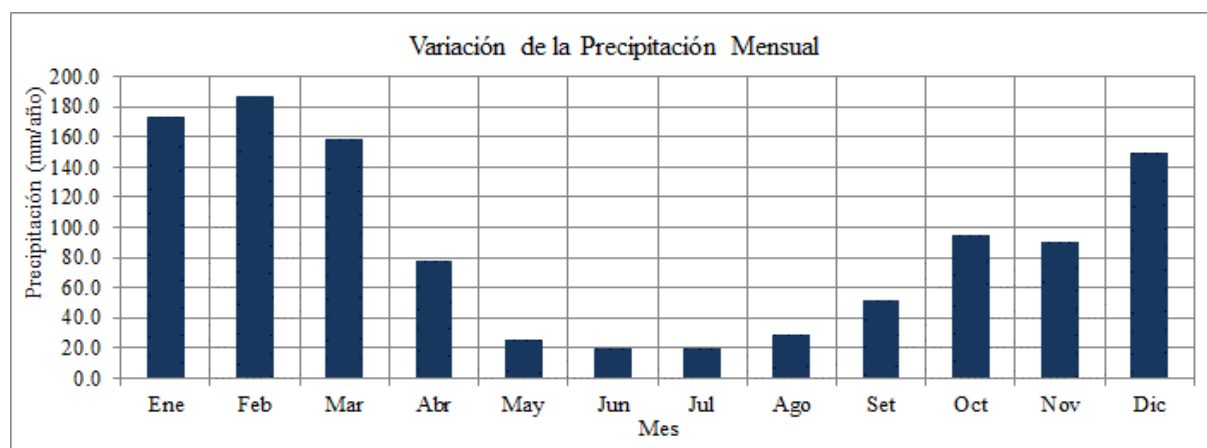
En la Tabla 23, se presenta el promedio multimensual de la precipitación total mensual correspondiente al periodo 1990 – 2016 de la microcuenca Huascacocha, asimismo en la Figura 26, se aprecia la variación de la precipitación promedio mensual, lo que demuestra el carácter estacional de la precipitación en el área de influencia.

**Tabla 23:** Precipitación media areal - Huascacocha

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
<b>PROM</b>	173.2	186.2	158.1	77.1	25.0	19.6	18.8	28.0	51.5	94.7	89.3	148.4

**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 26:** Precipitación media (areal) Huascacocha 1990 – 2016.



**Fuente:** Elaboración propia.

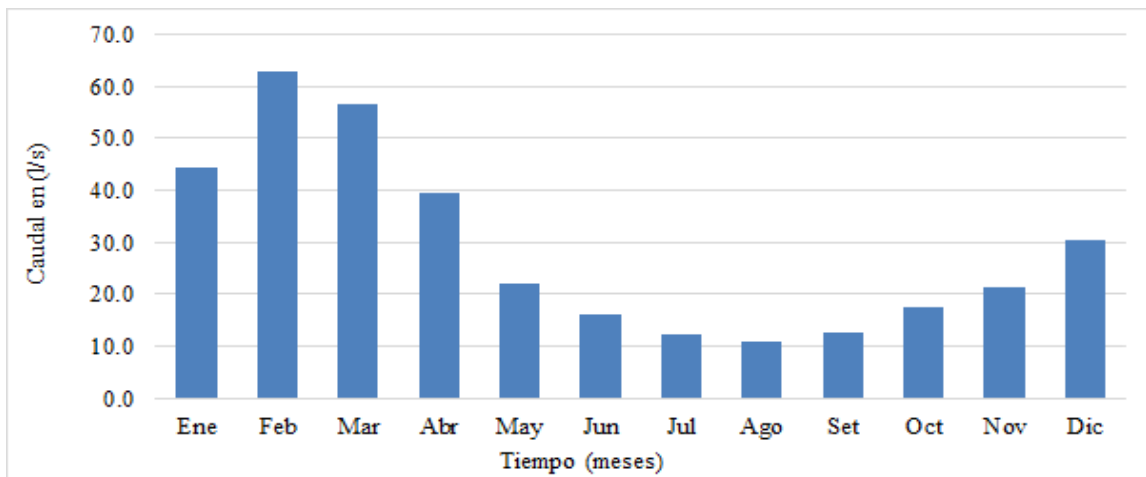
### 4.5.3 Caudales medios generados

Se generó la serie de caudales medios mensuales, para el punto de interés Huascacocha, para el periodo de 1990 al 2016. En la Tabla 24, se presenta los promedios multianuales de las series de caudales medios mensuales generadas en m<sup>3</sup>/s y l/s respectivamente para el punto de interés, las series de caudales medios mensuales se presentan en la Tabla 19.

**Tabla 24:** Caudales medios mensuales generados - Huascacocha (m<sup>3</sup>/s).

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Medio	Total
Qmed (m <sup>3</sup> /s)	0.044	0.063	0.057	0.039	0.022	0.016	0.012	0.011	0.013	0.018	0.021	0.030	0.029	0.376
Qmed (l/s)	44.5	62.8	56.6	39.4	22.0	16.2	12.4	11.0	12.5	17.7	21.2	30.5	28.9	346.7
Qmax (l/s)	105.7	143.8	105.5	74.1	35.3	25.4	22.9	21.1	28.0	50.2	89.0	88.8	56.3	676.0
Qmin (l/s)	19.7	23.8	25.5	18.1	11.3	9.7	7.0	5.6	6.3	8.5	8.5	12.9	17.2	205.9

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 27:** Variación de caudales medios mensuales generados - Huascacocha (m<sup>3</sup>/s).

Fuente: Elaboración Propia

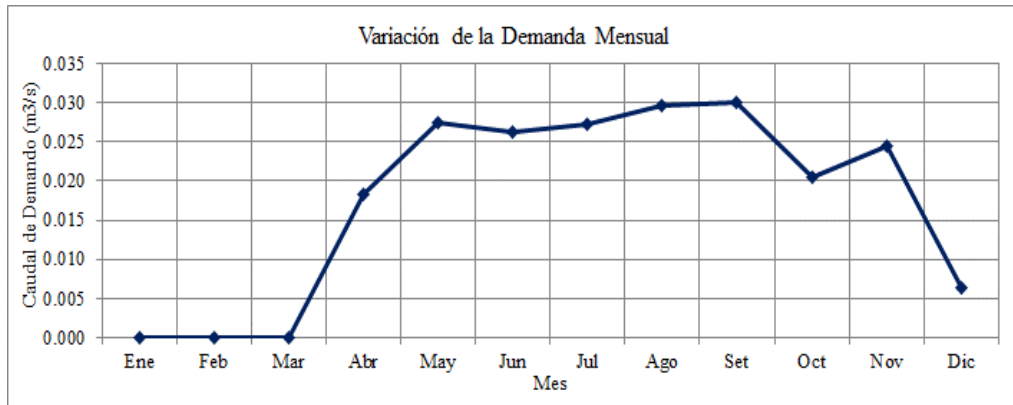
### 4.5.4 Demanda impuesta

La demanda es una variable de entrada, la cual será considerada constante durante los años de evaluación, periodo 1990 - 2016. Obtenidas del FAO, Comité de usuarios de riego y Programa de Formalización de Derechos de Uso de Agua.

**Tabla 25:** demanda hídrica.

	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
DEMANDA HÍDRICA	m <sup>3</sup> /mes	0.0	0.0	0.0	46302.4	72183.8	66522.6	71621.4	77901.7	76453.9	53900.8	62341.7	16683.2
	lps	0.00	0.00	0.00	17.86	26.95	25.66	26.74	29.09	29.50	20.12	24.05	6.23
	m <sup>3</sup> /s	0.000	0.000	0.000	0.018	0.027	0.026	0.027	0.029	0.029	0.020	0.024	0.006
	(MMC)	0.000	0.000	0.000	0.046	0.072	0.067	0.072	0.078	0.076	0.054	0.062	0.017

Fuente: FAO, Comité de usuarios de riego y Programa de Formalización de Derechos de Uso de Agua



**Figura 28:** Variación de la demanda mensual en m³/s.

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.6 MÉTODO DE ALGORITMO DEL PICO SECUENTE

Una vez obtenida la oferta hídrica se procedió a calcular el volumen útil del embalse Huascacocha. Este valor se determinó partiendo de una serie de entradas  $E_i$  y salidas  $S_i$ , que comprende los caudales sintéticos generados de 1990 al 2016 y una demanda constante, para lo cual se emplea el algoritmo de pico secuente que consiste en:

- a) Calcular la entrada neta al vaso ( $X_i - D_i$ ) y la entrada neta acumulada  $\sum_{j=0}^i (X_j - D_j)$ .
- b) Localizar el primer pico dentro de las entradas netas acumuladas,  $P_1$  este valor corresponde al primer valor máximo.
- c) Encontrar el pico secuente o el segundo valor máximo,  $P_2$  este valor corresponde al siguiente valor máximo que se presente.
- d) Hallar el valor mínimo ( $T_1$ ), comprendido entre  $P_1$  y  $P_2$ . El volumen es  $V_1 = P_1 - T_1$ .
- e) Buscar los siguientes picos secuentes y valores mínimos.

La capacidad mínima útil necesaria para que no se tenga déficit en el periodo de los datos es, como el caso de la curva masa:

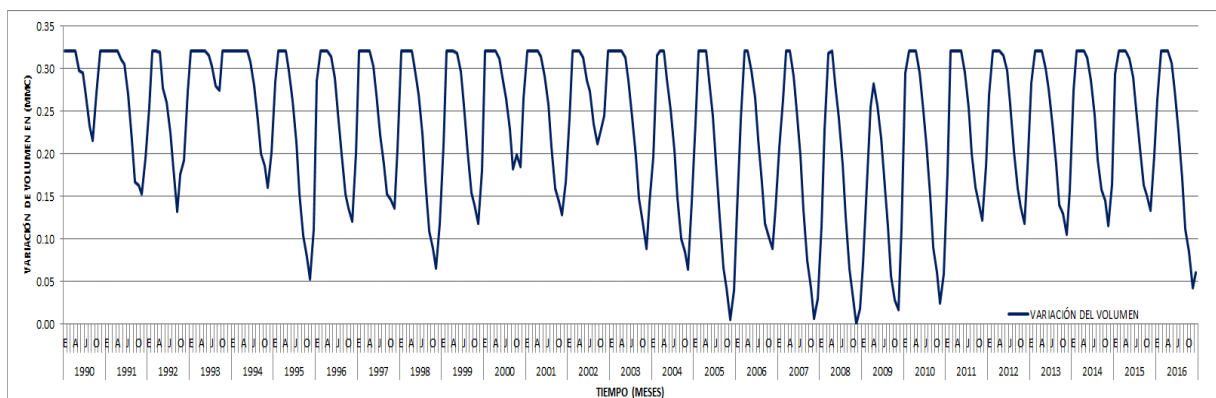
$$S_u = MÁX(P_j - T_j) \quad (23)$$



Para conocer el estado del vaso se le suma al valor de Su el valor de la entrada neta ( $X_i - D_i$ ) y cuando se rebasa el valor de Su, el exceso se va a la columna de Derrames.

#### 4.6.1 Resultados obtenidos mediante el algoritmo del pico secuente

Los resultados se presentan en el Anexo B, Tabla 27, siendo el valor de  $P_1 - T_1 = 0.32$  MMC, el pico más alto para los años comprendidos entre (1990 – 2016) y será empleado como volumen útil en el embalse Huascacocha equivalente a 320,405.50 m<sup>3</sup>.



**Figura 29:** Variación de Volúmenes - Método del Algoritmo del Pico Secuente.

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.7 SIMULACIÓN Y OPERACIÓN DE LA QOCHA

Según Huerta (2010), visualiza año a año la variación del Volumen Útil almacenado el que es evaluado en función de una demanda a través de la Ecuación de Continuidad.

Las variables consideradas son:

- ✓ Entradas de Volúmenes en el Reservorio
- ✓ Salidas de Volúmenes en el Reservorio
- ✓ Curva Área Altura Volumen del Reservorio
- ✓ Evaporación
- ✓ Infiltración

$$X - D = \Delta_V \quad (24)$$

$X$  : Volumen de entradas al embalse en el  $\Delta_t$

$D$  : Volumen de salidas al embalse en el intervalo  $\Delta_t$

$\Delta_t$  : Cambio de volumen almacenado en el embalse en  $\Delta_t$

Entradas:

$$X = E_{CP} + E_t + E_P \quad (25)$$

$E_{CP}$  : Entradas por cuenca propia

$E_t$  : Entradas por transferencia desde otras cuencas

$E_P$  : Entradas por precipitación directa sobre el embalse

$$D = S_d + S_o + S_i + S_{de} \quad (26)$$

$S_d$  : Volumen extraído para satisfacer la demanda

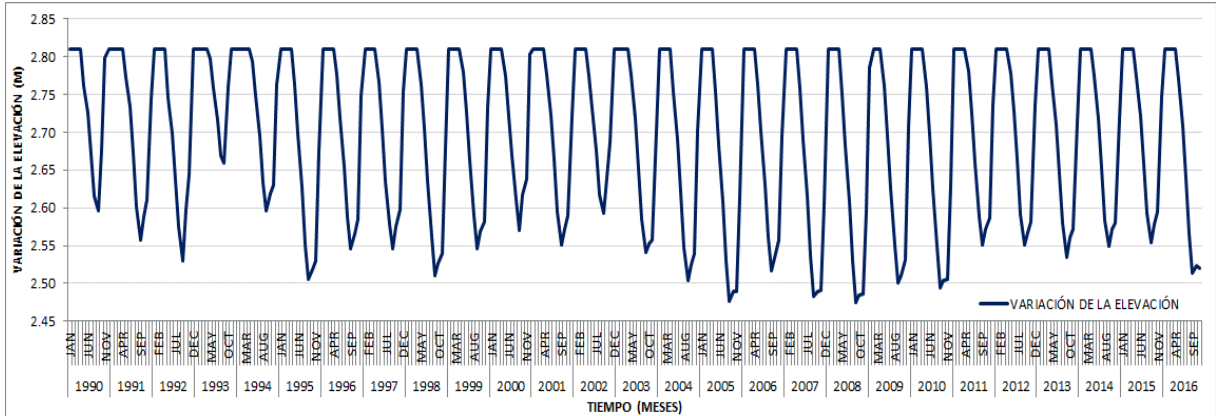
$S_o$  : Volumen evaporado

$S_i$  : Volumen infiltrado en el embalse

$S_{de}$  : Volumen derramado (Aliviadero)

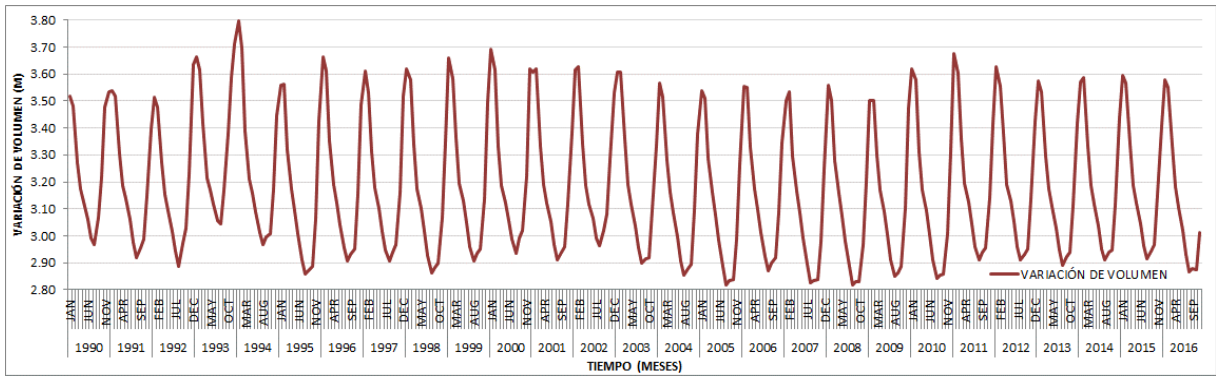
#### 4.7.1 Resultados de la simulación del embalse Huascacocha

En la simulación de operación del embalse se tomó el volumen inicial de 3.23 MMC, con altura de dique de 3m (NAMO), por lo tanto, se cubrió el porcentaje de la demanda dada, la cual se puede observar en las Figura 30 y Figura 31.



**Figura 30:** Variación de la Elevación en el embalse.

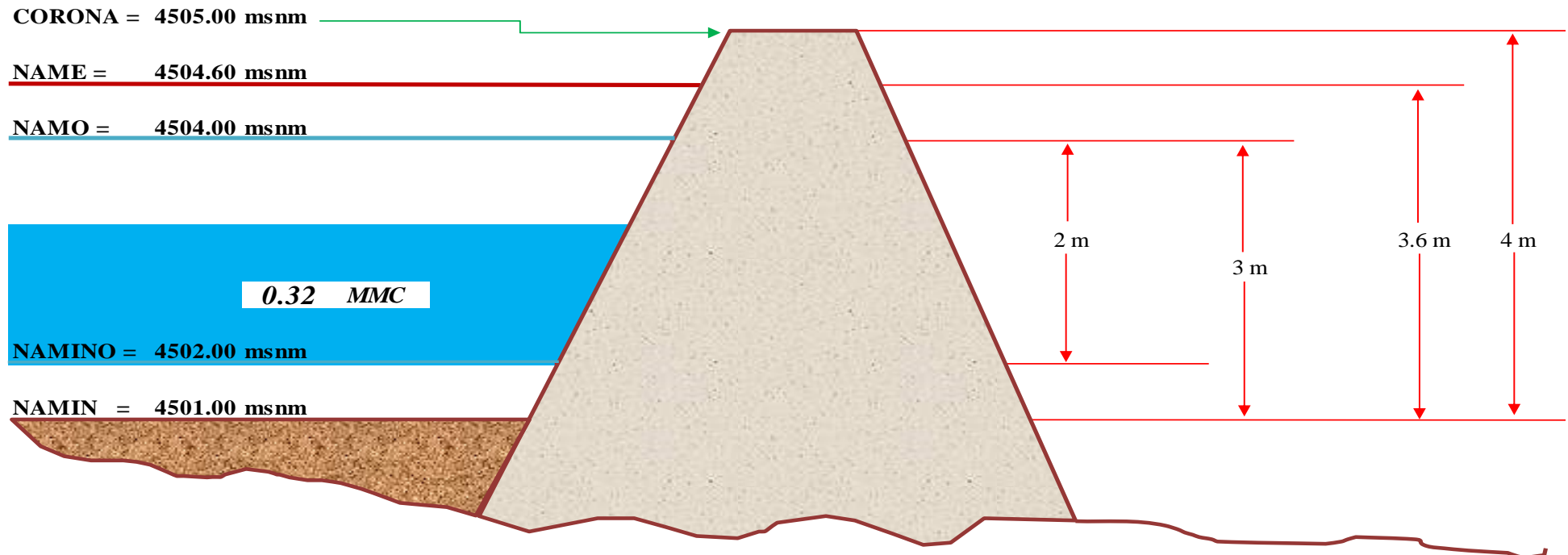
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 31:** Variación de volumen en m.

Fuente: Elaboración propia.

<i>Resultado de Volumen Util</i>			<i>Resultados del Componente del Vaso de Almacenamiento</i>				<i>Resumen de Operación</i>		
Vol max	=	3.23 MMC	NAMO	=	4504.00 msnm	=	3.23 MMC	%NAMO - NAMINO =	80.00%
Vol. Min	=	2.91 MMC	NAMINO	=	4502.00 msnm	=	0.79 MMC	%NAMINO - NAMI =	20.00%
<b>VOL UTIL</b>	=	<b>0.32 MMC</b>	NAMIN	=	4501.00 msnm	=	2.45 MMC		



**Figura 32:** Resumen de resultados de la simulación del embalse Huascacocha.

**Fuente:** Elaboración propia.

## 4.8 LAMINADO DE CRECIENTE EN LA QOCHA

### 4.8.1 Estimación de máximas avenidas

#### a) Generalidades

Con el modelo HEC-HMS, se puede simular la respuesta que tendrá la cuenca de un río en su escurrimiento superficial, como producto de la precipitación, mediante la representación de la cuenca como un sistema interconectado de componentes hidrológicos e hidráulicos.

