



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA



FACULTAD DE EDUCACIÓN

ESCUELA PROFESIONAL DE PERFECCIONAMIENTO DOCENTE.

**INFORME FINAL DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
PARA OPTAR EL GRADO DE BACHILLER EN EDUCACIÓN.**

**EFFECTOS ADVERSOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA DISPONIBILIDAD DEL
AGUA PARA USO AGRARIO Y POBLACIONAL, EN LA SUBCUENCA TRES RÍOS-
SAN LUCAS, PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

Por:

María Antonia Dávila Dávila.

Asesor:

MCs. Ramiro Salazar Salazar.

Cajamarca- Perú

Septiembre del 2018.

**COPYRIGHT©2019 by
María Antonia Dávila Dávila.
Todos los derechos reservados.**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"

Fundada por Ley 14015 del 13 de febrero de 1962
CAJAMARCA - PERU



FACULTAD DE EDUCACIÓN

Pabellón 1G-202 Teléfono: 365847

ACTA DE SUSTENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE INVESTIGACION, PARA OPTAR EL GRADO DE BACHILLER EN EDUCACION

En la ciudad de Cajamarca, siendo las diez horas del día Trece de Junio del 2019; se reunieron en el ambiente 1E-207 de la Universidad Nacional de Cajamarca, los miembros del Jurado Evaluador del Informe Final de Trabajo de Investigación, integrado por:

1. Presidente: Dña. Flor de María García Acosta
2. Secretario: M.Cs. Cecilia Enrique Vera Tiera
3. Vocal: M.Cs. Irma Agustina Mastacero Castillo

Asesor: M.Cs. Ramiro Salazar Salazar

Con el fin de evaluar la Sustentación del Informe Final de Trabajo de Investigación titulado: "Efectos adversos del Cambio Climático en la disponibilidad del agua para uso agrario y poblacional en la microcuenca Tres Ríos - San Lucas, Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca"

Presentado por: María Antonia Dávila Dávila con la finalidad de obtener el Grado Académico de Bachiller en Educación.

El Presidente del Jurado Evaluador, de conformidad al Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Educación, procedió a autorizar el inicio de la sustentación.

Culminada la sustentación y absueltas las preguntas formuladas por los miembros del Jurado Evaluador, referentes a la exposición y al contenido del Informe Final y luego de la deliberación respectiva, el Informe se considera:

APROBADO (x) OBSERVADO ()

, con el calificativo de: Diecisiete. (17.)
(Letras) (Número)

Acto seguido, el Presidente del Jurado Evaluador, anunció públicamente el resultado obtenido por el/la sustentante.

Siendo las 12:00 horas del mismo día, el señor Presidente del Jurado Evaluador, dio por concluido este acto académico y dando su conformidad firman la presente los miembros de dicho Jurado.

Cajamarca, 13 de Junio del 2019...

[Firma]
Presidente

[Firma]
Secretario

[Firma]
Vocal

[Firma]
Asesor

UIFE

DEDICATORIA.

A mi madre, cuyo sacrificio y abnegación han sido el más valioso ejemplo que he recibido en la vida.

Al pueblo de Cajamarca, cuya pujanza y voluntad para forjar su destino son, no sólo mi inspiración, sino mi norte y compromiso, como mujer y ciudadana.

AGRADECIMIENTOS.

A Melissa Lebel, Jan De Nef y Luis Valera Silva, con quienes pasamos largas horas diseñando las metodologías más “útiles” para planificar la adaptación al cambio climático en las cuencas de Cajamarca y Hualgayoc.

A la población de las cuencas en que tuvimos la oportunidad de estudiar los efectos del cambio climático, especialmente a la población de la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas, cuyas percepciones, experiencias y dudas, son el mejor estímulo para ahondar en un tema de tanta importancia como éste.

LISTA DE ACRÓNIMOS.

ANA: Autoridad Nacional del Agua.

AMICAF: Análisis y Mapeo de Impactos del Cambio Climático para la Adaptación de la Seguridad Alimentaria.

ALA: Administración Local del Agua.

AR: Reporte de Evaluación (del IPCC)

CAM: Comisión Ambiental Municipal.

CENAGRO: Censo Nacional Agropecuario.

CEPAL: Comisión Económica para América Latina y El Caribe.

CCSM: Modelo de Sistema Climático Comunitario.

CSIRO-Mk3: Modelo climático de la Organización de Investigación Científica e Industrial del Commonwealth.

DCPRH: Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos.

ENSO: Oscilación del Sur.

EPS: Empresa Prestadora de Servicios.

ETP: Evapotranspiración.

FEN: Fenómeno El Niño.

GEI: Gases Efecto Invernadero.

GCM-CMIP: Modelos de Circulación General- Proyecto Intercomparación de Modelos Aplicados.

INEI: Instituto Nacional de Estadística e Informática.

IPCC (por sus siglas en inglés): Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático.

JASS: Junta Administradora de Servicios de Saneamiento.

MDH: Municipalidad Distrital de Hualgayoc.

MINAM: Ministerio del Ambiente.

NSE: Nash-Sutcliffe.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

ONU: Organización de Naciones Unidas.

PUCP: Pontificia Universidad Católica del Perú.

SEDACAJ: Empresa Prestadora de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario de Cajamarca.

SENAMHI: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología.

STREAM: Herramientas espaciales para cuencas hidrográficas y medio ambiente y análisis de opciones de gestión.

SCS: Método de Curva de Servicio de Conservación de Suelos.

SRES: Reporte Especial de Escenarios de Emisiones.

SWAT: Herramienta de Evaluación de Suelos y Agua.

UNALM: Universidad Nacional Agraria La Molina.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA.	iv
AGRADECIMIENTOS.	v
LISTA DE ACRÓNIMOS.	vi
INDICE GENERAL	viii
INDICE DE TABLAS.	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
1. Planteamiento del Problema	3
2. Formulación del Problema	7
3. Justificación de la Investigación.	7
4. Delimitación.	8
5. Objetivos de la investigación	9
5.1. Objetivo General.	9
5.2. Objetivos específicos.	9
CAPÍTULO II	10
MARCO TEÓRICO	10
1. Antecedentes de la investigación	10
1.1. A nivel internacional.	10
3.1. A nivel nacional.	13
4. Marco-teórico conceptual de la investigación	16
4.1. Cambio climático global.	17
4.2. Disponibilidad de agua.	19
4.3. Efectos adversos del cambio climático.	21
5. Definición de términos básicos.	22
CAPÍTULO III	27
MARCO METODOLÓGICO	27
1. Tipo de investigación	27
2. Diseño de investigación	27

3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	27
4. Técnicas para el procesamiento y análisis de datos	28
5. Validez y confiabilidad de los instrumentos	28
CAPÍTULO IV	29
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
1. Resultados (análisis y discusión).	29
1.1. Variación de la Temperatura.	31
1.2. Variación de la Precipitación.	42
1.3. Variación en la disponibilidad de aguas superficiales (cantidad).	51
1.4. Discusión de los Resultados.	64
2. Resultados totales del estudio.	67
2.1. Efectos adversos del cambio climático en la disponibilidad del agua en la Subcuenca.	67
CONCLUSIONES	73
RECOMENDACIONES.	75
ANEXOS/APÉNDICES	80
Anexo 1. Matriz de consistencia.	81
Apéndice 1. Juicio de Experto sobre Matriz para formular Balance Hídrico sobre Disponibilidad de Aguas Superficiales para uso agrario y poblacional en la Subcuenca Tres Ríos- San Lucas	82

INDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Variación Anual de la Temperatura Según la Estación Meteorológica Granja Porcón.	31
Tabla 2. Variación Mensual de la Temperatura Máxima en la Parte Alta de la Subcuenca.	33
Tabla 3. Variación Mensual de la Temperatura Media en la Parte Alta de la Subcuenca.....	34
Tabla 4. Variación Mensual de la Temperatura Mínima en la Parte Alta de la Subcuenca.	35
Tabla 5. Variación de la Temperatura Anual en la Parte Media y Baja de la Subcuenca 1987-2017...	36
Tabla 6. Variación Mensual de la Temperatura Máxima en la Parte Media y Baja de la Subcuenca. ...	38
Tabla 7. Variación de la Temperatura Media Mensual en la Parte Media y Baja de la Subcuenca.	39
Tabla 8. Variación de la Temperatura en la Parte Media y Baja de la Subcuenca.	40
Tabla 9. Variación de la Temperatura en la Subcuenca Tres Ríos 1987-2017.....	41
Tabla 10. Variación Anual de la Precipitación en la Parte Alta de la Subcuenca 1987-2017.....	42
Tabla 11. Variación Mensual de la Precipitación en la Parte Alta de la Subcuenca.	44
Tabla 12. Variación Mensual de la Precipitación en la Parte Alta de la Subcuenca 1987-2017.....	45
Tabla 13. Precipitación Anual Acumulada según la Estación Meteorológica Augusto Weberbauer....	46
Tabla 14. Variación Mensual de la Precipitación en la Parte Media y Baja de la Subcuenca.....	49
Tabla 15. Variación de la Precipitación en la Parte Media y Baja de la Subcuenca 1987-2017.....	50
Tabla 16. <i>Oferta Hídrica de Aguas Superficiales en la Subcuenca, año 1987.</i>	51
Tabla 17. <i>Oferta Hídrica Mensual por Fuentes, año 1987.</i>	52
Tabla 18. <i>Oferta Hídrica Anual en la Subcuenca, año 2017.</i>	54
Tabla 19. <i>Oferta Hídrica Mensual por Fuentes, año 2017.</i>	55
Tabla 20. <i>Demanda Anual de Agua por Usos, 1987.</i>	57
Tabla 21. <i>Demanda Mensual de Agua por Usos, 1987.</i>	58
Tabla 22. <i>Demanda Anual de Agua por Usos, 2017.</i>	59
Tabla 23. <i>Demanda Mensual de Agua por Usos, año 2017.</i>	60
Tabla 24. <i>Balance Hídrico de la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas.</i>	61
Tabla 25. <i>Balance Hídrico Mensual de la Subcuenca, año 2017.</i>	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de Unidades Hidrográficas de la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas.	29
Figura 2. Partes o zonas de la Microcuenca Tres Ríos-San Lucas.	30
Figura 3. Comportamiento Anual de la Temperatura según la Estación Meteorológica Granja Porcón.	32
Figura 4. Comportamiento de la Temperatura Anual en la parte Media y Baja de la Subcuenca 1987- 2017.	37
Figura 5. Comportamiento de la Precipitación en la Parte Alta de Subcuenca 1987-2017.	43
Figura 6. Comportamiento Anual de la Precipitación en la Parte Media y Baja de la Subcuenca 1987- 2017.	48
Figura 7. Balance Hídrico de la Subcuenca Tres Ríos San Lucas año 1987.	61
Figura 8. Balance Hídrico de la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas, año 2017.	63

RESUMEN

Uno de los recursos naturales más vulnerables ante el cambio climático global es el agua, ya que el agua y el ciclo hidrológico están estrechamente relacionados con el clima. El objetivo del presente trabajo de investigación es describir los principales efectos adversos que está generando el cambio climático en la disponibilidad (cantidad) de agua, tanto para uso poblacional como para uso agrario, en la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas, que provee agua para consumo humano al 30% de la población de la zona urbana de Cajamarca. Para describir los efectos adversos que genera el cambio climático en la disponibilidad del agua para uso agrario y poblacional, se ha revisado información climatológica secundaria acerca de la variación de la temperatura y la precipitación en el período 1987-2017, utilizando los datos registrados por las estaciones meteorológicas Granja Porcón y Augusto Weberbauer. Los resultados de esta sistematización nos indican que la temperatura ha sufrido un incremento promedio de 0,62 °C, mientras que la precipitación se ha incrementado en la parte alta en 188,83 mm en 30 años, pero se ha reducido en la parte baja de la Subcuenca en -48,05 mm en 30 años. Para el año 2017, la demanda de agua para uso poblacional y agrario se ha incrementado. El déficit de agua asciende a 4 008 240,22 m³, afectando a la cantidad de agua para uso poblacional y agrario, especialmente en los meses de verano que se han prolongado de 5 meses en 1987 a 7 meses en el año 2017. La escasez de agua para uso poblacional es evidente, sólo el 58% de la población urbana accede a agua “potable”, con una cobertura de cuatro a ocho horas por día, mientras que la agricultura y ganadería realizada al secano, ha reducido su área drásticamente, favoreciendo la migración y el incremento de la pobreza.

Palabras Clave: Cambio climático, temperatura, precipitación, disponibilidad de agua, uso poblacional del agua, uso agrario del agua, efectos adversos, Subcuenca.

ABSTRACT

Water is one of the most vulnerable natural resources in the face of global climate change, since water and the hydrological cycle are closely related to climate. The objective of this research work is to describe the main adverse effects that climate change is generating on the availability (amount) of water, both for population use and for agricultural use, in the Tres Ríos-San Lucas Sub-basin, which provides water for human consumption to 30% of the population of the urban area of Cajamarca. To describe the adverse effects of climate change on the availability of water for agricultural and population use, secondary climatological information has been reviewed on the variation of temperature and precipitation in the period 1987-2017, using the data recorded by the weather stations Granja Porcón and Augusto Weberbauer. The results of this systematization indicate that the temperature has suffered an average increase of 0,62 ° C, while the precipitation has increased in the high part in 188,83 mm in 30 years, but has been reduced in the lower part of the Sub-basin at -48,05 mm in 30 years. For the year 2017, the demand of water for population and agrarian use has increased. The water deficit amounts to 4 008 240, 22 m³, affecting water for population and agricultural use, especially in the summer months that have been extended from 5 months in 1987 to 7 months in 2017. The shortage of water for population use is evident, only 58% of the urban population has access to drinking water, with a coverage of four to eight hours per day, while agriculture and livestock farming to the dry land, has reduced its area, favoring migration and increased poverty.

Keywords: Climate change, temperature, precipitation, water availability, population use of water, agricultural use of water, adverse effects, Sub-basin.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático global es el mayor problema que enfrenta la humanidad hoy en día. La modificación de las principales características del clima (temperatura, precipitación, humedad, fenómenos meteorológicos extremos), están reconfigurando la faz del planeta. El cambio climático global actual es consecuencia del incremento -por causas antrópicas- de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la atmósfera, que a su vez generan un incremento de la temperatura o calentamiento global, que trae como consecuencia, una serie de efectos adversos en los principales medios de vida de la población. Uno de los recursos más vulnerables ante el cambio climático es el agua, especialmente en el Perú, donde, según lo estima el Tyndall Centre, de la Universidad de Manchester-Inglaterra (citado por PUCP, 2014), en los próximos 40 años (a partir del 2003) sólo se poseerá 60% del agua potable de que dispone ahora. Según el Gobierno Regional de Cajamarca (2016), el 85% del territorio del departamento de Cajamarca presenta características que configuran niveles altos y muy altos de vulnerabilidad ante la ocurrencia de inundaciones, sequías, heladas y otros peligros climáticos. Estas amenazas climáticas-aumentadas por el cambio climático- tienen efectos positivos y negativos en el recurso agua, especialmente en su disponibilidad para diversos usos, en las diferentes cuencas hidrográficas que conforman la región. Por ello se plantea el presente trabajo de investigación, que busca describir a través de la revisión de fuentes secundarias, los **“EFECTOS ADVERSOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA DISPONIBILIDAD DE AGUA PARA USO AGRARIO Y POBLACIONAL, EN LA SUBCUENCA TRES RÍOS-SAN LUCAS, PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA”**.

Se ha tomado como área de estudio la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas, porque ésta provee agua para consumo humano para un 30% de la población urbana de la ciudad de Cajamarca, que está en constante crecimiento. El presente trabajo de investigación presenta la siguiente estructura:

El primer capítulo contempla el Planteamiento del Problema, que describe la realidad internacional, nacional y local de la situación problemática, luego de lo cual, se procede a la Formulación del Problema. Posteriormente, se realiza la Justificación de la Investigación a nivel teórico, práctico y metodológico, así como la Delimitación de la Investigación, espacial, temporal y temática. Finalmente se consigna el objetivo general y los objetivos específicos de la investigación.

En el segundo capítulo se presenta el Marco Teórico, el mismo que contiene: los Antecedentes de la Investigación, a nivel internacional y nacional; el Marco teórico-conceptual que consigna los conceptos científicos sobre cambio climático antrópico y sus efectos en la disponibilidad de agua; y culmina con la Definición de términos básicos.

En el tercer capítulo se consigna el Marco Metodológico, que en este caso se trata de una investigación descriptiva, realizada mediante el análisis de fuentes secundarias que han servido para recopilación de datos que se presentan en tablas y gráficos estadísticos, que permiten sistematizar las variaciones que han sufrido la temperatura, la precipitación y la cantidad de agua en sus diferentes fuentes superficiales ubicadas en la Subcuenca, en un período de 30 años.

En el cuarto y último capítulo denominado Resultados y Discusión, se presenta el análisis, utilizando el marco metodológico, que nos ha permitido identificar y describir las variaciones que ha sufrido la temperatura y la precipitación en un periodo de 30 años (1987-2017), sistematizar un balance hídrico de aguas superficiales comparativo entre el año 1987 y el año 2017 y describir la variación en la disponibilidad de agua para uso poblacional y agrario. Finalmente se describen los efectos adversos que genera el cambio climático en la disponibilidad de agua para uso agrario y poblacional en un periodo de 30 años (1987-2017.)

María Antonia Dávila Dávila.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1. Planteamiento del Problema

En el año 1896, el químico Svante Arrhenius advertía que los ácidos carbónicos absorben los rayos del sol con mayor intensidad que el vapor de agua, por lo tanto, una variación del ácido carbónico en la atmósfera podría influir en el cambio de temperatura del suelo. La evidencia científica actual, indica que tenía razón, pues como producto de las actividades humanas y la quema indiscriminada de combustibles fósiles, el planeta tierra está sufriendo un incremento paulatino pero acelerado de la temperatura, que ha dado lugar a la modificación de las características del clima, a lo que se denomina cambio climático (IPCC, 2014).

Según el IPCC (2014), el ciclo hidrológico es gobernado por el clima. Eso implica que el incremento de las temperaturas globales y la variabilidad climática local, que han generado un incremento de la temperatura de entre 0,65 °C a 1,06 °C, un promedio de 0,85 °C, entre los años, 1982 al 2012, tendrán efectos adversos significativos en la cantidad de agua superficial para sus diferentes usos.

La Comisión Económica para América Latina y El Caribe (CEPAL, 2015) afirma. “América Latina y El Caribe son especialmente vulnerables ante los efectos del cambio climático, debido a su ubicación geográfica y climática, su condición socioeconómica y demográfica, y la alta sensibilidad de sus recursos naturales (agua, suelo y biodiversidad)” (p. 9). En América del Sur, la temperatura se ha incrementado entre 0,7 y 1,0 °C desde 1960, incremento que incide en el consumo de agua. Si bien, América Latina es una región privilegiada en cantidad de agua disponible en la naturaleza, con un total de 21 734 m³ de agua per cápita, también es cierto que el agua es un recurso vulnerable ante la modificación de los patrones de precipitación, la humedad del suelo y la escorrentía, y el acelerado derretimiento de los glaciares. Los principales

impactos del cambio climático en América Latina están determinados-principalmente- por una creciente demanda de agua, tanto para actividades económicas como para consumo de la población.

