

**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL**



**TESIS**

---

**“Determinación de las frecuencias de sequías meteorológicas  
en la subcuenca del río Higueras con fines de planeamiento de  
obras hidráulicas, Huánuco - 2022”**

---

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

AUTORA: Gutierrez Vargas, Giuliana Melissa

ASESOR: Abal Garcia, Hamilton Denniss

HUÁNUCO – PERÚ

2023

# U

### TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis ( X )
- Trabajo de Suficiencia Profesional ( )
- Trabajo de Investigación ( )
- Trabajo Académico ( )

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Hidráulica  
**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN** (2020)

### CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

**Área:** Ingeniería, Tecnología

**Sub área:** Ingeniería civil

**Disciplina:** Ingeniería civil

# D

### DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniera Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio ( X )
- UDH ( )
- Fondos Concursables ( )

### DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 72494763

### DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 43962001

Grado/Título: Maestro en gerencia pública

Código ORCID: 0000-0002-8378-9152

### DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jacha Rojas, Johnny Prudencio	Maestro en ingeniería de sistemas e informática con mención en: gerencia de sistemas y tecnologías de información	40895876	0000-0001-7920-1304
2	Lambruschini Espinoza, Reyder Alexander	Título oficial de máster universitario en ingeniería hidráulica y medio ambiente	45250659	0000-0003-0701-2621
3	Mato Vicente, Rosner Nadler	Maestro en gestión pública	41877736	0000-0003-3638-9284

# H



# UNIVERSIDAD DE HUANUCO

## Facultad de Ingeniería

### PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

#### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO (A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 16:00 horas del día jueves 22 del mes de junio del año 2023, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:


MG. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS	(PRESIDENTE)
MG. REYDER ALEXANDER LAMBRUSCHINI ESPINOZA	(SECRETARIO)
MG. ROSNER NADLER MATO VICENTE	(VOCAL)

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN N° 1327-2023-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: **“DETERMINACIÓN DE LAS FRECUENCIAS DE SEQUÍAS METEOROLÓGICAS EN LA SUBCUENCA DEL RÍO HIGUERAS CON FINES DE PLANEAMIENTO DE OBRAS HIDRAULICAS, HUANUCO - 2022”**, presentado por el (la) Bach. Giuliana Melissa GUTIERREZ VARGAS, para optar el Título Profesional de Ingeniero (a) Civil.


Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo (a) aprobado por unanimidad con el calificativo cuantitativo de 13 y cualitativo de excelente (Art. 47)

Siendo las 17:00 horas del día 22 del mes de junio del año 2023, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

  
MG. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS  
ORCID: 0000-0001-7920-1304  
PRESIDENTE

  
MG. REYDER ALEXANDER LAMBRUSCHINI ESPINOZA  
ORCID: 0000-0003-0701-2621  
SECRETARIO

  
MG. ROSNER NADLER MATO VICENTE  
ORCID: 0000-0003-3638-9284  
VOCAL



**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**

**CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD**

Yo, **Mg. Hamilton Denniss Abal García**, asesor(a) del P. A. de **Ingeniería Civil** y designado(a) mediante documento **Resolución N° 1456-2021-D-FI-UDH** de la estudiante **Giuliana Melissa GUTIERREZ VARGAS**, de la investigación titulada:

**“DETERMINACIÓN DE LAS FRECUENCIAS DE SEQUÍAS METEOROLÓGICAS EN LA SUBCUENCA DEL RÍO HIGUERAS CON FINES DE PLANEAMIENTO DE OBRAS HIDRÁULICAS, HUÁNUCO - 2022”.**

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del 23% verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Antiplagio Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Adjunto captura del Turnitin con fecha actualizada

Huánuco, 23 de junio del 2023

Mg. Hamilton D. Abal García

DNI: 43962001

COD. ORCID: 0000-0002-8378-9152



## ENTREGA 01

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>23%</b>	<b>22%</b>	<b>5%</b>	<b>6%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.unheval.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>9%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.unap.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>3%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.udh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>4</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>repositorio.unsch.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>repositorio.unc.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>www.gob.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>9</b>	<b>1library.co</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>

Abal Garcia Hamilton Dennis  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.I.P. N° 142592

Mg. Hamilton D. Abal Garcia

DNI: 43962001

COD. ORCID: 0000-0002-8378-9152

## **DEDICATORIA**

A Dios, por iluminarme con su sabiduría y protegerme en mi camino profesional.

A mis padres por ser ejemplo de superación y por apoyarme en mis estudios. Gracias por hacer de mí la persona que ahora soy.

A mi hijo por quien luché para superarme, apoyarlo y darle lo mejor.

## **AGRADECIMIENTO**

A DIOS, por bendecirme en cada etapa de mi vida y guiarme por el sendero del bien y permitir que culmine mi carrera profesional con éxito.

A LA VIRGEN MARÍA, por escuchar mis oraciones y bendecirme en todo momento.

A MIS PADRES, por su ayuda y apoyo en todo momento.

A MI ASESOR, por confiar en mí y guiarme de manera eficiente desde el principio hasta finalizar nuestro trabajo.

# ÍNDICE

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS .....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VIII
RESUMEN .....	X
ABSTRACT .....	XI
INTRODUCCIÓN .....	XII
CAPITULO I.....	14
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	14
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.2.1. PROBLEMA GENERAL .....	16
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	16
1.3. OBJETIVOS.....	16
1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....	16
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	17
1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA .....	17
1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA .....	17
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA .....	17
1.4.4. JUSTIFICACIÓN SOCIAL .....	17
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	18
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN .....	18
1.6.1. A NIVEL TÉCNICO .....	18
1.6.2. A NIVEL ECONÓMICO .....	18
1.6.3. A NIVEL SOCIAL .....	18
CAPITULO II.....	19
MARCO TEÓRICO .....	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES .....	19
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES .....	20



2.1.3.	ANTECEDENTES LOCALES.....	21
2.2.	BASES TEÓRICAS.....	22
2.2.1.	PRECIPITACIÓN .....	22
2.2.2.	SEQUIAS .....	25
2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES .....	33
2.4.	HIPÓTESIS.....	33
2.4.1.	HIPÓTESIS GENERAL .....	33
2.5.	VARIABLES.....	33
2.5.1.	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	33
2.5.2.	VARIABLES DEPENDIENTE .....	33
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	34
CAPITULO III.....		35
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....		35
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	35
3.1.1.	ENFOQUE.....	35
3.1.2.	ALCANCE O NIVEL .....	35
3.1.3.	DISEÑO .....	35
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	36
3.2.1.	POBLACIÓN .....	36
3.2.2.	MUESTRA.....	36
3.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	36
3.3.1.	PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	36
3.3.2.	PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS.....	37
3.3.3.	PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS.....	37
CAPITULO IV.....		38
RESULTADOS.....		38
4.1.	PROCESAMIENTO DE DATOS .....	38
4.1.1.	ZONA DE ESTUDIO .....	38
4.1.2.	DATOS EMPLEADOS.....	40
4.1.3.	DEL ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE LA PRECIPITACIÓN MENSUAL .....	41
4.1.4.	DEL ANÁLISIS VISUAL DE HIDROGRAMAS DE PRECIPITACIÓN .....	41

4.1.5. ANÁLISIS DE DOBLE MASA .....	44
4.1.6. CARACTERIZACIÓN DE LAS SEQUÍAS METEOROLÓGICA ....	46
4.1.7. PLANTEAMIENTO TÉCNICO FRENTE A LAS SEQUÍAS.....	64
4.2. CONTRASTACION DE HIPOTESIS Y PRUEBA DE HIPOTESIS.....	69
CAPITULO V.....	71
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	71
5.1. PRESENTACION DE LA CONTRASTACION DE LOS RESULTADOS DELTRABAJO DE INVESTIGACION .....	71
CONCLUSIONES .....	72
RECOMENDACIONES.....	74
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	75
ANEXOS .....	78
ANEXO 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA .....	79
ANEXO 2: PANEL FOTOGRÁFICO .....	80
ANEXO 3: DATOS DE PRECIPITACION TOTAL MENSUAL DE ESTACIONES METEOROLOGICAS.....	82

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Valores de IPE, probabilidad e interpretación.....	32
Tabla 2 Operacionalización de las Variables.....	34
Tabla 3 Estaciones hidrometeorológicas definidas para el estudio, su ubicación, tipo y disponibilidad de datos.....	40
Tabla 4 Análisis de doble masa de precipitación total anual de las estaciones Jacas Chico, Canchan y Huánuco.....	45
Tabla 5 Duración, intensidad y magnitud del Índice de precipitación estandarizada SPI 3 – Estación Jacas Chico.....	47
Tabla 6 Duración, intensidad y magnitud del Índice de precipitación estandarizada SPI 3 – Estación Canchan.....	50
Tabla 7 Duración, intensidad y magnitud del Índice de precipitación estandarizada SPI 3 – Estación Huánuco.....	53
Tabla 8 Duración, intensidad y magnitud del Índice de precipitación estandarizada SPI 6 – Estación Jacas Chico.....	56
Tabla 9 Duración, intensidad y magnitud del Índice de precipitación estandarizada SPI 3 – Estación Canchan.....	59
Tabla 10 Duración, intensidad y magnitud del Índice de precipitación estandarizada SPI 3 – Estación Huánuco.....	62
Tabla 11 Caracterización de las sequías meteorológicas para la escala de 3 meses (SPI 3) y 6 meses (SPI 6) para la sub cuenca del río Higueras. ....	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Secuencia de sucesos de la sequía y sus efectos para tipos de sequias comúnmente aceptados. ....	26
Figura 2 Serie cronológica de la oferta menos demanda en un lugar para la identificación y caracterización de las sequias.....	28
Figura 3 Serie cronológica de la oferta menos demanda en un lugar para la identificación y caracterización de las sequias.....	39
Figura 4 Hidrograma de Precipitación total mensual (mm) – Estación meteorológica de Canchan. Periodo 1981-2019.....	42
Figura 5 Hidrograma de Precipitación total mensual (mm) – Estación meteorológica de Jacas Chico. Periodo 1981-2019.....	42
Figura 6 Hidrograma de Precipitación total mensual (mm) – Estación meteorológica de Huánuco. Periodo 1981-2019.....	43
Figura 7 Líneas de doble masa de precipitación total anual de las estaciones Jacas Chico, Canchan y Huánuco. ....	44
Figura 8 Índice de precipitación estandarizada SPI 3 – Estación Jacas Chico.....	46
Figura 9 Serie de tiempo de índice de precipitación estandarizada para una escala de 3 meses – Estación Jacas chico.....	48
Figura 10 Índice de precipitación estandarizada SPI 3 – Estación Canchan.....	49
Figura 11 Serie de tiempo de índice de precipitación estandarizada para una escala de 3 meses – Estación Canchan. ....	51
Figura 12 Índice de precipitación estandarizada SPI 3 – Estación Huánuco	52
Figura 13 Serie de tiempo de índice de precipitación estandarizada para una escala de 3 meses – Estación Huánuco. ....	54
Figura 14 Índice de precipitación estandarizada SPI 6 – Estación Jacas Chico.....	55
Figura 15 Serie de tiempo de índice de precipitación estandarizada para una escala de 6 meses – Estación Jacas chico.....	57
Figura 16 Índice de precipitación estandarizada SPI 6 – Estación Canchan.....	58

Figura 17 Serie de tiempo de índice de precipitación estandarizada para una escala de 3 meses – Estación Canchan. ....	60
Figura 18 Índice de precipitación estandarizada SPI 6 – Estación Huánuco.....	61
Figura 19 Serie de tiempo de índice de precipitación estandarizada para una escala de 6 meses – Estación Huánuco. ....	63
Figura 20 Vista en planta de la captación. ....	66
Figura 21 Vista en perfil de la captación .....	66
Figura 22 Vista en planta del reservorio.....	67
Figura 23 Fotografía del rio higueras .....	69

## RESUMEN

La sequía es considerada el fenómeno más complejo de la naturaleza, se caracteriza por una disminución de las precipitaciones por debajo de los niveles normales y puede afectar a cualquier ámbito de la vida. En la encuesta actual, los registros de precipitaciones históricos mensuales de 03 estaciones meteorológicas entre 1988 y 2019 se pueden utilizar como información básica para evaluar la amenaza que representa la sequía en la cuenca del río Higueras. Las características de la sequía están basadas en el cálculo del índice de precipitación estandarizado (SPI) en escalas de 3 y 6 meses, determinando sus principales parámetros: intensidad, duración, frecuencia y magnitud. Alcanzando un rango de valores del índice de precipitación normalizado (IPE) menor a -2.00, se detectaron 14 y 20 eventos con características de sequía extrema, logrando frecuencias de 3.69% y 3.40% para el rango de valores del IPE -1.50, respectivamente. A -1.99 se detectaron 7 y 13 eventos característicos de sequía severa con frecuencias de hasta 1.85%, correspondientes a las estaciones meteorológicas Jacas Chico y Canchan, respectivamente.

Como conclusión, se proponen medidas para mitigar la sequía en la cuenca del río Higueras, como la mejora y aumento de los sistemas de riego, la evaluación y reforma de los certificados de cultivo, donde se practica la agricultura de secano, la forestación de la cuenca alta del río Higueras para la conservación del suelo y el agua, y métodos de cultivo de agua y técnicas de cosecha en la parte alta de la subcuenca. Para ello se hace la propuesta técnica de captación de manantiales y quebradas para luego derivar al micro reservorio de geomembrana, este para su almacenamiento y control en su uso, esto permitirá suplir los efectos que acarrearán las sequías en la agricultura y consumo de agua.

**Palabras clave:** precipitaciones, subcuenca, sequía, sequía meteorológica, obras hidráulicas.

## ABSTRACT

Drought is considered the most complex phenomenon in nature, is characterized by a decrease in rainfall below normal levels and can affect any area of life. In the current survey, monthly historical rainfall records from 03 weather stations between 1988 and 2019 can be used as basic information to assess the threat posed by drought in the Higuera River basin. The characteristics of drought are based on the calculation of the Standardized Precipitation Index (SPI) on scales of 3 and 6 months, determining its main parameters: intensity, duration, frequency and magnitude. Reaching a range of values of the normalized precipitation index (IPE) less than -2.00, 14 and 20 events with extreme drought characteristics were detected, achieving frequencies of 3.69% and 3.40% for the range of values of the IPE -1.50, respectively. At -1.99, 7 and 13 characteristic events of severe drought were detected with frequencies of up to 1.85%, corresponding to the Jacas Chico and Canthan weather stations, respectively.

In conclusion, measures are proposed to mitigate the drought in the Higuera river basin, such as the improvement and increase of irrigation systems, the evaluation and reform of cultivation certificates, where dryland agriculture is practiced, the afforestation of the upper Higuera river basin for soil and water conservation, and water cultivation methods and harvesting techniques in the upper part of the sub-basin. For this, the technical proposal for the collection of springs and streams is made to later derive the geomembrane microreservoir, this for its storage and control in its use, this will allow to replace the effects that droughts have on agriculture and water consumption.

**Keywords:** rainfall, sub-basin, drought, meteorological drought, hydraulic works.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, a la gente le preocupa cada vez más que el cambio climático haga que fenómenos extremos como las sequías y las inundaciones se produzcan con más frecuencia y fuerza. El IPCC (2007) informa que muchas partes del mundo están aumentando en intensidad y duración; combinado con realidades como el agotamiento del agua, los conflictos resultantes, la población mundial está creciendo, especialmente en los países menos desarrollados.

Una sequía se caracteriza por la falta de precipitaciones. Cuando las personas se trasladan a una zona y utilizan los recursos naturales que les proporciona el entorno para sobrevivir, se sienten descontentas con el cambio. Esto repercute negativamente en sus actividades y en la relación entre el hombre y la naturaleza, que se considera en peligro. Este fenómeno es muy importante debido a la falta de agua. (Algara 2009).

Al igual que otros peligros naturales como los huracanes, las inundaciones y los incendios forestales, la sequía está reconocida como una grave amenaza para la vida humana y la propiedad (Hurtado & Cadena 2002), pero se diferencia en muchos aspectos, tales como: se desarrolla lentamente y de manera gradual, se extiende sobre una amplia área y sus efectos se acumulan de manera continua en un período de tiempo, incluso demorando meses para llegar a otros sistemas (Sivakumar et al., 2010; Mestre y Moreno, 2009), y además, carece de una definición comúnmente aceptada para comprensión e investigación más fáciles.

A falta de artículos de investigación relacionados con fenómenos extremos en la provincia de Huánuco y la falta de estudios de investigación dirigidos a comprender la dinámica espacial de la sequía en la muestran que existe poco interés por parte de las instituciones y los responsables de estos temas.

La subestimación de este insidioso fenómeno, la falta de conocimiento y el peligro para los habitantes de la región que dependen en gran medida del agua y de las actividades agrícolas.



El objetivo principal de esta investigación es evaluar la amenaza de sequía en la cuenca del río Higueras utilizando el Índice de Precipitación Estandarizado (SPI) como herramienta principal para caracterizar los fenómenos de sequía, para lograr el planeamiento de obras hidráulicas.

La presente investigación se detalla en cinco capítulos, el capítulo 1 se desarrolla la descripción y formulación del problema, haciendo mención la justificación, viabilidad y limitaciones de la investigación. En el capítulo 2 se desarrolla a detalle el marco teórico, bases teóricas y antecedentes. En el capítulo 3 se desarrolla la metodología adoptada, la población y muestra implementada como las técnicas e instrumentos adquiridos, en el capítulo 4 se da a conocer los resultados de los cálculos mediante cuadros. En el capítulo 5 se menciona la discusión de los resultados, las cuales son contrastadas con las otras investigaciones mencionadas anteriormente.

# CAPITULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Durante mucho tiempo se ha presentado múltiples fenómenos meteorológicos en el Perú y la región Huánuco no es ajeno a esta, lo mismo que son calificados como eventos extremos, la sequía meteorológica es uno de estos fenómenos, considerado confusamente como poco frecuente y aleatorio

Igualmente, importante, las sequías meteorológicas ocurren ante anomalías climáticas temporales, y la falta de lluvias por un período de tiempo (meses, años) puede generar grandes pérdidas (principalmente para la agricultura) en las zonas afectadas.

La aparición de sequías meteorológicas puede deberse a cambios constantes en los patrones atmosféricos, fenómenos de interacción entre la atmósfera y el océano y diversas fluctuaciones en la actividad solar. Además, también se le ha atribuido el calentamiento global, que altera en gran medida los fenómenos naturales como la sequía climática.

Se considera uno de los más antiguos, este fenómeno aparece en diversos escritos como la Biblia y la Epopeya de Gilgamesh, y ha causado problemas desde tiempos inmemoriales, provocando grandes pérdidas en cultivos, animales e incluso en los arrozales.

A nivel mundial, la Organización Mundial de la Salud (OMS) prevé que las personas afectadas por año, a causa de las sequías, llegan hasta los 55 millones, siendo considerado como un fenómeno de mayor amenaza para la producción ganadera y los cultivos en la gran mayoría de las regiones del mundo. (El Agora, 2020)

La información encontrada en el Servicio Nacional de Meteorología e Hidráulica del Perú (SENHAMI, 2015, p.16) indica que entre los años 2000 y 2010 se reportaron 163 sequías en todo el país, ocurriendo la mayoría de las

sequías en la vertiente del Pacífico (127 eventos), seguida por la Escarpa del Titicaca (25 eventos), y luego la Vertiente Atlántica (11 eventos). Se indica que varias provincias del Perú fueron impactadas por la sequía en 2011, entre ellas Lambayeque, Cajamarca, Arequipa Piura, Lima, La Libertad, Moquegua, Amazonas, Tacna, San Martín, Huánuco, Puno y Junín.

Según el Ministerio de Agricultura y Riego, 1.300 hectáreas de cultivos se perdieron por sequía desde diciembre de 2015 hasta enero de 2016 (MINAGRI, 2016).

Teniendo en cuenta el Decreto Supremo n. 095-2016-PCM donde declaran estado de emergencia en áreas geográficas por sequía que afecta a 5 regiones, el área seleccionada para el estudio meteorológico de sequía se encuentra en las provincias de Huánuco (Margos, Santa María del Valle, Churubamba, Yacus y Yarumayo) del provincia de Huánuco, la cual no fue analizada como un problema más duro e interesante que condujo a una disminución de la tierra cultivable y una vulneración de la seguridad alimentaria.

Específicamente, el Instituto Nacional de Defensa Civil afirma que 281 ha en el distrito de Margos, 155 ha en el distrito de Yakusu y 52 ha en el distrito de Yarmayo se encuentran afectadas por la sequía (INDECI, 2016).

El propósito del estudio es la de analizar y monitorear su caracterización de las sequias meteorológicas en el espacio y tiempo de la zona de estudio. Gran importancia para la agricultura en la toma de decisiones para su no afectación e impacto en la ingeniería para las obras hidráulicas de captaciones de agua en manantiales y quebradas que se van secando con el pasar el tiempo y dejan sin agua a sus respectivas demandas poblacionales y agrícolas.

Dado que el agotamiento de este recurso provocará la desecación de las tierras, la contaminación de las reservas de agua y una serie de otras enfermedades, es imperativo que estemos atentos a cualquier sequía meteorológica que pueda producirse en el futuro para adelantarnos a los efectos potencialmente desastrosos que pueda tener.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

PG: ¿La determinación de las frecuencias de sequías meteorológicas en la subcuenca del río Higueras, logrará el planeamiento de obras hidráulicas?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

PE1: ¿Cómo obtener y caracterizar las sequias meteorológicas en la subcuenca del río Higueras?

PE2: ¿Cuál sería las propuestas frente a las sequias meteorológicas con fines de asegurar la disponibilidad hídrica en la subcuenca del río Higueras?

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

OG: Determinar la frecuencia de las sequías meteorológicas en la subcuenca del río Higueras, para lograr el planeamiento de obras hidráulicas.

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

OE1: En la subcuenca del río Higueras, utilizar el método del índice de precipitación estandarizado para identificar las sequías meteorológicas.

OE2: Plantear alternativas de mitigación de las sequias meteorológicas con fines de asegurar la disponibilidad hídrica en la subcuenca del río Higueras.