#### b) Datos

- ✓ Área de la cuenca (Km<sup>2</sup>)

##### PARAMETROS BASICOS DE LA SUPERFICIE

Área de una cuenca(A):	2.052	km <sup>2</sup>
Perímetro de la cuenca (P):	8.019	km
Longitud de la cuenca (L):	2.521	km
Cota Maxima	4762.00	m.s.n.m.
Cota Mínima	4530.00	m.s.n.m.
Desnivel	232.00	m

##### PARAMETROS BASICOS DE LA RED HIDRICA

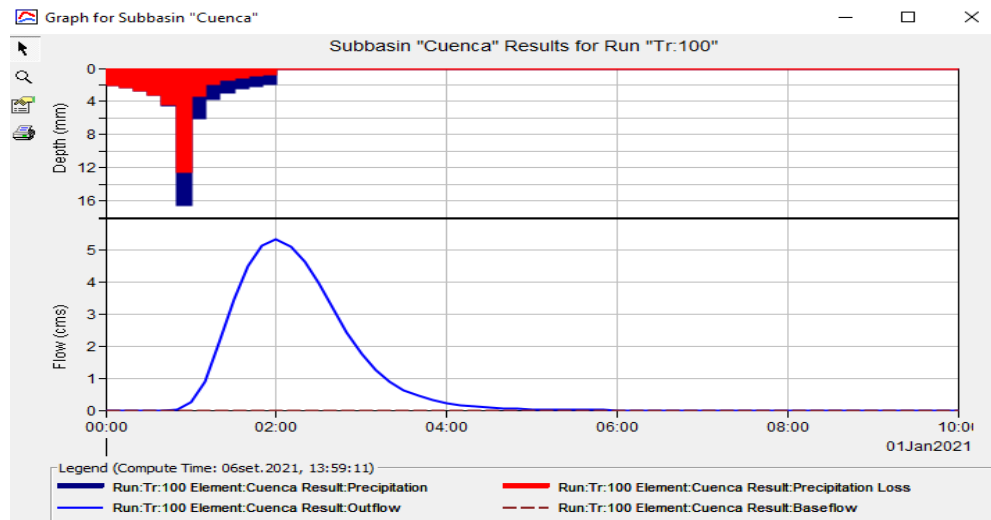
Longitud del Cauce Principal (L <sub>p</sub> )	2.829	km
Cota Inicial Cauce Principal	4592.00	m.s.n.m.
Cota Final Cauce Principal	4530.00	m.s.n.m.
Orden de la Red Hidrica	3.00	Und
Longitud Total de Cauces L <sub>t</sub>	6.410	km
Ancho Medio de cuenca (w):	0.81	km

#### c) Análisis

Se cálculo del Caudal Pico para un Tr:100 Años, siendo un valor de **5.36** m<sup>3</sup>/s de la microcuenca Huascacocha. A partir de las siguientes variables de entrada que se observa en la Tabla 26.

**Tabla 26:** Parametros morfométricos de la microcuenca Huascacochoa.

<b>PARAMETROS MORFOMETRICOS - MICROCUENCA UNIDAD HUASCACOCHA</b>		
<b>PARAMETROS DE SUPERFICIE</b>		
AREA	Km2	2.05
PERIMETRO	Km	8.02
<b>COTA</b>		
COTA MAXIMA	msnm	4762.00
COTA MINIMA	msnm	4530.00
<b>ALTITUD</b>		
ALTITUD MEDIA	msnm	4591.12
ALTITUD MAS FRECUENTE	msnm	4636.33
ALTITUD DE FRECUENCIA MEDIA (1/2)	msnm	4655.93
<b>PENDIENTE</b>		
PENDIENTE PROMEDIO DE LA CUENCA	%	26.282
<b>RED HIDRICA</b>		
LONGITUD DE LA RED PRINCIPAL	Km	2.83
ORDEN DE LA RED HIDRICA	Und	3
LONGITUD DE LA RED HIDRICA	Km	6.41
PENDIENTE DEL CAUCE PRINCIPAL	%	-5.69
<b>PARAMETROS GENERADOS</b>		
DENSIDAD DE DRENAJE	Km/Km2	3.12
TIEMPO DE CONCENTRACION	horas	1.20
TIEMPO DE RETARDO	horas	0.72
INDICE DE COMPACIDAD		1.57
ANCHO MEDIO DE CUENCA	Km	0.81
FACTOR DE FORMA		0.32
RELACION DE ELONGACION		0.64
RELACION DE CIRCULARIDAD		0.40



**Figura 33:** Hidrograma resultante de la Laguna Huascacochoa.

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.8.2 Laminado de avenida extraordinaria

El tránsito de avenidas en vasos, es un procedimiento que se sigue para poder determinar el hidrograma de salida de un embalse dado un hidrograma de entrada en un punto específico del curso de agua, para ello es necesario los hidrogramas de caudales conocidos o supuestos a lo largo de uno o más puntos aguas arriba del estudio, además el hidrograma puede ser producto de la precipitación o deshielo en la zona. Para el tránsito de avenidas existen dos modelos de sistemas empleados: tránsito hidrológico y tránsito hidráulico.

##### a) Ecuación de almacenamiento

En el tránsito de avenidas en vasos se usa, como en la simulación del funcionamiento de vasos, la ecuación de continuidad:

$$\text{Volumen de entrada} - \text{volumen de salida} = \Delta \text{ almacenamiento} / \Delta t:$$

$$Q \text{ entra} - Q \text{ salida} = \Delta \text{ almacenamiento} / \Delta t$$

$$I - O = \frac{S_i - S_{i-1}}{\Delta t} \quad (27)$$

Donde:

I : Caudal medio de entrada (durante el intervalo  $\Delta t$ )

O : Caudal medio de salida (durante el intervalo  $\Delta t$ )

$S_{i-1}$  : Volumen almacenado en el comienzo del  $\Delta t$  (tiempo  $t_1$ )

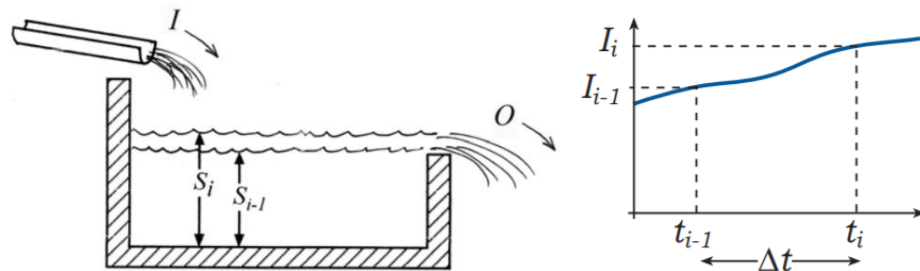
$S_i$  : Volumen almacenado al final del  $\Delta t$  (tiempo  $t_2$ )

$\Delta t$  : Intervalo de tiempo entre los tiempos  $t_{i-1}$  y  $t_1$ .

Se supone que los promedios de los flujos al comienzo y al final de un intervalo pequeño de tiempo  $t$  es igual al flujo promedio durante ese periodo de tiempo (Figura 34). Para indicar las

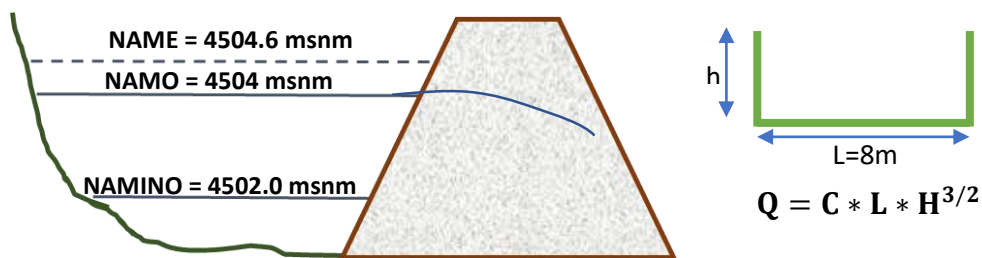
condiciones al principio y al final del intervalo, se puede escribir la ecuación de continuidad como:

$$\frac{I_1 + I_2}{2} - \frac{O_1 + O_2}{2} = \frac{S_i - S_{i-1}}{\Delta t} \quad (28)$$



**Figura 34:**  $\Delta$  almacenamiento y caudal de un depósito entre dos tiempos  $t_{i-1}$  y  $t_i$ .

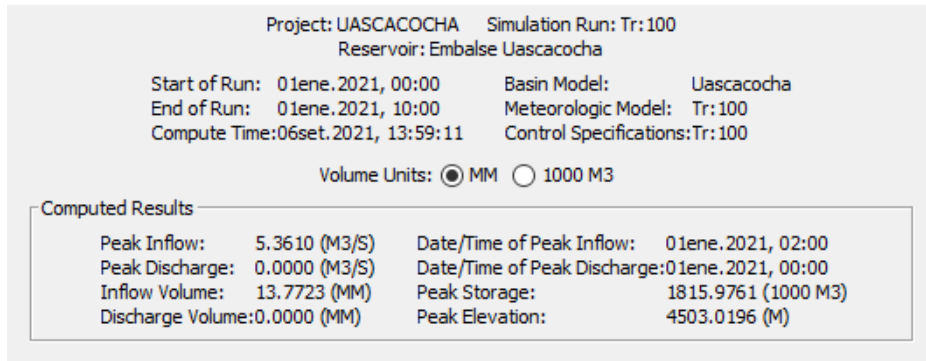
En la siguiente Figura 35, se muestra los niveles de embalse ya realizado el tránsito de avenidas resultando el nivel de agua máxima ordinaria ubicada en la cota 4504 msnm y el nivel de agua máxima extraordinaria ubicada en la cota 4504.6 msnm. De la misma forma se ha considerado para el tránsito, una base de longitud de aliviadero de 8 m la cual genero un hidrograma de salida llegando a un tirante máximo de 0.6 m (Figura 37), cuyo reporte de corrida puede observarse en la Figura 36.



**Figura 35:** Características del embalse Huascacocha.

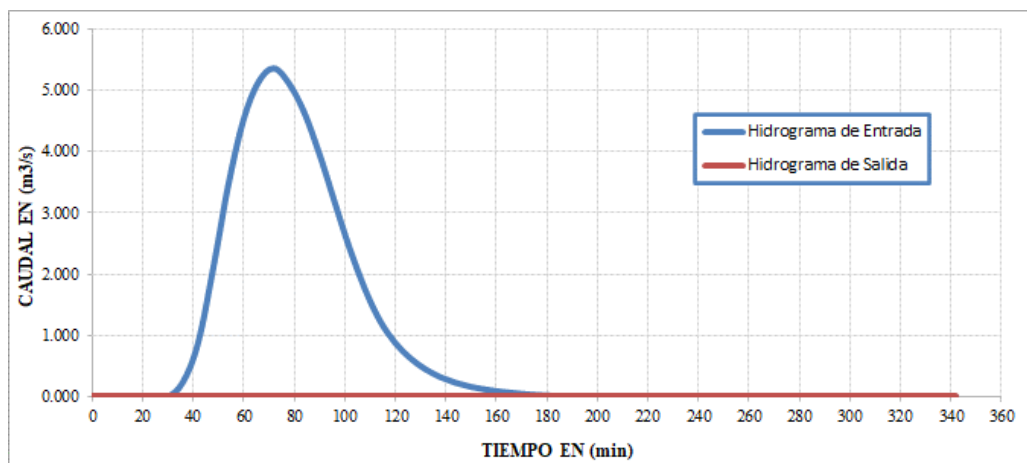
**Fuente:** Elaboración propia.





**Figura 36:** Reporte de resultados del tránsito de embalse Huascacocha.

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 37:** Hidrograma de entrada y de salida en el embalse Huascacocha.

**Fuente:** Elaboración propia.

## V DISCUSIÓN

- ✓ La aplicación del modelo GR2M, en la cuenca del río Vilca, presenta una alta eficiencia, tanto en el periodo de calibración (83.1%), como en el periodo de validación del modelo (76.2%), por lo que se ajusta a la aplicación de este modelo satisfactoriamente a nuestra cuenca en estudio. Y los parámetros de calibración, adquieren valores de  $X1=0.74$  y  $X2=0.80$ .
- ✓ Respecto a la determinación el volumen útil del embalse Huascacocha. Se estimó mediante la metodología del pico secuente, este valor se determinó partiendo de una serie de entradas  $E_i$  y salidas  $S_i$ , que comprende los caudales sintéticos generados de 1990 al 2016 y una demanda constante, resultando un valor de 0.32 MMC.
- ✓ En la simulación de operación del embalse se tomó como datos de entrada como Elevación – Área – Volumen, Caudal ofertado, caudal demandado, Precipitación media, Evapotranspiración. Para proceder con el inicio de la simulación se tomó como valores iniciales de almacenamiento de 3.23 MMC, altura de dique de 3m y un área de espejo de agua 1.67 km<sup>2</sup>, por lo que este método nos permite determinar los niveles de almacenamiento óptimos.

## VI CONCLUSIONES

A partir de la modelización hidrológica se determinó los niveles de operación de la Qocha Huascacocha para fines de siembra y cosecha de agua en la cuenca del Río Vilca, siendo las principales conclusiones las siguientes:

- a) Se determinó las características físicas y climáticas de la cuenca del Río Vilca y de la microcuenca de estudio, con resultados óptimos respecto de la relación lluvia – escorrentía, favoreciendo la formación de escorrentía superficial y aporte de precipitación de la cuenca al embalse proyectado de la microcuenca de la Qocha Huascacocha.
- b) Se realizó el análisis, recopilación, completación y extensión de la información hidrometeorológica, de tal forma que se obtuvo información consistente a partir del análisis estadístico y gráfico para el área en estudio, con valores de coeficiente de Nash de 0.8 que clasifica como muy bueno la calibración del modelo hidrológico.
- c) Se ejecutó satisfactoriamente la simulación de los modelos hidrológicos a escala mensual utilizando el modelo agregado GR2M para obtener la oferta hídrica de 28.9 l/s; mientras que con el método Soil Conservation Service SCS (Curva Número) se obtuvo el caudal máximo de diseño en el punto de interés de la Qocha Huascacocha encontrándose un caudal de 5.4 m<sup>3</sup>/s.
- d) La simulación hidrológica realizada mediante el método del algoritmo de Pico Secuente ha permitido estimar el volumen útil de almacenamiento de 0.32 MMC equivalente a 320,405.50 m<sup>3</sup>, asegurando la cobertura de demanda hídrica de 0.078 MMC. Asimismo, se obtuvo los niveles de embalse; NAMO: 4504.00 m.s.n.m., NAME: 4504.6 m.s.n.m, siendo insumos de análisis para el diseño de la Qocha Huascacocha la cual se estima, beneficiará a aproximadamente 43 familias de las localidades más cercanas.

## **VII RECOMENDACIONES**

- ✓ El presente estudio brindo como resultado un modelo hidrológico a escala mensual consistente y con buenos resultados según los indicadores de eficiencia, el cual puede ser utilizado con fines de operación del embalse Huascacocha; así también, es necesario extenderlos periodos en los que se realizan las simulaciones, ya que al tener una serie de tiempo mayor se puede conseguir calibrar y validar de manera más eficiente.
- ✓ Con el fin de llegar a unos resultados más detallados en la modelación de los caudales de ingreso al embalse Huascacocha, se recomienda realizar modelos similares a escala horaria de tal manera que pueda utilizarse como estimación de caudales puntuales que ocurren durante eventos de tormentas horarias.

## VIII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA (2015). Evaluación de Recursos Hídricos en la Cuenca de Mantaro.

<https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/36>

ANA (2013). Plan Nacional de Recursos Hídricos Del Perú.

<https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/plannacionalrecursoshidricos2013.pdf>

Aparicio Mijares, F. J. (1992). Fundamentos de Hidrología de superficie. México: Limusa.

Cahuana Andía, A. y Yugar Morales, W. (2009). Material de apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de hidrología CIV-233. Trabajo de Licenciatura.

Universidad Mayor de San Simón. <https://civilmbh.files.wordpress.com/2013/11/hidrology-san-simon.pdf>

Avalos Alave, E. A. (2020). Modelización hidrológica semidistribuida en la cuenca del río Huancané - Puno. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional del Altiplano.

[http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/13708/Avalos\\_Alave\\_Eddy\\_Alberth.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/13708/Avalos_Alave_Eddy_Alberth.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

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

Cemagref, (2009). GR: Modèles Hydrologiques du Génie Rural.

<http://www.cemagref.fr/webgr/Historiquegb.htm>

Chow, V.T., Maidment D. R. y Mays L.W. (1994). Hidrología Aplicada. Colombia: McGrawHill.

Clasificación Climática Sistema Thornthwaite (s.f.). DEB consulting.

<https://debconsulting.weebly.com/clasif-climat-wt.html>

Fattorelli, S. y Fernández, P.C. (2011). Diseño Hidrológico. París, Francia: Edición Digital.

Feldman, A. (2000). Hydrologic Modelling System HEC-HMS Technical

<https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/documentation/HEC->

[HMS\\_Technical%20Reference%20Manual\\_\(CPD-74B\).pdf](https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/documentation/HEC-HMS_Technical%20Reference%20Manual_(CPD-74B).pdf)

Feng, L., Nowak, G., O'Neill & T.J., Welsh, A.H. (2014). CUTOFF: A spatio-temporal

imputation method. *J. Hydrol.* 519, 3591–3605. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.11.012>

Gale, I. (2005). Strategies for Managed Aquifer Recharge (MAR) in semi-arid areas.

International Association of Hydrogeologists commission on Management of Aquifer

Recharge IAH-MAR, International Hydrological Programme (IHP), UNESCO Division of

Water Sciences. [https://recharge.iah.org/files/2017/01/Gale-Strategies-for-MAR-in-semiarid-](https://recharge.iah.org/files/2017/01/Gale-Strategies-for-MAR-in-semiarid-areas.pdf)

[areas.pdf](https://recharge.iah.org/files/2017/01/Gale-Strategies-for-MAR-in-semiarid-areas.pdf)

Huerta Loera, S. F. (2010). Funcionamiento de Vasos. Universidades Nacional Autónoma de

México. Tesis de Maestría.

[https://repositorio.unam.mx/contenidos?c=jMMjpZ&q=funcionamiento\\_.de\\_.vasos&t=search\\_0&as=0&d=true&a=3&v=1](https://repositorio.unam.mx/contenidos?c=jMMjpZ&q=funcionamiento_.de_.vasos&t=search_0&as=0&d=true&a=3&v=1)

Instituto para la Mitigación de los Efectos del Fenómeno El Niño (s.f. a). Calibración de

modelos hidrológicos. <http://www.imefen.uni.edu.pe/modhidro.htm>

Instituto para la Mitigación de los Efectos del Fenómeno El Niño (s.f. b). Modelos agregados:

GR2M. <http://www.imefen.uni.edu.pe/modhidro.htm>

Instituto para la Mitigación de los Efectos del Fenómeno El Niño (s.f. c). Modelos

hidrológicos. <http://www.imefen.uni.edu.pe/modhidro.htm>

Mouelhi, S., Michel, C., Perrin, C. y Andréassian, V. (2006). Stepwise development of a two

parameter monthly water balance model. *J. Hydrol.* 318(1-4), 200-214.

Refsgaard, J. & Abbott, M. (1996). Distributed hydrological modelling. The Netherlands: Kluwer Academic, Publishers. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2005.06.014>

Valer Barazorda, F. y Pérez Salinas, J. (2014). Manual Técnico: Las Qochas Rústicas, una alternativa en los andes para la siembra y cosecha de agua en un contexto de cambio climático. Lima, Perú: PACC Perú

Vega Jácome, F. (2018). Variabilidad espacio-temporal de las sequías en el Perú y el peligro asociado al fenómeno del Niño. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Agraria La Molina. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3798>

Vedula, S., & Mujumdar, P. P. (2016). Water Resources Systems: Modelling. Techniques and Analysis. <https://www.researchgate.net/publication/308961191>

Vera Arevalo H. (2011). Aplicación del Modelo GR2m. <http://docplayer.es/91246809-Aplicacion-del-modelo-gr2m.html>.

Water for people (2019). Guía para implementar experiencias de siembra y cosecha de agua para uso poblacional en el área rural. Lima, Perú.