El cambio climático afecta significativamente la criósfera de América Latina, representada por los glaciares de los altos Andes, y por tres campos de hielo ubicados al sur del continente americano, generando el deshielo de los glaciares, muchos de los cuales se ubican por debajo de los 5500 msnm. La desglaciación genera grandes volúmenes de agua que contribuyen al incremento del nivel del mar, produciendo impactos en las zonas costeras, pero a su vez afectando la biodiversidad e incrementando la intensidad y frecuencia del Fenómeno El Niño (FEN). “El FEN sufre variaciones en frecuencia e intensidad, afectando las reservas de agua dulce superficiales, produciendo eventos extremos como sequías e inundaciones, pero sobre todo, el cambio climático hace del FEN, un evento cada vez más difícil de pronosticar” (CEPAL, 2015, p. 9).

El Perú, según el informe Tyndall Centre del año 2004, citado por la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP, 2014), ocupa el tercer lugar entre los países más vulnerables ante el cambio climático, esto se debe a la prevalencia de problemas estructurales como la débil institucionalidad, la pobreza y un alto porcentaje de población cuya economía depende de actividades económicas que presentan una alta dependencia de los recursos naturales y el clima (pesquería, agricultura, ganadería).

El Perú se ubica en el centro de América del Sur, entre la línea ecuatorial y el trópico de capricornio, lo que debería convertirlo en un país de clima tropical, sin embargo factores como la corriente de Humboldt, la cordillera de los Andes y la dinámica de los ciclones y anticiclones, lo convierten en un país de clima heterogéneo. (MINAM, 2016, p. 18)

Los recursos hídricos, en el Perú, se concentran en tres vertientes. “97,5% de agua está la Vertiente del Atlántico donde está el 30 % de población... en la Vertiente del Pacífico, 2% del agua y 65% de población... en la Vertiente del Titicaca 0,5% del agua y el 5% de población” (Navarro et al., 2012, p. 19). Si bien, el Perú cuenta 77 600 m³ de agua dulce por habitante -la mayor disponibilidad de América Latina- existe escasez de agua, que responde a una desigual distribución sobre el territorio, que no corresponde a la propia distribución de la población. En este contexto, el cambio climático podría intensificar el estrés hídrico.

Para el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2016), en el Perú las variaciones climáticas interanuales con mayor influencia sobre el clima, son los Fenómenos El Niño y La Niña. El incremento de la temperatura está modificando la frecuencia e intensidad de dichos fenómenos, causando impactos de diversa índole en diferentes zonas del país, tal como sucedió con la ocurrencia del último Fenómeno El Niño en el año 2016. El FEN causa impactos significativos en los recursos hídricos, como sequías que afectan las fuentes de aguas superficiales, y eventos que contaminan y destruyen tanto fuentes naturales como infraestructura de agua.

Según el Gobierno Regional de Cajamarca (2016), el departamento de Cajamarca se ubica en la zona norte andina del Perú, entre los paralelos 4°33' y 7°45' latitud sur y los meridianos 77°30' de longitud oeste; con altitudes que van desde los 2500 msnm hasta los 4496 msnm. El departamento de Cajamarca cuenta con doce unidades hidrográficas o cuencas, de las cuales siete corresponden a la Unidad Hidrográfica del Pacífico y cinco a la Cuenca del Amazonas. Cajamarca, es un territorio ampliamente conocido por los conflictos sociales relacionados al agua, sin embargo, es un territorio donde la precipitación media anual es elevada, es decir, cuenta con importantes cantidades de agua, pero una creciente degradación de las zonas de recarga hídrica, asociadas al incremento de las temperaturas máximas y mínimas, y a una deficiente gestión del agua, convierten al departamento de Cajamarca en un territorio donde

hay escasez hídrica que se manifiesta especialmente en los meses de verano, escasez que se agrava con el incremento de la temperatura y la disminución del periodo de precipitación.

Los datos registrados por las estaciones meteorológicas Augusto Weberbauer y Granja Porcón (2017), indican que la precipitación es la principal fuente de agua de la que dependen las actividades económicas de un alto porcentaje de la población, lo que implica que en época de verano, la escasez de agua es un problema que afecta adversamente a la población.

La Subcuenca Tres Ríos-San Lucas, se encuentra ubicada en el distrito y provincia de Cajamarca, entre las coordenadas UTM 762000 y 778000 m este y 9214000 y 920200 m norte. A altitudes que oscilan entre 2650 y 3975 msnm. La Subcuenca Tres Ríos-San Lucas tiene una extensión de 7309,32 ha y comprende 11 territorios entre los que se encuentra parte de la zona urbana del distrito Cajamarca. (Adaptando Juntos, 2017, p.17)

La Subcuenca Tres Ríos- San Lucas, es una Subcuenca pequeña, pero provee el “30% del agua para uso poblacional de la ciudad de Cajamarca” (Adaptando Juntos, 2017, p. 62). El agua que provee esta Subcuenca, tanto para uso poblacional como para uso agrario, proviene principalmente de la lluvia. Las otras fuentes aportantes son: manantiales, quebradas, río, bofedales y la laguna Mataracocha; todas fuentes superficiales, que en época de estiaje disminuyen su caudal, en parte por el incremento de la demanda, en parte por el deterioro de la Subcuenca (erosión),y en parte, porque no se cuenta con infraestructura adecuada para almacenar agua, por lo tanto, resulta muy importante describir qué efectos causa el cambio climático en la disponibilidad de agua para uso agrario y poblacional, a fin de planificar acciones para mitigar el problema o estrategias para la adaptación; motivo por el cual se plantea realizar el Proyecto de Investigación **“Efectos Adversos del Cambio Climático en la disponibilidad del agua para uso agrario y poblacional en la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas, provincia de Cajamarca, departamento de Cajamarca”**

2. Formulación del Problema

¿Qué efectos adversos genera el cambio climático en la disponibilidad del agua para uso agrario y poblacional, en la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas, provincia de Cajamarca, departamento de Cajamarca?

3. Justificación de la Investigación.

Teórica. El agua dulce es un recurso natural muy susceptible en cualquier contexto, “ya que sólo 2,5% del agua del planeta es agua dulce...” (De León, 2007, p.1). Esta investigación se justifica por la gran importancia que revisten las teorías sobre el cambio climático de origen antrópico, y los efectos que dicho fenómeno genera en uno de los medios de vida de los que depende la sobrevivencia de la población: el agua. Describir los efectos adversos que genera cambio climático en la disponibilidad del agua para uso agrario y poblacional en la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas es vital, porque este es un territorio que se deteriora aceleradamente, la población es pobre, y sus medios de vida dependen del clima.

Práctica.- Los resultados de esta investigación describen los efectos adversos que causa el cambio climático en la disponibilidad de agua en la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas, y la información que se ofrece puede ser utilizada por tomadores de decisiones, especialmente de la Municipalidad Provincial de Cajamarca, el Ministerio de Agricultura y Riego, la Administración Local del Agua-ALA, las Juntas de Regantes, las Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS), las Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento (JASS), las Instituciones Educativas de la zona urbana y rural; y la población del distrito de Cajamarca, a fin de adoptar estrategias para la implementación de acciones que permitan la adaptación y mitigación ante el cambio climático, priorizando la protección y recuperación de la Subcuenca, cuidando asegurar la provisión de agua suficiente para uso poblacional y agrario en cantidad suficiente.

Metodológica.- Se ejecutó una investigación descriptiva debido a que, ejecutar un proceso de investigación experimental resulta altamente costoso, y si bien la investigación experimental es de gran trascendencia, se cuenta con datos suficientes para realizar un análisis documental, que nos permitió contar con información confiable, cuyo uso puede contribuir a tomar medidas para la gestión del agua y la adaptación al cambio climático por parte de gobiernos locales, empresa prestadora de servicios de agua y saneamiento, y para diseñar un programa de sensibilización y educación en las Instituciones Educativas locales, que contribuya a formar- en la niñez- una cultura por el cuidado del agua y la implementación de medidas para la adaptación al cambio climático.

4. Delimitación.

El presente trabajo de investigación se desarrollará según los alcances siguientes:

Espacial: La investigación se desarrolla en el ámbito de la Subcuenca Tres-Ríos-San Lucas, que pertenece a la cuenca del río Mashcon, y ésta a su vez desemboca en la cuenca del Río Crisnejas, ubicadas en el departamento de Cajamarca. La investigación se concentra en sistematizar información secundaria que permite describir qué efectos adversos genera el cambio climático en la disponibilidad del agua de fuentes superficiales -incluida la lluvia- tanto para uso agrario como para uso poblacional.

Temporal: El periodo del que se analizan datos para el desarrollo de la presente investigación comprende los años 1987-2017. En este contexto, el presente trabajo de investigación utiliza datos climatológicos (temperatura máxima, mínima, media, y precipitación) recogidos por dos estaciones meteorológicas ubicadas en Cajamarca, por un periodo de 30 años; sin embargo no se cuenta con información del mismo periodo sobre la variación de los volúmenes de aguas superficiales, por lo que se usará un inventario de fuentes

superficiales ejecutado por el Proyecto Adaptando Juntos en el año 2017, información utilizada para la formulación de un plan estratégico de gestión de la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas.

Temática.- El presente trabajo de investigación se ubica en la línea de investigación Climatología e Hidrología, debido a que se ocupa de describir los efectos que tiene el cambio climático global antropogénico en la cantidad de las aguas superficiales que la población de la Subcuenca utiliza tanto para sus actividades agrarias como para uso poblacional.

5. Objetivos de la investigación

5.1. Objetivo General.

Describir los efectos adversos que genera el cambio climático en la disponibilidad del agua para uso agrario y poblacional en la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas, provincia de Cajamarca, departamento de Cajamarca.

5.2. Objetivos específicos.

- 5.2.1. Recopilar información secundaria para analizar las variaciones climáticas anuales y mensuales de la temperatura y la precipitación, en la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas en el período 1987 y 2017.
- 5.2.2. Sistematizar un balance hídrico comparativo (1987-2017), de agua de fuentes superficiales de la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

1. Antecedentes de la investigación

El cambio climático y sus efectos en la disponibilidad del agua, es un tema muy estudiado por científicos y técnicos a nivel internacional y nacional, aunque en menor medida, también existe preocupación por estudiarlo a nivel departamental, específicamente para la formulación de instrumentos de gestión gubernamental. La Subcuenca Tres Ríos-San Lucas, debido a su cercanía con la zona urbana de Cajamarca, es una de las unidades hidrográficas privilegiadas para el estudio de investigadores de diferentes ramos como: agronomía, ingeniería forestal e incluso ingeniería ambiental, sin embargo, no se ha abordado de manera concreta el tema que se plantea en el presente trabajo de investigación.

1.1. A nivel internacional.

- Vidal, Delgado y Andrade, (2013), realizaron la investigación: *Factores de la Vulnerabilidad de los humedales altoandinos de Colombia al cambio climático global*, en la Universidad de los Andes de Colombia. La investigación llegó a la siguiente conclusión:

Los humedales altoandinos en Colombia son esenciales para la adaptación de muchas comunidades humanas al cambio climático y también particularmente sensibles a este fenómeno. Para la gestión adaptativa de los humedales, basada en su carácter y funcionalidad ecosistémicos, resulta insuficiente conocer solo la magnitud de la amenaza climática, es de particular importancia contar con la percepción de los diferentes actores sobre el estado de los servicios ecosistémicos, sus equilibrios y tendencias en un mundo que apenas empieza a transformarse.

- Rivadeneira, (2014), realizó la investigación: *Evaluación del efecto del cambio climático bajo escenarios de emisiones SRES y RCP en la demarcación hidrográfica del Río Manabí-Ecuador*, en la Escuela de Post Grado de la Universidad Politécnica de Valencia. La investigación arribó a las siguientes conclusiones principales:
 1. El calentamiento en el sistema climático ha incrementado en los últimos decenios y se prevé se intensifique con el transcurso de los años. Los efectos del cambio climático varían de una región a otra; ocasionando drásticas consecuencias sociales, económicas y ambientales.
 2. Las anomalías de la precipitación y temperatura son iguales para las dos cuencas. Las anomalías de precipitación son distintas para cada modelo climático, mientras que el modelo CCSM3 refleja una disminución de la precipitación, el modelo ECHAM5 indica lo contrario. Las anomalías de temperatura resultantes de los escenarios RCP tienen similitud con los escenarios SRES. Las anomalías de precipitación, en los escenarios RCP al igual que en los escenarios SRES presentan incertidumbre, ya que si bien el modelo CCSM4 demuestra que la precipitación de febrero a mayo disminuye y el resto de meses se incrementa.
 3. A medida que aumenta la temperatura, incrementa la ETP y a su vez aumenta la evaporación, es decir, se presenta un incremento gradual de las variables. Las necesidades hídricas serán mayores cuando la evaporación calculada esté por debajo de los escenarios, ya que se reflejará la falta de agua, necesaria para los cultivos.
- Zuñiga, Muñoz y Arumi, (2012), realizaron la investigación: *Estudio de los Procesos Hidrológicos de la Cuenca del Río Diguillín*, en el Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de la Santísima Concepción de Chile, que arribó a las siguientes conclusiones:

1. En el valle central del centro sur de Chile existe una gran demanda por recursos hídricos por parte de las actividades económicas como también por las demandas de una mejor calidad del ambiente. La agricultura es una de las principales actividades económicas de la zona, la cual requiere asegurar la disponibilidad de recursos con una planificación y gestión adecuada, en especial para escenarios hidrometeorológicos que se alejan de las condiciones normales o medias.
 2. Se encontró que la cuenca posee una baja capacidad de resistir periodos secos, ya que al disminuir las precipitaciones, el caudal disminuye rápidamente, sin existir un flujo que amortigüe estos cambios. Sin embargo, ésta posee una alta capacidad de recuperación, ya que al aumentar las precipitaciones aumenta rápidamente la esorrentía.
- Useros, (2013), realizó la investigación: *El Cambio Climático: sus causas y efectos medio ambientales*, en la Real Academia de Medicina y Cirugía de la Universidad de Valladolid, España. La investigación arribó a las siguientes conclusiones principales:
 1. El cambio climático ocupa hoy uno de los primeros lugares entre los problemas que afectan a la humanidad, por sus efectos medioambientales y, sobre todo, porque su principal determinante es el incremento de los gases de efecto invernadero, resultantes de las actividades humanas.
 2. El aumento de la población, el desarrollo económico, los usos de la tierra y la urbanización aumentarán el estrés sobre los recursos hídricos y la afectación de las masas de nieve y hielo pondrán en riesgo la disponibilidad de agua dulce y el potencial hidroeléctrico, alterando la estacionalidad de los flujos.
 3. Los impactos negativos de los cambios climáticos sobre los sistemas de agua dulce superarán, con creces, a los beneficios posibles.

- Ocampo, (2012), realizó la investigación: *Análisis de Vulnerabilidad de la Cuenca del Río Chinchiná para condiciones estacionarias y de cambio climático*, en la Escuela de Post Grado de la Universidad Nacional de Colombia. La investigación arribó a las siguientes conclusiones principales:
 2. Las series históricas evidencian las señales de cambio climático, reflejadas en aumento de las temperaturas medias en 0,5°C, mínimas en 0,45°C y máximas en 0,25°C, en promedio, para el período 1981-2010, con respecto al registro histórico-1951-1980 y el incremento en la frecuencia de las precipitaciones extremas-percentil 95 y 99-.
 3. En relación a la oferta, el balance hídrico reporta reducciones, en algunas estaciones hidrológicas. Las cuencas de alta montaña andinas como el río Chinchiná son vulnerables a los cambios climáticos; la vulnerabilidad por desabastecimiento se ha incrementado de moderada a alta por la muy baja capacidad de regulación y retención hídrica y el uso moderado del recurso; sin embargo, dicha vulnerabilidad podría acentuarse con el cambio climático, por efecto de la posible reducción en la oferta y por una mayor demanda de agua por el crecimiento de la población y de las actividades económicas.

3.1. A nivel nacional.

- Palomino, (2015), realizó la investigación: *Efecto del Cambio Climático en la hidrología de la Cuenca Chancay-Huaral*, en la Universidad Agraria La Molina. La investigación arribó a las siguientes conclusiones:
 1. El agua es un recurso altamente sensible al clima: el régimen de precipitaciones se está alterando, desencadenando sequías e inundaciones, y los glaciares, fuente importante de este recurso en el país, están siendo amenazados por el aumento de la temperatura global.

2. En la precipitación futura, se observó una disminución de la lluvia para la época más húmeda y un aumento para la época seca. Por ejemplo, en la estación "Santa Cruz", ubicada sobre los 3700 msnm, se obtuvo una disminución de precipitación en el período más lluvioso de 39% y un incremento de 233% para el período seco.
 3. El ámbito de estudio de esta investigación es la cuenca- Chancay - Huaral, ubicada en la costa central del Perú, se estima variaciones en la precipitación desde -270% (cabecera de cuenca) hasta 153% (parte medía). Los resultados de las proyecciones de escorrentía indican una variación promedio entre -9% y 70% en la oferta anual de agua; considerando las proyecciones a nivel mensual, se estima el mayor incremento para setiembre (166%) y el menor para febrero (-11%).
 4. En el balance hídrico se estableció una oferta al 90% de persistencia; la demanda quedó determinada por las necesidades de agua para uso agrícola y poblacional. Se ha podido identificar la presencia de años en la cual la demanda es insatisfecha, este déficit hídrico se presenta cada cinco años en promedio hasta el 2045.
- León y Huarhua, (2015), realizaron la investigación: *Impacto del cambio climático en la oferta hídrica superficial de la cuenca del río Piura*, en la Universidad Agraria La Molina. La investigación arribó a las siguientes conclusiones principales:
 1. Los caudales simulados para el siglo XXI demuestran un probable incremento de la oferta hídrica a ser registrada en la estación hidrométrica Puente Sánchez Cerro, el cual es proporcional al paso del tiempo siendo más notorio a fines del siglo XXI que a sus inicios.
 2. La evaluación mensual de los hidrogramas demostró que los máximos caudales registrados (normalmente entre los meses de marzo a abril) presentarán un desplazamiento hacia los meses de abril a mayo, percibidos altamente a finales del siglo XXI y levemente a sus inicios.

- Guerra, (2015), realizó la investigación: *Efectos de la Variabilidad Climática en la Producción de Cultivos Bajo Riego Complementario en el Altiplano del Perú*, en la Escuela de Post Grado de la Universidad Nacional de Altiplano. La Investigación arribó a las siguientes conclusiones principales:

1. Existe una relación directa entre la producción de cañihua, oca y papa, y su tendencia es positiva a pesar de la variabilidad climática, los cultivos de haba grano seco y quinua existe variabilidad y tiene una tendencia positiva no perfecta y solo el cultivo de haba verde presenta una tendencia negativa no perfecta.

2. Se determina que en el Altiplano peruano presenta cuatro pisos ecológicos: Sub- Tipo Climático "A" Circunlacustre favorable para todo tipo de cultivo, Sub-tipo Climático "B" Puna Húmeda, Sub-tipo climático "C" o clima de Altiplano óptimas en la explotación agropecuaria y Sub -tipo climático "D" o clima de las alturas donde prospera la ganadería de tipo autóctono; se observan que las variables climáticas presentan una tendencia positiva y que son significativas a altamente significativas, y solo la oscilación de la temperatura presenta una tendencia negativa no significativa.

- León, (2017), realiza la investigación: *Modelación de la disponibilidad hídrica del río Piura considerando la incidencia del Cambio Climático*, en la Universidad Nacional La Molina. La investigación arriba a las siguientes conclusiones principales:

1. Los resultados muestran que la tendencia promedio del total de proyecciones indica para el periodo húmedo un aumento de la esorrentía de +71,8%, que representa un aproximado de 55,9 m³/s; ocurriendo los mayores incrementos en los meses de octubre, noviembre y diciembre. Por otro lado, el periodo seco disminuye en un -66,1%, que representa una disminución aproximada de 12 m³/s ocurriendo los mayores descensos en los meses de julio, agosto y setiembre.