## **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA**

En la práctica, los resultados y conclusiones obtenidos en este estudio pueden servir para una mayor intervención en el caso estudiado, la sequía meteorológica en la provincia de Huánuco, que además nos puede ayudar a mitigar los efectos perjudiciales y valer al máximo el cambio climático y las precipitaciones.

### **1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA**

En teoría, cabe señalar que existen investigaciones limitadas al uso del soporte teórico existente, y las referencias a las sequías meteorológicas en la región de Huánuco no han sido tratadas con mayor profundidad, por lo que la teoría establecida tuvo que ser adaptada en relación con el concepto de nuestra investigación.

### **1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA**

Como el fenómeno de la sequía tiene malas consecuencias, vigile su comportamiento; en él introduciremos el método del índice de precipitación estandarizado, que permitirá monitorear la sequía en tiempo y espacio y así prevenir posibles consecuencias negativas, planificando adicionalmente la acumulación de recursos hídricos por la falta de precipitaciones en un momento determinado.

### **1.4.4. JUSTIFICACIÓN SOCIAL**

De concretarse lo expuesto en la presente justificación, los beneficiarios serán principalmente los pobladores de Huánuco, en especial los propietarios de cultivos. Los usuarios pueden ser estudiantes con interés en el tema de sequía climática, con el objetivo de incrementar el estudio de las condiciones o variables de investigación, ya sea como parte del desarrollo del curso o como insumo para futuras investigaciones en este campo de estudio. Examinado. Dentro del cliente

se encuentran diversos organismos públicos como MINAGRI, COER e INDECI.

## **1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

El presente estudio se limita en la disponibilidad de datos que puede tener el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y en el número de estaciones meteorológicas dentro de nuestra zona de estudio.

Otra limitación es la situación actual de no poder viajar a las zonas afectadas por la sequía meteorológica a causa de la pandemia del COVID-19.

## **1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.6.1. A NIVEL TÉCNICO**

La sequía ha devastado 5 distritos de la provincia de Huánuco, lo que ha llevado al gobierno a proclamar el estado de emergencia, según el Decreto Supremo N° 095-2016-PCM (Margos Santa María del Valle, Churubamba, Yacus y Yarumayo). De acuerdo a la distribución geográfica de estas 5 áreas, incluyen las estaciones meteorológicas de Huánuco, Canchan y Jacas Chico.

### **1.6.2. A NIVEL ECONÓMICO**

Sí se cuenta con el respaldo económico para realizar esta investigación, de la cual el investigador se hará cargo.

### **1.6.3. A NIVEL SOCIAL**

Se cuenta con el apoyo de las autoridades de los 5 distritos (Margos Santa María del Valle, Churubamba, Yacus y Yarumayo) de la provincia de Huánuco que fueron definidos dentro del estado de emergencia por impacto de sequía y los pobladores (agricultores), ya que la sequía afecta directamente a los agricultores y la seguridad alimentaria.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

##### 2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

*Valarezo (2017)*, en su tesis titulada “Caracterización de las sequías meteorológicas en la cuenca del Paute mediante la aplicación del índice de precipitación estandarizado en diversas escalas temporales” Universidad de Cuenca, detalla como objetivo general clasificar la sequía climática en la cuenca del río Pat utilizando índices de precipitación estandarizados (IPEs) en diferentes escalas de tiempo. Conclusión La frecuencia y probabilidad de eventos de sequía varía según la categoría. Durante el período de estudio (1980-2010), la sequía moderada se registró con más frecuencia que la sequía severa y extrema en todas las regiones, ya que los valores de IPE para la sequía moderada oscilaron entre -1,00 y -1,49. estación pluviómetro. La sequía severa (-1.50 a -1.99) son más frecuentes que la sequía extrema (-2), pero menos frecuentes.

*Nobles (2016)*, en su tesis titulada “Evaluación de la amenaza por sequía en el departamento de Córdoba” Universidad de Córdoba, se detalla como objetivo general es determinar la intensidad media de la sequía en escalas de tiempo de 3 y 6 meses. Se concluyó que los períodos de sequía más frecuentes fueron los períodos de sequía moderada (SPI de -1 a -1.49) y el período más seco fue en 1970-1985, una vez cada dos años. La duración media de este fenómeno es de 4 y 5 meses, dependiendo del tamaño de 3 y 6 meses, respectivamente. El quince por ciento del territorio cordobés se encuentra altamente amenazado, extendiéndose hacia el noreste y oeste de la provincia.

*Seelmann (2017)*, en su tesis titulada “Evaluación del impacto del cambio climático en eventos extremos. Análisis de riesgo de sequías e inundaciones usando métodos simples” de la Universidad de Chile, se

detalla como objetivo general, el determinar los efectos meteorológicos e hidrológicos del cambio climático sobre los eventos extremos que pueden provocar sequías e inundaciones. La conclusión es que IPE logra presentar sequías de manera sencilla con eventos bien definidos para cada intervalo. Pero, el índice tiende a ser menos confiable durante los períodos de poca lluvia. Durante la temporada de descongelación en la región de Limari, el IPE no encontró acontecimientos de sequía y sí, constantes eventos que atañen humedad, a pesar de las bajas precipitaciones en esta época. Esto a consecuencia de que las precipitaciones cayeron en un rango considerado extremadamente acotado para este tipo de eventos y con un promedio muy cercano al 0. Así mismo, esto podría presentarse parecido en la misma época, en la cuenca del río Volcán.

### **2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

*Palza (2014)*, en la tesis titulada “Análisis espacial y temporal de sequías en las cuencas hidrográficas de la región Tacna” Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, detalla como objetivo general: reconocer y diferenciar las sequías en las cuencas hidrográficas de la región Tacna a extinción de exprimir esta comunicación como instrumento de convenio para rendimiento y conservación de los limitados pertenencias hídricas con que se perla actualmente. Concluyendo que, al realizar el cálculo del índice estandarizado de precipitación, se estimó que en la estación Paucarani, es determinado como su ámbito la zona media y alta; en esta instancia se obtuvieron valores de SPI para 3, 6, 9, 12 y 24 meses, con valores considerables, lo que indica que la categoría de la región se encuentra muy cercana a lo normal. De igual forma, los resultados del análisis permiten concluir que la proporción de ocurrencias en meses disminuye conforme aumenta la duración del periodo de sequía, pasando de 82.52% (SPI 3 meses) a 61.29%. (SPI 6 meses).

*Atuncar (2020)*, en la tesis titulada “Análisis espacio-temporal de sequías históricas en la cuenca del río Pampas durante el periodo 1981



– 2016” Universidad Nacional de San Marcos, se detalla como objetivo examinar los aspectos temporales de las sequías en la cuenca del río Pampa entre 1981 y 2016. Se concluye que la sequía histórica en la era de referencia (1981-2016) fue definida por la duración, severidad e intensidad de SPI-3 y SPI-12 en tres lugares seleccionados. El número medio de episodios de sequía documentados en las cuatro zonas durante el SPI-3 es de 59 episodios. Estos episodios duraron entre 7 meses (Zona 1) y 11 meses (Zonas 2, 3 y 4). De diciembre de 1991 a agosto de 1992, se describen los incidentes más intensos en las zonas 2 y 3. Para el SPI-12, el número medio de incidentes de sequía observados en las cuatro zonas es de cincuenta. La duración de estos episodios osciló entre 15 y 20 meses (regiones 1, 2 y 3) (región 4). Para las tres regiones con los incidentes más intensos entre diciembre de 1991 y marzo de 1993.

*Carrasco (2020)*, en la tesis titulada “Caracterización de sequías meteorológicas en la cuenca Alto Jequetepeque mediante índice estandarizado de precipitación y evapotranspiración” Universidad Nacional de Cajamarca, para lograr el objetivo de analizar las sequías meteorológicas ocurridas en la cuenca alta del Jequetepeque, se utilizó un índice de precipitación y evapotranspiración normalizados. Según el índice de precipitación normalizado, provocaron sequías que oscilaron entre leves y graves en todas las estaciones. Esto ocurrió con mayor frecuencia de 1975 a 1985; la peor sequía duró 13 meses y tuvo un déficit hídrico de 15.44 en la estación San Juan en 1984 y 1985, afectando un área de 178.99 km<sup>2</sup>. Hubo pérdidas en la agricultura y la ganadería, especialmente en Huácar, que es una zona netamente agrícola.

### **2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES**

No se identificaron estudios centrados en las sequías meteorológicas con un planeamiento de obras hidráulicas.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. PRECIPITACIÓN**

Según (Chereque, 1989) El término precipitación se define como cualquier escenario en el que interviene la humedad, que se origina en las nubes que pueden alcanzar la superficie. Por consiguiente, las lluvias, las garuas, las granizadas y las nevadas se consideran manifestaciones distintas del mismo suceso.

#### **2.2.1.1. ORIGEN DE LA PRECIPITACIÓN**

Según nos dice (Villon, 2011) que Las minúsculas gotas de agua que componen una nube son estables debido a su tamaño, y tienen las siguientes características:

- Diámetro aproximado de las gotitas 0.02mm
- Masa 0.5 a 1 gr/m<sup>3</sup>
- Espaciamiento entre gotitas 1mm

Por el contrario, las gotas de lluvia, cuyo tamaño oscila entre 0,5 y 2 mm, multiplican por 100 000-1 000 000 la cantidad de gotitas de las nubes. Se cree que la precipitación se originó a partir de este enorme aumento de volumen como consecuencia de dos acontecimientos.

- Unión entre sí de numerosas gotitas
- Engrosamiento de una gota por la fusión y condensación de otras

#### **2.2.1.2. TIPOS DE PRECIPITACIÓN**

Existen tres categorías principales de precipitaciones, cada una de las cuales corresponde a un mecanismo diferente de movimiento ascendente del aire que provoca el enfriamiento necesario. (Chereque, 1989)

**Precipitaciones Convectivas.** Cuando hace calor se producen grandes cantidades de vapor de agua debido al aumento de la evaporación desde la superficie del océano; estas masas de vapor ascienden y se enfrían en la atmósfera en función de si son adiabáticas secas o húmedas. A medida que ascienden, pierden calor a un ritmo determinado por el gradiente adiabático, que puede ser seco ( $1\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ) o saturado ( $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ). (Villon, 2011)

**Precipitaciones orográficas.** Son consecuencia del aumento mecánico de corrientes de aire húmedo a través de movimientos horizontales que golpean sobre barreras naturales, como por ejemplo las montañas. (Monsalve, 1999)

**Precipitaciones ciclónicas.** Se forman cuando chocan nubes de distintas temperaturas, lo que obliga a las nubes de mayor temperatura a subir a las zonas altas del cielo, donde pueden dejar caer su carga de precipitaciones. (Chereque, 1989)

### **2.2.1.3. MEDICIÓN DE LA PRECIPITACIÓN**

**Pluviómetros.** Es un cilindro de metal con una tapa de embudo, y en el interior del cilindro hay un recipiente graduado en pulgadas o centímetros.

La altura se mide en el punto donde se acumula el agua. En caso de que el recipiente no tenga marcas graduadas, se debe utilizar una regla. (Aparicio, 1989)

**Fluviógrafos.** Tienen una similitud a los pluviómetros, excepto que tienen un mecanismo que les permite registrar continuamente las precipitaciones.

Este mecanismo consiste en un tambor que, a velocidad continua gira sobre su eje, sobre él cual se adhiere un papel especialmente graduado. Además, se coloca un flotador, el cual se adhiere a una plumilla a través de un conjunto de varillas, el cual marca las alturas de precipitación en el papel. (Ayllon, 2009).

#### **2.2.1.4. ESTUDIO DE LA CUENCA**

Es posible definir una cuenca hidrográfica como una región extensa de terreno en la que convergen todas las aguas que se forman por las precipitaciones para crear un único río. Cada lugar a lo largo del recorrido de este río tiene su propia cuenca diferenciada que ha sido cuidadosamente calculada. (Chereque, 1989).

**Parámetros Geomorfológicos de Cuenca.** Varios procesos, todos los cuales tienen el efecto de modificar la escorrentía, forman parte del ciclo hidrológico, en el que la cuenca hidrográfica sirve de foco principal para la investigación de cómo se procesa la precipitación entrante. La geomorfología de las cuencas hidrográficas interviene en procesos en los que el clima, el tipo y uso del suelo, la cubierta vegetal y el grado de urbanización son los componentes más esenciales. Existen factores computables que, de forma preliminar, construyen comparaciones y cuencas hidrográficas relacionadas. Estos parámetros tienen en cuenta la importancia de los procesos que se están creando. La siguiente lista presenta las características geomorfológicas de una cuenca que han recibido mayor atención por parte de los investigadores: (Cordoba, 2016, pág. 1)

- Área
- Perímetro
- Forma de la cuenca
- Relación de Elongación
- Índice de compacidad
- Longitud del cauce principal

#### **2.2.1.5. DIMENSIONES**

Las dimensiones que tiene la precipitación son las siguientes:

- Precipitación pluvial
- Consistencia

## **2.2.2. SEQUIAS**

### **2.2.2.1. DEFINICIÓN CONCEPTUAL**

Según (Millan, 1972) define a la sequía como una ausencia o disminución de agua a través del tiempo, el espacio o incluso ambos.

Así mismo, indica que, para una región determinada y un espacio de tiempo, dicho déficit de agua se puede presentar en varios fenómenos.

Entre estos fenómenos, los más relevantes son la precipitación cercana a la superficie, la precipitación efectiva en forma de precipitación menos evaporación, el contenido de agua del suelo, el nivel freático, la escorrentía y varios reservorios naturales o artificiales.

Determinado el fenómeno, el área, el intervalo de tiempo y demás variables que describen el fenómeno, construimos una serie temporal de valores pasados observados del fenómeno, analizamos su estructura y determinamos su probabilidad o propiedades probabilísticas.

### **2.2.2.2. TIPOS DE SEQUIA**

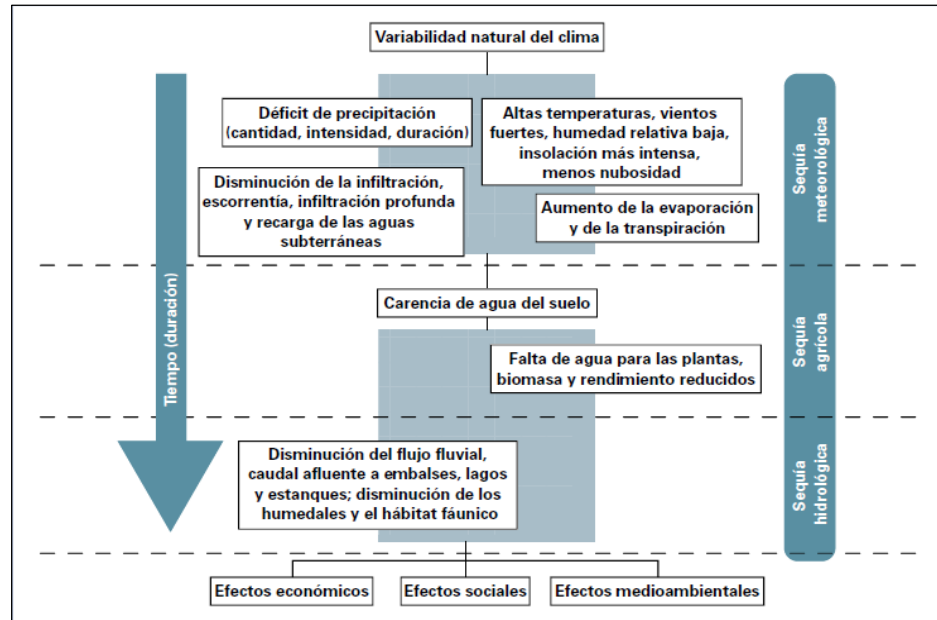
Existen más de ciento cincuenta definiciones diferentes de esta categoría, y se han clasificado en cuatro grupos distintos basados en el campo de la ciencia desde el que se examina el fenómeno.

Estas cuatro categorías son las siguientes: sequía hidrológica, sequía meteorológica, sequía socioeconómica y

sequía agrícola. (Wilite y Glantz, 1985 citado en Marcos, 2001, pág. 60).

**Figura 1**

*Secuencia de sucesos de la sequía y sus efectos para tipos de sequías comúnmente aceptados*



**Nota:** (Wilhite, 2006).

a. Sequía meteorológica

La ausencia de precipitaciones en una vasta región y durante un periodo de tiempo prolongado, también conocida como sequía meteorológica, es la causa principal de la sequía. Esta disminución se suele comunicar como un número relativo en comparación con las circunstancias climáticas que se considerarían normales. El déficit hídrico afecta a todas las fases del ciclo hidrológico y da lugar a diversas formas de sequía. (Tallaksen & Van Lamén, 2004).

b. Sequía hidrológica

Describe una disminución de la cantidad de agua subterránea y superficial que fluye por un sistema (lagos, ríos, embalses, etc.). La escasez de lluvia o nieve y el poco caudal de los ríos, así como

del nivel de los embalses y lagos, se contraponen. (Marcos, 2001, pág. 61)

c. Sequia agrícola

Los altos valores de evaporación combinados con la carencia de agua en los suelos pueden producir sequía. Es así que el término sequía agrícola es utilizado cuando el suelo presenta insuficiente humedad que permita sustentar los cultivos (Tallaksen & Van Lamén, 2004)

d. Sequia socio económico

Cuando la cantidad de agua es tan escasa que provoca perjuicios económicos o humanos a la población local, se dice que se está experimentando una sequía socioeconómica. No es necesario que las sequías socioeconómicas provoquen escasez de agua para que se hable de ellas; basta con que uno o más sectores económicos se vean afectados. (Marcos, 2001, pág. 63)

### **2.2.2.3. CARACTERIZACIÓN DE LAS SEQUIA**

Según el (Servicio Nacional Meteorología e Hidrología (SENHAMI), 2016, pág. 5) define tres características de las sequias, que son:

a. Duración de la Sequia

La duración del evento de sequía se definió como períodos de tiempo continuos y discontinuos en los que se registraron valores de SPI por debajo del umbral del evento de sequía (en meses) durante períodos más prolongados. Dependiendo de la región, la sequía puede durar mucho tiempo.

b. Severidad

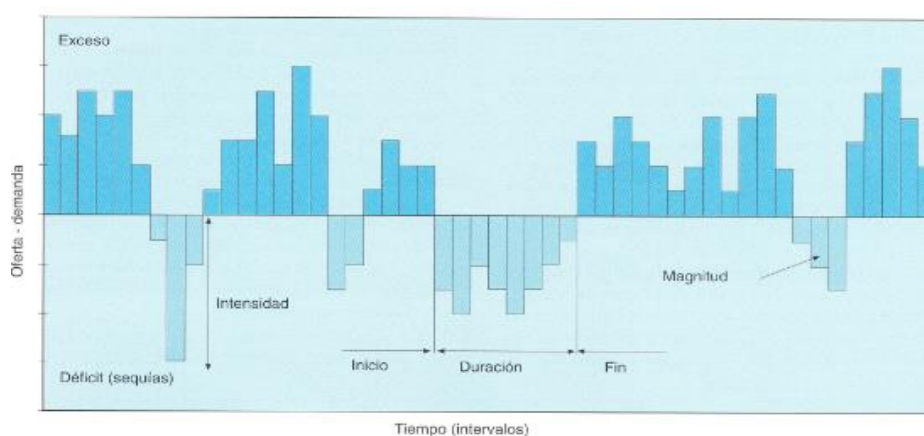
Es la falta de agua acumulada (lluvia) por debajo de cierto umbral durante una sequía; se cuantifica por un continuo negativo de déficits de precipitación en eventos de sequía.

### c. Intensidad

Se trata de una métrica común para describir la sequía; algunos autores la utilizan como punto medio entre la intensidad media de la sequía y la duración de la misma, mientras que otros utilizan el valor mínimo del evento de sequía SPI, al que se refieren como intensidad máxima.

#### Figura 2

*Serie cronológica de la oferta menos demanda en un lugar para la identificación y caracterización de las sequias*



**Nota:** (Fernández, 1997)

#### 2.2.2.4. ÍNDICE DE SEQUIA

Según la (Organización Meteorológica Mundial (OMM), 2016) define los índices como números informatizados que muestran la gravedad de las sequías. Estas cifras se basan en datos climáticos o hidrometeorológicos e incluyen los indicadores enumerados anteriormente. Su objetivo es analizar las sequías en un lugar determinado y durante un cierto periodo de tiempo desde un punto de vista cualitativo. Desde un punto de vista técnico, los índices pueden considerarse indicadores.

#### 2.2.2.5. ÍNDICE DE PRECIPITACIÓN ESTANDARIZADO (IPE)

Según (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENHAMI), 2019), McKee et al. (1993) crearon el Índice de



Precipitación Normalizado, o SPI, que se basa en la probabilidad de que llueva en una escala temporal determinada. El SPI se creó para medir la ausencia de precipitaciones en diferentes periodos de tiempo y mostrar el nivel de humedad en diferentes situaciones de precipitación.

