

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**“SIMULACIÓN HIDROLÓGICA DEL SISTEMA REGULADO PARA  
EVALUAR LAS REGLAS DE OPERACIÓN QUE PERMITAN UN  
MANEJO ADECUADO DE LA CUENCA JEQUETEPEQUE”**

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

**JOEL ROSTAIL NAUPARI ASENCIOS**

**LIMA – PERÚ**

**2020**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA**

**“SIMULACIÓN HIDROLÓGICA DEL SISTEMA REGULADO PARA  
EVALUAR LAS REGLAS DE OPERACIÓN QUE PERMITAN UN  
MANEJO ADECUADO DE LA CUENCA JEQUETEPEQUE”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TITULO DE:

**INGENIERO AGRÍCOLA**

Presentado por:

**JOEL ROSTAIL NAUPARI ASENCIOS**

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

Dr. NÉSTOR MONTALVO ARQUÍNIGO  
Presidente

Mg.Sc. GONZALO RAMCES FANO MIRANDA  
Asesor

Dr. EDUARDO ABRAHAM CHAVARRI VELARDE  
Miembro

Ing. JAIME EDUARDO VASQUEZ CÁCERES  
Miembro

LIMA – PERU

2020

## **DEDICATORIA**

A mis padres Rostail Ali Naupari Huaranga e Imna Mencia Asencios Vidal, que sin su apoyo incondicional nada de esto hubiera sido posible.

## ÍNDICE GENERAL

<b>I. PRESENTACIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Funciones desempeñadas .....	1
1.2. Aspectos propios de la puesta en práctica .....	4
<b>II. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>6</b>
<b>III. OBJETIVOS</b> .....	<b>7</b>
3.1. Objetivo principal.....	7
3.2. Objetivos específicos.....	7
<b>IV. METODOLOGÍA</b> .....	<b>8</b>
4.1. Revisión de literatura.....	8
4.1.1. Ciclo hidrológico.....	8
4.1.2. Modelos hidrológicos .....	9
4.1.3. Análisis y modelamiento de los sistemas hidrológicos .....	9
4.1.4. Clasificación de los modelos hidrológicos.....	10
4.1.5. Componentes del modelo .....	12
4.1.6. Sistema informático RS MINERVE .....	13
4.1.7. Indicadores estadísticos de bondad de ajuste .....	22
4.1.8. Calibración .....	27
4.2. Cuerpo de trabajo .....	28
4.2.1. Situaciones problemáticas .....	28
4.2.2. Solución a las situaciones problemáticas .....	29
4.2.3. Materiales .....	35
4.2.4. Análisis exploratorio de datos pluviométricos .....	40
4.2.5. Estaciones hidrométricas.....	49
4.2.6. Determinación de subcuencas .....	55
4.2.7. Modelación hidrológica.....	59
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>63</b>
5.1. Conclusiones .....	63
5.2. Recomendaciones.....	64
<b>VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>65</b>
<b>VII. ANEXOS</b> .....	<b>67</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Parámetros SOCONT .....	15
Tabla 2: Parámetros HBV.....	18
Tabla 3: Parámetros HBV.....	19
Tabla 4: Parámetros HBV.....	22
Tabla 5: Indicadores de bondad con sus valores referenciales.....	27
Tabla 6: Características morfológicas de la cuenca Jequetepeque .....	33
Tabla 7: Temperatura media mensual en °C .....	36
Tabla 8: Temperatura máxima mensual en °C .....	37
Tabla 9: Temperatura mínima mensual en °C.....	37
Tabla 10: Humedad Relativa mensual en % .....	38
Tabla 11: Velocidad de Viento mensual en % .....	38
Tabla 12: Horas Sol mensual en %.....	39
Tabla 13: Horas Sol mensual en %.....	39
Tabla 14: Evapotranspiración Total (mm/mes).....	40
Tabla 15: Registros Pluviométricos.....	41
Tabla 16: Registro Histórico de la serie de precipitación 1965 al 2014.....	42
Tabla 17: Subcuencas determinadas mediante el método pfaftetter .....	57
Tabla 18: Cuadro de resumen.....	61

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Organigrama de la Unidad Ejecutora Fondo Sierra Azul. ....	2
Figura 2: La cuenca como sistema hidrológico. ....	10
Figura 3: Clasificación de los modelos hidrológicos.....	12
Figura 4: MODELO SOCONT.....	15
Figura 5: MODELO HBV .....	17
Figura 6: MODELO GR4J .....	19
Figura 7: MODELO SAC.SMA .....	21
Figura 8: Ubicación del área de estudio de la cuenca Jequetepeque. ....	31
Figura 9: Curva hipsométrica y altitud de la UH Jequetepeque .....	34
Figura 10: Polígono de frecuencias de la UH Jequetepeque .....	34
Figura 11: Perfil de cauce Principal – Río Jequetepeque .....	34
Figura 12: Ubicación de estaciones climáticas en la cuenca Jequetepeque. ....	35
Figura 13: Ubicación de Unidades Hidrográfica.....	58
Figura 14: Datos de entrada al modelo SOCON. ....	60
Figura 15: Esquema del modelo hidrológico Jequetepeque. ....	61
Figura 16: Histograma de caudal referencia y simulado 2005 - 2008.....	62
Figura 17: Histograma de caudal referencia y simulado 2008 – 2014. ....	62

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Generación de caudales medios en las subcuencas .....	67
--	----

# I. PRESENTACIÓN

## 1.1. Funciones desempeñadas

Debido a la problemática del cambio climático han trastocado el comportamiento del ciclo hidrológico, la cual origina una desigual distribución de precipitación pluvial en tiempo y espacio, traduciéndose en precipitaciones intensas en periodos cortos de pocos meses; provocando periodos de estiaje; por lo que, se busca estrategias para retener dichas aguas en las épocas de mayor precipitación dentro de una cuenca hidrográfica.

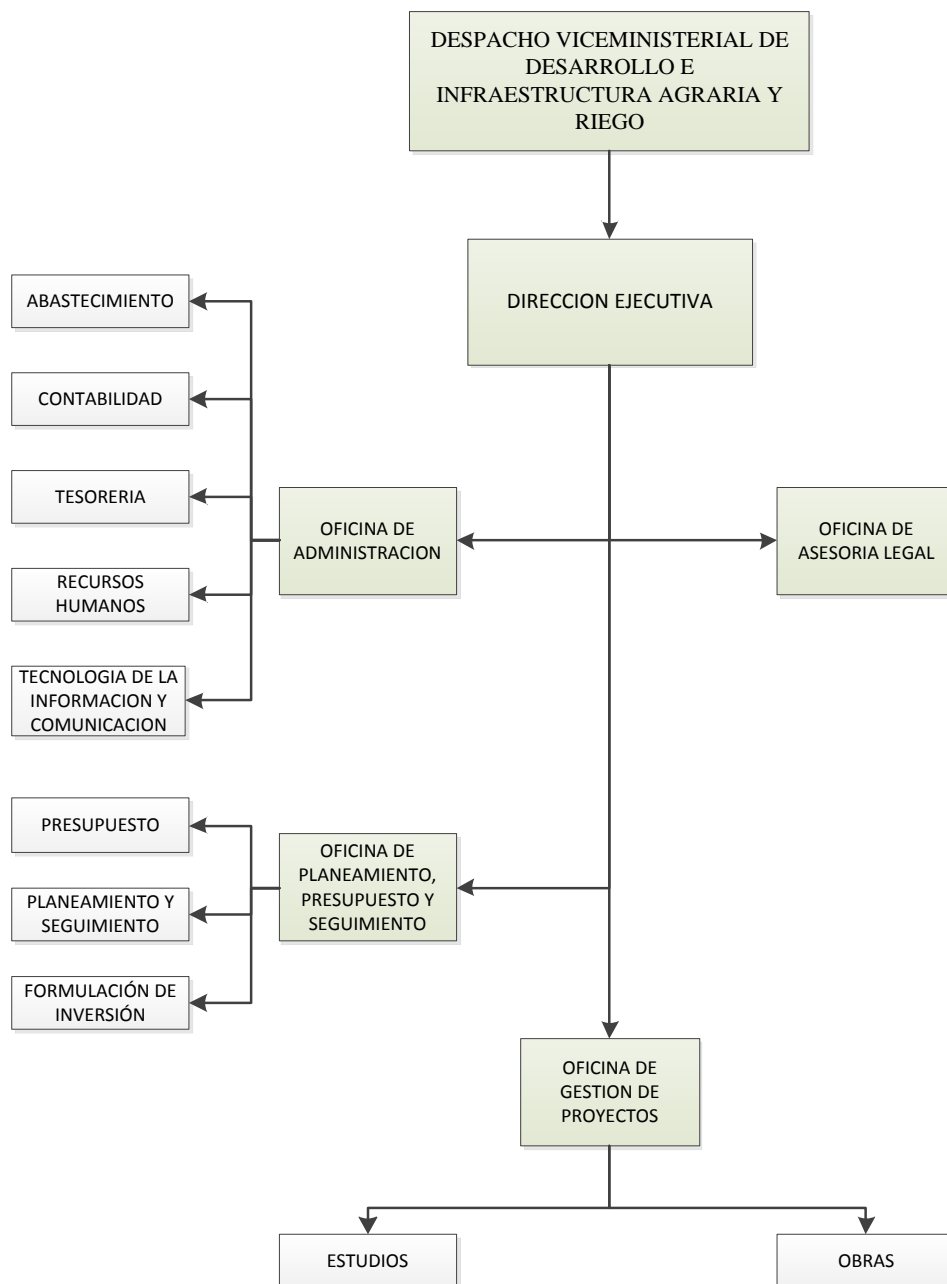
La Unidad Ejecutora 036-001634 “Fondo Sierra Azul” (UEFSA) tiene como finalidad mejorar la disponibilidad (cantidad y calidad) de los recursos hídricos, a partir de la reducción de las brechas de superficie sin condiciones para captura de agua, además de brindar de un mayor acceso al uso del mismo, para la agricultura familiar, contribuyendo con la reducción de la pobreza y la pobreza extrema del país.

Las líneas de acción de la UEFSA es la siembra y cosecha de agua. Para la cosecha de agua se cuenta con la construcción de qochas (pequeños depósitos de agua ubicadas en las cabeceras de cuenca que retienen y represan agua de lluvia), que por su lenta infiltración permiten recargar aguas subterráneas y mantener “manante” de agua más abajo; zanjas de infiltración (canales de tierra en terrenos de ladera), las cuales son construidos siguiendo las curvas de nivel del terreno teniendo como objetivo captar el agua durante las intensas precipitaciones las cuales se infiltraran y permitirán recargar aguas abajo; reforestación y revegetación con especies nativas “llamadoras de agua”; protección de bofedales y praderas; y la reactivación de Amunas. En cuanto a la Cosecha de agua se plasmará en la elaboración de Microreservorios y el Riego Tecnificado en pequeñas parcelas.

La Unidad Ejecutora 036-001634 “Fondo Sierra Azul”, es parte del Despacho Viceministerial de Desarrollo e Infraestructura Agraria y Riego, del Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI).



Organizacionalmente se estructura empezando por la Dirección Ejecutiva, la Oficina de Administración, la Oficina de Asesoría Legal, la Oficina de Planeamiento, presupuesto y seguimiento, la Oficina de Gestión de Proyectos la cual se subdivide en el Área de Estudios, encargada de realizar la formulación de proyectos, y el Área de Obras, encargada de la ejecución de los proyectos formulados (Ver Figura 1).



**Figura 1: Organigrama de la Unidad Ejecutora Fondo Sierra Azul.**

FUENTE: Elaboración propia

Con fecha 12.08.2019 inicié mis labores en la UEFSA, específicamente en el Área de Estudios de la Oficina de Gestión de Proyectos como asistente administrativo, para posteriormente realizar distintas actividades dentro del Equipo Técnico para la formulación de los proyectos de siembra y cosecha de agua.

Dentro de las principales funciones que realicé dentro del Área de Estudios de la UEFSA tenemos lo siguiente:

- Apoyo Administrativo en la formulación de los proyectos de siembra y cosecha de agua.
- Dibujo Técnico de los detalles que conllevan a la formulación de los Expedientes Técnicos.
- Procesamiento de datos producto de los levantamientos topográficos del área en estudio para la formulación de los expedientes Técnicos.
- Modelamiento de los diques de tierra en el software AutoCAD CIVIL 3D para la generación de los volúmenes de corte y relleno.
- Determinación de la disponibilidad hídrica superficial en los puntos de interés de las gochas y los caudales máximos de diseño para un periodo de retorno de 100 años.

Actualmente, debido al reordenamiento del Equipo Técnico dentro de la Oficina de Gestión de Proyectos, se me asignaron nuevas funciones como parte del Área de Obras (Ejecución de Proyectos), para la cual vengo desempeñando las siguientes funciones:

- Sistematización y control de los requerimientos y saldos de insumos para la ejecución de los proyectos de siembra y cosecha de agua.
- Redacción de actas y convenios con las autoridades locales y/o regionales, necesarias para el inicio de las obras.
- Coordinación con el Equipo Técnico que vienen ejecutando los proyectos en las distintas regiones del país.

Dentro de las labores más interesantes que realicé dentro del equipo técnico fue la elaboración de estudios hidrológicos, teniendo muchas dificultades por la falta de información en los puntos de interés que están ubicados en las cabeceras de cuenca si bien se sabe son cuencas no instrumentadas la cual se requiere de otros métodos para determinar los cálculos hidrológicos necesarios, y como profesional he tenido este reto de indagar y dar

solución y aumentar mis conocimientos dentro del campo temático de la hidrología.

Por lo tanto, el presente Trabajo de Suficiencia Profesional tiene por finalidad realizar una simulación hidrológica de la cuenca del río Jequetepeque, la cual busca recopilar, completar y extender la información meteorológica e hidrométrica de la misma para disponer de una data consistente durante las labores realizadas en el área de estudios dentro de la Oficina de Gestión de Proyectos de la Unidad Ejecutora 036-001634 “Fondo Sierra Azul”.

## **1.2. Aspectos propios de la puesta en práctica**

Dentro de mi experiencia laboral desempeñado como bachiller en Ciencias - Ingeniería Agrícola lo inicié en diciembre del 2015 hasta diciembre del 2016 en la empresa CONSA INFRAESTRUCTURAS Y PROYECTOS S.A.C como Asistente en ingeniería en la elaboración de proyectos de inversión y formulación de expedientes técnicos para entidades del Estado, luego durante enero de 2017 hasta julio de 2018 me desempeñé como Asistente en Ingeniería en la empresa R-DELTAC S.A.C., la cual se dedica a la elaboración y ejecución de proyectos de Riego Tecnificado y Jardinería para empresas privadas y entidades del estado, posteriormente me incorpore a la empresa ZAFYR INFRAESTRUCTURAS S.A.C durante los meses de octubre de 2018 hasta julio 2019 bajo el cargo de Técnico en Topografía en una consultoría realizada para SEDAPAL; finalmente me incorporé al Equipo Técnico de la Unidad Ejecutora 036-001634 “Fondo Sierra Azul” desde agosto del 2019 hasta la actualidad, perteneciendo al Área de Estudios y Ejecución de los proyectos en Siembra y Cosecha de Agua.

En cuanto a los aspectos técnicos aplicados en los trabajos desempeñados anteriormente descrito, 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, la cual mediante levantamientos topográficos con equipos geodésicos (Estación total, GPS-Diferencial, etc.), logramos acercarnos adecuarnos a la realidad requerida para posteriormente procesar y plantear una alternativa viable a la problemática surgida, con la finalidad de contribuir una solución.
- 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.

- Se aplicó los conocimientos adquiridos en Ingeniería de Riegos II y Estructuras Hidráulicas I; puesto que, al pertenecer a una empresa dedicada a la elaboración y ejecución de Proyectos de Riegos, busca solucionar el aprovechamiento de los recursos hídricos, en donde a través de la oferta y demanda se obtiene la solución óptima. Una de ellas son los sistemas de riego por goteo, microaspersión y aspersión, dependiendo del balance y calidad hídrica se verá la necesidad de plantear estructuras de transporte de sedimentos, embalsamiento, disipadores de energía.
- En cuanto a la Hidrología he tenido la oportunidad de plasmar los conocimientos adquiridos en casos prácticos realizando estudios hidrológicos para sistemas de riego, determinando la disponibilidad hídrica en base al balance hidrológico.
- Manejo de base de datos con el Sistema Integrado de Gestión Administrativa (SIGA).

## **II. INTRODUCCIÓN**

En el Perú el mal manejo de los recursos hídricos es un tema que está tomando cada vez más importancia y relevancia, pues su escasez en cantidad, calidad y oportunidad es más notoria; por lo que conocer los volúmenes de agua y funcionamiento hidrológico existentes en una región es de suma importancia, ya que este se puede aplicar a la producción de energía eléctrica, abastecimiento de agua, disposición de aguas residuales, riego, control de inundaciones, diseño de estructuras hidráulicas y drenajes, entre otras funciones.

La hidrología de una región está regida por su clima, vegetación, topografía y geología, aunque las actividades anómalas alteran el funcionamiento natural del ciclo hidrológico y su equilibrio. Si bien, el volumen total de agua en movimiento permanece constante, su distribución cambia continuamente en continentes, regiones y cuencas locales de escurrimiento.

En la actualidad, existen múltiples métodos y modelos de estimación que permiten cuantificar la oferta hídrica de una cuenca. Uno de estos modelos de estimación es el sistema informático RS MINERVE, el cual cuenta con los modelos hidrológicos de lluvia – escorrentía, como GSM, SOCONT, SAC – SMA, GR4J Y VHB.

El presente estudio pretende realizar un modelamiento hidrólogo en la cuenca del río Jequetepeque, para así poder evaluar y cuantificar los recursos hídricos en cantidad y oportunidad y establecer escenarios reales y futuras que sirva como base para el aprovechamiento del recurso hídrico que es fundamental para todo ser vivo.

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo principal**

Simular la hidrología del sistema regulado de la cuenca del río Jequetepeque para la evaluación de reglas de operación a través de un sistema informático que permita un manejo adecuado de la cuenca del río Jequetepeque.

#### **3.2. Objetivos específicos**

- Caracterizar la morfometría de la cuenca a fin de asociar con la respuesta lluvia - escorrentía, los patrones de recarga y descarga y sus posibles variaciones con respecto al régimen hidrológico.
- Analizar, recopilar, completar y extender la información meteorológica e hidrológica de la cuenca Jequetepeque para disponer de una información consistente.
- Modelación hidrológica de la cuenca del río Jequetepeque utilizando el software RS MINERVE, e estimar la disponibilidad hídrica superficial en las subcuencas y en los puntos de interés de la siembra y cosecha de agua.

## **IV. METODOLOGÍA**

### **4.1. Revisión de literatura**

#### **4.1.1. Ciclo hidrológico**

Según Fattorelli y Fernandez (2011), definen 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. 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 escorrentía superficial se presenta siempre que

hay precipitación y termina poco después de haber terminado la precipitación. 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.

#### **4.1.2. Modelos hidrológicos**

Recientemente los modelos matemáticos están desarrollando las tareas más importantes en la solución de problemas hidrológicos (UNESCO 1985). Rosenblueth y Wiener (1945) dicen que “Ninguna parte sustancial del universo es tan simple que puede ser captado y controlado sin abstracción. La abstracción consiste en la sustitución de las partes del universo bajo la consideración de un modelo de estructura similar pero más simple.

Modelos formales por un lado y los modelos materiales por otro, son una necesidad central del procedimiento científico”

La mayoría de los sistemas hidrológicos son extremadamente complejos, y no se puede esperar comprenderlos al detalle, por lo tanto, la abstracción es necesaria si se quiere comprender o controlar algunos aspectos de su comportamiento. De hecho, el hombre ha encontrado a través de experiencia que entender y predecir el comportamiento de una parte significativa de su entorno requiere la abstracción.

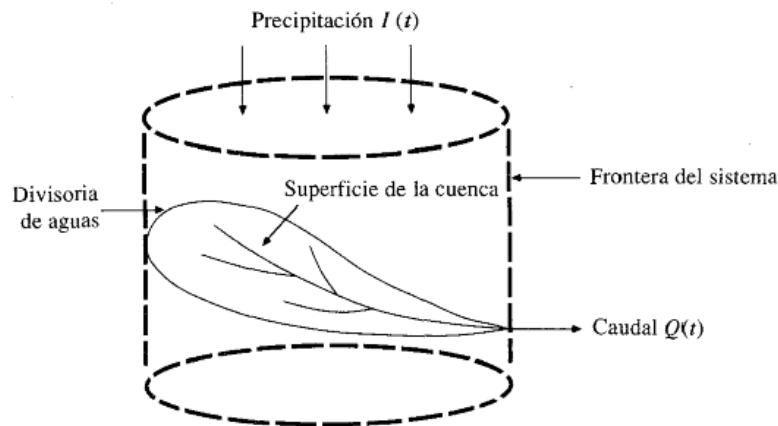
Los objetivos principales de los modelos de cuencas son de obtener una mejor comprensión de los fenómenos hidrológicos que operan en un área de captación y de cómo los cambios en la cuenca pueden afectar a estos fenómenos, otro de los objetivos es la generación de secuencias sintéticas de datos hidrológicos para el diseño de instalaciones o para su uso en el pronóstico.

#### **4.1.3. Análisis y modelamiento de los sistemas hidrológicos**

La cuenca se puede considerar como un sistema hidrológico. El límite del sistema se dibuja alrededor de la cuenca mediante la proyección de la divisoria de aguas (*divortium aquarum*) La lluvia es la entrada, distribuida en el espacio sobre el plano superior, el caudal es la salida. La evaporación y el flujo subterráneo también son salidas. Al utilizar el concepto de sistema,



el esfuerzo se dirige a la construcción de un modelo que relaciona las entradas y salidas, en lugar de la extremadamente difícil tarea de representación exacta de los detalles del sistema, que puede no ser significativo desde el punto de vista práctico, sin embargo, el conocimiento del sistema físico ayuda en el desarrollo de un buen modelo y la verificación de su exactitud. En la Figura 2 se presenta una cuenca hidrográfica representada como sistema con sus variables de entrada y salida.



**Figura 2: La cuenca como sistema hidrológico.**

FUENTE: Chow *et al.* (1988)

#### **4.1.4. Clasificación de los modelos hidrológicos**

##### **4.1.4.1. Modelos materiales**

Un modelo material (también llamado un modelo físico), es la representación del sistema real por otro sistema, que tiene propiedades similares, pero es mucho más fácil trabajar con ellos. Los modelos materiales pueden ser clasificados como modelos a escala o “similares”, y modelos analógicos. Un modelo de escala representa el sistema en una escala reducida y tiene un parecido físico al sistema prototipo. Ejemplos de esta clase pueden incluir cuencas de laboratorio, el modelo hidráulico de un aliviadero de la presa, simuladores de lluvia, etc.

##### **4.1.4.2. Modelos formales**

Un modelo formal o modelo abstracto, es una expresión simbólica en términos lógicos de una situación idealizada relativamente simple, compartiendo las propiedades estructurales del sistema original. Los modelos simbólicos pueden expresarse de diversas maneras.

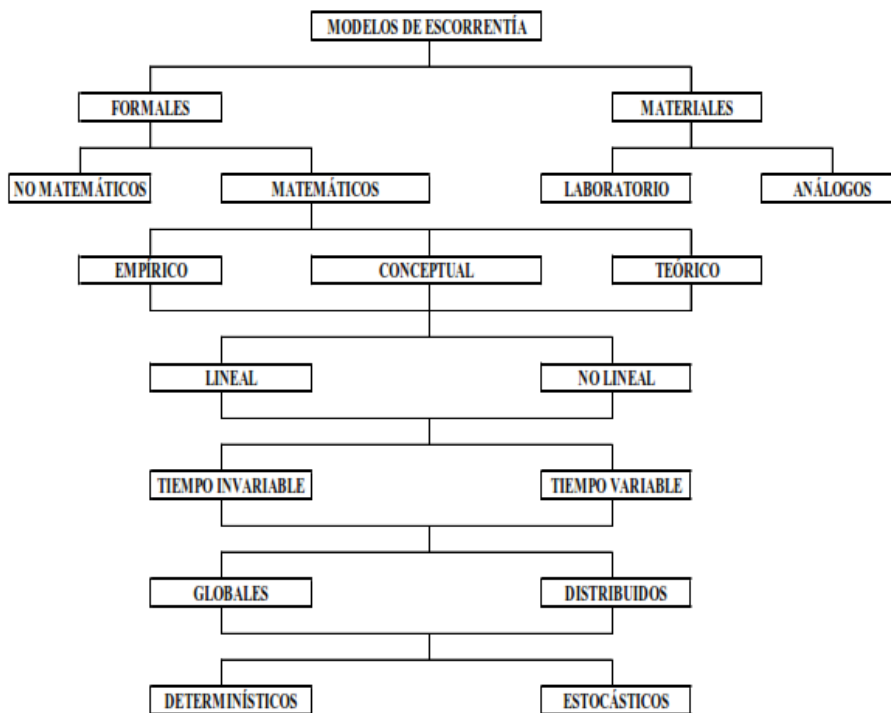
#### **4.1.4.3. Modelo matemático**

Expresa el comportamiento del sistema por un conjunto de ecuaciones, tal vez junto con los estados lógicos que expresan las relaciones entre las variables y parámetros. Un modelo matemático consiste en varios componentes, cada uno describe cierta fase o fases del ciclo hidrológico. Este puede ser de tres tipos: teórico, conceptual y empírico. Los modelos teóricos y empíricos son exactamente opuestos en significado.

En la práctica del modelo de cuenca hay cuatro tipos generales de modelos matemáticos se reconocen comúnmente como: (1) determinísticos; (2) probabilísticos; (3) conceptuales y (4) paramétricos.

1. Los modelos determinísticos son formulados siguiendo fórmulas de la física y-o procesos químicos descritos por ecuaciones diferenciales. Un modelo determinístico es formulado en términos de un grupo de variables y parámetros y ecuaciones relacionadas a ellos. Un modelo determinístico implica una relación causa – efecto entre los valores de los parámetros elegidos.
2. Los modelos probabilísticos son exactamente lo opuesto en significado a los modelos determinísticos. UN modelo probabilístico se formula siguiendo las leyes del azar o probabilidad. Los modelos probabilísticos son de dos tipos: (1) estadísticos, y (2) estocásticos. Los modelos estadísticos tratan con ejemplos observados, mientras que los modelos estocásticos con la estructura del azar observada en ciertas series hidrológicas temporales – por ejemplo, flujos diarios de corriente en cuencas de tamaño medio. El desarrollo de modelos estadísticos requiere invariablemente el uso de datos; los modelos estocásticos enfatizan sobre las características estocásticas de los procesos hidrológicos.
3. Los modelos conceptuales son representaciones simplificadas de los procesos físicos, usualmente recaen sobre descripciones matemáticas (ya sean en forma algebraica o por ecuaciones diferenciales ordinarias), que simulan procesos complejos basándose en unas pocas claves de parámetros conceptuales. El uso extensivo de los modelos conceptuales en la ingeniería hidrológica refleja la complejidad inherente del fenómeno y la incapacidad practica de considerar los componentes determinísticos en todas las instancias. De allí que los modelos conceptuales son sustitutos útiles y prácticos para los modelos determinísticos.

4. Los modelos paramétricos (esto es: empírico, o caja negra) son los más simples de todas las propuestas de modelado. Como su nombre indica, el énfasis de los modelos paramétricos está en los parámetros empíricos en los que estaba basada la solución. Usualmente, un modelo paramétrico consiste en una ecuación (o ecuaciones) algebraica que contiene un o más parámetros a ser determinados por el análisis de datos y otro medio empírico. La aplicabilidad de los modelos paramétricos está restringida al rango de datos utilizados en la determinación de parámetros está restringida al rango de datos utilizados en la determinación de los valores de los parámetros. Los modelos paramétricos son útiles cuando los modelos conceptuales, determinísticos o probabilísticos no son prácticos o son demasiado caro. En la figura 3 se presenta la clasificación de los modelos hidrológico.



**Figura 3: Clasificación de los modelos hidrológicos.**

FUENTE: Singh (1988)

#### 4.1.5. Componentes del modelo

##### 4.1.5.1. Precipitación

La precipitación, ya sea como lluvia o como nieve, es el proceso que guía el modelado de una cuenca. El escurrimiento de superficie es una consecuencia directa del exceso de lluvia y-o del deshielo de la nieve. La lluvia puede ser descrita en los siguientes términos:

intensidad, duración, profundidad, frecuencia, distribución temporal, distribución espacial, y corrección de área.

#### **4.1.5.2. Abstracciones hidrológicas**

Las abstracciones hidrológicas son los procesos físicos que actúan para reducir la precipitación total a precipitación efectiva. Eventualmente, la precipitación efectiva va a constituir el escurrimiento de superficie. Hay varios procesos por los cuales la precipitación es abstraída por la cuenca. Entre ellos, aquellos que interesan a la ingeniería hidrológica son los siguientes: intercepción, infiltración almacenaje de superficie, evaporación y evapotranspiración.

#### **4.1.5.3. Escurrimiento**

Se reconocen dos modos diferentes de escurrimiento con propósitos de modelación: escurrimiento en la cuenca y escurrimiento en el canal de corriente. El escurrimiento de cuenca tiene características tridimensionales, pero eventualmente este tipo de escurrimiento se concentra a la salida de la cuenca. Después de abandonar la cuenca el escurrimiento entra a la red del canal donde se vuelve un flujo corriente del canal. A diferencia del escurrimiento de cuenca, la marcada orientación longitudinal del flujo de corriente del canal generalmente justifica asumirlo unidimensional.