## IX ANEXO A: Datos Pluviométricos e Hidrométrico

### REGISTRO METEOROLOGICO COMPLETADO

#### Precipitación Mensual Acumulada (mm)

Estacion : **Huancavelica**      Latitud :    -12.78    S      Departamento :    Huancavelica  
 Longitud :    -75.04    W      Provincia :      Huancavelica  
 Altitud :      3,860    msnm      Distrito :      Ascension

Item	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total	Media
1	1990	132.3	41.1	113.1	26.9	21.1	70.9	9.5	18.7	43.3	113.2	89.3	148.2	<b>827.6</b>	<b>69.0</b>
2	1991	74.1	78.1	90.3	104.3	30.4	4.0	0.0	0.0	46.5	84.3	59.8	58.7	<b>630.5</b>	<b>52.5</b>
3	1992	9.0	63.8	122.9	30.4	6.1	36.5	25.2	17.5	23.0	94.3	10.8	70.3	<b>509.8</b>	<b>42.5</b>
4	1993	185.0	171.4	145.3	118.2	67.2	59.4	30.8	81.4	142.1	222.6	269.8	269.0	<b>1762.2</b>	<b>146.8</b>
5	1994	229.3	187.9	200.5	92.1	22.1	9.2	8.6	14.6	69.8	61.2	51.0	108.4	<b>1054.7</b>	<b>87.9</b>
6	1995	225.8	153.6	238.7	76.4	18.3	2.4	9.8	0.0	77.8	51.1	81.4	39.9	<b>975.2</b>	<b>81.3</b>
7	1996	129.7	186.1	77.8	26.1	9.2	5.2	13.8	49.7	43.2	33.1	30.0	130.0	<b>733.9</b>	<b>61.2</b>
8	1997	74.2	108.2	74.3	46.3	17.2	10.1	0.0	55.3	58.0	69.8	110.0	129.1	<b>752.5</b>	<b>62.7</b>
9	1998	166.5	124.4	121.2	61.3	1.9	9.6	0.0	26.0	23.0	74.0	46.6	126.4	<b>780.9</b>	<b>65.1</b>
10	1999	161.0	223.8	109.4	107.6	39.5	5.0	12.3	8.1	63.3	58.5	46.5	105.2	<b>940.2</b>	<b>78.4</b>
11	2000	161.5	157.1	120.5	54.6	17.7	6.9	35.1	27.1	25.8	97.1	49.2	86.9	<b>839.5</b>	<b>70.0</b>
12	2001	164.5	128.0	249.7	42.3	35.9	0.0	36.8	35.9	72.9	59.9	127.8	84.0	<b>1037.7</b>	<b>86.5</b>
13	2002	115.8	238.4	314.9	79.2	18.2	5.8	91.1	90.3	119.1	109.0	197.1	135.6	<b>1514.5</b>	<b>126.2</b>
14	2003	193.9	456.8	332.4	117.5	8.9	0.0	7.4	75.0	35.3	43.3	24.8	194.0	<b>1489.3</b>	<b>124.1</b>
15	2004	40.7	164.4	167.4	30.2	4.2	35.3	49.5	40.2	55.0	38.8	45.6	211.4	<b>882.7</b>	<b>73.6</b>
16	2005	124.7	121.2	159.3	74.5	11.7	3.8	2.1	2.3	47.5	59.2	41.5	90.5	<b>738.3</b>	<b>61.5</b>
17	2006	143.6	111.3	138.6	132.9	0.0	23.6	0.0	33.8	24.1	79.0	75.0	86.9	<b>848.8</b>	<b>70.7</b>
18	2007	95.5	66.6	222.4	43.8	21.0	0.0	4.2	3.6	46.1	74.2	55.2	78.5	<b>711.1</b>	<b>59.3</b>
19	2008	154.5	166.0	100.7	7.4	3.9	7.0	11.2	18.3	23.6	73.0	29.6	96.6	<b>691.8</b>	<b>57.7</b>
20	2009	283.2	288.2	153.3	83.7	21.5	2.1	28.2	8.8	60.8	77.6	154.1	202.2	<b>1363.7</b>	<b>113.6</b>
21	2010	289.2	118.9	162.0	56.1	7.6	3.9	0.0	10.1	14.4	72.1	66.0	166.6	<b>966.9</b>	<b>80.6</b>
22	2011	241.8	218.6	196.5	78.6	12.3	1.1	10.3	8.2	47.8	40.1	100.9	159.9	<b>1116.1</b>	<b>93.0</b>
23	2012	105.1	238.7	127.1	192.9	7.4	8.5	14.5	5.4	76.8	63.9	81.8	260.4	<b>1182.5</b>	<b>98.5</b>
24	2013	163.0	216.1	237.7	61.0	23.0	18.8	9.9	32.5	38.1	78.5	33.0	189.0	<b>1100.6</b>	<b>91.7</b>
25	2014	218.6	137.4	135.9	71.5	59.5	8.2	23.2	11.3	73.7	88.6	55.4	102.3	<b>985.6</b>	<b>82.1</b>
26	2015	158.2	160.3	132.0	83.8	39.4	19.0	14.2	36.0	37.8	85.3	65.1	177.2	<b>1008.3</b>	<b>84.0</b>
27	2016	78.1	174.7	137.6	84.2	18.9	3.8	10.0	11.2	27.2	53.5	38.7	114.9	<b>752.7</b>	<b>62.7</b>
28	2017	270.2	214.2	164.3	101.1	55.3	9.9	13.5	6.4	66.5	92.3	77.1	100.9	<b>1171.7</b>	<b>97.6</b>
29	2018	192.0	150.4	198.3	82.4	14.7	23.1	33.2	42.3	26.3	100.5	58.4	39.7	<b>961.2</b>	<b>80.1</b>
30	2019	245.5	206.9	170.5	45.1	28.5	1.9	15.9	0.5	25.9	69.8	126.5	172.9	<b>1109.9</b>	<b>92.5</b>
Nº Datos		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Media		<b>160.9</b>	<b>169.1</b>	<b>163.8</b>	<b>73.7</b>	<b>21.4</b>	<b>13.2</b>	<b>17.3</b>	<b>25.7</b>	<b>51.2</b>	<b>77.3</b>	<b>76.6</b>	<b>131.2</b>	<b>981.3</b>	<b>81.8</b>
Desv.Std		69.4	77.9	62.6	37.5	16.7	16.8	18.5	24.2	28.2	33.6	53.8	58.1	275.31	22.94
C.V.		0.43	0.46	0.38	0.51	0.78	1.28	1.07	0.94	0.55	0.44	0.70	0.44	0.28	0.28
P.Maxima		289.2	456.8	332.4	192.9	67.2	70.9	91.1	90.3	142.1	222.6	269.8	269.0	1762.2	146.8
P.Minima		9.0	41.1	74.3	7.4	0.0	0.0	0.0	0.0	14.4	33.1	10.8	39.7	509.8	42.5

Fuente: SENAMHI



## REGISTRO METEOROLOGICO COMPLETADO

### Precipitación Mensual Acumulada (mm)

Estacion : **Laive**

Latitud : -12.25 S

Departamento : Junin

Longitud : -75.36 W

Provincia : Chupaca

Altitud : 3,829 msnm

Distrito : Yanacancha

Item	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total	Media
1	1990	117.7	59.7	75.5	30.6	57.6	64.3	13.9	29.9	60.5	114.5	133.0	132.8	<b>890.1</b>	<b>74.2</b>
2	1991	87.4	77.2	113.1	59.4	38.5	21.2	4.1	3.8	31.1	73.1	46.0	56.8	<b>611.7</b>	<b>51.0</b>
3	1992	71.6	82.0	84.9	33.7	5.0	28.7	25.0	29.4	18.9	118.8	44.0	76.9	<b>618.8</b>	<b>51.6</b>
4	1993	178.2	173.3	120.6	102.5	23.0	12.1	22.5	34.9	63.3	120.0	184.6	176.0	<b>1211.0</b>	<b>100.9</b>
5	1994	198.7	242.9	151.6	70.0	22.0	4.4	11.9	14.4	40.4	44.0	36.3	83.3	<b>919.8</b>	<b>76.6</b>
6	1995	118.6	124.7	147.2	55.3	8.8	0.9	5.3	3.6	41.8	43.1	61.1	108.2	<b>718.4</b>	<b>59.9</b>
7	1996	203.0	187.0	122.3	61.8	10.5	1.8	4.6	25.1	34.5	42.1	45.9	143.5	<b>882.1</b>	<b>73.5</b>
8	1997	157.0	165.1	79.9	47.5	14.6	1.7	4.2	81.2	50.1	61.4	68.6	156.4	<b>887.8</b>	<b>74.0</b>
9	1998	221.0	189.8	154.5	60.6	0.6	10.7	0.3	17.8	17.7	81.6	61.1	107.8	<b>923.1</b>	<b>76.9</b>
10	1999	155.4	442.8	126.4	88.2	19.5	2.0	8.2	10.4	70.0	63.6	64.3	123.7	<b>1174.5</b>	<b>97.9</b>
11	2000	178.3	174.2	128.4	26.2	38.1	1.9	32.0	44.8	25.0	148.6	42.6	118.9	<b>959.0</b>	<b>79.9</b>
12	2001	280.9	116.0	179.1	56.0	33.7	5.6	29.3	21.0	64.4	81.5	75.7	137.6	<b>1080.8</b>	<b>90.1</b>
13	2002	123.2	211.4	184.8	64.7	14.5	12.0	29.5	22.1	56.7	110.2	117.5	156.0	<b>1102.6</b>	<b>91.9</b>
14	2003	133.6	145.2	151.9	104.8	15.9	0.0	7.5	36.2	44.0	28.9	46.9	232.9	<b>947.8</b>	<b>79.0</b>
15	2004	61.5	185.2	96.0	13.8	32.3	19.5	4.9	18.1	29.9	69.3	59.6	174.0	<b>764.1</b>	<b>63.7</b>
16	2005	140.3	101.3	79.8	44.2	6.9	0.0	13.9	22.2	4.6	94.4	34.2	113.1	<b>654.9</b>	<b>54.6</b>
17	2006	182.6	143.4	147.8	61.7	0.0	11.5	1.4	32.6	27.8	49.4	49.5	90.3	<b>798.0</b>	<b>66.5</b>
18	2007	71.4	77.6	147.4	67.9	25.5	0.0	4.6	0.0	28.8	51.2	55.1	54.2	<b>583.7</b>	<b>48.6</b>
19	2008	170.6	121.2	73.3	6.6	11.3	4.7	3.3	6.2	14.8	81.8	35.5	81.0	<b>610.3</b>	<b>50.9</b>
20	2009	110.5	108.8	122.2	72.0	9.2	0.5	15.8	23.4	13.6	20.0	90.6	150.9	<b>737.5</b>	<b>61.5</b>
21	2010	236.1	128.6	103.2	21.7	0.0	0.0	0.0	0.0	6.8	40.5	21.9	100.9	<b>659.7</b>	<b>55.0</b>
22	2011	124.8	243.3	110.5	97.8	15.7	0.8	2.1	17.4	54.2	41.0	50.5	174.8	<b>932.9</b>	<b>77.7</b>
23	2012	183.1	185.4	150.3	136.9	15.5	24.5	7.9	7.6	61.0	55.2	93.8	190.2	<b>1111.4</b>	<b>92.6</b>
24	2013	144.0	173.4	160.9	29.0	18.0	40.1	4.8	38.7	36.4	102.7	71.5	168.3	<b>987.8</b>	<b>82.3</b>
25	2014	219.0	194.5	167.4	91.3	48.9	9.0	31.0	10.4	73.4	54.2	54.9	147.4	<b>1101.4</b>	<b>91.8</b>
26	2015	160.6	157.6	109.5	86.1	14.6	8.9	12.3	27.6	38.7	61.3	53.5	140.0	<b>870.7</b>	<b>72.6</b>
27	2016	75.2	176.7	114.3	73.1	16.3	2.1	6.1	7.6	18.2	46.4	24.0	96.4	<b>656.3</b>	<b>54.7</b>
28	2017	326.2	243.4	165.2	95.1	34.4	5.7	0.0	17.4	68.1	93.0	45.6	72.3	<b>1166.4</b>	<b>97.2</b>
29	2018	191.4	120.6	256.6	57.0	0.8	13.7	20.7	19.8	30.3	76.1	44.2	39.1	<b>870.3</b>	<b>72.5</b>
30	2019	163.4	209.1	141.5	39.4	23.9	0.0	0.0	0.8	9.0	34.7	111.8	159.8	<b>893.4</b>	<b>74.5</b>
Nº Datos		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Media		<b>159.5</b>	<b>165.4</b>	<b>132.2</b>	<b>61.8</b>	<b>19.2</b>	<b>10.3</b>	<b>10.9</b>	<b>20.8</b>	<b>37.8</b>	<b>70.1</b>	<b>64.1</b>	<b>125.4</b>	<b>877.5</b>	<b>73.1</b>
Desv.Std		60.3	71.5	38.5	29.6	14.2	14.0	10.0	16.4	20.1	30.9	34.3	44.6	184.06	15.34
C.V.		0.38	0.43	0.29	0.48	0.74	1.36	0.92	0.79	0.53	0.44	0.54	0.36	0.21	0.21
P.Maxima		326.2	442.8	256.6	136.9	57.6	64.3	32.0	81.2	73.4	148.6	184.6	232.9	1211.0	100.9
P.Minima		61.5	59.7	73.3	6.6	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	20.0	21.9	39.1	583.7	48.6

Fuente: SENAMHI

## REGISTRO METEOROLOGICO COMPLETADO

### Precipitación Mensual Acumulada (mm)

Estacion : **Pilchaca**      Latitud :    -12.41    S      Departamento :    Huancavelica  
 Longitud :    -75.09    W      Provincia :      Huancavelica  
 Altitud :      3,578    msnm      Distrito :      Pilchaca

Item	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total	Media
1	1990	140.9	33.3	92.8	27.6	26.4	80.7	8.2	47.4	56.4	134.6	116.3	74.5	<b>839.1</b>	<b>69.9</b>
2	1991	50.4	73.0	106.8	27.3	18.8	30.6	6.3	0.0	76.1	25.0	66.6	55.4	<b>536.3</b>	<b>44.7</b>
3	1992	84.0	119.4	99.4	30.6	0.0	19.7	6.2	46.6	44.4	76.0	50.1	40.8	<b>617.2</b>	<b>51.4</b>
4	1993	130.9	70.7	45.0	36.2	9.3	4.0	28.0	14.8	48.6	57.0	125.4	94.7	<b>664.6</b>	<b>55.4</b>
5	1994	167.3	141.0	98.1	54.3	3.0	5.6	0.0	5.4	30.4	60.9	38.0	101.4	<b>705.4</b>	<b>58.8</b>
6	1995	85.0	129.5	124.6	44.0	4.0	5.4	6.8	13.2	65.6	23.8	68.0	107.4	<b>677.3</b>	<b>56.4</b>
7	1996	109.5	115.0	77.8	33.2	5.2	1.8	1.4	11.0	15.0	39.2	66.8	118.5	<b>594.4</b>	<b>49.5</b>
8	1997	144.3	107.0	94.3	47.2	9.4	0.0	4.6	30.2	43.4	29.2	56.2	85.0	<b>650.8</b>	<b>54.2</b>
9	1998	108.8	90.8	64.0	26.9	0.0	4.0	0.0	26.2	8.4	134.4	30.8	100.2	<b>594.5</b>	<b>49.5</b>
10	1999	85.3	178.8	84.0	70.0	11.6	6.4	5.0	0.0	55.8	34.4	67.6	64.2	<b>663.1</b>	<b>55.3</b>
11	2000	145.4	173.0	131.0	36.2	34.1	22.8	17.0	24.2	11.8	127.6	11.8	79.4	<b>814.3</b>	<b>67.9</b>
12	2001	150.4	102.6	88.6	23.0	19.0	5.6	59.2	6.0	35.4	53.7	69.9	89.2	<b>702.6</b>	<b>58.6</b>
13	2002	99.2	171.5	124.4	20.6	26.0	5.2	75.8	15.0	80.2	82.0	46.9	104.2	<b>851.0</b>	<b>70.9</b>
14	2003	100.2	150.2	133.9	64.8	23.2	0.0	0.0	47.4	37.0	36.0	52.0	78.6	<b>723.3</b>	<b>60.3</b>
15	2004	48.6	132.2	58.1	22.1	30.4	27.2	10.4	11.6	56.6	61.2	88.4	101.0	<b>647.8</b>	<b>54.0</b>
16	2005	78.6	100.9	87.0	17.6	16.2	1.6	6.6	9.6	19.8	72.6	63.2	115.8	<b>589.5</b>	<b>49.1</b>
17	2006	162.8	112.8	97.7	42.4	4.0	13.8	0.0	18.8	53.6	88.5	80.7	70.4	<b>745.5</b>	<b>62.1</b>
18	2007	81.0	66.7	128.0	11.4	32.8	0.0	13.9	8.4	30.6	50.0	90.6	89.0	<b>602.4</b>	<b>50.2</b>
19	2008	138.6	107.4	67.4	34.4	18.6	10.4	0.0	10.0	25.8	121.6	51.5	55.4	<b>641.1</b>	<b>53.4</b>
20	2009	86.9	199.2	74.0	37.0	33.0	0.0	14.8	35.8	35.6	76.4	95.0	187.0	<b>874.7</b>	<b>72.9</b>
21	2010	173.0	145.2	95.6	6.8	7.2	1.6	0.0	24.6	6.6	44.6	17.8	112.4	<b>635.4</b>	<b>52.9</b>
22	2011	124.3	183.3	133.9	40.2	22.2	0.0	12.0	4.2	54.2	63.5	72.2	101.2	<b>811.2</b>	<b>67.6</b>
23	2012	85.2	217.5	68.1	123.3	7.6	12.8	8.4	1.8	20.4	65.0	102.9	127.2	<b>840.2</b>	<b>70.0</b>
24	2013	89.8	145.3	105.3	37.2	46.4	24.8	0.0	23.1	41.2	63.4	64.2	139.2	<b>779.9</b>	<b>65.0</b>
25	2014	221.3	122.7	179.8	36.0	14.0	17.8	12.0	5.4	72.7	38.2	55.2	110.8	<b>885.9</b>	<b>73.8</b>
26	2015	144.2	122.2	106.6	26.3	1.2	15.8	13.2	45.4	11.7	22.0	36.9	110.3	<b>655.8</b>	<b>54.7</b>
27	2016	52.0	107.6	51.1	73.0	11.7	0.0	2.2	0.0	14.7	38.8	36.9	73.0	<b>461.0</b>	<b>38.4</b>
28	2017	240.4	138.4	138.0	62.6	35.2	4.2	4.0	17.9	55.4	27.5	41.2	103.5	<b>868.3</b>	<b>72.4</b>
29	2018	191.1	100.0	176.8	60.3	17.4	16.0	23.6	64.0	24.9	101.4	46.0	33.8	<b>855.3</b>	<b>71.3</b>
30	2019	143.5	102.9	114.5	41.8	11.2	0.0	3.0	0.0	20.0	57.6	63.8	117.2	<b>675.5</b>	<b>56.3</b>
N° Datos		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Media		<b>122.1</b>	<b>125.3</b>	<b>101.6</b>	<b>40.5</b>	<b>16.6</b>	<b>11.3</b>	<b>11.4</b>	<b>18.9</b>	<b>38.4</b>	<b>63.5</b>	<b>62.4</b>	<b>94.7</b>	<b>706.8</b>	<b>58.9</b>
Desv.Std		47.1	40.3	32.5	22.4	12.0	15.7	16.7	16.9	20.8	32.6	26.1	30.1	110.40	9.20
C.V.		0.39	0.32	0.32	0.55	0.72	1.40	1.46	0.89	0.54	0.51	0.42	0.32	0.16	0.16
P.Maxima		240.4	217.5	179.8	123.3	46.4	80.7	75.8	64.0	80.2	134.6	125.4	187.0	885.9	73.8
P.Minima		48.6	33.3	45.0	6.8	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6	22.0	11.8	33.8	461.0	38.4