Para cuantificar en escalas de tiempos (1mes, 3meses, 6meses, etc.) el SPI, estos se encuentran a función de distribución de probabilidad gamma:

$$g(x) = \frac{1}{\beta^\alpha r(\alpha)} X^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}} \quad X > 0, r(x) = \int_0^\infty x^{\alpha-1} e^{-x} dx$$

Donde:

$x > 0$  : precipitación acumulada

$\alpha > 0$  : parámetro de uniformidad

$\beta > 0$  : parámetro de escala

$r(\alpha)$  : función gamma

La distribución de la frecuencia de las precipitaciones en una estación dada se utiliza para ajustar una función de densidad de probabilidad gamma, que luego se utiliza para calcular el EPI. Los valores gamma, alfa y beta de cada estación se determinan para cada mes del año y para cada escala temporal (3 meses, 12 meses, 48 meses, etc.). Para obtener los valores alfa y beta se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$\alpha = \frac{1}{4A} \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}} \right), \quad \beta = \frac{x}{\alpha}$$

Donde:

$$A = \ln(X) - \frac{\sum \ln(x)}{n}$$

n: es el número de precipitaciones (meses)

X: variable precipitación media anual

Las características así obtenidas se utilizan para calcular la precipitación media mensual y anual de una estación determinada. Esta es la fórmula de la probabilidad acumulada:

$$G(x) = \int_0^x g(x)dx = \frac{1}{\beta^\alpha r(\alpha)} \int_0^x x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}} dx$$

Sumiendo que  $t = x/\beta$ , la ecuación anterior sería la función gamma incompleta:

$$G(x) = \frac{1}{r(\alpha)} \int_0^x t^{\alpha-1} e^{-t} dt$$

La aplicación de la función gamma se especifica para valores superiores a cero, sin embargo los registros de precipitaciones pueden incluir valores inferiores a cero, especialmente en lugares secos, por ejemplo, si el registro de precipitación es cero según la función gamma, la probabilidad acumulada de ocurrencia de precipitación de valor es cero, lo cual es falso; el registro puede tener m cantidad de precipitación 0, Esta probabilidad, de la que se ha hablado anteriormente y a la que se ha dado el nombre de q, se denomina probabilidad acumulada de precipitación nula. La probabilidad acumulada de precipitación nula se calcula del siguiente modo: m/n donde n es el número total de años observados.

$$H(x) = q + (1 - q)G(x)$$

Tras este paso, se genera el valor z de la función de distribución normal para la probabilidad acumulada estimada. Esta función tiene una media de cero y una varianza de uno.

A continuación, se indican algunas relaciones que pueden utilizarse para calcular el valor Z:

$$Z = SPI = - \left( t - \frac{C_0 + C_1 + C_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t + d_3 t} \right) \dots \dots t = \sqrt{\ln \frac{1}{H_{(x)}^2}} \dots \dots 0 < H_{(x)} \leq 0.5$$

$$Z = SPI = + \left( t - \frac{C_0 + C_1 + C_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t + d_3 t} \right) \dots \dots t = \sqrt{\ln \frac{1}{(1 - H_{(x)})^2}} \dots \dots 0.5 < H_{(x)} \leq 1$$

$$C_0 = 2.515517$$

$$C_1 = 0.802853$$

$$C_2 = 0.010328$$

$$D_1 = 1.432788$$

$$D_2 = 0.189269$$

$$D_3 = 0.001308$$

El valor Z encontrado es el valor del índice de precipitación normalizado (SPI) seguido de la media, es decir, el valor normal asociado con esta corrección en la ubicación y el período de tiempo deseados es cero.

Los valores positivos y negativos indican una precipitación superior o inferior a la media. Cuando los valores de IPE se normalizan, muestra que los períodos húmedos y secos ocurren por igual, por lo que este indicador también se puede usar para monitorear los períodos húmedos.

A continuación, se muestran los valores del índice (IPE), sus correspondientes probabilidades acumuladas y su interpretación.

**Tabla 1***Valores de IPE, probabilidad e interpretación*

Valores de IPE	Probabilidad (%)	Interpretación
Mayor a 2	97.72	Humedad extrema
1.50	93.32	Muy húmedo
1.00	84.13	Humedad moderada
0.50	69.15	Normal
0.00	50.00	Normal
-0.50	30.85	Normal
-1.00	15.87	Moderadamente seco
-1.50	6.68	Muy seco
Menor a menos 2	2.28	Sequia extrema

**Nota:** En base a McKee et al (1997).

#### **2.2.2.6. FRECUENCIA DE OCURRENCIA DE EVENTOS DE SEQUÍAS EXTREMAS**

Este índice se utiliza para definir la sequía de la siguiente manera: cada periodo seco tiene un comienzo y un final definidos, y la gravedad fluctúa de un mes a otro; para establecer la frecuencia de la sequía debe tenerse en cuenta la categorización de McKee. En cuanto a todos y cada uno de los tipos de sequía meteorológica que se produjeron a lo largo de la investigación y la duración de la observación.

#### **2.2.2.7. PROPUESTA DE MITIGACIÓN DE SEQUIAS**

En la subcuenca del río Higueras, se presentarán ideas para la construcción de obras de riego, tomando en consideración tanto a instituciones públicas como privadas, con los objetivos de mitigar los impactos de la sequía y asegurar recursos hídricos suficientes para el uso humano y la producción agrícola participando en la investigación.

#### **2.2.2.8. DIMENSIÓN DE LA SEQUIA**

- Caracterización

## **2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES**

**Precipitación Pluvial:** Hace referencia a la lluvia, es decir a la caída libre por gravedad de partículas de agua líquida. (Monsalve, 1999)

**Consistencia de la precipitación:** Se mide la uniformidad de las cuencas y ver si esta forma regiones dentro de ella. (Monsalve, 1999)

**Caracterización de la sequía:** Definido como el parámetro a usar dentro de la sequía, la cual se ve el déficit de la precipitación (Organización Meteorológica Mundial, 2016).

**Índice Precipitación Estandarizada (IPE):** Es un método empírico utilizado para su caracterización de las sequias. (Organización Meteorológica Mundial, 2016).

**Escala Temporal:** El proceso de analizar las precipitaciones para temporalizar las sequias. (Organización Meteorológica Mundial, 2016).

**Estación Meteorológica:** Es un lugar destinado a medir y registrar las diversas variables meteorológicas usando adecuados instrumentos. (Chereque, 1989)

## **2.4. HIPÓTESIS**

### **2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL**

**HG:** La determinación de la frecuencia de las sequias meteorológicas en la subcuenca del río Higuera servirá para el planeamiento de obras hidráulicas.

## **2.5. VARIABLES**

### **2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Sequias meteorológicas

### **2.5.2. VARIABLES DEPENDIENTE**

Planeamiento de Obras hidráulicas

## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

La definición teórica y operacional de las variables se indica a continuación:

**Tabla 2**

*Operacionalización de las Variables.*

Variable	Definición teórica	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Unidad
<b><u>Dependiente</u></b>					
Planeamiento de Obras hidráulicas	Las infraestructuras creadas en el ámbito de la ingeniería civil que tienen el agua y su gestión como protagonista suelen denominarse infraestructuras hidráulicas (Chereque, 1989).	Construcción, concretamente dentro de los subcampos de la ingeniería agrícola, la ingeniería hidráulica y la ingeniería civil.	Descarga	caudal	m <sup>3</sup> /s
<b><u>Independiente</u></b>					
Sequia meteorológica	En general, una sequía puede definirse como una falta de agua que se produce durante un periodo de tiempo, espacio o ambos (Organización Meteorológica Mundial, 2016).	La sequía meteorológica es un fenómeno natural la cual se puede analizar sus caracterizaciones dentro de un periodo de tiempo y ver la severidad que tiene en un lugar determinado	Caracterización	Intensidad	unidad
				Magnitud	unidad
				Frecuencia	mes

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

##### **3.1.1. ENFOQUE**

Esta investigación según su enfoque es cuantitativa, ya que se pretende explicar y evaluar cada cuanto ocurre y con qué magnitud. La recopilación de datos es numérica, estandarizada y cuantificable. De esta forma, la interpretación y análisis de datos permiten probar o refutar una hipótesis. (Hernández, 2014).

##### **3.1.2. ALCANCE O NIVEL**

La presente investigación ha ido más allá de la mera descripción de las nociones investigadas, ya que tiene la capacidad de explicar también esos conceptos, lo que se buscará es responder la existencia, evolución y caracterización de sequía. Se enfocará en explicar cómo es su evolución según su periodo de registro de precipitaciones. (Hernández, 2014).

En lo nivel se se verá el comportamiento de la precipitación con la variable sequía, según Hernández (2014) nos dice que “El objetivo de la investigación es averiguar cómo puede comportarse un concepto o una variable observando cómo interactúa esa idea o variable con otros factores que están relacionados con ella. Es decir, hacer una estimación del valor que un grupo de personas o casos tendrá en una variable a partir de los valores que esas personas o instancias ya tienen en las variables que están asociadas a ella”. (Hernández, 2014, pág. 50)

##### **3.1.3. DISEÑO**

Como se comentó para el diseño no experimental, el diseño utilizado será el diseño no experimental longitudinal ya que no se manipularán variables. Solo describimos el comportamiento de las

variables, ya que simplemente existen y no se pueden manipular.(Hernández, 2014, pág. 152)

## **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **3.2.1. POBLACIÓN**

La población de nuestro estudio lo conformará datos meteorológicos del SENAMHI que forman parte del departamento de Huánuco.

### **3.2.2. MUESTRA**

La muestra seleccionada se encuentra de acuerdo al método no probabilístico, ya que son regiones con antecedentes de sufrir la problemática del fenómeno. Por lo tanto, se utiliza como muestra los datos meteorológicos del SENAMHI para la subcuenca del río Higuera.

## **3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

Este estudio emplea técnicas de observación para identificar las estaciones meteorológicas y la variación de las precipitaciones a lo largo de su registro para la zona de estudio. Posteriormente se analizó documentos que fueron solicitados sobre la ocurrencia de las sequías a las Instituciones públicas y/o privadas. A su vez se realizaron entrevista a los pobladores de los distritos donde hay indicios de sequías.

Los instrumentos que se utilizaron son:

- Página web del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) para su disponibilidad de las estaciones meteorológicas en la zona de estudio.
- Datos registrados de precipitación en las estaciones meteorológicas seleccionadas.
- Informes respecto a las sequías meteorológicas en nuestra Provincia de Huánuco por parte de las instituciones como el



SENAMHI, Centro de Operaciones de Emergencia Regional (COER) y Dirección de Agricultura Huánuco.

- Consultas a los pobladores (agricultores) de los distritos donde se indican indicios de sequías meteorológicas. Sobre la variación de las precipitaciones.

### **3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS**

Los datos numéricos que se van a obtener por parte del SENMAHI serán registrados de manera clara, con ello se van a estructurar los cuadros de resumen, análisis de datos y concluir con la caracterización de la sequía según el índice estandarizado de precipitación (SPI). Para obtención de los resultados, será importante procesar los datos adquiridos en campo en estos tres programas; Microsoft Excel y Estudio.

### **3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS**

La recopilación de datos de precipitación por parte del SENHAMI de las estaciones meteorológicas nos permitió analizar las precipitaciones de las estaciones y así ver posibles errores o inconsistencias en los datos.

Posteriormente se realizó un análisis estadístico para confirmar la homogeneidad y se utilizó un análisis de tendencia para verificar la confiabilidad de los datos y confirmar la hipótesis de homogeneidad.

Realizamos SPI en los plazos especificados para el propósito de nuestro estudio, ajustamos distribuciones de probabilidad y transformamos a distribuciones normales para el método SPI.

Se buscaron caracterizaciones para esta región usando los términos de duración, intensidad y severidad. Esta caracterización ayudado a determinar los impactos adversos del cambio climático.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS**

##### **4.1.1. ZONA DE ESTUDIO**

###### **Ubicación**

La subcuenca del río Higueras es donde se realizará la investigación para esta tesis, por lo tanto, es allí donde se centrará la indagación. Políticamente abarca siete distritos: seis de la provincia de Huánuco (Quisqui, San Pedro de Chaulan, San Francisco de Cayran Yarumayo, Margos y Yacus) y un distrito de la provincia de Yarowilca (Jacas Chico); de la región de Huánuco (MINAGRI, 1981). El río Higueras se origina de la unión de los ríos Cozo y Mito. Así también es afluente del río Huallaga e integra la vertiente del Atlántico.

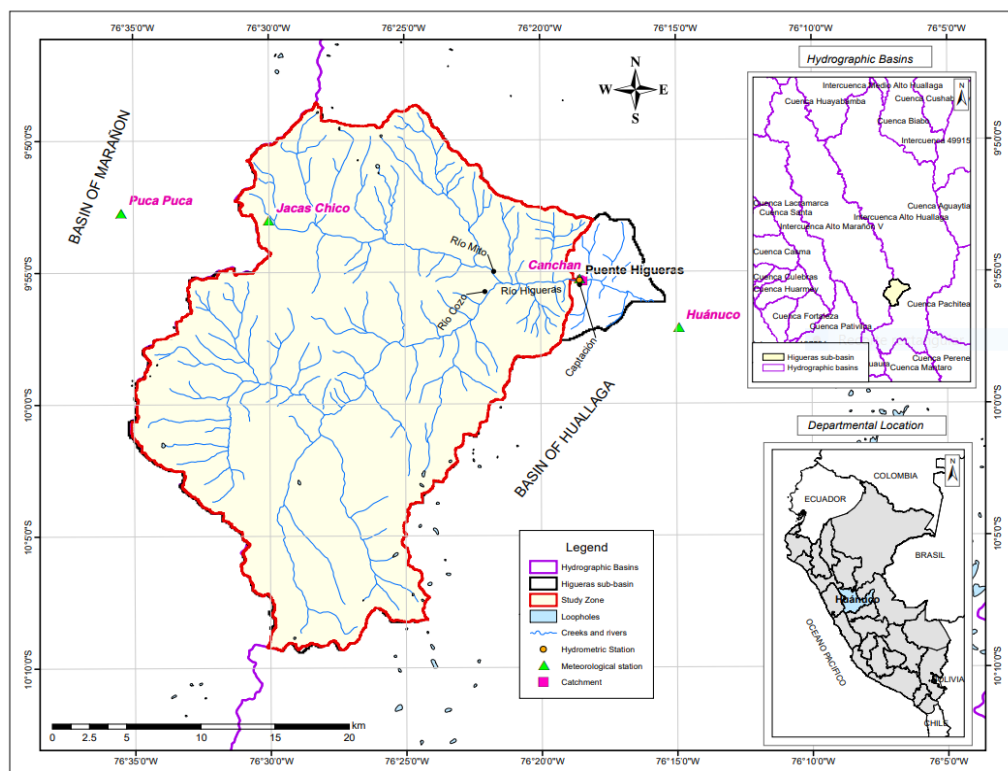
###### **Extensión**

Las cuencas y subcuencas con las que limita son: por el norte con la subcuenca del río Conchumayo, por el sur con las subcuencas del río Cayran y Huertas, por el este con la cuenca del río Huallaga y por el oeste con la cuenca del río Marañón. Geográficamente se ubica en la parte céntrica del Perú, (MINAGRI, 1981).

En la extensión de la subcuenca del río Higueras se ubican 02 obras hidráulicas de gran importancia para la ciudad de Huánuco, esta es la captación de las aguas del río Cozo (afluente del río Higueras) para uso agrícola, y la captación de las aguas del río Higueras (ubicado en la parte baja de la subcuenca del río Higueras) para fines de abastecimiento poblacional de la ciudad de Huánuco (distritos de Huánuco, Amarilis y Pillcomarca).

**Figura 3**

*Serie cronológica de la oferta menos demanda en un lugar para la identificación y caracterización de las sequías*



**Nota:** (MINAGRI, 1981)

### Descripción de la zona de estudio

El clima de la subcuenca del río Higuera se caracteriza por ser diverso: como templado y húmedo. Esto podría ser debido a que la subcuenca se ubica en un sector sierra y aledaño a la ceja selva (MINAGRI, 1981).

La subcuenca del río Higuera tiene un área de 698.68 km<sup>2</sup>, un perímetro de 195.08 km y un coeficiente de compacidad (Kc) de 2.08, esto indica que es una subcuenca larga y tiene una baja probabilidad de ocurrencia de caudales máximos.

La zona de estudio se encuentra en la subcuenca del río Higuera, su delimitación inicia desde el punto de captación del río Higuera (ver fotografía 3.1) ubicada en la localidad de Canchan. Se calcula un área de 662.56 km<sup>2</sup> y su altitud varía entre 1,975 m.s.n.m. y los 4,450 m.s.n.m. Sus parámetros fisiográficos fundamentales se muestran en la Tabla 3.1.

## Clima

La precipitación media mensual varía de 0.00 mm a 140.34 mm. Los meses de mayor precipitación comprende desde el mes de octubre al mes de abril y de menor precipitación de mayo a setiembre, siendo los meses de diciembre y febrero los de máxima precipitación mensual con 332.14 mm y 278.87 mm respectivamente; así también la mínima precipitación mensual de 0.00 mm se presenta en los meses de junio, julio y agosto.

### 4.1.2. DATOS EMPLEADOS

#### Datos Meteorológicos

De las 05 estaciones identificadas, existen 03 estaciones meteorológicas cercanas al área de estudio. Esta es la estación meteorológica tipo convencional Huánuco (altitud 1,947 msnm), Dos de Mayo (altitud 3,442 msnm) y la estación meteorológica Puca Puca (altitud 3,584 msnm). La estación meteorológica de Dos de Mayo registra desde el año 2000 y la estación Puca Puca desde el 2015, por lo cual fueron descartados. La estación meteorológica Huánuco es la de mayor periodo de registro (desde 1981).

En la extensión del área de estudio se tiene 02 estaciones meteorológicas consideradas para el estudio. Estas estaciones son: estación Jacas Chico ubicada en el distrito de Jacas Chico y la estación Canchan. Ver tabla 4.1

**Tabla 3**

*Estaciones hidrometeorológicas definidas para el estudio, su ubicación, tipo y disponibilidad de datos*

<b>Estación</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>	<b>Altitud (msnm)</b>	<b>Tipo</b>
<b>Canchan</b>	9° 55' 15.43" S	76° 18' 34.62" W	1986.00	Convencional Meteorológica
<b>Jacas Chico</b>	9° 53' 01" S	76° 30' 01" W	3673.00	Convencional Meteorológica

#### **4.1.3. DEL ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE LA PRECIPITACIÓN MENSUAL**

Cuando las sequías meteorológicas se determinan por el método del Índice Estándar de Precipitación (IPE), la variable meteorológica es la precipitación total mensual, dato obtenido del Servicio Meteorológico e Hidrológico Nacional de Huánuco (SENAMHI). Por la ubicación y disponibilidad de datos se utilizan datos de precipitación de 03 estaciones meteorológicas, de las cuales 02 se ubican en la subregión del río Higueras y 01 en las cercanías, incluyendo la estación Canchan, Jacas Chico y Huánuco, las primeras 02 de las cuales son tipo de clima normal. (CO) y el último tipo automático. Para analizar mejor la consistencia de los datos de precipitación, estas estaciones meteorológicas se agrupan en un grupo de estaciones meteorológicas, teniendo en cuenta su proximidad, altitud similar y comportamiento hidrológico similar. Grupo n°01: Jacas Chico, Canchan y Huánuco son las tres estaciones meteorológicas que conforman este grupo. Estas estaciones son cercanas, están situadas en la parte alta, media y baja de la subcuenca, respectivamente, y presentan un comportamiento hidrológico comparable entre sí. Los registros meteorológicos de las estaciones Jacas Chico, Canchan y Huánuco se remontan a 39 años atrás, desde 1981 hasta 2019.

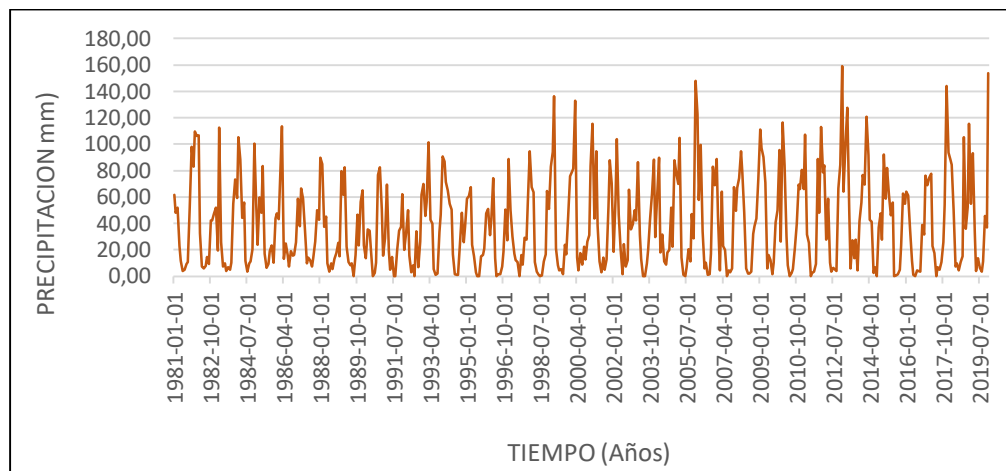
Los datos meteorológicos se someten a un análisis de saltos para comprobar la coherencia y garantizar que los datos históricos de precipitación total mensual de las tres estaciones son coherentes y tienen la misma estructura, así como para identificar cualquier valor atípico o tendencia en los datos.

#### **4.1.4. DEL ANÁLISIS VISUAL DE HIDROGRAMAS DE PRECIPITACIÓN**

A continuación, se muestra el análisis visual de precipitaciones en las siguientes figuras y tablas:

**Figura 4**

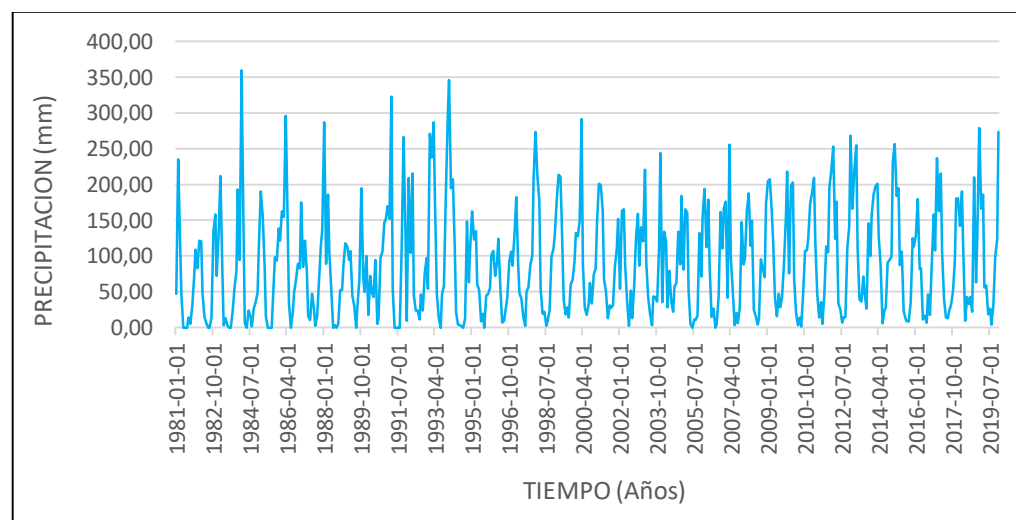
*Hidrograma de Precipitación total mensual (mm) – Estación meteorológica de Canchan. Periodo 1981-2019*



**Nota:** En la figura se muestra el hidrograma total de la precipitación mensual de la estación Canchan, de este gráfico se puede observar que el comportamiento de la precipitación total mensual es uniforme, con un mínimo de 0.0 mm y a. máximo 159 mm; sin saltos; sin embargo, se debe realizar un análisis de doble masa para verificar esto.