#### **4.1.6. Sistema informático RS MINERVE**

RS MINERVE es un sistema informático que sirve para la simulación de la formación de la escorrentía superficial y el flujo de propagación. Modela redes hidrológicas e hidráulicas complejas de acuerdo con un esquema conceptual semidistribuido, además de los procesos hidrológicos particulares tales como el deshielo, derretimiento de los glaciares, el flujo superficial y subterránea, los elementos de control hidráulico (por ejemplo, puertas, aliviaderos, desvíos, cruces turbinas y bombas) también están incluidos.

El análisis global de una red hidrológica – hidráulica es esencial en numerosas situaciones de toma de decisiones, tales como la gestión o planificación de los recursos hídricos, la optimización de las operaciones de la planta de energía hidroeléctrica, el diseño y la regulación de los canales de desagüe o el desarrollo de conceptos apropiados de protección

contra inundaciones. El sistema informático puede ser desarrollado y adaptado a las necesidades o problemas específicos.

RS MINERVE contiene diferentes modelos hidrológicos de lluvia – escorrentía, como GSM; SOCONT, SAC – SMA, GR4J y VHB. La combinación de los modelos de estructuras hidráulicas (embalses, turbinas, aliviaderos), también puede reproducir los esquemas hidroeléctricos complejos. Un modelo de energía hidroeléctrica calcula la altura de la red, las pérdidas de cargas lineales, y proporciona valores de producción de energía y el ingreso total basado en el rendimiento de la turbina y el precio de venta de la energía. Un modelo de consumo calcula el déficit de agua para usos consuntivos de ciudades, industrias y/o la agricultura. Un modelo de eficiencia de la estructura calcula las pérdidas de descarga en una estructura como un canal o un tubo, considerando un coeficiente de eficiencia sencilla.

#### **4.1.6.1. Modelo SOCONT**

El modelo SOCONT (Soil Contribution), fue desarrollado por Consuegra & Vez (1996). Este modelo articula en serie a tres modelos hidrológicos de menor complejidad.

El modelo Snow – GSM (Glacier Snow Melting), definido como un modelo determinístico conceptual, simula la evolución transitoria de la capa de nieve (deshielo y acumulación), como una función de la temperatura (T) y la precipitación (P), proporcionando así una precipitación equivalente (P<sub>eq</sub>), que se utiliza como entrada por el modelo GR3 (Génie Rural a 3 parametres) el cual, usa la precipitación equivalente (P<sub>eq</sub>) y la evapotranspiración potencial (ETP) y de esta manera producir una descarga de infiltración (Q<sub>GR3</sub>) y una intensidad neta (i<sub>NET</sub>). Esta última será utilizada por el modelo SWMM (Storm Water Management Model) para generar una escorrentía superficial (Q<sub>r</sub>) de modo que, al sumarse con el caudal de infiltración formaran el caudal total (Q<sub>tot</sub>).

En la Figura 4 se muestra la representación gráfica del proceso del modelo hidrológico SOCONT.

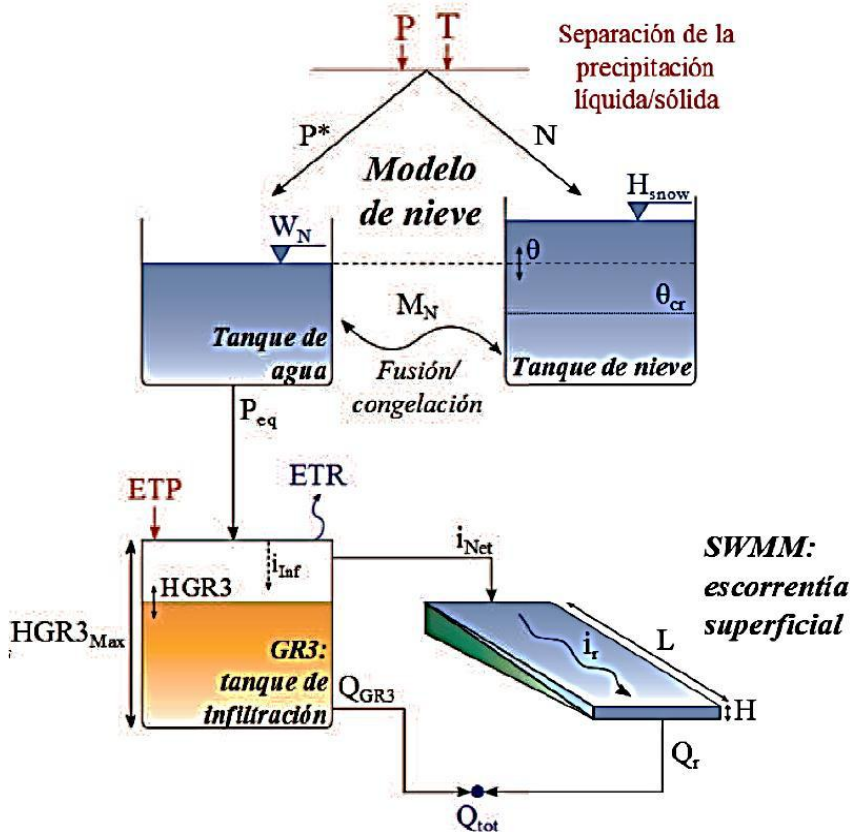


Figura 4: MODELO SOCONT.

FUENTE: Hernández *et al.* (2015)

Existen 11 parámetros para la calibración de este modelo que se muestran en la Tabla 1 y 5 variables de condiciones iniciales.

Tabla 1: *Parámetros SOCONT*

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	UNIDADES
An	Coefficiente de deshielo grados-días	mm/°C/día
ThetaCri	Contenido crítico de agua en la nieve acumulada	-
Tep1	Temperatura mínima crítica para la precipitación líquida	°C
Tep2	Temperatura máxima crítica para la precipitación sólida	°C
Tef	Temperatura crítica de deshielo	°C
bp	Coefficiente de derretimiento debido a la precipitación líquida	d/mm
HGR3Max	Altura máxima del reservorio de infiltración	mm
KGR3	Coefficiente de liberación del reservorio de infiltración	l/s
L	Longitud del plano	mm
J0	Pendiente del plano	-
Kr	Coefficiente de Strickler	m <sup>1/3</sup> /s

FUENTE: Hernández *et al.* (2015)

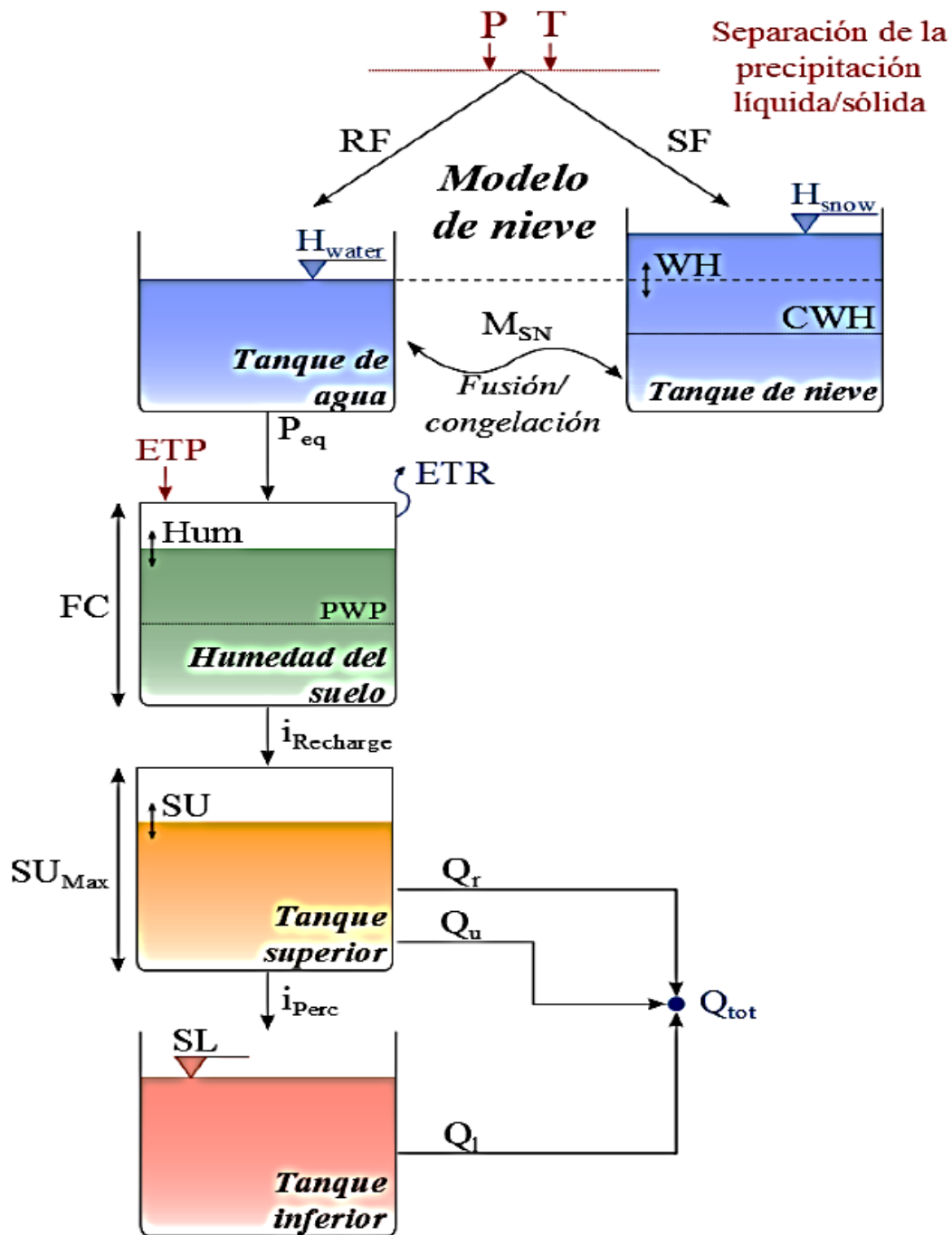
Las variables de entrada del modelo son la precipitación (P), La temperatura (T) y la evapotranspiración potencial (ETP). El valor de salida es la precipitación equivalente ( $P_{eq}$ ), la descarga de salida ( $Q_{tot}$ ), compuesto por la descarga de base ( $Q_{GR3}$ ) y la descarga de escorrentía ( $Q_r$ ), finalmente se transfiere a la salida de la sub-cuenca.

#### **4.1.6.2. Modelo HBV**

El modelo HBV (Hydrologiska Bryans Vattenbalansavdelning) es un modelo determinístico y conceptual, fue desarrollado por StenBergstrom (1992) en el instituto meteorológico e hidráulico de Suecia.

Este modelo estima la escorrentía en una cuenca a partir de los datos de precipitación (P), temperatura (T) y evapotranspiración (ETO). El modelo HBV describe el balance de agua usando tres depósitos de almacenamiento: una zona de humedad del suelo, una zona de almacenamiento superior (Flujo de tormenta sub-superficial) y una zona de almacenamiento inferior. Incluye un algoritmo para la acumulación de nieve y deshielo.

En la Figura 5 se muestra el modelo HBV



**Figura 5: MODELO HBV**

FUENTE: Hernández *et al.* (2015)

El modelo utiliza un total de 14 parámetros para la calibración que se muestran en la Tabla 2 y 5 variables en condiciones iniciales.



**Tabla 2: Parámetros HBV**

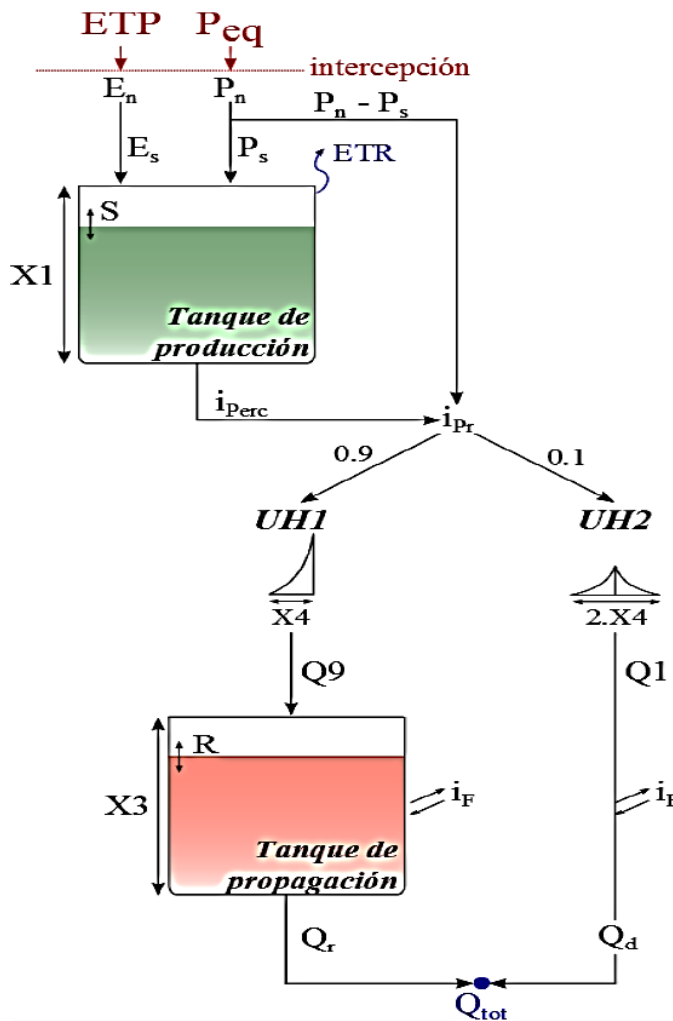
NOMBRE	DESCRIPCIÓN	UNIDADES
CFMax	Factor de deshielo	mm/°C/día
CFR	Factor de congelación	-
CWH	Contenido crítico de agua en la nieve acumulada	-
TT	Temperatura umbral de lluvia/nieve	°C
TTInt	Intervalo de temperatura para la mezcla de lluvia/nieve	°C
TTSM	Temperatura umbral para el derretimiento de la nieve	°C
Beta	Coefficiente de forma	-
FC	Máximo capacidad de almacenamiento del suelo	mm
PWP	Punto de marchitez permanente del suelo	mm
SUMax	Nivel de umbral de agua del reservorio superior	mm
Kr	Coefficiente de almacenamiento del flujo cercano a la superficie	l/d
Ku	Coefficiente de almacenamiento de interflujo	l/d
Kl	Coefficiente de almacenamiento de flujo base	l/d
Kperc	Coefficiente de almacenamiento de la percolación	l/d

FUENTE: Hernández *et al.* (2015)

#### 4.1.6.3. Modelo GR4J

El modelo GR4J (Génie Rural a 4 parametres Jorunalier) es un modelo hidrológico desarrollado en Francia (Perrin *et al.*, 2003). Es un modelo empírico, pero su estructura es similar a los modelos conceptuales. Realiza la representación de descargas medias diarias con 4 parámetros, y requiere de información de precipitación y evapotranspiración media diaria para generar series de caudales. Este modelo GR4J es una versión modificada de la última versión del modelo GR3J, originalmente propuesto por Edijatno & Michel (1989), el cual más tarde fue mejorado por Nascimento (1995) y Edijatno (1999).

El modelo GR4J cuenta con dos reservorios que se encargan de almacenar la precipitación neta y donde se producen los fenómenos de percolación e infiltración. Los procesos de precipitación sólida no se toman en cuenta en este modelo si la humedad. Los hidrogramas unitarios también se asocian para el comportamiento hidrológico de la cuenca. En la figura 6 se muestran el modelo GR4J.



**Figura 6: MODELO GR4J**

FUENTE: Hernández *et al.* (2015)

En el modelo GR4J se presenta 4 parámetros (Tabla 3) y 2 variables en condiciones iniciales.

**Tabla 3: Parámetros HBV**

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	UNIDADES
X1	Capacidad de almacenamiento de producción	mm
X2	Coeficiente de intercambio de agua	mm
X3	Capacidad de depósito de laminación	mm
X4	Tiempo base del hidrograma unitario	d

FUENTE: Hernández *et al.* (2015)

La capacidad del depósito de producción ( $X1$ ) es el almacenamiento de las precipitaciones en la superficie del suelo y está en función del tipo de suelo de la cuenca hidrográfica. Hay

evapotranspiración y percolación en ese almacenamiento. La porosidad del suelo puede hacer de producción de almacenamiento más grande. El coeficiente de intercambio de aguas subterráneas (X2) es una función de las aguas subterráneas. Cuando se tiene un valor negativo, entonces el agua ingrese al acuífero, cuando tiene un valor positivo, el agua sale del acuífero. La capacidad del depósito de laminación (X3) es la cantidad de agua que puede ser almacenada en los poros del suelo.

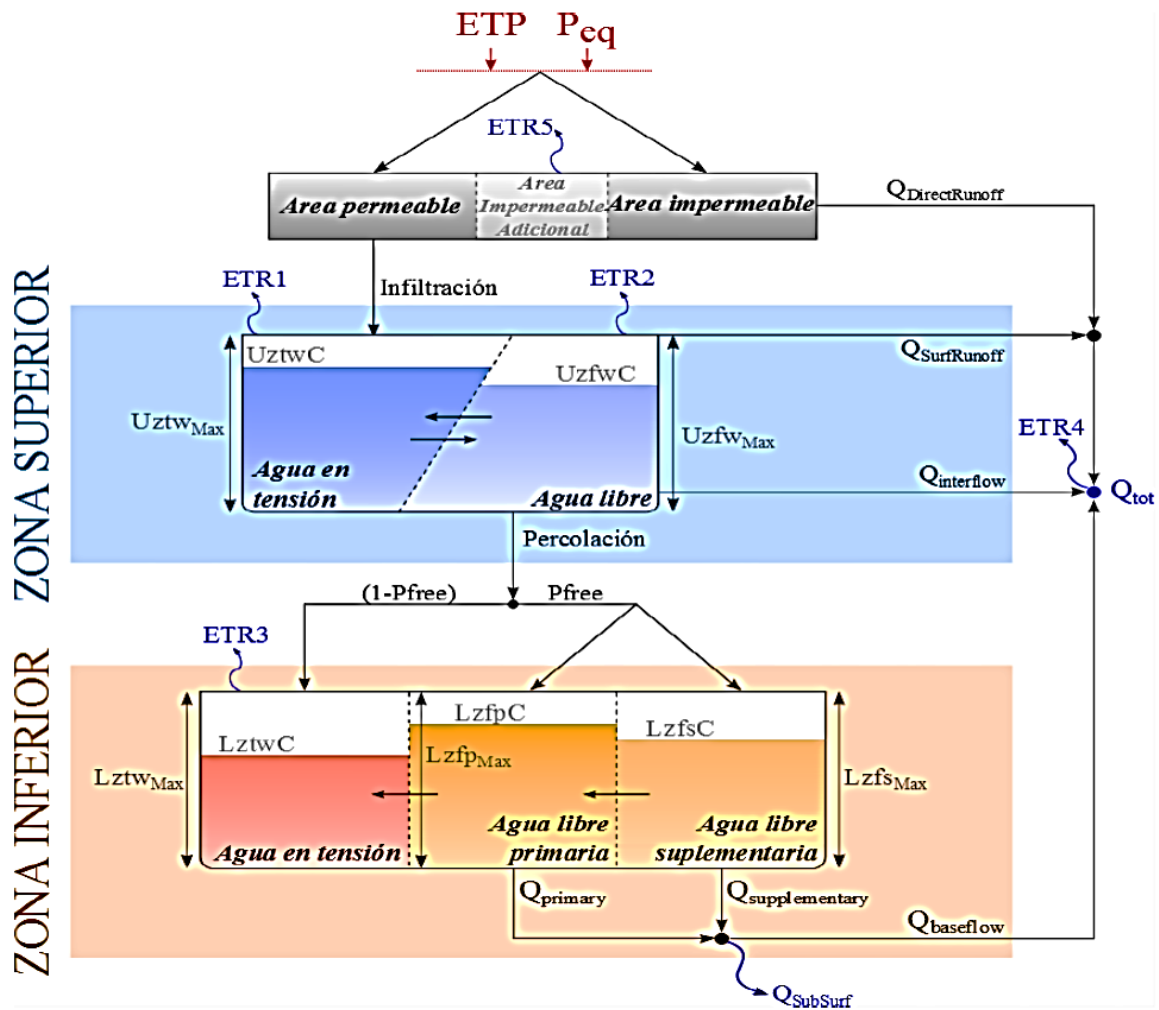
El valor de este depende en el tipo y la humedad del suelo. Tiempo base de los hidrogramas unitarios (X4) es el tiempo del punto más alto de las ordenadas en el hidrograma de crecidas. La ordenada de este hidrograma se crea a partir de la escurrimiento donde el 90% del flujo es flujo lento que se infiltra en el suelo y 10% del flujo es flujo rápido que fluye sobre la superficie del suelo.

#### **4.1.6.4. Modelo SAC-SMA**

El SAC-SMA (Sacramento Soil Moisture Accounting) o modelo hidrológico SACRAMENTO fue desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos División Norte conjuntamente el personal del Centro de Predicción Fluvial del Servicio Meteorológico Nacional de Estados Unidos y el Departamento de Recursos Hídricos, en Sacramento, California en la década de los 70. El SAC o Sacramento Soil Moisture Accounting es un modelo determinístico conceptual que requiere información de precipitación y evapotranspiración media diaria para generar descargas del mismo paso de tiempo. Este modelo representa las características de la humedad del suelo que se distribuye en una manera físicamente realista en las distintas zonas y estados de la energía del suelo, modelo ideal para la simulación de cuencas grandes mayores a 1000 km<sup>2</sup>.

El modelo, con una gran capacidad para simular descargas medias diarias requiere de 16 parámetros (Tabla 3) para su calibración aun sin disponer de un submodelo de nieve. Este gran número de parámetros implica un conocimiento profundo de la cuenca a simular, con información sobre la cobertura vegetal o áreas permeables e impermeables. El modelo SAC (Figura 7) se estructura en tres reservorios complejos, todos ellos influidos por la evapotranspiración (ETO). El primero, de color plomo, está dividido en sectores permeables e impermeables que producen escurrimiento superficial cuando la lluvia supera la tasa de infiltración. El reservorio de color celeste representa la capa superior del suelo (zona superior

o Upper zone), donde se origina el interflujo, que puede entenderse como la transferencia de agua lateral al caudal base y que solo produce cuando se satura la zona superior. El tercer reservorio representa la zona inferior del suelo (zona inferior o Lower zone) y está vinculado a los procesos de descarga con respuesta lenta. Finalmente, los tres reservorios originan el caudal total simulado por el modelo.



**Figura 7: MODELO SAC.SMA**

FUENTE: Hernández *et al.* (2015)

En la Tabla 4 se muestran los 16 parámetros para su calibración aun sin disponer de un sub modelo de nieve del modelo SAC-SMA con una gran capacidad para simular descargas medias diarias.

**Tabla 4: Parámetros HBV**

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	UNIDADES
Adimp	Fracción de máxima de impermeabilidad adicional	-
Pctim	Fracción permanente de área impermeable	-
Riva	Fracción de cobertura vegetal	-
UzfwMax	Capacidad de la tensión de agua en la capa superior	mm
UztwMax	Capacidad de agua libre en la capa superior	mm
Uzk	Tasa de reducción de interflujo de la capa superior	l/day
Zperc	Coefficiente de la relación de percolación	-
Rexp	Parámetro de forma de la curva de percolación	-
Pfree	Fracción de percolación del almacenamiento de aguas en la capa inferior	-
LztwMax	Capacidad de la tensión de agua en la capa inferior	mm
LzfpMax	Libre capacidad del agua primaria de la capa inferior	mm
LzfsMax	Libre capacidad del agua suplementaria de la capa inferior	mm
Rserv	Fracción del agua libre no transferible a la tensión del agua en la capa inferior	-
Lzpk	Tasa de reducción del almacenamiento del agua primaria de la capa inferior	l/day
Lzsk	Tasa de reducción del almacenamiento del agua suplementaria de la capa inferior	l/day
Side	Ratio de percolación del almacenamiento de aguas en la capa inferior	-

FUENTE: Hernández *et al.* (2015)

#### 4.1.7. Indicadores estadísticos de bondad de ajuste

Los indicadores de bondad de ajuste no son variables de estado (temperatura, volumen), que describen alguna condición existente o deseada. Más bien, indican si una estrategia de acción prescrita alcanza su efecto deseado. Los indicadores de bondad de ajuste describen lo bien que se ajusta los datos simulados con los datos observados.

El objeto Comparador (Comparator object en el RS-Minerve) ofrece ocho valores de indicadores de bondad:

#### 4.1.7.1. Coeficiente de Nash-Sutcliffe

El coeficiente de Nash-Sutcliffe es una estadística normalizada que determina cuánto de la variabilidad de las observaciones (datos medidos) es explicada por la simulación. Si la simulación es perfecta, Nash=1; si se intentase ajustar las observaciones con el valor promedio, entonces Nash=0. El rango de valores es de  $-\infty < \text{Nash} \leq 1.0$ , los valores observados entre 0.0 y 1.0 son considerados niveles aceptables de desempeño, cuando los valores de Nash son menores a 0.0, esto indica que el promedio de descargas observadas ( $\bar{Q}_{ref}$ ) es un mejor predictor que la descarga simulada, lo cual es inaceptable. La ecuación es:

$$\text{Nash} = 1 - \frac{\sum_{t=t_i}^{t_f} (Q_{sim,t} - Q_{ref,t})^2}{\sum_{t=t_i}^{t_f} (Q_{ref,t} - \bar{Q}_{ref})^2}$$

Donde:

$Q_{sim,t}$ : descarga simulada en un tiempo t (m<sup>3</sup>/s)

$Q_{ref,t}$ : descarga observada en un tiempo t (m<sup>3</sup>/s)

$\bar{Q}_{ref}$ : promedio de descargas observadas en el periodo de tiempo considerado (m<sup>3</sup>/s)

#### 4.1.7.2. Coeficiente logarítmico de Nash-Sutcliffe

Se suele utilizar este coeficiente (Nash-ln) para conseguir disminuir el problema de las cuencas con alto dinamismo de caudales, lo que se traduce en dejar los caudales altos a un nivel comparable con los caudales bajos y así mejora el valor del indicador de eficiencia. Es decir, que reduce el problema de las diferencias cuadráticas y la sensibilidad resultante en valores extremos por el Nash.

Se calculó el coeficiente de Nash-ln empleando valores logarítmicos del caudal observado y del caudal simulado, como resultado la influencia de caudales bajos incrementa los errores y hace más sensible a la medida del criterio estadístico. La ecuación es:

$$\text{Nash} - \ln = 1 - \frac{\sum_{t=t_i}^{t_f} (\ln(Q_{sim,t}) - \ln(Q_{ref,t}))^2}{\sum_{t=t_i}^{t_f} (\ln(Q_{ref,t}) - \ln(\bar{Q}_{ref}))^2}$$

Donde:

$Q_{sim,t}$ : descarga simulada en un tiempo t (m<sup>3</sup>/s)

$Q_{ref,t}$ : descarga observada en un tiempo t (m<sup>3</sup>/s)

$\bar{Q}_{ref}$ : promedio de descargas observadas en el periodo de tiempo considerado ( $m^3/s$ )

#### 4.1.7.3. Coeficiente de correlación de Pearson

El coeficiente de correlación de Pearson (Pearson) describe el grado de relación lineal entre los datos simulados y los datos observados. El coeficiente de correlación oscila entre -1 a 1. Si  $r=0$ , no existe relación línea, si  $r = 1$  o  $-1$ , existe una perfecta relación lineal positiva o negativa, Aunque coeficiente de correlación Pearson ha sido ampliamente utilizado para la evaluación del modelo, estas estadísticas son demasiado sensible a valores extremos. La ecuación es:

$$Pearson = \frac{\sum_{t=t_i}^{t_f} (Q_{sim,t} - \bar{Q}_{sim}) * (Q_{ref,t} - \bar{Q}_{ref})}{\sum_{t=t_i}^{t_f} (Q_{sim,t} - \bar{Q}_{sim})^2 * (Q_{ref,t} - \bar{Q}_{ref})^2}$$

Donde:

$Q_{sim, t}$ : descarga simulada en un tiempo  $t$  ( $m^3/s$ )

$\bar{Q}_{sim}$ : promedio de descargas simulados en el periodo de tiempo considerado ( $m^3/s$ )

$Q_{ref, t}$ : descarga observada en un tiempo  $t$  ( $m^3/s$ )

$\bar{Q}_{ref}$ : promedio de descargas observadas en el periodo de tiempo conseederado ( $m^3/s$ )

#### 4.1.7.4. Eficiencia Kling-Gupta

La eficiencia Kling-Gupta proporciona un indicador para los problemas de modelamiento hidrológico, que facilita un análisis global basado en diferentes componentes como: correlación, bias y variabilidad (Grupta *et al.*, 2009). El valor KGE varía de 0.0 a 1.0, siendo 1.0 la mejor representación del modelo. La ecuación es:

$$KGE' = 1 - \sqrt{(r - 1)^2 + (\beta - 1)^2 + (\gamma - 1)^2}$$

Donde:

$r$ : coeficiente de correlación entre las descargas simuladas y observadas

$\beta$ : proporción entre la media de las descargas simuladas y la media de las descargas observadas.

$\Gamma$ : proporción de la variabilidad, proporción entre el coeficiente de variación de las descargas simuladas y el coeficiente de variación de las descargas observadas.