Fuente : SENAMHI

## REGISTRO METEOROLOGICO COMPLETADO

### Precipitación Mensual Acumulada (mm)

Estacion : **Viques**

Latitud : -12.16 S

Departamento : Junin

Longitud : -75.24 W

Provincia : Huancayo

Altitud : 3,186 msnm

Distrito : Viques

Item	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total	Media
1	1990	212.5	136.7	81.8	14.6	110.2	136.7	7.3	31.1	74.0	158.3	234.3	130.9	<b>1328.4</b>	<b>110.7</b>
2	1991	84.7	66.8	145.8	40.5	23.0	0.0	0.0	0.0	66.7	87.3	90.6	18.8	<b>624.2</b>	<b>52.0</b>
3	1992	130.7	163.9	144.2	44.6	0.0	14.4	96.1	35.0	8.0	83.0	25.5	9.1	<b>754.5</b>	<b>62.9</b>
4	1993	216.2	214.6	41.1	24.7	0.0	0.0	0.0	9.3	25.2	94.8	173.8	142.7	<b>942.4</b>	<b>78.5</b>
5	1994	198.8	227.2	77.6	39.7	13.1	0.0	0.0	3.9	19.6	75.1	52.2	53.1	<b>760.3</b>	<b>63.4</b>
6	1995	76.0	145.0	152.4	42.9	3.5	0.0	0.0	0.0	11.2	45.9	49.4	76.5	<b>602.8</b>	<b>50.2</b>
7	1996	226.0	85.9	66.5	22.2	3.2	5.8	0.0	10.0	50.5	32.2	49.0	72.2	<b>623.5</b>	<b>52.0</b>
8	1997	126.3	134.5	74.3	34.1	4.9	0.0	21.1	11.7	69.9	41.3	38.7	139.1	<b>695.9</b>	<b>58.0</b>
9	1998	123.3	123.2	23.8	22.5	0.0	2.7	0.0	10.4	5.6	112.3	69.0	34.9	<b>527.7</b>	<b>44.0</b>
10	1999	89.4	167.0	59.2	29.7	0.0	3.4	5.8	0.0	36.1	22.9	50.7	46.8	<b>511.0</b>	<b>42.6</b>
11	2000	82.3	99.0	89.3	18.3	13.0	2.8	5.8	35.1	36.1	68.4	34.2	84.3	<b>568.6</b>	<b>47.4</b>
12	2001	163.7	103.8	143.1	29.3	23.0	0.0	23.6	8.8	53.5	116.9	47.0	104.6	<b>817.3</b>	<b>68.1</b>
13	2002	121.4	127.9	81.3	19.6	0.0	1.1	20.8	0.0	41.6	72.4	98.2	51.2	<b>635.5</b>	<b>53.0</b>
14	2003	75.4	166.3	129.3	43.0	14.2	0.0	0.0	7.4	30.4	26.0	79.9	90.8	<b>662.7</b>	<b>55.2</b>
15	2004	22.0	135.3	67.1	40.5	25.8	23.5	11.1	14.2	29.6	33.0	52.3	97.3	<b>551.7</b>	<b>46.0</b>
16	2005	54.1	76.2	61.8	21.2	11.9	0.0	0.0	17.5	32.4	108.0	51.1	80.6	<b>514.8</b>	<b>42.9</b>
17	2006	131.7	81.0	87.8	34.8	0.0	4.4	0.0	27.7	21.6	51.8	39.9	110.3	<b>591.0</b>	<b>49.3</b>
18	2007	84.1	32.6	108.1	25.1	0.0	0.0	9.2	0.0	23.4	31.2	37.2	35.0	<b>385.9</b>	<b>32.2</b>
19	2008	123.8	109.2	69.1	0.0	2.1	9.6	0.0	0.0	38.0	78.4	52.8	104.8	<b>587.8</b>	<b>49.0</b>
20	2009	87.8	57.5	118.9	39.9	22.1	0.0	5.8	21.4	9.9	59.0	83.1	171.8	<b>677.2</b>	<b>56.4</b>
21	2010	150.0	89.5	103.5	38.0	0.0	22.1	38.0	6.8	15.4	33.1	59.2	188.6	<b>744.2</b>	<b>62.0</b>
22	2011	202.6	300.1	180.7	96.7	17.3	0.0	8.4	11.0	69.4	53.4	56.0	128.6	<b>1124.2</b>	<b>93.7</b>
23	2012	115.5	196.4	91.4	122.1	21.0	19.7	5.6	6.2	55.7	42.9	42.2	144.5	<b>863.2</b>	<b>71.9</b>
24	2013	105.4	152.4	77.8	9.0	18.3	15.2	5.8	0.0	45.1	50.5	19.9	130.1	<b>629.5</b>	<b>52.5</b>
25	2014	173.4	134.5	160.8	55.6	31.3	16.3	2.0	3.1	63.3	66.6	73.1	116.5	<b>896.5</b>	<b>74.7</b>
26	2015	105.4	116.7	75.1	30.9	16.3	26.1	7.2	13.5	46.1	56.7	60.4	92.2	<b>646.6</b>	<b>53.9</b>
27	2016	114.7	150.3	25.7	35.8	22.8	0.0	0.0	0.0	26.9	59.3	50.1	74.2	<b>559.8</b>	<b>46.7</b>
28	2017	240.7	162.2	82.9	38.8	9.6	0.0	0.0	3.0	52.5	37.6	41.7	65.4	<b>734.4</b>	<b>61.2</b>
29	2018	157.6	86.0	155.9	29.7	9.5	3.6	4.1	10.9	18.0	92.5	66.1	67.8	<b>701.7</b>	<b>58.5</b>
30	2019	141.2	100.7	72.2	18.4	31.4	0.1	0.0	0.0	4.9	31.3	62.2	141.6	<b>604.0</b>	<b>50.3</b>
Nº Datos		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Media		<b>131.2</b>	<b>131.4</b>	<b>95.0</b>	<b>35.4</b>	<b>14.9</b>	<b>10.3</b>	<b>9.3</b>	<b>9.9</b>	<b>36.0</b>	<b>64.1</b>	<b>64.7</b>	<b>93.5</b>	<b>695.6</b>	<b>58.0</b>
Desv.Std		53.2	54.4	40.0	23.2	20.4	24.9	18.4	10.5	20.4	31.5	41.9	43.8	186.88	15.57
C.V.		0.41	0.41	0.42	0.65	1.36	2.43	1.98	1.06	0.57	0.49	0.65	0.47	0.27	0.27
P.Maxima		240.7	300.1	180.7	122.1	110.2	136.7	96.1	35.1	74.0	158.3	234.3	188.6	1328.4	110.7
P.Minima		22.0	32.6	23.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	22.9	19.9	9.1	385.9	32.2

Fuente : SENAMHI

**REGISTRO METEOROLOGICO COMPLETADO**  
**Precipitación Mensual Acumulada (mm)**

Estacion : **Huanchos**      Latitud :    -13.22    S      Departamento :    Huancavelica  
 Longitud :    -75.53    W      Provincia     :    Castrovirreyna  
 Altitud :      2,744    msnm      Distrito      :    Huachos

Item	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total	Media
1	1990	65.1	0.0	70.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8	35.1	78.1	<b>254.3</b>	<b>21.2</b>
2	1991	63.3	54.7	124.2	15.9	2.4	0.0	0.1	0.1	0.0	29.7	7.9	19.1	<b>317.4</b>	<b>26.5</b>
3	1992	27.4	6.7	13.3	24.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	12.8	9.3	30.9	<b>125.5</b>	<b>10.5</b>
4	1993	58.7	111.1	133.1	28.5	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	35.6	75.3	<b>447.2</b>	<b>37.3</b>
5	1994	129.9	159.4	75.5	30.5	9.0	0.0	0.0	0.0	8.5	3.5	4.3	45.4	<b>466.0</b>	<b>38.8</b>
6	1995	107.3	48.8	106.0	18.2	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	12.2	88.4	<b>390.5</b>	<b>32.5</b>
7	1996	140.7	173.0	111.9	34.4	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	1.2	37.7	<b>499.5</b>	<b>41.6</b>
8	1997	95.3	69.2	50.7	0.0	0.0	0.0	0.0	13.7	17.0	4.7	10.6	129.6	<b>390.8</b>	<b>32.6</b>
9	1998	207.8	112.8	187.8	3.3	0.0	3.6	0.0	0.0	1.8	0.0	13.2	60.2	<b>590.5</b>	<b>49.2</b>
10	1999	63.5	291.4	169.2	46.6	4.9	0.0	0.0	0.0	8.7	22.1	2.2	50.3	<b>658.9</b>	<b>54.9</b>
11	2000	170.2	144.4	82.7	30.0	13.7	0.0	0.0	0.0	0.0	22.9	4.0	90.5	<b>558.4</b>	<b>46.5</b>
12	2001	134.0	132.2	187.5	57.5	0.0	3.2	0.0	0.0	5.6	3.4	37.2	0.0	<b>560.6</b>	<b>46.7</b>
13	2002	70.6	98.9	189.0	65.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	65.9	18.4	<b>515.6</b>	<b>43.0</b>
14	2003	61.2	96.1	90.0	14.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	79.7	<b>341.7</b>	<b>28.5</b>
15	2004	28.0	152.8	105.9	42.4	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	15.8	73.6	<b>421.0</b>	<b>35.1</b>
16	2005	84.0	66.6	55.4	15.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	91.0	<b>312.6</b>	<b>26.1</b>
17	2006	142.1	144.1	214.2	33.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.6	51.1	<b>597.9</b>	<b>49.8</b>
18	2007	117.8	39.8	148.4	53.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.9	39.2	<b>415.4</b>	<b>34.6</b>
19	2008	217.7	208.9	143.4	43.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.4	36.1	<b>660.6</b>	<b>55.1</b>
20	2009	94.6	149.6	157.8	49.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.1	49.5	41.0	<b>558.0</b>	<b>46.5</b>
21	2010	40.8	105.7	94.0	31.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2	68.7	<b>345.5</b>	<b>28.8</b>
22	2011	207.4	128.0	92.0	58.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2	44.8	<b>537.3</b>	<b>44.8</b>
23	2012	17.2	186.2	166.3	80.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.8	8.9	32.6	<b>525.8</b>	<b>43.8</b>
24	2013	47.1	147.3	116.7	0.0	10.2	0.0	0.0	0.0	0.0	6.8	7.5	30.7	<b>366.3</b>	<b>30.5</b>
25	2014	86.3	72.2	128.1	18.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	1.2	2.4	<b>310.0</b>	<b>25.8</b>
26	2015	18.3	120.2	158.1	24.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	1.0	25.6	<b>348.8</b>	<b>29.1</b>
27	2016	2.6	88.7	166.3	86.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.9	<b>375.9</b>	<b>31.3</b>
28	2017	325.2	314.8	448.7	82.2	9.0	0.0	0.0	2.2	4.8	27.0	20.4	24.6	<b>1258.9</b>	<b>104.9</b>
29	2018	242.6	167.2	328.6	93.2	9.0	16.8	8.0	0.0	4.6	38.0	8.4	6.0	<b>922.4</b>	<b>76.9</b>
30	2019	125.2	171.7	139.8	4.4	0.0	4.0	0.0	0.0	11.6	2.2	9.0	90.2	<b>558.1</b>	<b>46.5</b>
Nº Datos		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Media		<b>106.4</b>	<b>125.4</b>	<b>141.8</b>	<b>36.2</b>	<b>2.2</b>	<b>0.9</b>	<b>0.3</b>	<b>0.6</b>	<b>2.3</b>	<b>8.2</b>	<b>13.7</b>	<b>49.8</b>	<b>487.7</b>	<b>40.6</b>
Desv.Std		74.5	69.6	81.8	26.3	3.8	3.1	1.4	2.5	4.1	11.3	15.5	30.5	207.06	17.26
C.V.		0.70	0.55	0.58	0.73	1.75	3.41	5.32	4.47	1.82	1.38	1.13	0.61	0.42	0.42
P.Maxima		325.2	314.8	448.7	93.2	13.7	16.8	8.0	13.7	17.0	38.0	65.9	129.6	1258.9	104.9
P.Minima		2.6	0.0	13.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	125.5	10.5

Fuente : SENAMHI

## REGISTRO METEOROLOGICO COMPLETADO

### Precipitación Mensual Acumulada (mm)

Estacion : **Choclococha**      Latitud :    -13.16    S      Departamento :    Huancavelica  
 Longitud :    -75.07    W      Provincia      :    Castrovirreyna  
 Altitud :      4,547    msnm      Distrito        :    Santa Ana

Item	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total	Media
1	1990	21.3	4.9	28.9	31.1	128.7	101.4	10.8	23.2	66.0	81.8	179.1	82.6	<b>759.8</b>	<b>63.3</b>
2	1991	110.8	0.0	91.2	79.1	130.3	22.0	1.7	0.0	4.5	29.5	22.6	32.5	<b>524.2</b>	<b>43.7</b>
3	1992	91.8	84.1	104.4	45.1	3.2	15.8	13.8	26.7	9.9	0.0	66.2	93.2	<b>554.2</b>	<b>46.2</b>
4	1993	131.6	128.4	153.5	184.0	23.0	29.6	8.5	36.6	72.8	104.0	109.3	65.8	<b>1047.1</b>	<b>87.3</b>
5	1994	133.5	331.0	234.4	50.2	39.8	11.3	32.7	18.8	60.3	28.8	43.5	21.1	<b>1005.4</b>	<b>83.8</b>
6	1995	33.3	133.2	179.6	97.1	16.7	0.0	0.0	2.1	26.4	65.8	69.3	63.2	<b>686.7</b>	<b>57.2</b>
7	1996	215.3	159.6	181.8	117.7	25.2	2.4	2.9	46.3	44.6	66.0	56.4	165.6	<b>1083.8</b>	<b>90.3</b>
8	1997	254.0	256.3	90.2	125.0	30.5	0.0	0.0	220.2	57.1	104.5	101.0	155.4	<b>1394.2</b>	<b>116.2</b>
9	1998	363.7	457.3	389.0	153.4	0.0	59.8	0.0	28.4	52.8	122.8	154.4	103.7	<b>1885.3</b>	<b>157.1</b>
10	1999	242.3	390.0	236.4	202.5	55.2	12.4	17.1	11.9	81.1	196.3	71.3	209.0	<b>1725.5</b>	<b>143.8</b>
11	2000	201.0	245.8	282.1	121.7	18.2	2.5	35.1	37.3	43.7	162.2	77.8	153.2	<b>1380.6</b>	<b>115.1</b>
12	2001	276.1	110.5	158.7	149.7	29.7	17.3	17.1	4.2	63.9	101.4	128.7	102.5	<b>1159.8</b>	<b>96.7</b>
13	2002	105.8	271.9	305.0	83.6	18.3	30.5	22.9	5.3	47.9	83.1	78.7	141.8	<b>1194.8</b>	<b>99.6</b>
14	2003	278.2	387.0	355.2	126.0	51.5	0.0	14.9	8.0	13.7	40.9	28.1	168.9	<b>1472.4</b>	<b>122.7</b>
15	2004	63.8	213.5	178.9	83.8	6.1	37.1	15.7	28.6	87.0	79.9	97.0	195.4	<b>1086.8</b>	<b>90.6</b>
16	2005	134.8	140.1	219.9	65.5	9.1	0.0	0.0	9.6	19.8	46.8	49.7	223.1	<b>918.4</b>	<b>76.5</b>
17	2006	249.3	204.6	209.4	98.1	0.0	8.6	0.0	25.0	63.8	94.1	111.5	135.8	<b>1200.2</b>	<b>100.0</b>
18	2007	111.3	130.1	163.8	81.1	7.7	3.8	1.6	2.8	21.8	62.3	72.0	155.9	<b>814.2</b>	<b>67.8</b>
19	2008	311.1	190.6	129.5	77.5	4.4	20.3	5.1	21.3	47.4	104.8	38.5	97.5	<b>1048.0</b>	<b>87.3</b>
20	2009	157.6	194.5	58.0	94.2	40.4	9.7	25.8	12.4	38.4	48.2	205.5	220.2	<b>1104.9</b>	<b>92.1</b>
21	2010	247.0	188.3	193.5	112.1	43.6	17.5	0.0	4.0	9.9	57.6	53.5	166.8	<b>1093.8</b>	<b>91.2</b>
22	2011	230.1	239.6	215.7	130.3	18.7	0.0	9.9	6.8	47.8	75.4	81.5	182.5	<b>1238.3</b>	<b>103.2</b>
23	2012	111.2	270.7	155.7	202.6	37.6	15.8	2.5	5.9	69.4	86.2	142.6	327.9	<b>1428.1</b>	<b>119.0</b>
24	2013	210.1	190.9	213.4	64.2	106.5	11.3	29.2	26.4	64.7	91.6	82.0	251.1	<b>1341.4</b>	<b>111.8</b>
25	2014	344.5	207.3	227.8	79.3	28.9	0.0	18.5	40.8	45.4	79.3	67.8	182.7	<b>1322.3</b>	<b>110.2</b>
26	2015	257.3	195.9	157.2	112.0	29.5	15.3	4.3	19.6	81.2	119.9	50.4	189.9	<b>1232.5</b>	<b>102.7</b>
27	2016	93.3	141.9	98.9	99.7	30.9	4.8	4.9	10.3	48.3	37.9	12.3	165.7	<b>748.9</b>	<b>62.4</b>
28	2017	356.3	285.4	277.7	63.8	93.7	6.7	18.3	4.0	51.1	109.2	83.1	129.9	<b>1479.2</b>	<b>123.3</b>
29	2018	212.8	185.6	318.5	115.7	4.6	19.5	22.1	21.9	23.4	83.9	83.1	122.0	<b>1213.1</b>	<b>101.1</b>
30	2019	246.6	288.6	171.9	141.6	49.9	16.7	7.4	2.8	38.2	44.7	168.8	231.7	<b>1408.9</b>	<b>117.4</b>
Nº Datos		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Media		<b>193.2</b>	<b>207.6</b>	<b>192.7</b>	<b>106.3</b>	<b>36.1</b>	<b>16.4</b>	<b>11.4</b>	<b>23.7</b>	<b>46.7</b>	<b>80.3</b>	<b>86.2</b>	<b>151.2</b>	<b>1151.8</b>	<b>96.0</b>
Desv.Std		93.1	101.4	83.4	42.4	34.9	20.4	10.4	38.6	22.3	39.4	46.2	66.0	312.36	26.03
C.V.		0.48	0.49	0.43	0.40	0.97	1.25	0.91	1.63	0.48	0.49	0.54	0.44	0.27	0.27
P.Maxima		363.7	457.3	389.0	202.6	130.3	101.4	35.1	220.2	87.0	196.3	205.5	327.9	1885.3	157.1
P.Minima		21.3	0.0	28.9	31.1	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	0.0	12.3	21.1	524.2	43.7

Fuente : SENAMHI

## REGISTRO METEOROLOGICO COMPLETADO

### Precipitación Mensual Acumulada (mm)

Estacion : **Carania**      Latitud :    -12.34    S      Departamento :    Lima  
    Longitud :   -75.87    W      Provincia        :    Yauyos  
    Altitud :       3,820    msnm      Distrito         :    Carania