**Figura 5**

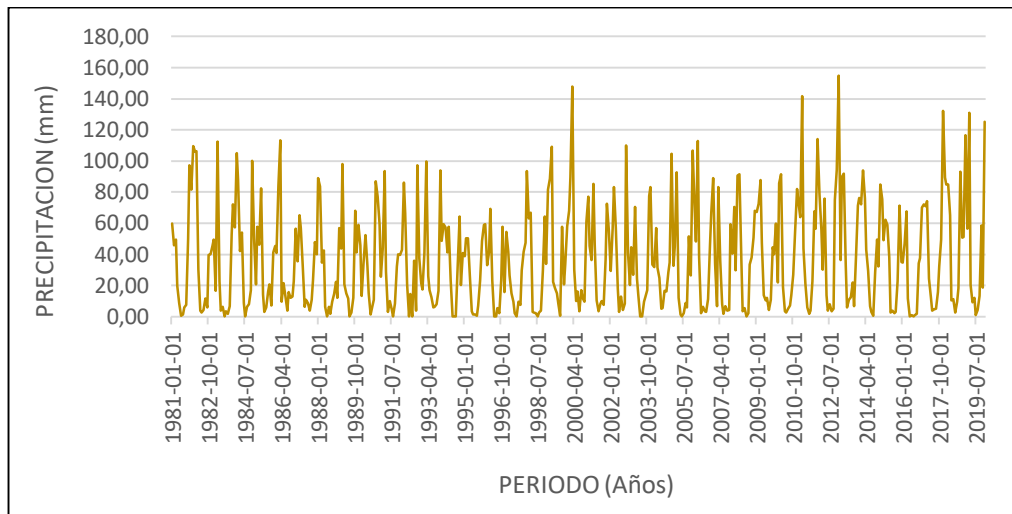
*Hidrograma de Precipitación total mensual (mm) – Estación meteorológica de Jacas Chico. Periodo 1981-2019*



**Nota:** Se muestra el hidrograma de la precipitación total mensual en la estación Jacas Chico. De este gráfico se puede inferir que la precipitación total mensual exhibe una distribución uniforme, al menos 0.0 mm, en el periodo 1981-2019. y un máximo de 35 ,20 mm; sin saltos; sin embargo, se debe realizar un análisis de doble masa para verificar esto.

**Figura 6**

*Hidrograma de Precipitación total mensual (mm) – Estación meteorológica de Huánuco.  
Periodo 1981-2019*



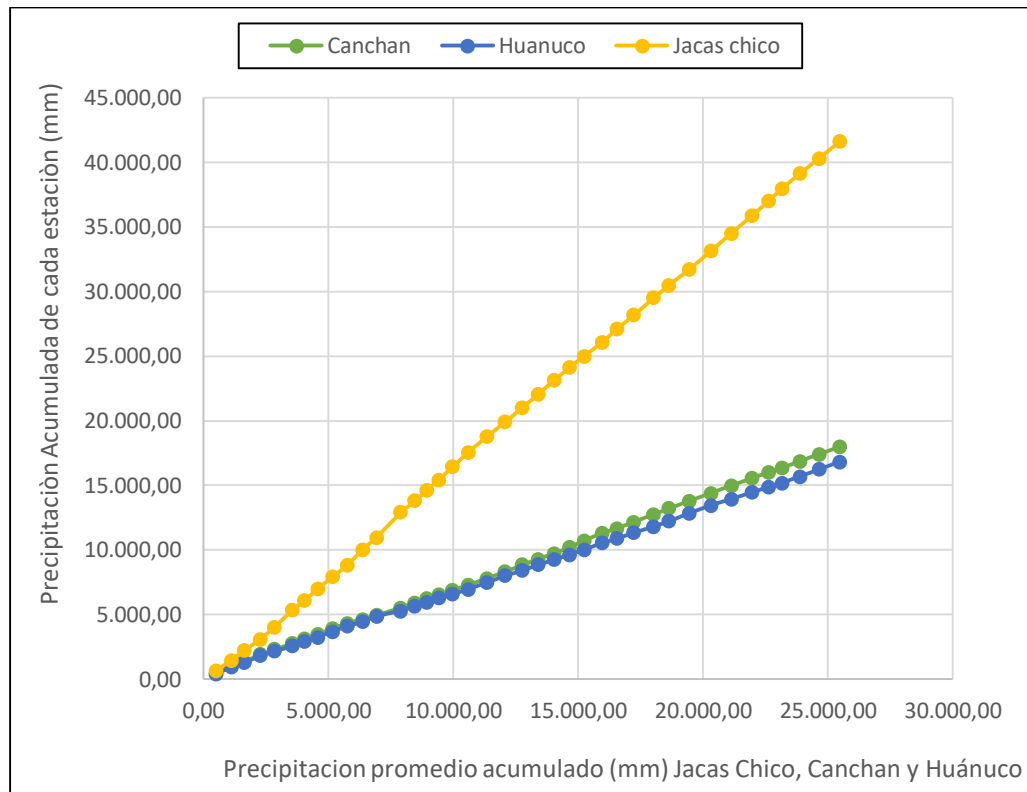
**Nota:** Se muestra el hidrograma de la precipitación total mensual en la estación meteorológica de Huánuco. De este gráfico se puede inferir que la precipitación total mensual exhibe una distribución uniforme, al menos 0.0 mm, en el periodo 1981-2019. y un máximo de 15 ,70 mm; sin saltos; sin embargo, se debe realizar un análisis de doble masa para verificar esto.

#### 4.1.5. ANÁLISIS DE DOBLE MASA

A continuación, mostramos el análisis de doble masa.

**Figura 7**

*Líneas de doble masa de precipitación total anual de las estaciones Jacas Chico, Canchan y Huánuco*



**Nota:** En las estaciones Jacas Chico, Canchan y Huánuco series históricas de precipitación total mensual; En los gráficos se muestra que las líneas de doble masa de las tres estaciones no presentan discontinuidades, las cuales pueden ser o no significativas; por lo tanto, es necesario realizar un análisis estadístico.



**Tabla 4**

*Análisis de doble masa de precipitación total anual de las estaciones Jacas Chico, Canchan y Huánuco*

Año	Precipitación Total Anual (mm)			Promedio	Precipitación Total Anual Acumulado (mm)			
	Canchan	Huánuco	Jacas chico		Promedio	Canchan	Huánuco	Jacas chico
1981	457.68	427.94	675.50	520.37	520.37	457.68	427.94	675.50
1982	532.19	504.80	771.00	602.66	1,123.04	989.88	932.74	1,446.50
1983	380.87	348.70	786.70	505.42	1,628.46	1,370.74	1,281.44	2,233.20
1984	562.53	536.10	862.90	653.84	2,282.31	1,933.28	1,817.54	3,096.10
1985	391.84	360.02	937.80	563.22	2,845.53	2,325.12	2,177.56	4,033.90
1986	437.09	406.70	1,326.00	723.26	3,568.79	2,762.21	2,584.26	5,359.90
1987	374.57	342.20	720.36	479.04	4,047.83	3,136.78	2,926.46	6,080.26
1988	356.54	323.60	921.80	533.98	4,581.81	3,493.32	3,250.06	7,002.06
1989	416.49	428.70	922.00	589.06	5,170.88	3,909.80	3,678.76	7,924.06
1990	414.34	436.40	897.90	582.88	5,753.76	4,324.14	4,115.16	8,821.96
1991	305.66	330.70	1,215.40	617.25	6,371.01	4,629.80	4,445.86	10,037.36
1992	327.98	426.70	930.50	561.73	6,932.74	4,957.78	4,872.56	10,967.86
1993	550.98	392.50	1,965.10	969.53	7,902.26	5,508.76	5,265.06	12,932.96
1994	397.00	397.76	875.97	556.91	8,459.17	5,905.76	5,662.82	13,808.93
1995	328.05	310.20	807.29	481.85	8,941.02	6,233.81	5,973.02	14,616.22
1996	318.80	331.40	820.37	490.19	9,431.21	6,552.61	6,304.42	15,436.59
1997	346.00	285.40	1,002.20	544.53	9,975.74	6,898.61	6,589.82	16,438.79
1998	384.00	365.80	1,131.00	626.93	10,602.67	7,282.61	6,955.62	17,569.79
1999	514.70	514.90	1,199.75	743.12	11,345.79	7,797.31	7,470.52	18,769.54
2000	514.80	542.50	1,132.30	729.87	12,075.66	8,312.11	8,013.02	19,901.84
2001	549.10	417.90	1,130.10	699.03	12,774.69	8,861.21	8,430.92	21,031.94
2002	432.60	442.80	1,003.08	626.16	13,400.85	9,293.81	8,873.72	22,035.02
2003	448.30	380.90	1,115.13	648.11	14,048.96	9,742.11	9,254.62	23,150.16
2004	449.10	389.80	980.70	606.53	14,655.50	10,191.21	9,644.42	24,130.86
2005	529.50	385.00	861.50	592.00	15,247.50	10,720.71	10,029.42	24,992.36
2006	590.10	509.40	1,098.25	732.58	15,980.08	11,310.81	10,538.82	26,090.61
2007	353.30	354.50	1,013.60	573.80	16,553.88	11,664.11	10,893.32	27,104.21
2008	495.80	449.80	1,088.00	677.87	17,231.75	12,159.91	11,343.12	28,192.21
2009	601.90	470.90	1,331.67	801.49	18,033.24	12,761.81	11,814.02	29,523.88
2010	467.90	413.70	968.60	616.73	18,649.97	13,229.71	12,227.72	30,492.48
2011	575.70	617.30	1,250.00	814.33	19,464.31	13,805.41	12,845.02	31,742.48
2012	587.90	598.10	1,388.70	858.23	20,322.54	14,393.31	13,443.12	33,131.18
2013	593.10	494.60	1,377.90	821.87	21,144.41	14,986.41	13,937.72	34,509.08
2014	579.40	520.10	1,370.30	823.27	21,967.67	15,565.81	14,457.82	35,879.38
2015	450.60	425.10	1,153.57	676.42	22,644.10	16,016.41	14,882.92	37,032.96
2016	331.25	307.20	930.07	522.84	23,166.94	16,347.66	15,190.12	37,963.03
2017	508.20	497.50	1,167.40	724.37	23,891.30	16,855.86	15,687.62	39,130.43
2018	557.40	570.90	1,171.00	766.43	24,657.74	17,413.26	16,258.52	40,301.43
2019	572.00	566.10	1,319.79	819.30	25,477.03	17,985.26	16,824.62	41,621.22

#### 4.1.6. CARACTERIZACIÓN DE LAS SEQUÍAS METEOROLÓGICA

De La Estimación Del Índice De Precipitación Estandarizada para una escala de 3 meses (SPI 3).

Figura 8

Índice de precipitación estandarizada SPI 3 – Estación Jacas Chico

REGISTRO DE SPI 3, ESTACION JACAS CHICO													
ITEM	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	1988	NA	NA	0.45	-0.48	0.49	0.31	-0.30	-1.83	-3.12	-2.35	-2.45	-2.25
2	1989	-1.76	-1.43	-1.66	-1.22	-0.70	0.68	0.20	0.31	0.55	1.61	0.94	-0.59
3	1990	-2.24	-3.36	-3.43	-3.95	-1.92	0.78	1.60	1.37	0.93	0.73	1.14	0.33
4	1991	0.38	-0.05	1.04	0.93	0.81	-2.31	-1.86	-1.86	0.80	2.44	2.59	0.37
5	1992	-0.71	-1.38	0.19	-0.58	-0.33	-1.36	-0.76	0.76	0.14	-0.36	-0.82	-1.70
6	1993	0.00	0.63	2.02	2.27	2.04	1.51	-0.24	0.24	0.68	1.58	2.86	4.12
7	1994	3.48	2.37	0.06	-0.95	-2.52	-3.54	-1.85	-1.81	-2.66	-0.11	-0.12	-0.26
8	1995	-0.61	-0.17	-0.27	-0.33	-0.46	0.07	-0.20	-1.31	-1.23	-1.02	-1.23	-1.60
9	1996	-0.76	-0.36	-0.30	-0.18	0.10	0.80	0.19	-0.31	0.02	-0.14	-0.13	-0.91
10	1997	-0.99	-0.70	-0.95	-0.81	-1.34	-0.27	-0.49	0.45	0.77	0.40	-0.13	0.25
11	1998	1.27	1.47	1.16	0.16	-0.62	-1.00	-0.71	-0.49	-1.30	-0.60	-0.30	-0.35
12	1999	-0.09	0.29	0.73	1.29	1.02	1.06	0.23	0.04	0.42	-0.43	-0.48	-0.86
13	2000	-0.68	-0.57	0.50	0.94	1.13	-0.17	0.27	1.36	1.14	0.03	-0.92	-0.75
14	2001	0.05	0.50	0.46	0.03	-0.24	-0.25	0.65	0.54	0.34	-0.41	-0.40	-0.24
15	2002	-1.05	-0.92	-1.07	-0.10	-0.14	-0.32	0.58	0.45	1.01	0.42	1.02	0.64
16	2003	0.23	-0.55	-0.18	0.04	0.59	0.16	-0.08	0.40	0.36	-0.76	-0.88	0.24
17	2004	-0.28	-0.53	-2.07	-1.63	-0.96	0.01	1.52	1.41	1.37	1.16	0.37	0.36
18	2005	-0.67	-0.39	-0.84	-0.50	-1.07	-2.17	-1.73	-1.02	-1.21	-0.13	-0.48	-0.12
19	2006	-0.03	-0.13	-0.15	-0.53	-0.28	-0.36	-0.82	-0.62	-0.79	0.13	0.35	0.35
20	2007	0.26	-0.80	-0.26	-0.32	1.12	0.22	0.26	-0.66	-0.62	0.20	0.10	-0.40
21	2008	-0.74	-0.27	-0.34	0.22	-0.17	0.80	-0.72	-0.59	0.82	0.33	-0.09	-0.49
22	2009	0.22	0.78	0.54	0.62	0.29	0.68	0.88	0.97	0.93	-0.30	0.23	0.76
23	2010	0.20	0.11	-0.22	0.38	-0.15	-1.24	-1.00	-1.16	-0.32	-0.17	0.10	-0.32
24	2011	-0.15	0.07	0.52	0.82	0.80	0.66	0.69	0.11	0.24	-0.08	0.11	0.44
25	2012	0.82	1.33	0.71	1.13	0.35	1.47	-0.07	-0.11	-1.27	-0.44	0.18	1.39
26	2013	1.25	1.25	1.03	1.41	1.10	0.78	1.67	2.03	1.43	0.74	0.22	0.33
27	2014	0.18	0.47	0.69	0.99	1.28	1.26	1.11	0.19	1.38	0.65	0.38	0.54
28	2015	1.31	1.35	0.98	0.37	0.92	1.22	1.58	-0.18	-1.60	-2.54	-1.29	-0.24
29	2016	-0.33	-0.29	-1.53	-0.88	-1.74	-0.66	-1.05	0.51	-0.13	-0.18	0.17	-0.11
30	2017	0.68	0.22	0.84	0.53	0.65	0.31	-0.04	-0.01	-0.21	-1.13	-1.13	-0.47
31	2018	0.25	0.23	0.06	0.13	-0.03	0.26	0.43	1.44	0.51	1.39	0.49	0.28
32	2019	0.38	0.68	0.95	-0.19	-0.01	-0.20	0.86	-0.01	-0.40	-0.76	-0.52	0.84
N° de datos		31	31	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
SPI MAX		3.48	2.37	2.02	2.27	2.04	1.51	1.67	2.03	1.43	2.44	2.86	4.12
SPI MIN		-2.24	-3.36	-3.43	-3.95	-2.52	-3.54	-1.86	-1.86	-3.12	-2.54	-2.45	-2.25
LEYENDA		Humedad						Condiciones normales					
		Sequia moderada						Sequia severa					
		Sequia extrema											

**Nota:** En la figura se resume el índice de precipitación estandarizado para una escala de 3 meses para la estación meteorológica de Jacas Chico.

**Tabla 5**

*Duración, intensidad y magnitud del Índice de precipitación estandarizada SPI 3 – Estación Jacas Chico*

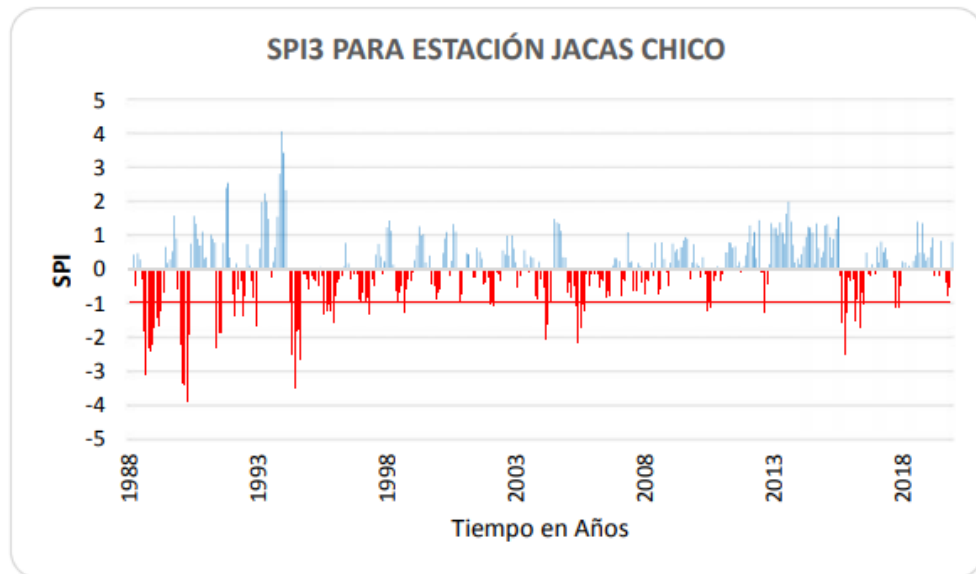
FECHA DE INICIO	FECHA FINAL	DURACION (MESES)	ITENSIDAD	MAGNITUD
01/08/1998	01/04/1989	9	-3.12	18.07
01/01/1990	01/06/1990	5	-3.95	14.91
01/06/1991	01/09/1991	3	-2.31	6.04
01/02/1992	01/03/1992	1	-1.38	1.38
01/06/1992	01/07/1992	1	-1.36	1.36
01/12/1992	01/01/1993	1	-1.7	1.7
01/05/1994	01/10/1994	5	-3.54	12.37
01/08/1995	01/01/1996	5	-1.6	6.38
01/05/1997	01/06/1997	1	-1.34	1.34
01/06/1998	01/07/1998	1	-1	1
01/09/1998	01/10/1998	1	-1.3	1.3
01/01/2002	01/02/2002	1	-1.05	1.05
01/03/2002	01/04/2002	1	-1.07	1.07
01/03/2004	01/05/2004	2	-2.07	3.7
01/05/2005	01/10/2005	5	-2.17	7.2
01/06/2010	01/07/2010	1	-1.24	1.24
01/08/2010	01/09/2010	1	-1.16	1.16
01/09/2012	01/10/2012	1	-1.27	1.27
01/09/2015	01/12/2015	3	-2.54	5.43
01/03/2016	01/04/2016	1	-1.53	1.53
01/05/2016	01/06/2016	1	-1.74	1.74
01/07/2016	01/08/2016	1	-1.05	1.05
01/10/2017	01/12/2017	2	-1.13	2.27

**Nota:** Los resultados de la caracterización de la duración, severidad y magnitud de la sequía para la estación meteorológica de Jacas Chico se muestran en la tabla siguiente.

La tabla muestra el evento de mayor duración ocurrió entre el 1 de agosto de 1988 y el 1 de abril de 1989, con una duración de nueve meses, una intensidad de -3,12 y una gravedad de 18,07.

**Figura 9**

*Serie de tiempo de índice de precipitación estandarizada para una escala de 3 meses*



– Estación Jacas chico

**Nota:** Se muestra la serie de índice de precipitaciones estandarizada para una escala de 3 meses en la estación de Jacas chico. De este gráfico se puede inferir que el índice de precipitación total en 3 meses exhibe una distribución uniforme, al menos -4.00, en el periodo de 1988 – 2018 y un máximo de 4.00.