2. A pesar de que, el aumento de las temperaturas en el futuro puede interpretarse como una mayor evapotranspiración referencial (ET_o); este efecto no está pronunciado como podría esperarse, debido a que la ET_o está limitada por la disponibilidad de agua, la cual no presenta un aumento significativo.

- Caxi, (2017), realiza la investigación: *Generación de escorrentía, disponibilidad del agua y usos del suelo*, en la Universidad José Carlos Mariátegui. La Investigación arribó a las siguientes conclusiones principales:

1. La escorrentía es producto de la precipitación la cual no pudo infiltrar el suelo, esto se debe a que la precipitación es mayor a la capacidad de infiltración que tiene el suelo. Dependiendo de las propiedades del suelo (factores climáticos y morfológicos) se pueden presentar tres tipos de escorrentías: la escorrentía superficial, la escorrentía subsuperficial y la escorrentía subterránea. Existen varios modelos para el cálculo de la generación de escorrentías, las cuales en la mayoría de estas toman como factor principal las propiedades del suelo.

4. Marco-teórico conceptual de la investigación

La presente investigación pretende describir los efectos adversos que tiene el cambio climático global de origen antropogénico en la disponibilidad del agua para uso poblacional y agrario en la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas. Las bases teóricas relacionadas con esta investigación son las teorías sobre el cambio climático de origen antrópico, difundidas y sistematizadas por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) que recoge y respalda las investigaciones de los principales científicos del clima, como Svante Arrhenius y James Hansen; quienes postulan que el incremento de la concentración de Dióxido de Carbono en la atmósfera genera el calentamiento global, cuyos efectos son múltiples.

4.1. Cambio climático global.

4.1.1. Definición de cambio climático.

El Panel Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático (IPCC, 2014), describe el cambio climático como:

Importante variación estadística en el estado medio del clima o en su variabilidad que persiste durante un periodo prolongado (normalmente decenios e incluso más). El cambio climático se puede deber a procesos naturales internos o a cambios del forzamiento externo o bien a cambios persistentes antropogénicos en la composición de la atmósfera o en el uso de las tierras. (p. 175)

Así pues, el cambio climático es la variación o modificación que sufren las características del clima como la temperatura, la precipitación, la humedad, el viento y los fenómenos meteorológicos extremos, en periodos de largo plazo.

Rasmusson y Carpenter (como citó Arizaca, 2013) definen el cambio climático como:

El cambio estable y durable del clima en periodos de tiempo que van desde décadas hasta millones de años. Pudiera ser un cambio, en las condiciones climáticas promedio o la distribución de eventos en torno a ese promedio. El cambio climático puede estar limitado a una región específica, como puede abarcar toda la superficie terrestre. El término, a veces se refiere específicamente al cambio climático causado por la actividad humana, a diferencia de aquellos causados por procesos naturales de la Tierra y el Sistema Solar. En este sentido, especialmente en el contexto de la política ambiental, el término "cambio climático" ha llegado a ser sinónimo de "calentamiento global antropogénico". En las revistas científicas, calentamiento global se refiere a los aumentos de temperatura superficial, mientras que cambio climático incluye al calentamiento global y todos los otros aspectos sobre los que influye un aumento de los gases invernadero.

4.1.2. Causas del Cambio Climático.

Para el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, 2014), en los últimos treinta años (1982- 2012), la temperatura del planeta se ha elevado entre 0,65 y 1,06 grados Celsius, debido principalmente al cambio en la concentración de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) que se vienen acumulando en la atmósfera desde la época de la revolución industrial, gases que se generan debido a la quema de combustibles fósiles, dando lugar al incremento del dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O). Entre las principales causas del cambio climático se halla, el incremento de Gases de Efecto Invernadero (GEI) producidos por las actividades humanas, que se debe a las siguientes causas: crecimiento poblacional, consumo de combustibles fósiles, deforestación y desertificación, cambio de uso de los suelos, incendios forestales, agricultura y ganadería, residuos o basura.

4.1.2.1. El efecto invernadero antrópico.

Los gases de efecto invernadero absorben la radiación infrarroja, emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera debido a los mismos gases, y por las nubes. La radiación atmosférica se emite en todos los sentidos, incluso hacia la superficie terrestre. Los gases de efecto invernadero atrapan el calor dentro del sistema de la tropósfera terrestre. A esto se le denomina ‘efecto invernadero natural.’ La radiación atmosférica se vincula en gran medida a la temperatura del nivel al que se emite. En la tropósfera, la temperatura disminuye generalmente con la altura. En efecto, la radiación infrarroja emitida al espacio se origina en altitud con una temperatura que tiene una media de -19°C, en equilibrio con la radiación solar neta de entrada, mientras que la superficie terrestre tiene una temperatura media mucho mayor, de unos 14°C. Un aumento en la concentración de gases de efecto invernadero produce un aumento de la opacidad infrarroja de la atmósfera, y por lo tanto, una radiación efectiva en el espacio desde una altitud mayor a una temperatura más baja. Esto causa un

forzamiento radiativo, un desequilibrio que sólo puede ser compensado con un aumento de la temperatura del sistema superficie– troposfera. A esto se denomina efecto invernadero aumentado. (IPCC, 2014, p. 175)

Sobre el efecto invernadero antrópico, Hansen, Johnson, Lacis, Lebedeff, Lee, Rind y Russell (1981), afirman.

El dióxido de carbono se absorbe en la "ventana" atmosférica de 7 a 14 micrómetros que transmite la radiación térmica emitida por la superficie de la tierra y la atmósfera inferior. El aumento del CO₂ en la atmósfera tiende a cerrar esta ventana y hace que la radiación salga de niveles más altos y más fríos, lo que calienta la superficie y la atmósfera inferior mediante el llamado mecanismo de invernadero. (p. 957)

4.1.2.2. *Calentamiento Global.*

El incremento en la concentración de gases de efecto invernadero debido a causas antrópicas, ha dado lugar a un incremento en la temperatura promedio de la superficie del planeta, que se conoce como calentamiento global que se define como: “el incremento, en un periodo de tiempo, de la temperatura media de la atmósfera de la tierra y de los océanos...” (Valencia y Sosa, 2005, p.1).

4.2. Disponibilidad de agua.

El 75% del planeta está compuesto por agua, sin embargo sólo el 2.5% del agua del planeta tierra es agua dulce. “El agua es un recurso natural indispensable para la vida, vulnerable y estratégico para el desarrollo sostenible, el mantenimiento de los sistemas y ciclos naturales que la sustentan, y la seguridad de la nación” (ANA, 2009, p. 3).

4.2.1. Seguridad hídrica.

La Organización de las Naciones Unidas, Un Water, citado por (Consejo Nacional del Agua 2016, p. 9), define la seguridad hídrica como:

La capacidad de la población para salvaguardar el acceso sostenible del agua en cantidad y calidad adecuada para los medios de vida, el bienestar humano y el desarrollo socio-económico, para garantizar la protección contra la contaminación transmitida por el agua y los desastres relacionados con el agua, y para conservar los ecosistemas en un clima de paz y estabilidad política. En este contexto garantizar la seguridad hídrica es la principal medida de adaptación ante el cambio climático.

4.2.2. Disponibilidad de aguas superficiales.

La disponibilidad de agua, como dimensión de la seguridad hídrica, es el objetivo de análisis para el presente trabajo de investigación. Para la Fundación Wikipedia. Inc. (2016), la disponibilidad de agua se define como:

La cantidad de agua que se precipita en una cuenca hidrográfica (cantidad de lluvia), y el agua que se encuentra contenida en ríos, manantiales, lagos y otras fuentes superficiales, para ser utilizada en usos diversos como la producción, el agua potable, entre otros.

4.2.3. Usos del agua.

En el Perú el uso de los recursos hídricos se encuentra condicionado por la disponibilidad, y su uso se regula por el artículo 35° de la Ley de Recursos Hídricos, que reconoce los derechos de uso de agua según su orden de prioridad. Sevilla (2014), establece, en el marco de la Ley, las siguientes prioridades de usos del agua:

- 1° Uso primario.
- 2° Uso poblacional.
- 3° Uso productivo.

El uso primario consiste en la utilización directa y efectiva de la misma, en las fuentes naturales y cauces públicos de agua, con el fin de satisfacer necesidades humanas primarias. Comprende el uso de agua para la preparación de alimentos, el consumo directo y el aseo personal; así como su uso en ceremonias culturales, religiosas y rituales. (ANA, 2009, p. 13.)

El uso poblacional consiste en la captación del agua de una fuente o red pública, debidamente tratada, con el fin de satisfacer las necesidades humanas básicas: preparación de alimentos y hábitos de aseo personal. Se ejerce mediante derechos de uso de agua otorgados por la Autoridad Nacional. (ANA, 2009, p. 13.)

El uso productivo del agua consiste en la utilización de la misma en procesos de producción o previos a los mismos. Se ejerce mediante derechos de uso de agua otorgados por la Autoridad Nacional. Son tipos de uso productivo los siguientes: 1. Agrario: pecuario y agrícola; 2. Acuícola y pesquero; 3. Energético; 4. Industrial; 5. Medicinal; 6. Minero; 7. Recreativo; 8. Turístico; y 9. de transporte. (ANA, 2009, p. 14.)

4.3. Efectos adversos del cambio climático.

Por efectos adversos del cambio climático, se entiende los cambios en el medio ambiente físico o en la biota, resultantes del cambio climático que tienen efectos nocivos significativos en la composición, la capacidad de recuperación o la productividad de los ecosistemas naturales o sujetos a ordenación, o en el funcionamiento de los sistemas socioeconómicos, o en la salud y el bienestar humanos. (ONU, 1992, p.6)

Entre los principales efectos adversos que tiene el cambio climático en el agua, el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2014) identifica los siguientes:

- ✓ El aumento de la temperatura en el planeta está causando el retroceso de los glaciares y casquetes polares, así como el derretimiento de los nevados, donde se encuentra contenida el 70% del agua dulce.
- ✓ El derretimiento de los hielos polares genera el incremento del nivel del mar, causando inundaciones en las zonas costeras y la salinización de las zonas de producción.
- ✓ El vertimiento de grandes volúmenes de agua dulce en el mar, produce cambios en las corrientes marinas, incrementando la frecuencia e intensidad de fenómenos naturales como el Fenómeno El Niño.
- ✓ El cambio climático está generando, efectos adversos en la cantidad y calidad de los de aguas superficiales y subterráneas, tanto en fuentes naturales como en fuentes artificiales.
- ✓ En la actualidad se estima una reducción en 20% del PBI mundial, debido a los impactos que viene generando el cambio climático global.
- ✓ Afecta el ciclo del agua, pues los cambios en las precipitaciones en un mundo que se calienta no son uniformes, de allí que en algunas regiones se incrementan las precipitaciones y en otras disminuyen.

5. Definición de términos básicos.

5.1. Agua dulce.

Es el agua que se encuentra naturalmente en la tierra, en las capas de hielo, campos de hielo, glaciares, icebergs, humedales, lagunas, lagos, ríos, arroyos, y bajo la superficie como agua subterránea en acuíferos y corrientes de agua subterránea. Sólo el 2.5% de agua del planeta es agua dulce. (Fernández, 2012, p. 148)

5.2. Aguas superficiales. “Es toda agua expuesta naturalmente a la atmósfera (ríos, lagos, lagunas, depósitos, estanques, charcos, arroyos, presas, etc.) y todos los manantiales, pozos u otros recolectores directamente influenciados por aguas superficiales” (ANA, 2010 p. 12).

5.3. Balance hídrico.

Es la determinación del estado de la oferta y la disponibilidad del recurso hídrico, así como la precisión de la demanda del mismo, teniendo en cuenta su distribución espacial y temporal, que permita establecer lineamientos a seguir para su protección y que sirva de base para los usuarios y planificadores, para considerar su uso y disponibilidad en proyectos actuales y futuros. (Sociedad Geográfica de Lima, citada por Paredes, 2017)

5.4. Bofedal. “Son praderas nativas constituidas de asociaciones vegetales propias de ambientes húmedos, cuyo recurso hídrico proviene de manantiales, ríos u ojos de agua...tienen gran potencial productivo de forraje, dominando su estructura especies de porte almohadillado” (MINAM, 2012, citado por Ortiz 2016, p. 20).

5.5. Ciclo hidrológico.

Es la sucesión de etapas que atraviesa el agua al pasar de la tierra a la atmósfera y volver a la tierra: evaporación desde el suelo, mar o aguas continentales, condensación de nubes, precipitación, acumulación en el suelo o masas de agua y re evaporación. (Ordoñez, 2012, p. 10)

5.6. Caudal ecológico.

Es el caudal mínimo que debe mantenerse en un curso de agua al construir una presa, una captación, o una derivación, de forma que no se alteren las condiciones naturales del biotipo y se garantice el desarrollo de una vida natural igual a la que existía anteriormente. (Alcoser, 2014, p.60.)

5.7. Demanda Hídrica. Para Alcoser (2014) la demanda hídrica es:

La cuantificación de la demanda en que se integran las actividades que requieren del recurso hídrico, mostrándose su comportamiento y distribución en el tiempo para planificar su uso sostenible, también se define como la extracción hídrica del sistema natural destinada a suplir las necesidades o requerimientos del consumo humano, la producción sectorial y las demandas esenciales de los ecosistemas no antrópicos.

5.8. Erosión de suelos.

Es el desgaste que se produce en la superficie del suelo por la acción de agentes externos (como el viento o el agua) o por la fricción continua de otros cuerpos; no obstante, ciertas actividades humanas pueden agravar y acelerar en gran medida. (Almorox, citado por Julca, 2015, p.4)

5.9. Escasez de agua.

Viene a ser el desequilibrio entre el suministro y la demanda bajo las condiciones existentes de precios y/o disposiciones institucionales; una demanda excesiva para el suministro disponible; un alto nivel de uso respecto al suministro disponible, especialmente si el potencial de suministro que queda es difícil o muy costoso de aprovechar. (Winpenny, citado por la FAO, 2013)

5.10. Evaporación.

Es el resultado del proceso físico por el cual el agua cambia de estado físico, del líquido al gaseoso, retornando, directamente a la atmósfera en forma de vapor. También lo hace del estado sólido (nieve, hielo, etc.) directamente a la atmósfera mediante el fenómeno de sublimación. (Díaz y Duarte, 2003, p. 2)

5.11. Método de los Mínimos Cuadrados. Según Abdi (2003), el método de los mínimos cuadrados se define:

Es una técnica de Análisis Numérico en la que, dados un conjunto de pares (o ternas), se intenta encontrar la función que mejor se aproxime a los datos (un “mejor ajuste”). En su forma más simple, intenta minimizar la suma de cuadrados de las diferencias ordenadas (llamadas residuos) entre los puntos generados por la función y los correspondientes en los datos.

5.12. Oferta Hídrica.

Es la oferta de una cuenca es el volumen disponible para satisfacer la demanda generada por las actividades sociales y económicas del hombre. Al cuantificar la esorrentía superficial a partir del balance hídrico de la cuenca, se está estimando la oferta de agua superficial de la misma. (Alcoser, 2014, p. 60)

5.13. Subcuenca hidrográfica. “Subcuenca es toda área en la que su drenaje va directamente al río principal de la cuenca. También se puede definir como una subdivisión de la cuenca. Es decir que en una cuenca puede haber varias Subcuencas” Faustino (citado por Human, 2015, p. 20).

5.14. Precipitación. Para la UNESCO (Citado por Marroquín, 2016),

Se denomina precipitación al agua que proviene de la humedad atmosférica y cae a la superficie terrestre, principalmente en estado líquido como lluvia, o sólidos como nieve o granizo. Como generalmente, las precipitaciones son la única fuente de humedad que llega a la superficie terrestre, la exactitud en su medición y su evaluación es determinante en el resultado del balance hídrico.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

1. Tipo de investigación

La presente investigación corresponde al tipo de Investigación Descriptiva, que “consiste en la caracterización de un hecho, un fenómeno, un individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento” (Arias, 2006, p.24).

2. Diseño de investigación

Se utilizó el diseño de investigación documental, consistente en “proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios...” (Arias., 2006, p. 27). Se realizó el análisis de información secundaria existente, que permite describir los efectos adversos que genera el cambio climático en la disponibilidad del agua para uso poblacional (consumo humano) y agrario (agrícola y pecuario) en la Subcuenca Tres Ríos- San Lucas.

3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas	Instrumentos
Análisis documental	Fichas textuales.
	Fichas de resumen.
	Fichas mixtas.
Análisis de contenido.	Fichas temáticas. (Cuadros o tablas de doble entrada para el registro de temperatura y precipitación por 30 años) Matriz para estimar el Balance Hídrico de la Subcuenca ($BH=OH-DH$), es decir Balance Hídrico es igual a Oferta Hídrica menos Demanda Hídrica.

4. Técnicas para el procesamiento y análisis de datos

Se han procesado y sistematizado los resultados del presente trabajo de investigación utilizando las siguientes técnicas:

A fin de verificar los resultados y establecer las conclusiones del presente trabajo de investigación, se realizó el análisis de datos utilizando las técnicas lógicas (análisis, síntesis, inducción y deducción), así como la estadística descriptiva, que permitirá analizar y caracterizar los datos.

El procesamiento de datos se llevó a cabo realizando las siguientes técnicas.

- Clasificación de datos.- Se realizó la clasificación de la información sistematizada utilizando para ello las herramientas Microsoft Word que ofrece el sistema de cómputo.
- Tabulación de datos.- Se realizó la tabulación de los datos a través de instrumentos como hojas Excel, que permitió realizar el análisis, cruce de información y la elaboración de gráficos estadísticos diversos.

5. Validez y confiabilidad de los instrumentos

Los instrumentos utilizados para el recojo y procesamiento de datos son instrumentos que han sido aprobados por la APA (American Psychological Association), especialmente las fichas utilizadas. Mediante Juicio de Experto, se ha diseñado la matriz que permite estimar el balance hídrico de aguas superficiales.

La confiabilidad de dichos instrumentos, está respaldado por el Juicio de Experto. Este trabajo cuenta con una validez y confiabilidad externa, y sus resultados se aplican a toda la Subcuenca y el distrito de Cajamarca.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Resultados (análisis y discusión).

La Subcuenca Tres Ríos-San Lucas, se encuentra ubicada en el distrito y provincia de Cajamarca, entre las coordenadas UTM 762000 y 778000 m Este, 9214000 y 9202000 m Norte. Comprende altitudes que van desde los 2650 msnm en la zona de Andagoto en la desembocadura del Río Mashcón, hasta 3975 msnm en la cima de Majadapampa.