#### 4.1.7.5. Bias Score

El Bias Score es una estimación simétrica entre la inversa de la descarga promedio simulado y la descarga promedio observada. El BS se encuentra entre el rango de 0.0 a 1.0, siendo 1.0 la mejor representación del modelo. La ecuación es:

$$BS = 1 - \left[ \max\left(\frac{\bar{Q}_{sim}}{\bar{Q}_{ref}}, \frac{\bar{Q}_{ref}}{\bar{Q}_{sim}}\right) - 1 \right]^2$$

Donde:

$\bar{Q}_{sim}$ : promedio de descargas simuladas en el periodo de tiempo considerado ( $m^3/s$ )

$\bar{Q}_{ref}$ : promedio de descargas observadas en el periodo de tiempo considerado ( $m^3/s$ )

#### 4.1.7.6. Error relativo de la raíz cuadrática media

Error relativo de la raíz cuadrática media (RRMSE) permite cuantificar la magnitud de la desviación de los valores de las descargas simuladas respecto a los valores de las descargas observadas y estos son normalizados por el promedio de las descargas observadas. El rango de valores es de  $0 < RRMSE < +\infty$ , siendo clasificados como excelente a los valores menores a 0.1, buenos a valores entre 0.1 a 0.2, válidos a los valores entre 0.2 a 0.3 y pobre a los valores mayores a 0.3. La ecuación es:

$$RRMSE = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{t=t_i}^{t_f} (Q_{sim,t} - Q_{ref,t})^2}{n}}}{\bar{Q}_{ref}}$$

Donde:

$Q_{sim,t}$ : descarga simulada en un tiempo t ( $m^3/s$ )

$Q_{ref,t}$ : descarga observada en un tiempo t ( $m^3/s$ )

$\bar{Q}_{ref}$ : promedio de descargas observadas en el periodo de tiempo considerado ( $m^3/s$ )

n: número de descargas observadas

#### 4.1.7.7. Volumen relativo Bias

El volumen relativo Bias (RVB) corresponde al error relativo entre las descargas simuladas y las descargas observadas durante el periodo de estudio. El rango de valores es de  $-\infty < RVB < +\infty$ , para los valores cercanos a cero indica una buena simulación. Los valores



negativos indican que las descargas promedio simuladas son menores que las descargas promedio observadas, del mismo modo ocurre lo opuesto cuando el valor es positivo. La ecuación es:

$$RVB = \frac{\sum_{t=t_i}^{t_f} (Q_{sim,t} - Q_{ref,t})}{\sum_{t=t_i}^{t_f} Q_{ref,t}}$$

Donde:

$Q_{sim,t}$ : descarga simulada en un tiempo  $t$  ( $m^3/s$ )

$Q_{ref,t}$ : descarga observada en un tiempo  $t$  ( $m^3/s$ )

#### 4.1.7.8. Error pico normalizado

El error pico normalizado (NPE) indica el error relativo entre las descargas simuladas pico y las descargas observadas pico. El rango de valores es de  $-\infty < NPE < +\infty$ , los valores negativos significan que la descarga máxima simulada es menor que la descarga máxima observada, mientras que los valores positivos significan lo opuesto. Los valores cercanos a cero indican la buena simulación de las descargas máximas simuladas respecto a las descargas máximas observadas. La ecuación es:

$$NPE = \frac{S_{max} - R_{max}}{R_{max}}$$

Donde:

$$S_{max} = \bigvee_{t=t_i}^{t_f} Q_{sim,t}$$

$$R_{max} = \bigvee_{t=t_i}^{t_f} Q_{ref,t}$$

$S_{max}$ : descarga máxima simulada en el periodo de estudio ( $m^3/s$ )

$R_{max}$ : descarga máxima observada en el periodo de estudio ( $m^3/s$ )

En la Tabla 5 se muestran los indicadores de la función objetivo con sus valores ideales y sus valores máximos y mínimos.

**Tabla 5: Indicadores de bondad con sus valores referenciales**

INDICADOR	PESO	MIN	MAX	VALOR IDEAL
Nash	W1	$-\infty$	1	1
Nash-In	W2	$-\infty$	1	1
Pearson Correlation Coeff	W3	-1	1	1
Kling-Grupta Efficiency (KGE)	W4	$-\infty$	1	1
Bias Score (BS)	W5	0	1	1
RRMSE	W6	0	$\infty$	0
Relative Volume Bias (RVB)	W7	$-\infty$	$\infty$	0
Normalized Peak Error (NPE)	W8	$-\infty$	$\infty$	0

FUENTE: Hernández *et al.* (2015)

#### 4.1.8. Calibración

La calibración de modelos se enfoca en un criterio de exactitud, el cual se apoya en la cuantificación de la bondad de ajuste del modelo. De manera que, se hace uso de diferentes medidas de bondad de ajuste.

La calibración automática, implica el cálculo de la predicción de error utilizando una ecuación (función objetivo) y un procedimiento automático de optimización (algoritmos de calibración) para buscar valores de parámetros que optimizan el valor de la función objetivo (Grupta *et al.*, 2009). Para evaluar la bondad de ajuste del modelo, se utiliza una función objetivo (OF): asimismo, busca los valores máximos de los indicadores de bondad (Nash, Nash-In, Pearson, Kling-Gupta y BS) menos los valores absolutos de los indicadores (RRMSE, RVB y NPE). La ecuación es:

$$OF = \max(Nash * w_1 + Nashln * w_2 + Pearson * w_3 + KGE * w_4 + BS * w_5 - RRMSE * w_6 - |RVB * w_7| - |NPE * w_8|)$$

RS minerve cuenta con 3 algoritmos de calibración:

##### 4.1.8.1. Shuffled Complex Evolution-University of Arizona (SCE-UA)

Fue creado en la Universidad de Arizona por Quingun Duan. Este algoritmo realiza búsquedas automáticas globales de optimización para una calibración eficiente y eficaz de los modelos hidrológicos.

#### **4.1.8.2. Uniform Adaptive Monte Carlo**

El algoritmo Uniform Adaptive Monte Carlo (UAMC) está basado en los experimentos Monte Carlo que realizan muestreos al azar para obtener resultados de simulación, si así poder encontrar el mejor resultado que se aproxime a las descargas observadas.

#### **4.1.8.3. Coupled Latin Hypercube and Rosenbrock**

El algoritmo Coupled Latin Hypercube and Rosenbrock (CLHR) genera poderosa herramienta de optimización de problemas complejos. Este algoritmo combinado puede separar un amplio dominio de datos y luego especificar la búsqueda en un sector más pequeño.

### **4.2. Cuerpo de trabajo**

En este capítulo se describen los diferentes métodos y técnicas utilizados para lograr los objetivos planteados en el presente trabajo monográfico, empleando nuevas metodologías para dar solución a las problemáticas que se ha presentado durante la instancia de trabajo orientado en realizar estudios hidrológicos que permitan generar información para la toma de decisiones en la siembra y cosecha de agua y otros.

#### **4.2.1. Situaciones problemáticas**

La problemática y repercusión del cambio climático que se observa durante los últimos períodos, genera la disminución de la disponibilidad hídrica en la cuenca Jequetepeque, a causa de incremento de usos de agua, cambios del régimen de lluvias y eventos de sequías, afectando notoriamente la disminución de la producción agrícola, pecuaria y energía.

En el presente trabajo se ha tenido dificultad en determinar la disponibilidad hídrica superficial en las cabeceras de cuenca, si bien se sabe son cuencas no instrumentadas. La Autoridad Nacional de Agua viene implementando estudios hidrológicos por cuencas lo cual se ha tomado como estudio base la “Evaluación de Recursos Hídricos en la Cuenca Jequetepeque” para poder determinar en los puntos de interés el volumen ofertado por la lluvia atmosférica a través del método transposición de caudales.

#### **4.2.2. Solución a las situaciones problemáticas**

Una experiencia desarrollada en estos últimos años es la práctica de la Siembra y cosecha de Agua en las zonas rurales desarrollada con el fin de almacenar agua para épocas de sequía y para poder abastecer a las unidades productoras que se encuentran en la cuenca media y baja y de la misma forma aumentar el nivel freático.

Se tiene como caso de estudio la experiencia sobre la Siembra y cosecha de Agua en las comunidades campesinas pertenecientes a la cuenca Jequetepeque mencionadas en la demarcación política, del departamento de Cajamarca. Participe y siendo uno de los más importantes el estudio hidrológico para implementar la siembra de agua en las cabeceras de cuenca en base a los parámetros mínimos establecidos por el área de hidrología.

Caso práctico en la contribución de los conocimientos habilidades adquiridos plasmando en la ejecución de estudios hidrológicos de siembra y cosecha de agua.

Contenido del estudio: Aspectos generales, Estimación de volumen de escurrimiento, Determinación de caudal máximo de diseño, Conclusiones y Recomendaciones.

##### **4.2.2.1. Área de estudio**

###### **4.2.2.1.1. Ubicación geográfica**

El area de estudio concierne a la cuenca del río Jequetepeque teniendo una superficie de 3956 Km<sup>2</sup>, ubicado en la costa norte del Perú, en el departamento de Cajamarca, situado entre las coordenadas geográficas 6°48 y 7°26 de Latitud Sur y los Meridianos 78°20 y 79°35 de Longitud Oeste.

###### **4.2.2.1.2. Demarcación hidrográfica**

Hidrográficamente la cuenca del río Jequetepeque concierne a la Vertiente del Pacifico colindando con las siguientes cuencas:

Por el Norte : Cuenca Chancay Lambayeque e Intercuenca Alto Marañon

Por el Este : Cuenca Crisnejas

Por el Sur : Cuenca Chicama

Por el Oeste : Cuenca, Zaña y Chaman.

#### **4.2.2.1.3. Demarcación política**

La demarcación política comprende 4 provincias del Departamento de Cajamarca y la provincia de Pacasmayo en La Libertad; abarcando los siguientes distritos: Provincia de San Miguel con los distritos de San Silvestre de Cochan, Llapa, San Miguel, El Prado, Agua Blanca y parcialmente Calquis; Provincia de San Pablo con los distritos de Tumbaden, San Pablo, San Bernardino y San Luis; Provincia de Cajamarca con los distritos de Chetilla, Magdalena, San Juan, Asunción y parcialmente Cajamarca y Jesús. Provincia de Contumaza con los distritos de Contumaza, Chilete, Santa Cruz de Toledo, Tantarica Yonan y parcialmente Cupisnique. Provincia de Pacasmayo con los distritos de Guadalupe, San José y Jequetepeque, siendo la ciudad de Guadalupe el mayor centro urbano localizado a 700 Km de Lima.



#### **4.2.2.1.4. Características morfológicas de la cuenca Jequetepeque**

Para Llamas (1993), la forma de una cuenca es la configuración geométrica tal y como está proyectada sobre el plano horizontal. Esta forma, de acuerdo con Guilarte (1978), gobierna la tasa a la cual se suministra el agua al cauce principal, desde su nacimiento hasta su desembocadura.

Cada cuenca tiene entonces una forma determinada que guarda relación con su comportamiento hidrológico. Según Guilarte (1978), dos cuencas de igual área, pero con forma diferente no se comporta igual. Por ejemplo, en una cuenca rectangular alargada con el cauce principal a lo largo del eje mayor rectángulo, las distancias por recorrer son mucho mayores que en una cuenca igual área, pero con forma cuadrada.

Las principales características, factores de forma y procedimientos para su determinación se describen a continuación.

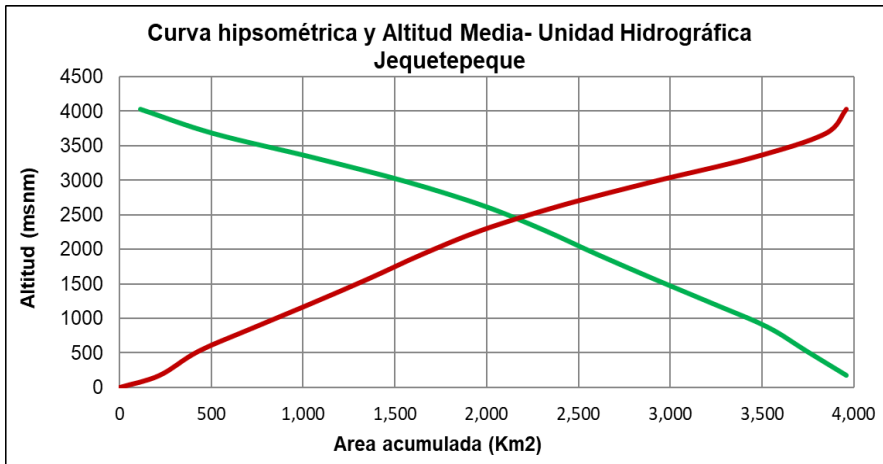
#### **4.2.2.1.5. Delimitación de la Unidad Hidrográfica**

La cuenca del río Jequetepeque (está formada por 9 subcuencas divididas por el método Pfafstetter) abarcando un área total de 3956.4 km<sup>2</sup>, el perímetro con una longitud total 577.2 km y su altitud media es de 577.2 msnm. El cauce principal del río Jequetepeque presenta una pendiente promedio de 1.7% y las descargas son continuas durante todo el año.

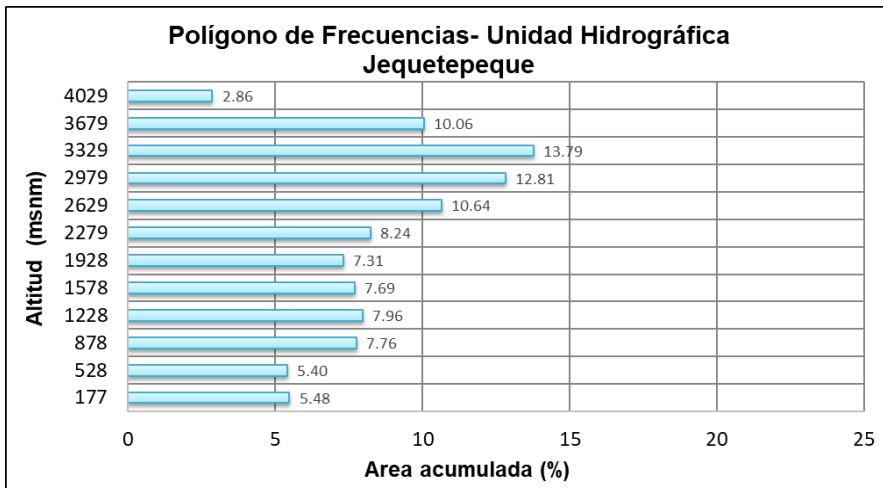
**Tabla 6: Características morfológicas de la cuenca Jequetepeque**

Descripción	Und.	Valor	Observación					
Parámetros físicos								
Área o magnitud de la cuenca (Ac)	Km <sup>2</sup>	3956.4	-					
Perímetro (P)	Km	577.2	-					
Cotas de la cuenca								
Cota máxima	msnm	4201.0114	-					
Cota mínima	msnm	0	-					
Centroide de la cuenca								
Longitud	°	-78.86	WGS84					
Latitud	°	-7.18	WGS84					
X Centroide	m	735838.2	UTM ZONE 17S					
Y Centroide	m	9205841.1	UTM ZONE 17S					
Z Centroide	msnm	1406.5	-					
Altitudes de la cuenca								
Altitud promedio	msnm	2624.0	Mediante SIG y DEM (ASTER GDEM 30m)					
Altitud de frecuencia media	msnm	2410.1	Mediante curva hipsométrica (50% A acum)					
Altitud más frecuente	msnm	3075.7	Mediante polígono de frecuencias					
Pendientes de la cuenca								
Pendiente de la cuenca	%	37.63	Método de J.W. Alvord					
P. de la Red Hídrica								
Longitud del Río principal	Km	174.6	Proyectado					
Pendiente del Río principal	%	1.69	Criterio simplificado					
Orden de la Red Hídrica	Und.	5	-					
Longitud de la Red Hídrica	Km	2875.8	-					
Pendiente Promedio de Red Hídrica	%	1.39	-					
Rectángulo equivalente								
Cuenca	Área (Km <sup>2</sup> )	Perímetro (Km)	Altitud media (m.s.n.m.)	Pendiente media (%)	Coeficiente de compacidad	Factor de forma	Rectángulo equivalente	
							Lado Mayor	Lado menor (Km)
Jequetepeque	3956.4	577.2	2410.1	37.63	2.59	0.13	274.15	14.43
				Longitud		Pendiente Media		
Cuenca	Cauce principal	(Km)	(%)					
Jequetepeque	Río Jequetepeque	174.6	1.69					

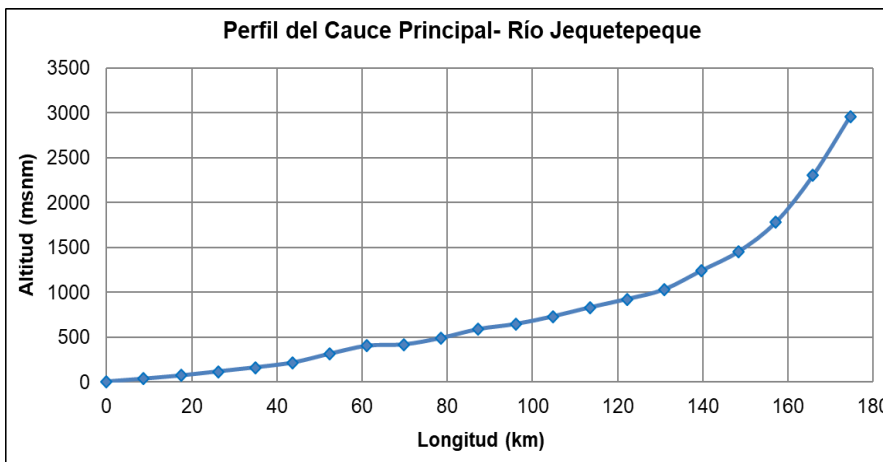




**Figura 9:** Curva hipsométrica y altitud de la UH Jequetepeque



**Figura 10:** Polígono de frecuencias de la UH Jequetepeque



**Figura 11:** Perfil de cauce Principal – Río Jequetepeque

### 4.2.3. Materiales

#### 4.2.3.1. Información climatológica

La información climatológica en la cuenca del río Jequetepeque y las cuencas vecinas se distribuyen 18 de estaciones climatológicas con baja densidad espacial, por ende, solo 14 estaciones presentan registros pluviométricos, teniendo una información deficiente, debido a que varias dejaron de funcionar por varios motivos, mostrando en su mayoría cortos e incompletos periodos de registro. Las variables climatológicas con registros históricos como son: la temperatura media, máxima y mínima, humedad relativa, velocidad del viento, horas de sol y evaporación; serán sistematizados para determinar el clima de la cuenca, no es de más mencionar que algunas estaciones solo cuentan con información climatológica pero no registran datos de precipitación y otros.

En el presente Estudio se ha priorizado las variables de precipitación y temperatura que son fundamentales para la modelización hidrológica, la ETP será determinada a partir de las dos variables mencionadas.

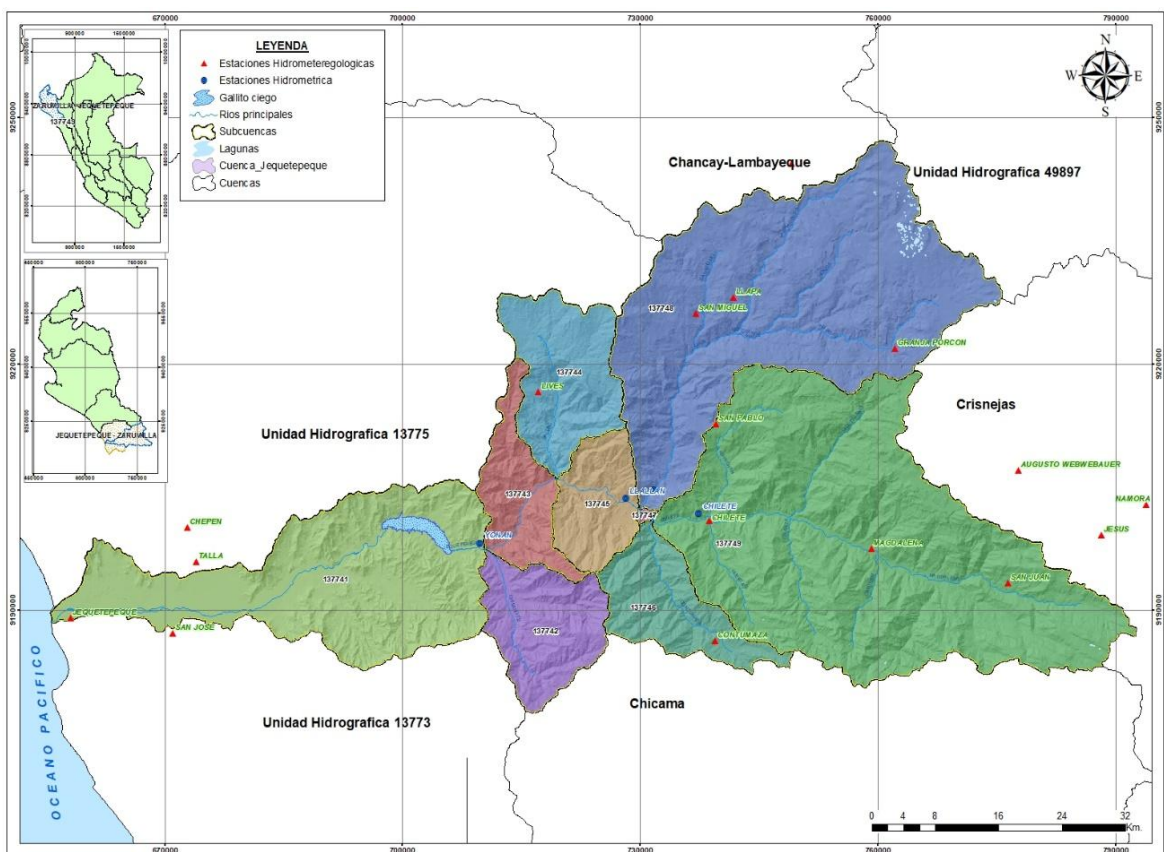


Figura 12: Ubicación de estaciones climáticas en la cuenca Jequetepeque.

## 4.2.3.2. Temperatura

### 4.2.3.2.1. Temperatura media

La temperatura media mensual oscila entre 25.6 °C y 9.8 °C, el mayor valor se visualiza en la estación Chepén, en la cuenca alta las temperaturas descienden, y presentan temperaturas mínimas en la estación Granja Porcón, en la cuenca alta, las variaciones estacionales no son evidentes presentando un valor casi constante durante todo el año.

**Tabla 7: Temperatura media mensual en °C**

C	N°	ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
Cuenca Alta	1	AUGUSTO WEBERBAUER	14.8	14.8	14.7	14.6	14.2	13.7	13.5	14.1	14.6	14.7	14.8	14.9	14.4
	2	CONTUMAZA	14	13.9	14	14.3	14.6	14.5	14.6	14.8	14.8	14.7	14.5	14.4	14.4
	3	GRANJA PORCON	10.3	10.3	10.5	10.6	10.3	9.9	9.8	10	10.2	10.2	10	10.2	10.2
	4	LLAPA	11.9	11.7	11.8	12	11.9	11.5	11.4	11.9	12.2	12.1	12	12	11.8
	5	MAGDALENA	22.1	21.9	21.8	22.1	22	21.6	21.5	21.9	22.2	22.4	22.4	22.2	21.9
	6	QUILCATE	10.9	10.9	10.9	11	10.9	10.5	10.2	10.6	10.6	11.1	11.2	11	10.8
	7	SAN JUAN	15.5	15.4	15.5	15.7	16	16.2	16.5	16.8	16.7	16.3	16.3	16	16.1
	8	SAN MIGUEL	13.2	13	13.3	13.5	13.8	13.7	13.8	14	14	13.7	13.6	13.4	13.6
	9	SAN PABLO	14.9	14.9	15.1	15.2	15.6	15.6	15.7	15.9	15.9	15.6	15.7	15.4	15.4
Cuenca Baja	10	CHEPEN	24.7	25.6	25.5	24.3	22.3	20.6	19.4	19.4	19.7	20.3	21.1	22.8	22.1
	11	JEQUETEPEQUE	23.6	24.8	24.3	23.2	21.9	20.5	19.5	18.4	18.4	18.9	20.1	21.7	21.1
	12	TALLA (GUADALUPE)	24.6	25.4	25.3	24	22.3	20.5	19.4	19.3	19.8	20.4	21.2	22.9	22.1
	13	TEMBLADERA	24.1	24.5	24.4	23.8	22.9	21.4	20.5	20.6	21.2	21.8	22.1	23.1	22.4

FUENTE: ANA.

### 4.2.3.2.2. Temperatura máxima

La temperatura máxima varía entre 18.1 °C a 32.8 °C. En la cuenca baja el periodo más cálido se presenta en los meses enero y marzo, disminuye ligeramente en los de más meses, la temperatura máxima observada es de 32.8 °C en la estación Chepén. Las estaciones Quilcate y Granja Porcón, situadas en la cuenca alta, presentan temperaturas máximas, que oscilan entre 19.2 y 19.3 °C, en los meses de setiembre y octubre.

**Tabla 8: Temperatura máxima mensual en °C**

C	N°	ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
Cuenca Alta	1	AUGUSTO WEBERBAUER	24	23.7	23.4	23.7	24.0	23.9	23.9	24.5	24.8	24.5	24.5	24.3	24.1
	2	CONTUMAZA	21.8	21.6	21.4	22.1	23.1	23.8	24	23.9	23.5	23	22.5	22.3	22.8
	3	GRANJA PORCON	19	18.8	18.7	18.7	18.8	18.7	18.8	19.1	19.2	19	19	19	18.9
	4	LLAPA	19.7	19.9	20	19.8	20.2	20.3	20.6	21.3	20.8	20.5	20.1	20.2	20.3
	5	MAGDALENA	31.2	31.2	30.2	30.9	31.4	31.8	32.3	32.8	32.6	31.8	31.7	31.7	31.6
	6	QUILCATE	18.5	18.2	18.1	18.7	18.4	18.3	18.5	19.1	19.3	19.1	19.1	19	18.7
	7	SAN JUAN	24.1	23.7	23.6	24.5	25.1	25.4	26	26.7	26.8	26.2	25.1	24.7	25.2
	8	SAN MIGUEL	19.9	19.5	19.7	20.1	21.1	21.2	22	22.1	22	21.5	20.5	20.4	20.8
	9	SAN PABLO	21.8	21.5	21.3	21.7	22.7	22.9	23.2	23.4	23.1	23.2	22.6	22.4	22.5
Cuenca Baja	10	CHEPEN	32.6	32.8	32.6	32.2	30.4	28.2	27	27.3	27.7	28.2	29.1	30.9	29.9
	11	JEQUETEPEQUE	30	31.2	30.3	29.3	27.8	26.3	24.9	23.4	23.1	25.7	26	27.8	27.1
	12	TALLA (GUADALUPE)	31.7	32.1	32	31.3	29.9	27.8	26.4	26.5	27.1	28	29	30.6	29.4

FUENTE: ANA.

#### 4.2.3.2.3. Temperatura mínima

Se presenta poca variación temporal de temperatura mínima en la cuenca baja el periodo más frío se presenta en los meses de julio a setiembre, y aumentan ligeramente en los demás meses, la temperatura mínima es de 11.3 °C en la estación Talla. Las estaciones Quilcate y Granja Porcón, ubicadas en la cuenca alta, presentan temperaturas mínimas, que fluctúan entre -2.0 y 1.3°C para Granja Porcón, de 0.9 y 3.7 °C para Quilcate.

**Tabla 9: Temperatura mínima mensual en °C**

C	N°	ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
Cuenca Alta	1	AUGUSTO WEBERBAUER	4.6	5.1	5.3	4.7	3.2	1.9	1.1	1.8	3.3	3.6	2.5	3.0	3.3
	2	CONTUMAZA	6.9	7.4	7.4	7.2	6.7	6.2	5.9	6.3	7	6.9	6.1	6.5	6.7
	3	GRANJA PORCON	0	0	1.3	1.1	0.3	-0.9	-2	-1.3	-0.3	-0.1	-1.8	-1.4	-0.4
	4	LLAPA	4.3	4.7	5.1	5.1	4.7	3.9	3.4	3.8	4.7	4.3	3.3	3.8	4.3
	5	MAGDALENA	14.9	15.7	15.5	14.8	13.7	12.7	12	12.2	13.3	13.8	13.3	14.5	13.9
	6	QUILCATE	3.1	3.3	3.7	3.7	2.5	2.2	1.1	0.9	2.4	3.2	2.2	2.7	2.6
	7	SAN JUAN	10	10.2	10	10.2	9.9	9.7	9.3	9.7	9.7	9.8	9.5	9.8	9.8
	8	SAN MIGUEL	7.2	7.7	8.3	8.4	8.2	7.9	7.1	7.7	8.1	7.4	6.6	7	7.6
	9	SAN PABLO	8.1	8.3	8.7	8.7	8.5	8	7.7	7.9	7.8	7.7	7.4	8	8.1
Cuenca Baja	10	CHEPEN	17.3	18.8	18.5	16.7	14.9	13.2	11.7	11.9	12.3	12.6	13.4	15	14.7
	11	JEQUETEPEQUE	18.2	19.5	18.9	18.1	16.7	15.9	14.1	13.6	13.9	14.3	14.9	15.6	16.1
	12	TALLA (GUADALUPE)	17.1	18.5	18.3	16.8	14.6	12.8	11.3	11.5	12	12.3	12.7	14.5	14.4
	13	TEMBLADERA	18.4	18.9	19.1	16.3	15	12.9	12.1	12.3	12.9	13.3	14.6	16	15.1

FUENTE: ANA.

#### 4.2.3.3. Humedad relativa

La humedad relativa registrada se tiene en pocas estaciones meteorológicas, ubicadas en la parte alta y baja de la cuenca, la estación Tembladera es la más húmeda con 89.4% y presenta un régimen más homogéneo durante el año al igual que las demás estaciones situadas en la parte baja. En la cuenca alta el comportamiento es más temporal y presentan valores bajos de humedad particular de la zona altoandina, variando entre 66.6 y 58.7 % de Humedad Relativa promedio.