**Figura 10**

*Índice de precipitación estandarizada SPI 3 – Estación Canchan*

REGISTRO DE SPI 3, ESTACION CANCHAN													
ITEM	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	1988	NA	NA	0.39	-0.08	-0.82	-0.35	-0.72	-0.93	-0.98	-1.25	-2.05	-1.56
2	1989	-0.70	-0.06	0.30	-0.05	-0.09	-0.40	0.36	0.29	0.13	-0.05	-0.57	-0.57
3	1990	-0.59	-0.75	-1.88	-2.23	-0.98	1.33	1.59	0.55	-1.03	0.88	1.68	0.81
4	1991	-0.72	-2.04	-3.71	-3.15	-3.70	-0.51	-0.22	0.10	-0.34	-0.41	-0.55	-1.44
5	1992	-2.39	-2.26	-1.85	-1.48	-1.48	-1.09	0.04	1.71	1.66	1.61	0.52	-0.30
6	1993	-0.93	-0.75	0.27	0.52	1.36	1.27	1.24	-0.42	0.84	0.65	1.71	1.03
7	1994	1.13	0.34	-0.35	-0.17	-0.19	0.68	-0.27	-1.27	-0.62	-0.02	-0.46	-0.81
8	1995	-1.00	-0.46	-0.25	-0.41	-0.71	-1.10	-1.27	-1.21	-0.81	-1.62	-1.96	-1.89
9	1996	-1.42	-1.24	-1.37	-0.40	0.40	1.44	-0.13	-1.13	-1.36	-1.87	-0.92	-1.55
10	1997	-0.34	-0.55	-0.54	-1.52	-1.81	-0.45	-0.01	0.72	0.07	-0.42	-1.34	-1.13
11	1998	-0.11	0.26	0.32	-0.52	-1.16	-2.05	-2.03	-1.51	-1.20	-1.82	-0.37	-0.67
12	1999	0.28	0.41	1.42	1.28	1.02	-0.76	-0.35	-0.17	0.46	-1.00	-0.61	-0.55
13	2000	0.30	0.53	1.19	0.96	0.74	-0.62	0.51	1.55	1.24	-0.12	-1.17	-0.47
14	2001	0.82	0.61	0.70	0.13	0.58	0.10	0.36	0.53	0.57	0.25	0.45	0.24
15	2002	-0.85	-0.89	-0.34	0.66	1.11	0.67	1.25	1.12	1.39	0.81	0.27	-0.50
16	2003	-1.29	-1.19	-0.38	-0.15	0.28	-0.23	-0.81	-0.29	0.46	0.38	0.66	0.55
17	2004	-0.06	-0.34	-0.35	0.00	0.48	0.43	1.48	1.18	1.37	0.88	-0.32	-0.05
18	2005	0.07	0.51	0.69	0.34	0.03	-2.06	-1.47	0.75	0.94	0.54	-0.53	1.03
19	2006	1.87	1.65	1.03	0.38	0.47	-0.01	-0.44	-0.05	-0.37	1.24	1.68	1.29
20	2007	0.36	-1.06	-1.61	-1.68	-0.31	-0.32	0.12	-0.50	-0.98	0.45	0.54	0.36
21	2008	0.13	0.52	0.62	0.85	0.32	0.23	-1.17	-0.50	0.92	0.35	0.29	-0.18
22	2009	0.80	1.11	1.24	1.37	1.05	1.42	0.67	0.88	0.00	-0.47	-0.08	0.42
23	2010	-0.22	0.56	0.41	1.05	0.19	-0.54	-1.09	-0.49	0.33	0.04	0.73	0.19
24	2011	0.59	0.18	0.70	0.60	0.99	0.26	0.30	-0.69	-0.78	1.25	1.15	1.43
25	2012	0.99	1.04	-0.19	0.03	-0.57	0.82	-0.21	0.08	-0.79	0.41	1.35	2.24
26	2013	1.99	1.58	1.16	1.61	1.35	1.12	1.25	2.08	1.35	0.37	-0.04	0.19
27	2014	0.34	0.93	1.05	1.33	1.22	1.24	1.43	-0.34	1.25	0.72	0.25	0.07
28	2015	-0.09	0.48	0.06	0.34	0.97	1.50	1.66	-1.38	-1.90	-1.74	-0.13	-0.50
29	2016	-0.86	-1.22	-1.45	-1.28	-2.29	-2.32	-1.88	-0.44	-1.20	-0.78	-0.63	-0.30
30	2017	-0.13	0.14	0.22	0.11	-0.03	-0.28	0.12	-0.10	-0.35	-1.01	-0.42	1.05
31	2018	1.77	1.64	0.91	0.87	0.49	0.45	-0.10	0.66	0.48	2.03	1.39	0.59
32	2019	0.42	0.37	0.83	0.24	0.30	0.08	0.08	0.57	-0.27	-0.16	-0.32	1.22
N° de datos		31	31	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
SPI MAX		1.99	1.65	1.42	1.61	1.36	1.50	1.66	2.08	1.66	2.03	1.71	2.24
SPI MIN		-2.39	-2.26	-3.71	-3.15	-3.70	-2.32	-2.03	-1.51	-1.90	-1.87	-2.05	-1.89
LEYENDA		Humedad						Condiciones normales					
		Sequia moderada			Sequia severa								
		Sequia extrema											

**Nota:** En la siguiente tabla se resume el índice de precipitación estandarizado para una escala de 3 meses para la estación meteorológica de Canchan.

**Tabla 6**

*Duración, intensidad y magnitud del Índice de precipitación estandarizada SPI 3 – Estación Canchan*

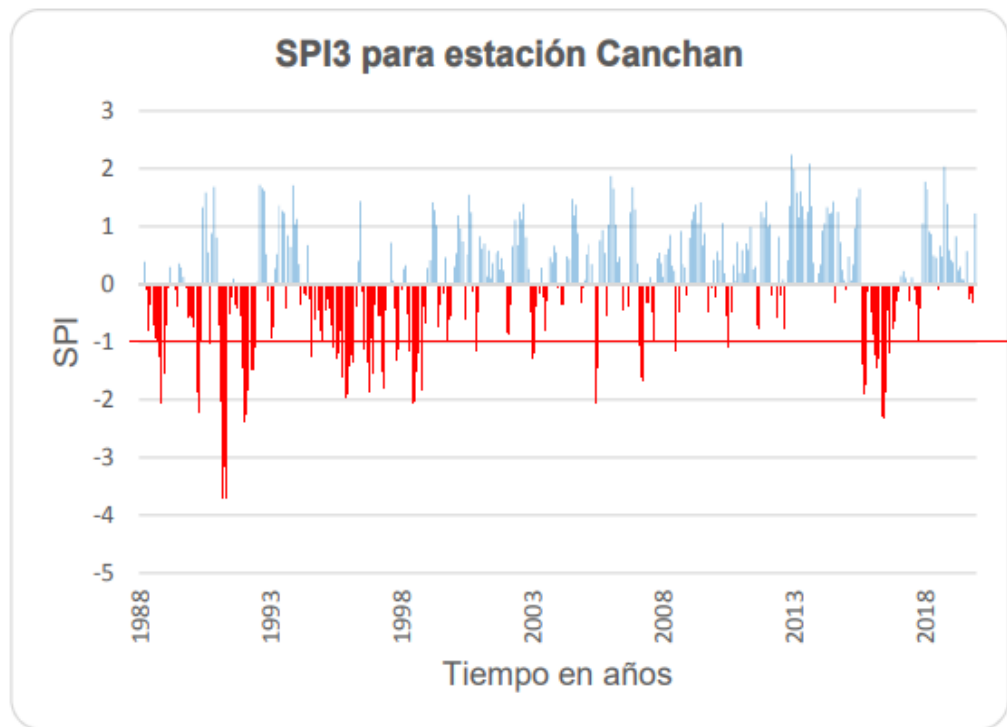
FECHA DE INICIO	FECHA FINAL	DURACION (MESES)	INTENSIDAD	MAGNITUD
01/10/1998	01/01/1989	3	-2.05	4.87
01/03/1990	01/05/1990	2	-2.23	4.11
01/09/1990	01/10/1990	1	-1.03	1.03
01/02/1991	01/07/1991	4	-3.71	12.61
01/12/1991	01/07/1992	7	-2.39	12.00
01/08/1994	01/09/1994	1	-1.27	1.27
01/01/1995	01/02/1995	1	-1.00	1.00
01/06/1995	01/09/1995	3	-1.27	3.59
01/10/1995	01/05/1996	6	-1.96	9.49
01/08/1996	01/11/1996	3	-1.87	4.36
01/12/1996	01/01/1996	1	-1.55	1.55
01/04/1997	01/06/1997	2	-1.81	3.32
01/11/1997	01/01/1998	2	-1.34	2.46
01/05/1998	01/11/1998	6	-2.05	9.77
01/10/1999	01/11/1999	1	-1.00	1.00
01/11/2000	01/12/2000	1	-1.17	1.17
01/01/2003	01/03/2003	2	-1.29	2.48
01/06/2005	01/08/2005	2	-2.06	3.53
01/02/2007	01/05/2007	3	-1.68	4.35
01/07/2008	01/08/2008	1	-1.17	1.17
01/07/2010	01/08/2010	1	-1.09	1.09
01/08/2015	01/11/2015	3	-1.90	5.04
01/02/2016	01/08/2016	6	-2.29	10.44
01/09/2016	01/10/2016	1	-1.20	1.20
01/10/2017	01/11/2017	1	-1.01	1.01

**Nota:** En la tabla siguiente se recogen los resultados de la caracterización de las sequías de la estación meteorológica de Canchan en cuanto a su duración, gravedad y magnitud.

Según la tabla, la de mayor duración duró 7 meses, entre el 1 de diciembre de 1991 y el 1 de julio de 1992, con una severidad de 12,00 y una intensidad de -2,39.

**Figura 11**

*Serie de tiempo de índice de precipitación estandarizada para una escala de 3 meses – Estación Canchan*



**Nota:** Se muestra la serie de índice de precipitaciones estandarizada para una escala de 3 meses en la estación de Canchan. De este grafico se puede inferir que el índice de precipitación total en 3 meses exhibe una distribución uniforme, al menos -3.80, en el periodo de 1988 – 2018 y un máximo de 2.50.

**Figura 12**

*Índice de precipitación estandarizada SPI 3 – Estación Huánuco*

REGISTRO DE SPI 3, ESTACION HUANUCO													
ITEM	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	1988	NA	NA	0.34	-0.12	-1.35	-0.04	-0.71	-0.68	-0.28	-1.71	-2.64	-2.19
2	1989	-1.09	-0.53	0.19	-0.09	0.27	-0.13	0.45	0.03	-0.62	0.68	0.46	0.12
3	1990	-0.60	-1.19	-2.07	-1.71	-0.14	1.53	1.71	0.84	-0.12	1.30	1.93	1.22
4	1991	-0.23	-0.93	-0.45	0.00	0.03	-0.33	-0.19	0.12	-0.44	0.16	-0.01	-0.67
5	1992	-1.19	-1.20	-0.84	-1.09	-1.25	-0.67	-0.07	1.55	0.31	1.61	0.98	-0.15
6	1993	-0.89	-0.74	0.48	0.00	0.51	0.18	0.68	0.50	-0.57	0.01	0.35	0.92
7	1994	1.06	0.79	-0.41	-0.23	-0.06	1.02	0.28	-3.16	0.90	1.10	0.34	-0.91
8	1995	-1.86	-0.91	-0.95	-0.96	-1.52	-0.88	-1.63	-1.71	-1.36	-1.42	-1.04	-0.77
9	1996	-0.11	-0.46	-1.06	-0.52	0.28	1.33	0.23	-1.13	-1.54	-1.40	-0.85	-1.75
10	1997	-1.05	-1.34	-1.32	-2.28	-2.85	-1.12	-0.81	-0.20	-0.33	-0.60	-1.05	-1.11
11	1998	0.21	0.50	0.59	-0.80	-1.81	-2.80	-1.89	-1.23	-1.75	-1.13	-0.33	-0.86
12	1999	0.17	0.50	1.41	1.06	0.71	0.21	1.37	0.88	2.59	0.57	0.17	-1.27
13	2000	-0.27	0.70	1.76	1.88	1.64	0.23	0.68	1.64	0.87	-1.00	-0.91	-0.35
14	2001	0.24	-0.32	-0.39	0.02	0.49	0.36	0.15	0.71	0.41	-0.29	0.33	0.06
15	2002	-0.32	-0.66	-0.35	0.61	0.91	0.92	0.93	0.55	0.36	1.73	1.53	0.18
16	2003	-1.68	-1.88	-0.89	-1.09	-0.46	-0.47	-0.49	-0.44	0.11	-0.97	0.00	0.32
17	2004	0.45	-0.52	-1.34	-1.15	-0.35	0.40	1.02	1.09	1.23	-0.02	-1.02	0.12
18	2005	-0.01	0.12	-0.32	-0.38	-0.56	-2.13	-2.28	-0.34	-0.41	0.14	-0.86	0.48
19	2006	0.86	1.02	0.89	0.68	0.80	-0.14	-0.82	-0.11	-0.28	-0.06	0.55	0.82
20	2007	0.37	-0.92	-1.30	-0.98	0.07	-0.19	-0.33	-0.12	-0.56	0.20	-0.10	0.16
21	2008	-0.73	0.28	0.41	1.03	0.20	-0.20	-1.14	-0.75	1.05	0.39	0.49	-0.13
22	2009	0.29	0.56	0.66	1.02	0.94	1.03	1.04	1.04	0.51	-0.07	-0.39	-0.43
23	2010	-1.23	-0.15	0.20	0.61	-0.31	-1.24	-0.92	0.10	0.39	-0.58	-0.41	0.02
24	2011	0.79	0.76	1.42	1.58	2.04	0.71	0.61	-0.26	0.57	1.01	1.21	1.50
25	2012	1.47	1.19	-0.43	-0.11	-0.14	1.36	0.39	0.13	-0.45	0.70	1.92	2.87
26	2013	2.05	1.65	0.51	0.98	0.20	-0.01	0.63	2.07	1.38	0.16	0.28	0.49
27	2014	0.94	1.07	0.85	0.90	0.68	0.96	1.20	0.39	0.86	0.58	0.12	0.09
28	2015	0.42	0.59	-0.02	0.07	0.95	1.52	1.49	-0.55	-1.28	-1.58	-0.34	-0.81
29	2016	-0.71	-1.21	-0.73	-0.96	-1.53	-2.23	-3.22	-2.02	-2.66	-1.07	-1.28	-0.49
30	2017	0.16	0.65	0.49	0.06	-0.41	-0.39	0.07	0.02	0.40	-0.33	-0.33	1.05
31	2018	1.81	2.01	1.17	1.32	0.90	1.09	0.31	0.83	0.72	1.77	1.60	0.71
32	2019	0.88	0.84	1.74	0.83	0.97	-0.37	0.16	0.36	-0.17	0.49	-0.59	0.83
N° de datos		31	31	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
SPI MAX		2.05	2.01	1.76	1.88	2.04	1.53	1.71	2.07	2.59	1.77	1.93	2.87
SPI MIN		-1.86	-1.88	-2.07	-2.28	-2.85	-2.80	-3.22	-3.16	-2.66	-1.71	-2.64	-2.19
LEYENDA		Humedad						Condiciones normales					
		Sequia moderada						Sequia severa					
		Sequia extrema											

**Nota:** En la siguiente tabla se resume el índice de precipitación estandarizado para una escala de 3 meses para la estación meteorológica de Huánuco.



**Tabla 7**

*Duración, intensidad y magnitud del Índice de precipitación estandarizada SPI 3 – Estación Huánuco*

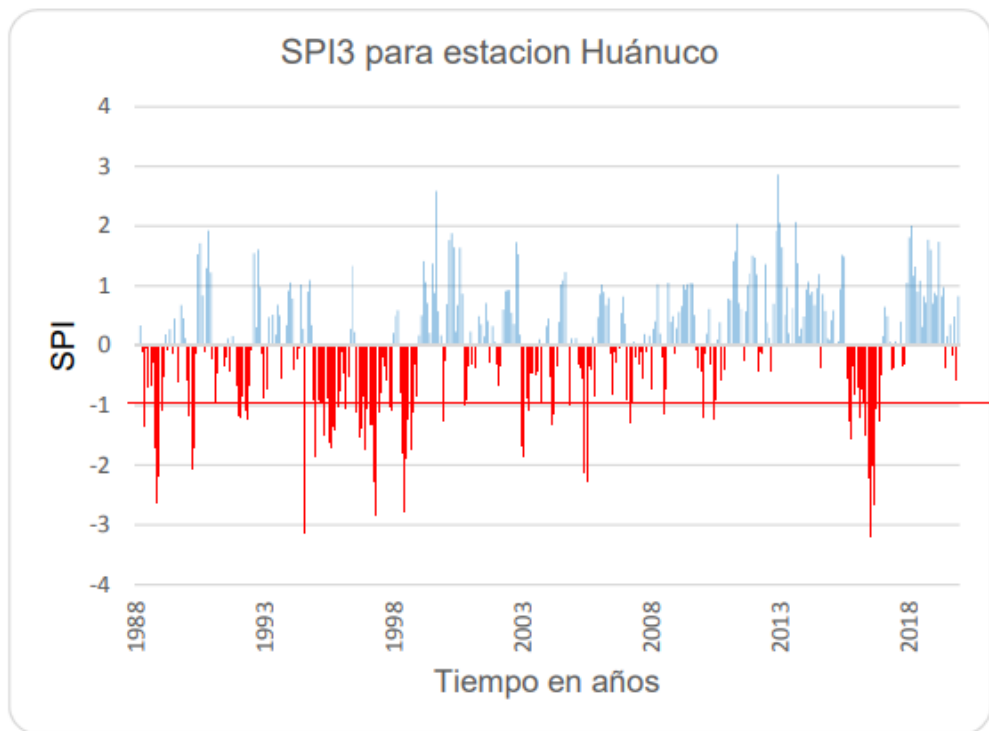
FECHA DE INICIO	FECHA FINAL	DURACION (MESES)	INTENSIDAD	MAGNITUD
01/05/1988	01/06/1988	1	-1.35	1.35
01/10/1988	01/02/1989	4	-2.05	7.64
01/02/1990	01/05/1990	3	-2.07	4.96
01/01/1992	01/03/1992	2	-1.20	2.4
01/04/1992	01/06/1992	2	-1.25	2.34
01/08/1994	01/09/1994	1	-3.16	3.16
01/01/1995	01/02/1995	1	-1.86	1.86
01/05/1995	01/06/1995	1	-1.52	1.52
01/07/1995	01/12/1996	5	-1.71	7.15
01/03/1996	01/04/1996	1	-1.06	1.06
01/08/1996	01/11/1996	3	-1.54	4.07
01/12/1996	01/07/1997	7	-2.85	11.72
01/11/1997	01/01/1998	2	-1.11	2.16
01/10/1999	01/11/1999	6	-2.80	10.61
01/12/1999	01/01/2000	1	-1.27	1.27
01/01/2003	01/03/2003	2	-1.88	3.56
01/04/2003	01/05/2003	1	-1.09	1.09
01/06/2004	01/08/2004	2	-1.34	2.48
01/11/2004	01/12/2005	1	-1.02	1.02
01/06/2005	01/08/2005	2	-2.28	4.4
01/03/2007	01/04/2007	1	-1.30	1.30
01/07/2008	01/08/2008	1	-1.14	1.14
01/01/2010	01/02/2010	1	-1.23	1.28
01/06/2010	01/07/2010	1	-1.24	1.24
01/09/2015	01/11/2015	2	-1.58	2.87
01/02/2016	01/03/2016	1	-1.21	1.21
01/05/2016	01/12/2016	7	-3.22	14.01

**Nota:** Los resultados de la caracterización de la sequía para la duración, severidad y magnitud de la estación meteorológica Huánuco se muestran en el siguiente cuadro.

La tabla muestra que la ocurrencia de mayor duración se presentó entre el 1 de mayo de 2016 y el 1 de diciembre de 2016, con una duración de 7 meses y una intensidad de -3.22 y severidad de 14.01 respectivamente.

**Figura 13**

*Serie de tiempo de índice de precipitación estandarizada para una escala de 3 meses – Estación Huánuco*



**Nota:** Se muestra la serie de índice de precipitaciones estandarizada para una escala de 3 meses en la estación de Huánuco. De este grafico se puede inferir que el índice de precipitación total en 3 meses exhibe una distribución uniforme, al menos -3.10, en el periodo de 1988 – 2018 y un máximo de 2.9.