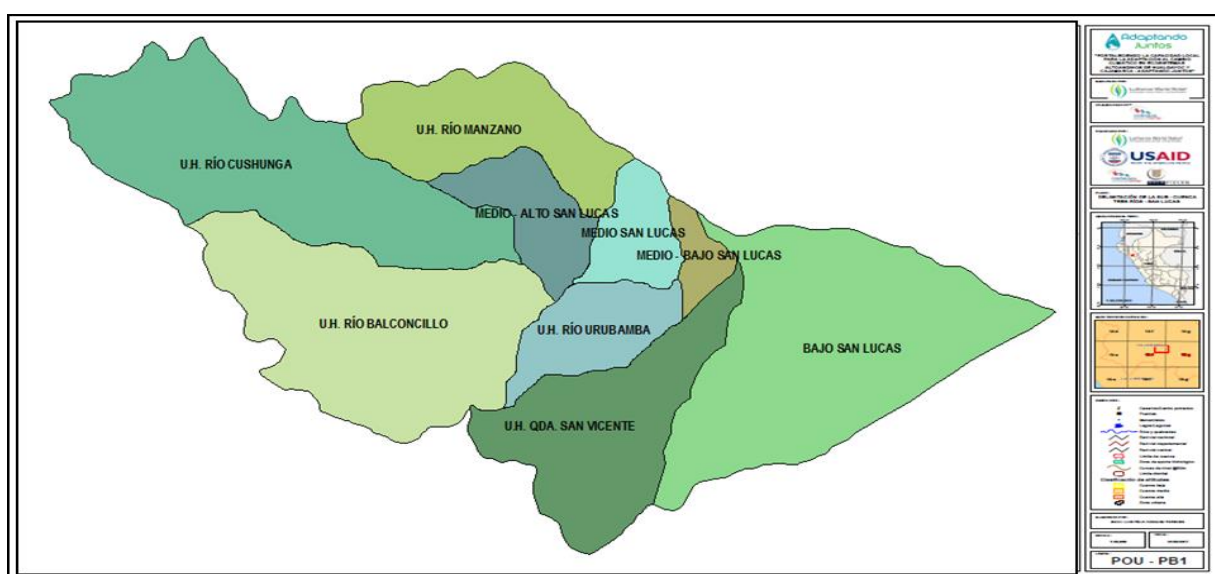


Figura 1. Mapa de Unidades Hidrográficas de la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas.

Fuente: Proyecto Adaptando Juntos-2017.

“La Subcuenca Tres Ríos-San Lucas, cuenta con una extensión de 7309,32 hectáreas, y un perímetro de 46,405 km” (Proyecto Adaptando Juntos, 2017, p.17). Políticamente está integrada por los caseríos: Cushunga, Agua Tapada, Secsemayo Lote II, Ronquillo, Chamis, El Cumbe, Corisorgona, Chilcaloma, Majadapampa, Carhuaquero y la ciudad de Cajamarca. Hidrológicamente está integrado por nueve unidades hidrográficas.

Las partes o zonas de la Subcuenca, establecidas por el Proyecto Adaptando Juntos (2017) según piso altitudinal son.

- a. **Parte Alta o cuenca alta.**- Comprende la zona de Secsemayo lote I hasta la divisoria formada por el macizo de la cordillera occidental. Representa el 44,28% de la Subcuenca, comprende 3904 ha. Se ubica entre los 3400 hasta los 3987 msnm, la precipitación media anual oscila entre los 1000 – 1500 mm, con temperaturas de 9° a 12°C.
- b. **Parte Media o cuenca media.** Comprende desde el límite de Secsemayo lote I hasta Ronquillo y Urubamba sector III. Tiene una extensión aproximada de 2050,7 has, que comprende el 28,06% del territorio de la Subcuenca. Se ubica entre los 2900 y 3400 msnm. Los índices de precipitación oscilan entre los 600 a 1000 mm/año, con temperaturas entre los 9 y 17°C.
- c. **Parte Baja o cuenca baja.** Comprende los límites de la zona del Ronquillo hasta la desembocadura en el río Mashcón. Abarca 2028,4 ha, que comprenden el 27,66% del territorio. De esta extensión territorial, la ciudad de Cajamarca abarca 1215,35 ha, es decir el 59,91% de la parte baja. Los índices promedio de precipitación oscilan entre los 600 a 800 mm/año, con una temperatura promedio que va entre los 13°C y 17°C.

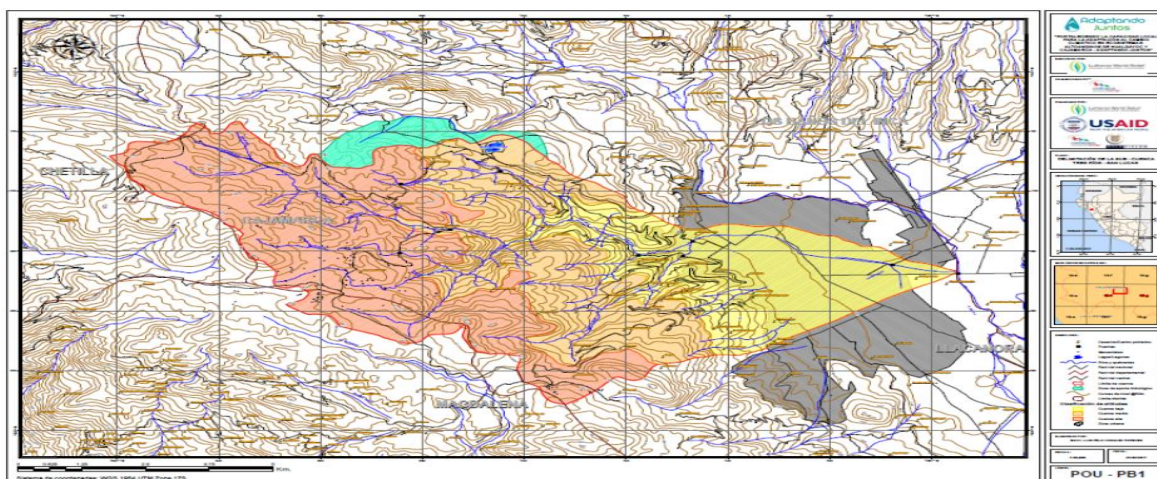


Figura 2. Partes o zonas de la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas.

Fuente: Proyecto Adaptando Juntos (2017).

El análisis realizado para identificar y describir los efectos adversos que genera el cambio climático en la disponibilidad de agua para uso agrario y poblacional, en la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas, se presenta a continuación:

1.1.Variación de la Temperatura.

Para determinar la variación de la temperatura en la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas, en el periodo 1987-2017, se han utilizado los datos registrados por las estaciones meteorológicas Granja Porcón (parte alta de la Subcuenca) y la estación meteorológica Augusto Weberbauer (parte media y baja de la Subcuenca), que cuentan con información registrada desde el año 1973.

1.1.1 *Comportamiento de la temperatura en la parte alta de la Subcuenca.*

La variación de la temperatura (máxima, mínima y media) en la parte alta de la Subcuenca se ha realizado analizando los acumulados anuales y mensuales, que registra la estación meteorológica Granja Porcón, en el periodo 1987-2017.

Tabla 1. *Variación Anual de la Temperatura Según la Estación Meteorológica Granja Porcón.*

Periodo.	T Máxima °C.	T Media °C.	T Mínima °C.
1987	17,1	9,2	1,3
1988	17,1	9,8	2,1
1989	17,5	9,8	2,7
1990	17,6	10,1	2,5
1991	18,0	10,0	2,6
1992	18,3	10,2	2,9
1993	17,8	10,1	2,3
1994	17,0	10,3	2,2
1995	17,7	9,9	2,0
1996	18,2	9,5	1,9
1997	16,3	10,8	3,9
1998	16,0	11,0	3,8
1999	16,2	10,0	3,7
2000	16,6	9,7	3,4
2001	16,8	10,2	4,3
2002	16,6	10,4	4,2
2003	16,8	10,1	3,4

2004	16,6	10,3	4,0
2005	16,8	10,2	3,6
2006	16,6	10,3	4,0
2007	16,6	10,3	3,9
2008	16,2	10,0	3,8
2009	16,9	10,3	3,7
2010	17,7	10,8	3,8
2011	16,8	10,0	3,2
2012	17,0	10,2	3,3
2013	17,4	10,5	3,6
2014	17,4	10,6	3,8
2015	17,4	10,7	4,0
2016	17,9	10,8	3,7
2017	16,8	10,0	3,1

Fuente: Estación Meteorológica Granja Porcón-Cajamarca.

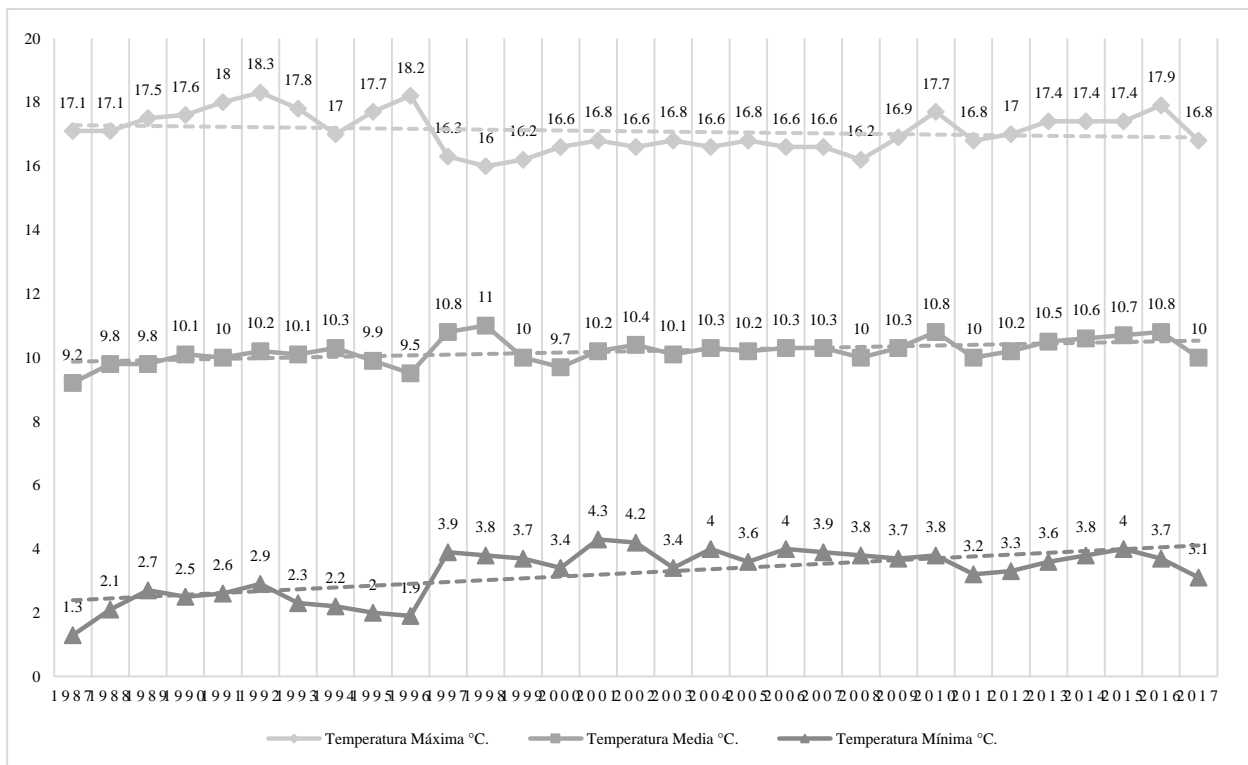


Figura 3. Comportamiento Anual de la Temperatura según la Estación Meteorológica Granja Porcón.

Fuente: Estación Meteorológica Granja Porcón-Cajamarca.

Tabla 2. Variación Mensual de la Temperatura Máxima en la Parte Alta de la Subcuenca.

Mes	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
enero	17,3	17,1	17,5	18,1	17,4	19,1	17,9	17,8	18,5	16,3	17,5	18,1	16,9	15,3	14,8	16,6	16,8	17,1	16,5	16,4	17,4	15,7	15,9	17,6	16,5	16,5	17,5	17,5	16,4	19,9	16,9
febre ro	17,2	17,1	17,5	17,5	17,6	17,9	17,8	17,1	18,1	16,2	17,7	17,5	15,6	14,7	15,9	17,9	15,7	16,1	16,6	16,2	15,5	16,5	18,5	16,3	16,4	17,1	18,3	17,1	17,9	17,6	16,6
marz o	17,5	17,6	16,7	17,9	17,4	17,9	16,9	17,8	17,4	16,3	18,6	17,9	15,2	15,3	15,3	16,8	16,4	17,3	15,8	16,3	16,1	15,4	16,7	18,7	15,7	16,4	16,8	16,4	16,8	18,3	16,6
abril	17,7	17,8	16,5	17,7	18,4	17,7	17,2	17,9	17,8	16,2	17,3	18,6	15,4	16,3	16,8	16,9	16,2	17,5	16,3	16,7	17,5	16,3	18,5	16,5	16,8	17,6	17,3	16,8	17,8	16,7	17,6
mayo	16,9	17,7	16,4	17,7	17,8	18,8	17,1	17,9	17,7	16,4	17,5	18,5	15,9	16,1	16,6	16,3	17,2	17,1	17,1	17,9	16,4	16,6	18,5	17,1	16,7	17,2	17,7	16,7	18,4	16,4	16,4
junio	18,5	17,4	16,4	17,4	18,3	17,5	18,9	18,7	17,7	16,7	17,6	18,2	16,9	15,3	16,9	16,6	16,5	17,2	16,2	17,4	16,5	16,5	18,2	17,2	17,1	16,9	17,5	17,1	17,3	17,3	17,3
julio	16,9	17,2	17,1	17,6	16,6	18,8	18,9	18,6	17,6	16,6	18,2	18,4	16,7	16,4	16,2	16,5	16,6	15,8	17,5	17,8	16,5	17,2	17,7	16,9	17,5	17,7	17,7	17,7	17,7	17,7	17,6
agost o	16,3	17,7	16,4	17,8	17,3	17,7	18,9	18,8	18,2	17,8	18,1	18,1	17,9	16,7	16,6	17,3	16,6	17,8	17,8	17,1	16,9	17,5	17,9	17,7	17,7	17,7	17,7	17,6	17,9	18,8	17,4
septie mbre	17,1	17,5	17,2	18,2	17,4	17,3	17,7	18,8	17,9	17,8	18,1	18,3	16,4	16,2	16,4	17,6	17,2	16,6	17,2	17,2	16,9	17,1	18,7	16,5	17,9	17,4	18,1	17,4	18,1	17,9	17,5
octub re	16,4	17,8	16,4	17,1	17,5	17,6	18,6	18,4	18,8	17,4	17,8	18,6	16,3	16,7	16,1	16,4	16,3	17,8	16,4	17,4	16,9	17,2	17,2	16,9	16,9	17,1	17,4	17,5	17,6	17,1	17,1
novie mbre	16,3	17,8	16,8	17,1	17,2	18,6	18,6	18,5	18,8	17,6	17,6	18,3	16,7	16,1	16,1	17,2	16,7	16,7	16,7	16,7	16,6	17,6	16,6	17,5	17,4	17,5	17,4	17,5	18,5	17,7	17,7
dicie mbre	17,7	17,6	17,8	17,9	17,4	17,5	18,9	18,4	17,9	17,8	18,6	15,6	15,9	16,4	16,4	16,3	16,9	15,4	16,9	16,4	16,8	17,1	15,8	16,2	16,6	17,5	17,2	18,6	17,2	17,3	17,3

Fuente: Registros de la Estación Meteorológica Granja Porcón 1987-2017.

Tabla 3. Variación Mensual de la Temperatura Media en la Parte Alta de la Subcuenca.

Mes	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
enero	9,3	9,1	10,7	9,4	10,9	10,6	9,3	10,9	9,3	9,6	12,4	10,3	9,5	10,5	10,9	9,6	10,4	10,2	10,8	10,8	9,9	10,8	10,2	9,5	10,1	10,9	10,7	10,8	12,7	9,8	
febre	9,2	11,3	9,9	10,2	10,7	10,2	10,3	10,1	10,5	10,1	11,9	10,5	8,8	10,8	10,2	10,7	10,8	10,5	10,5	10,6	10,4	10,1	10,8	10,7	10,1	10,9	10,8	10,8	10,5	10,5	
marz	9,2	10,9	10,5	10,6	10,1	10,8	10,3	10,8	10,3	10,3	10,8	10,2	10,4	10,8	10,3	10,3	10,3	10,3	10,4	10,3	10,3	10,8	10,6	10,9	10,3	10,9	10,4	10,9	10,1	10,1	
abril	9,2	11,1	10,4	10,6	10,7	10,4	10,8	10,4	10,6	10,7	10,7	10,1	10,6	10,5	10,7	10,7	10,3	10,4	10,8	10,5	10,7	10,10	10,12	10,10	10,10	10,11	10,10	10,10	10,11	10,10	10,11
mayo	9,4	9,3	10,4	9,5	10,7	10,1	10,6	10,1	10,8	10,4	10,8	10,5	10,2	10,1	10,2	10,6	10,3	10,6	10,7	10,4	10,7	10,6	10,7	10,6	10,7	10,8	10,7	10,8	10,7	10,4	
junio	9,9	8,9	10,3	10,2	9,9	10,7	10,9	10,7	10,6	10,7	10,6	10,1	10,7	10,5	10,5	10,9	10,8	10,7	10,7	10,7	10,2	10,6	10,9	10,6	10,8	10,9	10,8	10,2	10,9	10,9	
julio	9,5	8,1	8,4	9,6	8,1	9,3	10,9	10,7	10,8	10,8	10,2	10,8	10,4	10,5	10,9	10,7	10,9	10,8	10,5	10,7	10,7	10,7	10,6	10,9	10,6	10,5	10,5	10,9	10,7	10,9	
agost	9,1	9,8	9,6	9,9	9,7	10,4	10,4	10,7	10,5	10,8	10,4	10,5	10,9	10,7	10,9	10,8	10,9	10,8	10,2	10,5	10,9	10,4	10,9	10,7	10,9	10,7	10,9	10,8	10,9	10,7	10,7
septie	9,5	9,3	9,6	10,4	10,8	10,7	10,2	10,4	10,8	10,7	10,2	10,9	10,8	10,1	10,8	10,2	10,1	10,4	10,2	10,6	10,1	10,8	10,3	10,1	10,5	10,4	10,8	10,5	10,4	10,8	10,8
octub	9,1	10,2	9,6	9,4	10,4	10,6	10,9	10,8	10,1	10,1	10,8	10,6	10,5	10,3	10,6	10,3	10,2	10,1	10,5	10,1	10,4	10,9	10,5	10,8	10,5	10,8	10,5	10,8	10,5	10,10	10,10
novie	9,9	10,2	9,3	10,4	9,9	10,2	10,4	10,9	10,4	10,1	10,4	10,3	10,7	10,4	10,6	10,5	10,1	10,5	10,8	10,6	10,9	10,2	10,6	10,9	10,9	10,4	10,6	10,5	10,5	10,9	10,9
dicie	9,5	10,8	9,1	10,5	9,3	10,2	10,6	10,6	10,1	10,7	10,2	10,9	10,8	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,6	10,8	10,5	10,1	10,3	10,6	10,6	10,1	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8

Fuente: Registro de Temperatura de la Estación Meteorológica Granja Porcón 1987-2017.

Tabla 4. Variación Mensual de la Temperatura Mínima en la Parte Alta de la Subcuenca.