**Tabla 10: Humedad Relativa mensual en %**

Nº	ESTACIÓN	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	MEDIA
1	AUGUSTO WEBERBAUER	69.3	72.9	72.8	73.4	69.7	63.6	58.8	58.4	61.8	64.8	64.1	66.2	66.6
2	JEQUETEPEQUE	76.8	75.2	76.4	77.4	78.4	79.7	80.6	81.2	80.5	79.1	78.4	77.6	78
3	JESUS	61	64	66.4	61.8	55.7	53.9	50.4	52.5	56	57.6	56.8	61.2	58.7
4	SAN JOSE	75.9	76.5	78.4	78.1	79.8	80	80.4	80.5	79.5	78.9	75.9	76.2	78.1
5	TALLA (GUADALUPE)	73.5	74	74.1	75.7	77.4	79.3	80.6	79.8	78.5	77	76.2	75.5	76.6
6	TEMBLADERA	88.7	89.2	89.7	91.5	89.8	88.8	88.5	85.7	85.2	85.9	85.9	86.1	89.4

FUENTE: ANA.

#### 4.2.3.4. Velocidad del viento

Se ha utilizado la información proporcionada del SENAMHI para la caracterización de la velocidad del viento. En la cuenca baja las estaciones Jequetepeque, San José, Talla y Tembladera; presentan velocidades caracterizados como vientos moderados a fuertes que ocasionan la formación de dunas en el valle, siendo la velocidad promedio de unos 5.2 m/s. En la cuenca alta disminuye en 1.6 m/s.

**Tabla 11: Velocidad de Viento mensual en %**

C	Nº	ESTACIÓN	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	MEDIA
Cuenca Alta	1	AUGUSTO WEBERBAUER	1.2	1.2	1.1	1	1	1.2	1.4	1.5	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2
	2	GRANJA PORCON	2.1	2	1.8	2	2.1	2.8	3.7	3.5	2.7	2	1.7	1.9	2.3
	3	JESUS	1.9	1.3	1.4	1.6	1.7	1.9	2.2	2.7	2.4	2.3	2.5	1.9	1.9
	4	LLAPA	0.9	0.9	0.9	0.9	1.4	2	2.6	2.5	1.5	1	1.1	1.1	1.4
	5	MAGDALENA	1.1	1.1	1	1	1.1	1.5	1.5	1.6	1.4	1.3	1.3	1.2	1.3
	6	NAMORA	1.9	1.9	1.9	1.9	2	2.3	2.7	2.9	2.4	2	1.9	1.9	2.1
	7	QUILCATE	0.6	0.6	0.5	0.5	0.7	1	1	1.4	0.9	0.7	0.7	0.6	0.8
	8	SAN JUAN	1.6	1.5	1.4	1.7	2.4	3.1	4.5	4.1	3	2.2	2.1	1.9	2.4
	9	SAN MIGUEL	1	0.8	0.8	1	1.4	1.7	1.7	1.6	1.3	1.1	1.1	1.1	1.2
Cuenca Baja	10	JEQUETEPEQUE	6.1	5.9	5.8	6.8	7.1	6.8	6.3	6.4	6.7	6.8	6.6	7	6.7
	11	SAN JOSE	6	5.6	5.3	5.6	5.5	5.5	5.6	5.9	6.4	6.6	6.4	6.3	6
	12	TALLA (GUADALUPE)	4.9	3.9	3.8	4.3	4.5	4.3	4.7	4.6	5.5	6	6.2	5.7	4.9
	13	TEMBLADERA	3.1	3	2.8	2.6	2.8	3.2	3.3	3.5	3.5	3.4	3.5	3.4	3.4

FUENTE: ANA.

#### 4.2.3.5. Horas de Sol

La información de horas sol se ha obtenido de pocas estaciones meteorológicas y se ha determinado la distribución a nivel mensual variando con poca frecuencia en la parte baja (estación Talla) de 5.9 horas. En la cuenca alta la variación estacional si es relevante con horas de sol máximas entre 7.4 y 7.2 horas para las estaciones Augusto Weberbauer y Granja Porcón.

**Tabla 12: Horas Sol mensual en %**

N°	ESTACION	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	MEDIA
1	AUGUSTO WEBERBAUER	5.3	4.7	4.5	5.3	6.4	6.9	7.4	7.1	5.7	5.4	6.1	5.7	5.9
2	GRANJA PORCON	3.7	3.5	3	4	5.3	6.7	7.2	6.9	6.1	4.5	4.7	3.9	5
3	TALLA (GUADALUPE)	5.5	4.9	5.5	6.1	6.3	5.4	5.6	5.9	6.3	6.1	6.6	6.4	5.9

FUENTE: ANA.

#### 4.2.3.6. Evaporación

La evaporación anual en la cuenca alta varía a partir; 709 mm en San Miguel, 880 mm en Granja Porcón, hasta 1098 mm en San Juan. En la parte baja, debido a elevadas temperaturas y vientos en la zona del valle, la evaporación es altos que varían desde 1116 mm hasta 1604 mm. Para la evaluación se ha utilizado registros de evaporación tanque de las mencionadas estaciones, cuyas altitudes varían desde Jequetepeque (20 msnm) en el valle, hasta la estación Granja Porcón a 3061 msnm.

**Tabla 13: Horas Sol mensual en %.**

C	ESTACION	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
CUENCA ALTA	AUGUSTO WEBERBAUER	72.2	59.1	63.1	60.6	74.1	94.9	121.4	120.2	101.9	87.2	89.6	91	1035.3
	CONTUMAZA	55.5	41.6	42.4	47	66.7	78.3	93	94.4	83.4	77.2	73.8	65.4	818.8
	GRANJA PORCON	65.7	52.6	53.5	60.1	68	77.5	107.5	107.3	84.6	72.1	64.3	67.4	880.6
	JESUS	79.1	63.8	64.5	74.9	88	96.4	114	128.4	116.6	102.7	92.1	83.4	1103.9
	NAMORA	61.8	44.5	43.7	50	60	68.9	83.6	104.1	91.1	75.1	69.7	67.2	819.5
	QUILCATE	29.7	23.4	24.5	27	32.8	40.1	46.9	56	45.9	42	44.1	37.6	449.9
	SAN JUAN	55.5	41.6	44.8	50.2	80.6	121.9	155.5	154.7	126.4	94.2	95.1	78	1098.6
	SAN MIGUEL	36.3	25.3	29.5	35.1	57.4	73.7	92.8	104.5	77.3	61.8	65	50.5	709.1
	TEMBLADERA	99.4	75.4	65.4	78.4	108.3	120.5	130.9	134	130.1	124.4	130.6	129.5	1327
	CHEPEN	166.2	156.2	154	139.7	121.5	99.3	96.4	106.4	120.4	133.4	137.9	151.7	1583.1
CUENCA BAJA	JEQUETEPEQUE	112	99.6	100.8	103.2	97.6	87.8	81.4	79.8	81.6	80.9	91.2	108.4	1124.4
	TALLA (GUADALUPE)	124.5	102.3	101.4	96.8	95.7	84.5	82.3	87.7	98.8	113	118.4	128.1	1233.7
	SAN JOSE	121.7	105.6	100	90.9	82.4	75.9	70.2	72.8	82	94.3	103.5	116.9	1116.2

#### 4.2.3.7. Evapotranspiración potencial

Existen distintos métodos aceptados en hidrología para estimar la ETP. El programa RS MINERVE, integra los algoritmos Turc y Oudin la cual se han utilizado. El método de coeficientes de Oudin está mejorado para el modelamiento hidrológico y es ampliamente utilizado en estudios hidrológicos.

**Tabla 14: Evapotranspiración Total (mm/mes)**

CUENCA	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
Jequetepeque	91.4	89.8	85.5	77.8	68.9	63	64.4	72.3	82.2	89	91.7	92.2	968.3

#### 4.2.4. Análisis exploratorio de datos pluviométricos

Según Palomino (2015), Esta etapa consiste en la detección de datos atípicos (outliers) de manera cualitativa y cuantitativa, mediante los gráficos de Boxplots y el test de Grubbs respectivamente. Los posibles outliers que serán detectados con los gráficos de Boxplots, son verificados con la prueba estadística de Grubbs, y en caso de ser probado estadísticamente, se contrasta conociendo su fecha de ocurrencia con el comportamiento de eventos de estaciones contiguas; de aquí se pone en juicio los datos atípicos detectados para ser eliminados o incluidos en la siguiente etapa de análisis.

##### 4.2.4.1. Estaciones pluviométricas

La información pluviométrica ha sido obtenida del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrografía del Perú - SENAMHI, en el contorno de la cuenca Jequetepeque. Las series históricas serán tratadas estadísticamente, completadas y extendidas. Para emplearse en el modelo hidrológico para generar descargas.

En base a los filtros que se ha realizado en el análisis de consistencia, se seleccionaron 14 estaciones pluviométricas, con información histórica de precipitación diaria con una información de 1965 hasta 2014 con periodos vacíos en algunos años. La mayoría de estaciones se encuentran espacialmente distribuidos de manera irregular.

#### 4.2.4.2. Análisis de consistencia y exploratorio de datos

La cuenca y los datos hidrometeorológicos es el insumo principal de los proyectos hidrológicos e hidráulicos, por lo tanto el análisis de la calidad y confiabilidad de la información será uno de los aspectos que requiere de un análisis minucioso para detectar los posibles errores, saltos y tendencias que puede darse en una serie histórica de datos medidos en el tiempo y el espacio.

Uno de los componentes más importantes del ciclo hidrológico en una cuenca hidrográfica es la precipitación, en ese sentido es que se realiza la evaluación de esta variable hidrológica en forma independiente y detallada. La información pluviométrica ha sido obtenida del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrografía (SENAMHI), en el ámbito de la cuenca Jequetepeque se tiene implementado un conjunto de estaciones pluviométricas distribuidas en la parte baja, media y alta de la cuenca. Los registros pluviométricos utilizados serán tratados estadísticamente, completados y extendidos, para obtener información consistente y uniforme, a emplearse en el modelo hidrológico para generar descargas.

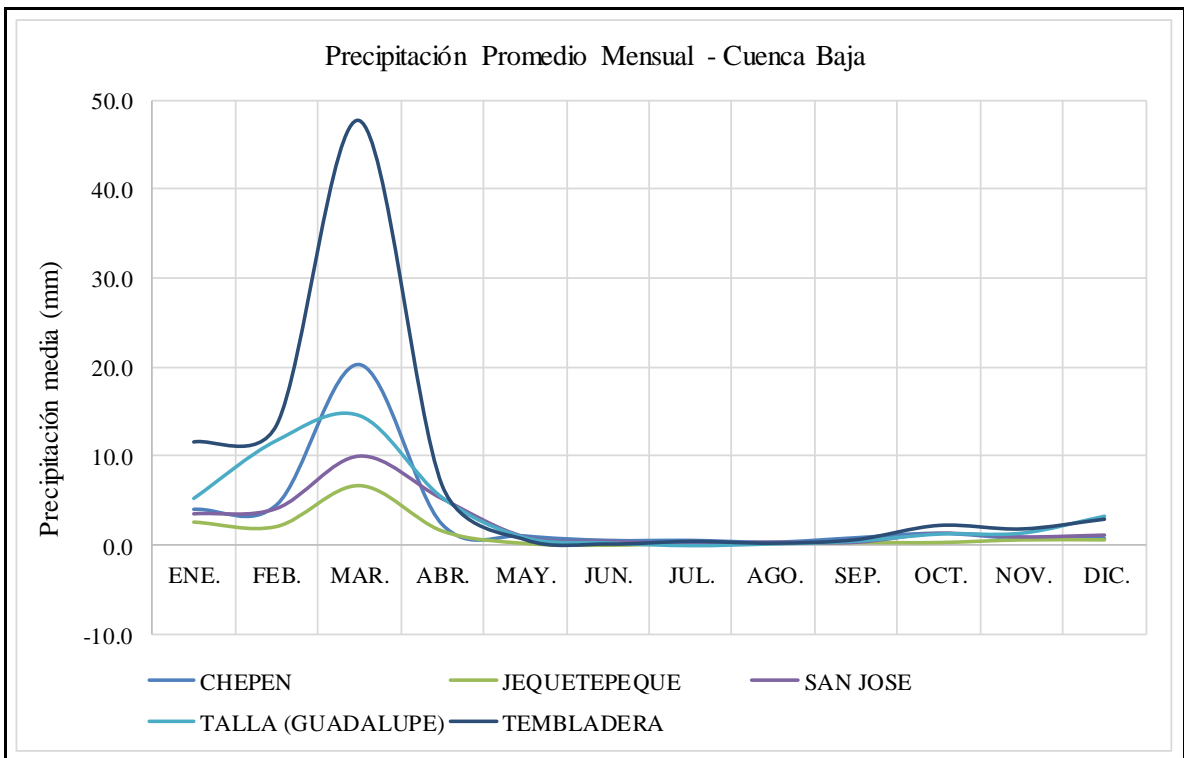
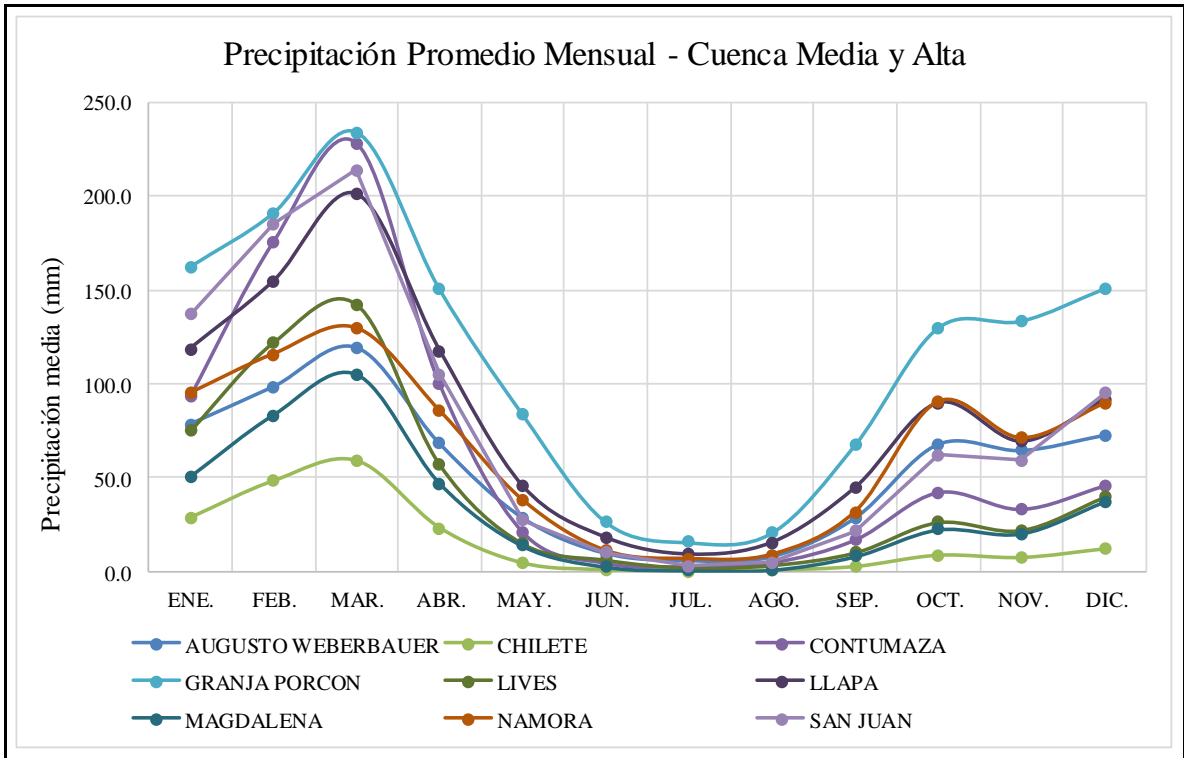
**Tabla 15: Registros Pluviométricos**

Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Augusto Weberbauer	77.6	97.7	118.3	67.5	28.7	9.7	6.1	8.2	28.4	67.0	64.5	71.8	645.5
Chilete	28.2	50.2	59.2	24.3	5.2	1.1	0.4	0.6	2.6	8.8	7.3	12.8	200.7
Contumaza	87.9	140.1	180.8	89.8	16.6	4.3	2.0	2.7	11.4	28.7	22.9	39.6	626.8
Granja Porcón	158.5	186.7	225.9	147.1	81.0	25.7	15.3	20.1	66.6	129.0	127.7	146.1	1329.7
Lives	75.4	123.2	143.2	57.7	15.2	6.5	2.0	3.2	10.3	26.4	22.1	40.1	525.3
Llapa	119.1	154.7	201.1	116.4	45.5	17.5	8.7	14.8	45.6	87.5	68.4	91.9	971.2
Magdalena	53.3	84.9	106.6	47.0	14.1	3.3	0.8	1.0	8.7	23.4	21.8	38.6	403.5
Namora	95.4	117.1	130.3	85.7	38.3	11.2	6.7	8.7	32.0	90.8	70.7	89.2	776.1
San Juan	137.1	186.1	215.3	104.7	27.6	10.6	3.1	4.9	21.7	61.5	59.3	95.9	927.8
Chepen	5.9	11.8	16.7	4.8	1.0	0.3	0.1	0.2	0.5	1.6	1.4	3.4	47.7
Jequetepeque	1.8	3.2	4.2	1.6	0.3	0.1	0.0	0.1	0.2	0.5	0.5	0.9	13.4
San José	2.7	4.6	6.2	2.6	0.5	0.2	0.0	0.1	0.2	0.7	0.6	1.3	19.7
Talla (Guadalupe)	4.9	10.8	13.5	5.0	0.8	0.3	0.0	0.2	0.4	1.4	1.3	3.0	41.6
Tembladera	9.7	17.9	28.5	7.4	1.2	0.3	0.1	0.3	0.7	1.9	2.3	5.0	75.3

FUENTE: Elaboración propia







#### **4.2.4.3. Completación de datos**

La primera condición esencial de cualquier análisis de datos estadísticos es comprobar que las observaciones de la serie de datos sean adecuadas para el análisis de frecuencia. Para el caso específico de observaciones de variables hidrológicas para las que se ha de realizar un análisis de frecuencia, dos tipos de errores son habituales en las muestras:

Primero, que los valores de los datos puedan ser incorrectos, debido a posibles fallos en la grabación o transcripción, que conducen a valores incorrectos y pone en duda a la muestra para cualquier análisis de frecuencia posterior. En segundo lugar, las circunstancias en que se recogieron los datos pueden haber cambiado con el tiempo, como puede ser: el reemplazo de los aparatos de medición o su traslado a una ubicación diferente, manifestación de tendencias a través del tiempo que pueden haber surgido a partir de los cambios ambientales y climáticos en el entorno donde se ubica el dispositivo de medición. Esto significa que la muestra de observaciones no es homogénea o constante en el tiempo, y el análisis de frecuencia de los datos no será una base válida para estimaciones de las mediciones futuras en el sitio.

#### **4.2.4.4. Procedimiento del análisis regional**

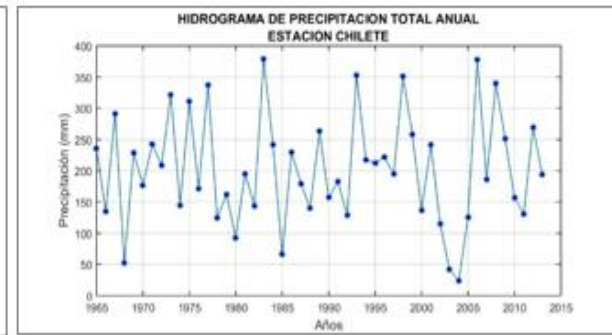
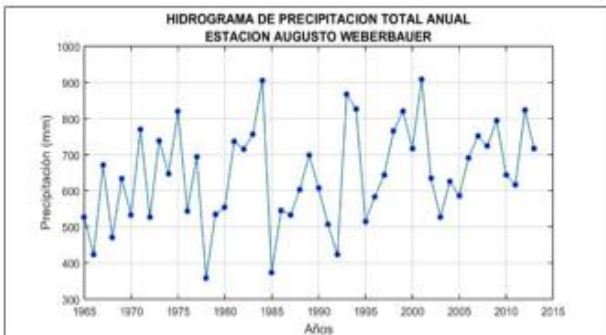
La literatura sobre el ARF fue revisada sobre los siguientes subtítulos que constituyen el procedimiento general del análisis:

- Filtrado de datos usando medidas de discordancia.
- Identificación de regiones homogéneas
- Elección de la distribución de frecuencia
- Estimación de los cuantiles de frecuencia

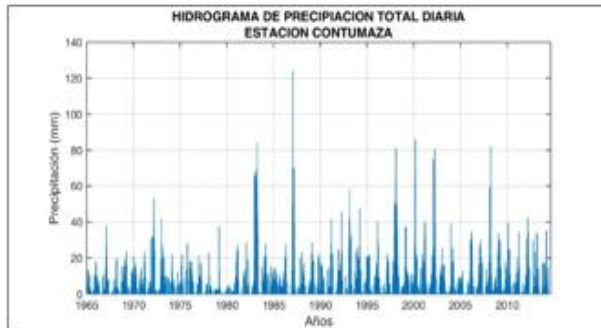
### ESTACIÓN AUGUSTO WEBERBAUER

### ESTACIÓN CHEPEN

### ESTACIÓN CHILETE



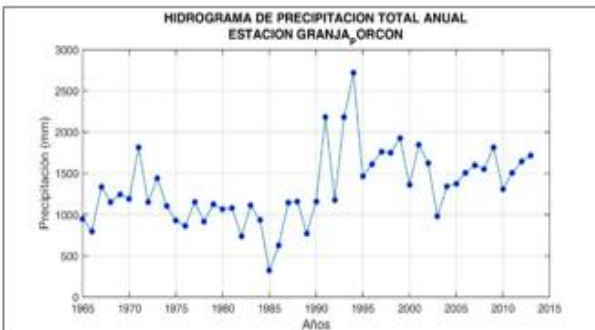
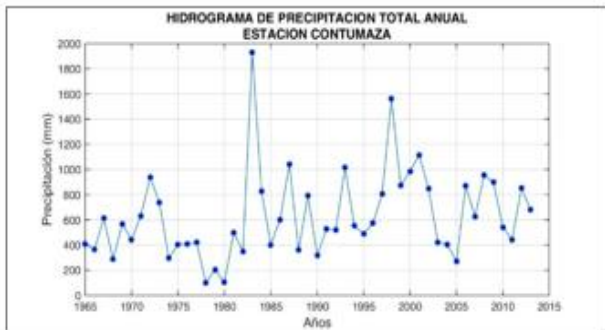
## ESTACIÓN CONTUMAZA



## ESTACIÓN GRANJA PORCON



## ESTACIÓN JEQUETEPEQUE





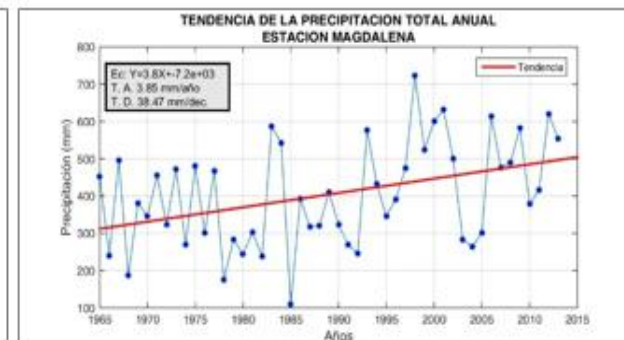
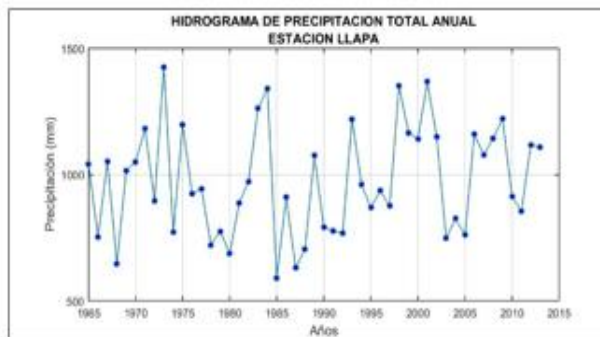
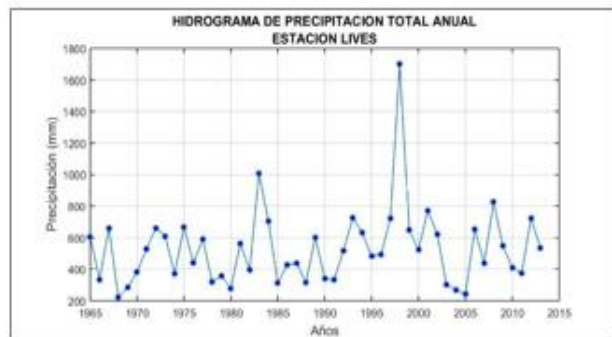
### ESTACIÓN LIVES



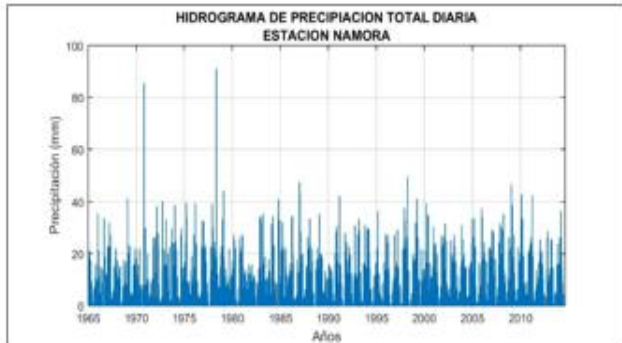
### ESTACIÓN LLAPA



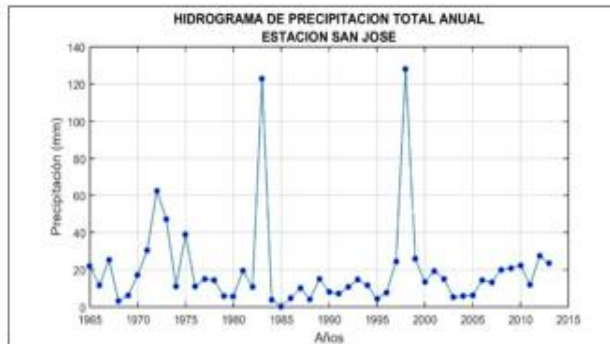
### ESTACIÓN MAGDALENA



## ESTACIÓN NAMORA



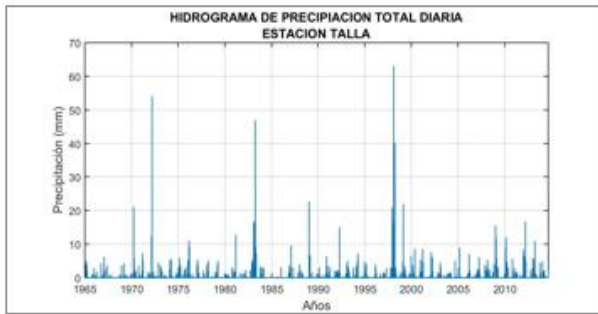
## ESTACIÓN SAN JOSE



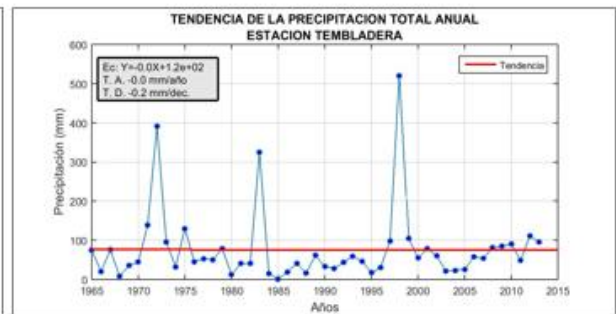
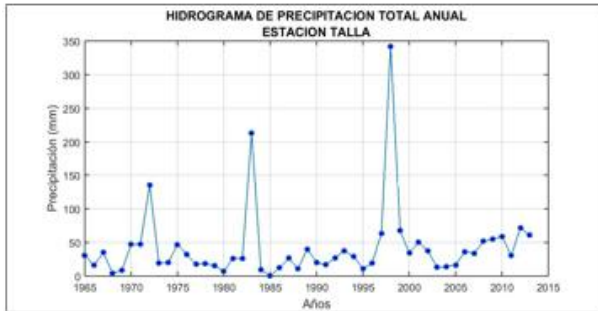
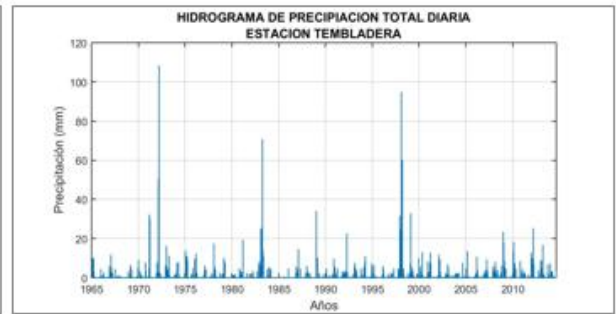
## ESTACIÓN SAN JUAN