Item	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total	Media
1	1990	74.3	84.6	102.7	48.7	16.5	21.9	0.0	0.4	6.9	10.8	11.6	86.7	<b>465.1</b>	<b>38.8</b>
2	1991	79.4	65.4	131.4	27.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	41.0	3.3	13.2	<b>361.4</b>	<b>30.1</b>
3	1992	1.3	1.2	54.7	24.7	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	67.7	0.0	34.8	<b>184.7</b>	<b>15.4</b>
4	1993	136.8	130.6	110.2	40.9	1.1	0.0	0.0	6.0	5.2	16.3	72.4	140.6	<b>660.1</b>	<b>55.0</b>
5	1994	128.3	163.2	102.3	31.6	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	2.7	22.8	32.0	<b>485.6</b>	<b>40.5</b>
6	1995	86.0	49.1	61.6	29.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.2	0.0	37.9	<b>274.2</b>	<b>22.9</b>
7	1996	200.4	206.2	177.2	56.5	0.0	0.0	0.0	0.4	2.1	22.7	11.9	110.2	<b>787.6</b>	<b>65.6</b>
8	1997	126.3	151.7	126.3	33.0	3.6	0.0	0.0	7.9	14.1	28.0	58.6	113.1	<b>662.6</b>	<b>55.2</b>
9	1998	172.1	125.6	155.5	46.3	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6	9.5	13.1	45.0	<b>573.7</b>	<b>47.8</b>
10	1999	82.2	229.7	168.9	136.4	57.4	0.0	0.0	0.0	12.9	61.6	45.8	213.5	<b>1008.4</b>	<b>84.0</b>
11	2000	188.5	157.0	185.5	69.4	17.8	0.0	3.1	0.0	5.7	43.1	36.9	172.3	<b>879.3</b>	<b>73.3</b>
12	2001	198.8	112.5	225.0	29.7	7.9	0.0	0.0	0.0	12.6	19.3	45.4	41.9	<b>693.1</b>	<b>57.8</b>
13	2002	77.2	144.6	200.8	85.7	7.0	8.2	3.4	0.0	18.0	43.7	58.2	116.8	<b>763.6</b>	<b>63.6</b>
14	2003	115.8	146.0	144.4	35.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.1	12.5	129.5	<b>610.0</b>	<b>50.8</b>
15	2004	26.4	136.7	98.9	56.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.1	55.8	151.4	<b>548.4</b>	<b>45.7</b>
16	2005	76.7	57.1	142.2	60.1	0.0	0.0	0.0	0.0	30.6	10.1	8.8	159.2	<b>544.8</b>	<b>45.4</b>
17	2006	165.3	143.0	198.3	63.7	0.0	0.0	0.0	2.3	14.5	26.8	72.5	110.8	<b>797.2</b>	<b>66.4</b>
18	2007	94.6	100.9	169.2	53.9	17.6	2.6	0.0	0.0	2.2	13.8	28.1	80.9	<b>563.8</b>	<b>47.0</b>
19	2008	212.6	195.8	81.5	13.8	0.0	0.0	0.0	10.1	0.0	32.2	20.4	73.0	<b>639.4</b>	<b>53.3</b>
20	2009	119.9	220.1	83.8	47.1	11.8	0.0	7.2	5.2	1.3	54.8	82.3	116.2	<b>749.7</b>	<b>62.5</b>
21	2010	140.3	109.2	122.1	51.1	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.9	182.1	<b>621.3</b>	<b>51.8</b>
22	2011	202.4	166.5	164.7	84.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.1	32.3	110.0	<b>774.0</b>	<b>64.5</b>
23	2012	29.3	156.6	166.6	111.4	0.0	0.0	0.0	0.0	18.5	33.4	27.4	102.9	<b>646.1</b>	<b>53.8</b>
24	2013	100.1	130.0	127.7	11.8	24.5	0.0	0.0	4.5	0.0	30.1	23.9	75.5	<b>528.1</b>	<b>44.0</b>
25	2014	134.9	57.3	120.2	42.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.1	48.6	27.9	76.4	<b>525.4</b>	<b>43.8</b>
26	2015	137.1	75.6	125.1	56.1	0.0	0.0	0.0	9.6	0.0	9.1	26.5	99.2	<b>538.3</b>	<b>44.9</b>
27	2016	14.3	131.9	135.6	15.1	4.7	5.5	1.2	0.0	0.0	12.5	0.0	46.5	<b>367.3</b>	<b>30.6</b>
28	2017	239.3	195.9	229.4	37.5	20.8	0.0	0.0	0.0	9.7	36.9	14.7	30.3	<b>814.5</b>	<b>67.9</b>
29	2018	163.1	83.4	207.9	63.4	4.3	0.0	15.9	2.6	0.0	40.8	14.8	19.3	<b>615.5</b>	<b>51.3</b>
30	2019	131.1	167.6	136.2	20.6	0.0	1.1	3.6	0.0	6.2	31.2	56.6	136.3	<b>690.5</b>	<b>57.5</b>
N° Datos		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Media		<b>121.8</b>	<b>129.8</b>	<b>141.9</b>	<b>49.4</b>	<b>6.7</b>	<b>1.3</b>	<b>1.1</b>	<b>1.6</b>	<b>6.3</b>	<b>27.3</b>	<b>29.8</b>	<b>95.3</b>	<b>612.5</b>	<b>51.0</b>
Desv.Std		60.1	53.4	44.8	27.5	11.9	4.2	3.2	3.0	7.7	17.1	23.1	51.2	174.34	14.53
C.V.		0.49	0.41	0.32	0.56	1.77	3.22	2.76	1.83	1.23	0.62	0.77	0.54	0.28	0.28
P.Maxima		239.3	229.7	229.4	136.4	57.4	21.9	15.9	10.1	30.6	67.7	82.3	213.5	1008.4	84.0
P.Minima		1.3	1.2	54.7	11.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.2	184.7	15.4

Fuente: SENAMHI

**REGISTRO METEOROLOGICO COMPLETADO**  
**Precipitación Mensual Acumulada (mm)**

Estacion : **Huancalpi**      Latitud :    -12.54    S      Departamento :    Huancavelica  
 Longitud :    -75.24    W      Provincia     :    Huancavelica  
 Altitud :      3,855    msnm      Distrito      :    Vilca

Item	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total	Media
1	1990	83.9	47.3	32.3	30.4	53.7	93.4	59.3	61.5	119.7	198.4	250.9	118.2	<b>1149.0</b>	<b>95.8</b>
2	1991	76.5	55.1	73.2	40.7	70.3	109.3	9.9	13.9	26.8	136.6	90.3	117.2	<b>819.8</b>	<b>68.3</b>
3	1992	66.9	68.4	38.6	30.9	23.4	174.2	24.7	56.8	26.5	309.9	137.3	189.4	<b>1147.0</b>	<b>95.6</b>
4	1993	311.2	206.7	203.6	208.2	43.9	28.0	71.2	66.9	114.7	237.9	305.9	234.7	<b>2032.9</b>	<b>169.4</b>
5	1994	243.9	304.5	226.3	92.5	39.1	12.0	36.9	39.7	40.5	50.0	53.5	122.6	<b>1261.5</b>	<b>105.1</b>
6	1995	124.0	144.2	153.2	64.8	11.3	0.0	14.5	8.0	75.4	53.7	88.6	200.0	<b>937.7</b>	<b>78.1</b>
7	1996	295.2	254.2	214.1	105.8	23.8	2.3	12.3	29.8	49.4	89.3	122.9	205.0	<b>1404.1</b>	<b>117.0</b>
8	1997	184.3	177.7	88.8	65.3	37.8	3.7	4.0	104.6	53.7	89.4	73.9	126.8	<b>1010.0</b>	<b>84.2</b>
9	1998	224.1	150.0	148.9	111.5	1.9	16.6	0.0	24.5	14.5	60.5	81.1	166.9	<b>1000.5</b>	<b>83.4</b>
10	1999	119.5	196.1	138.7	111.9	17.6	13.0	4.5	2.3	43.1	81.7	54.2	189.1	<b>971.7</b>	<b>81.0</b>
11	2000	279.1	299.9	145.9	50.2	7.0	17.1	69.7	40.6	18.9	137.5	49.5	183.8	<b>1299.2</b>	<b>108.3</b>
12	2001	267.8	131.7	172.6	42.1	20.8	17.4	15.2	8.8	3.6	71.8	61.3	76.5	<b>889.6</b>	<b>74.1</b>
13	2002	108.6	245.2	202.9	66.5	28.5	0.5	112.3	17.0	82.2	103.6	93.7	107.0	<b>1168.0</b>	<b>97.3</b>
14	2003	82.2	105.4	156.2	100.3	8.9	5.8	7.1	37.7	27.6	26.1	69.2	142.9	<b>769.4</b>	<b>64.1</b>
15	2004	64.9	188.1	82.5	5.2	20.3	16.0	19.2	24.6	67.1	96.7	72.1	187.6	<b>844.3</b>	<b>70.4</b>
16	2005	105.4	86.5	88.7	21.8	24.5	2.0	4.5	14.6	43.6	95.9	33.0	115.6	<b>636.1</b>	<b>53.0</b>
17	2006	120.6	119.8	137.3	95.6	11.8	13.4	0.0	44.8	60.3	76.3	94.1	107.1	<b>881.1</b>	<b>73.4</b>
18	2007	78.5	36.5	185.5	37.8	15.3	0.0	2.0	3.2	49.6	49.9	60.3	99.3	<b>617.9</b>	<b>51.5</b>
19	2008	136.7	123.9	61.9	28.0	8.8	16.4	5.5	22.6	14.5	56.1	59.7	55.6	<b>589.7</b>	<b>49.1</b>
20	2009	61.4	95.4	81.5	62.6	36.8	2.9	28.5	6.1	29.8	50.9	116.1	183.9	<b>755.9</b>	<b>63.0</b>
21	2010	197.1	174.7	140.6	41.0	5.8	3.9	0.0	18.1	23.2	88.3	65.3	76.8	<b>834.8</b>	<b>69.6</b>
22	2011	200.4	264.2	130.1	93.3	30.6	0.0	11.3	8.7	79.6	56.1	52.0	141.7	<b>1068.0</b>	<b>89.0</b>
23	2012	79.5	191.6	93.6	112.2	15.9	21.6	8.9	4.4	59.2	25.2	74.4	113.3	<b>799.8</b>	<b>66.7</b>
24	2013	111.4	109.6	75.9	32.0	37.4	39.7	29.4	52.4	27.7	101.4	45.9	89.2	<b>752.0</b>	<b>62.7</b>
25	2014	100.8	103.1	176.4	76.0	25.2	5.5	20.4	30.8	92.6	58.2	21.9	129.6	<b>840.5</b>	<b>70.0</b>
26	2015	193.0	151.3	138.8	94.9	28.2	30.8	16.5	46.5	50.6	89.9	78.9	151.4	<b>1070.8</b>	<b>89.2</b>
27	2016	60.0	204.9	189.1	108.7	28.0	4.5	11.6	31.7	19.3	75.7	24.8	71.6	<b>829.9</b>	<b>69.2</b>
28	2017	290.1	138.7	171.1	154.2	69.0	7.2	0.0	2.0	56.1	77.7	48.9	124.2	<b>1139.2</b>	<b>94.9</b>
29	2018	134.5	160.4	245.1	51.4	33.8	28.0	27.8	38.5	18.9	84.7	69.4	39.7	<b>932.2</b>	<b>77.7</b>
30	2019	230.8	244.4	173.2	38.6	34.4	4.0	43.2	0.8	35.0	63.0	121.2	312.0	<b>1300.6</b>	<b>108.4</b>
Nº Datos		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Media		<b>154.4</b>	<b>159.3</b>	<b>138.9</b>	<b>72.5</b>	<b>27.1</b>	<b>23.0</b>	<b>22.3</b>	<b>28.7</b>	<b>47.5</b>	<b>93.1</b>	<b>85.7</b>	<b>139.3</b>	<b>991.8</b>	<b>82.6</b>
Desv.Std		79.7	71.3	55.4	43.0	16.6	37.3	25.6	23.5	28.8	59.6	58.7	57.0	283.59	23.63
C.V.		0.52	0.45	0.40	0.59	0.61	1.63	1.14	0.82	0.61	0.64	0.69	0.41	0.29	0.29
P.Maxima		311.2	304.5	245.1	208.2	70.3	174.2	112.3	104.6	119.7	309.9	305.9	312.0	2032.9	169.4
P.Minima		60.0	36.5	32.3	5.2	1.9	0.0	0.0	0.8	3.6	25.2	21.9	39.7	589.7	49.1

Fuente : SENAMHI

## REGISTRO METEOROLOGICO COMPLETADO

### Precipitación Mensual Acumulada (mm)

Estacion : **Yauricocha**      Latitud :    -12.31    S      Departamento :    Lima  
 Longitud :    -75.71    W      Provincia :      Yauyos  
 Altitud :      4,560    msnm      Distrito :        Alis

Item	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total	Media
1	1990	148.9	90.9	107.3	68.6	51.1	32.7	4.5	19.4	54.7	116.7	124.2	183.4	1002.4	83.5
2	1991	117.9	172.4	171.1	138.0	6.5	41.8	8.4	9.7	20.2	118.3	48.9	87.5	940.7	78.4
3	1992	129.3	92.6	128.3	42.1	5.8	12.6	7.5	15.9	7.3	113.8	46.8	51.7	653.7	54.5
4	1993	164.5	183.3	183.0	177.9	26.8	2.1	18.7	18.1	30.7	120.7	183.3	159.9	1269.0	105.8
5	1994	227.3	206.9	225.6	163.6	40.0	8.3	7.4	17.4	54.0	44.0	34.5	89.2	1118.2	93.2
6	1995	148.2	101.4	189.5	68.7	9.8	1.3	7.8	1.9	39.2	63.7	78.4	127.0	836.9	69.7
7	1996	171.2	160.0	101.2	96.1	14.3	1.8	3.3	22.8	40.6	30.3	38.7	133.5	813.8	67.8
8	1997	157.9	183.8	66.8	30.4	8.2	4.0	1.0	57.5	38.7	84.2	107.4	178.3	918.2	76.5
9	1998	247.8	175.1	172.8	57.1	0.7	12.9	2.0	7.1	14.9	80.1	88.9	99.8	959.2	79.9
10	1999	112.6	231.3	152.0	133.7	46.4	2.6	8.8	4.2	24.7	81.8	62.4	168.9	1029.4	85.8
11	2000	188.5	184.3	211.6	63.1	53.8	2.7	19.2	29.1	23.9	131.7	62.0	186.3	1156.2	96.4
12	2001	208.1	118.6	242.7	84.2	30.0	4.1	21.4	10.2	47.1	70.2	109.7	46.5	992.8	82.7
13	2002	81.6	211.1	239.4	73.5	36.9	6.1	32.8	16.8	56.4	96.2	146.8	134.0	1131.6	94.3
14	2003	183.2	190.4	194.9	111.8	30.6	0.0	8.6	12.2	28.0	139.2	44.9	163.8	1107.6	92.3
15	2004	34.9	169.6	146.3	76.1	6.7	9.6	7.2	14.7	89.9	111.5	77.3	183.6	927.4	77.3
16	2005	86.1	153.4	143.3	114.8	5.9	0.0	0.0	13.3	26.3	35.4	29.0	139.0	746.5	62.2
17	2006	229.0	120.2	247.6	90.0	3.6	4.7	1.1	49.0	39.3	102.1	121.6	130.1	1138.3	94.9
18	2007	247.4	136.3	223.5	102.1	31.1	5.1	0.0	0.0	30.1	81.6	50.8	120.3	1028.3	85.7
19	2008	161.6	226.7	60.0	47.2	10.3	2.7	0.0	18.0	44.9	89.4	42.7	131.7	835.2	69.6
20	2009	153.4	236.7	108.6	115.1	6.3	0.0	2.4	66.8	27.3	102.5	180.3	266.4	1265.8	105.5
21	2010	331.6	140.8	207.0	85.1	4.8	0.0	0.0	0.0	26.7	60.8	49.3	122.8	1028.9	85.7
22	2011	169.6	155.4	129.6	73.2	15.7	0.3	1.8	12.5	89.6	95.8	72.2	107.6	923.3	76.9
23	2012	131.9	290.0	200.7	97.7	0.0	0.3	6.9	0.0	87.7	101.9	54.5	63.8	1035.4	86.3
24	2013	145.2	112.9	65.9	33.9	8.1	0.0	20.6	54.7	25.7	77.4	48.3	81.2	673.9	56.2
25	2014	116.0	114.9	127.7	41.9	0.0	0.0	16.5	4.2	72.1	37.8	15.1	147.4	693.6	57.8
26	2015	483.0	214.3	287.5	224.6	39.0	4.1	0.0	39.8	63.3	99.8	141.9	136.8	1734.1	144.5
27	2016	158.2	285.0	158.3	87.3	10.5	5.0	19.3	4.4	5.5	76.0	37.1	98.2	944.8	78.7
28	2017	326.8	224.3	304.7	86.9	20.3	7.4	2.2	5.0	28.4	63.8	40.1	91.7	1201.6	100.1
29	2018	208.7	143.0	265.3	95.5	18.0	34.6	19.3	33.7	7.3	114.4	66.0	60.7	1066.5	88.9
30	2019	225.9	230.9	207.8	87.3	33.9	7.5	10.4	0.0	39.2	47.7	123.1	236.0	1249.7	104.1
Nº Datos		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Media		183.2	175.2	175.7	92.2	19.2	7.1	8.6	18.6	39.5	86.3	77.5	130.9	1014.1	84.5
Desv.Std		84.9	52.5	63.7	42.4	16.0	10.4	8.4	18.0	22.8	28.8	44.4	50.7	213.89	17.82
C.V.		0.46	0.30	0.36	0.46	0.83	1.46	0.97	0.97	0.58	0.33	0.57	0.39	0.21	0.21
P.Maxima		483.0	290.0	304.7	224.6	53.8	41.8	32.8	66.8	89.9	139.2	183.3	266.4	1734.1	144.5
P.Minima		34.9	90.9	60.0	30.4	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5	30.3	15.1	46.5	653.7	54.5

Fuente: SENAMHI



## REGISTRO HIDROMÉTRICO

Caudal medio mensual (m<sup>3</sup>/s)

Estacion : **Moya**      Latitud: 75°08' : S      Departamento :  
 Longitud: 12°23' : W      Provincia :  
 Altitud: 3180 msnm      Distrito :