De La Estimación Del Índice De Precipitación Estandarizada para una escala de 6 meses (SPI 6)

Figura 14

Índice de precipitación estandarizada SPI 6 – Estación Jacas Chico

REGISTRO DE SPI 6, ESTACION JACAS CHICO													
ITEM	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	1988	NA	NA	NA	NA	NA	0.46	-0.58	-0.10	-0.83	-2.11	-2.89	-2.71
2	1989	-2.48	-2.38	-2.35	-1.78	-1.46	-1.08	-1.08	-0.58	0.73	1.47	0.84	-0.31
3	1990	-0.64	-1.75	-2.45	-3.55	-3.50	-2.25	-2.35	-0.92	1.01	1.40	1.45	0.57
4	1991	0.58	0.50	0.89	0.72	0.36	0.30	0.25	0.19	-0.90	1.56	1.80	0.54
5	1992	0.85	0.54	0.32	-0.80	-1.22	-0.29	-0.83	-0.03	-0.90	-0.76	-0.36	-1.35
6	1993	-0.22	0.12	0.78	1.34	1.53	2.23	2.04	1.92	1.40	1.29	2.48	3.66
7	1994	3.47	3.30	2.63	1.99	1.08	-0.83	-1.56	-3.15	-4.08	-1.08	-0.70	-0.84
8	1995	-0.60	-0.26	-0.34	-0.59	-0.40	-0.24	-0.42	-0.92	-0.58	-1.04	-1.56	-1.76
9	1996	-1.13	-0.93	-1.03	-0.59	-0.26	0.03	-0.15	-0.10	0.54	-0.10	-0.28	-0.77
10	1997	-0.91	-0.68	-1.16	-1.09	-1.23	-0.94	-0.96	-1.06	0.21	0.06	0.02	0.44
11	1998	1.14	1.14	0.94	0.86	0.87	0.69	-0.11	-0.83	1.47	-0.95	-0.50	-0.70
12	1999	-0.40	0.04	0.33	0.67	0.72	0.98	1.23	0.90	0.94	-0.32	-0.44	-0.58
13	2000	-0.80	-0.77	-0.09	0.14	0.18	0.33	0.91	1.53	0.51	0.08	-0.08	-0.17
14	2001	-0.01	-0.05	-0.06	0.01	0.23	0.28	0.22	-0.07	-0.05	-0.06	-0.15	-0.12
15	2002	-1.09	-1.00	-0.86	-0.71	-0.79	-1.06	0.07	-0.01	0.34	0.58	0.97	0.84
16	2003	0.32	0.06	0.22	0.13	-0.12	-0.13	-0.03	0.62	0.25	-0.77	-0.60	0.28
17	2004	-0.62	-0.93	-1.16	-1.08	-0.92	-1.72	-0.77	-0.17	0.78	1.70	0.89	0.77
18	2005	0.05	-0.18	-0.36	-0.72	-0.86	-1.44	-1.03	-1.44	-2.29	-0.97	-0.81	-0.47
19	2006	-0.14	-0.40	-0.18	-0.34	-0.28	-0.29	-0.79	-0.56	-0.74	-0.32	0.03	0.03
20	2007	0.21	-0.51	0.01	-0.05	0.03	-0.17	-0.25	0.79	-0.21	0.22	-0.19	-0.57
21	2008	-0.54	-0.22	-0.46	-0.34	-0.32	-0.01	-0.05	-0.44	0.96	-0.10	-0.35	-0.12
22	2009	0.26	0.55	0.12	0.44	0.71	0.67	0.83	0.61	0.94	0.17	0.55	0.91
23	2010	-0.03	0.14	0.27	0.30	-0.03	-0.63	0.03	-0.58	-1.12	-0.68	-0.33	-0.41
24	2011	-0.26	0.05	0.19	0.35	0.44	0.64	0.95	0.71	0.54	0.23	0.07	0.40
25	2012	0.57	1.11	0.71	1.10	1.17	1.12	0.99	0.21	0.60	-0.49	0.05	0.85
26	2013	0.79	1.07	1.45	1.51	1.47	1.12	1.85	1.85	1.31	1.45	1.14	0.78
27	2014	0.44	0.43	0.65	0.64	0.99	1.02	1.25	1.18	1.60	1.05	0.33	0.92
28	2015	1.29	1.25	0.96	1.00	1.46	1.24	0.90	0.73	0.29	-0.68	-1.20	-0.67
29	2016	-1.25	-0.89	-1.15	-0.72	-1.07	-1.58	-1.19	-1.36	-0.61	-0.72	0.29	-0.18
30	2017	0.42	0.21	0.52	0.68	0.47	0.79	0.44	0.53	0.05	-1.04	-1.00	-0.50
31	2018	-0.31	-0.37	-0.22	0.19	0.12	0.11	0.22	0.58	0.40	1.37	0.99	0.37
32	2019	0.94	0.74	0.80	0.10	0.48	0.72	0.10	-0.09	-0.43	-0.19	-0.50	0.56
N° de datos		31	31	31	31	31	32	32	32	32	32	32	32
SPI MAX		3.47	3.30	2.63	1.99	1.53	2.23	2.04	1.92	1.60	1.70	2.48	3.66
SPI MIN		-2.48	-2.38	-2.45	-3.55	-3.50	-2.25	-2.35	-3.15	-4.08	-2.11	-2.89	-2.71
LEYENDA		Humedad normal						Condiciones normales					
		Sequia moderada						Sequia severa					
		Sequia extrema											

**Nota:** En la figura se resume el índice de precipitación estandarizado para una escala de 6 meses para la estación meteorológica de Jacas Chico.

**Tabla 8**

*Duración, intensidad y magnitud del Índice de precipitación estandarizada SPI 6 – Estación Jacas Chico*

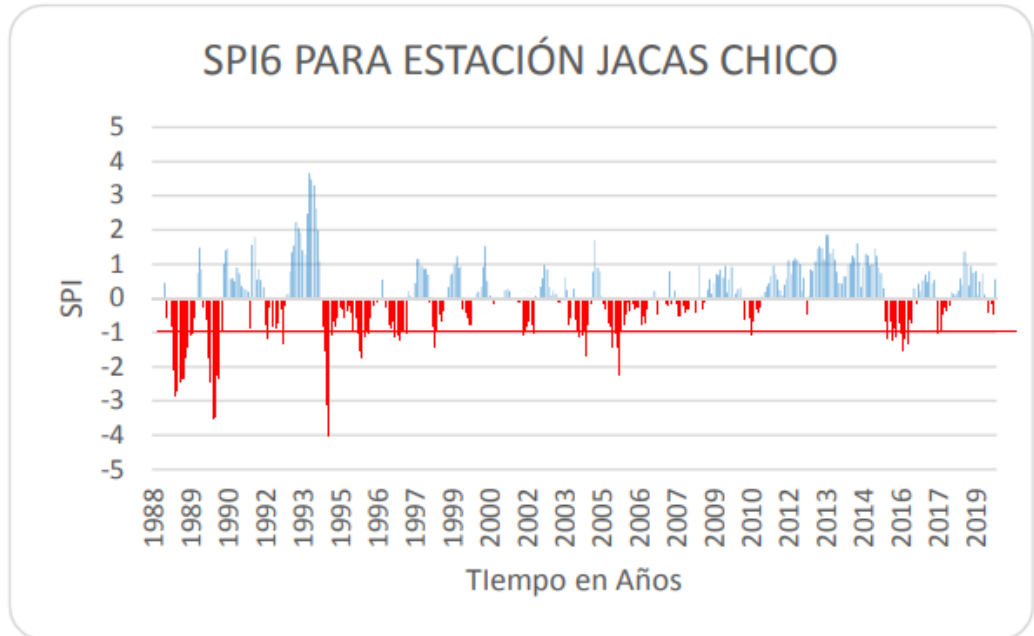
<b>FECHA DE INICIO</b>	<b>FECHA FINAL</b>	<b>DURACION (MESES)</b>	<b>INTENSIDAD</b>	<b>MAGNITUD</b>
01/10/1988	01/08/1989	10	-2.89	20.32
01/02/1990	01/08/1990	6	-3.50	15.85
01/05/1992	01/06/1992	1	-1.22	1.22
01/12/1992	01/01/1993	1	-1.35	1.35
01/07/1994	01/11/1994	4	-4.08	9.86
01/10/1995	01/02/1996	4	-1.76	5.49
01/03/1996	01/04/1996	1	-1.03	1.03
01/02/1997	01/06/1997	3	-1.23	3.48
01/08/1997	01/09/1997	1	-1.06	1.06
01/09/1998	01/10/1998	1	-1.47	1.47
01/01/2002	01/03/2002	2	-1.09	2.09
01/06/2002	01/07/2002	1	-1.06	1.06
01/03/2004	01/05/2004	2	-1.16	2.24
01/06/2004	01/07/2004	1	-1.72	1.72
01/06/2005	01/10/2005	4	-2.29	6.20
01/09/2011	01/10/2011	1	-1.12	1.12
01/11/2015	01/12/2015	1	-1.20	1.20
01/01/2016	01/02/2016	1	-1.25	1.25
01/03/2016	01/04/2016	1	-1.15	1.15
01/05/2016	01/09/2016	4	-1.58	5.20
01/10/2017	01/11/2017	1	-1.04	1.04

**Nota:** Los resultados de la caracterización de la duración, severidad y magnitud de la sequía para la estación meteorológica de Jacas Chico se muestran en el siguiente cuadro.

Según el cuadro, el incidente de mayor duración se produjo entre el 1 de octubre de 1988 y el 1 de agosto de 1989, con una duración de 10 meses y una severidad de 20,32 y una intensidad de 2,89.

**Figura 15**

*Serie de tiempo de índice de precipitación estandarizada para una escala de 6 meses – Estación Jacas chico*



**Nota:** Se muestra la serie de índice de precipitaciones estandarizada para una escala de 6 meses en la estación de Jacas chico. De este gráfico se puede inferir que el índice de precipitación total en 6 meses exhibe una distribución uniforme, al menos -4.00, en el periodo de 1988 – 2019 y un máximo de 3.80.

**Figura 16**

*Índice de precipitación estandarizada SPI 6 – Estación Canchan*

ITEM	AÑO	REGISTRO DE SPI 6, ESTACION CANCHAN											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	1988	NA	NA	NA	NA	NA	0.19	-0.28	-1.07	-0.86	-1.39	-2.33	-1.79
2	1989	-1.12	-0.91	-0.57	-0.43	-0.12	0.10	0.00	-0.08	-0.39	0.05	-0.50	-0.56
3	1990	-0.55	-0.99	-1.64	-1.54	-1.00	-0.99	-1.26	-0.72	0.85	1.40	1.61	0.56
4	1991	-0.21	-0.64	-1.42	-1.99	-2.98	-3.37	-2.85	-3.08	-0.73	-0.49	-0.57	-1.51
5	1992	-2.11	-2.20	-2.18	-2.18	-2.27	-2.14	-1.37	-0.31	0.11	1.27	1.29	0.19
6	1993	0.05	-0.45	0.01	-0.17	0.16	0.66	0.77	1.06	1.44	1.03	1.35	1.15
7	1994	1.15	1.05	0.37	0.52	0.12	-0.12	-0.27	-0.52	0.29	-0.21	-0.88	-0.98
8	1995	-0.87	-0.69	-0.66	-0.80	-0.68	-0.62	-0.67	-1.01	-1.49	-1.91	-2.30	-2.06
9	1996	-1.86	-2.03	-2.09	-1.00	-0.66	-0.57	-0.44	0.05	0.89	-1.51	-1.30	-1.86
10	1997	-0.98	-0.97	-1.26	-1.04	-1.17	-0.71	-1.41	-1.27	-0.47	-0.40	-0.87	-1.10
11	1998	-0.31	-0.35	-0.35	-0.38	-0.31	-0.23	-0.87	-1.47	-2.49	-2.35	-0.82	-0.96
12	1999	-0.40	0.15	0.77	0.90	0.71	1.11	1.09	0.79	-0.49	-1.02	-0.74	-0.45
13	2000	-0.15	0.17	0.63	0.71	0.66	0.92	0.96	1.20	0.11	0.08	-0.09	-0.12
14	2001	0.60	0.05	0.27	0.51	0.65	0.63	0.17	0.60	0.27	0.29	0.51	0.33
15	2002	-0.62	-0.59	-0.13	-0.04	-0.05	-0.11	0.89	1.30	1.19	1.16	0.68	-0.08
16	2003	-0.65	-0.93	-0.58	-0.78	-0.69	-0.49	-0.36	0.08	-0.07	-0.07	0.39	0.59
17	2004	0.06	-0.04	0.06	-0.06	-0.05	-0.22	0.40	0.81	0.99	1.33	0.25	0.30
18	2005	0.39	0.26	0.46	0.21	0.34	0.14	0.03	0.22	-0.97	-0.09	-0.21	1.17
19	2006	1.74	1.30	1.31	1.25	1.36	0.91	0.22	0.31	-0.28	0.80	1.41	1.15
20	2007	0.79	-0.02	-0.17	-0.68	-0.91	-1.62	-1.51	-0.51	-0.83	0.33	0.22	0.12
21	2008	0.24	0.63	0.63	0.56	0.46	0.59	0.56	0.08	0.57	-0.19	-0.01	0.04
22	2009	0.75	1.07	0.85	1.22	1.21	1.58	1.38	1.15	1.25	-0.08	0.25	0.36
23	2010	-0.42	0.41	0.51	0.52	0.44	0.17	0.77	-0.04	-0.39	-0.44	0.40	0.22
24	2011	0.46	0.43	0.61	0.64	0.54	0.68	0.58	0.66	-0.18	1.06	0.76	1.23
25	2012	1.29	1.37	0.72	0.55	0.51	0.08	-0.07	-0.58	0.38	0.17	1.14	2.05
26	2013	1.80	1.95	2.12	1.99	1.67	1.39	1.74	1.99	1.55	0.84	1.17	0.51
27	2014	0.38	0.76	0.87	0.97	1.15	1.34	1.54	0.94	1.61	1.20	-0.01	0.37
28	2015	0.20	0.47	0.06	0.13	0.73	0.59	0.76	0.58	0.85	-0.12	-0.57	-0.88
29	2016	-1.41	-1.17	-1.33	-1.23	-1.87	-2.09	-1.59	-2.28	-2.70	-1.37	-0.86	-0.58
30	2017	-0.46	-0.21	-0.02	-0.04	0.05	0.06	0.08	-0.15	-0.53	-0.78	-0.54	0.91
31	2018	1.18	1.33	1.23	1.45	1.37	0.94	0.74	0.58	0.53	1.59	1.40	0.63
32	2019	1.24	0.92	0.91	0.34	0.35	0.74	0.19	0.37	-0.16	-0.17	-0.13	1.10
N° de datos		31	31	31	31	31	32	32	32	32	32	32	32
SPI MAX		1.80	1.95	2.12	1.99	1.67	1.58	1.74	1.99	1.61	1.59	1.61	2.05
SPI MIN		-2.11	-2.20	-2.18	-2.18	-2.98	-3.37	-2.85	-3.08	-2.70	-2.35	-2.33	-2.06
LEYENDA		Humedad						Condiciones normales					
		Sequia moderada						Sequia severa					
		Sequia extrema											

**Nota:** En la figura se muestra el resumen del índice de precipitación estandarizado para una escala de 6 meses para la estación meteorológica de Canchan.

**Tabla 9**

*Duración, intensidad y magnitud del Índice de precipitación estandarizada SPI 6 – Estación Canchan*

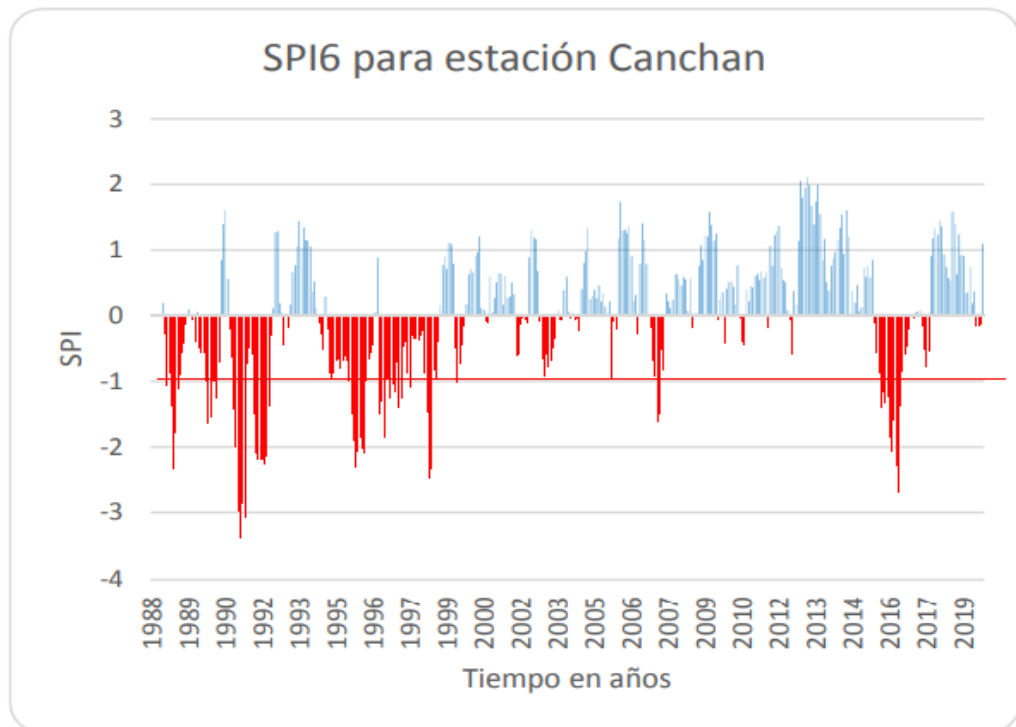
FECHA DE INICIO	FECHA FINAL	DURACION (MESES)	INTENSIDAD	MAGNITUD
01/10/1988	01/08/1989	10	-2.89	20.32
01/02/1990	01/08/1990	6	-3.5	15.85
01/05/1992	01/06/1992	1	-1.22	1.22
01/12/1992	01/01/1993	1	-1.35	1.35
01/07/1994	01/11/1994	4	-4.08	9.86
01/10/1995	01/02/1996	4	-1.76	5.49
01/03/1996	01/04/1996	1	-1.03	1.03
01/02/1997	01/06/1997	3	-1.23	3.48
01/08/1997	01/09/1997	1	-1.06	1.06
01/09/1998	01/10/1998	1	-1.47	1.47
01/01/2002	01/03/2002	2	-1.09	2.09
01/06/2002	01/07/2002	1	-1.06	1.06
01/03/2004	01/05/2004	2	-1.16	2.24
01/06/2004	01/07/2004	1	-1.72	1.72
01/06/2005	01/10/2005	4	-2.29	6.20
01/09/2011	01/10/2011	1	-1.12	1.12
01/11/2015	01/12/2015	1	-1.20	1.20
01/01/2016	01/02/2016	1	-1.25	1.25
01/03/2016	01/04/2016	1	-1.15	1.15
01/05/2016	01/09/2016	4	-1.58	5.20
01/10/2017	01/11/2017	1	-1.04	1.04

**Nota:** Los resultados de la determinación de la duración, severidad y magnitud de la sequía en la estación meteorológica de Canchan se resumen en la siguiente tabla.

La tabla nos permite ver que el suceso que más duró fue entre el 1 de enero de 2016 y el 1 de noviembre de 2016, con una duración de diez meses, una intensidad de -2,69 y una severidad de 17,0. Este es el evento que ostenta el récord de mayor duración.

**Figura 17**

*Serie de tiempo de índice de precipitación estandarizada para una escala de 6 meses – Estación Canchan*



**Nota:** Se muestra la serie de índice de precipitaciones estandarizada para una escala de 6 meses en la estación de Canchan. De este grafico se puede inferir que el índice de precipitación total en 6 meses exhibe una distribución uniforme, al menos -3.50, en el periodo de 1988 – 2019 y un máximo de 2.00.



Figura 18

Índice de precipitación estandarizada SPI 6 – Estación Huánuco

REGISTRO DE SPI 6, ESTACION HUANUCO													
ITEM	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	1988	NA	NA	NA	NA	NA	0.22	-0.30	-1.42	-0.21	-1.67	-2.57	-2.18
2	1989	-1.85	-1.66	-1.00	-0.69	-0.28	0.05	0.00	0.20	-0.40	0.66	0.36	-0.07
3	1990	-0.18	-0.80	-1.32	-1.33	-0.90	-0.84	-0.84	0.09	1.27	1.64	1.88	1.12
4	1991	0.52	0.27	0.42	-0.16	-0.66	-0.63	-0.09	0.01	-0.53	0.01	-0.03	-0.80
5	1992	-0.99	-1.08	-1.06	-1.36	-1.43	-1.12	-1.04	-0.49	-0.48	1.29	1.33	-0.11
6	1993	0.25	-0.16	0.25	-0.53	-0.30	0.44	0.14	0.54	-0.11	0.23	0.40	0.73
7	1994	0.88	0.79	0.25	0.49	0.50	0.06	-0.18	-0.47	1.15	0.95	-0.14	-0.61
8	1995	-0.82	-0.65	-1.28	-1.64	-1.34	-1.29	-1.24	-1.75	-1.33	-1.76	-1.35	-1.09
9	1996	-0.80	-0.96	-1.27	-0.39	-0.23	-0.26	-0.45	-0.01	0.79	-0.99	-1.09	-2.10
10	1997	-1.68	-1.64	-2.05	-1.91	-2.18	-1.74	-2.29	-2.57	-1.12	-0.82	-1.04	-1.20
11	1998	-0.17	-0.07	-0.15	-0.34	-0.35	-0.18	-1.11	-1.95	-3.06	-1.58	-0.63	-1.23
12	1999	-0.43	0.23	0.68	0.70	0.62	1.32	1.28	0.83	1.35	0.95	0.39	-0.14
13	2000	0.02	0.63	0.81	1.01	1.18	1.66	1.82	1.88	0.48	-0.49	-0.11	-0.12
14	2001	-0.31	-0.77	-0.53	0.12	-0.03	-0.26	0.01	0.59	0.39	-0.22	0.46	0.12
15	2002	-0.50	-0.46	-0.25	0.16	-0.05	0.06	0.75	0.91	0.86	1.69	1.45	0.22
16	2003	-0.19	-0.60	-0.55	-1.63	-1.49	-1.08	-1.14	-0.57	-0.42	-1.01	-0.17	0.29
17	2004	-0.09	-0.52	-0.75	-0.36	-0.56	-1.04	-0.71	0.01	0.77	0.36	-0.48	0.43
18	2005	-0.09	-0.41	-0.20	-0.25	-0.19	-1.03	-0.75	-0.64	-1.87	-0.46	-0.91	0.32
19	2006	0.76	0.52	0.92	0.86	1.03	0.71	0.42	0.64	-0.30	-0.37	0.40	0.69
20	2007	0.22	-0.54	-0.37	-0.34	-0.63	-1.32	-1.01	-0.02	-0.45	0.00	-0.18	-0.02
21	2008	-0.59	0.13	0.37	0.22	0.24	0.23	0.71	-0.03	0.24	-0.04	0.21	0.14
22	2009	0.39	0.66	0.40	0.74	0.76	0.97	1.14	1.08	1.01	0.33	-0.01	-0.31
23	2010	-1.16	-0.39	-0.13	-0.30	-0.29	-0.30	0.35	-0.30	-0.83	-0.84	-0.38	0.08
24	2011	0.38	0.44	1.10	1.35	1.41	1.52	1.53	1.74	0.76	0.99	0.96	1.54
25	2012	1.74	1.55	0.63	0.82	0.78	0.24	-0.04	-0.14	1.03	0.66	1.69	2.69
26	2013	2.11	2.29	2.15	1.76	1.26	0.39	1.00	0.88	0.54	0.32	1.03	0.82
27	2014	0.84	1.02	0.90	1.04	1.01	1.11	1.09	0.47	1.08	0.88	-0.05	0.28
28	2015	0.61	0.51	0.00	0.26	0.78	0.66	0.48	0.69	1.02	-0.35	-0.51	-1.12
29	2016	-1.44	-1.26	-1.06	-1.00	-1.56	-1.46	-1.36	-1.80	-2.96	-1.70	-1.61	-0.96
30	2017	-0.41	0.00	0.08	0.10	0.26	0.24	0.03	-0.41	-0.22	-0.29	-0.34	1.06
31	2018	1.44	1.69	1.46	1.79	1.80	1.45	1.23	0.98	1.13	1.53	1.59	0.82
32	2019	1.70	1.44	1.72	0.96	0.97	1.45	0.75	0.91	-0.46	0.40	-0.45	0.72
N° de datos		31	31	31	31	31	32	32	32	32	32	32	32
SPI MAX		2.11	2.29	2.15	1.79	1.80	1.66	1.82	1.88	1.35	1.69	1.88	2.69
SPI MIN		-1.85	-1.66	-2.05	-1.91	-2.18	-1.74	-2.29	-2.57	-3.06	-1.76	-2.57	-2.18
LEYENDA		Humedad						Condiciones normales					
		Sequia moderada						Sequia severa					
		Sequia extrema						Sequia extrema					

**Nota:** En la figura se muestra el resumen del índice de precipitación estandarizado para una escala de 6 meses para la estación meteorológica de Huánuco.