#### ESTACIÓN TALLA



#### ESTACIÓN TEMBLADERA



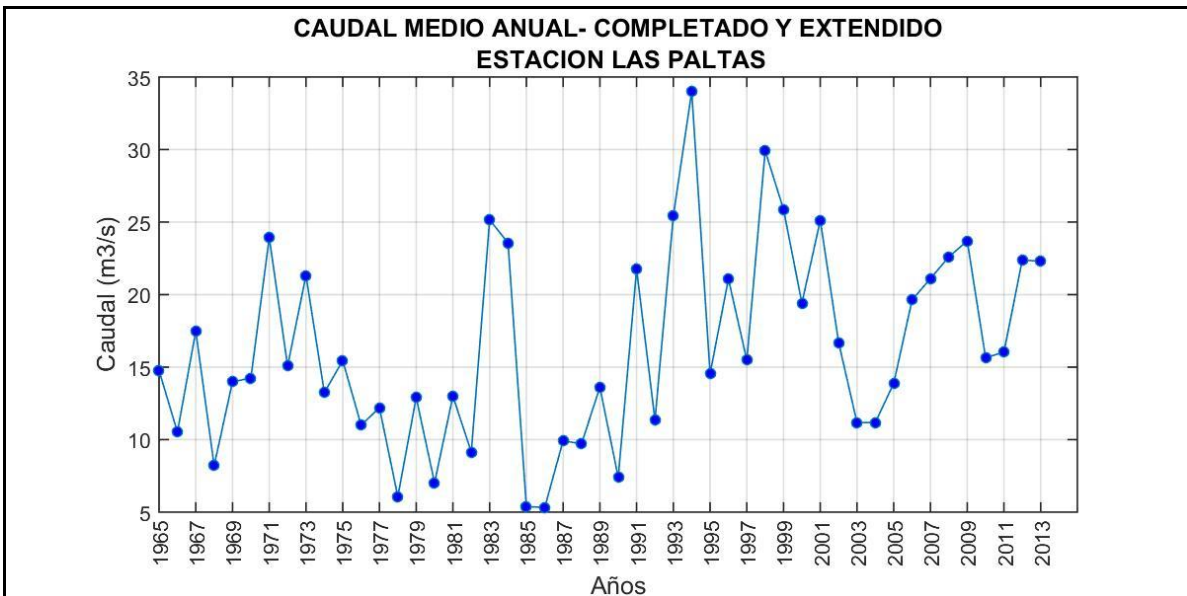
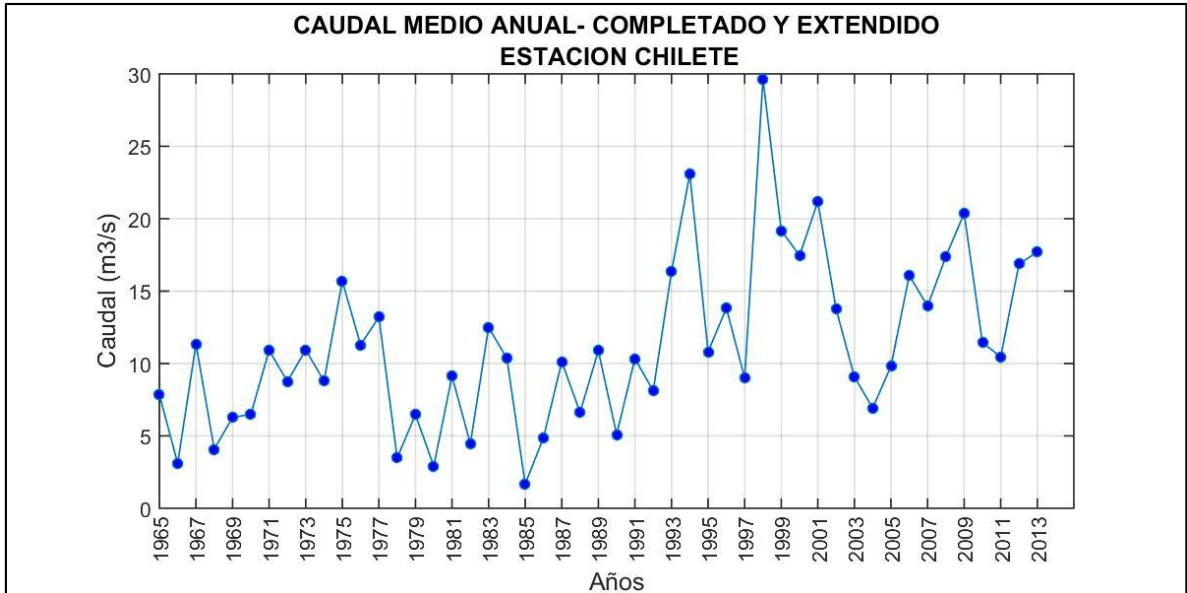
#### 4.2.5. Estaciones hidrométricas

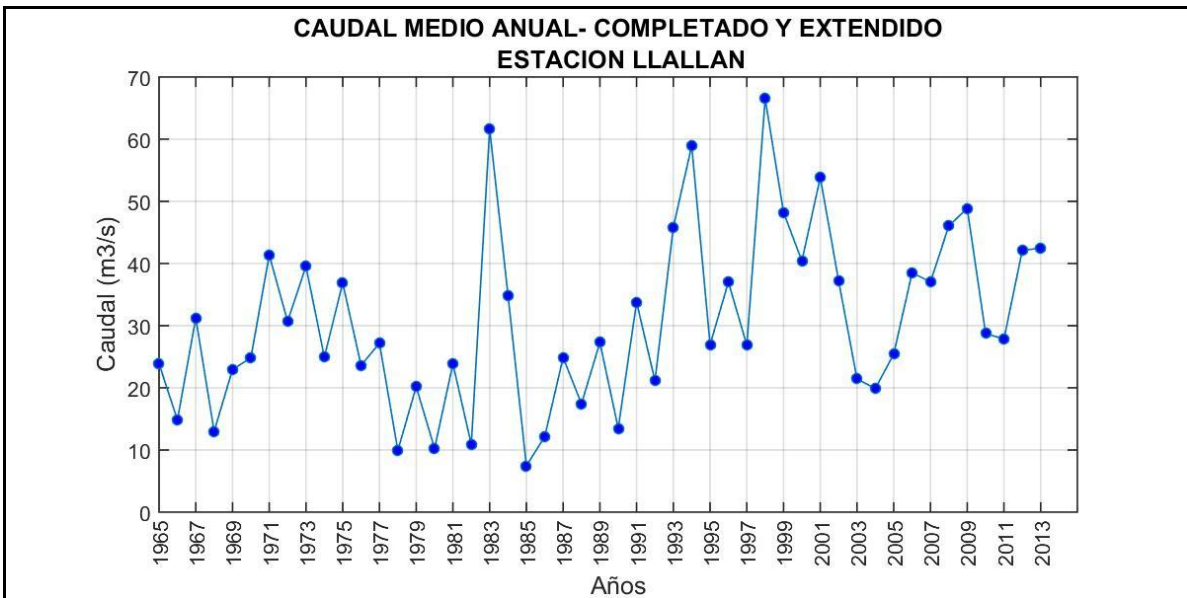
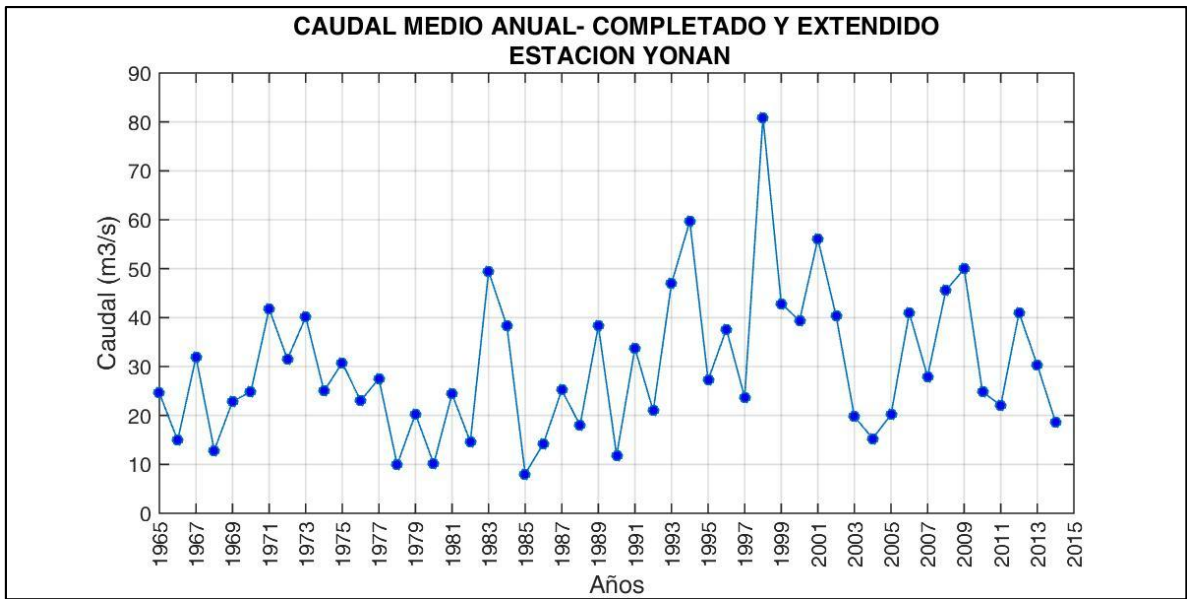
En la cuenca Jequetepeque se han identificadas cuatro estaciones hidrométricas con registro histórico monitoreadas por el SENAMHI, sin embargo, en la actualidad varias de estas estaciones ya no están funcionando. La estación Yonan presenta registros hidrométricos mensuales desde el año 1942, lo cual se utilizará para el modelamiento hidrológico desde el año 1965 hasta el 2015.

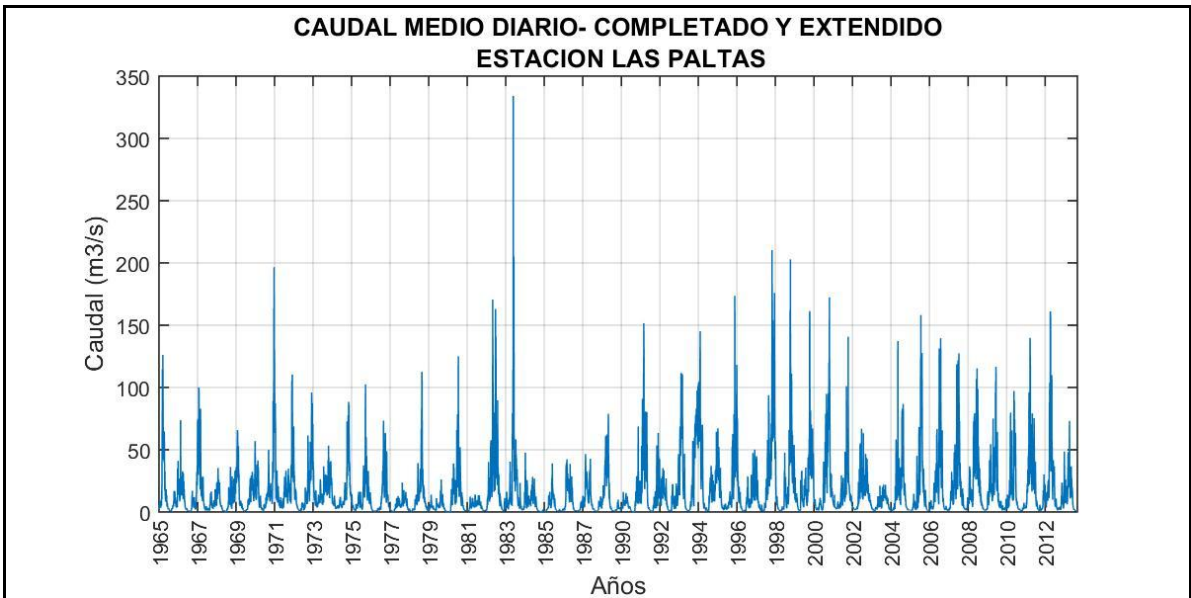
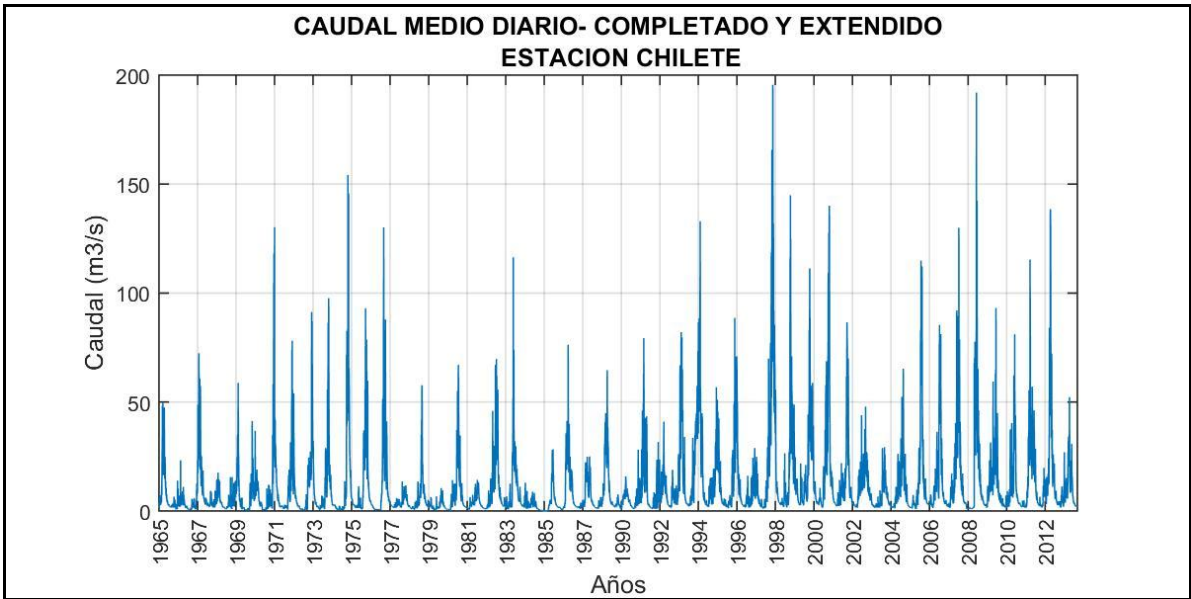
El análisis de consistencia para estas estaciones se ha realizado dividiéndolas en tres grupos para realizar el análisis de consistencia. De las estaciones hidrométricas: Yonan, Chilote, Lllallán y Las Paltas.

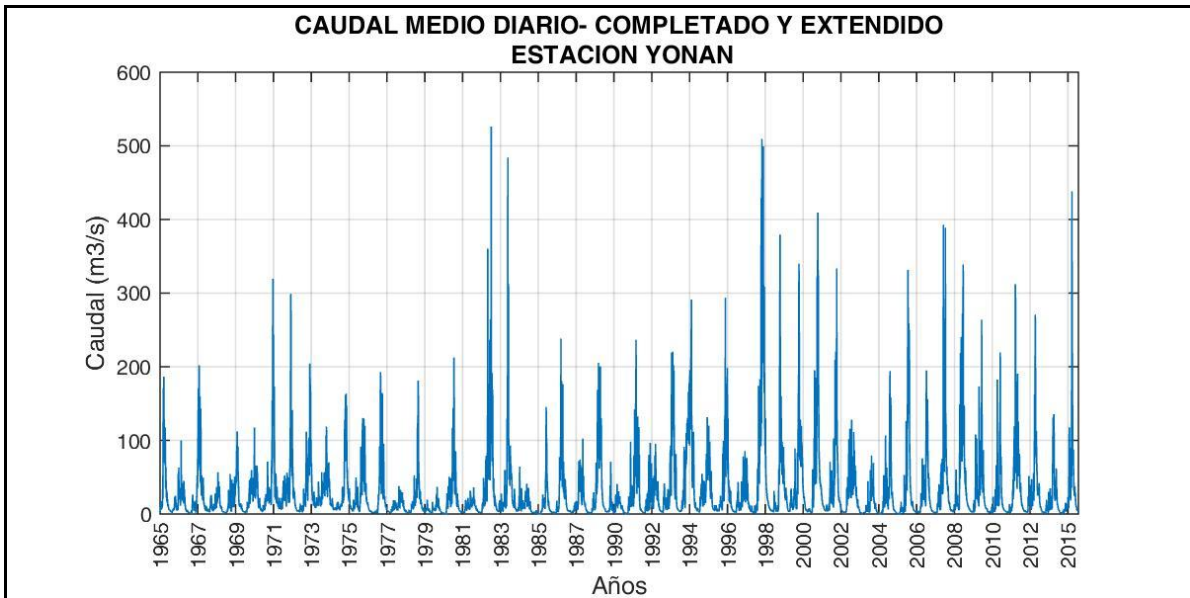
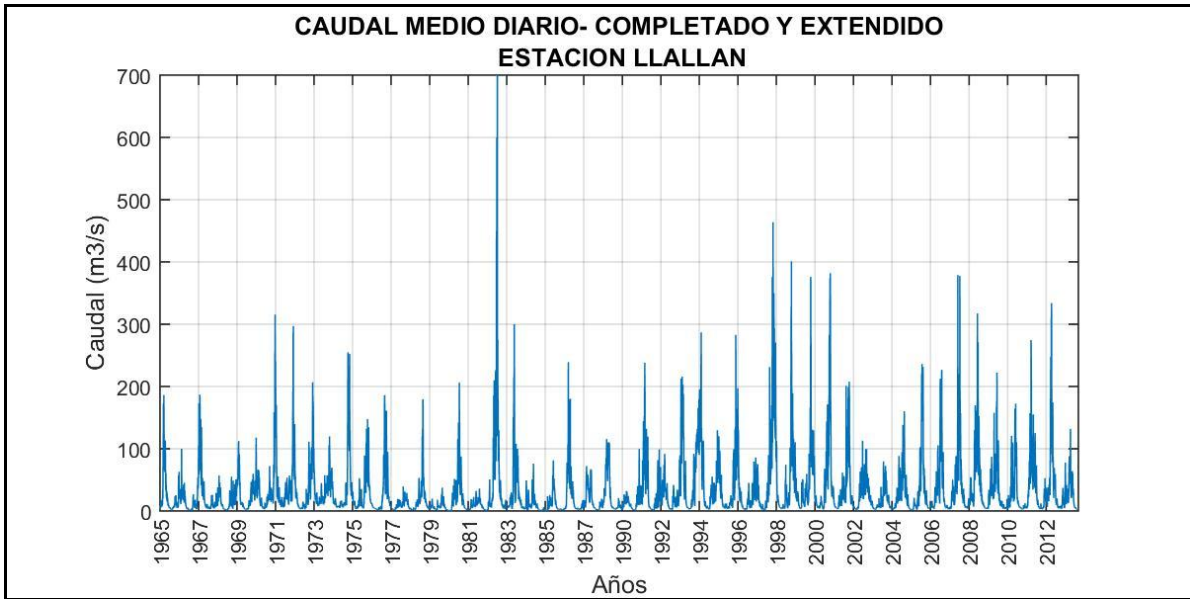


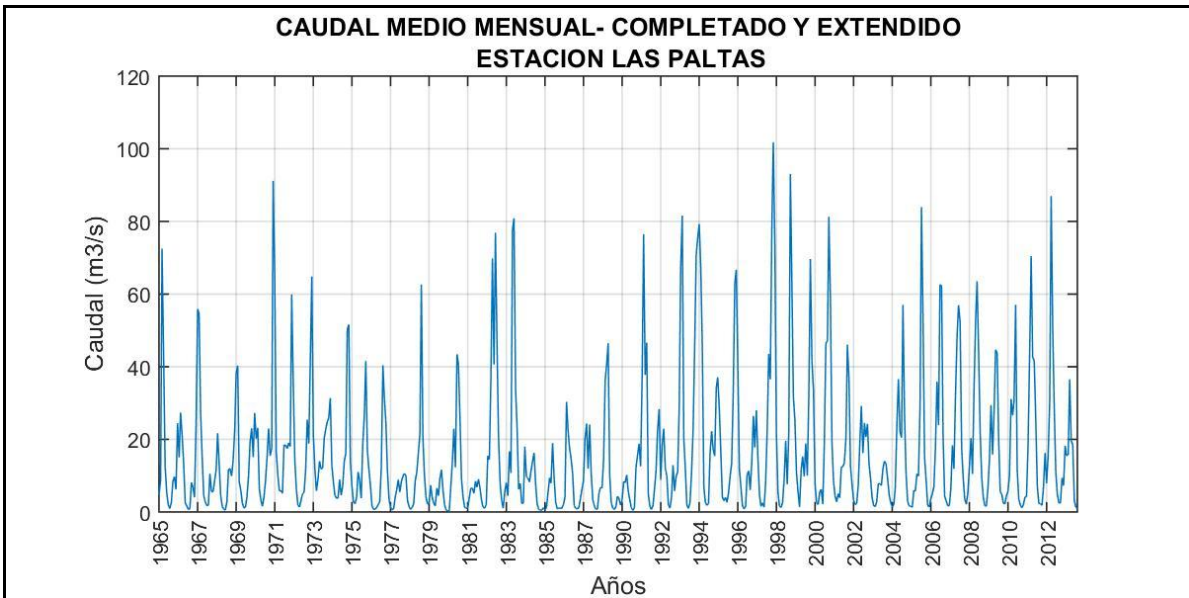
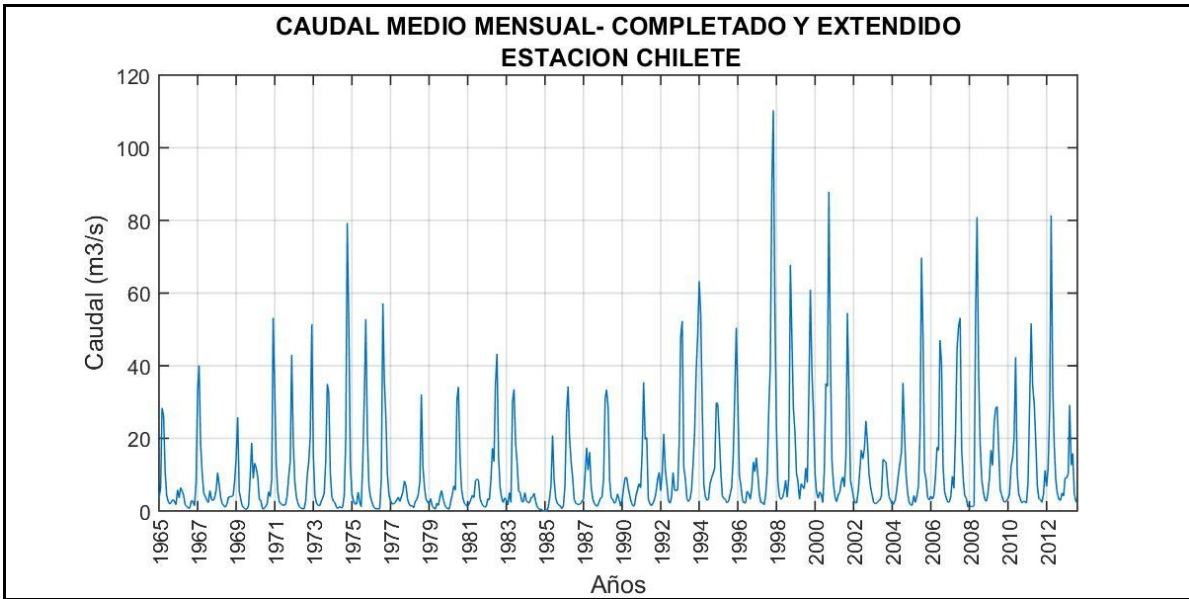
N°	CAT	NOMBRE ESTACIÓN	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	CUENCA	LONGITUD OESTE	LATITUD SUR	ALTITUD (m.s.n.m)
1	HLG	Chilete	Cajamarca	Contumaza	Chilete	Jequetepeque	78°50'19.52"	07°13'11.58"	854
2	HLG	Las paltas	Cajamarca	San pablo	San pablo	Jequetepeque	78°54'06.40"	07°11'27.00"	761
3	HLM	Llallan	Cajamarca	Contumaza	Chilete	Jequetepeque	78°56'00.00"	07°12'00.00"	700
4	HLM	Yonan	Cajamarca	Contumaza	Chilete	Jequetepeque	79°05'56.48"	07°15'21.22"	445

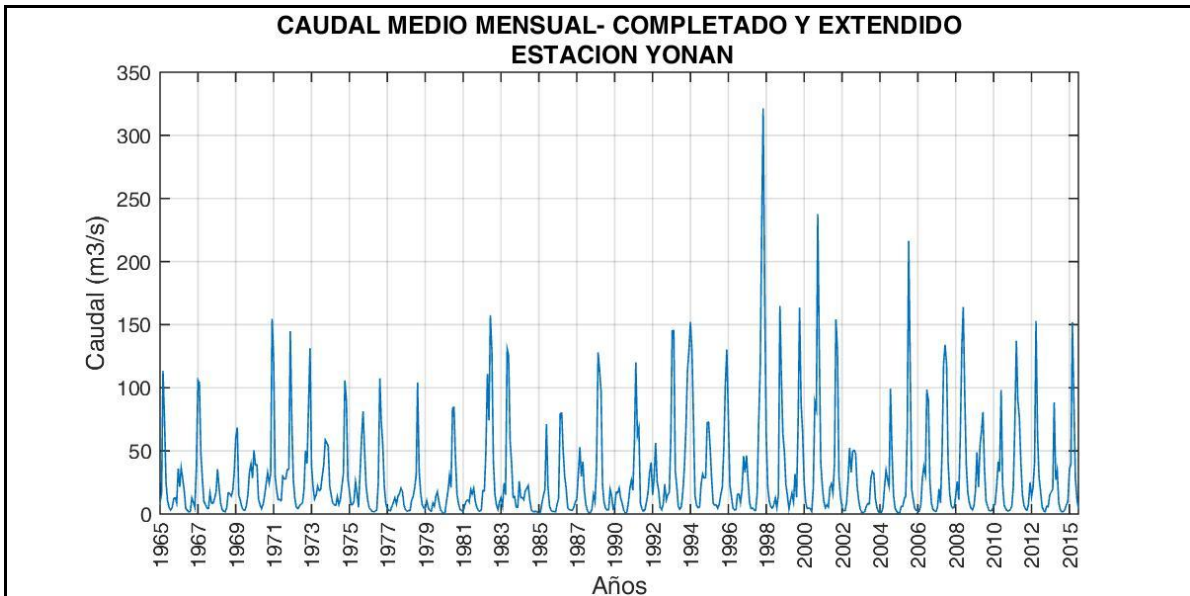
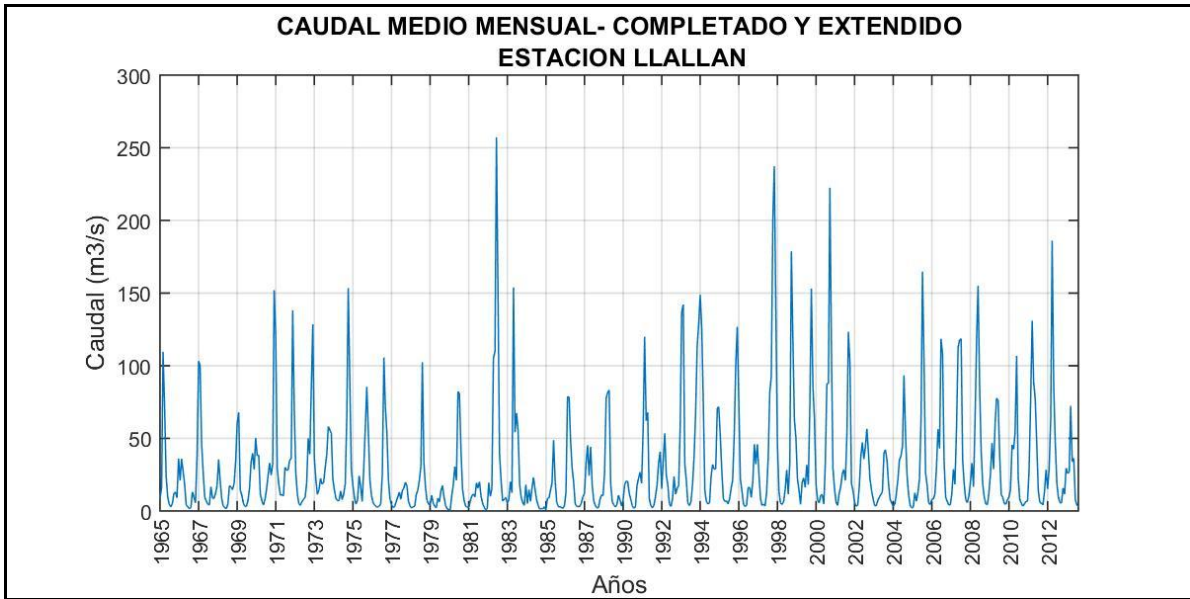












**4.2.6. Determinación de subcuencas**

La determinación de la cuenca y subcuencas se ha realizado mediante el método pfafstetter y en base a la información de modelo digital de terreno – DEM Alos Palsar con una resolución de 12.5 x 12.5 de pixel. Obteniéndose como resultado 9 subcuencas definidos dentro de la cuenca Jequetepeque.

El método Pfafstetter de codificación y delimitación de unidades hidrográficas, es un sistema analítico, organizado y con características de aplicación global, que se basa, principalmente, en la superficie de las unidades de drenaje y de la ubicación de ésta dentro del contexto



hidrográfico en el que se encuentra, en relación con las unidades de drenaje vecinas, respondiendo a criterios netamente topológicos.

En 1997, el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), ocho años después que el método fue creado (1989), debido a las características ventajosas, ya conocidas lo adoptó como sistema de codificación de carácter global. Esto conllevó, a que este sistema, sea actualmente reconocido como estándar internacional.

El sistema Pfafstetter emplea nueve dígitos del sistema decimal (1 al 9) para codificar las nuevas unidades de drenaje obtenidas. Esto quiere decir, que el máximo número de sub-unidades de drenaje que se pueden obtener al dividir una unidad de drenaje mayor, son nueve: cuatro cuencas y cinco intercuencas. A éstas, los códigos le son asignados, siguiendo una dirección que va desde aguas abajo hacia aguas arriba del río principal, de la unidad de drenaje mayor dividida. Los códigos son repartidos tomando en cuenta el tipo de unidad de drenaje y la ubicación de ésta dentro de la unidad mayor, de la siguiente manera: dígitos pares para las cuencas y dígitos impares para las intercuencas; con lo cual obtendríamos cuatro cuencas con los códigos 2, 4, 6 y 8; y cinco intercuencas con los códigos 1, 3, 5, 7 y 9. Existe un caso especial, cuando se trata de cuencas cerradas o internas, pues a este tipo de unidades se les asigna el dígito 0.