Item	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Medio	Total
1	1965	17.4	63.7	49.3	23.4	14.9	11.3	10.3	9.2	8.7	8.9	8.6	12.4	19.8	238.1
2	1966	24.1	25.5	38.1	17.2	13.2	10.4	11.5	8.9	8.1	12.3	20.2	40.3	19.2	229.8
3	1967	30.9	80.0	121.0	30.8	21.4	16.6	13.4	11.3	11.7	17.6	11.9	15.9	31.9	382.5
4	1968	29.7	40.6	55.7	23.3	15.8	12.7	10.9	10.1	10.1	11.7	17.7	22.6	21.7	260.9
5	1969	23.3	27.8	30.4	25.9	16.5	12.0	10.8	10.0	9.5	9.8	10.2	26.4	17.7	212.6
6	1970	73.3	47.4	55.5	27.7	22.4	13.6	11.8	10.6	10.8	11.0	11.1	25.0	26.7	320.2
7	1971	50.3	64.6	65.6	34.5	18.4	13.7	11.5	10.5	9.6	9.4	9.2	20.1	26.5	317.4
8	1972	41.4	53.0	102.6	64.8	24.8	16.8	13.4	11.6	11.2	11.1	11.1	21.0	31.9	382.8
9	1973	55.1	78.1	141.2	73.2	52.7	20.0	16.5	14.3	14.4	16.8	17.5	42.7	45.2	542.5
10	1974	92.4	84.7	42.4	46.0	24.9	22.2	18.0	17.5	17.6	15.7	15.7	15.9	34.4	413.0
11	1975	24.3	39.4	71.1	36.9	28.8	15.8	12.8	11.7	11.1	10.7	10.8	18.2	24.3	291.6
12	1976	58.8	78.8	67.8	32.0	18.9	16.3	13.2	9.4	8.6	12.4	9.8	8.7	27.9	334.7
13	1977	8.4	39.5	42.0	37.7	29.0	16.4	16.9	10.5	9.6	9.2	24.8	17.1	21.8	261.1
14	1978	34.7	53.8	31.2	21.2	15.8	12.9	11.1	9.7	8.7	11.6	13.6	20.7	20.4	245.0
15	1979	18.3	54.3	44.1	17.7	13.3	12.3	10.4	9.4	8.7	8.6	8.4	9.5	17.9	215.0
16	1980	14.9	22.6	30.9	35.0	11.9	8.6	8.1	7.3	7.5	8.4	10.6	21.6	15.6	187.4
17	1981	25.1	56.0	32.9	24.9	16.1	12.6	11.1	10.8	10.1	12.6	21.9	31.2	22.1	265.3
18	1982	43.1	105.5	56.7	29.8	14.2	9.8	8.0	7.5	8.5	12.2	29.7	19.7	28.7	344.7
19	1983	19.9	13.6	26.7	25.1	13.1	11.1	10.2	10.0	7.9	10.4	8.2	13.6	14.2	169.8
20	1984	44.7	114.6	84.0	67.3	26.7	17.7	14.4	11.5	10.3	11.3	17.7	44.3	38.7	464.5
21	1985	27.8	34.5	50.2	59.6	22.1	15.4	12.0	10.2	10.8	10.2	9.1	16.5	23.2	278.4
22	1986	55.3	106.7	104.9	53.0	36.4	20.8	17.0	15.5	16.2	14.9	14.7	21.3	39.7	476.7
23	1987	73.7	47.3	27.9	19.0	14.7	12.9	9.7	10.1	10.9	10.2	9.1	11.6	21.4	257.1
24	1988	31.2	51.7	48.4	44.7	16.6	13.6	12.0	10.8	10.5	11.1	10.5	11.5	22.7	272.6
25	1989	45.7	57.8	73.7	43.1	21.0	15.0	12.0	10.0	10.0	11.0	9.0	11.0	26.6	319.3
26	1990	17.0	12.0	36.0	23.0	19.0	15.0	12.0	10.0	11.0	11.0	14.0	15.0	16.3	195.0
27	1991	23.0	33.0	32.0	22.0	18.0	13.0	10.0	9.0	9.0	9.0	7.0	6.0	15.9	191.0
28	1992	12.3	11.7	27.1	16.2	12.4	9.9	7.8	7.4	7.6	8.5	5.0	7.0	11.1	132.9
29	1993	23.1	45.8	48.2	36.3	18.8	14.2	11.5	9.2	9.3	11.0	34.3	52.4	26.2	314.1
30	1994	65.7	122.7	78.0	61.6	27.0	19.1	15.4	13.7	11.9	12.5	12.0	10.9	37.5	450.5
31	1995	22.3	34.8	80.4	27.1	16.5	12.7	11.6	10.2	10.1	9.7	12.6	14.8	21.9	262.8
32	1996	34.2	61.6	39.0	38.9	13.5	10.1	9.2	7.3	6.8	6.3	7.3	12.6	20.6	246.8
33	1997	37.1	57.0	40.9	20.5	14.8	12.6	11.1	10.0	9.1	9.8	14.2	21.5	21.6	258.6
34	1998	53.2	45.0	48.6	33.5	13.8	11.3	10.2	8.7	8.1	8.6	9.0	11.6	21.8	261.6
35	1999	16.1	62.3	55.7	NA	20.2	12.4	14.0	12.9	13.6	11.8	8.5	17.7	22.3	245.2
36	2000	48.6	84.1	72.7	33.9	18.8	13.7	11.9	10.9	10.2	13.5	11.0	18.8	29.0	348.1
37	2001	76.1	62.7	68.8	33.5	20.5	14.0	12.4	11.5	11.2	11.5	12.9	14.9	29.2	350.0
38	2002	18.7	58.4	64.4	36.1	20.5	15.1	13.4	11.2	10.1	10.8	17.7	33.9	25.9	310.3
39	2003	36.5	72.6	71.1	46.3	20.4	15.4	12.7	11.5	11.1	9.8	9.9	18.1	28.0	335.4
40	2004	17.9	47.9	36.0	30.0	12.9	10.2	8.9	7.8	8.5	8.2	12.3	29.1	19.1	229.7
41	2005	42.3	41.2	49.1	30.9	14.4	10.6	9.3	8.7	8.3	8.7	7.4	13.3	20.4	244.2
42	2006	40.8	55.0	57.3	44.2	16.1	12.2	11.0	9.8	8.7	9.1	16.1	25.4	25.5	305.7
43	2007	46.9	30.3	64.4	44.9	19.1	11.8	10.0	10.2	10.7	10.3	10.4	15.9	23.7	284.9
44	2008	50.3	48.0	32.5	23.8	17.8	13.9	10.4	11.7	14.5	13.2	11.8	11.6	21.6	259.5
45	2009	28.1	55.2	48.9	40.3	17.2	12.7	11.0	10.5	9.6	10.1	19.0	63.2	27.2	325.8
46	2010	89.8	53.0	69.8	40.8	22.2	17.0	13.6	11.4	10.5	10.1	9.5	27.7	31.3	375.4
47	2011	69.6	111.5	77.0	70.5	30.4	20.7	16.8	14.0	13.1	12.6	12.9	28.7	39.8	477.8
48	2012	36.7	97.9	84.7	83.3	35.2	29.3	14.4	13.9	13.3	10.7	17.9	62.3	41.6	499.6
49	2013	67.6	68.2	68.2	37.2	25.3	21.0	18.0	17.1	16.2	16.3	17.1	42.0	34.5	414.2
Qmed (m <sup>3</sup> /s)		39.5	57.4	58.1	37.3	20.2	14.5	12.1	10.8	10.5	11.1	13.3	22.3	25.6	306.2
Qmax (m <sup>3</sup> /s)		92.4	122.7	141.2	83.3	52.7	29.3	18.0	17.5	17.6	17.6	34.3	63.2	45.2	542.5
Qmin (m <sup>3</sup> /s)		8.4	11.7	26.7	16.2	11.9	8.6	7.8	7.3	6.8	6.3	5.0	6.0	11.1	132.9
Nº Datos		49.0	49.0	49.0	48.0	49.0	49.0	49.0	49.0	49.0	49.0	49.0	49.0	49.0	49.0
Desv.Std		20.6	26.2	24.5	15.7	7.4	3.8	2.5	2.2	2.3	2.3	5.7	13.2	7.5	90.4
C.V.		0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.6	0.3	0.3

Fuente: ANA

## X ANEXO B: Algoritmo del Pico Secuente

**Tabla 27:** Resultados del Algoritmo del Pico Secuente.

DÍAS	AÑOS	MES	$Q$ (m <sup>3</sup> /s)	Demanda (m <sup>3</sup> /s)	Vol Ingreso m <sup>3</sup> x 10** 6	Demanda m <sup>3</sup> x 10** 6	Entrada Neta al vaso m <sup>3</sup> x 10** 6 (Xi - Di)	Entrada Neta al vaso Acum m <sup>3</sup> x 10** 6 $\Sigma$ (Xi - Di)	Picos Secuente Maximos	Variable P	Variable T	$S_i = P_i - T_i$	Volumen en Vaso m <sup>3</sup> x 10** 6 (10) + (8)	Derrame mensual m <sup>3</sup> x 10** 6	Derrame Acumulado (MMC)	Derrame total m <sup>3</sup> x 10** 6	Estado del Vaso
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)					(10)	(11)			
31	1990	E	0.038	0.000	0.10	0.00	0.10	0.10				-	<b>0.32</b>	0.10	0.10	-	Lleno
28		F	0.030	0.000	0.07	0.00	0.07	0.17				-	0.32	0.07	0.17	-	Lleno
31		M	0.026	0.000	0.07	0.00	0.07	0.24				-	0.32	0.07	0.24	-	Lleno
30		A	0.019	0.018	0.05	0.05	0.00	0.24		<b>P1</b>	<b>0.24</b>	-	0.32	0.00	0.24	0.244	Lleno
31		M	0.019	0.027	0.05	0.07	-0.02	0.22				-	0.30		0.00	-	-
30		J	0.025	0.026	0.07	0.07	0.00	0.22				-	0.30		0.00	-	-
31		J	0.017	0.027	0.05	0.07	-0.03	0.19				-	0.27		0.00	-	-
31		A	0.016	0.030	0.04	0.08	-0.04	0.16				-	0.23		0.00	-	-
30		S	0.023	0.030	0.06	0.08	-0.02	0.14		<b>T1</b>	<b>0.14</b>	0.11	0.22		0.00	-	-
31		O	0.042	0.021	0.11	0.05	0.06	0.20				-	0.27		0.00	-	-
30		N	0.067	0.025	0.17	0.06	0.11	0.30				-	0.32	0.06	0.06	-	Lleno
31		D	0.055	0.006	0.15	0.02	0.13	0.44				-	0.32	0.13	0.19	-	Lleno
31	1991	E	0.042	0.000	0.11	0.00	0.11	0.55				-	0.32	0.11	0.30	-	Lleno
28		F	0.038	0.000	0.09	0.00	0.09	0.64				-	0.32	0.09	0.39	-	Lleno
31		M	0.040	0.000	0.11	0.00	0.11	0.75				-	0.32	0.11	0.50	-	Lleno
30		A	0.030	0.018	0.08	0.05	0.03	0.78		<b>P2</b>	<b>0.78</b>	-	0.32	0.03	0.53	0.532	Lleno
31		M	0.024	0.027	0.06	0.07	-0.01	0.77				-	0.31		0.00	-	-
30		J	0.024	0.026	0.06	0.07	0.00	0.76				-	0.31		0.00	-	-
31		J	0.014	0.027	0.04	0.07	-0.04	0.73				-	0.27		0.00	-	-
31		A	0.010	0.030	0.03	0.08	-0.05	0.67				-	0.22		0.00	-	-
30		S	0.011	0.030	0.03	0.08	-0.05	0.62				-	0.17		0.00	-	-
31		O	0.019	0.021	0.05	0.05	0.00	0.62				-	0.16		0.00	-	-
30		N	0.021	0.025	0.05	0.06	-0.01	0.61		<b>T2</b>	<b>0.61</b>	0.17	0.15		0.00	-	-
31		D	0.022	0.006	0.06	0.02	0.04	0.65				-	0.19		0.00	-	-
31	1992	E	0.023	0.000	0.06	0.00	0.06	0.71				-	0.25		0.00	-	Lleno
28		F	0.028	0.000	0.07	0.00	0.07	0.78				-	0.32		0.00	-	Lleno
31		M	0.026	0.000	0.07	0.00	0.07	0.85		<b>P3</b>	<b>0.85</b>	-	0.32	0.07	0.07	0.071	Lleno
30		A	0.018	0.018	0.05	0.05	0.00	0.85				-	0.32		0.00	-	-
31		M	0.011	0.027	0.03	0.07	-0.04	0.80				-	0.28		0.00	-	-
30		J	0.020	0.026	0.05	0.07	-0.02	0.79				-	0.26		0.00	-	-
31		J	0.014	0.027	0.04	0.07	-0.04	0.75				-	0.22		0.00	-	-
31		A	0.014	0.030	0.04	0.08	-0.04	0.71				-	0.18		0.00	-	-
30		S	0.011	0.030	0.03	0.08	-0.05	0.66		<b>T3</b>	<b>0.66</b>	0.19	0.13		0.00	-	-
31		O	0.036	0.021	0.10	0.05	0.04	0.70				-	0.18		0.00	-	-
30		N	0.031	0.025	0.08	0.06	0.02	0.72				-	0.19		0.00	-	-
31		D	0.037	0.006	0.10	0.02	0.08	0.80				-	0.27		0.00	-	-

31	1993	E	0.077	0.000	0.21	0.00	0.21	1.01				-	0.32	0.16	0.16	-	Lleno
28		F	0.090	0.000	0.22	0.00	0.22	1.22				-	0.32	0.22	0.38	-	Lleno
31		M	0.076	0.000	0.20	0.00	0.20	1.43				-	0.32	0.20	0.58	-	Lleno
30		A	0.074	0.018	0.19	0.05	0.14	1.57				-	0.32	0.14	0.72	-	Lleno
31		M	0.035	0.027	0.09	0.07	0.02	1.59	P4	1.59		-	0.32	0.02	0.74	0.745	Lleno
30		J	0.024	0.026	0.06	0.07	0.00	1.59				-	0.32		0.00	-	
31		J	0.023	0.027	0.06	0.07	-0.01	1.57				-	0.30		0.00	-	
31		A	0.021	0.030	0.06	0.08	-0.02	1.55				-	0.28		0.00	-	
30		S	0.028	0.030	0.07	0.08	-0.01	1.55	T4		1.55	0.05	0.27		0.00	-	
31		O	0.050	0.021	0.13	0.05	0.08	1.63				-	0.32	0.03	0.03	-	Lleno
30		N	0.089	0.025	0.23	0.06	0.17	1.79				-	0.32	0.17	0.20	-	Lleno
31		D	0.089	0.006	0.24	0.02	0.22	2.01				-	0.32	0.22	0.42	-	Lleno
31	1994	E	0.106	0.000	0.28	0.00	0.28	2.30				-	0.32	0.28	0.70	-	Lleno
28		F	0.144	0.000	0.35	0.00	0.35	2.64				-	0.32	0.35	1.05	-	Lleno
31		M	0.106	0.000	0.28	0.00	0.28	2.93				-	0.32	0.28	1.34	-	Lleno
30		A	0.063	0.018	0.16	0.05	0.12	3.04				-	0.32	0.12	1.45	-	Lleno
31		M	0.034	0.027	0.09	0.07	0.02	3.06	P5	3.06		-	0.32	0.02	1.47	1.468	Lleno
30		J	0.021	0.026	0.06	0.07	-0.01	3.05				-	0.31		0.00	-	
31		J	0.017	0.027	0.05	0.07	-0.03	3.02				-	0.28		0.00	-	
31		A	0.014	0.030	0.04	0.08	-0.04	2.98				-	0.24		0.00	-	
30		S	0.015	0.030	0.04	0.08	-0.04	2.94				-	0.20		0.00	-	
31		O	0.015	0.021	0.04	0.05	-0.01	2.92				-	0.19		0.00	-	
30		N	0.015	0.025	0.04	0.06	-0.03	2.90	T5		2.90	0.16	0.16		0.00	-	
31		D	0.022	0.006	0.06	0.02	0.04	2.94				-	0.20		0.00	-	
31	1995	E	0.031	0.000	0.08	0.00	0.08	3.02				-	0.28		0.00	-	
28		F	0.046	0.000	0.11	0.00	0.11	3.14				-	0.32	0.08	0.08	-	Lleno
31		M	0.057	0.000	0.15	0.00	0.15	3.29				-	0.32	0.15	0.23	-	Lleno
30		A	0.037	0.018	0.09	0.05	0.05	3.34	P6	3.34		-	0.32	0.05	0.28	0.276	Lleno
31		M	0.019	0.027	0.05	0.07	-0.02	3.31				-	0.30		0.00	-	
30		J	0.012	0.026	0.03	0.07	-0.04	3.28				-	0.26		0.00	-	
31		J	0.009	0.027	0.03	0.07	-0.05	3.23				-	0.21		0.00	-	
31		A	0.007	0.030	0.02	0.08	-0.06	3.17				-	0.15		0.00	-	
30		S	0.011	0.030	0.03	0.08	-0.05	3.12				-	0.10		0.00	-	
31		O	0.011	0.021	0.03	0.05	-0.03	3.09				-	0.08		0.00	-	
30		N	0.015	0.025	0.04	0.06	-0.02	3.07	T6		3.07	0.27	0.05		0.00	-	
31		D	0.029	0.006	0.08	0.02	0.06	3.13				-	0.11		0.00	-	
31	1996	E	0.065	0.000	0.17	0.00	0.17	3.30				-	0.29		0.00	-	
28		F	0.089	0.000	0.22	0.00	0.22	3.52				-	0.32	0.18	0.18	-	Lleno
31		M	0.074	0.000	0.20	0.00	0.20	3.72				-	0.32	0.20	0.38	-	Lleno
30		A	0.050	0.018	0.13	0.05	0.08	3.80	P7	3.80		-	0.32	0.08	0.46	0.462	Lleno
31		M	0.025	0.027	0.07	0.07	-0.01	3.79				-	0.31		0.00	-	
30		J	0.016	0.026	0.04	0.07	-0.03	3.77				-	0.29		0.00	-	
31		J	0.012	0.027	0.03	0.07	-0.04	3.72				-	0.25		0.00	-	
31		A	0.011	0.030	0.03	0.08	-0.05	3.68				-	0.20		0.00	-	
30		S	0.012	0.030	0.03	0.08	-0.05	3.63				-	0.15		0.00	-	
31		O	0.014	0.021	0.04	0.05	-0.02	3.61				-	0.14		0.00	-	
30		N	0.019	0.025	0.05	0.06	-0.02	3.60	T7		3.60	0.20	0.12		0.00	-	
31		D	0.037	0.006	0.10	0.02	0.08	3.68				-	0.20		0.00	-	

31	1997	E	0.052	0.000	0.14	0.00	0.14	3.82	P8	4.14		-	0.32	0.02	0.02	-	Lleno		
28		F	0.068	0.000	0.17	0.00	0.17	3.98				-	0.32	0.17	0.18	-		Lleno	
31		M	0.045	0.000	0.12	0.00	0.12	4.10				-	0.32	0.12	0.30	-		Lleno	
30		A	0.034	0.018	0.09	0.05	0.04	4.14				-	0.32	0.04	0.34	0.344		Lleno	
31		M	0.021	0.027	0.06	0.07	-0.02	4.12				-	0.30		0.00	-			
30		J	0.014	0.026	0.03	0.07	-0.03	4.09				-	0.27		0.00	-			
31		J	0.010	0.027	0.03	0.07	-0.05	4.04				-	0.22		0.00	-			
31		A	0.017	0.030	0.04	0.08	-0.03	4.01				-	0.19		0.00	-			
30		S	0.017	0.030	0.04	0.08	-0.03	3.97				-	0.15		0.00	-			
31		O	0.018	0.021	0.05	0.05	-0.01	3.97				-	0.15		0.00	-			
30		N	0.020	0.025	0.05	0.06	-0.01	3.96				T8	3.96	0.19	0.14	0.00		-	
31		D	0.033	0.006	0.09	0.02	0.07	4.03						-	0.21	0.00		-	
31	1998	E	0.062	0.000	0.17	0.00	0.17	4.19	P9	4.60		-	0.32	0.05	0.05	-	Lleno		
28		F	0.071	0.000	0.17	0.00	0.17	4.36				-	0.32	0.17	0.22	-		Lleno	
31		M	0.063	0.000	0.17	0.00	0.17	4.53				-	0.32	0.17	0.39	-		Lleno	
30		A	0.044	0.018	0.12	0.05	0.07	4.60				-	0.32	0.07	0.46	0.460		Lleno	
31		M	0.020	0.027	0.05	0.07	-0.02	4.58				-	0.30		0.00	-			
30		J	0.015	0.026	0.04	0.07	-0.03	4.55				-	0.27		0.00	-			
31		J	0.010	0.027	0.03	0.07	-0.05	4.50				-	0.22		0.00	-			
31		A	0.009	0.030	0.02	0.08	-0.06	4.45				-	0.17		0.00	-			
30		S	0.008	0.030	0.02	0.08	-0.06	4.39				-	0.11		0.00	-			
31		O	0.013	0.021	0.03	0.05	-0.02	4.37				-	0.09		0.00	-			
30		N	0.015	0.025	0.04	0.06	-0.02	4.35				T9	4.35	0.26	0.06	0.00		-	
31		D	0.026	0.006	0.07	0.02	0.05	4.40						-	0.12	0.00		-	
31	1999	E	0.034	0.000	0.09	0.00	0.09	4.49	P10	4.96		-	0.21		0.00	-	Lleno		
28		F	0.087	0.000	0.21	0.00	0.21	4.70				-	0.32	0.10	0.10	-		Lleno	
31		M	0.063	0.000	0.17	0.00	0.17	4.87				-	0.32	0.17	0.27	-		Lleno	
30		A	0.054	0.018	0.14	0.05	0.09	4.96				-	0.32	0.09	0.36	0.362		Lleno	
31		M	0.027	0.027	0.07	0.07	0.00	4.96				-	0.32		0.00	-			
30		J	0.018	0.026	0.05	0.07	-0.02	4.94				-	0.30		0.00	-			
31		J	0.012	0.027	0.03	0.07	-0.04	4.90				-	0.26		0.00	-			
31		A	0.009	0.030	0.02	0.08	-0.06	4.84				-	0.20		0.00	-			
30		S	0.012	0.030	0.03	0.08	-0.05	4.80				-	0.15		0.00	-			
31		O	0.015	0.021	0.04	0.05	-0.01	4.78				-	0.14		0.00	-			
30		N	0.016	0.025	0.04	0.06	-0.02	4.76				T10	4.76	0.20	0.12	0.00		-	
31		D	0.030	0.006	0.08	0.02	0.06	4.82						-	0.18	0.00		-	
31	2000	E	0.063	0.000	0.17	0.00	0.17	4.99	P11	5.50		-	0.32	0.03	0.03	-	Lleno		
28		F	0.101	0.000	0.25	0.00	0.25	5.24				-	0.32	0.25	0.27	-		Lleno	
31		M	0.075	0.000	0.20	0.00	0.20	5.44				-	0.32	0.20	0.48	-		Lleno	
30		A	0.042	0.018	0.11	0.05	0.06	5.50				-	0.32	0.06	0.54	0.536		Lleno	
31		M	0.025	0.027	0.07	0.07	-0.01	5.49				-	0.31		0.00	-			
30		J	0.017	0.026	0.05	0.07	-0.02	5.47				-	0.29		0.00	-			
31		J	0.018	0.027	0.05	0.07	-0.02	5.44				-	0.26		0.00	-			
31		A	0.016	0.030	0.04	0.08	-0.04	5.41				-	0.23		0.00	-			
30		S	0.013	0.030	0.03	0.08	-0.05	5.36				T12	5.36	0.14	0.18	0.00		-	
31		O	0.027	0.021	0.07	0.05	0.02	5.38					5.38	-	0.20	0.00		-	
30		N	0.019	0.025	0.05	0.06	-0.01	5.36					5.36	-5.36	0.19	0.00		-	
31		D	0.036	0.006	0.10	0.02	0.08	5.44						-	0.26	0.00		-	