Mes	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Enero	1, 2	1, 1	2, 5	1, 3	3, 4	3, 9	1, 2	2, 8	1, 3	2, 2	3, 6	5, 9	3, 9	3, 3	6, 1	4, 3	4, 9	2, 2	4, 9	3, 6	6, 2	4, 6	5, 8	3, 5	2, 7	4, 3	4, 5	5, 1	5, 7	4, 3	5, 1
Febrero	0, 7	5, 5	2, 2	2, 9	3, 8	4, 4	2, 4	2, 7	2, 8	2, 7	5, 2	6, 6	5, 5	5, 5	6, 6	4, 4	5, 7	6, 3	6, 8	4, 5	5, 6	4, 1	7, 9	3, 3	4, 4	5, 4	5, 5	4, 3	7, 1	3, 8	
Marzo	0, 8	4, 1	4, 3	4, 2	3, 8	4, 2	2, 6	2, 8	2, 5	3, 1	3, 3	4, 4	5, 7	6, 4	6, 2	4, 2	5, 6	6, 7	6, 6	6, 6	5, 5	4, 4	7, 7	3, 3	4, 4	5, 5	5, 6	6, 5	5, 3	3, 6	
Abril	0, 6	4, 5	4, 3	3, 6	2, 9	3, 1	2, 4	2, 8	3, 2	3, 4	3, 2	4, 4	5, 8	4, 5	5, 6	4, 1	4, 6	4, 4	5, 2	4, 2	5, 2	4, 8	5, 6	4, 6	5, 4	4, 4	4, 4	4, 4	4, 7	4, 3	
Mayo	1, 9	0, 9	4, 3	1, 1	3, 5	2, 4	3, 1	2, 3	1, 8	1, 3	2, 1	4, 8	4, 4	4, 1	4, 2	2, 8	3, 9	2, 4	2, 2	3, 9	3, 6	2, 8	4, 6	3, 3	4, 4	3, 4	4, 4	4, 4	3, 6	2, 8	
Junio	0, 1	0, 3	4, 2	2, 9	0, 3	4, 3	3, 1	1, 3	2, 7	0, 5	1, 5	3, 5	3, 1	3, 6	2, 8	2, 4	1, 1	3, 2	2, 1	3, 8	2, 5	1, 8	3, 6	2, 6	2, 8	2, 4	2, 3	3, 4	2, 7	2, 8	
Julio	1, 1	- 1,	0, 1	0, 6	0, 2	2, 4	1, 1	1, 6	2, 2	- 0,	3, 3	1, 1	1, 6	2, 6	2, 1	1, 5	2, 9	1, 7	1, 4	2, 9	0, 5	2, 8	1, 7	2, 2	1, 5	1, 9	2, 2	2, 2	1, 7	1, 5	
Agosto	1, 8	1, 8	2, 8	2, 4	2, 7	1, 8	1, 9	1, 2	1, 2	1, 2	3, 4	1, 3	0, 5	2, 3	2, 1	2, 3	3, 8	1, 8	2, 5	1, 8	2, 3	0, 8	2, 3	2, 8	1, 8	2, 1	2, 8	2, 1	2, 2	1, 7	
Septiembre	1, 9	1, 1	2, 5	2, 2	4, 1	2, 6	2, 6	2, 6	2, 2	2, 2	3, 4	3, 1	3, 5	4, 1	3, 3	1, 9	3, 2	3, 3	3, 3	1, 9	3, 3	2, 4	2, 7	2, 7	2, 6	2, 6	2, 8	2, 8	2, 8	2, 7	
Octubre	1, 8	2, 4	2, 7	2, 7	3, 5	3, 2	2, 3	2, 5	1, 7	2, 2	4, 4	4, 2	2, 9	1, 9	4, 2	4, 5	3, 8	4, 3	4, 5	3, 8	5, 9	4, 6	1, 9	2, 9	2, 4	4, 4	3, 6	4, 2	3, 4	3, 5	
Noviembre	1, 7	2, 5	1, 1	3, 5	1, 5	2, 1	1, 8	2, 2	1, 7	- 1,	4, 5	2, 5	3, 6	- 0,	5, 3	4, 7	4, 1	4, 8	1, 2	4, 3	5, 5	4, 6	4, 2	1, 9	3, 8	4, 7	2, 3	3, 5	1, 7	2, 4	
Diciembre	2, 3	2, 3	1, 7	2, 4	1, 6	0, 4	2, 7	1, 9	2, 2	3, 3	6, 4	0, 8	5, 3	4, 2	4, 7	5, 6	3, 8	5, 8	4, 2	5, 7	3, 2	5, 7	4, 8	4, 4	4, 3	3, 6	3, 8	4, 9	4, 9	4, 3	3, 6

Fuente: Registros de Temperatura de la Estación Meteorológica Granja Porcón 1987-2017.

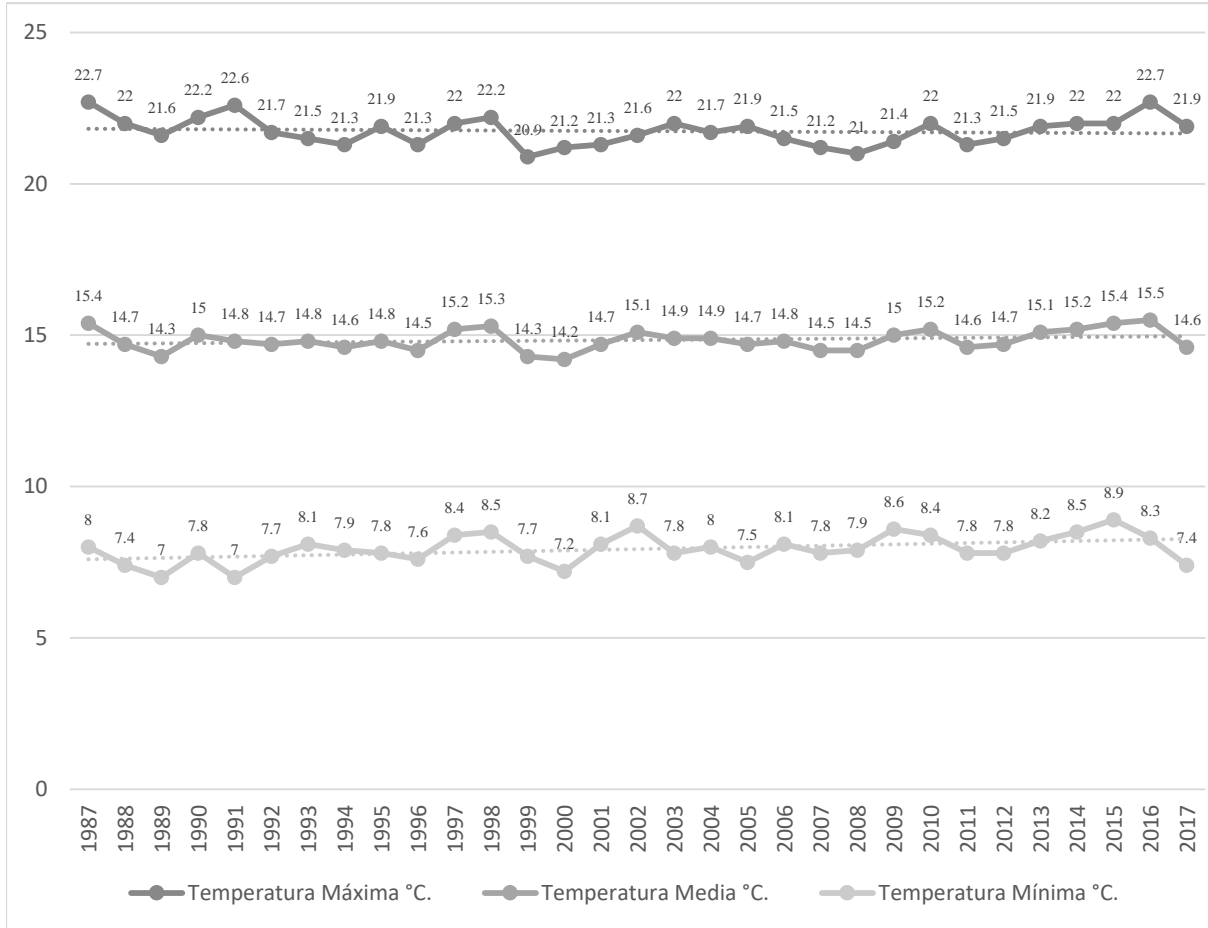
1.1.2 *Comportamiento de la Temperatura en la Parte Media y Baja de la Subcuenca.*

Tabla 5. *Variación de la Temperatura Anual en la Parte Media y Baja de la Subcuenca 1987-2017.*

Año	T Máxima °C.	T Media °C.	T Mínima °C.
1987	22,7	15,4	8,0
1988	22,0	14,7	7,4
1989	21,6	14,3	7,0
1990	22,2	15,0	7,8
1991	22,6	14,8	7,0
1992	21,7	14,7	7,7
1993	21,5	14,8	8,1
1994	21,3	14,6	7,9
1995	21,9	14,8	7,8
1996	21,3	14,5	7,6
1997	22,0	15,2	8,4
1998	22,2	15,3	8,5
1999	20,9	14,3	7,7
2000	21,2	14,2	7,2
2001	21,3	14,7	8,1
2002	21,6	15,1	8,7
2003	22,0	14,9	7,8
2004	21,7	14,9	8,0
2005	21,9	14,7	7,5
2006	21,5	14,8	8,1
2007	21,2	14,5	7,8
2008	21,0	14,5	7,9
2009	21,4	15,0	8,6
2010	22,0	15,2	8,4
2011	21,3	14,6	7,8
2012	21,5	14,7	7,8
2013	21,9	15,1	8,2
2014	22,0	15,2	8,5
2015	22,0	15,4	8,9

2016	22,7	15,5	8,3
2017	21,9	14,6	7,4

Fuente: Estación Meteorológica Augusto Weberbauer.



Fuente: Estación Meteorológica Augusto Weberbauer -Cajamarca.

Figura 4. Comportamiento de la Temperatura Anual en la parte Media y Baja de la Subcuenca 1987-2017.

La variación promedio de la temperatura en la parte media y baja de la Subcuenca, se presenta en la tabla 5, 6, 7 y 8.

Tabla 6. Variación Mensual de la Temperatura Máxima en la Parte Media y Baja de la Subcuenca.

Mes/ Años	19 87	19 88	19 89	19 90	19 91	19 92	19 93	19 94	19 95	19 96	19 97	19 98	19 99	20 00	20 01	20 02	20 03	20 04	20 05	20 06	20 07	20 08	20 09	20 10	20 11	20 12	20 13	20 14	20 15	20 16	20 17	
Enero	22	21	21	21	21	21	21	22	20	21	22	21	21	19	21	21	22	21	21	22	20	20	20	21	20	22	22	20	23	21	21	
	,1	,9	,7		,9	,9	,4		,8	,6		,2	,2	,7	,9	,6	,5	,7	,4	,1	,4	,6	,9		,9	,1	,1	,8	,7	,1	,1	
Febre ro	21	22	20	22	22	21	21	20	21	20	20	22	19	19	20	21	21	21	22	21	21	20	20	22	20	20	21	22	21	22	20	
	,9	,1	,2			,1	,1	,8	,1	,5	,3	,3	,6	,7	,4	,1	,7		,1	,1	,1	,2	,7	,4	,8	,6	,8	,5	,7	,3	,6	
Marz o	22	21	20	22	21	21	20	20	20	20	22	21	20	20	20	21	20	21	21	20	20	19	20	22	20	21	21	20	21	22	21	
	,7	,5	,5	,1	,7	,1	,1	,8	,9	,6	,2	,7	,7	,2	,1	,3	,9	,7	,3	,8	,8	,9	,3	,4	,2	,3	,1	,8	,2	,5	,1	
Abril	22	21	21	22	22	21	20	20	21	20	21	22	20	20	20	21	21	22	21	21	21	20	20	22	20	21	22	21	21	22	20	
	,2	,5		,3		,4	,9	,8	,9	,7	,9	,5	,6	,6	,9		,9	,1	,8	,2		,5	,7	,8	,9	,2	,2	,8	,2	,2	,9	
Mayo	22	22	21	22	22	21	21	21	21	21	22	22	20	21	21	21	21	22	22	21	21	21	21	21	22	21	21	21	21	21	23	21
	,7	,3	,7	,4	,5	,7	,9	,2	,9	,5	,4	,9	,5		,5	,5	,8	,8	,1	,9	,6	,2		,1	,7	,3	,8	,6	,3	,2	,6	
Junio	23	22	21	21	23	21	22	20	22	22	22	21	20	21	21	21	21	21	22	20	21	21	21	21	21	21	21	22	21	22	21	
	,7	,7	,2	,4	,8	,7		,7	,4	,1	,7	,8	,8	,2	,2	,2	,9	,3	,5	,8	,3	,3	,6	,5	,7	,6	,1	,3	,6		,7	
Julio	23	22	21	22	23	21	22	21	21	21	22	21	20	21	21	22	21	20	22	21	21	20	21	22	21	22	21	22	22	22	21	
		,4	,8	,1	,3	,6	,2	,2	,7	,8	,3	,9	,3	,1	,5	,2	,5	,9	,3	,7	,6	,9	,7	,7	,2		,4	,3	,3	,3	,5	
Agost o	23	22	22	22	22	22	22	21	22	21	22	22	21	21	22	22	22	21	22	21	21	21	21	20	22	22	22	22	21	23	22	22
		,9	,1	,8	,6			,3	,8	,2			,8	,5	,2	,9	,4	,8	,3	,8	,4	,6	,9	,8	,2	,1		,5		,7	,5	
Septie mbre	23	22	21	23	23	22	21	22	21	22	23	22	21	21	22	22	21	22	21	20	21	22	22	21	21	23	21	23	23	22	22	
	,2	,2	,6	,3	,4	,1	,7	,3	,9	,1		,8	,3	,7	,1	,9	,6	,4	,7	,9	,7	,1	,3	,2	,9	,1	,9	,1	,1	,8	,3	
Octub re	23	22	21	21	22	21	21	22	22	20	21	22	21	22	22	21	23	21	21	22	21	21	22	22	21	21	21	22	22	22	21	
	,3		,3	,8	,2	,9	,1	,4	,1	,2	,7		,4	,4	,7	,2	,1	,9	,1	,1	,2		,3		,4	,2	,8	,4	,7	,9	,9	
Novie mbre	22	21	23	21	22	22	21	21	21	22	21	22	21	22	21	21	22	21	22	21	20	21	22	21	22	21	22	22	22	23	21	
	,4	,8		,8	,8		,3	,7	,8	,5	,7	,3	,9	,7	,4	,2	,6	,8	,2	,9	,7	,7	,2	,9	,4	,6	,8	,4	,7	,8	,5	
Dicie mbre	22	21	23	22	23	21	21	21	22	21	21	20	20	22	21	21	21	21	21	21	20	21	21	20	21	22	22	21	22	21	21	
	,8	,3	,7	,3	,1	,7	,2	,4	,8	,2	,7	,6	,8	,8	,1	,9	,4	,3	,3	,7	,9	,7	,8	,7		,1		,8	,9	,8	,8	

Fuente: Registro de la Temperatura por la Estación Meteorológica Augusto Weberbauer 1987-2017.

Tabla 7. Variación de la Temperatura Media Mensual en la Parte Media y Baja de la Subcuenca.

Mes/ Años	19 87	19 88	19 89	19 90	19 91	19 92	19 93	19 94	19 95	19 96	19 97	19 98	19 99	20 00	20 01	20 02	20 03	20 04	20 05	20 06	20 07	20 08	20 09	20 10	20 11	20 12	20 13	20 14	20 15	20 16	20 17
Enero	16,6	16,1	15,1	15,8	15,1	15,3	15,6	15,6	15,5	14,7	14,8	16,8	15,8	14,5	15,1	15,6	14,8	15,2	15,3	16,6	15,2	15,5	15,5	15,1	15,3	14,1	16,9	15,7	15,1	17,7	15,4
Febrero	16,1	16,3	15,2	15,6	15,4	15,1	15,7	15,3	15,9	14,4	15,9	16,9	14,9	14,5	15,4	15,9	15,7	16,6	16,3	14,1	15,9	15,4	16,5	14,7	15,8	15,5	16,7	15,1	17,7	15,6	
Marzo	15,4	15,3	14,6	15,7	16,3	15,2	15,4	15,4	15,7	14,9	15,8	17,3	14,9	14,8	16,3	15,7	15,8	16,7	15,7	16,6	15,7	16,6	14,4	15,6	16,7	14,6	16,7	15,2	16,6	16,4	
Abril	15,3	15,3	15,7	15,1	15,1	15,6	15,1	15,8	15,1	14,9	15,9	16,8	14,9	14,8	15,7	15,4	15,1	15,6	15,7	14,9	15,4	15,9	16,4	15,1	15,2	15,3	15,7	15,2	16,6	15,9	
Mayo	14,4	14,5	13,3	14,7	14,6	14,4	14,9	14,6	14,4	14,2	14,9	15,1	14,9	14,3	15,5	14,4	15,7	13,7	13,8	14,7	14,2	14,3	15,7	14,2	14,3	15,3	14,3	15,4	15,3	15,5	14,8
Junio	14,6	14,5	14,4	14,4	14,4	14,6	14,6	14,3	14,9	14,8	14,9	14,8	14,7	14,8	14,3	14,7	14,9	14,9	14,8	14,1	14,3	14,8	14,9	14,3	14,8	14,1	14,3	14,8	14,1	15,5	14,2
Julio	14,7	14,8	14,6	14,6	14,1	14,2	14,5	14,3	14,9	14,4	14,4	14,3	14,6	14,13	14,5	14,1	14,1	14,6	14,1	14,2	14,4	14,9	14,1	14,4	14,6	14,4	14,4	14,1	14,1	14,7	14,8
Agosto	14,4	14,6	14,7	14,1	14,1	14,7	14,9	14,3	14,4	14,6	14,9	14,2	14,4	14,6	14,9	14,9	14,8	14,7	14,2	14,6	14,9	14,8	14,6	14,1	14,8	14,1	14,8	14,1	14,7	14,5	14,1
Septiembre	15,6	15,6	15,6	15,3	15,8	15,5	15,5	15,5	15,4	15,8	15,6	15,9	15,5	15,8	15,6	15,2	15,8	15,3	15,8	15,5	15,4	15,7	15,8	15,1	15,3	15,6	15,8	15,4	15,2	15,7	15,4
Octubre	15,5	15,9	15,6	15,9	15,9	15,9	15,2	15,6	15,9	15,6	15,1	15,4	15,9	15,6	15,6	15,5	15,2	15,6	15,5	15,2	15,6	15,1	15,8	14,7	15,6	15,4	15,8	15,6	15,1	16,7	15,8
Noviembre	15,9	15,3	15,7	15,7	15,7	15,6	15,9	15,4	15,2	15,7	15,6	15,8	15,7	15,5	15,9	15,6	15,2	15,4	15,3	15,3	15,6	15,7	15,8	15,9	15,2	15,6	15,9	15,2	15,6	15,9	15,2
Diciembre	16,2	16,7	16,5	16,8	16,4	16,2	16,1	16,3	16,2	16,4	16,7	16,2	16,1	16,8	16,5	16,4	16,5	16,1	16,1	16,3	16,5	16,1	16,1	16,4	16,6	16,6	16,1	16,7	16,8	16,15	16,15

Fuente. Registro de la Temperatura de la Estación Meteorológica Augusto Weberbauer 1987-2017.

Tabla 8. Variación de la Temperatura en la Parte Media y Baja de la Subcuenca.