En la cuenca Jequetepeque el criterio empleado para la conformación de las subcuencas, está principalmente basado en la determinación adecuada de las unidades hidrográficas, en ese sentido se procedió a subdividirla en 9 subcuencas para facilitar el análisis y caracterización hidrológica.

Las extensiones de cada una de las sub-cuencas en estudio se presentan en la Tabla 17 y, en la Figura 13 se muestra el mapa de Unidades Hidrográficas.

**Tabla 17: Subcuencas determinadas mediante el método pfafstetter**

Subcuencas	Área (Km <sup>2</sup> )	Perímetro Km	Altitud media (m.s.n.m.)	Pendiente media (%)	Coeficiente de compacidad	Factor de forma	Rectángulo equivalente	
							Lado Mayor (Km)	Lado Menor (Km)
*Bajo Jequetepeque	660.5	163.2	530.0	29.3	-	-	-	-
*Medio Bajo Jequetepeque	153.3	79.9	1320.0	49.3	-	-	-	-
*Medio Jequetepeque	144.3	51.1	1375.0	45.7	-	-	-	-
*Medio Alto Jequetepeque	36	8.5	926.9	34.8	-	-	-	-
Alto Jequetepeque	1322.2	197.4	2685.9	43.4	1.5	0.3	82.7	16.0
Chauisis	205.9	67.1	2119.4	47.0	1.3	0.4	25.4	8.1
Contumaza	187.7	78.2	2573.9	45.0	1.6	0.3	33.5	5.6
Pallac	236.9	76.9	2650.0	38.7	1.4	0.5	30.7	7.7
San Miguel	1041.9	179.9	3250.0	28.5	1.6	0.2	76.3	13.7

\*Intercuencas



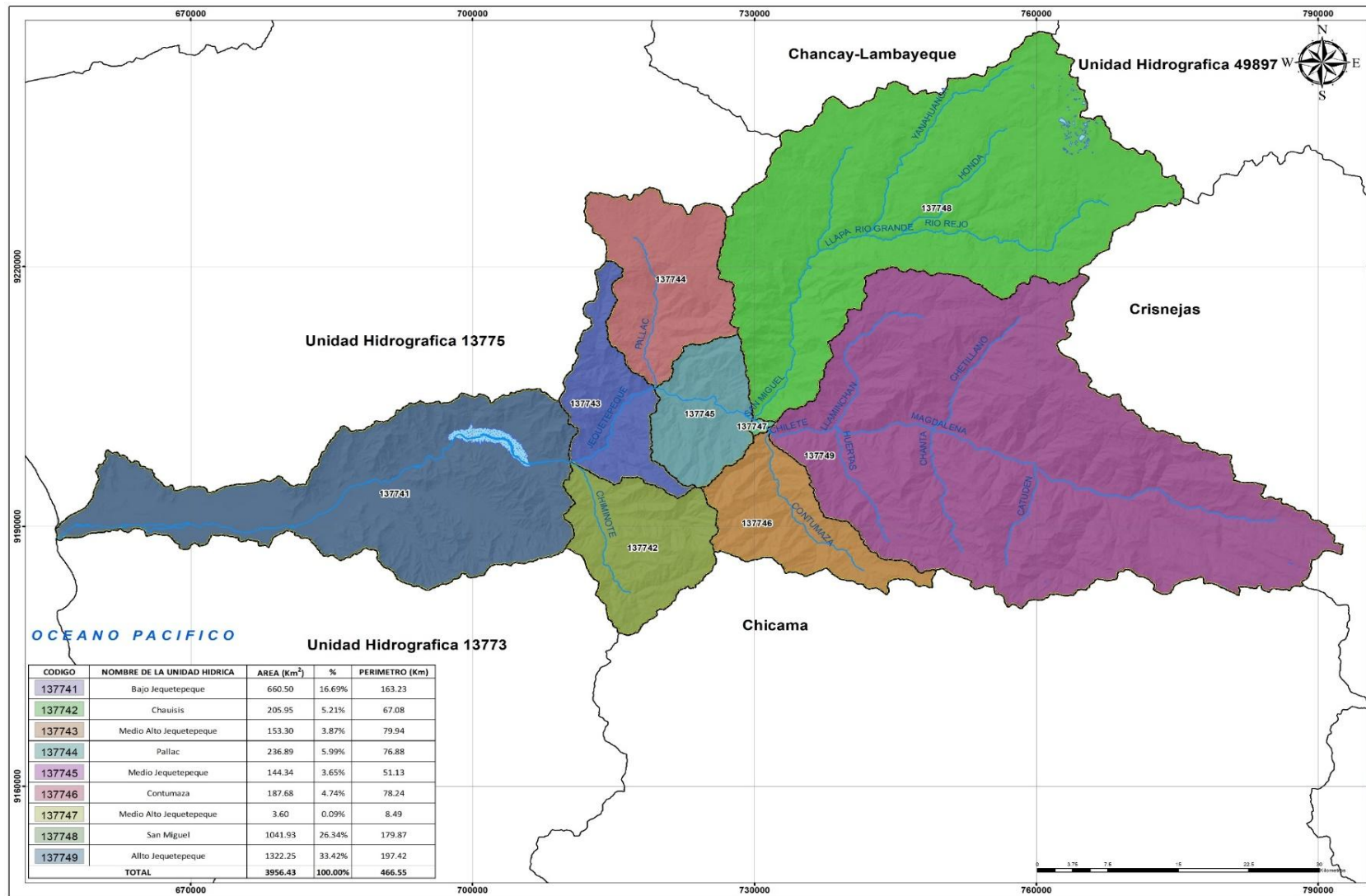


Figura 13: Ubicación de Unidades Hidrográfica.

#### 4.2.7. Modelación hidrológica

La modelación hidrológica es una herramienta de gran importancia para los estudios hidrológicos empleando estos modelos, se realiza el análisis y la gestión de los recursos hídricos. Además, es posible manejar hipótesis suficientemente realistas o previsibles que ofrezcan un cierto grado de confianza para la toma de decisiones, ya sea en la ordenación del territorio en torno a los ríos o para exigir criterios de diseño de obras e infraestructuras capaces de soportar y funcionar adecuadamente en situaciones de emergencia. Incluso, alertar a los servicios de protección civil y establecer protocolos de actuación ante posibles situaciones de peligro por intensas lluvias (Dueñas, 1997).

##### 4.2.7.1. Descripción del modelo Precipitación-Escorrentía

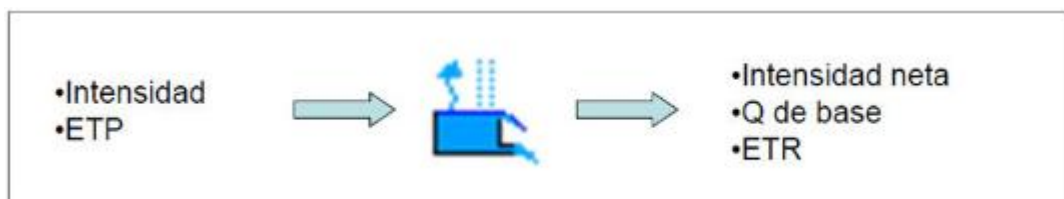
El modelo seleccionado, en el RS MINERVE, se denomina SOCONT Soil Contribution, este modelo hidrológico es espacialmente distribuido, con un área de evaluación configurada a nivel de subcuenca, y utiliza un set homogéneo de datos climáticos (precipitación y temperatura).

El modelo SOCONT comprende tres submodelos:

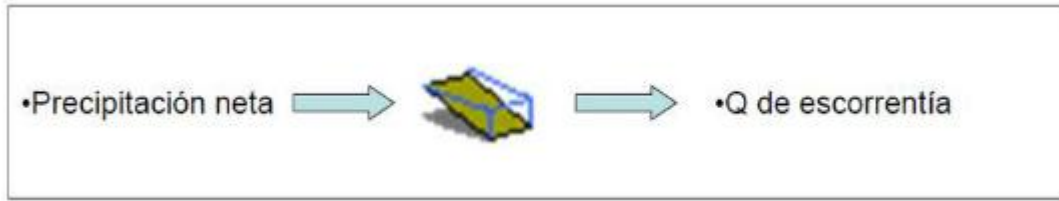
Snow Model, que utiliza la contribución por nieve (no se utilizara esta capa porque la cuenca Jequetepeque no presenta precipitación solida).



GR3 Model, comprende la infiltración, evapotranspiración y flujo base.



SWMM Model, comprende la escorrentía superficial neta.



#### 4.2.7.2. Información básica

Los valores de entrada para el modelo SOCONT comprenden la precipitación (P) y temperatura (T), la evapotranspiración (ETP) se estimó por el método de Oudin.

Los registros históricos de P y T fueron obtenidos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú SENAMHI, los registros hidrométricos de caudal provienen del SENAMHI. Previamente los registros de precipitación fueron completados y extendidos para generar una base de datos a nivel diario.

La información física de las subcuencas como superficie, pendiente y altitud se obtuvieron previo procesamiento en un Sistema de Información Geográfica - SIG.

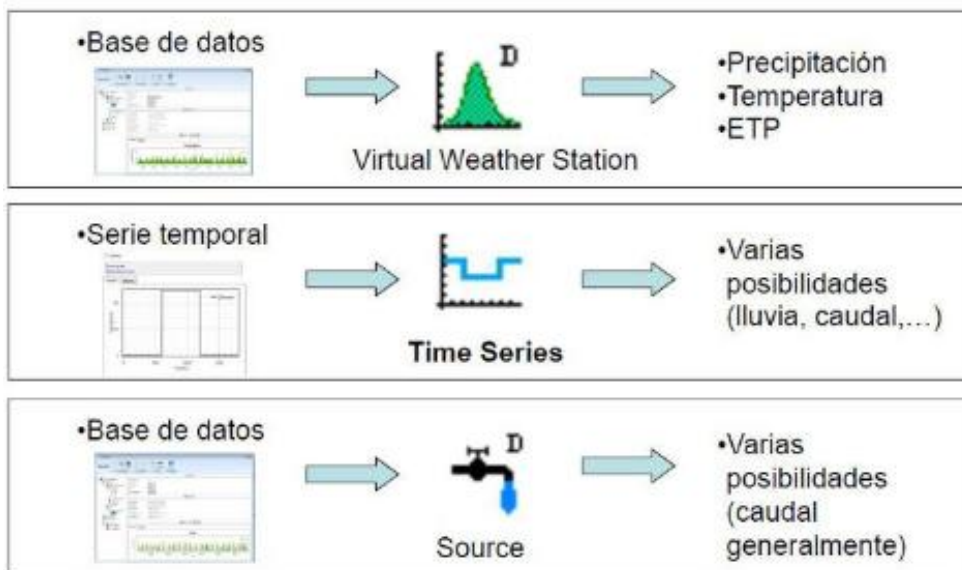
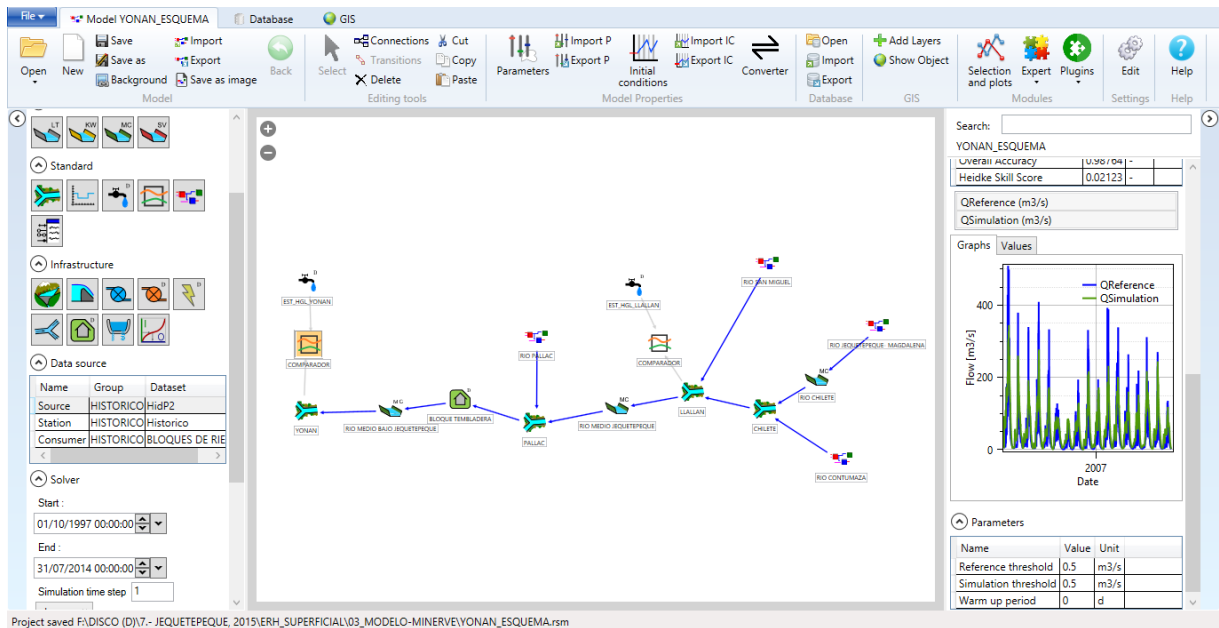


Figura 14: Datos de entrada al modelo SOCON.



**Figura 15: Esquema del modelo hidrológico Jequetepeque.**

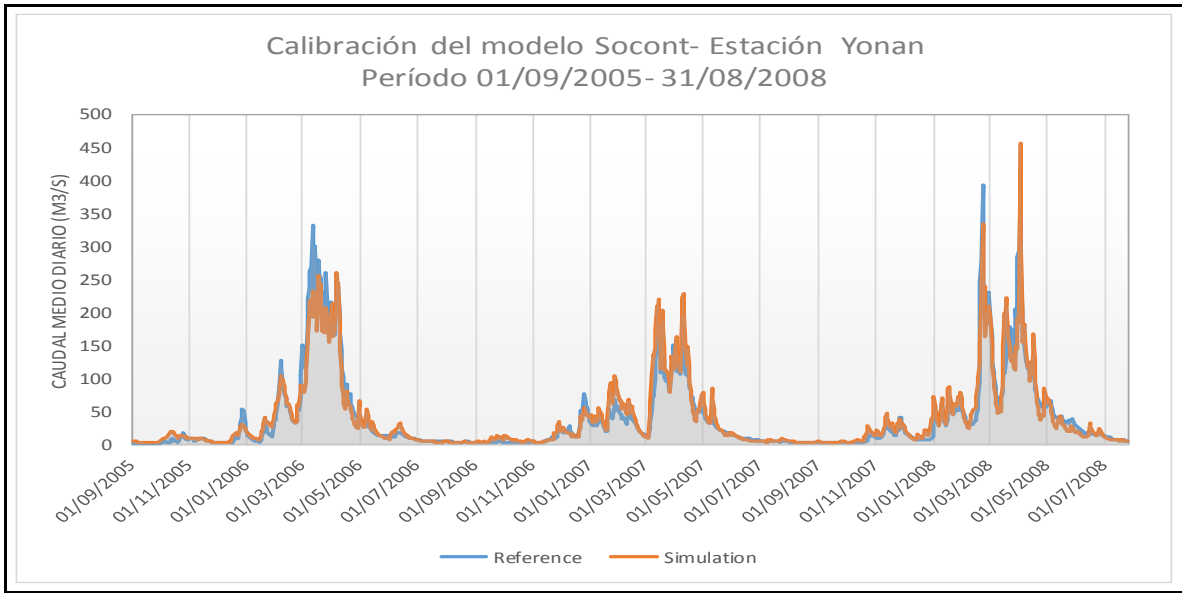
### 4.2.7.3. Calibración

**Tabla 18: Cuadro de resumen**

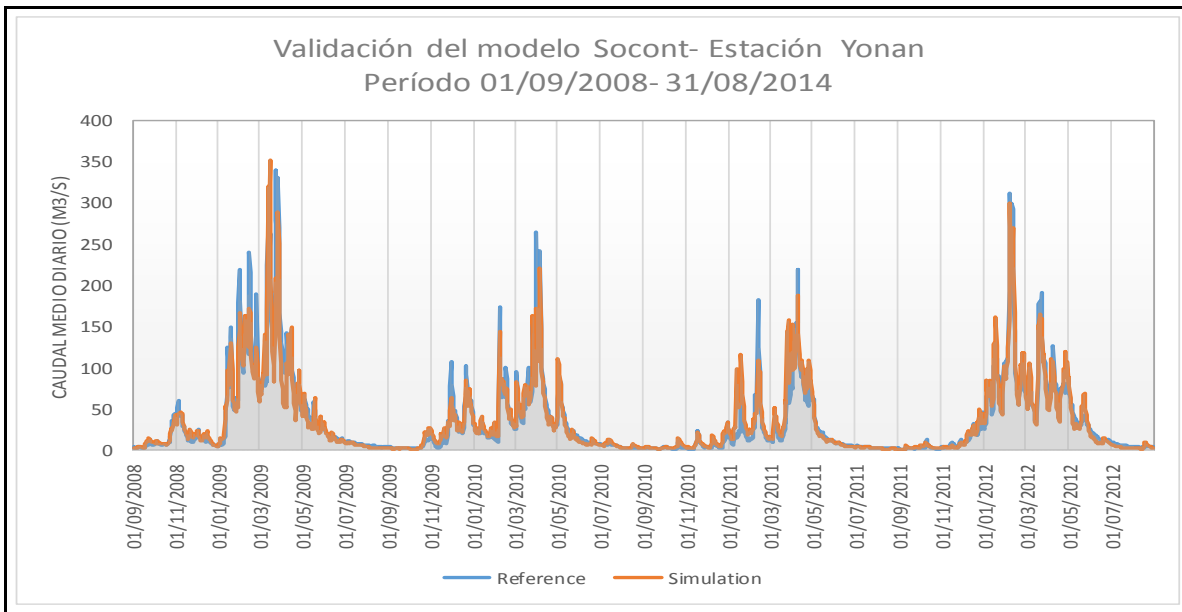
CALIBRACIONES									
Nombre Estación	Afluente	Inicio	Fin	n° días	NASH (%)	LN NASH (%)	PEARSON	r2 (%)	RRMSE
Yonan	Río Jequetepeque	01/09/2005	31/08/2008	1096	92.5	93.6	1.0	92.5	0.4

VALIDACIONES									
Nombre Estación	Afluente	Inicio	Fin	n° días	NASH (%)	LN NASH (%)	PEARSON	r2 (%)	RRMSE
Yonan	Río Jequetepeque	01/09/2008	31/08/2014	2191	89.5	94.2	0.9	90.1	0.5



**Figura 16: Histograma de caudal referencia y simulado 2005 - 2008.**



**Figura 17: Histograma de caudal referencia y simulado 2008 – 2014.**

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

- La cuenca se ha caracterizado a través de hojas cartográficas y la base de datos del sistema de información geográfica (SIG), obteniendo las siguientes características geomorfológicas a nivel de cuenca: área, perímetro, altitud media, pendiente, Red Hídrica, coeficiente de compacidad, factor de forma entre otros. Y definiéndose un total de 8 subcuencas con los cuales se han caracterizado las superficies de aporte hídrico para las subcuencas: Bajo Jequetepeque, Medio Bajo Jequetepeque, Medio Jequetepeque, Medio Alto Jequetepeque, Alto Jequetepeque, Chauisis, Contumaza, Pallac y San Miguel.
- Respecto a la a la información climática se analizaron las variables de temperatura media que varía de 25.3 °C a 10.2 °C en la cuenca baja y alta, temperatura mínima de 16.1 a 0.4 °C y la temperatura máxima de 29.9 °C a 18.9 °C. Velocidad de viento hasta 6.7 m/s en la cuenca baja y 2.3 m/s en la cuenca alta y la evaporación anual varía entre los rangos de 1116 mm a 1604 mm.
- Concerniente a la precipitación en la cuenca Jequetepeque en donde se efectuó el análisis de consistencia, solo escogieron 14 estaciones para la modelación hidrológica consistente. No es de más mencionar el comportamiento en la cuenca baja es muy particular a la cuenca alta teniendo una variación de precipitación anual de 13.4 mm/año a 1329.7 mm/año.
- Con respecto a la información hidrológica se utilizó 4 estación de aforo monitoreados por el servicio nacional de meteorología e hidrología del Perú SENAMHI, actualmente varias de estas estaciones están inoperativas por diferentes factores. Los resultados de análisis de consistencia y homogeneidad indica que la estación Yonan es consistente.

- Concluyendo con la modelación hidrológica para la cuenca Jequetepeque y la generación de los caudales medios mensuales en las subcuencas, a través de esta información se generó por transposición de caudales para los puntos de interés de la siembra y cosecha de agua.

## **5.2. Recomendaciones**

- Se debe continuar con la investigación en la cuenca del río Jequetepeque aguas arriba, por la importancia de poder evaluar y cuantificar los recursos hídricos en cantidad y oportunidad, estableciendo el balance hídrico para escenarios en situación actual y futura para los diferentes proyectos, como los de siembra y cosecha de agua.
- Optimizar la red de estaciones pluviométricas e hidrométricas en la cuenca del río Jequetepeque aguas arriba puesto que varias de ellas están inoperativas. Es de importancia automatizarlas de manera que se pueda contar con información actualizada y así poder garantizar un buen resultado en el análisis de la cuenca en estudio.
- Se recomienda realizar las investigaciones en cuencas similares, que cuenten con una amplia información de datos hidrométricos y pluviométricos.
- Se recomienda el mantenimiento adecuado de las estaciones hidrométricas a fin de no perder la información y poder aumentarla para el trabajo de los futuros proyectos dentro de la cuenca Jequetepeque.
- En cuanto al aprovechamiento del recurso hídrico se debe motivar a la conformación de asociaciones de productores, a fin de integrar grupos de beneficiarios y buscar financiamiento con los distintos programas del estado para lograr prácticas de manejo adecuadas para una buena producción, lo cual mejorará su nivel de vida e ingresos económicos.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Autoridad Nacional de Agua (ANA).

Chow, V.; Maidment, D.R. y Mays, L.W. (1994). *Hidrología Aplicada*. Mc Graw Hill. 580 pp.

Consuegra, D. & Vez, E. (1996). Analyse et Modélisation Intégrées du cheminement des Eaux en zones habitées, modélisation hydrologique, Application au bassin versant de la Haute Broye. IATE/HYDRAM, Swiss Institute of Thecnology, Lausanne

Dueñas, C. (1997). Marco normativo vigente ante el riesgo de inundaciones. Jornadas Parlamentarias sobre prevención de riesgos relacionados con el agua, La protección civil ante el riesgo de inundaciones, Cámara del Senado. Madrid.

Fattorelli, S. y Fernandez, P. (2011). Diseño Hidrológico. (2da ed.). Edición Digital. Water Assessment and advisory global network.

Grupta, H.V.; Kling, H.; Yilmaz, K.K. & Martinez, G.F. (2009). Descomposition of the mean squared error and NSE performance criteria: Implications for improving hydrological modelling. *Journal Hydrol.*

Guillarte, R. (1978). Hidrología básica. Facultad de Ingeniería. UCV. Caracas – Venezuela. 667 pp.

Hernández, J.G.; Arquiola, P.; Foehn, A.; Roquier, B. (2015). RS MINERVE – Technical manual v2.1. RS MINERVE Group, Switzerland.

Llamas, J. (1993). *Hidrología general*. Universidad del Estado de México. Toluca. México 627 pp.



Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI).

Perrin, C.; Michel, C. & Andreassian, V. (2003). Improvement of a parsimonious model for streamflow simulation. *Journal of Hydrology* p. 279, 275-289

Rosenblueth, A. & Wiener, N. (1945). The role of models in science, *Philosophy of science* 12:316-321. Chicago: The University of Chicago.

Singh, V.P. (1988). *Hydrologic Systems*. Volume 1: Rainfall-runoff modelling. United States, Prentice Hall.

## VII. ANEXOS

### Anexo 1: Generación de caudales medios en las subcuencas

CAUDAL PROMEDIO MENSUAL- GENERADO (m3/s)  
AFLUENTE- ALTO RIO MAGDALENA

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	MEDIA A.
1965	2.5	3.9	12.1	16.4	7.3	2.5	1.7	1.3	1.1	0.9	0.7	0.6	4.2
1966	0.6	0.6	0.5	0.7	1.1	0.8	0.6	0.4	0.3	1.0	1.3	1.1	0.8
1967	3.8	21.6	28.8	12.4	6.9	3.5	2.7	2.0	1.5	2.9	2.4	1.7	7.5
1968	1.7	2.6	5.5	4.2	2.4	1.5	1.0	0.8	0.7	1.2	1.3	1.4	2.0
1969	1.6	3.8	9.3	14.0	3.8	2.5	1.9	1.4	1.1	1.2	1.7	7.5	4.1
1970	11.2	9.3	14.2	10.7	9.3	3.6	2.9	1.8	1.9	2.7	4.5	5.6	6.5
1971	5.6	8.5	30.5	37.8	6.7	4.2	2.7	3.0	2.8	4.2	3.8	5.2	9.6
1972	8.0	9.5	31.6	21.3	8.4	3.7	2.2	1.6	1.6	1.9	1.5	3.2	7.9
1973	9.1	13.8	29.3	42.9	10.9	5.7	3.6	2.2	3.3	4.9	4.6	5.8	11.3
1974	10.9	25.4	22.3	12.7	6.3	3.8	2.9	2.0	1.6	2.7	2.4	2.9	8.0
1975	5.3	12.6	39.9	24.7	9.7	8.0	3.3	3.0	4.5	11.0	7.3	3.6	11.1
1976	14.6	23.9	27.1	18.4	8.6	4.2	2.2	1.6	1.2	1.0	1.0	1.3	8.8
1977	7.1	49.4	30.2	20.1	7.4	3.0	2.0	1.5	1.3	1.3	1.6	2.4	10.6
1978	1.9	2.8	3.9	6.4	5.1	2.5	1.5	1.1	1.0	0.8	0.9	0.8	2.4
1979	1.6	4.0	18.3	8.3	3.6	2.1	1.4	1.1	1.0	0.9	0.6	0.6	3.6
1980	0.6	0.7	1.5	3.3	1.8	1.1	0.8	0.5	0.4	0.8	1.2	2.5	1.3
1981	3.4	21.3	25.9	7.8	3.2	2.2	1.5	1.2	1.0	1.1	2.3	3.4	6.2
1982	3.2	7.7	8.0	7.3	2.8	1.6	1.1	0.9	0.7	0.8	1.1	2.1	3.1
1983	3.7	3.9	12.8	22.5	7.4	3.1	1.9	1.4	1.1	0.8	0.6	0.7	5.0
1984	1.1	10.1	18.4	10.3	8.7	3.5	2.8	1.7	1.2	0.9	1.0	0.9	5.0
1985	0.9	1.2	1.1	1.1	0.8	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.2	0.6
1986	1.0	2.9	6.8	19.1	6.7	2.9	1.7	1.4	1.1	0.9	1.8	6.9	4.4
1987	22.6	28.3	14.8	10.6	6.3	2.4	1.6	1.4	1.1	1.0	1.2	1.4	7.7
1988	3.6	10.8	8.4	10.7	4.6	2.3	1.5	1.1	1.0	1.2	2.2	2.3	4.1
1989	5.2	23.9	29.0	22.9	6.3	2.7	2.7	1.7	1.9	4.3	3.2	1.6	8.8
1990	3.1	5.9	8.5	7.5	5.3	3.4	2.1	1.3	0.9	1.1	1.9	3.6	3.7
1991	3.9	4.1	12.6	8.8	4.2	2.1	1.4	1.0	0.8	0.8	0.9	1.0	3.5
1992	3.5	3.6	5.7	15.5	7.6	4.6	2.1	1.4	1.8	7.6	4.5	3.0	5.1
1993	3.2	12.4	31.2	25.3	7.2	4.3	2.4	1.7	1.6	2.8	6.8	7.6	8.9
1994	17.3	26.2	36.1	34.6	10.5	5.3	2.7	1.8	1.4	1.4	2.2	5.3	12.1
1995	7.7	20.1	20.0	13.9	5.4	2.8	1.9	1.5	1.2	1.2	2.1	2.4	6.7
1996	7.8	16.4	34.4	19.3	5.9	4.0	2.1	1.5	1.4	1.8	2.0	1.7	8.2
1997	2.1	6.5	6.8	5.5	5.3	2.6	1.6	1.1	0.8	1.3	3.2	15.3	4.4
1998	31.2	65.1	78.3	36.1	16.6	5.4	2.7	2.1	1.9	2.0	2.8	1.9	20.5
1999	3.4	44.7	33.8	20.0	13.1	6.9	5.9	2.4	2.6	3.5	3.1	7.3	12.2
2000	5.8	25.5	49.1	28.8	18.3	7.6	4.1	2.5	2.8	3.7	2.0	6.7	13.1
2001	23.7	23.8	63.2	29.4	8.8	4.8	2.4	1.7	1.6	1.7	3.8	4.8	14.1
2002	3.9	9.2	39.1	21.7	5.5	3.9	2.6	1.8	1.3	2.6	5.5	9.1	8.9
2003	10.9	12.9	19.0	14.7	7.4	4.4	3.0	1.8	1.3	1.1	1.2	1.8	6.6
2004	2.5	9.2	8.7	9.8	5.0	2.9	1.9	1.3	1.0	1.3	2.4	3.9	4.2
2005	7.8	8.7	22.0	14.8	5.3	2.5	1.8	1.3	1.0	1.6	1.7	1.8	5.9
2006	4.6	15.2	53.5	34.3	5.6	5.1	2.6	2.1	2.1	2.0	2.0	5.3	11.2
2007	10.1	12.6	34.1	27.4	7.7	3.6	2.1	1.6	1.4	1.9	4.2	3.1	9.2
2008	13.4	33.3	36.7	41.5	11.7	5.1	2.8	2.3	2.3	3.0	6.2	3.9	13.5
2009	14.2	41.9	64.8	28.6	12.6	5.6	3.9	2.3	1.7	2.4	5.3	9.5	16.1
2010	9.1	17.3	18.5	19.4	12.4	3.6	2.5	1.7	1.4	1.6	2.0	1.8	7.6
2011	5.1	8.8	11.1	28.5	7.4	3.4	2.4	1.7	1.6	1.5	1.2	2.9	6.3
2012	18.8	35.7	24.1	18.3	12.3	4.5	2.4	1.7	1.3	2.5	6.6	5.3	11.1
2013	8.3	20.6	62.6	22.7	9.6	5.4	2.9	2.0	1.7	2.3	2.9	3.7	12.1
2014	5.3	5.4	19.5	7.9	11.3	3.6	2.1	1.5					
MEDIA	7.2	15.8	24.5	18.0	7.4	3.6	2.3	1.6	1.5	2.1	2.6	3.6	7.5
D. EST.	6.5	13.8	18.0	10.6	3.6	1.6	0.9	0.6	0.8	1.9	1.8	2.9	