31	2001	E	0.075	0.000	0.20	0.00	0.20	5.64	P12	6.07		-	0.32	0.15	0.15	-	Lleno			
28		F	0.067	0.000	0.16	0.00	0.16	5.81				-	0.32	0.16	0.31	-		Lleno		
31		M	0.077	0.000	0.21	0.00	0.21	6.01				-	0.32	0.21	0.51	-		Lleno		
30		A	0.042	0.018	0.11	0.05	0.06	6.07				-	0.32	0.06	0.57	0.574		Lleno		
31		M	0.025	0.027	0.07	0.07	-0.01	6.07				-	0.31		0.00	-		-		
30		J	0.017	0.026	0.04	0.07	-0.02	6.04				-	0.29		0.00	-		-		
31		J	0.015	0.027	0.04	0.07	-0.03	6.01				-	0.26		0.00	-		-		
31		A	0.011	0.030	0.03	0.08	-0.05	5.96				-	0.21		0.00	-		-		
30		S	0.011	0.030	0.03	0.08	-0.05	5.91				-	0.16		0.00	-		-		
31		O	0.015	0.021	0.04	0.05	-0.01	5.90				-	0.14		0.00	-		-		
30		N	0.018	0.025	0.05	0.06	-0.02	5.88				T13	5.88	0.19	0.13	0.00		-	-	
31		D	0.021	0.006	0.06	0.02	0.04	5.92						-	0.17	0.00		-	-	
31	2002	E	0.028	0.000	0.07	0.00	0.07	5.99	P13	6.44		-	0.24		0.00	-	Lleno			
28		F	0.069	0.000	0.17	0.00	0.17	6.16				-	0.32	0.09	0.09	-		-	Lleno	
31		M	0.080	0.000	0.21	0.00	0.21	6.38				-	0.32	0.21	0.30	-		-	Lleno	
30		A	0.044	0.018	0.11	0.05	0.07	6.44				-	0.32	0.07	0.37	0.369		-	Lleno	
31		M	0.025	0.027	0.07	0.07	-0.01	6.43				-	0.31		0.00	-		-	-	
30		J	0.016	0.026	0.04	0.07	-0.03	6.41				-	0.29		0.00	-		-	-	
31		J	0.023	0.027	0.06	0.07	-0.01	6.40				-	0.27		0.00	-		-	-	
31		A	0.015	0.030	0.04	0.08	-0.04	6.36				-	0.24		0.00	-		-	-	
30		S	0.021	0.030	0.05	0.08	-0.02	6.33				T14	6.33	0.11	0.21	0.00		-	-	-
31		O	0.026	0.021	0.07	0.05	0.01	6.35				-	0.23		0.00	-		-	-	
30		N	0.032	0.025	0.08	0.06	0.02	6.37				-	0.25		0.00	-		-	-	
31		D	0.035	0.006	0.09	0.02	0.08	6.44				-	0.32		0.00	0.00		-	-	Lleno
31	2003	E	0.039	0.000	0.10	0.00	0.10	6.55	P14	6.99		-	0.32	0.10	0.11	-	Lleno			
28		F	0.066	0.000	0.16	0.00	0.16	6.71				-	0.32	0.16	0.27	-		-	Lleno	
31		M	0.072	0.000	0.19	0.00	0.19	6.90				-	0.32	0.19	0.46	-		-	Lleno	
30		A	0.052	0.018	0.14	0.05	0.09	6.99				-	0.32	0.09	0.55	0.549		-	Lleno	
31		M	0.025	0.027	0.07	0.07	-0.01	6.98				-	0.31		0.00	-		-	-	
30		J	0.016	0.026	0.04	0.07	-0.03	6.96				-	0.29		0.00	-		-	-	
31		J	0.011	0.027	0.03	0.07	-0.04	6.91				-	0.24		0.00	-		-	-	
31		A	0.012	0.030	0.03	0.08	-0.05	6.87				-	0.20		0.00	-		-	-	
30		S	0.011	0.030	0.03	0.08	-0.05	6.82				-	0.15		0.00	-		-	-	
31		O	0.010	0.021	0.03	0.05	-0.03	6.79				-	0.12		0.00	-		-	-	
30		N	0.012	0.025	0.03	0.06	-0.03	6.76				T15	6.76	0.23	0.09	0.00		-	-	-
31		D	0.027	0.006	0.07	0.02	0.06	6.81				-	0.14		0.00	-		-	-	-
31	2004	E	0.020	0.000	0.05	0.00	0.05	6.87	P15	7.10		-	0.20		0.00	-	Lleno			
28		F	0.049	0.000	0.12	0.00	0.12	6.99				-	0.32		0.00	-		-	-	Lleno
31		M	0.038	0.000	0.10	0.00	0.10	7.09				-	0.32	0.10	0.10	-		-	-	Lleno
30		A	0.022	0.018	0.06	0.05	0.01	7.10				-	0.32	0.01	0.11	0.106		-	-	Lleno
31		M	0.015	0.027	0.04	0.07	-0.03	7.06				-	0.29		0.00	-		-	-	-
30		J	0.012	0.026	0.03	0.07	-0.04	7.03				-	0.25		0.00	-		-	-	-
31		J	0.010	0.027	0.03	0.07	-0.05	6.98				-	0.20		0.00	-		-	-	-
31		A	0.009	0.030	0.02	0.08	-0.06	6.92				-	0.15		0.00	-		-	-	-
30		S	0.012	0.030	0.03	0.08	-0.05	6.88				-	0.10		0.00	-		-	-	-
31		O	0.015	0.021	0.04	0.05	-0.02	6.86				-	0.08		0.00	-		-	-	-
30		N	0.017	0.025	0.04	0.06	-0.02	6.84				T15	6.84	0.26	0.06	0.00		-	-	-
31		D	0.036	0.006	0.10	0.02	0.08	6.92				-	0.14		0.00	-		-	-	-

31	2005	E	0.035	0.000	0.09	0.00	0.09	7.01	P16	7.22		-	0.24	0.01	0.00	-	Lleno	
28		F	0.039	0.000	0.09	0.00	0.09	7.11				-	0.32		0.01	0.01		-
31		M	0.037	0.000	0.10	0.00	0.10	7.21				-	0.32		0.10	0.11		-
30		A	0.023	0.018	0.06	0.05	0.01	7.22				-	0.32		0.01	0.12		0.123
31		M	0.015	0.027	0.04	0.07	-0.03	7.19				-	0.29			0.00		-
30		J	0.010	0.026	0.03	0.07	-0.04	7.14				-	0.24			0.00		-
31		J	0.007	0.027	0.02	0.07	-0.05	7.09				-	0.19			0.00		-
31		A	0.006	0.030	0.02	0.08	-0.06	7.03				-	0.13			0.00		-
30		S	0.007	0.030	0.02	0.08	-0.06	6.97				-	0.07			0.00		-
31		O	0.012	0.021	0.03	0.05	-0.02	6.94				-	0.04			0.00		-
30		N	0.010	0.025	0.03	0.06	-0.04	6.90				T16	6.90		0.32	0.00		0.00
31	D	0.020	0.006	0.05	0.02	0.04	6.94				0.00	0.00	-					
31	2006	E	0.035	0.000	0.09	0.00	0.09	7.03	P17	7.34		-	0.13	0.06	0.00	-	Lleno	
28		F	0.044	0.000	0.11	0.00	0.11	7.14				-	0.24			0.00		-
31		M	0.051	0.000	0.14	0.00	0.14	7.28				-	0.32		0.06	0.06		-
30		A	0.040	0.018	0.10	0.05	0.06	7.34				-	0.32		0.06	0.12		0.115
31		M	0.019	0.027	0.05	0.07	-0.02	7.31				-	0.30			0.00		-
30		J	0.014	0.026	0.04	0.07	-0.03	7.28				-	0.27			0.00		-
31		J	0.009	0.027	0.02	0.07	-0.05	7.23				-	0.22			0.00		-
31		A	0.010	0.030	0.03	0.08	-0.05	7.18				-	0.17			0.00		-
30		S	0.012	0.030	0.03	0.08	-0.05	7.13				-	0.12			0.00		-
31		O	0.015	0.021	0.04	0.05	-0.01	7.12				-	0.10			0.00		-
30		N	0.019	0.025	0.05	0.06	-0.01	7.10				T17	7.10		0.23	0.09		0.00
31	D	0.024	0.006	0.06	0.02	0.05	7.15				0.00	0.00	-					
31	2007	E	0.027	0.000	0.07	0.00	0.07	7.22	P18	7.43		-	0.21	0.07	0.00	-	Lleno	
28		F	0.024	0.000	0.06	0.00	0.06	7.28				-	0.26			0.00		-
31		M	0.046	0.000	0.12	0.00	0.12	7.40				-	0.32		0.07	0.07		-
30		A	0.027	0.018	0.07	0.05	0.02	7.43				-	0.32		0.02	0.09		0.092
31		M	0.017	0.027	0.04	0.07	-0.03	7.40				-	0.29			0.00		-
30		J	0.011	0.026	0.03	0.07	-0.04	7.36				-	0.25			0.00		-
31		J	0.008	0.027	0.02	0.07	-0.05	7.31				-	0.20			0.00		-
31		A	0.006	0.030	0.01	0.08	-0.06	7.24				-	0.13			0.00		-
30		S	0.007	0.030	0.02	0.08	-0.06	7.18				-	0.07			0.00		-
31		O	0.009	0.021	0.02	0.05	-0.03	7.15				-	0.04			0.00		-
30		N	0.011	0.025	0.03	0.06	-0.04	7.11				T18	7.11		0.31	0.01		0.00
31	D	0.015	0.006	0.04	0.02	0.02	7.14				0.00	0.00	-					
31	2008	E	0.032	0.000	0.09	0.00	0.09	7.22	P19	7.43		-	0.12	0.01	0.00	-	Lleno	
28		F	0.047	0.000	0.11	0.00	0.11	7.34				-	0.23			0.00		-
31		M	0.034	0.000	0.09	0.00	0.09	7.43				-	0.32			0.00		-
30		A	0.021	0.018	0.05	0.05	0.01	7.43				-	0.32		0.01	0.01		0.006
31		M	0.013	0.027	0.04	0.07	-0.04	7.40				-	0.28			0.00		-
30		J	0.010	0.026	0.03	0.07	-0.04	7.35				-	0.24			0.00		-
31		J	0.007	0.027	0.02	0.07	-0.05	7.30				-	0.19			0.00		-
31		A	0.007	0.030	0.02	0.08	-0.06	7.24				-	0.13			0.00		-
30		S	0.006	0.030	0.02	0.08	-0.06	7.18				-	0.06			0.00		-
31		O	0.010	0.021	0.03	0.05	-0.03	7.15				-	0.04			0.00		-
30		N	0.011	0.025	0.03	0.06	-0.04	7.11				T19	7.11		0.32	0.00		0.00
31	D	0.013	0.006	0.04	0.02	0.02	7.13				0.00	0.00	-					
31		D	0.013	0.006	0.04	0.02	0.02	7.13				0.00	0.00	-	Vacio			

31	2009	E	0.020	0.000	0.05	0.00	0.05	7.19	P20	7.39		-	0.07	0.00	-				
28		F	0.038	0.000	0.09	0.00	0.09	7.28				-	0.16		0.00		-		
31		M	0.034	0.000	0.09	0.00	0.09	7.37				-	0.26		0.00		-		
30		A	0.029	0.018	0.07	0.05	0.03	7.39				-	0.28		0.00		-		
31		M	0.018	0.027	0.05	0.07	-0.02	7.37				-	0.26		0.00		-		
30		J	0.011	0.026	0.03	0.07	-0.04	7.33				-	0.22		0.00		-		
31		J	0.010	0.027	0.03	0.07	-0.05	7.28				-	0.17		0.00		-		
31		A	0.008	0.030	0.02	0.08	-0.06	7.23				-	0.11		0.00		-		
30		S	0.008	0.030	0.02	0.08	-0.06	7.17				-	0.06		0.00		-		
31		O	0.010	0.021	0.03	0.05	-0.03	7.14				-	0.03		0.00		-		
30		N	0.020	0.025	0.05	0.06	-0.01	7.13				T20	7.13		0.26		0.02	0.00	-
31		D	0.042	0.006	0.11	0.02	0.10	7.23							-		0.11	0.00	-
31	2010	E	0.068	0.000	0.18	0.00	0.18	7.41	P21	7.79		-	0.30	0.00	-	Lleno			
28		F	0.072	0.000	0.17	0.00	0.17	7.58				-	0.32		0.15		0.15	-	
31		M	0.062	0.000	0.17	0.00	0.17	7.75				-	0.32		0.17		0.31	-	
30		A	0.034	0.018	0.09	0.05	0.04	7.79				-	0.32		0.04		0.36	0.355	
31		M	0.018	0.027	0.05	0.07	-0.03	7.76				-	0.29				0.00	-	
30		J	0.013	0.026	0.03	0.07	-0.04	7.73				-	0.26				0.00	-	
31		J	0.009	0.027	0.02	0.07	-0.05	7.68				-	0.21				0.00	-	
31		A	0.007	0.030	0.02	0.08	-0.06	7.62				-	0.15				0.00	-	
30		S	0.007	0.030	0.02	0.08	-0.06	7.56				-	0.09				0.00	-	
31		O	0.010	0.021	0.03	0.05	-0.03	7.53				-	0.06				0.00	-	
30		N	0.011	0.025	0.03	0.06	-0.04	7.49				T21	7.49		0.30		0.02	0.00	-
31		D	0.019	0.006	0.05	0.02	0.03	7.53							-		0.06	0.00	-
31	2011	E	0.045	0.000	0.12	0.00	0.12	7.65	P22	8.15		-	0.18	0.00	-	Lleno			
28		F	0.093	0.000	0.23	0.00	0.23	7.87				-	0.32		0.08		0.08	-	
31		M	0.071	0.000	0.19	0.00	0.19	8.06				-	0.32		0.19		0.27	-	
30		A	0.053	0.018	0.14	0.05	0.09	8.15				-	0.32		0.09		0.36	-	
31		M	0.028	0.027	0.07	0.07	0.00	8.15				-	0.32		0.00		0.36	0.363	
30		J	0.016	0.026	0.04	0.07	-0.03	8.13				-	0.29				0.00	-	
31		J	0.012	0.027	0.03	0.07	-0.04	8.09				-	0.25				0.00	-	
31		A	0.009	0.030	0.02	0.08	-0.05	8.03				-	0.20				0.00	-	
30		S	0.015	0.030	0.04	0.08	-0.04	7.99				-	0.16				0.00	-	
31		O	0.015	0.021	0.04	0.05	-0.02	7.98				-	0.14				0.00	-	
30		N	0.016	0.025	0.04	0.06	-0.02	7.95				T22	7.95		0.20		0.12	0.00	-
31		D	0.030	0.006	0.08	0.02	0.06	8.02							-		0.19	0.00	-
31	2012	E	0.031	0.000	0.08	0.00	0.08	8.10	P23	8.53		-	0.27	0.00	-	Lleno			
28		F	0.074	0.000	0.18	0.00	0.18	8.28				-	0.32		0.13		0.13	-	
31		M	0.054	0.000	0.14	0.00	0.14	8.42				-	0.32		0.14		0.27	-	
30		A	0.060	0.018	0.15	0.05	0.11	8.53				-	0.32		0.11		0.38	0.379	
31		M	0.026	0.027	0.07	0.07	0.00	8.53				-	0.32				0.00	-	
30		J	0.019	0.026	0.05	0.07	-0.02	8.51				-	0.30				0.00	-	
31		J	0.013	0.027	0.03	0.07	-0.04	8.47				-	0.26				0.00	-	
31		A	0.009	0.030	0.02	0.08	-0.06	8.41				-	0.20				0.00	-	
30		S	0.013	0.030	0.03	0.08	-0.04	8.37				-	0.16				0.00	-	
31		O	0.013	0.021	0.03	0.05	-0.02	8.35				-	0.14				0.00	-	
30		N	0.017	0.025	0.04	0.06	-0.02	8.33				T23	8.33		0.20		0.12	0.00	-
31		D	0.032	0.006	0.08	0.02	0.07	8.40							-		0.18	0.00	-

31	2013	E	0.037	0.000	0.10	0.00	0.10	8.49	P24	8.77		-	0.28	0.00	-	Lleno			
28		F	0.053	0.000	0.13	0.00	0.13	8.62				-	0.32		0.09		0.09	-	
31		M	0.046	0.000	0.12	0.00	0.12	8.75				-	0.32		0.12		0.21	-	
30		A	0.027	0.018	0.07	0.05	0.02	8.77				-	0.32		0.02		0.24	0.236	
31		M	0.020	0.027	0.05	0.07	-0.02	8.75				-	0.30				0.00	-	
30		J	0.017	0.026	0.04	0.07	-0.02	8.72				-	0.28				0.00	-	
31		J	0.012	0.027	0.03	0.07	-0.04	8.68				-	0.23				0.00	-	
31		A	0.012	0.030	0.03	0.08	-0.05	8.63				-	0.19				0.00	-	
30		S	0.012	0.030	0.03	0.08	-0.05	8.59				-	0.14				0.00	-	
31		O	0.017	0.021	0.05	0.05	-0.01	8.58				-	0.13				0.00	-	
30		N	0.015	0.025	0.04	0.06	-0.02	8.55				T24	8.55		0.22		0.11	0.00	-
31		D	0.026	0.006	0.07	0.02	0.05	8.60									0.16	0.00	-
31	2014	E	0.044	0.000	0.12	0.00	0.12	8.72	P25	9.08		-	0.27	0.00	-	Lleno			
28		F	0.051	0.000	0.12	0.00	0.12	8.84				-	0.32		0.08		0.08	-	
31		M	0.065	0.000	0.17	0.00	0.17	9.02				-	0.32		0.17		0.25	-	
30		A	0.041	0.018	0.11	0.05	0.06	9.08				-	0.32		0.06		0.31	0.311	
31		M	0.025	0.027	0.07	0.07	-0.01	9.07				-	0.31				0.00	-	
30		J	0.016	0.026	0.04	0.07	-0.03	9.04				-	0.29				0.00	-	
31		J	0.012	0.027	0.03	0.07	-0.04	9.00				-	0.25				0.00	-	
31		A	0.010	0.030	0.03	0.08	-0.05	8.95				-	0.19				0.00	-	
30		S	0.017	0.030	0.04	0.08	-0.04	8.91				-	0.16				0.00	-	
31		O	0.016	0.021	0.04	0.05	-0.01	8.90				-	0.14				0.00	-	
30		N	0.013	0.025	0.03	0.06	-0.03	8.87				T25	8.87		0.21		0.11	0.00	-
31		D	0.025	0.006	0.07	0.02	0.05	8.92									0.16	0.00	-
31	2015	E	0.049	0.000	0.13	0.00	0.13	9.05	P26	9.43		-	0.29	0.00	-	Lleno			
28		F	0.062	0.000	0.15	0.00	0.15	9.20				-	0.32		0.12		0.12	-	
31		M	0.058	0.000	0.16	0.00	0.16	9.36				-	0.32		0.16		0.28	-	
30		A	0.045	0.018	0.12	0.05	0.07	9.43				-	0.32		0.07		0.35	0.349	
31		M	0.024	0.027	0.06	0.07	-0.01	9.42				-	0.31				0.00	-	
30		J	0.018	0.026	0.05	0.07	-0.02	9.40				-	0.29				0.00	-	
31		J	0.013	0.027	0.03	0.07	-0.04	9.36				-	0.25				0.00	-	
31		A	0.013	0.030	0.03	0.08	-0.04	9.31				-	0.21				0.00	-	
30		S	0.013	0.030	0.03	0.08	-0.04	9.27				-	0.16				0.00	-	
31		O	0.016	0.021	0.04	0.05	-0.01	9.26				-	0.15				0.00	-	
30		N	0.018	0.025	0.05	0.06	-0.02	9.24				T26	9.24		0.19		0.13	0.00	-
31		D	0.031	0.006	0.08	0.02	0.07	9.30									0.20	0.00	-
31	2016	E	0.025	0.000	0.07	0.00	0.07	9.37	P27	9.71		-	0.26	0.00	-	Lleno			
28		F	0.055	0.000	0.13	0.00	0.13	9.50				-	0.32		0.08		0.08	-	
31		M	0.052	0.000	0.14	0.00	0.14	9.64				-	0.32		0.14		0.22	-	
30		A	0.043	0.018	0.11	0.05	0.06	9.71				-	0.32		0.06		0.28	0.282	
31		M	0.022	0.027	0.06	0.07	-0.01	9.69				-	0.31				0.00	-	
30		J	0.014	0.026	0.04	0.07	-0.03	9.66				-	0.27				0.00	-	
31		J	0.010	0.027	0.03	0.07	-0.05	9.62				-	0.23				0.00	-	
31		A	0.008	0.030	0.02	0.08	-0.06	9.56				-	0.17				0.00	-	
30		S	0.008	0.030	0.02	0.08	-0.06	9.50				-	0.11				0.00	-	
31		O	0.010	0.021	0.03	0.05	-0.03	9.47				-	0.08				0.00	-	
30		N	0.009	0.025	0.02	0.06	-0.04	9.43				T27	9.43		0.28		0.04	0.00	-
31		D	0.013	0.006	0.03	0.02	0.02	9.45									0.06	0.00	-