Meses	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Enero	11,3	10,5	9,2	9,6	8,2	9,2	9,1	10,3	8,8	9,9	7,9	11,6	8,8	7,7	10,2	8,3	9,6	7,6	8,2	9,2	11,1	10,10	10,10	10,9	9,7	10,10	9,9	10,10	10,10	9,10	10,9	
Febrero	10,2	10,5	9,8	8,3	9,2	9,6	9,1	10,5	9,5	9,3	10,4	11,5	10,2	9,4	10,6	10,6	10,2	10,5	11,1	8,6	9,8	10,1	10,5	10,5	8,3	9,7	9,9	10,7	9,5	10,6	11,8	10,3
Marzo	8,1	9,1	8,7	9,2	10,2	9,5	9,9	9,9	9,8	10,2	7,1	12,2	9,1	9,4	10,5	10,6	9,1	9,6	10,7	10,8	10,5	10,4	11,5	10,5	8,5	9,9	10,9	10,6	11,1	10,6	9,7	
Abril	8,4	9,1	9,9	9,8	8,1	8,8	10,2	9,4	8,1	8,8	8,3	11,3	9,2	8,4	8,9	8,9	8,1	8,3	9,1	8,9	9,1	10,1	9,4	9,4	9,4	9,3	9,1	9,3	8,9	9,8	9,6	
Mayo	6,8	6,9	4,9	6,9	6,6	7,9	7,9	7,7	6,8	6,8	7,3	7,2	7,3	7,6	7,5	7,2	7,5	7,1	5,2	5,7	7,7	7,2	7,6	9,2	6,6	7,2	7,6	8,2	9,3	7,7	6,8	
Junio	5,5	4,3	5,5	7,4	5,5	5,2	5,8	5,4	5,5	5,4	5,7	6,6	6,3	6,3	5,2	6,8	6,7	6,2	5,8	6,8	4,8	5,3	5,9	6,5	6,1	6,4	6,8	5,4	7,8	6,4	4,9	
Julio	6,3	3,2	3,3	5,8	2,8	4,8	4,7	5,4	6,1	5,4	6,4	4,7	4,9	5,9	5,9	5,6	5,3	6,8	4,8	6,7	5,2	4,9	6,5	6,1	5,9	4,8	5,3	5,8	5,8	5,8	5,8	
Agosto	5,7	4,2	5,3	5,3	5,6	5,5	5,7	5,2	6,6	5,6	7,2	5,8	4,6	5,3	6,8	5,4	5,8	5,1	5,5	6,8	5,8	6,2	6,6	6,4	6,5	6,5	6,1	5,9	5,9	6,3	5,9	
Septiembre	8,7	7,6	7,2	7,2	6,2	7,3	6,7	6,9	6,4	7,2	8,2	6,9	7,7	7,8	9,1	6,7	7,1	7,2	7,1	7,7	5,8	7,7	7,4	7,6	7,6	6,6	6,1	6,6	7,6	7,6	7,6	
Octubre	7,6	7,8	8,6	9,3	7,5	8,1	8,9	7,3	8,2	9,1	10,1	9,2	6,8	6,3	9,1	10,1	8,1	9,1	9,3	7,9	8,2	9,2	9,3	7,3	7,8	9,5	9,8	9,7	8,5	9,4	8,4	
Noviembre	9,3	8,8	6,4	9,6	6,6	8,9	7,9	8,9	9,9	5,9	11,7	6,9	7,7	4,6	9,5	10,8	9,1	9,3	6,2	8,8	9,9	8,9	8,9	7,5	9,2	10,1	7,5	8,8	9,1	6,1	8,6	
Diciembre	9,6	8,3	5,3	7,7	7,7	8,9	10,1	9,9	8,6	8,5	11,6	8,7	9,4	8,7	8,9	10,3	9,7	9,8	10,4	10,7	7,7	10,10	9,4	9,5	9,8	9,2	9,4	10,4	10,4	9,8	8,8	

Fuente. Registro de la Temperatura por la Estación Meteorológica Augusto Weberbauer 1987-2017.

Tabla 9. Variación de la Temperatura en la Subcuenca Tres Ríos 1987-2017.

Mes.	T Máxima (°C)	T Media (°C)	T Mínima (°C)
Enero	0,28	0,85	1,41
Febrero	0,35	1,24	2,11
Marzo	-0,15	0,85	1,9
Abril	0,15	0,63	1,13
Mayo	0,49	0,83	1,06
Junio	0,21	0,35	0,42
Julio	0,49	0,63	0,775
Agosto	0,15	0,28	0,35
Septiembre	0,42	0,35	0,35
Octubre	0,07	0,76	1,27
Noviembre	0,28	0,85	1,51
Diciembre.	0,21	1,27	2,4

Fuente: Estudio de Clima Subcuenca San Lucas (Cajamarca) –Subcuenca Shaullo (Baños del Inca y Llacanora) –Proyecto

Adaptando Juntos 2017.

El análisis nos indica que la temperatura anual se ha realizado a través del método de los mínimos cuadrados y nos indica que la temperatura en la Subcuenca ha variado. La temperatura máxima se ha incrementado 0,31 °C en 30 años, la temperatura media se ha incrementado 0,62° C en 30 años y la temperatura mínima ha subido 1,24 °C en 30 años.

La temperatura máxima se ha incrementado en 0,49 °C en los meses de mayo y julio, es decir un 0,016 °C por año, mientras que el pico más bajo se presenta en el mes de marzo, que muestra un descenso de -0,15 °C es decir -0,005 °C por año.

La temperatura media, también presenta un incremento que va, desde 1,27 °C en el mes de diciembre, es decir un crecimiento de 0,041 °C anuales; 0,28 °C, en el mes de agosto, es decir 0,01 °C al año. Sin embargo, es la temperatura mínima, la que ha sufrido los incrementos

de temperatura más significativos, presentando picos de 2,4°C, en el mes de diciembre, lo que significa un 0,08 °C anuales y 0,35 °C, en el mes de agosto, es decir 0,01 °C anuales.

1.2. Variación de la Precipitación.

Se ha analizado el comportamiento de la precipitación, gracias a los datos recogidos por las estaciones meteorológicas Augusto Weberbauer y Granja Porcón, y la información consignada en el Estudio del Clima Subcuenca San Lucas (Cajamarca)-Subcuenca Shaullo (Baños del Inca y Llacanora), del Proyecto Adaptando Juntos (2017), asumiendo que la información registrada por la Estación Meteorológica Granja Porcón se aplica a la parte alta de la Subcuenca y la información registrada por la Estación Meteorológica A. Weberbauer, se aplica a la parte media y baja de la Subcuenca.

1.2.1. Comportamiento de la Precipitación en la parte alta de la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas en el periodo 1987- 2017.

Tabla 10. *Variación Anual de la Precipitación en la Parte Alta de la Subcuenca 1987-2017.*

Año	Estación Granja Porcón (Precipitación mm/año)
1987	1160,9
1988	1165,7
1989	860,5
1990	1156,6
1991	2209,6
1992	1199,0
1993	2170,1
1994	2730,0
1995	1461,2
1996	1610,6
1997	1765,2
1998	1751,2
1999	1929,9
2000	1362,6

2001	1845,1
2002	1622,7
2003	980,7
2004	1339,2
2005	1378,4
2006	1507,7
2007	1572,1
2008	1548,0
2009	1817,7
2010	1310,3
2011	1506,4
2012	1641,6
2013	1734,7
2014	1226,5
2015	1442,8
2016	1740,3
2017	1279,3

Fuente: Estación Meteorológica Granja Porcón-Cajamarca.

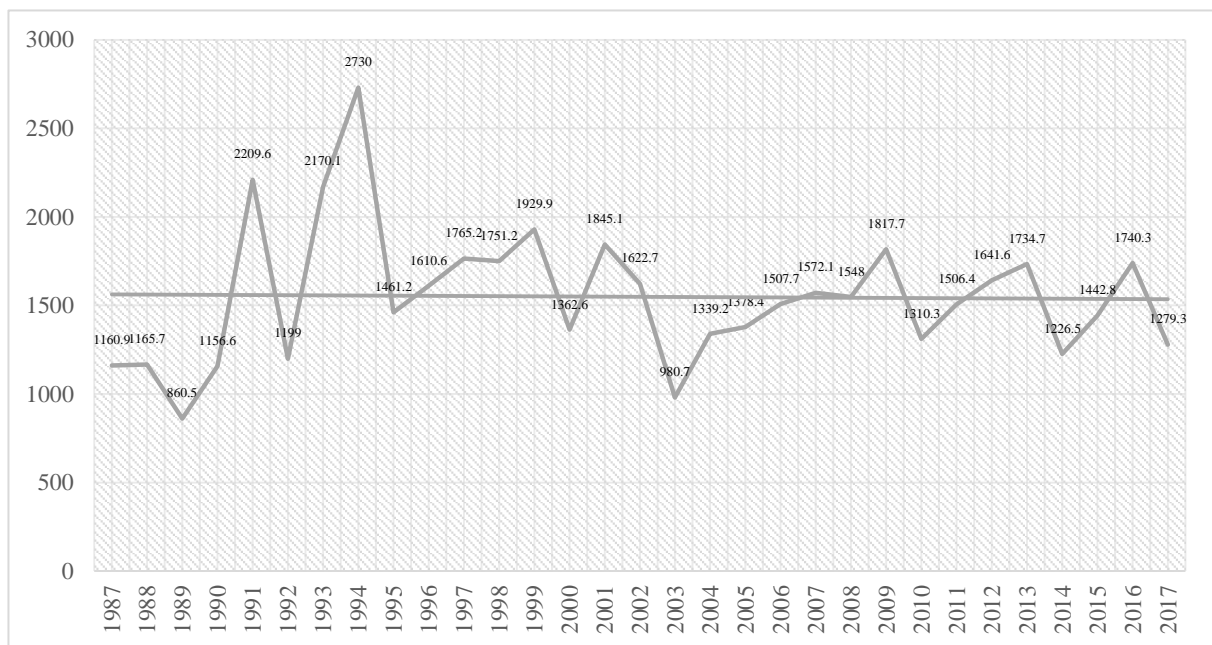


Figura 5. Comportamiento de la Precipitación en la Parte Alta de Subcuenca 1987-2017.

Fuente: Estación Meteorológica Granja Porcón- Cajamarca.

Luego del análisis anual de la precipitación en la parte alta de la Subcuenca, se procede a analizar la precipitación anual y mes a mes.

Tabla 11. Variación Mensual de la Precipitación en la Parte Alta de la Subcuenca.

Año/ Mes	19 87	19 88	19 89	19 90	19 91	19 92	19 93	19 94	19 95	19 96	19 97	19 98	19 99	20 00	20 01	20 02	20 03	20 04	20 05	20 06	20 07	20 08	20 09	20 10	20 11	20 12	20 13	20 14	20 15	20 16	20 17
Enero	31,57	30,75	18,87	29,77	94,70	17,01	14,64	47,54	13,97	19,88	18,69	16,80	21,05	74,81	34,12	76,23	10,38	70,37	15,78	14,55	24,04	19,87	34,48	10,75	25,9	32,1	14,74	13,07	37,2	20,12	20,1
Febrero	11,85	17,66	21,68	85,44	35,51	74,05	19,36	37,85	22,88	40,53	19,02	38,04	49,52	23,7	22,8	13,94	23,0	23,18	18,51	34,79	24,19	19,16	30,14	27,32	28,14	15,32	22,27	18,18	15,15	20,20	22,54
Marzo	12,65	63,6	85,85	88,66	50,97	13,74	37,41	53,17	21,77	31,22	12,29	29,83	25,33	22,11	41,9	39,04	12,83	34,35	34,25	35,30	25,27	20,28	30,15	27,35	28,22	15,38	22,38	22,68	25,25	23,4	
Abril	85,3	16,73	89,9	12,72	24,81	11,97	43,78	26,58	12,83	14,3	26,62	24,8	12,36	16,86	92,69	15,2	81,4	82,1	93,4	18,1	22,6	15,0	14,9	16,3	26,9	21,0	19,6	10,3	10,8	16,3	20,9
Mayo	68,6	18,6	33,5	28,1	10,7	10,7	32,2	11,9	59,2	81,7	85,4	16,6	16,0	88,7	38,1	76,4	75,6	91,8	62,8	57,7	76,7	12,4	83,1	21,2	10,9	19,3	10,3	19,3	15,8	91,8	77,5
Junio	0,6	15,6	0,6	35,6	6,4	62,8	19,6	18,6	12,6	49,7	18,5	0,9	53,9	40,7	17,6	27,8	54,4	11,7	53,7	62,1	1,73	31,3	39,3	8,4	32,5	32,4	5,8	1,1	83,7	48,4	
Julio	19,5	6,4	0,9	0,9	0,0	0,0	0,0	51,8	0,0	39,0	20,20	1,15	15,28	41,41	0,0	5,16	42,18	0,44	5,13	16,0	42,17	18,13	20,0	44,17	13,0	17,9	9,9	9,94	15,7		
Ago.	0,3	5,3	0,6	0,6	0,24	18,4	22,2	48,9	20,3	9,9	14,8	6,4	16,3	0,6	2,4	15,6	19,1	7,7	15,1	20,7	11,1	8,8	33,6	4,8	45,8	44,7	10,5	0,4	83,2	8,7	
Sept.	60,5	30,6	46,5	13,9	78,7	13,5	82,6	10,4	54,9	48,5	80,5	67,6	22,8	14,3	53,9	47,3	84,2	54,8	11,4	32,6	11,8	27,0	31,2	55,4	33,7	30,4	65,8	24,6	11,8	97,4	
Oct.	12,7	13,3	77,7	26,2	15,7	11,9	13,7	25,2	96,5	23,2	16,9	23,4	65,3	19,3	17,0	20,2	10,1	14,7	15,2	39,8	17,1	18,2	18,4	82,7	84,5	13,7	17,4	97,4	88,4	16,8	10,5
Nov.	16,1	11,2	51,5	25,0	22,1	75,7	20,6	21,0	12,5	80,6	30,1	15,8	13,8	62,8	22,7	15,6	11,2	16,8	28,6	15,5	21,1	12,7	18,7	96,5	93,2	20,5	28,4	91,6	12,3	10,6	16,4
Dic.	82,6	12,7	86,6	10,3	25,0	17,4	45,2	14,2	24,3	58,6	30,5	99,6	16,6	23,6	17,2	24,3	10,0	24,1	16,4	18,3	14,6	66,4	23,4	18,4	26,2	67,5	24,3	20,9	10,7	17,3	17,8

Fuente: Registros de Precipitación de la Estación Meteorológica Granja Porcón 1987-2017.

Tabla 12. *Variación Mensual de la Precipitación en la Parte Alta de la Subcuenca 1987-2017.*

<u>Mes</u>	<u>Variación de los parámetros de Precipitación 1987-2017/mm.</u>
Enero	38,54
Febrero	25,5
Marzo	76,3
Abril	27,6
Mayo	0,07
Junio	7,89
Julio	7,71
Agosto	6,76
Septiembre	-11,55
Octubre	-6,83
Noviembre	-3,66
Diciembre.	20,5

Fuente: Estudio de Clima Subcuenca San Lucas (Cajamarca) –Subcuenca Shaullo (Baños del Inca y Llacanora) –Proyecto

Adaptando Juntos 2017.

El análisis de tendencia se ha realizado mediante el método de los mínimos cuadrados y muestra que en 30 años, la precipitación en la parte alta de la Subcuenca se ha incrementado en 6,10 mm año, que suman un total de 188,83 mm en 30 años, sin embargo, la población percibe que también se ha disminuido la frecuencia de la lluvia, de allí que el Proyecto Adaptando Juntos (2017) acuña el término “Llueve más en menos tiempo” (15-30 mm/hora), para referirse a las lluvias como amenaza climática relacionada con el cambio climático para las cuencas de Cajamarca.

El período 1987-2017, en la parte alta de la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas la intensidad de la precipitación se ha incrementado entre los meses de enero a agosto, especialmente junio, julio y agosto, época en que las lluvias perjudican las cosechas; sin embargo, se ha reducido en los meses de septiembre a noviembre (meses de siembra). Esto implica que el verano se va prolongado de los meses de mayo hasta noviembre. En los últimos

30 años, la intensidad de la precipitación se ha incrementado más significativamente en el mes de marzo con 76,3 mm, es decir 2,46 mm por año, seguido del mes de enero, que presenta un incremento de 38,54 mm en 30 años, es decir 1,24 mm/año.

Los meses de septiembre, octubre y noviembre, presentan reducciones importantes de la precipitación en un período de 30 años, reducciones que van desde -11,55 mm en el mes de septiembre, -6,83 mm octubre y -3,66 mm en el mes de noviembre.

En tanto, los meses de verano, junio, julio y agosto, presentan un ligero incremento de la precipitación, de 7 mm.

1.2.2. Comportamiento de la Precipitación en la parte media y baja de la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas en el periodo 1987-2017.

Se realiza el análisis anual y mensual de la intensidad de la precipitación, tomando como base los datos de la estación meteorológica Augusto Weberbauer, que en este caso se aplican a la parte media y parte baja de la Subcuenca, que constituyen en parte zona urbana y de expansión urbana.

Tabla 13. Precipitación Anual Acumulada según la Estación Meteorológica Augusto Weberbauer.

Año	Estación A. Weberbauer (Precipitación mm/año)
1987	535,6
1988	602,9
1989	699,2
1990	607,4
1991	507,4
1992	423,1
1993	872,0
1994	825,4
1995	515,0

1996	585,4
1997	687,9
1998	812,1
1999	820,1
2000	715,6
2001	877,6
2002	540,5
2003	528,9
2004	625,9
2005	571,9
2006	689,6
2007	671,2
2008	721,4
2009	794,8
2010	542,7
2011	325,9
2012	523,6
2013	402,9
2014	483,0
2015	777,4
2016	522,8
2017	712,6

Fuente: Estación Meteorológica Augusto Weberbauer-Cajamarca.

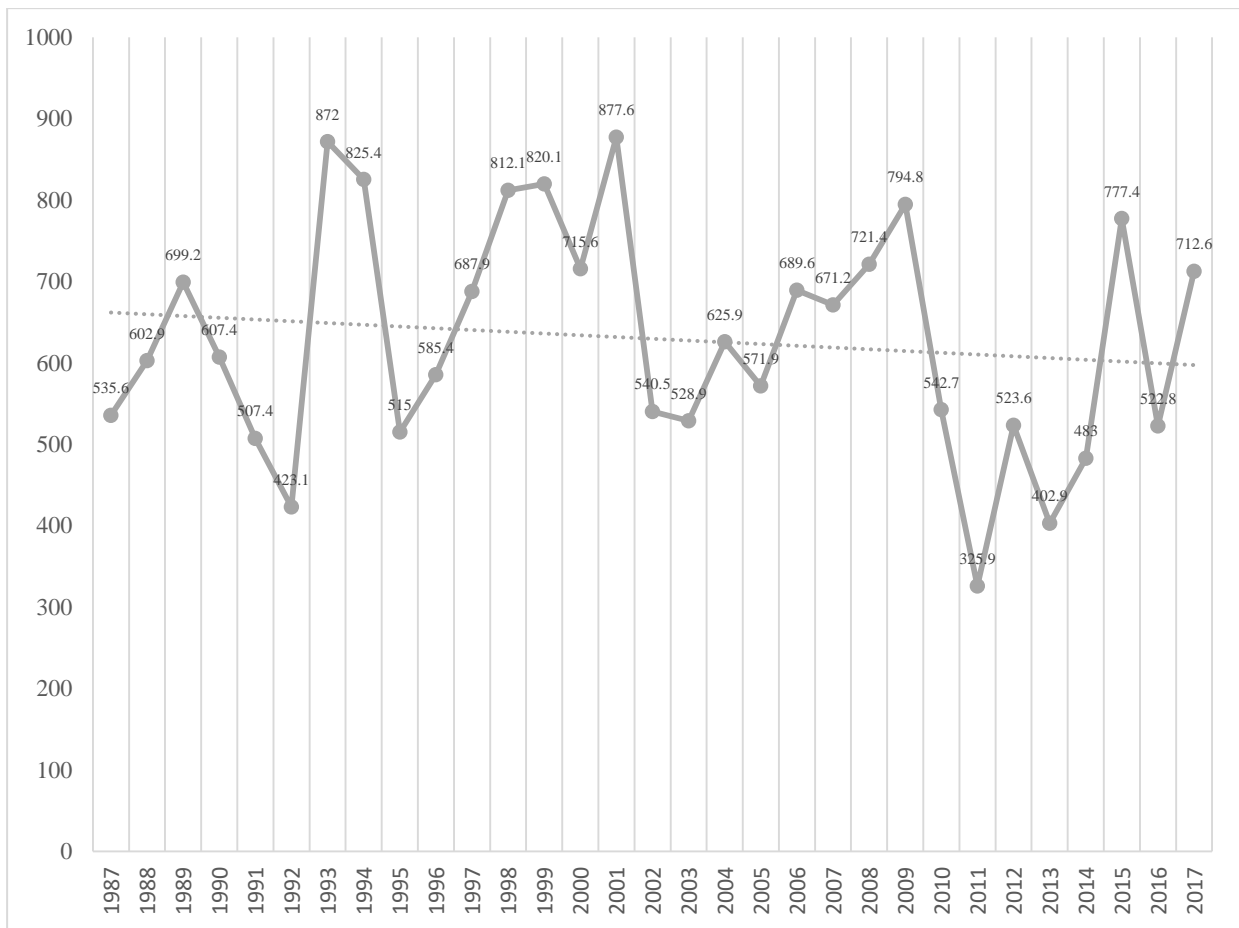


Figura 6. Comportamiento Anual de la Precipitación en la Parte Media y Baja de la Subcuenca 1987-2017.