**Tabla 10**

*Duración, intensidad y magnitud del Índice de precipitación estandarizada SPI 6 – Estación Huánuco*

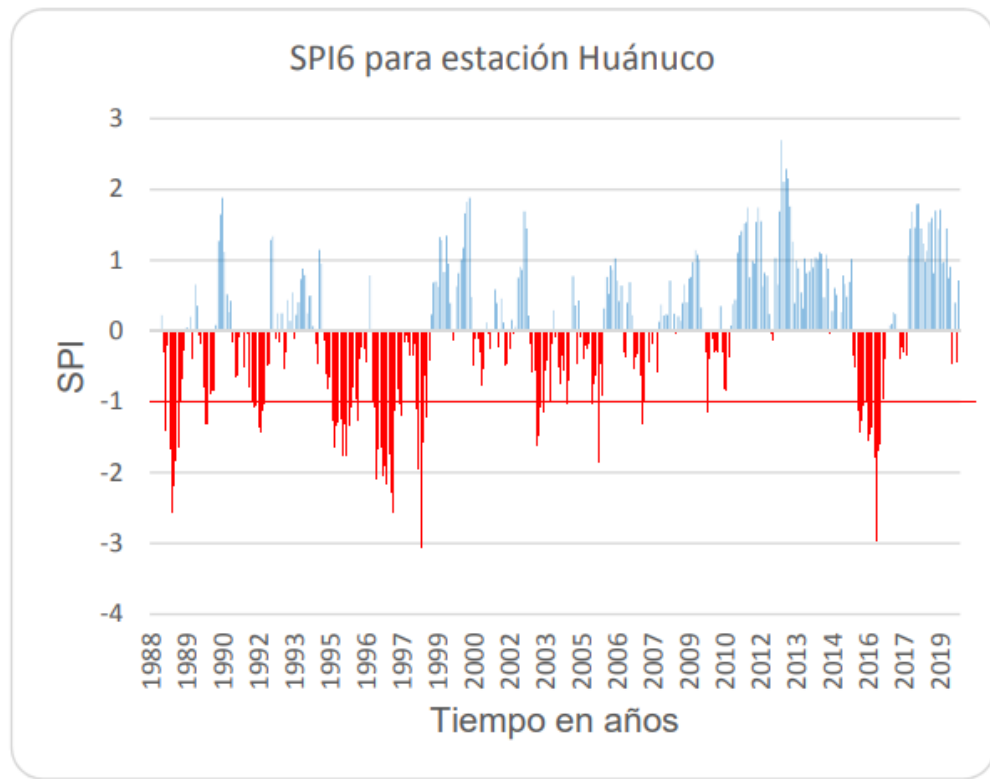
FECHA DE INICIO	FECHA FINAL	DURACION (MESES)	INTENSIDAD	MAGNITUD
01/08/1988	01/09/1988	1	-1.42	1.42
01/10/1988	01/02/1989	5	-2.56	9.93
01/03/1990	01/05/1990	2	-1.33	2.65
01/02/1992	01/08/1992	6	-1.36	7.08
01/03/1995	01/01/1996	10	-1.76	14.08
01/03/1996	01/04/1996	1	-1.27	1.27
01/11/1996	01/10/1997	11	-2.57	20.38
01/11/1997	01/01/1998	2	-1.19	2.23
01/07/1998	01/11/1998	4	-3.06	7.71
01/12/1998	01/01/1999	1	-1.23	1.23
01/04/2003	01/08/2003	4	-1.62	5.33
01/10/2003	01/11/2003	1	-1.01	1.01
01/06/2004	01/07/2004	1	-1.04	1.04
01/06/2007	01/08/2007	1	-1.03	1.03
01/09/2007	01/10/2007	1	-1.87	1.87
01/06/2007	01/08/2007	2	-1.32	2.33
01/01/2010	01/02/2010	1	-1.16	1.16
01/12/2015	01/04/2016	4	-1.44	4.88
01/05/2016	01/12/2016	7	-2.96	12.46

**Nota:** En la siguiente tabla se resume los resultados de duración, intensidad y magnitud de la caracterización de las sequías para la estación meteorológica de Huánuco.

Se aprecia en la tabla que el evento de mayor duración corresponde al periodo de 01/11/1996 a 01/10/1997, con una duración de 11 meses, con una intensidad de - 2.57 y una severidad de 20.32.

**Figura 19**

*Serie de tiempo de índice de precipitación estandarizada para una escala de 6 meses – Estación Huánuco*



**Nota:** Se muestra la serie de índice de precipitaciones estandarizada para una escala de 3 meses en la estación de Huánuco. De este gráfico se puede inferir que el índice de precipitación total en 6 meses exhibe una distribución uniforme, al menos -3.00, en el periodo de 1988 – 2019 y un máximo de 2.70.

**Tabla 11**

*Caracterización de las sequías meteorológicas para la escala de 3 meses (SPI 3) y 6 meses (SPI 6) para la sub cuenca del río Higueras*

Valor del Índice	SPI-3	SPI 6	SPI 3	SPI 6	SPI 3	SPI 6	Valores Clasificados para el SPI
	Est. Jacas Chico		Est. Canchan		Est. Huánuco		
Registro de valores	382	379	382	379	382	379	
Ev. -0.99 a 0.99	275	277	250	259	261	252	Cercano a lo normal
Frecuencia	71.89%	73.09%	65.45%	68.34%	68.32%	66.49%	
Ev. -1.00 a -1.49	23	30	34	24	34	38	Moderadamente seco
Frecuencia	6.02%	7.92%	8.90%	6.33%	8.90%	10.03%	
Ev. -1.50 a -1.99	15	7	17	13	15	18	Severamente seco
Frecuencia	3.93%	1.85%	4.45%	3.43%	3.93%	4.75%	
Ev. <-2.00	15	14	13	20	13	9	Extremadamente seco
Frecuencia	3.93%	3.69%	3.40%	5.28%	3.40%	2.37%	

**Nota:** De la tabla de resumen de Caracterización de las sequías meteorológicas para la escala de 3 meses (SPI 3) y 6 meses (SPI 6) para la sub cuenca del río Higueras Se observa que dentro de la región una mayor consideración de sequía extrema en el SPI 6 en comparación con el SPI 3.

#### 4.1.7. PLANTEAMIENTO TÉCNICO FRENTE A LAS SEQUÍAS

Habiendo obtenido resultados de las posibles sequías meteorológicas para nuestra zona de estudio, se plantea obras hidráulicas que podrán almacenar y controlar los recursos hídricos captados.

El planteamiento de obras hidráulicas se da con la captación de las fuentes hídricas como manantiales y quebradas, cuyo caudal aumenta cuando llueve. Cuando se requiere su distribución, se activa la caja de válvula, a través del sistema de impulsión y aspersión para regar los cultivos, huertos y pastos de las familias ubicadas bajo el nivel del reservorio; sumado a ello, también se puede bombear agua a la parte alta del reservorio, esto ayuda a proteger las fuentes de agua, ello permitirá abastecer de agua a la agricultura familiar en durante la sequía.

A continuación, se presenta el planteamiento de un reservorio:

## CREACION DE UN RESERVORIO PARA RIEGO

### A) DISEÑO DE CAPTACION:

#### DATOS:

Caudal de conducción (Q)	103.00 l/s
Altura del canal de ingreso (h)	0.40 m
Tirante del agua en el canal de ingreso(Y)	0.30 m
Ancho de sección del canal de ingreso (b)	0.95 m
Angulo de divergencia de transición ( $\beta$ )	12.50 °
Velocidad longitudinal en el desarenador (V)	0.10 m/s
Diámetro mín. de las partículas a decantar ( $\emptyset$ )	0.50 mm
Ancho desarenador en relación altura de agua B =	2 H
Coefficiente de seguridad (C)	1.5

#### CALCULOS

La altura de aguas (H) en el desarenador depende de la velocidad (V), el caudal (Q) y el ancho (B) del desarenador; luego usando la

ecuación de continuidad  $Q = V \cdot B \cdot H$ , se tiene  $H =$  0.72 m

Luego, el ancho del desarenador resulta  $B =$  1.45 m

La velocidad de decantación para el diámetro de la partícula definida

según el dato experimental de Arkhangeiski es  $W =$  5.400cm/s

Según la ecuación de Stokes y tomando la expresión de Sokolov para

el componente normal de turbulencia  $u=1.52 W$ , resulta la ecuación

siguiente para la longitud del desarenador (L)

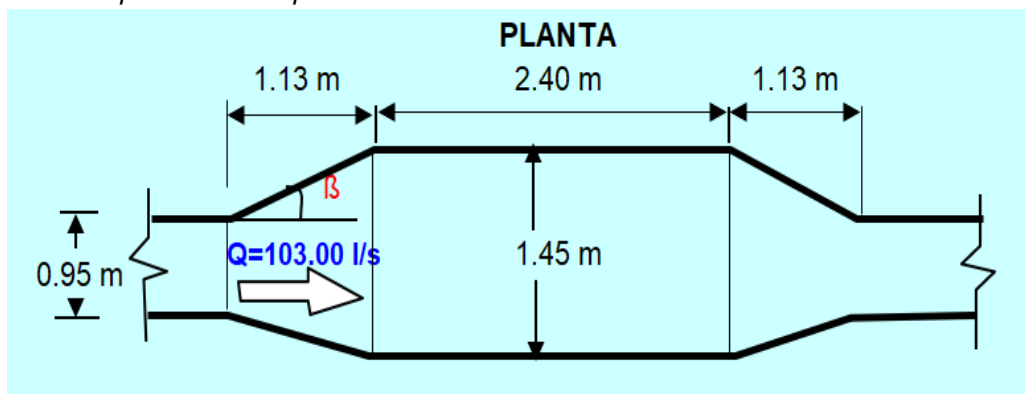
$$L = 1.18 \cdot C \cdot h \cdot V / W =$$
2.40 m

## RESULTADOS

Se tiene el siguiente resultado de diseño en las vistas respectivas.

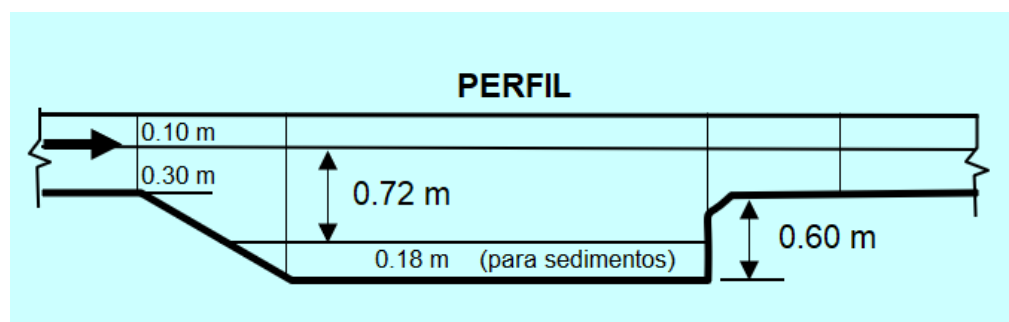
**Figura 20**

*Vista en planta de la captación*



**Figura 21**

*Vista en perfil de la captación*



## B) DISEÑO DEL RESERVORIO REVESTIDO CON GEOMEBRANA

### DATOS:

Talud (Z)	1
Altura mayor del agua (h)	2.30 m
Borde Libre (bl)	0.40 m
Caudal de entrada (Qe)	15 l/s
Ø tubería de descarga	4 Pulg
Pendiente transversal a L del fondo	1 %
Ancho del borde de anclaje	0.80 m
Longitud del Anclaje Subterráneo	1.20 m
Tiempo de embalse	12.00 h

### DIMENSIONAMIENTO Y CAL. HIDRAULICOS

Volumen neto de diseño	648 m <sup>3</sup>
Largo del fondo (L)	20.00 m

Ancho del fondo (A)	10.00 m
Área del fondo (b)	200.00 m <sup>2</sup>
Área del espejo de agua (B)	359.16 m <sup>2</sup>
Altura menor del agua (h')	2.20 m
Reduc.Volumen por pendiente (Vp)	10.25 m <sup>3</sup>
<b>Volumen Neto calculado</b>	<b>623.91 m<sup>3</sup></b>

Tiempo de embalse (en h y min)	12 h 0min
Tiempo mínimo de descarga	8 h 48min
Caudal máximo de descarga	35.40 l/s

**CALCULO DE AREAS**

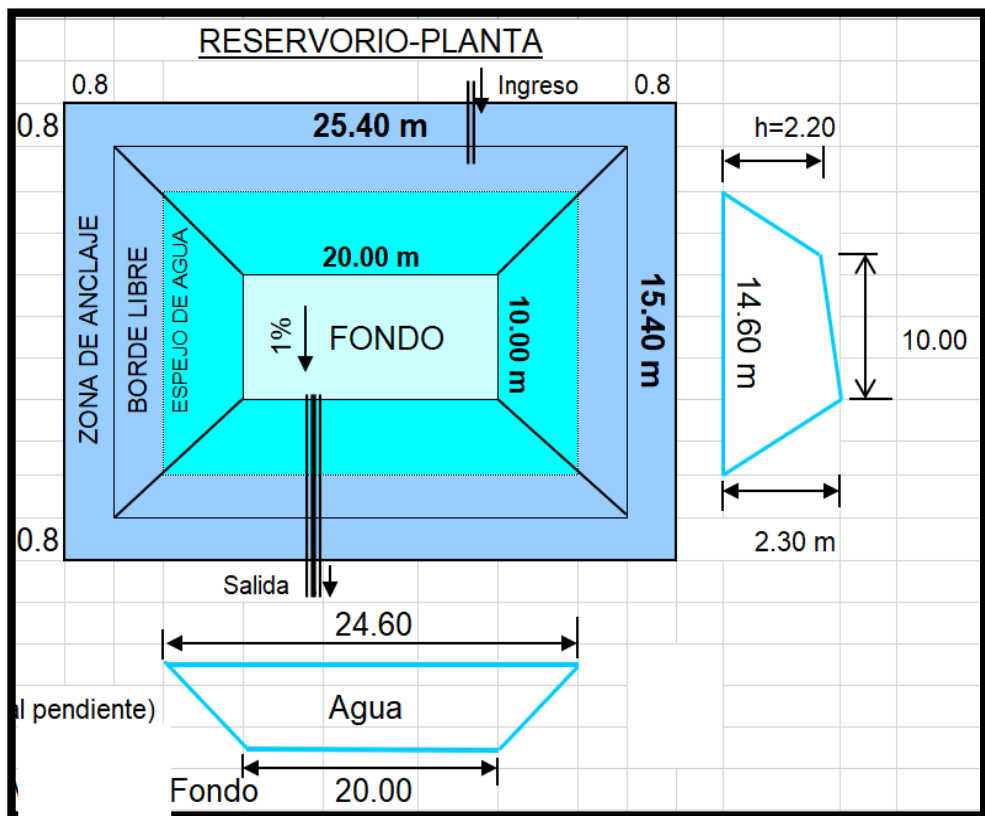
Longitud de Talud	3.82 m
Área del Fondo	200.00 m <sup>2</sup>
Área de taludes	270.34 m <sup>2</sup>
Área de bordes	67.84 m <sup>2</sup>
Área de Anclajes	105.60 m <sup>2</sup>
<b>Área neta geomembrana</b>	<b>643.78 m<sup>2</sup></b>

**RESULTADO**

Se tiene el siguiente resultado de diseño en las vistas respectivas.

**Figura 22**

*Vista en planta del reservorio*



### C) CALCULO DE DISEÑO HIDRAULICO DEL RESERVORIO

#### CALCULO DE EMBALSE

- Tiempo de embalse (te):

$$Te = 1000 \cdot Vn/Q = 12h0min$$

#### CALCULO DE DESCARGA

- Calculo máximo de descarga (Qd):

$$Q_d = C_d \cdot A \sqrt{2gh}$$

Donde: g = gravedad (9.81 m/s<sup>2</sup>)

A = área del orificio de descarga

Para la descarga por tubería (sección circular):

$$Q_d = 0.5067 \cdot C_d \cdot \varnothing_t^{2.5} \sqrt{2gh} \quad (\varnothing_t \text{ en Pulg y } Q \text{ en l/s})$$

Se considera  $C_d = 0.65$

Luego el caudal máximo de descarga es:  $Q_d = 35.4 \text{ l/s}$

- Tiempo de descarga (td):

$$td = \frac{1}{C_d \cdot A \sqrt{2g}} \int_0^h Ar \cdot h^{-1/2} dh$$

Ar = área reservorio, variable con la altura del agua

Efectuando los cálculos se tiene  $td = 8h48min$

Se planteo la creación de un reservorio para riego con geomembrana, lo cual ayudar con el almacenamiento de agua en tiempos de sequía.



## 4.2. CONTRASTACION DE HIPOTESIS Y PRUEBA DE HIPOTESIS

### HIPOTESIS GENERAL

Se tiene la siguiente hipótesis: La determinación de la frecuencia de las sequías meteorológicas en la subcuenca del río Higueras servirá para el planeamiento de obras hidráulicas para enfrentar la no disminución de los recursos hídricos.

Después de conseguir los resultados donde se determina más de 2 eventos extremos de sequía en un 3.69% con un índice de precipitación estandarizado por debajo de -2.00, se puede decir que se validó dicha hipótesis con la determinación de la frecuencia de las posibles sequías meteorológicas por lo que se plantea obras hidráulicas que contribuirán al control de las aguas de los recursos hídricos. Estas obras hidráulicas podrían ser Represamiento de lagunas y/o cochas, micro reservorios de almacenamiento y praderas, cabe mencionar que estos están considerandos dentro de un planteamiento de siembra y cosecha de agua.

#### Figura 23

*Fotografía del rio higueras*



**Nota:** En la figura se observa la disminución de caudal del rio higueras a causa de la falta de lluvias.

Después de determinar todos los resultados correspondientes se puede concluir que la hipótesis es correcta y verdadera, que con la determinación de frecuencias de las sequias se puede plantear una obra hidráulica y así enfrentar la disminución de los recursos hídricos.

## **CAPITULO V**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **5.1. PRESENTACION DE LA CONTRASTACION DE LOS RESULTADOS DELTRABAJO DE INVESTIGACION**

Usando los criterios del índice de precipitación estandarizado (SPI) se determinó la frecuencia de las sequias meteorológicas en diferentes escalas de tiempo.

Según Valarezo, el uso del índice de precipitaciones estandarizado (SPI) determina los valores de probabilidad de sequias, de la misma forma para este trabajo de investigación se usó el índice de precipitación estandarizado, lo que facilito el desarrollo de la investigación.

Con la determinación de la frecuencia de las sequias meteorológicas se realiza el planteamiento de obras hidráulicas (micro reservorio, represamiento de lagunas, siembra y cosecha de agua) para la disminución de recursos hídricos. Valarezo solo analiza las sequias y no plantea alternativas de solución.

## CONCLUSIONES

- Se concluye que en la escala del Índice de Precipitación Estandarizada (IPE) valores por debajo de -2.00, 1 y 20 eventos con características de sequía extrema se observaron con una frecuencia de 3.69% y 3.0% en la escala IPE valores de -1.50 a -1.99, 7 y 13 se observa un evento con características de sequía severa con una frecuencia de 1.85% y 3.3%, y en la escala IPE -1.00 a -1.9, 30 y 2 se detecta un evento con características de sequía moderada con una frecuencia de 7.92% y 6.33% según estaciones meteorológicas en Jacas Chico y Canchan. Estos eventos controlan fuertemente las actividades agrícolas, y para fines de riego es necesario abastecer rápidamente de agua al suelo, en la segunda escala también afecta moderadamente el trabajo agrícola, por lo que es necesario complementar la humedad del suelo con riego y en la tercera escala; las mismas que no afecten las actividades agropecuarias.
- Para reducir la sequía en la subregión del Río Higueras, se enfatizan los siguientes puntos importantes: Establecer el aprovechamiento de los recursos hídricos subterráneos para combatir la sequía agrícola, Mejorar y ampliar los sistemas de riego, evaluar y renovar la certificación de cultivos donde se practica la agricultura de secano, forestación en la parte alta del subdistrito del río Higueras para la conservación del agua y el suelo, y enfoques de técnicas de siembra y cosecha de agua en los tramos altos del subdistrito. Gestionar la construcción de la infraestructura de riego del gobierno regional de Huánuco para solucionar la sequía en el fraccionamiento del río Higueras mediante la construcción de praderas, presas y sistemas de riego.
- Tras realizar una caracterización de las sequías y de las frecuencias con las que se producen, planteamos obras hidráulicas que ayuden con la mitigación sobre cómo reducir las sequías y solucionar la escasez de agua en la subcuenca del río Higueras. Entre las propuestas que se desarrollan en esta área se encuentran las siguientes:

- Es importante brindar asistencia a los pequeños agricultores de la subcuenca del río Higueras que se dedican a la agricultura dependiente de la lluvia.
- Para combatir las sequías agrícolas, es necesario utilizar los recursos hídricos subterráneos disponibles.
- En las regiones altas de la subcuenca del río Higueras, se hará forestación con el objetivo de preservar tanto el agua como la tierra
- Construir sistemas de irrigación y drenaje que potencien, micro reservorios de almacenamiento y praderas, respectivamente, la actividad agrícola y animal.
- Se propone la utilización de técnicas de siembra y captación de agua en las zonas más elevadas de la subcuenca. Propuesta de recogida de aguas pluviales.