### XI ANEXO C: Simulación del embalse

Días	Años	Mes	Elev (m)	Area (Km2)	Volumen Inicial (m3x10**6)	Q Ingreso (m3/s)	Q Ecol (m3/s)	Demanda (m3/S)	Vol de Ingreso m3x10**6	Vol de salida m3x10**6	Pp (mm)	ETP (mm)	Vol Fin de Mes	Elev Fin de Mes (m)	Area Fin de mes (km2)	Area Prom (Km2)	Vol de precipitac. (m3x10**6)	Vol de Evap. (m3x10**6)	Vol Final	Deficit	Derrame	UBICACIÓN LAMINA
31	1990	JAN	3.0	1.67	3.23	0.038	0.003	0.000	0.10	0.01	179.1	55.7	3.32	2.9	1.64	1.66	0.296	0.092	3.53	0.00	0.30	NAMO
28		FEB	2.8	1.61	3.23	0.030	0.003	0.000	0.07	0.01	186.2	50.0	3.30	2.9	1.63	1.62	0.301	0.081	3.52	0.00	0.29	NAMO
31		MAR	2.8	1.61	3.23	0.026	0.003	0.000	0.07	0.01	166.8	51.4	3.29	2.9	1.63	1.62	0.270	0.083	3.48	0.00	0.25	NAMO
30		APR	2.8	1.61	3.23	0.019	0.003	0.018	0.05	0.05	76.4	46.8	3.22	2.8	1.60	1.60	0.123	0.075	3.27	0.00	0.04	NAMO
31		MAY	2.8	1.61	3.23	0.019	0.003	0.027	0.05	0.08	24.7	42.5	3.20	2.8	1.59	1.60	0.039	0.068	3.17	0.00		97.56%
30		JUN	2.8	1.58	3.17	0.025	0.003	0.026	0.07	0.08	16.6	39.4	3.16	2.8	1.58	1.58	0.026	0.062	3.13	0.00		95.70%
31		JUL	2.7	1.57	3.13	0.017	0.003	0.027	0.05	0.08	16.8	37.1	3.09	2.7	1.56	1.56	0.026	0.058	3.06	0.00		92.98%
31		AUG	2.7	1.54	3.06	0.016	0.003	0.030	0.04	0.09	24.7	41.9	3.02	2.6	1.53	1.54	0.038	0.064	2.99	0.00		90.13%
30		SEP	2.6	1.52	2.99	0.023	0.003	0.030	0.06	0.09	47.8	46.9	2.97	2.6	1.51	1.51	0.072	0.071	2.97	0.00		89.16%
31		OCT	2.6	1.51	2.97	0.042	0.003	0.021	0.11	0.06	86.6	53.3	3.02	2.6	1.53	1.52	0.132	0.081	3.07	0.00		93.24%
30		NOV	2.7	1.55	3.07	0.067	0.003	0.025	0.17	0.07	83.5	52.5	3.17	2.8	1.58	1.56	0.131	0.082	3.22	0.00		99.39%
31		DEC	2.8	1.60	3.22	0.055	0.003	0.006	0.15	0.02	141.5	55.8	3.34	2.9	1.64	1.62	0.229	0.091	3.48	0.00	0.25	NAMO
31	1991	JAN	2.8	1.61	3.23	0.042	0.003	0.000	0.11	0.01	179.1	55.7	3.34	2.9	1.64	1.62	0.291	0.090	3.54	0.00	0.30	NAMO
28		FEB	2.8	1.61	3.23	0.038	0.003	0.000	0.09	0.01	186.2	50.0	3.32	2.9	1.64	1.62	0.302	0.081	3.54	0.00	0.31	NAMO
31		MAR	2.8	1.61	3.23	0.040	0.003	0.000	0.11	0.01	166.8	51.4	3.33	2.9	1.64	1.62	0.271	0.083	3.52	0.00	0.29	NAMO
30		APR	2.8	1.61	3.23	0.030	0.003	0.018	0.08	0.05	76.4	46.8	3.25	2.8	1.61	1.61	0.123	0.075	3.30	0.00	0.07	NAMO
31		MAY	2.8	1.61	3.23	0.024	0.003	0.027	0.06	0.08	24.7	42.5	3.21	2.8	1.60	1.60	0.040	0.068	3.19	0.00		98.12%
30		JUN	2.8	1.59	3.19	0.024	0.003	0.026	0.06	0.08	16.6	39.4	3.17	2.8	1.58	1.59	0.026	0.062	3.14	0.00		96.14%
31		JUL	2.7	1.57	3.14	0.014	0.003	0.027	0.04	0.08	16.8	37.1	3.09	2.7	1.56	1.56	0.026	0.058	3.06	0.00		93.03%
31		AUG	2.7	1.54	3.06	0.010	0.003	0.030	0.03	0.09	24.7	41.9	3.00	2.6	1.52	1.53	0.038	0.064	2.97	0.00		89.45%
30		SEP	2.6	1.51	2.97	0.011	0.003	0.030	0.03	0.09	47.8	46.9	2.92	2.6	1.49	1.50	0.072	0.071	2.92	0.00		87.19%
31		OCT	2.6	1.49	2.92	0.019	0.003	0.021	0.05	0.06	86.6	53.3	2.91	2.5	1.49	1.49	0.129	0.080	2.96	0.00		88.75%
30		NOV	2.6	1.51	2.96	0.021	0.003	0.025	0.05	0.07	83.5	52.5	2.94	2.6	1.50	1.50	0.126	0.079	2.99	0.00		89.93%
31		DEC	2.6	1.52	2.99	0.022	0.003	0.006	0.06	0.02	141.5	55.8	3.02	2.6	1.53	1.52	0.215	0.085	3.15	0.00		96.65%
31	1992	JAN	2.7	1.58	3.15	0.023	0.003	0.000	0.06	0.01	179.1	55.7	3.20	2.8	1.60	1.59	0.284	0.088	3.40	0.00	0.17	NAMO
28		FEB	2.8	1.61	3.23	0.028	0.003	0.000	0.07	0.01	186.2	50.0	3.29	2.9	1.63	1.62	0.301	0.081	3.51	0.00	0.28	NAMO
31		MAR	2.8	1.61	3.23	0.026	0.003	0.000	0.07	0.01	166.8	51.4	3.29	2.9	1.63	1.62	0.270	0.083	3.48	0.00	0.25	NAMO
30		APR	2.8	1.61	3.23	0.018	0.003	0.018	0.05	0.05	76.4	46.8	3.22	2.8	1.60	1.60	0.123	0.075	3.27	0.00	0.04	NAMO
31		MAY	2.8	1.61	3.23	0.011	0.003	0.027	0.03	0.08	24.7	42.5	3.18	2.8	1.59	1.60	0.039	0.068	3.15	0.00		96.75%
30		JUN	2.7	1.58	3.15	0.020	0.003	0.026	0.05	0.08	16.6	39.4	3.13	2.7	1.57	1.57	0.026	0.062	3.09	0.00		94.31%
31		JUL	2.7	1.56	3.09	0.014	0.003	0.027	0.04	0.08	16.8	37.1	3.05	2.7	1.54	1.55	0.026	0.057	3.02	0.00		91.24%
31		AUG	2.6	1.53	3.02	0.014	0.003	0.030	0.04	0.09	24.7	41.9	2.97	2.6	1.51	1.52	0.038	0.064	2.94	0.00		88.11%
30		SEP	2.6	1.50	2.94	0.011	0.003	0.030	0.03	0.09	47.8	46.9	2.88	2.5	1.48	1.49	0.071	0.070	2.89	0.00		85.84%
31		OCT	2.5	1.48	2.89	0.036	0.003	0.021	0.10	0.06	86.6	53.3	2.92	2.6	1.49	1.49	0.129	0.079	2.97	0.00		89.28%
30		NOV	2.6	1.51	2.97	0.031	0.003	0.025	0.08	0.07	83.5	52.5	2.98	2.6	1.52	1.51	0.126	0.079	3.03	0.00		91.60%
31		DEC	2.6	1.53	3.03	0.037	0.003	0.006	0.10	0.02	141.5	55.8	3.10	2.7	1.56	1.55	0.219	0.086	3.23	0.00	0.00	NAMO









31	2009	JAN	2.6	1.51	2.97	0.020	0.003	0.000	0.05	0.01	179.1	55.7	3.01	2.6	1.53	1.52	0.272	0.085	3.20	0.00	0.27 0.27 0.07	98.73%
28		FEB	2.8	1.59	3.20	0.038	0.003	0.000	0.09	0.01	186.2	50.0	3.28	2.9	1.62	1.61	0.300	0.081	3.50	0.00		NAMO
31		MAR	2.8	1.61	3.23	0.034	0.003	0.000	0.09	0.01	166.8	51.4	3.32	2.9	1.64	1.62	0.270	0.083	3.50	0.00		NAMO
30		APR	2.8	1.61	3.23	0.029	0.003	0.018	0.07	0.05	76.4	46.8	3.25	2.8	1.61	1.61	0.123	0.075	3.30	0.00		NAMO
31		MAY	2.8	1.61	3.23	0.018	0.003	0.027	0.05	0.08	24.7	42.5	3.20	2.8	1.59	1.60	0.039	0.068	3.17	0.00		97.51%
30		JUN	2.8	1.58	3.17	0.011	0.003	0.026	0.03	0.08	16.6	39.4	3.12	2.7	1.57	1.58	0.026	0.062	3.09	0.00		94.16%
31		JUL	2.7	1.55	3.09	0.010	0.003	0.027	0.03	0.08	16.8	37.1	3.03	2.7	1.53	1.54	0.026	0.057	3.00	0.00		90.63%
31		AUG	2.6	1.52	3.00	0.008	0.003	0.030	0.02	0.09	24.7	41.9	2.94	2.6	1.50	1.51	0.037	0.063	2.91	0.00		86.90%
30		SEP	2.6	1.49	2.91	0.008	0.003	0.030	0.02	0.09	47.8	46.9	2.85	2.5	1.47	1.48	0.071	0.069	2.85	0.00		84.31%
31		OCT	2.5	1.47	2.85	0.010	0.003	0.021	0.03	0.06	86.6	53.3	2.81	2.5	1.46	1.46	0.127	0.078	2.86	0.00		84.82%
30		NOV	2.5	1.47	2.86	0.020	0.003	0.025	0.05	0.07	83.5	52.5	2.84	2.5	1.47	1.47	0.123	0.077	2.89	0.00		85.90%
31		DEC	2.5	1.48	2.89	0.042	0.003	0.006	0.11	0.02	141.5	55.8	2.98	2.6	1.51	1.50	0.212	0.084	3.10	0.00		94.77%
31	2010	JAN	2.7	1.56	3.10	0.068	0.003	0.000	0.18	0.01	179.1	55.7	3.28	2.8	1.62	1.59	0.285	0.089	3.47	0.00	0.24	NAMO
28		FEB	2.8	1.61	3.23	0.072	0.003	0.000	0.17	0.01	186.2	50.0	3.40	2.9	1.67	1.64	0.305	0.082	3.62	0.00	0.39	NAMO
31		MAR	2.8	1.61	3.23	0.062	0.003	0.000	0.17	0.01	166.8	51.4	3.39	2.9	1.66	1.63	0.272	0.084	3.58	0.00	0.35	NAMO
30		APR	2.8	1.61	3.23	0.034	0.003	0.018	0.09	0.05	76.4	46.8	3.27	2.8	1.62	1.61	0.123	0.075	3.31	0.00	0.08	NAMO
31		MAY	2.8	1.61	3.23	0.018	0.003	0.027	0.05	0.08	24.7	42.5	3.20	2.8	1.59	1.60	0.039	0.068	3.17	0.00	97.47%	
30		JUN	2.8	1.58	3.17	0.013	0.003	0.026	0.03	0.08	16.6	39.4	3.13	2.7	1.57	1.58	0.026	0.062	3.09	0.00	94.24%	
31		JUL	2.7	1.56	3.09	0.009	0.003	0.027	0.02	0.08	16.8	37.1	3.03	2.7	1.53	1.54	0.026	0.057	3.00	0.00	90.62%	
31		AUG	2.6	1.52	3.00	0.007	0.003	0.030	0.02	0.09	24.7	41.9	2.93	2.6	1.50	1.51	0.037	0.063	2.91	0.00	86.80%	
30		SEP	2.5	1.49	2.91	0.007	0.003	0.030	0.02	0.09	47.8	46.9	2.84	2.5	1.47	1.48	0.071	0.069	2.84	0.00	84.05%	
31		OCT	2.5	1.47	2.84	0.010	0.003	0.021	0.03	0.06	86.6	53.3	2.81	2.5	1.45	1.46	0.126	0.078	2.85	0.00	84.55%	
30		NOV	2.5	1.47	2.85	0.011	0.003	0.025	0.03	0.07	83.5	52.5	2.81	2.5	1.45	1.46	0.122	0.077	2.86	0.00	84.62%	
31		DEC	2.5	1.47	2.86	0.019	0.003	0.006	0.05	0.02	141.5	55.8	2.88	2.5	1.48	1.48	0.209	0.082	3.01	0.00	90.87%	
31	2011	JAN	2.6	1.53	3.01	0.045	0.003	0.000	0.12	0.01	179.1	55.7	3.12	2.7	1.57	1.55	0.277	0.086	3.31	0.00	0.08	NAMO
28		FEB	2.8	1.61	3.23	0.093	0.003	0.000	0.23	0.01	186.2	50.0	3.45	3.0	1.68	1.64	0.306	0.082	3.67	0.00	0.44	NAMO
31		MAR	2.8	1.61	3.23	0.071	0.003	0.000	0.19	0.01	166.8	51.4	3.41	3.0	1.67	1.64	0.273	0.084	3.60	0.00	0.37	NAMO
30		APR	2.8	1.61	3.23	0.053	0.003	0.018	0.14	0.05	76.4	46.8	3.31	2.9	1.63	1.62	0.124	0.076	3.36	0.00	0.13	NAMO
31		MAY	2.8	1.61	3.23	0.028	0.003	0.027	0.07	0.08	24.7	42.5	3.22	2.8	1.60	1.60	0.040	0.068	3.20	0.00	98.51%	
30		JUN	2.8	1.59	3.20	0.016	0.003	0.026	0.04	0.08	16.6	39.4	3.16	2.8	1.58	1.59	0.026	0.062	3.13	0.00	95.68%	
31		JUL	2.7	1.57	3.13	0.012	0.003	0.027	0.03	0.08	16.8	37.1	3.08	2.7	1.55	1.56	0.026	0.058	3.05	0.00	92.41%	
31		AUG	2.7	1.54	3.05	0.009	0.003	0.030	0.02	0.09	24.7	41.9	2.98	2.6	1.52	1.53	0.038	0.064	2.96	0.00	88.79%	
30		SEP	2.6	1.51	2.96	0.015	0.003	0.030	0.04	0.09	47.8	46.9	2.91	2.6	1.49	1.50	0.072	0.070	2.91	0.00	86.90%	
31		OCT	2.6	1.49	2.91	0.015	0.003	0.021	0.04	0.06	86.6	53.3	2.89	2.5	1.48	1.49	0.129	0.079	2.94	0.00	87.97%	
30		NOV	2.6	1.50	2.94	0.016	0.003	0.025	0.04	0.07	83.5	52.5	2.91	2.5	1.49	1.49	0.125	0.078	2.95	0.00	88.66%	
31		DEC	2.6	1.51	2.95	0.030	0.003	0.006	0.08	0.02	141.5	55.8	3.01	2.6	1.53	1.52	0.214	0.085	3.14	0.00	96.25%	
31	2012	JAN	2.7	1.57	3.14	0.031	0.003	0.000	0.08	0.01	179.1	55.7	3.22	2.8	1.60	1.59	0.284	0.088	3.41	0.00	0.18	NAMO
28		FEB	2.8	1.61	3.23	0.074	0.003	0.000	0.18	0.01	186.2	50.0	3.40	2.9	1.67	1.64	0.305	0.082	3.63	0.00	0.39	NAMO
31		MAR	2.8	1.61	3.23	0.054	0.003	0.000	0.14	0.01	166.8	51.4	3.37	2.9	1.65	1.63	0.272	0.084	3.56	0.00	0.32	NAMO
30		APR	2.8	1.61	3.23	0.060	0.003	0.018	0.15	0.05	76.4	46.8	3.33	2.9	1.64	1.62	0.124	0.076	3.38	0.00	0.15	NAMO
31		MAY	2.8	1.61	3.23	0.026	0.003	0.027	0.07	0.08	24.7	42.5	3.22	2.8	1.60	1.60	0.040	0.068	3.19	0.00	98.33%	
30		JUN	2.8	1.59	3.19	0.019	0.003	0.026	0.05	0.08	16.6	39.4	3.16	2.8	1.58	1.59	0.026	0.062	3.13	0.00	95.78%	
31		JUL	2.7	1.57	3.13	0.013	0.003	0.027	0.03	0.08	16.8	37.1	3.08	2.7	1.55	1.56	0.026	0.058	3.05	0.00	92.58%	
31		AUG	2.7	1.54	3.05	0.009	0.003	0.030	0.02	0.09	24.7	41.9	2.99	2.6	1.52	1.53	0.038	0.064	2.96	0.00	88.93%	
30		SEP	2.6	1.51	2.96	0.013	0.003	0.030	0.03	0.09	47.8	46.9	2.91	2.5	1.49	1.50	0.072	0.070	2.91	0.00	86.85%	
31		OCT	2.6	1.49	2.91	0.013	0.003	0.021	0.03	0.06	86.6	53.3	2.88	2.5	1.48	1.49	0.129	0.079	2.93	0.00	87.68%	
30		NOV	2.6	1.50	2.93	0.017	0.003	0.025	0.04	0.07	83.5	52.5	2.90	2.5	1.49	1.49	0.125	0.078	2.95	0.00	88.46%	
31		DEC	2.6	1.50	2.95	0.032	0.003	0.006	0.08	0.02	141.5	55.8	3.01	2.6	1.53	1.52	0.214	0.085	3.14	0.00	96.20%	