Fuente: Estación Meteorológica Augusto Weberbauer.

Tabla 14. Variación Mensual de la Precipitación en la Parte Media y Baja de la Subcuenca.

Año/ Mes	19 87	19 88	19 89	19 90	19 91	19 92	19 93	19 94	19 95	19 96	19 97	19 98	19 99	20 00	20 01	20 02	20 03	20 04	20 05	20 06	20 07	20 08	20 09	20 10	20 11	20 12	20 13	20 14	20 15	20 16	20 17
Enero	98 ,2	10 9, 7	87 8	10 1, 8	43 ,8	52 ,6	61 9	11 6, 9	44 ,7	65 ,2	63 ,8	10 3	94 ,8	46 1	19 1	27 1	51 ,1	36 ,1	84 ,9	83 ,2	15 ,4	80 ,2	18 0, 7	49 ,5	21 ,2	10 5, 5	14 ,2	57 ,6	18 6, 2	82 ,9	11 2, 9
Febre ro	95 ,2	10 5, 5	15 8, 8	68 ,5	90 ,8	31 2, 2	11 10 1	10 3, 3	12 8, 3	15 5 9	11 2, 5	24 6, 7	16 1, 1	10 1 1	60 ,8	61 ,4	10 2	11 9, 3	10 1, 6	17 ,5	13 3, 3	74 ,6	11 2, 9	43 ,2	10 4, 9	55 ,4	35 ,6	55 ,6	85 ,3	99 ,3	
Marz o	39 ,2	44 ,8	11 3, 5	58 ,3	13 3, 7	66 ,6	24 5	17 0, 2	75 ,8	12 1	26 ,5	25 7	69 ,5	12 6, 3	23 0	13 3	10 3, 6	56 ,9	13 6, 3	19 9, 4	18 2, 8	11 8, 0	11 0, 4	15 ,5	65 ,1	96 ,3	11 ,9	95 3, 3	20 1, 6	12 3, 2	13 6, 2
Abril	52 ,2	95 ,6	85 ,4	27 ,4	55 ,2	46 ,5	10 2, 9	14 4, 9	49 ,7	50 ,4	40 ,4	83 ,9	64 ,4	77 ,3	57 ,2	77 ,2	42 ,1	44 ,6	54 6	77 ,6	11 1, 5	99 ,1	78 ,8	88 ,4	44 ,3	46 ,3	40 9	35 ,9	64 2	56 ,2	83 ,6
Mayo	11 ,2	10 ,6	18 ,8	39 ,8	17 ,9	18 ,9	29 ,6	35 ,3	20 ,6	13 ,7	17 6	19 ,6	53 ,7	40 ,5	48 ,1	23 7	30 ,7	42 ,4	7, 2	7, 7	29 7	22 ,7	42 ,2	17 ,9	6 8	35 ,1	32 ,2	29 ,6	76 7	7 3	22 ,3
Junio	4 4	5, 4	16 ,7	24 ,6	0, 7	21 ,2	1, 9	3, 3	1, 7	0, 8	15 ,4	4, 8	22 ,8	15 ,6	2, 3	10 3	22 ,3	2, 1	4, 5	23 ,9	1, 4	15 ,4	17 ,9	4, 6	0, 4	0, 7	7, 7	5, 3	3 6	1, 6	3, 4
Julio	10 ,8	0 2	3, 8	0, 4	0, 6	4, 3	3, 0	0 2	13 ,2	0, 5	0, 2	1, 3	22 ,1	2, 1	13 ,9	5, 4	1, 8	13 ,8	0, 6	1, 8	10 ,7	2, 3	12 ,3	2, 2	8, 3	0 0	0 1	1, 4	4, 2	2, 3	3, 5
Agost o	11 ,2	0, 4	5, 9	7, 1	0, 3	10 9	2, 0	0, 2	10 ,8	15 ,8	0 7	4, 2	1, 2	13 ,4	0 4	3, ,6	10 ,4	29 ,4	3, 5	6, 1	6, 4	11 ,7	3, 9	0 0	0 0	4, 1	3, 8	0, 1	1, 1	3, 1	3, 8
Septie mbre	39 ,5	32 ,9	53 ,5	20 ,1	10 ,2	40 ,8	51 ,4	11 ,9	11 ,5	13 ,9	27 ,4	17 ,8	81 ,4	56 ,6	3, 4	14 ,6	14 ,8	19 2	31 ,2	33 ,6	11 ,6	34 ,7	11 ,8	1, 8	16 8	19 1	3, 5	28 ,2	28 ,5	25 ,2	20 ,2
Octu bre	37 ,2	69 ,4	10 6, 6	87 ,6	28 ,2	64 3	10 6, 3	27 ,2	51 ,8	76 ,2	11 1, 9	79 ,6	21 ,7	9, 9	46 ,2	0 9	46 4	63 ,4	12 ,3	12 ,7	11 8, 9	96 ,5	78 ,5	28 ,7	20 ,3	49 ,2	79 ,3	26 ,6	16 ,8	60 6	61 1
Novie mbre	73 ,4	65 ,2	47 ,1	99 ,1	55 ,1	32 4	71 ,4	89 ,8	50 ,5	68 ,8	12 9, 4	29 ,1	77 5	44 ,5	93 ,4	99 ,9	63 ,8	92 ,6	30 4	60 ,4	97 ,6	72 ,2	10 9, 4	23 ,5	10 ,4	44 ,9	17 9	45 ,9	99 ,6	17 ,1	58 ,9
Dicie mbre	61 ,5	63 ,4	2, 7	72 ,3	71 ,9	34 ,1	84 ,1	12 2, 6	76 ,4	34 ,1	10 3 3	94 ,8	68 ,8	12 2, 3	90 ,9	86 ,1	80 ,7	12 4 8	87 ,8	81 ,7	68 ,8	34 ,4	72 ,4	59 ,2	80 ,3	21 ,2	36 ,4	11 6, 8	39 ,5	63 ,1	65 ,5

Fuente: Registros de Precipitación de la Estación Meteorológica Augusto Weberbauer 1987-2017.

Luego del análisis anual y mensual de la precipitación, se procede a consignar cómo se comporta la precipitación en la parte media y baja de la Subcuenca, en un análisis de tendencia mes a mes, realizado utilizando el método de los mínimos cuadrados.

Tabla 15. *Variación de la Precipitación en la Parte Media y Baja de la Subcuenca 1987-2017.*

Mes	Variación mensual de precipitación periodo 1987-2017, en mm.
Enero	0,28
Febrero	-18,81
Marzo	21,7
Abril	-0,42
Mayo	-3,45
Junio	-5,0
Julio	-1,55
Agosto	-6,83
Septiembre	-10,85
Octubre	-20,43
Noviembre	-4,65
Diciembre.	4,16

Fuente: Estudio de Clima Subcuenca San Lucas (Cajamarca) –Subcuenca Shaullo (Baños del Inca y Llacanora) –Proyecto Adaptando Juntos 2017.

Los índices de precipitación anual en la parte media y baja Subcuenca decrecen. La intensidad de la precipitación se ha reducido en -1,51 mm por año, lo que suma un total de -48,05 mm en 30 años.

En un periodo de 30 años (1987-2017), en la parte media y baja de la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas, la intensidad de la precipitación se ha incrementado únicamente en los meses de enero (0,28 mm en 30 años), marzo (21,7 mm en 30 años) y diciembre (4,16 mm en 30 años), mientras que entre los meses de febrero a noviembre la precipitación anual se ha reducido.

La reducciones más significativas se observan en el período octubre (-20,43 mm) y febrero (-18,81 mm) en 30 años.

Si bien los índices anuales de reducción parecen mínimos, la línea de tendencia nos muestra que la tendencia de la precipitación, en la parte media y baja de la Subcuenca, es a disminuir.

1.3.Variación en la disponibilidad de aguas superficiales (cantidad).

1.3.1. Oferta hídrica.

La oferta hídrica de aguas superficiales para la Subcuenca Tres Ríos- San Lucas, se ha sistematizado teniendo en cuenta las siguientes fuentes superficiales: precipitación, volumen de agua de ríos y quebradas, volumen de agua de manantiales, volumen de agua de lagunas y volumen de agua de bofedales. La información utilizada proviene, en parte, del Plan Estratégico para la Gestión Hídrica con Enfoque de Adaptación al Cambio Climático de la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas, y de inventarios hídricos realizados por diferentes entidades. En caso de inexistencia de datos, se ha consignado la cantidad registrada en el año 2017.

1.3.1.1.Oferta hídrica en el año 1987.

Tabla 16. *Oferta Hídrica de Aguas Superficiales en la Subcuenca, año 1987.*

Fuentes de agua superficiales.	Volumen anual en m ³
Precipitación.	6 196 565,66
Ríos y quebradas.	3 321 091,20
Manantiales.	271 534,16
Lagunas.	4 228 965,52
Bofedales.	377 395,20
Total m³	14 395 551,74

Fuente: Plan Estratégico para la gestión hídrica con enfoque de adaptación al cambio climático de la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas al 2027.

Tabla 17. *Oferta Hídrica Mensual por Fuentes, año 1987.*

Fuentes de agua.	MESES												Total anual m ³ .
	<u>E</u>	<u>F</u>	<u>M</u>	<u>A</u>	<u>M</u>	<u>J</u>	<u>J</u>	<u>A</u>	<u>S</u>	<u>O</u>	<u>N</u>	<u>D</u>	
Precipitación (m ³)	1 512 663,77	781 000,84	605 577,16	502 515,75	291 641,87	14 618,64	110 736,20	41 041,83	365 446	584 380,13	862 499,76	524 443,71	6 196 565,66
Ríos y quebradas. (m ³)	276 757,6	276 757,6	276 757,60	276 757,60	276 757,60	276 757,60	276 757,60	276 757,60	276 757,60	276 757,60	276 757,60	276 757,60	3 321 091,20
Manantiales (m ³)	22 607, 68	22 607, 68	22 607, 68	22 607, 68	22 607, 68	22 607, 68	22 607, 68	22 607, 68	22 607, 68	22 607, 68	22 607, 68	22 607, 68	271 534,16
Lagunas (m ³)	352 413,79	352 413,79	352 413,79	352 413,79	352 413,79	352 413,79	352 413,79	352 413,79	352 413,79	352 413,79	352 413,79	352 413,79	4 228 965,52
Bofedales (m ³)	32 140,80	29 030,40	31 104,00	31 104,00	32 140,80	31 104,00	32 140,80	32 140,80	31 104,00	32 140,80	31 104,00	32 140,80	377 395,20
Total.	2 196 583,64	1 461 810,31	1 288 460,23	1 185 398,82	975 561,74	697 501,71	794 656,07	724 961,7	1 048 329,07	1 268 300	1 545 382,83	1 208 363,58	14 395 551,7

Fuente: Plan Estratégico para la Gestión Hídrica con Enfoque de Adaptación al Cambio Climático de la Subcuenca Tres Ríos- San Lucas al 2027.

A) Precipitación.- Se ha calculado en función a los promedios mensuales registrados por las Estaciones Meteorológicas Granja Porcón y Augusto Weberbauer en el año 1987. El volumen anual de agua por precipitación ascendía a 6 196 565,66 m³.

B) Ríos y quebradas.- El agua de ríos y quebradas, está constituida por el caudal de 20 quebradas aforadas por el Proyecto Adaptando Juntos (2017). Debido a que no se cuenta con datos sobre la cantidad de agua que se tenía por esta fuente en el año 1987, se está usando la información del año 2017. El volumen anual de agua de ríos y quebradas es de 3 321 091,20 m³.

C) Manantiales.- El caudal de agua de los manantiales se ha obtenido del aforo de 151 manantiales, aforo realizado por el Proyecto Adaptando Juntos (2017) en época de estiaje, información que se utilizó para el cálculo del año 1987, período del cual no existe información. De los 151 manantiales aforados, en la actualidad 55% están secos, realidad que era distinta en el año 1987. El caudal de agua de manantiales era de 271 534,16 m³.

D) Lagunas.- Se ha estimado la cantidad de agua de la laguna Mataracocha, teniendo en cuenta que en el año 1987, su espejo de agua medía 7,32 ha. El volumen de agua que dicha laguna almacenaba en el año 1987 era de 4 228 965,52 m³.

E) Bofedales.- Se ha calculado en base a los datos existentes en el año 2007, que dan cuenta de la existencia de un volumen de 12 L/s en 482 ha de bofedal. (Proyecto Adaptando Juntos, 2017), aunque en el año 1987, la extensión del bofedal alcanzaba un área 520 ha, lo que supone que el volumen anual aproximado de agua procedente de los bofedales sumaba 377 395,20 m³.

La oferta hídrica anual de la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas en el año 1987, era de 14 395 551,74 m³, aproximadamente.

1.3.1.2. Oferta hídrica en el año 2017.

Tabla 18. *Oferta Hídrica Anual en la Subcuenca, año 2017.*

Fuentes de agua superficiales.	Volumen anual en m ³
Precipitación (m ³)	8 133 336,18
Ríos y quebradas. (m ³)	3 321 091,20
Manantiales (m ³)	170 776,20
Lagunas (m ³)	2 452 800
Bofedales (m ³)	175 489,58
Total (m ³)	14 253 493,16

Fuente: Plan Estratégico para la gestión hídrica con enfoque de adaptación al cambio climático de la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas al 2027.

A) Precipitación.- Suma un total anual de agua por precipitación que asciende a 8 133 336,18 m³.

B) Ríos y quebradas.- El agua de ríos y quebradas, está constituida por el caudal del 20 quebradas aforadas en el año 2017. El volumen anual es de 3 321 091,20 m³.

C) Manantiales.- El caudal de agua de los manantiales se ha obtenido del aforo de 151 manantiales. El caudal de agua que aportan los manantiales es de 170 776,20 m³.

D) Lagunas.- Se ha estimado la cantidad de agua que aporta la Laguna Mataracochoa, con un caudal actual de 80 L/s. El volumen de agua que dicha laguna almacena es de 2 452 800,00 m³ año, según el Proyecto Adaptando Juntos (2017)

E) Bofedales.- La Subcuenca cuenta con solo 344,3 ha de bofedales, que aportan 5,57 L/s, que suman un volumen anual de 175 489,58 m³, según el Proyecto Adaptando Juntos (2017)

La oferta hídrica, anual de la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas para el año 2017, es de 14 253 493,16 m³.

Tabla 19. *Oferta Hídrica Mensual por Fuentes, año 2017.*

Fuentes de agua.	Meses												Total anual m ³ .
	<u>E</u>	<u>F</u>	<u>M</u>	<u>A</u>	<u>M</u>	<u>J</u>	<u>J</u>	<u>A</u>	<u>S</u>	<u>O</u>	<u>N</u>	<u>D</u>	
Precipitación (m ³)	1 147 928,71	1 183 378,90	1 355 147,93	1 072 642,71	364 735,07	190 773,25	18 273,30	44 842,67	429 788,02	612 155,55	823 394,89	890 275,18	8 133 336,18
Ríos y quebradas. (m ³)	276 757,60	276 757,60	276 757,60	276 757,60	276 757,60	276 757,60	276 757,60	276 757,60	276 757,60	276 757,60	276 757,60	276 757,60	3 321 091,20
Manantiales (m ³)	14 231,35	14 231,35	14 231,35	14 231,35	14 231,35	14 231,35	14 231,35	14 231,35	14 231,35	14 231,35	14 231,35	14 231,35	170 776,20
Lagunas (m ³)	204 400	204 400	204 400	204 400	204 400	204 400	204 400	204 400	204 400	204 400	204 400	204 400	2 452 800,00
Bofedales (m ³)	14 918,68	13 475,00	14 437,50	14 437,50	14 981,68	14 437,50	14 981,68	14 981,68	14 437,50	14 981,68	14 437,50	14 981,68	175 489,58
Total.	1 658 236,34	1 692 242,85	1 864 974,38	1 582 469,16	875 105,70	700 599,70	528 643,93	555 213,30	939 614	1 122 526,18	1 333 221,34	1 400 645,81	14 253 493,16

Fuente: Plan Estratégico para la Gestión Hídrica con enfoque de adaptación al cambio climático de la Subcuenca Tres Ríos- San Lucas al 2027.

1.3.2. *Demanda de agua.*

En la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas se demanda agua para los siguientes usos:

- A) **El Caudal ecológico.** “Se entenderá como caudal ecológico al volumen de agua que se debe mantener en las fuentes naturales de agua para la protección o conservación de los ecosistemas involucrados, la estética del paisaje u otros aspectos de interés científico o cultural” (ANA-DCPRH, 2016, p.4).
- B) **Uso poblacional.-** Se ha estimado tomando en cuenta la sugerencia que hace la Organización Mundial de la Salud (OMS, citado por Moral, C., 2015), que indica a modo de sugerencia que una persona debe consumir en promedio 100 litros de agua por día para satisfacer las necesidades tanto de consumo como de higiene.
- C) **Uso agrario.** Aquí se ha calculado en primer lugar la cantidad de agua que se necesita para la producción agrícola:
- **Cultivos permanentes.** Se ha estimado el volumen de agua por hectárea/año. “El rango de consumo promedio es de entre 4000 a 6000 metros cúbicos por hectárea por temporada” (UNALM y AGROBANCO, 2012, p.12). El cálculo se ha realizado en base 5000 m³/ha/año.
 - **Cultivo de pastos.** Se ha estimado teniendo en cuenta la cantidad de agua que necesita la alfalfa “El aporte de agua en caso de riego por inundación es de 1000 m³/ha/año” (WWW.Infoagro.com/herbaceos/forrajes/alfalfa, s/f, p.2)
 - **Agua para consumo del ganado.** Tal como lo estima el portal <https://albeitar.portalveterinaria.com>. (2018), un animal para carne puede consumir entre 28, 41 o 66 litros de agua, según la temperatura ambiente sea de 4, 21, o 32°C. Aquí se ha realizado el cálculo asumiendo que cada cabeza de ganado consume 41 L/día.

1.3.2.1. Demanda anual de agua en el año 1987.

Tabla 20. Demanda Anual de Agua por Usos, 1987.

Demanda por uso.		Volumen de agua en m ³ /año 1987.
Caudal ecológico.		4 106 860,00
Uso Agrario.	Uso agrícola (2047,23 ha.)	7 675 433,69
	Agua para consumo del ganado (3963 cabezas)	59 127,96
	Siembra de pastos (639,62 ha.)	637 931,37
Uso Poblacional.	Población rural (2238 rural y 17 752 urbana)	734 321,10
Total.		13 213 674,10

Fuente: Plan Estratégico para la gestión hídrica con enfoque de adaptación al cambio climático de la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas al 2027.