## RECOMENDACIONES

- Dar uso la metodología del Índice de Precipitación Estandarizada (IPE) aplicada en esta investigación, y así vigilar y seguir las posibles sequías meteorológicas que puedan surgir en la subcuenca del río Higueras.
- Los resultados obtenidos en este estudio servirán como punto de referencia para futuras investigaciones en la subcuenca del río Higueras relacionadas con la determinación de sequías meteorológicas con periodicidad mensual. Ya que la sequía meteorológica afectaría directamente a la sequía hidrológica, agrícola y social.
- Se recomienda estudiar la frecuencia de las sequias meteorológicas para el planteamiento de obras hidráulicas (micro reservorios de almacenamiento y praderas, cabe mencionar que estos están considerandos dentro de un planteamiento de siembra y cosecha de agua) y enfrentar la disminución de los recursos hídricos.
- Seguir con la línea de investigación referentes a las sequías hidrológica, agrícola y social.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aparicio, F. J. (1989). FUNDAMENTOS DE HIDROLOGÍA DE SUPERFICIE. (G. N. EDITORES, Ed.) MEXICO: EDITORIAL LIMUSA, S.A de C.V.
- Atúncar, G. A. (2020). Análisis espacio-temporal de sequías históricas en la cuenca del río Pampas durante el periodo 1981 – 2016. Lima : Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Ayllon, T. (2009). ELEMENTOS DE METEOROLOGIA Y CLIMATOLOGIA. MEXICO: EDITORIAL TRILLAS.
- Carrasco, J. D. (2018). CARACTERIZACIÓN DE SEQUÍAS METEOROLÓGICAS EN LA CUENCA ALTO JEQUETEPEQUE MEDIANTE ÍNDICE ESTANDARIZADO DE PRECIPITACIÓN Y EVAPOTRANSPIRACIÓN. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Calixto, E. (2018). ANALISIS Y DETERMINACION DE LA OFERTA AMBIENTAL DEL RECURSO HIDRICO, MEDIANTE EL METODO DEL BALANCE HÍDRICO – TÉRMICO, EN LA CUENCA DEL RÍO HIGUERAS - REGIÓN HUÁNUCO – PERÚ, PARA LOS MESES DE ENERO A DICIEMBRE DEL 2017. Huánuco: Universidad de Huánuco.
- Chereque, W. (1989). HIDROLOGIA para estudiantes de ingeniería civil. LIMA.
- Cordoba, M. (2016). PARAMETROS GEOMORFOLOGICOS DE CUENCAS HIDROGRAFICAS. Obtenido de [https://www.prontubeam.com/articulos/articulos.php?ld\\_articulo=26](https://www.prontubeam.com/articulos/articulos.php?ld_articulo=26)
- El Agora . (27 de NOVIEMBRE de 2020). LOS 7 PAISES DEL MUNDO MAS AFECTADOS POR LA SEQUÍAS. Obtenido de <https://www.elagoradiario.com/agorapedia/7-paises-mas-afectados-sequias/>

- Fernández, B. (1997). IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SEQUÍAS HIDROLÓGICAS EN CHILE CENTRAL (1° ed. ed.). EDITORIAL INGENIERÍA DEL AGUA.
- Hernández, R. (2014). METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. (I. E. C.V., Ed.) MEXICO: Mc Graw Hill Education.
- Marcos, Ó. (2001). SEQUÍA: DEFINICIONES, TIPOLOGÍAS Y METODOS DE CUANTIFICACIÓN. INSTITUTO UNIVERSITARIO DE GEOGRAFIA UNIVERSIDAD DE ALICANTE.
- Millan, J. (1972). DROUGHT IMPACT ON REGIONAL ECONOMY. FORT COLLINS, COLORADO: HYDROLOGY PAPERS COLORADO STATE UNIVERSITY.
- Monsalve, G. (1999). HIDROLOGÍA EN LA INGENIERÍA (2a. edición ed.). (A. G. C.V, Ed.) EDITORIAL ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA.
- Nobles, E. (2016). EVALUACIÓN DE LA AMENAZA POR SEQUÍA EN EL DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA. CÓRDOBA: UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA.
- Organización Meteorológica Mundial (OMM). (2016). Manual de indicadores e índices de sequía. Ginebra: Programa de gestión integrada de sequías.
- Palza, H. O. (2014). ANALISIS ESPACIAL Y TEMPORAL DE SEQUIAS EN LA CUENCAS HIDROGRAFICAS DE LA REGION TACNA. TACNA: UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN.
- Seelmann, D. B. (2017). EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EVENTOS EXTREMOS. ANALISIS DE RIESGO DE SEQUIAS E INUNDACIONES USANDO METODOS SIMPLES. SANTIAGO, CHILE: UNIVERSIDAD DE CHILE.
- SENHAMI. (2015). REGIONALIZACIÓN Y CARACTERIZACION DE SEQUÍAS EN EL PERÚ. LIMA: DIRECCIÓN GENERAL DE HIDROLOGIA Y RECURSOS HIDRICOS.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENHAMI). (2019). CARACTERIZACION ESPACIO TEMPORAL DE LA SEQUÍA EN LOS



DEPARTAMENTOS ALTOANDINOS DEL PERÚ(1981-2018). LIMA:  
SENHAMI.

Servicio Nacional Meteorología e Hidrología (SENHAMI). (2016). ANÁLISIS  
DE RIESGO DE SEQUIAS EN EL SUR DE PERÚ. BOLETIN  
SENHAMI, 53.

Tallaksen, L. m., & Van Lamén, H. A. (2004). HIDROLOGICAL DROUGHT  
PROCESSES AND ESTIMATION METHODS FOR STREAMFLOW  
AND GROUNDWATER. EDITORIAL ELSEVIER.

Valerazo, L. K. (2017). CARACTERIZACIÓN DE LAS SEQUÍAS  
METEOROLÓGICAS EN LA CUENCA DEL PAUTE MEDIANTE LA  
APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE PRECIPITACIÓN ESTANDARIZADO  
EN DIVERSAS ESCALAS TEMPORALES. CUENCA, ECUADOR:  
UNIVERSIDAD DE CUENCA.

Villon, M. (2011). HIDROLOGIA. LIMA: EDITORIAL VILLÓN.

Wilhite, D. (2006). Vigilancia y alerta temprana de la sequia (primera edición  
ed.). Editorial Escuela de Recursos Naturales de la Universidad de  
Nebraska.

### **COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Gutierrez Vargas, G. (2023). *Determinación de las frecuencias de sequías  
meteorológicas en la subcuenca del río Higuera con fines de planeamiento  
de obras hidráulicas, Huánuco - 2022* [Tesis de pregrado, Universidad de  
Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

# **ANEXOS**

## ANEXO 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>	<b>Variable Dependiente</b>	
¿La determinación de las frecuencias de sequías meteorológicas en la subcuenca del río Higueras, logrará el planeamiento de obras hidráulicas?	Determinar la frecuencia de las sequías meteorológicas en la subcuenca del río Higueras, para lograr el planeamiento de obras hidráulicas.	<b>HG:</b> La determinación de la frecuencia de las sequías meteorológicas en la subcuenca del río Higueras servirá para el planeamiento de obras hidráulicas.	Planeamiento de Obras hidráulicas	<b>De acuerdo a su tipo:</b> Investigación de tipo Aplicada
<b>Problemas específicos</b>	<b>Objetivos específicos</b>		<b>Variable Independiente</b>	<b>De acuerdo a su nivel:</b>
¿Cómo obtener y caracterizar las sequías meteorológicas en la subcuenca del río Higueras?	Determinar las sequías meteorológicas mediante el método de índice de precipitación estandarizado en la subcuenca del río Higueras.			Investigación de tipo Relacional
¿Cuál sería las propuestas frente a las sequías meteorológicas con fines de asegurar la disponibilidad hídrica en la subcuenca del río Higueras?	Plantear alternativas de mitigación de las sequías meteorológicas con fines de asegurar la disponibilidad hídrica en la subcuenca del río Higueras		Sequias meteorológicas	<b>De acuerdo al diseño:</b> No experimental

## ANEXO 2 PANEL FOTOGRÁFICO

ZONAS AGRÍCOLAS AFECTADAS POR LA FALTA DE PRECIPITACIONES.



PROPUESTA DE UN REPRESAMIENTO DE LAGUNA. DIQUE DE CONCRETO CICLÓPEO.



CAJA DE VÁLVULAS DEL REPRESAMIENTO DE LAGUNA.



MICRORESERVORIO DE TIERRA QUE SE PROPONE USAR LA GEOMEMBRANA LISA EN TODA SU ÁREA PARA QUE PUEDA IMPERMEABILIZAR LA ZONA DE ALMACENAMIENTO.



## ANEXO 3 DATOS DE PRECIPITACION TOTAL MENSUAL DE ESTACIONES METEOROLOGICAS

**ESTACION:** C.O. CANCHAN  
**Parámetro:** Precipitación Total mensual (mm)  
**Periodo:** 1988-2019

**LATITUD:** 09° 55' 15.43" S  
**LONGITUD:** 76° 18' 34.62" W  
**ALTITUD:** 1986 msnm

**DPTO:** Huánuco  
**PROV:** Huánuco  
**DIST:** Huánuco

N°	AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1	1988	89.75	84.81	37.40	44.96	9.87	3.57	9.58	5.41	12.97	17.63	25.28	15.30
2	1989	79.40	61.50	82.60	22.10	10.60	8.31	9.60	0.00	15.90	46.70	23.40	56.38
3	1990	64.90	23.40	13.52	35.40	34.51	19.80	0.21	2.70	10.10	76.50	82.60	50.70
4	1991	15.31	28.50	69.55	18.90	5.00	14.80	0.00	0.00	19.70	34.40	37.45	62.05
5	1992	19.72	33.10	49.90	15.50	3.00	8.10	0.00	33.91	7.00	26.22	61.61	69.93
6	1993	45.56	56.21	101.30	42.50	39.80	5.20	1.00	2.10	33.30	46.60	90.61	86.80
7	1994	71.40	64.90	54.95	50.30	16.70	1.30	1.20	1.05	24.10	47.90	25.90	37.30
8	1995	58.60	60.80	67.40	24.00	15.05	2.80	0.00	0.00	14.90	16.10	21.00	47.40
9	1996	51.10	31.00	42.50	74.10	13.40	0.00	1.60	1.50	7.30	18.40	50.70	27.20
10	1997	88.70	50.10	30.10	17.10	12.30	10.50	0.00	15.80	8.90	29.20	27.70	55.60
11	1998	94.70	67.20	63.60	10.70	3.30	1.20	0.00	0.50	11.10	16.30	64.50	50.90
12	1999	83.00	94.20	136.30	20.90	8.50	4.40	5.20	1.50	23.60	16.50	44.90	75.70
13	2000	79.30	81.70	132.90	14.20	4.60	17.60	9.00	22.10	12.40	26.40	31.00	83.60
14	2001	115.40	43.50	94.80	38.20	11.40	3.00	14.20	5.10	12.70	52.80	87.60	70.40
15	2002	18.70	58.40	103.80	46.50	20.00	1.70	24.50	7.10	12.10	65.30	35.30	39.20
16	2003	50.10	42.40	86.20	31.70	13.00	0.00	0.00	9.70	20.60	43.80	62.60	88.20
17	2004	29.60	60.70	89.90	18.20	31.70	11.40	8.60	17.80	19.70	51.70	22.10	87.70
18	2005	77.60	69.90	105.00	14.10	1.00	0.00	6.60	20.40	11.00	47.30	28.80	147.80

19	2006	122.50	57.90	99.60	33.80	5.70	10.30	1.00	1.40	17.00	82.90	69.10	88.90
20	2007	45.00	4.40	64.00	22.60	20.10	0.00	4.60	3.00	5.80	67.30	49.40	67.10
21	2008	74.00	94.40	78.60	48.20	5.80	1.90	2.10	3.60	32.00	37.70	43.80	73.70
22	2009	111.00	96.90	90.30	71.00	5.80	16.10	12.20	1.60	10.10	41.00	50.10	95.80
23	2010	26.40	116.60	84.00	29.90	8.10	0.00	2.40	5.30	20.70	39.10	69.60	65.80
24	2011	80.50	65.90	107.40	31.40	25.20	0.00	2.40	3.50	9.30	88.80	48.10	113.20
25	2012	78.80	83.70	27.90	58.90	10.30	3.40	6.30	4.80	4.00	66.30	84.50	159.00
26	2013	64.20	98.80	127.70	49.60	5.70	27.10	13.40	27.60	4.60	41.70	56.00	76.70
27	2014	69.30	120.60	91.80	42.70	41.40	2.40	6.80	0.00	36.90	47.50	27.60	92.40
28	2015	58.60	81.80	61.50	46.10	55.80	0.00	0.50	1.60	4.90	22.60	62.50	54.70
29	2016	63.85	61.30	35.60	11.60	1.00	0.00	4.20	3.90	3.50	38.60	31.70	76.00
30	2017	69.10	74.60	77.50	22.80	17.60	0.00	7.00	5.00	10.70	25.70	54.10	144.10
31	2018	93.60	88.40	84.40	49.80	7.20	9.60	4.60	10.80	15.10	105.30	36.10	52.50
32	2019	115.20	55.00	93.30	34.20	4.10	13.70	6.20	3.20	11.10	45.40	36.90	153.70

**ESTACION: C.O. JACAS CHICO**

LATITUD: 09° 53' 5.05" S DPTO: Huánuco  
 76° 30' 3.37" W PROV: Yarowilca  
 LONGITUD: W Jacas  
 ALTITUD: 3673 msnm DIST: Chico

Parámetro: **Precipitación Total Mensual (mm)**  
 Periodo: **1988-2019**

N°	AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1	1988	286.90	89.00	185.60	106.10	53.90	0.00	3.40	0.00	5.30	52.70	52.10	86.80
2	1989	118.00	113.60	94.50	106.80	44.70	30.40	0.00	31.00	67.70	194.80	70.70	49.80
3	1990	100.00	17.10	72.40	50.70	43.00	94.40	4.80	13.90	98.30	106.50	147.00	149.80
4	1991	169.60	152.20	322.30	54.20	0.00	0.00	0.00	0.00	110.50	266.60	130.20	9.80
5	1992	209.10	103.90	215.00	45.62	24.18	24.20	10.80	46.20	23.60	75.70	97.60	54.60

6	1993	271.20	238.10	287.00	177.60	46.40	12.90	0.00	45.90	58.70	186.50	295.00	345.80
7	1994	194.70	207.70	109.00	21.10	4.10	3.20	1.30	0.00	11.70	148.60	63.47	111.10
8	1995	162.80	123.34	134.66	60.21	52.00	8.60	19.03	0.00	44.59	46.65	55.06	100.35
9	1996	106.70	72.21	91.94	124.10	58.20	6.90	9.80	23.10	43.00	92.20	106.01	86.20
10	1997	126.40	182.30	86.60	48.37	40.13	15.10	2.50	49.50	57.00	87.70	100.40	206.20
11	1998	273.30	211.50	176.70	55.40	19.70	22.40	2.50	9.60	23.40	98.60	110.00	127.90
12	1999	175.30	213.80	210.60	148.40	38.90	18.70	27.95	14.00	60.10	67.10	92.50	132.40
13	2000	127.40	149.00	291.70	89.40	27.50	17.70	32.60	62.20	33.30	73.80	83.20	144.50
14	2001	201.10	198.90	163.40	68.00	50.20	12.60	31.20	27.10	30.70	84.30	110.50	152.10
15	2002	54.60	163.50	164.90	88.30	37.10	2.00	51.70	13.40	56.40	126.10	158.80	86.28
16	2003	140.30	120.60	220.70	90.60	41.33	18.00	3.30	43.60	43.00	36.50	113.30	243.90
17	2004	35.60	134.10	119.80	28.20	79.20	36.30	22.20	56.90	62.20	134.30	87.80	184.10
18	2005	81.40	164.80	160.90	53.00	5.20	0.00	10.80	10.40	16.30	132.50	71.10	155.10
19	2006	194.10	112.60	178.80	84.30	15.00	26.30	0.00	4.70	43.80	161.25	111.00	166.40
20	2007	175.70	41.40	255.60	98.30	53.70	3.00	20.60	6.30	26.90	147.40	88.30	96.40
21	2008	161.60	187.30	113.80	149.10	24.60	15.40	4.20	12.00	95.50	81.70	70.50	172.30
22	2009	204.80	207.60	161.50	124.30	41.30	15.90	47.20	28.30	41.60	89.37	151.60	218.20
23	2010	75.80	198.30	203.10	65.60	20.00	2.80	13.70	1.80	48.00	107.10	107.50	124.90
24	2011	174.00	188.20	208.70	119.80	47.10	13.50	35.30	4.90	44.70	112.90	105.60	195.30
25	2012	219.50	253.30	123.90	175.60	33.30	25.20	6.70	14.30	15.10	111.30	142.10	268.40
26	2013	166.40	220.90	254.50	112.30	38.90	36.60	71.10	47.70	26.30	145.70	100.10	157.40
27	2014	185.90	197.20	201.40	127.20	86.00	5.70	23.90	27.10	91.00	94.60	99.10	231.20
28	2015	256.10	184.40	194.30	87.10	105.80	23.30	12.20	8.30	8.50	35.60	125.10	112.87
29	2016	128.57	179.20	81.60	83.20	11.60	16.90	6.50	46.40	17.30	92.20	158.40	108.20
30	2017	237.00	162.40	215.00	106.50	39.60	13.80	12.90	22.80	31.60	50.30	95.50	180.00
31	2018	180.80	141.70	190.30	108.60	9.60	42.30	32.60	42.30	21.70	209.80	62.90	128.40



32 2019 278.50 165.90 185.60 55.80 58.60 18.60 26.40 4.50 29.90 99.39 123.40 273.20

**ESTACION: C.O. HUANUCO**

LATITUD: 09° 57' 7.24" S  
76° 14' 54.8"

DPTO: Huánuco

LONGITUD: W

PROV: Huánuco

Parámetro: **Precipitación Total mensual  
(mm)**

ALTITUD: 1947 msnm

DIST: Amarilis

Periodo: **1981-2019**

N°	AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1	1988	88.90	83.80	34.90	42.70	6.50	0.00	6.20	1.90	9.70	14.50	22.40	12.10
2	1989	56.80	43.80	98.20	20.80	14.80	11.50	0.00	2.50	12.00	67.90	41.30	59.10
3	1990	45.80	13.50	34.70	52.20	32.60	15.10	1.50	7.10	10.90	86.80	77.00	59.20
4	1991	25.70	44.30	93.40	29.10	3.00	10.10	4.80	0.00	8.20	32.30	40.20	39.60
5	1992	43.10	86.00	66.20	20.60	0.00	14.40	0.00	36.00	4.00	97.40	37.40	21.60
6	1993	17.50	40.90	99.70	25.90	16.80	12.30	5.90	6.30	8.00	16.60	94.10	48.50
7	1994	59.46	57.50	41.30	57.60	23.40	0.00	0.00	0.00	32.70	64.40	20.40	41.00
8	1995	38.70	50.40	50.30	26.00	3.60	1.40	1.20	0.40	7.20	23.20	48.80	59.00
9	1996	59.50	33.10	41.70	69.30	23.00	0.00	0.10	5.30	2.30	23.60	57.80	15.70
10	1997	54.60	41.60	26.50	15.10	9.60	2.20	0.00	9.60	7.60	29.80	41.50	47.30
11	1998	93.50	63.00	66.90	3.10	2.80	2.10	0.00	2.80	3.80	29.30	64.50	34.00
12	1999	81.70	88.50	109.30	22.30	18.40	15.10	8.60	0.60	57.60	20.80	33.80	58.20
13	2000	68.20	89.60	148.00	30.30	10.10	16.00	3.60	17.10	11.90	9.50	61.00	77.20
14	2001	45.20	36.20	85.20	46.20	10.40	3.30	8.40	10.20	7.40	36.90	72.70	55.80
15	2002	29.50	56.40	83.10	56.50	18.20	2.90	12.80	4.10	8.40	109.80	40.80	20.30
16	2003	44.70	26.90	70.50	24.60	14.30	0.30	0.10	9.40	12.60	17.10	77.30	83.10
17	2004	33.60	31.70	56.90	31.20	24.80	5.10	5.60	16.70	16.20	28.60	34.80	104.60
18	2005	32.60	45.00	92.70	12.20	1.40	0.00	2.00	8.60	5.80	51.50	26.30	106.90

19	2006	81.90	48.40	112.70	38.60	2.00	6.20	3.50	2.90	11.40	46.00	66.70	89.10
20	2007	33.90	6.90	83.10	35.80	7.80	1.90	6.70	3.90	4.40	59.20	40.60	70.30
21	2008	29.80	90.80	91.30	36.30	3.60	5.50	0.10	2.00	33.40	38.00	50.90	68.10
22	2009	67.20	72.50	87.90	47.60	13.70	10.30	11.90	4.40	11.00	44.60	40.20	59.60
23	2010	21.80	85.90	91.60	19.00	3.40	2.60	4.90	7.20	13.60	26.70	55.10	81.90
24	2011	74.30	64.00	141.60	43.90	21.10	5.70	1.90	3.70	22.60	67.70	56.60	114.20
25	2012	78.60	55.70	30.10	75.90	13.70	3.80	7.80	3.40	4.90	75.00	94.50	154.70
26	2013	36.20	90.00	92.00	33.60	5.70	10.70	12.50	22.10	6.60	37.80	71.30	76.10
27	2014	72.00	94.00	76.00	43.10	29.20	6.60	2.90	0.70	28.90	49.70	32.10	84.90
28	2015	75.60	48.90	62.30	59.00	37.80	2.80	3.90	2.30	3.10	22.70	71.40	35.30
29	2016	34.70	47.10	67.80	11.60	0.20	0.80	0.20	1.10	1.70	34.30	37.50	70.20
30	2017	72.10	70.90	74.00	24.60	12.30	4.00	4.80	5.10	15.90	32.30	49.40	132.10
31	2018	89.40	84.90	84.70	65.00	10.60	11.30	2.40	9.80	18.10	93.10	50.60	51.00
32	2019	116.50	56.30	130.90	20.20	9.10	12.00	1.10	4.40	13.40	58.50	18.50	125.20