## CAUDAL PROMEDIO MENSUAL- GENERADO (m3/s)

## AFLUENTE- ALTO RIO REJO

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	MEDIA A.
1965	2.2	4.3	32.7	18.4	5.5	2.5	0.8	0.2	1.4	4.5	5.3	3.3	6.8
1966	12.1	7.2	12.7	9.6	6.5	1.2	0.8	0.2	0.5	4.3	3.8	2.5	5.1
1967	9.7	22.7	21.0	10.5	6.0	1.9	1.1	0.6	0.8	5.3	3.4	3.4	7.2
1968	5.6	7.8	12.7	7.0	2.6	0.7	0.3	0.1	1.8	7.0	7.7	7.1	5.0
1969	7.8	10.6	11.5	16.5	3.7	3.1	1.5	0.4	0.6	2.3	6.4	11.1	6.3
1970	8.7	7.6	12.9	6.9	8.4	2.1	1.1	0.6	2.1	3.6	8.0	10.4	6.0
1971	8.0	8.9	35.9	21.2	9.5	6.2	3.3	3.4	2.9	11.1	12.0	10.6	11.1
1972	9.6	8.6	21.2	14.7	6.2	2.2	0.5	0.6	1.9	2.7	3.5	7.6	6.6
1973	11.2	7.4	12.6	18.2	5.9	5.3	2.7	5.6	7.9	4.3	5.6	9.5	8.0
1974	10.3	7.5	11.0	16.6	6.1	3.8	2.3	2.1	2.1	3.6	2.3	4.3	6.0
1975	5.6	2.9	6.8	15.1	6.0	3.8	0.8	0.6	1.1	2.8	3.9	1.8	4.3
1976	6.7	7.8	13.7	5.9	4.0	2.2	0.5	0.1	0.3	0.7	0.9	1.3	3.7
1977	4.6	15.0	10.6	9.2	4.1	1.6	0.5	0.0	0.3	2.3	4.2	4.5	4.7
1978	2.8	2.4	3.4	3.6	3.9	1.7	0.6	0.1	0.5	1.0	5.1	7.3	2.7
1979	9.9	10.4	29.7	8.2	5.3	1.6	1.0	1.0	4.2	2.3	1.6	1.0	6.3
1980	4.4	2.9	5.4	6.0	4.0	1.3	0.2	0.0	0.0	4.5	9.3	13.1	4.2
1981	6.4	19.5	16.3	13.8	5.1	1.9	0.3	0.0	0.0	1.5	3.0	3.1	5.9
1982	2.2	2.2	1.8	2.2	0.9	0.7	0.2	0.2	0.8	7.0	7.1	16.6	3.5
1983	29.7	16.8	30.6	18.5	8.9	3.5	1.4	0.2	2.8	4.0	2.4	8.6	10.6
1984	4.1	31.3	29.9	10.8	3.6	0.5	2.0	0.5	0.8	7.4	4.5	4.5	8.3
1985	3.8	5.4	6.6	7.8	3.9	1.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	2.4
1986	0.3	1.2	0.6	0.9	1.6	0.7	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3	1.2	0.6
1987	12.8	9.6	8.2	4.9	5.9	0.9	0.3	0.0	0.6	2.5	4.7	6.6	4.7
1988	15.0	17.3	7.7	10.3	4.5	1.5	0.7	0.1	0.3	2.9	4.3	4.5	5.8
1989	10.2	16.5	9.7	7.9	2.7	0.5	0.0	0.0	0.5	1.3	1.2	0.6	4.3
1990	0.7	1.3	1.7	3.5	2.7	1.6	0.3	0.0	0.6	8.7	10.9	12.6	3.7
1991	7.7	26.2	48.0	20.5	31.7	3.3	0.7	0.1	1.0	4.5	8.3	16.7	14.1
1992	18.1	4.3	8.8	9.9	6.9	5.4	1.1	0.5	2.6	7.7	3.4	6.7	6.3
1993	6.8	16.1	29.1	46.9	8.3	7.3	0.6	0.2	1.2	5.5	13.6	29.3	13.7
1994	44.0	44.5	49.2	33.9	29.6	3.6	1.3	1.0	1.4	12.1	16.4	12.0	20.7
1995	8.9	19.9	19.3	12.7	9.7	2.2	1.7	2.5	1.6	3.1	6.2	8.6	8.0
1996	19.0	33.0	27.8	19.9	6.2	4.3	0.9	0.3	0.7	7.0	7.8	4.3	10.9
1997	9.7	16.8	9.1	17.9	10.2	3.1	0.8	1.8	0.9	5.7	16.4	26.9	9.9
1998	14.2	30.9	33.2	24.4	10.3	2.5	0.4	0.3	1.4	5.3	14.0	5.0	11.8
1999	11.6	45.5	29.6	14.3	13.3	5.9	2.8	0.5	7.5	8.1	6.3	11.2	13.1
2000	5.5	15.3	21.8	15.6	14.6	4.3	1.2	0.7	3.3	3.0	1.2	9.5	8.0
2001	24.1	20.6	36.7	17.8	6.7	3.5	1.1	0.4	3.3	7.0	10.1	11.1	11.9
2002	8.0	12.6	29.3	20.1	4.5	3.5	0.9	0.3	0.7	5.0	13.9	16.5	9.6
2003	9.3	9.9	11.4	8.1	5.3	4.1	2.4	0.8	0.7	3.0	4.4	4.0	5.3
2004	5.4	12.1	12.1	8.4	5.4	2.1	1.5	0.7	1.4	4.5	10.0	16.4	6.7
2005	13.8	16.8	26.7	14.4	9.4	4.4	0.8	0.2	0.4	5.6	2.9	5.5	8.4
2006	6.8	14.1	25.6	20.2	9.2	5.1	0.8	0.5	2.2	3.3	4.6	10.0	8.5
2007	16.8	10.9	23.5	23.1	7.5	2.0	1.6	0.9	1.1	4.1	12.4	7.9	9.3
2008	19.3	21.5	24.2	16.2	8.9	5.7	2.1	1.1	3.1	6.8	10.2	6.5	10.5
2009	17.5	25.0	26.7	15.6	9.6	5.2	1.8	0.6	0.7	4.0	8.8	17.4	11.1
2010	9.2	13.9	18.1	18.3	8.5	3.3	2.8	1.4	1.3	2.6	3.9	6.7	7.5
2011	18.6	14.2	17.1	28.3	6.5	1.8	0.9	0.3	1.0	2.7	3.0	12.2	8.9
2012	23.9	31.4	16.8	15.1	13.3	3.9	1.1	1.2	1.0	3.8	10.3	4.9	10.6
2013	8.2	16.1	33.6	23.0	14.2	5.3	2.6	1.3	1.5	4.6	4.2	12.2	10.6
2014	9.3	9.4	20.1	9.6	9.2	1.4	0.5	0.3					
<b>MEDIA</b>	<b>10.8</b>	<b>14.7</b>	<b>19.3</b>	<b>14.5</b>	<b>7.7</b>	<b>2.9</b>	<b>1.1</b>	<b>0.7</b>	<b>1.5</b>	<b>4.4</b>	<b>6.4</b>	<b>8.5</b>	<b>7.7</b>
<b>D. EST.</b>	<b>7.9</b>	<b>10.3</b>	<b>11.6</b>	<b>8.3</b>	<b>5.7</b>	<b>1.7</b>	<b>0.8</b>	<b>1.0</b>	<b>1.6</b>	<b>2.6</b>	<b>4.3</b>	<b>6.2</b>	

## CAUDAL PROMEDIO MENSUAL- GENERADO (m3/s)

## AFLUENTE- QDA HONDA

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	MEDIA A.
1965	0.8	1.5	10.3	5.3	1.2	0.4	0.0	0.0	0.3	1.3	1.2	0.8	1.9
1966	3.8	2.1	3.9	3.0	1.5	0.1	0.1	0.0	0.0	1.2	0.8	0.4	1.4
1967	3.4	7.4	6.4	3.0	1.4	0.2	0.2	0.1	0.1	1.7	0.6	0.9	2.1
1968	1.5	2.2	3.6	1.8	0.5	0.0	0.0	0.0	0.5	1.9	1.8	1.8	1.3
1969	2.2	3.4	4.2	4.9	0.7	0.7	0.2	0.0	0.1	0.7	1.8	3.0	1.8
1970	2.8	2.3	3.7	2.4	2.3	0.3	0.1	0.1	0.5	1.1	2.2	2.8	1.7
1971	2.4	2.8	11.9	6.5	2.4	1.4	0.7	0.7	0.7	3.3	2.9	2.9	3.2
1972	2.6	2.9	7.0	4.4	1.4	0.3	0.0	0.1	0.5	0.6	1.0	1.8	1.9
1973	3.7	2.3	4.6	6.5	1.5	1.3	0.5	1.5	2.2	1.0	1.7	2.5	2.4
1974	3.3	2.8	3.5	5.1	1.4	1.0	0.3	0.5	0.4	1.1	0.5	1.2	1.8
1975	2.0	1.3	4.0	5.6	1.3	0.9	0.0	0.2	0.2	1.0	0.9	0.2	1.5
1976	2.6	3.0	4.4	1.8	0.9	0.4	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.3	1.1
1977	1.8	5.3	3.7	2.8	0.8	0.2	0.0	0.0	0.1	0.7	1.1	1.1	1.5
1978	0.7	1.1	1.1	1.3	1.0	0.2	0.0	0.0	0.1	0.2	1.5	2.0	0.8
1979	2.6	3.2	9.2	2.2	1.2	0.2	0.2	0.1	1.1	0.5	0.2	0.1	1.7
1980	1.3	0.7	1.7	1.6	0.9	0.1	0.0	0.0	0.0	1.4	2.5	3.4	1.1
1981	1.8	6.4	4.9	4.0	1.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.6	0.7	0.8	1.7
1982	0.7	0.9	0.7	0.9	0.1	0.1	0.0	0.0	0.2	2.4	1.6	4.8	1.0
1983	9.5	5.2	9.6	5.8	2.0	0.7	0.1	0.0	0.7	1.1	0.5	2.6	3.1
1984	0.9	11.3	8.5	3.8	1.0	0.0	0.5	0.0	0.1	2.5	1.0	1.0	2.6
1985	1.1	1.8	1.9	2.4	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
1986	0.4	0.7	0.5	1.1	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.3
1987	4.4	2.9	2.5	1.6	1.4	0.0	0.0	0.0	0.1	0.7	1.2	1.6	1.4
1988	4.5	4.5	1.8	3.6	0.8	0.2	0.0	0.0	0.0	0.8	1.0	1.2	1.5
1989	2.8	5.4	3.5	3.6	0.5	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.2	0.0	1.4
1990	0.3	0.7	0.8	1.3	0.5	0.3	0.0	0.0	0.2	2.6	3.0	2.8	1.1
1991	2.0	7.6	13.3	5.8	8.0	0.3	0.0	0.0	0.3	1.3	2.3	4.5	3.8
1992	4.7	1.1	2.7	3.1	1.6	1.1	0.1	0.0	0.8	1.9	0.8	1.8	1.6
1993	2.0	4.7	9.3	13.1	1.7	1.6	0.0	0.0	0.3	1.5	3.4	8.2	3.8
1994	12.2	12.3	13.5	9.3	7.8	0.3	0.1	0.1	0.4	3.3	4.0	3.0	5.5
1995	2.6	5.8	5.6	3.7	2.4	0.2	0.3	0.5	0.2	0.9	1.6	2.7	2.2
1996	5.0	9.8	8.9	5.2	1.4	0.9	0.0	0.0	0.1	1.8	1.6	0.9	3.0
1997	2.6	4.5	2.5	5.1	2.2	0.5	0.0	0.3	0.1	1.7	4.5	7.0	2.6
1998	4.4	10.3	10.6	7.8	2.3	0.4	0.0	0.0	0.3	1.7	3.3	1.1	3.5
1999	3.8	13.7	8.2	4.0	3.6	1.3	0.4	0.0	2.2	2.0	1.7	2.9	3.6
2000	1.5	5.1	7.4	5.0	4.0	0.8	0.0	0.0	0.9	0.6	0.2	2.7	2.3
2001	7.4	6.4	12.9	5.1	1.7	0.6	0.1	0.0	1.0	1.9	2.6	2.9	3.6
2002	2.0	4.1	9.2	6.2	0.9	0.7	0.0	0.0	0.1	1.7	3.5	4.8	2.8
2003	2.6	3.0	3.8	2.5	1.3	0.9	0.4	0.0	0.1	0.9	1.1	1.0	1.5
2004	1.4	3.8	3.6	2.4	1.4	0.2	0.2	0.0	0.3	1.3	2.5	4.2	1.8
2005	3.8	4.8	8.2	3.7	2.2	0.9	0.0	0.0	0.0	1.5	0.5	1.5	2.3
2006	1.9	4.5	8.7	5.8	2.1	1.1	0.0	0.0	0.6	0.7	1.3	2.6	2.5
2007	5.3	2.8	7.9	7.4	1.8	0.2	0.3	0.0	0.2	1.2	3.2	2.0	2.7
2008	5.4	7.0	7.3	5.4	2.1	1.3	0.2	0.1	0.8	2.0	2.5	1.5	3.0
2009	5.6	7.3	8.5	4.9	2.5	1.0	0.2	0.0	0.1	1.3	2.4	4.7	3.2
2010	2.4	4.2	6.1	5.3	2.3	0.6	0.5	0.2	0.2	0.7	0.8	1.7	2.1
2011	5.0	3.9	5.3	8.0	1.1	0.2	0.1	0.0	0.2	0.6	0.6	3.3	2.4
2012	6.9	9.7	5.1	5.2	3.1	0.7	0.0	0.3	0.1	1.2	2.7	1.0	3.0
2013	2.6	5.3	10.6	6.5	3.8	1.0	0.4	0.2	0.3	1.5	0.7	3.2	3.0
2014	2.6	3.0	5.9	2.7	2.2	0.1	0.0	0.0					
<b>MEDIA</b>	<b>3.2</b>	<b>4.6</b>	<b>6.1</b>	<b>4.4</b>	<b>1.8</b>	<b>0.5</b>	<b>0.1</b>	<b>0.1</b>	<b>0.4</b>	<b>1.3</b>	<b>1.6</b>	<b>2.2</b>	<b>2.2</b>
<b>D. EST.</b>	<b>2.3</b>	<b>3.1</b>	<b>3.5</b>	<b>2.3</b>	<b>1.5</b>	<b>0.4</b>	<b>0.2</b>	<b>0.2</b>	<b>0.5</b>	<b>0.8</b>	<b>1.1</b>	<b>1.7</b>	

## CAUDAL PROMEDIO MENSUAL- GENERADO (m3/s)

## AFLUENTE- RIO LLAMINCHAN

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	MEDIA A.
1965	0.4	0.7	3.7	2.0	0.8	0.4	0.2	0.2	0.4	0.7	0.6	0.5	0.9
1966	1.4	0.8	1.4	1.1	0.7	0.2	0.2	0.1	0.2	0.7	0.5	0.2	0.6
1967	1.3	2.8	2.4	1.3	0.8	0.4	0.4	0.3	0.2	0.9	0.3	0.5	1.0
1968	0.6	0.9	1.3	0.7	0.3	0.1	0.1	0.1	0.4	0.8	0.8	0.8	0.6
1969	0.8	1.3	1.4	1.8	0.5	0.6	0.3	0.2	0.2	0.4	0.9	1.2	0.8
1970	0.9	0.9	1.3	0.9	0.9	0.3	0.2	0.2	0.4	0.6	1.1	1.0	0.7
1971	0.9	1.1	4.1	2.4	1.4	0.9	0.6	0.5	0.5	1.5	1.3	1.3	1.4
1972	0.9	1.2	2.4	1.7	0.8	0.3	0.2	0.3	0.4	0.3	0.7	0.8	0.8
1973	1.3	0.9	1.6	2.5	1.0	0.9	0.5	0.9	1.1	0.4	1.0	0.9	1.1
1974	1.2	0.9	1.3	1.9	0.7	0.6	0.3	0.4	0.3	0.5	0.3	0.6	0.7
1975	0.6	0.3	1.1	2.1	0.8	0.6	0.3	0.3	0.2	0.5	0.5	0.2	0.6
1976	0.9	1.0	1.5	0.7	0.6	0.4	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.5
1977	0.7	1.8	1.5	1.3	0.7	0.4	0.3	0.2	0.2	0.4	0.6	0.5	0.7
1978	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.7	0.8	0.4
1979	0.9	1.1	3.3	0.9	0.7	0.3	0.3	0.3	0.7	0.3	0.2	0.2	0.8
1980	0.6	0.3	0.7	0.6	0.5	0.2	0.1	0.1	0.1	0.7	1.0	1.3	0.5
1981	0.7	2.3	1.8	1.6	0.7	0.3	0.2	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4	0.7
1982	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.9	0.6	1.7	0.4
1983	3.3	2.0	3.8	3.0	1.5	0.8	0.4	0.3	0.7	0.7	0.4	1.3	1.5
1984	0.3	4.3	3.1	1.8	0.8	0.5	0.6	0.3	0.3	1.2	0.6	0.5	1.2
1985	0.5	0.8	0.7	0.9	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.3
1986	0.1	0.3	0.1	0.4	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
1987	1.2	0.9	1.0	0.6	0.7	0.2	0.2	0.1	0.2	0.4	0.6	0.6	0.6
1988	1.7	1.7	0.7	1.4	0.4	0.3	0.2	0.1	0.2	0.5	0.6	0.6	0.7
1989	1.1	1.9	1.1	1.2	0.5	0.3	0.2	0.1	0.2	0.3	0.3	0.1	0.6
1990	0.1	0.3	0.3	0.5	0.3	0.3	0.1	0.1	0.2	1.0	1.3	1.1	0.5
1991	0.7	3.1	5.3	2.5	3.5	0.3	0.2	0.1	0.4	0.7	1.3	2.0	1.7
1992	1.7	0.6	1.1	1.2	0.9	0.7	0.2	0.2	0.6	0.8	0.5	0.8	0.8
1993	0.8	1.7	3.6	5.8	1.1	1.0	0.3	0.3	0.5	0.8	1.6	3.5	1.7
1994	4.9	5.0	5.9	3.9	3.8	0.4	0.3	0.3	0.5	1.6	1.8	1.3	2.5
1995	1.1	2.3	2.3	1.5	1.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.5	0.8	1.3	1.0
1996	1.8	3.8	3.6	2.2	0.9	0.7	0.2	0.2	0.3	1.1	0.8	0.6	1.3
1997	1.2	1.7	1.0	2.2	0.9	0.4	0.2	0.3	0.2	0.9	2.0	2.8	1.2
1998	1.6	4.1	4.5	3.4	1.3	0.5	0.3	0.3	0.4	1.0	1.4	0.6	1.6
1999	1.5	5.2	3.1	1.7	1.9	0.8	0.4	0.2	1.3	0.8	0.9	1.2	1.6
2000	0.6	1.9	2.3	1.8	1.7	0.5	0.2	0.2	0.7	0.3	0.2	1.2	1.0
2001	2.6	2.3	4.5	1.7	1.1	0.5	0.3	0.2	0.7	1.0	1.2	1.3	1.4
2002	0.7	1.5	3.4	1.9	0.5	0.4	0.2	0.1	0.2	0.9	1.5	2.0	1.1
2003	0.9	1.0	1.3	0.9	0.6	0.5	0.3	0.2	0.2	0.5	0.6	0.5	0.6
2004	0.5	1.4	1.3	0.7	0.7	0.2	0.3	0.1	0.3	0.6	1.1	1.7	0.7
2005	1.4	1.9	3.2	1.4	1.1	0.6	0.1	0.1	0.2	0.8	0.3	0.8	1.0
2006	0.7	1.7	3.5	2.9	1.2	0.9	0.3	0.3	0.6	0.4	0.8	1.1	1.2
2007	1.9	0.9	2.8	2.7	0.8	0.3	0.4	0.2	0.3	0.7	1.5	0.9	1.1
2008	2.0	2.6	2.9	2.2	1.2	0.9	0.3	0.3	0.7	1.0	1.1	0.7	1.3
2009	2.3	2.6	3.3	1.8	1.3	0.7	0.3	0.2	0.2	0.8	1.1	1.8	1.4
2010	0.9	1.6	2.2	1.9	1.0	0.5	0.4	0.3	0.2	0.4	0.5	0.9	0.9
2011	1.8	1.4	2.2	3.0	0.6	0.3	0.2	0.1	0.3	0.4	0.5	1.5	1.0
2012	2.5	3.5	2.0	2.3	1.5	0.6	0.2	0.4	0.2	0.7	1.3	0.5	1.3
2013	1.0	2.0	3.6	2.4	1.8	0.6	0.4	0.3	0.3	0.8	0.4	1.5	1.3
2014	1.0	1.3	2.2	1.0	0.9	0.2	0.2	0.1					
<b>MEDIA</b>	<b>1.2</b>	<b>1.7</b>	<b>2.3</b>	<b>1.7</b>	<b>1.0</b>	<b>0.5</b>	<b>0.3</b>	<b>0.2</b>	<b>0.4</b>	<b>0.7</b>	<b>0.8</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0</b>
<b>D. EST.</b>	<b>0.9</b>	<b>1.2</b>	<b>1.4</b>	<b>1.0</b>	<b>0.7</b>	<b>0.2</b>	<b>0.1</b>	<b>0.1</b>	<b>0.2</b>	<b>0.3</b>	<b>0.5</b>	<b>0.7</b>	

## CAUDAL PROMEDIO MENSUAL- GENERADO (m3/s)

## AFLUENTE- RIO CHANTA

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	MEDIA A.
1965	0.1	0.1	0.7	0.9	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
1966	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
1967	0.1	0.7	1.0	0.5	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3
1968	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1969	0.0	0.1	0.1	0.5	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
1970	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
1971	0.1	0.1	0.7	1.1	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3
1972	0.2	0.2	0.5	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.2
1973	0.2	0.2	0.4	1.0	0.5	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3
1974	0.1	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1
1975	0.1	0.1	0.7	0.9	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.3
1976	0.1	0.2	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
1977	0.2	0.9	0.5	0.6	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.3
1978	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
1979	0.0	0.1	0.5	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
1980	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
1981	0.1	0.4	0.6	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
1982	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
1983	0.1	0.1	0.3	1.0	0.8	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3
1984	0.2	1.4	1.1	0.9	1.4	0.5	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.5
1985	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1986	0.0	0.1	0.1	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
1987	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
1988	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1989	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1990	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1991	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1992	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
1993	0.0	0.1	0.8	1.1	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.3
1994	0.2	0.5	0.9	1.0	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3
1995	0.1	0.2	0.3	0.5	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
1996	0.1	0.3	0.7	0.8	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.2
1997	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.1
1998	0.8	1.8	5.0	2.2	0.8	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	1.0
1999	0.1	0.8	0.6	0.6	0.5	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3
2000	0.1	0.2	0.8	0.8	0.8	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3
2001	0.7	0.7	2.6	2.0	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.6
2002	0.1	0.2	0.8	0.7	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3
2003	0.2	0.3	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
2004	0.0	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
2005	0.1	0.1	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
2006	0.0	0.2	1.6	1.4	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4
2007	0.2	0.3	1.1	1.1	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3
2008	0.2	0.6	1.1	0.9	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3
2009	0.2	0.9	1.2	0.8	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4
2010	0.1	0.4	0.5	0.6	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2
2011	0.1	0.1	0.2	0.6	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.2
2012	0.2	0.9	1.3	1.1	0.5	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.4
2013	0.2	0.4	2.0	0.8	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.4
2014	0.2	0.2	0.6	0.3	0.4	0.2	0.1	0.1					
<b>MEDIA</b>	<b>0.1</b>	<b>0.3</b>	<b>0.6</b>	<b>0.6</b>	<b>0.3</b>	<b>0.2</b>	<b>0.1</b>	<b>0.1</b>	<b>0.1</b>	<b>0.1</b>	<b>0.1</b>	<b>0.1</b>	<b>0.2</b>
<b>D. EST.</b>	<b>0.1</b>	<b>0.4</b>	<b>0.8</b>	<b>0.5</b>	<b>0.2</b>	<b>0.1</b>	<b>0.1</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.1</b>	

## CAUDAL PROMEDIO MENSUAL- GENERADO (m3/s)

## AFLUENTE- RIO CHETILANO

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	MEDIA A.
1965	1.0	2.0	11.8	6.6	2.1	1.0	0.5	0.3	0.9	1.9	1.7	1.1	2.6
1966	4.1	2.4	4.4	3.4	2.2	0.5	0.5	0.2	0.4	1.7	1.2	0.6	1.8
1967	3.2	8.0	7.3	3.6	2.2	0.7	0.7	0.5	0.5	2.2	0.9	1.1	2.6
1968	1.7	2.6	4.0	2.2	0.9	0.3	0.2	0.2	0.9	2.3	2.3	2.2	1.6
1969	2.4	3.7	3.9	5.6	1.2	1.3	0.6	0.3	0.4	1.0	2.3	3.4	2.2
1970	2.6	2.7	4.2	2.6	3.0	0.8	0.5	0.4	1.0	1.4	2.8	3.1	2.1
1971	2.6	3.2	13.2	7.5	3.9	2.4	1.5	1.4	1.4	4.3	4.0	3.8	4.1
1972	3.0	3.6	7.6	5.3	2.2	0.8	0.3	0.5	1.1	1.0	1.5	2.2	2.4
1973	3.7	2.4	4.5	6.5	2.0	2.1	1.0	2.2	2.8	1.2	2.3	2.8	2.8
1974	3.4	2.6	3.9	5.7	1.9	1.5	0.8	0.9	0.8	1.3	0.7	1.3	2.1
1975	1.6	0.8	2.6	5.1	1.8	1.3	0.4	0.5	0.5	1.2	1.2	0.4	1.4
1976	2.2	2.5	4.3	1.9	1.5	0.8	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	1.2
1977	1.5	5.1	3.7	3.1	1.3	0.7	0.3	0.2	0.4	1.0	1.4	1.3	1.7
1978	0.8	1.0	1.1	1.3	1.3	0.5	0.3	0.1	0.3	0.4	1.6	2.0	0.9
1979	2.6	3.3	10.2	2.4	2.0	0.7	0.6	0.6	1.8	0.8	0.5	0.3	2.1
1980	1.5	0.9	1.9	1.7	1.3	0.4	0.1	0.1	0.1	1.6	2.7	3.7	1.3
1981	1.9	7.0	5.7	5.0	1.9	0.7	0.2	0.2	0.2	0.9	1.0	1.0	2.1
1982	0.6	0.8	0.7	0.8	0.4	0.3	0.1	0.1	0.4	2.2	1.8	4.9	1.1
1983	10.1	5.9	11.7	7.6	3.4	1.6	0.7	0.3	1.6	1.8	0.9	3.3	4.1
1984	1.0	13.0	9.8	4.9	1.7	0.5	1.2	0.4	0.7	3.2	1.5	1.3	3.3
1985	1.2	2.0	2.1	2.6	1.3	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.8
1986	0.1	0.5	0.3	0.5	0.6	0.2	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.2	0.2
1987	3.2	2.6	2.5	1.5	1.8	0.3	0.2	0.1	0.4	0.9	1.4	1.7	1.4
1988	4.9	5.2	2.3	3.9	1.3	0.6	0.4	0.2	0.3	1.2	1.4	1.4	1.9
1989	3.0	5.3	2.8	2.7	0.9	0.3	0.1	0.1	0.4	0.5	0.4	0.1	1.4
1990	0.2	0.5	0.6	1.0	0.7	0.5	0.1	0.0	0.3	2.5	3.3	3.3	1.1
1991	2.2	9.6	17.7	8.0	12.2	0.8	0.4	0.2	1.0	2.1	3.4	6.1	5.3
1992	5.8	1.6	3.4	3.9	2.6	2.0	0.5	0.4	1.4	2.6	1.2	2.3	2.3
1993	2.3	5.4	10.9	18.1	2.8	2.9	0.4	0.4	1.0	2.4	4.9	11.0	5.2
1994	16.5	17.4	20.2	13.3	12.5	1.0	0.7	0.7	1.2	5.1	5.6	4.2	8.2
1995	3.3	7.4	7.0	4.6	3.8	0.8	1.0	1.2	0.7	1.3	2.2	3.3	3.1
1996	5.7	12.1	11.2	7.1	2.5	1.8	0.5	0.3	0.6	3.0	2.4	1.4	4.1
1997	3.4	5.5	3.1	6.7	3.2	1.1	0.4	0.9	0.6	2.5	5.9	9.2	3.5
1998	5.3	13.4	14.7	10.4	4.0	1.1	0.4	0.5	1.0	2.7	4.6	1.7	5.0
1999	4.5	17.0	10.6	5.4	5.7	2.2	1.1	0.4	3.4	2.6	2.4	3.7	4.9
2000	1.7	5.7	7.6	5.8	5.6	1.6	0.5	0.5	1.6	1.0	0.4	3.3	3.0
2001	8.4	7.5	15.4	6.2	2.9	1.4	0.6	0.3	1.8	2.7	3.5	3.7	4.5
2002	2.3	4.6	11.1	7.0	1.7	1.4	0.5	0.3	0.5	2.3	4.5	5.9	3.5
2003	2.8	3.4	4.2	2.8	1.9	1.5	1.0	0.4	0.5	1.2	1.4	1.2	1.9
2004	1.5	4.0	3.9	2.5	1.9	0.7	0.7	0.3	0.7	1.6	3.1	5.0	2.1
2005	4.4	6.0	10.1	4.8	3.6	1.7	0.4	0.2	0.4	2.3	0.8	2.0	3.1
2006	2.0	4.8	9.5	7.5	3.3	2.1	0.4	0.4	1.3	1.2	1.8	3.1	3.1
2007	5.7	3.2	9.1	8.8	2.6	0.8	0.9	0.5	0.7	1.8	4.2	2.6	3.4
2008	6.3	8.2	8.9	6.2	3.2	2.3	0.7	0.6	1.6	2.7	3.1	1.9	3.8
2009	6.4	8.7	10.5	5.8	3.8	2.0	0.8	0.4	0.5	2.0	3.1	5.7	4.1
2010	2.8	5.1	6.9	6.4	3.3	1.4	1.2	0.7	0.6	1.2	1.4	2.3	2.8
2011	5.8	4.7	6.8	10.0	1.9	0.7	0.5	0.3	0.7	1.1	1.1	4.1	3.2
2012	7.8	11.7	6.6	6.6	4.7	1.4	0.5	0.8	0.6	1.7	3.6	1.4	3.9
2013	2.9	6.1	12.5	8.3	5.7	2.0	1.1	0.7	0.8	2.2	1.2	4.3	4.0
2014	3.1	3.7	7.2	3.2	3.2	0.5	0.4	0.3					
<b>MEDIA</b>	<b>3.5</b>	<b>5.3</b>	<b>7.1</b>	<b>5.3</b>	<b>2.9</b>	<b>1.1</b>	<b>0.5</b>	<b>0.4</b>	<b>0.8</b>	<b>1.8</b>	<b>2.1</b>	<b>2.8</b>	<b>2.8</b>
<b>D. EST.</b>	<b>2.8</b>	<b>4.0</b>	<b>4.6</b>	<b>3.3</b>	<b>2.3</b>	<b>0.7</b>	<b>0.3</b>	<b>0.4</b>	<b>0.7</b>	<b>1.0</b>	<b>1.5</b>	<b>2.2</b>	

## CAUDAL PROMEDIO MENSUAL- GENERADO (m3/s)

## AFLUENTE- RIO CONTUMAZA

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	MEDIA A
1965	0.3	1.5	8.7	1.7	0.5	0.0	0.0	0.0	0.1	0.7	0.8	1.1	1.3
1966	5.7	2.3	2.2	0.9	0.3	0.0	0.0	0.0	0.5	2.1	0.1	0.2	1.2
1967	6.2	14.2	5.6	0.9	0.8	0.0	0.2	0.0	0.0	0.5	0.1	0.2	2.4
1968	0.3	0.5	3.3	0.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.2	2.0	0.7	0.8	0.7
1969	0.7	3.7	7.3	5.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.8	1.4	2.6	1.8
1970	2.3	0.9	3.3	3.2	1.6	0.1	0.0	0.1	0.5	1.9	1.2	0.7	1.3
1971	0.5	2.4	12.4	6.2	0.1	0.0	0.0	0.2	0.4	2.0	1.0	0.9	2.2
1972	4.2	3.9	34.0	4.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.6	1.7	4.1
1973	10.6	2.9	5.6	9.3	0.7	0.2	0.2	0.0	1.1	0.4	0.0	0.6	2.6
1974	0.8	4.7	2.4	1.5	0.2	0.2	0.0	0.0	0.5	0.9	0.3	0.4	1.0
1975	1.3	2.9	6.8	1.3	0.0	0.3	0.0	0.9	1.1	4.0	0.2	0.1	1.6
1976	3.9	5.1	2.6	2.6	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.5	1.3
1977	4.1	8.1	4.6	3.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.3	1.8
1978	0.0	1.9	0.7	0.9	0.4	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4
1979	0.3	1.1	7.7	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.8
1980	0.2	0.4	0.9	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.1	0.7	0.3
1981	3.1	8.2	6.1	0.8	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	1.0	0.6	0.8	1.7
1982	0.9	2.5	0.2	2.6	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.6	0.8	4.7	1.1
1983	22.1	17.6	38.3	25.1	3.6	0.2	0.0	0.0	0.1	1.8	0.5	2.7	9.3
1984	2.0	18.2	5.1	3.3	1.4	0.2	0.6	0.0	0.4	3.1	0.6	1.7	3.1
1985	1.0	3.7	1.6	0.8	0.7	0.0	0.2	0.8	1.7	0.4	0.1	0.6	1.0
1986	3.0	1.8	4.3	9.0	3.3	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	1.7	2.0
1987	21.4	21.7	11.5	1.5	0.1	0.0	0.1	0.3	0.1	0.0	0.9	0.1	4.8
1988	2.6	3.5	1.0	3.9	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.7	0.2	1.1
1989	3.3	10.5	7.8	8.5	0.5	0.1	0.0	0.0	0.3	1.8	0.7	0.0	2.8
1990	1.6	3.1	3.4	0.8	0.1	0.5	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.5	1.0
1991	0.1	2.9	8.0	4.7	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	1.3	1.7	1.7
1992	1.8	0.9	5.5	9.3	1.2	0.3	0.0	0.0	0.4	0.3	0.0	0.0	1.7
1993	0.7	11.6	22.2	8.2	0.5	0.1	0.0	0.0	0.6	1.6	1.8	1.5	4.1
1994	4.0	5.0	6.2	4.4	1.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.7	1.1	1.9
1995	1.8	6.8	5.0	2.3	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	1.1	1.4	1.6
1996	4.5	6.6	9.7	3.4	0.3	0.1	0.0	0.0	0.1	0.4	0.1	0.1	2.1
1997	0.1	6.0	3.7	3.2	1.2	0.1	0.0	0.0	0.5	0.8	3.1	10.1	2.4
1998	16.4	32.9	25.0	7.4	1.0	0.2	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	0.2	7.0
1999	2.1	18.0	7.8	3.1	3.3	0.6	0.6	0.0	0.7	0.7	0.4	1.0	3.2
2000	0.4	7.6	22.6	5.2	2.5	0.1	0.0	0.1	0.2	0.4	0.3	2.8	3.5
2001	6.1	6.4	22.1	10.7	0.4	0.3	0.0	0.0	0.5	0.3	1.1	1.0	4.1
2002	0.6	10.3	6.9	11.6	0.7	0.2	0.0	0.0	0.0	0.7	2.2	1.3	2.9
2003	1.8	3.4	2.9	1.8	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.9	1.0
2004	0.7	3.0	4.0	2.3	0.4	0.0	0.0	0.0	0.2	0.6	0.3	0.8	1.0
2005	1.4	1.1	4.1	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.2	0.5	0.8
2006	2.2	8.4	20.4	5.6	0.1	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.6	2.3	3.3
2007	2.8	2.3	8.9	5.3	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.9	0.3	2.0
2008	3.0	19.5	10.0	13.2	0.5	0.1	0.0	0.1	0.3	0.7	2.4	0.0	4.2
2009	6.0	11.5	10.6	3.4	1.0	0.0	0.1	0.0	0.1	1.3	1.6	0.6	3.0
2010	0.5	8.4	4.8	3.6	1.3	0.0	0.1	0.0	0.1	0.3	0.5	0.5	1.7
2011	2.2	1.1	3.0	7.4	0.8	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	1.2	1.3
2012	2.7	8.9	11.4	6.2	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	1.0	0.5	2.8
2013	1.8	4.3	17.7	1.0	1.0	0.1	0.0	0.0	0.0	1.5	0.2	2.3	2.5
2014	1.3	0.9	6.6	1.7	1.9	0.0	0.0	0.0					
<b>MEDIA</b>	<b>3.3</b>	<b>6.7</b>	<b>8.7</b>	<b>4.5</b>	<b>0.8</b>	<b>0.1</b>	<b>0.0</b>	<b>0.1</b>	<b>0.2</b>	<b>0.9</b>	<b>0.7</b>	<b>1.2</b>	<b>2.3</b>
<b>D. EST.</b>	<b>4.8</b>	<b>6.6</b>	<b>8.3</b>	<b>4.4</b>	<b>0.9</b>	<b>0.1</b>	<b>0.1</b>	<b>0.2</b>	<b>0.3</b>	<b>0.9</b>	<b>0.7</b>	<b>1.6</b>	



## CAUDAL PROMEDIO MENSUAL- GENERADO (m3/s)

## AFLUENTE- RIO HUERTAS

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	MEDIA A.
1965	0.1	0.1	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
1966	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
1967	0.1	0.6	0.8	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2
1968	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1969	0.0	0.0	0.2	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
1970	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
1971	0.0	0.0	0.3	0.7	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
1972	0.1	0.1	2.4	1.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4
1973	0.3	0.4	0.6	1.3	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.3
1974	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1975	0.0	0.0	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1
1976	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
1977	0.0	0.2	0.3	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
1978	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1979	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1980	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1981	0.0	0.1	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
1982	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1983	0.6	2.0	6.3	8.9	1.8	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.8
1984	0.2	1.6	1.2	0.8	0.6	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5
1985	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
1986	0.0	0.1	0.1	0.5	0.5	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
1987	0.3	2.6	2.1	0.8	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.6
1988	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
1989	0.0	0.2	0.7	1.2	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3
1990	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
1991	0.0	0.0	0.1	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
1992	0.0	0.0	0.1	0.5	0.3	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
1993	0.0	0.1	1.6	1.8	0.5	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4
1994	0.2	0.3	0.5	0.6	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2
1995	0.0	0.1	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
1996	0.1	0.2	0.7	0.6	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2
1997	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1
1998	1.4	5.8	7.7	3.2	0.9	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	1.7
1999	0.1	0.5	1.0	0.7	0.7	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3
2000	0.1	0.1	1.5	1.1	0.8	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4
2001	0.2	0.4	2.5	2.6	0.5	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.6
2002	0.1	0.2	0.4	1.2	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3
2003	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
2004	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2005	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2006	0.0	0.1	1.7	1.3	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.4
2007	0.1	0.1	0.4	0.6	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.2
2008	0.1	0.5	1.3	2.1	0.5	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5
2009	0.2	0.7	1.4	0.9	0.5	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4
2010	0.1	0.2	0.3	0.4	0.3	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
2011	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
2012	0.0	0.2	0.8	1.0	0.5	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3
2013	0.1	0.1	1.0	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.2
2014	0.1	0.0	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0					
<b>MEDIA</b>	<b>0.1</b>	<b>0.4</b>	<b>0.8</b>	<b>0.8</b>	<b>0.3</b>	<b>0.2</b>	<b>0.1</b>	<b>0.1</b>	<b>0.1</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.2</b>
<b>D. EST.</b>	<b>0.2</b>	<b>0.9</b>	<b>1.4</b>	<b>1.4</b>	<b>0.3</b>	<b>0.1</b>	<b>0.1</b>	<b>0.1</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	

## CAUDAL PROMEDIO MENSUAL- GENERADO (m3/s)

## AFLUENTE- RIO PALLAC

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	MEDIA A.
1965	0.1	0.2	4.0	2.9	0.8	0.9	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.9
1966	0.3	0.7	0.7	0.5	0.4	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
1967	0.1	3.2	3.3	1.2	1.0	0.5	0.3	0.2	0.2	0.4	0.2	0.1	0.9
1968	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1969	0.0	0.0	0.2	0.4	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
1970	0.1	0.1	0.2	0.4	0.5	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2
1971	0.0	0.1	2.8	2.1	0.8	0.5	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.6
1972	0.1	0.3	6.5	2.6	0.8	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.0	0.1	1.0
1973	0.6	1.2	1.6	2.7	1.2	0.6	0.4	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.8
1974	0.3	0.7	0.5	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.2
1975	0.1	0.4	4.7	3.7	0.9	0.6	0.4	0.2	0.3	0.3	0.2	0.1	1.0
1976	0.3	1.1	1.1	1.6	0.6	0.4	0.3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.5
1977	0.1	2.3	1.5	0.8	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.2	0.5
1978	0.1	0.3	0.5	0.6	0.4	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
1979	0.0	0.2	1.7	0.8	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3
1980	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	0.1
1981	0.3	2.2	3.4	1.1	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.7
1982	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.1
1983	2.1	2.6	8.1	13.0	2.1	0.7	0.5	0.3	0.5	0.3	0.1	0.4	2.6
1984	0.5	5.2	5.9	1.8	1.9	1.0	0.5	0.3	0.2	0.2	0.1	0.2	1.5
1985	0.1	0.2	0.8	0.5	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
1986	0.1	0.5	0.3	1.4	0.5	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3
1987	0.8	2.0	1.7	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
1988	0.0	0.4	0.3	0.5	0.3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
1989	0.0	3.3	2.0	3.5	0.5	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.9
1990	0.0	0.0	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
1991	0.0	0.1	0.2	0.3	0.3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
1992	0.2	0.2	1.3	2.7	1.1	0.5	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.6
1993	0.0	1.2	8.0	3.3	1.4	0.6	0.3	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	1.3
1994	0.2	1.1	3.3	3.8	1.1	0.5	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.9
1995	0.2	1.7	1.4	1.0	0.5	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.4
1996	0.5	1.8	3.7	1.8	0.5	0.3	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.8
1997	0.0	0.2	0.6	0.5	0.3	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	3.7	0.5
1998	13.9	36.8	40.9	11.5	2.2	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	8.9
1999	0.6	6.0	3.9	2.6	1.2	0.7	0.4	0.2	0.2	0.1	0.0	0.1	1.3
2000	0.1	0.5	2.8	1.7	1.2	0.5	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.6
2001	0.4	1.0	10.9	5.6	1.7	0.7	0.4	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1	1.8
2002	0.0	0.7	4.1	3.3	0.8	0.4	0.3	0.2	0.1	0.0	0.1	0.2	0.9
2003	0.2	0.6	0.7	0.6	0.3	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
2004	0.0	0.1	0.4	0.3	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
2005	0.0	0.1	0.5	0.4	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
2006	0.0	1.0	6.6	2.1	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.9
2007	0.4	0.5	1.8	1.5	0.5	0.3	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.5
2008	0.3	3.0	9.2	8.1	1.1	0.5	0.3	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	1.9
2009	0.6	3.3	3.6	1.0	0.6	0.4	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.8
2010	0.0	0.6	1.1	1.2	0.8	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.4
2011	0.0	0.3	0.3	1.0	0.3	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
2012	0.4	3.5	5.7	3.5	0.8	0.5	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	1.3
2013	0.4	0.9	5.9	1.2	1.1	0.8	0.3	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.9
2014	0.1	0.1	0.7	0.3	0.4	0.2	0.1	0.0					
<b>MEDIA</b>	<b>0.5</b>	<b>1.9</b>	<b>3.4</b>	<b>2.1</b>	<b>0.7</b>	<b>0.4</b>	<b>0.2</b>	<b>0.1</b>	<b>0.1</b>	<b>0.1</b>	<b>0.1</b>	<b>0.1</b>	<b>0.8</b>
<b>D. EST.</b>	<b>2.0</b>	<b>5.2</b>	<b>6.0</b>	<b>2.6</b>	<b>0.5</b>	<b>0.2</b>	<b>0.1</b>	<b>0.1</b>	<b>0.1</b>	<b>0.1</b>	<b>0.1</b>	<b>0.5</b>	

## CAUDAL PROMEDIO MENSUAL- GENERADO (m3/s)

## AFLUENTE- RIO SAN MIGUEL

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	MEDIA A.
1965	4.8	8.8	72.5	43.2	12.6	5.3	2.1	0.9	2.6	8.4	9.7	6.2	14.8
1966	24.5	15.0	27.4	21.0	13.5	2.5	1.7	0.7	0.9	8.2	6.8	4.0	10.5
1967	24.1	55.9	54.7	27.2	15.2	4.6	2.7	1.8	1.9	10.6	5.6	5.5	17.5
1968	8.5	11.6	21.7	13.0	4.5	1.4	0.8	0.5	2.9	11.7	11.9	9.9	8.2
1969	14.2	22.6	38.1	40.3	8.3	6.0	2.5	1.1	1.4	4.2	10.0	19.2	14.0
1970	23.1	15.1	27.3	20.2	23.2	6.5	3.4	1.6	4.1	8.5	15.0	23.0	14.2
1971	15.5	17.6	91.2	65.0	16.6	10.2	5.8	5.9	5.2	18.5	18.3	17.5	23.9
1972	19.0	18.0	59.9	34.8	14.3	6.2	1.9	1.4	3.2	5.0	5.4	11.6	15.1
1973	25.4	18.8	40.5	64.8	21.4	11.8	5.8	9.1	14.0	11.8	12.1	20.2	21.3
1974	22.9	24.8	25.9	31.4	12.8	8.2	4.6	3.8	3.9	8.9	4.6	7.1	13.2
1975	13.9	16.2	50.0	51.6	14.2	7.2	2.8	2.3	3.9	11.1	8.6	3.8	15.5
1976	18.6	26.6	41.6	17.0	11.8	7.2	1.6	0.8	0.7	1.3	2.1	2.8	11.0
1977	12.5	40.4	31.6	24.7	11.5	3.6	1.4	0.6	0.9	4.0	6.2	8.9	12.2
1978	5.5	8.4	9.8	10.6	10.0	3.2	1.5	0.7	1.3	2.1	8.7	10.9	6.1
1979	16.2	21.5	62.7	20.5	10.0	4.0	2.2	2.3	7.4	3.9	2.4	1.7	12.9
1980	6.6	4.5	9.2	11.6	6.1	2.0	0.6	0.3	0.2	6.7	13.6	22.9	7.0
1981	12.3	43.4	40.8	25.8	9.1	4.1	1.4	1.0	1.0	3.9	6.6	6.5	13.0
1982	5.2	8.5	6.8	9.0	6.6	3.2	1.3	1.0	2.0	15.5	14.4	36.1	9.1
1983	69.8	40.6	76.9	46.6	20.8	8.0	3.2	1.1	5.6	8.1	4.4	16.7	25.2
1984	10.7	77.9	80.9	34.0	23.2	6.2	7.9	2.4	2.4	18.0	9.7	9.3	23.6
1985	8.3	11.4	13.8	16.3	7.8	2.2	0.8	0.5	0.5	1.2	0.6	1.2	5.4
1986	5.3	9.4	8.0	19.0	9.4	2.7	0.9	1.1	1.0	1.1	2.1	4.0	5.3
1987	30.4	22.3	17.6	14.7	10.7	1.8	1.0	0.9	1.2	3.6	6.3	8.6	9.9
1988	20.2	24.4	12.0	24.1	10.7	3.5	1.7	0.8	0.8	5.1	6.8	6.6	9.7
1989	14.4	36.3	40.3	46.5	10.1	2.6	1.1	0.7	1.4	4.3	3.7	1.9	13.6
1990	3.4	8.4	8.1	10.3	5.8	3.4	1.2	0.5	1.2	12.2	15.6	18.8	7.4
1991	12.6	38.4	76.5	37.7	46.6	5.1	1.7	0.7	1.8	6.2	11.3	22.4	21.7
1992	28.3	8.9	18.5	23.0	12.0	9.9	2.0	1.1	4.0	12.9	5.8	9.8	11.3
1993	11.1	29.5	67.1	81.6	20.4	11.7	1.9	1.0	2.6	10.8	22.6	44.9	25.4
1994	70.8	75.6	79.3	67.4	45.6	6.8	2.7	1.8	2.3	16.1	22.3	17.3	34.0
1995	15.4	34.2	37.1	28.7	16.6	4.1	3.1	4.0	2.7	5.4	9.9	13.4	14.6
1996	32.7	62.9	66.7	40.2	11.8	6.8	1.8	0.9	1.4	10.2	11.3	6.1	21.1
1997	13.8	26.5	17.8	28.1	15.2	4.8	1.5	2.5	1.3	8.0	22.7	43.5	15.5
1998	36.5	78.8	101.8	72.9	21.9	5.5	1.6	1.2	2.7	9.0	19.6	7.6	29.9
1999	22.1	93.1	64.5	31.7	25.5	10.9	5.6	1.4	11.4	15.3	9.8	18.9	25.9
2000	10.0	33.2	69.7	41.8	33.5	7.9	2.6	2.0	5.4	6.3	2.2	18.5	19.4
2001	46.4	47.2	112.6	58.0	14.6	7.7	2.4	1.3	7.2	11.4	16.3	18.2	28.6
2002	13.8	28.2	62.0	57.7	9.7	7.7	2.1	1.0	1.6	10.0	23.8	29.2	20.6
2003	19.6	24.1	28.9	19.3	11.1	7.5	4.1	1.4	1.5	4.9	6.8	6.4	11.3
2004	8.6	22.8	24.4	19.0	10.6	4.1	2.8	1.3	2.4	7.9	15.2	24.3	12.0
2005	23.4	27.4	54.1	29.0	14.3	6.3	1.5	0.6	0.8	7.9	4.1	8.1	14.8
2006	12.9	33.4	74.6	48.0	15.1	8.8	1.9	1.4	3.7	4.9	6.9	17.4	19.1
2007	35.9	23.9	62.6	62.3	21.0	4.3	3.0	1.7	1.8	6.5	18.3	11.9	21.1
2008	32.4	48.5	56.9	52.2	17.7	9.3	3.5	2.1	5.5	12.5	20.3	10.5	22.6
2009	34.3	52.8	63.5	44.2	22.1	9.5	4.1	1.7	1.6	6.4	14.7	29.4	23.7
2010	15.8	28.2	44.7	43.7	20.0	5.6	4.9	2.4	2.2	4.6	5.7	10.1	15.6
2011	31.1	26.6	30.7	57.1	11.8	3.6	2.0	1.1	2.0	4.1	4.2	18.0	16.0
2012	43.1	70.5	42.7	41.7	25.9	7.1	2.4	2.3	1.8	6.9	16.3	7.9	22.4
2013	15.6	30.6	87.0	50.1	28.7	10.9	4.8	2.5	2.5	9.4	7.3	18.2	22.3
2014	15.5	15.8	36.5	19.6	18.5	3.2	1.4	0.8					
<b>MEDIA</b>	<b>20.7</b>	<b>31.4</b>	<b>47.0</b>	<b>36.0</b>	<b>16.2</b>	<b>5.9</b>	<b>2.5</b>	<b>1.6</b>	<b>2.9</b>	<b>8.1</b>	<b>10.4</b>	<b>14.2</b>	<b>16.5</b>
<b>D. EST.</b>	<b>14.5</b>	<b>20.9</b>	<b>26.8</b>	<b>18.4</b>	<b>8.8</b>	<b>2.8</b>	<b>1.5</b>	<b>1.5</b>	<b>2.7</b>	<b>4.3</b>	<b>6.3</b>	<b>10.1</b>	

## CAUDAL PROMEDIO MENSUAL- GENERADO (m3/s)

## AFLUENTE- RIO YANAHUANGA

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	MEDIA A.
1965	0.8	1.4	11.7	7.3	1.8	0.4	0.2	0.1	0.2	1.1	1.1	0.7	2.2
1966	3.8	2.4	4.4	3.5	1.9	0.2	0.1	0.1	0.1	1.2	0.6	0.3	1.5
1967	4.9	9.9	10.0	5.0	2.7	0.4	0.2	0.2	0.1	1.5	0.4	0.3	3.0
1968	0.6	0.8	2.6	1.8	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	1.2	0.7	0.2	0.7
1969	2.0	3.7	8.9	7.3	1.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.4	0.5	2.1	2.2
1970	4.9	2.1	4.4	4.4	4.6	1.1	0.3	0.1	0.3	1.6	1.8	3.9	2.5
1971	2.2	2.6	16.4	13.1	1.3	0.5	0.3	0.3	0.3	1.7	1.1	1.5	3.4
1972	3.0	2.8	12.2	5.9	2.2	0.9	0.2	0.1	0.1	0.6	0.1	0.8	2.4
1973	4.6	3.7	9.0	14.6	4.8	1.5	0.5	0.3	1.3	2.7	1.6	3.2	4.0
1974	3.8	6.0	4.3	3.8	1.7	0.9	0.3	0.2	0.3	1.8	0.4	0.5	2.0
1975	3.0	5.2	15.0	11.2	2.2	0.4	0.3	0.3	0.8	3.1	1.3	0.4	3.6
1976	4.3	6.6	8.9	3.6	2.3	1.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	2.3
1977	2.9	8.2	6.7	4.8	2.3	0.3	0.1	0.1	0.1	0.3	0.2	1.3	2.3
1978	0.9	2.4	2.3	2.5	1.9	0.2	0.1	0.1	0.1	0.3	0.7	0.6	1.0
1979	1.7	3.6	9.6	4.0	1.0	0.4	0.1	0.2	0.6	0.3	0.1	0.1	1.8
1980	0.4	0.4	1.0	1.8	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.3	0.5	2.5	0.6
1981	1.7	7.1	7.3	3.1	0.8	0.3	0.2	0.2	0.2	0.7	1.0	0.9	1.9
1982	1.0	2.4	1.9	2.6	2.1	0.5	0.1	0.1	0.2	2.8	2.1	5.7	1.8
1983	11.7	7.0	13.1	8.1	3.3	0.9	0.2	0.1	0.5	1.1	0.3	2.3	4.1
1984	2.4	13.6	15.0	7.1	6.5	1.6	1.4	0.3	0.2	3.3	1.3	1.3	4.5
1985	1.4	1.9	2.3	2.7	0.9	0.2	0.1	0.1	0.1	0.4	0.1	0.4	0.9
1986	2.2	3.2	2.9	6.7	2.6	0.3	0.1	0.2	0.1	0.2	0.5	0.9	1.7
1987	5.7	4.1	2.8	3.5	1.0	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	1.5
1988	0.4	1.3	1.1	4.4	1.8	0.3	0.1	0.1	0.1	0.5	0.4	0.2	0.9
1989	0.7	6.4	10.4	12.7	2.1	0.3	0.1	0.1	0.1	1.1	0.6	0.3	2.9
1990	1.1	2.8	2.4	2.3	0.8	0.2	0.1	0.1	0.1	0.3	0.5	1.3	1.0
1991	1.3	2.1	6.3	4.5	2.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	1.5
1992	2.5	1.4	3.0	4.1	1.1	1.0	0.1	0.1	0.1	1.4	0.3	0.3	1.3
1993	1.1	3.9	11.2	8.1	3.5	0.5	0.2	0.1	0.2	1.6	2.0	3.0	3.0
1994	6.1	7.4	6.4	9.1	2.8	0.6	0.2	0.1	0.1	0.2	0.6	0.9	2.9
1995	1.8	3.8	5.1	4.8	1.5	0.2	0.2	0.2	0.1	0.5	0.7	0.8	1.7
1996	3.9	8.2	11.3	5.6	1.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.6	0.6	0.2	2.7
1997	0.8	2.6	2.7	2.2	0.9	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.6	4.0	1.2
1998	7.2	13.9	20.2	14.2	3.0	0.5	0.2	0.1	0.1	0.8	0.6	0.5	5.1
1999	3.1	13.2	9.7	5.2	3.0	1.0	0.5	0.1	0.5	2.3	0.4	2.0	3.4
2000	1.3	5.7	15.3	8.0	5.3	0.5	0.2	0.2	0.2	1.1	0.1	2.8	3.4
2001	6.5	8.0	22.7	12.2	2.0	0.8	0.2	0.1	1.0	0.9	1.4	1.6	4.8
2002	1.7	5.0	9.4	11.7	1.3	0.9	0.1	0.1	0.1	1.5	2.6	3.2	3.1
2003	3.4	4.7	5.7	3.6	1.6	0.6	0.2	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4	1.8
2004	0.9	3.3	3.8	3.5	1.4	0.3	0.2	0.1	0.1	1.0	1.0	1.6	1.4
2005	2.7	2.7	8.0	4.3	0.8	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	0.4	1.6
2006	2.1	6.3	15.2	7.9	1.1	0.6	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	2.2	3.0
2007	6.0	4.1	11.9	11.6	4.0	0.3	0.1	0.1	0.1	0.4	1.0	0.7	3.4
2008	3.6	8.3	9.7	11.2	2.3	0.4	0.2	0.1	0.4	1.7	3.1	0.8	3.5
2009	5.0	8.4	10.9	8.8	3.4	0.7	0.3	0.2	0.1	0.4	1.4	3.0	3.6
2010	1.9	4.3	8.3	7.6	3.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.5	0.2	0.6	2.3
2011	3.4	3.6	3.5	8.2	1.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	1.1	1.8
2012	5.5	11.5	7.9	8.1	3.3	0.4	0.2	0.1	0.1	0.9	1.2	0.7	3.3
2013	2.3	4.2	16.2	7.6	3.9	1.3	0.3	0.1	0.1	1.5	0.7	1.0	3.3
2014	1.6	1.7	4.8	3.2	2.8	0.3	0.1	0.1					
<b>MEDIA</b>	<b>3.0</b>	<b>5.0</b>	<b>8.3</b>	<b>6.5</b>	<b>2.2</b>	<b>0.5</b>	<b>0.2</b>	<b>0.1</b>	<b>0.2</b>	<b>1.0</b>	<b>0.8</b>	<b>1.3</b>	<b>2.4</b>
<b>D. EST.</b>	<b>2.2</b>	<b>3.3</b>	<b>5.2</b>	<b>3.5</b>	<b>1.3</b>	<b>0.4</b>	<b>0.2</b>	<b>0.1</b>	<b>0.3</b>	<b>0.8</b>	<b>0.7</b>	<b>1.2</b>	