A) **Caudal Ecológico.** Se ha estimado considerando el caudal establecido para el año 2017 y reduciendo el 17% del porcentaje de evaporación, que representa el incremento en 30 años. El caudal ecológico que se demandaba en la Subcuenca en el año 1987 era de 4 106 860,00 m³. En el año 1987, la evaporación era de entre 150 y 800 mm/año, con promedios mensuales que iban desde “60 mm en el mes de enero, febrero, marzo y abril, a 65 mm en promedio en los meses de mayo, junio, septiembre, octubre y diciembre; picos de 99 mm en julio y 87 mm en agosto” (ONERN, 1977, p.20)

B) **Uso agrario.** Contempla el uso de agua para el cultivo de productos de pan llevar, el agua para el cultivo de pastos y el agua para consumo de los animales. La demanda anual para uso agrario en el año 1987 se estimaba en 8 372 493,02 m³, para 2047,23 ha de cultivos agrícolas, 639,62 ha de pastos cultivados y el consumo de 3963 cabezas de ganado aproximadamente.

C) **Uso poblacional.** Para el año 1987, la Planta de Tratamiento de Agua Potable Santa Apolonia contaba con 17 752 usuarios, cifra que constituye el 30% de 59 173 usuarios

que tenía registrados SEDACAJ en el año 1981. (EPS SEDACAJ, 2006), es decir que la población urbana demandaba 652 634,10 m³ de agua, mientras que la zona rural demandaba un volumen aproximado de 81 687,00 m³, para 2238 personas. En total la demanda de agua para uso poblacional en la Subcuenca era de 734 321,10 m³.

Tabla 21. Demanda Mensual de Agua por Usos, 1987.

Mes	Caudal ecológico m ³ .	Uso poblacion al m ³ .	Uso agrario m ³ .			Demanda total m ³
			Cultivos agrícolas.	Pastos	Consumo Ganado	
Enero	355,240.00	62,388.75	440,441.06	54,329.32	5,033.01	917,432.14
Febrero	357,730.00	57,009.85	397,817.73	49,071.65	4,557.45	866,186.68
Marzo	408,360.00	60,595.75	426,233.28	52,576.76	4,874.49	952,640.28
Abril	380,970.00	60,595.75	426,233.28	52,576.76	4,874.49	925,250.28
Mayo	347,770.00	62,388.75	869,458.58	54,329.32	5,033.01	1,338,979.66
Junio	355,240.00	60,595.75	841,411.53	52,576.76	4,874.49	1,314,698.53
Julio	385,120.00	62,388.75	869,458.58	54,329.32	5,033.01	1,376,329.66
Agosto	371,010.00	62,388.75	869,458.53	54,329.32	5,033.01	1,362,219.61
Septiembre	308,780	60,595.75	841,411.53	52,576.76	4,874.49	1,268,238.53
Octubre	288,840.00	62,388.75	869,458.58	54,329.32	5,033.01	1,280,049.66
Noviembre	270,580.00	60,595.75	397,817.73	52,576.76	4,874.49	786,444.73
Diciembre	277,220.00	62,388.75	426,233.28	54,329.32	5,033.01	825,204.36
Total	4,106,860.0	734,321.1	7,675,433.7	637,931.4	59,127.96	13,213,674.1

Fuente: Plan Estratégico para la gestión hídrica con enfoque de adaptación al cambio climático de la Subcuenca Tres Ríos- San Lucas al 2027.

Los meses de mayor demanda de agua en el año 1987, eran los meses de mayo a octubre, donde la demanda de agua superaba ampliamente el millón de metros cúbicos al mes, mayormente para uso agrario.

1.3.3.2. Demanda anual de agua en el año 2017.

Tabla 22. Demanda Anual de Agua por Usos, 2017.

Demanda por uso.	Volumen de agua en m ³ /año 2017.
Caudal ecológico.	4 942 000,00
Uso Agrario.	
Uso agrícola (1843 ha.)	8 968 419,80
Agua para consumo de ganado (2752 Cabezas)	41 060,76
Agua para siembra de pastos (422 ha.)	420 885,92
Uso Poblacional.	
Población urbana (71 930)	2 625 732,72
Población rural (2752)	100 459,00
Total.	17 098 558,20

Fuente: Plan Estratégico para la gestión hídrica con enfoque de adaptación al cambio climático de la Subcuenca Tres Ríos- San Lucas al 2027.

Para el año 2017, el volumen de agua que se demanda por uso, es el siguiente:

- A) **Caudal Ecológico.** El Proyecto Adaptando Juntos (2017), ha estimado la demanda por caudal ecológico anual en 4 942 000,00 m³. Para el año 2017, en las partes altas la “evaporación va en el orden de 250 mm a 500 mm/año, la parte media presenta una evaporación que va en el orden de 500 mm a 750 mm, y la parte baja una evaporación de 750 mm a 1000 mm...” (Gobierno Regional de Cajamarca, 2016, p.46-47). Se estima que los promedios de evapotranspiración mensual son de 79,80 mm en febrero (el más bajo) y 100,75 mm en agosto (el más alto), mientras que los meses de enero a diciembre, presentan índices promedios de entre 81,30 a 97,96 mm/mes.
- B) **Uso agrario.** Contempla el uso de agua para el cultivo de productos de pan llevar, el agua para el cultivo de pastos y el agua para consumo de los animales. La demanda anual para uso agrario se estima en 9 430 373,48 m³, para 1843 ha de tierras aptas para cultivos agrícolas (en limpio y permanentes), 422 ha de pastos cultivados y el agua para consumo 2752 cabezas de ganado. (CENAGRO, 2012).

C) **Uso poblacional.** Según INEI (2017) para el año 2017, el agua para uso poblacional se estima en 2 625 732,72 m³, “para el 30% de la población urbana de Cajamarca que suman un total de 71 930 personas, de las cuales SEDACAJ atiende 34 876” (Proyecto Adaptando Juntos, 2017, p. 61). Y 100 419,00 m³ de agua para 2752 personas de la zona rural, que proveen las Juntas Administradoras de Agua y Saneamiento (JASS). Según el Proyecto Adaptando Juntos (2017), SEDACAJ cuenta con una licencia de uso de agua para captar agua del Río Ronquillo de 80 L/s, sin embargo capta y almacena un promedio de 600 000 m³ de agua, brindando el servicio por 4 a 8 horas diarias.

Según Adaptando Juntos (2017) en la zona urbana de la Subcuenca sólo se atiende al 58% de la demanda de agua para uso poblacional (47% por SEDACAJ), y un porcentaje de 11% que atienden las JASS, mientras que en la zona rural, las JASS atienden a un 60% de la población que demanda el servicio, mientras que el 40% de la población usa agua directamente de las fuentes disponibles (uso primario).

Tabla 23. Demanda Mensual de Agua por Usos, año 2017.

Mes.	Caudal ecológico	Uso poblacional.		Uso agrario.			Demanda total m ³
		Urbana	Rural	Cultivos agrícolas.	Pasto	Ganado	
Enero	428 000	218 811,1	8371,58	782 722,1	35 844,78	3495,00	1 477 244,5
Febrero	431 000	218 811,06	8371,58	636 208,80	32 375,84	3164,80	1 329 932,08
Marzo	492 000	2512,20	2512,20	681 729,70	34 688,40	3384,96	1 216 827,46
Abril	459 000	218 811,06	8371,58	681 729,70	34 688,40	3384,96	1 405 985,70
Mayo	419 000	218 811,06	8371,58	782 722,10	35 844,68	3495,04	1 468 244,46
Junio	428 000	218 811,06	8371,58	757 473,00	34 688,40	3384,96	1 450 729,00
Julio	464 000	218 811,06	8371,58	782 722,10	35 844,68	3495,04	1 513 244,46
Agosto	447 000	218 811,06	8371,58	782 722,10	35 844,68	3495,04	1 496 244,46
Septiembre	366 000	218 811,1	8371,58	757 473,0	34 688,4	3385	1 388 729,00
Octubre	348 000	218 811,06	8371,58	782 722,10	35 844,68	3495,04	1 397 244,46
Noviembre	326 000	218 811,06	8371,58	757 473,00	34 688,40	3384,96	1 348 729,00
Diciembre	334 000	218 811,06	8371,58	782 722,10	35 844,68	3495,96	1 383 245,38
Total	4 942 000	2 625 732	100 459	8 968 419,8	420 885,9	41 060,8	17 098 558,20

Fuente: Plan Estratégico para la gestión hídrica con enfoque de adaptación al cambio climático de la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas al 2027.

1.3.3. Balance hídrico.

1.3.3.1. Balance hídrico del año 1987.

Tabla 24. Balance Hídrico de la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas.

Mes	Oferta hídrica (m ³)	Demanda hídrica (m ³)	Balance hídrico (m ³)	Déficit m ³ .
Enero	2 196 583,64	917 432,14	1 279 151,50	-2 431 199,83
Febrero	1 461 810,31	866 186,68	595 623,63	
Marzo	1 288 460,23	952 640,28	335 819,95	
Abril	1 185 398,82	925 250,28	260 148,54	
Mayo	975 561,74	1 338 979,66	-363 417,92	
Junio	697 501,71	1 314 698,53	-617 196,82	
Julio	794 656,07	1 376 329,66	-581 673,59	
Agosto	724 961,7	1 362 219,61	-637 257, 91	
Septiembre	1 048 329,07	1 268 239,00	-219 903,93	
Octubre	1 268 300	1 280 049,66	-11 749,66	
Noviembre	1 545 382,83	786 444,73	758 938,10	
Diciembre	1 208 363,58	825 204,36	383 159,22	
Total	14 395 551,74	13 213 674,12	1 181 877,62	

Fuente: Plan Estratégico para la gestión hídrica con enfoque de adaptación al cambio climático de la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas al 2027.

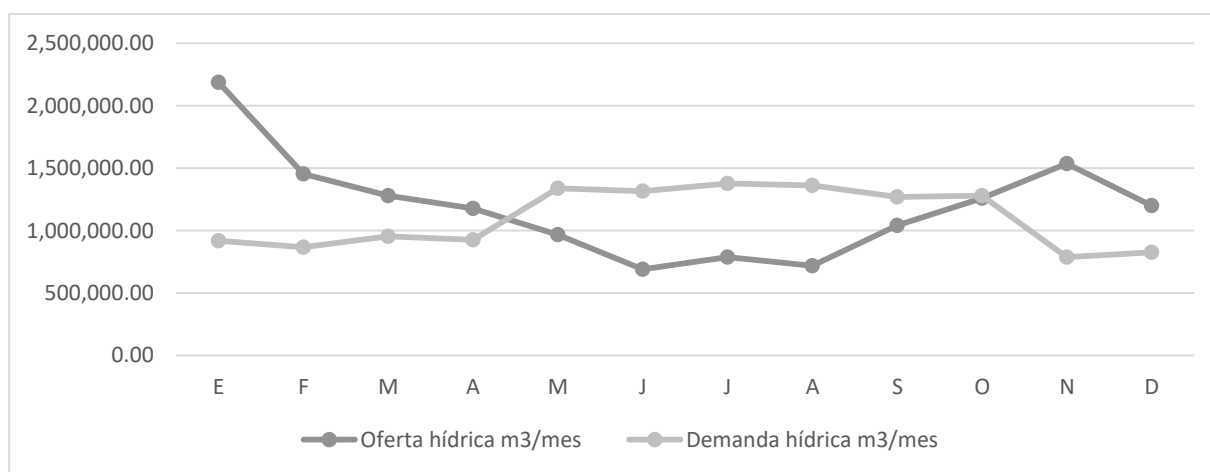


Figura 7. Balance Hídrico de la Subcuenca Tres Ríos San Lucas año 1987.

Fuente: Plan Estratégico para la gestión hídrica con enfoque de adaptación al cambio climático de la Subcuenca Tres Ríos- San Lucas al 2027.

En el año 1987, la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas presentaba un déficit hídrico de -2 431 199,83 m³, en los meses de mayo a septiembre (5 meses), mientras que en los meses de octubre a abril, presentaba un superávit de 1 181 877,62 m³. Los meses de mayor superávit de agua eran enero, febrero y noviembre, y los meses de mayor escasez eran junio, julio y agosto.

1.3.3.2. Balance hídrico del año 2017.

Tabla 25. Balance Hídrico Mensual de la Subcuenca, año 2017.

Mes.	Oferta hídrica (m ³)	Demanda hídrica (m ³)	Balance hídrico (m ³)	Déficit m ³ .
Enero	1 658 236,34	1 477 244,46	180 991,88	-4 008 240,22
Febrero	1 692 242,85	1 329 932,08	362 310,77	
Marzo	1 864 974,38	1 216 827,46	648 146,92	
Abril	1 582 469,16	1 405 985,70	176 483,46	
Mayo	875 105,70	1 468 244,46	-593 138,76	
Junio	700 599,70	1 450 729,00	-750 129,30	
Julio	528 643,93	1 513 244,46	-984 600,53	
Agosto	555 213,30	1 496 244,46	-941 031,16	
Septiembre	939 614,47	1 388 729,00	-449 114,53	
Octubre	1 122 526,18	1 397 244,46	-274 718,28	
Noviembre	1 333 221,34	1 348 729,00	-15 507,66	
Diciembre	1 400 645,81	1 383 245,38	17 400,43	
Total	14 253 493,16	17 098 558,20	-2 845 065,04	

Fuente: Plan Estratégico para la gestión hídrica con enfoque de adaptación al cambio climático de la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas al 2027.

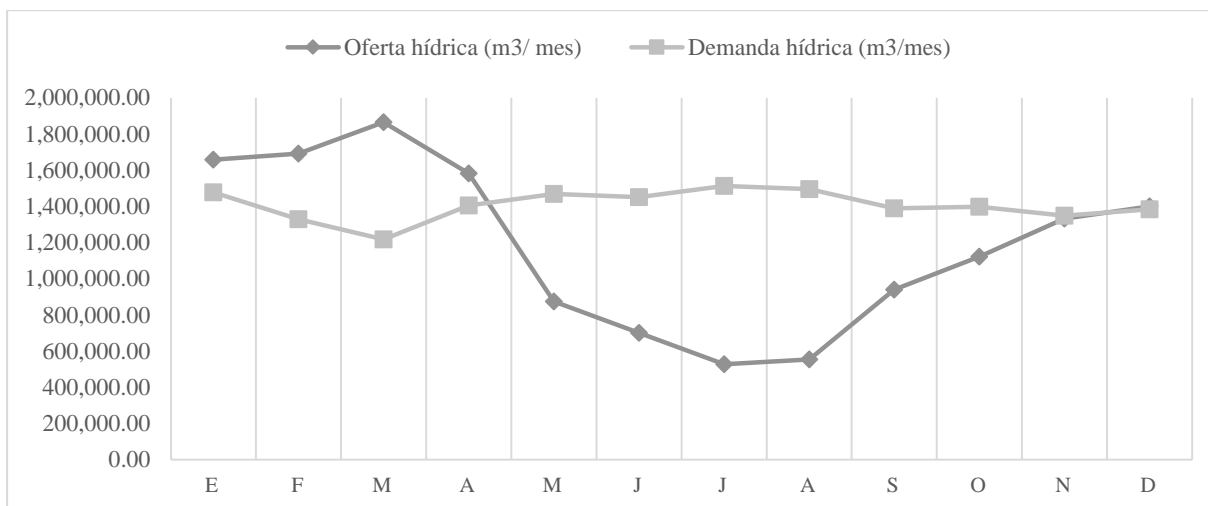


Figura 8. Balance Hídrico de la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas, año 2017.

Fuente: Plan Estratégico para la gestión hídrica con enfoque de adaptación al cambio climático de la Subcuenca Tres Ríos- San Lucas al 2027.

Para el año 2017, el déficit hídrico es de $-4\,008\,240,22\text{ m}^3$, en un periodo que va de mayo a noviembre (7 meses del año) y el balance anual es negativo, es decir hay escasez hídrica en 7 meses del año. Los meses en que se cuenta con suficiente agua son diciembre, enero, febrero, marzo y abril. Para el año 2017, se ha incrementado significativamente la demanda de agua para uso poblacional, la que no se provee en cantidad suficiente. Debido a la escasez de agua, la producción de pastos ha disminuido de 639 en 1987 a 422 ha en el año 2017, y la producción agrícola de 2047,23 ha a 90,3 ha (cantidad de cultivos permanentes que siembra actualmente), es decir 1752,7 de 1843 ha de tierras aptas para cultivos agrícolas no se aprovechan debido a la escasez de agua.

Más del 50% de agua (8,1 millones) proviene de la lluvia, cuya intensidad se ha incrementado, pero ahora el periodo de precipitación es menor (en meses y horas), así que la escorrentía superficial es mayor, y como no se cuenta con reservorios, represas y otros para almacenar agua, ésta se pierde por evaporación y escorrentía.

1.4. Discusión de los Resultados.

La presente investigación tiene como objetivo describir qué efectos adversos genera el cambio climático en la disponibilidad del agua para uso poblacional y agrario en la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas, en un periodo de 30 años (1987-2017), para lo cual se ha revisado información de dos estaciones meteorológicas e información de fuentes secundarias diversas para identificar cuánto ha variado la temperatura máxima, mínima y media en la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas en un periodo de 30 años. Se analizado también, cómo ha variado la precipitación en la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas en un periodo de 30 años; y finalmente se ha analizado cómo ha variado la disponibilidad de aguas superficiales en un periodo de 30 años en sus diferentes fuentes superficiales: lluvia o precipitación, ríos y quebradas, manantiales, bofedales o humedales, y lagunas.

Del análisis realizado, los resultados nos muestran que en el periodo 1987-2017, la temperatura en la Subcuenca Tres Ríos San Lucas, producto del cambio climático global, ha variado. La temperatura máxima se ha incrementado 0,31 °C, la temperatura media se ha incrementado en 0,62 °C y la temperatura mínima se ha incrementado en 1,24 °C, es decir, la Subcuenca Tres Ríos- San Lucas está sufriendo un proceso de calentamiento producto del cambio climático. Asimismo, los resultados nos muestran que el periodo de verano se ha alargado de 5 meses en 1987 a 7 meses para el año 2017.

La precipitación, importante fuente de agua para la Subcuenca, se ha incrementado en la parte alta en 188,83 mm en 30 años, pero se ha reducido en la parte baja, que abarca parte del valle y la ciudad de Cajamarca en -48,05 mm en 30 años. Los meses donde la disminución de la precipitación es mayor son los meses de febrero (-18,81), septiembre (-10,85) y octubre (-20,43).

En cuanto a la variación en la disponibilidad de aguas superficiales, los resultados nos muestran que entre los años 1987 y 2017 (30 años) el déficit hídrico para todo uso se ha incrementado de $-2\,431\,199,83\text{ m}^3$ en el año 1987 a $-4\,008\,240,22\text{ m}^3$, lo que equivale a un déficit de 39,34% mayor que en el año 2017. En 30 años, en la Subcuenca se ha incrementado la demanda por caudal ecológico en $835\,140,00\text{ m}^3$, se ha reducido el volumen de agua que aportaban los bofedales y humedales de 12 L/s a 5,57 L/s, 55% de los manantiales de la Subcuenca se encuentran secos en época de estiaje y se ha reducido el espejo y el caudal de agua que almacenaba la laguna Mataracocha.

Los efectos adversos del cambio climático en la disponibilidad del agua para uso poblacional y agrario en la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas, son patentes: en 30 años, se ha incrementado la demanda de agua para uso poblacional, ya que se ha incrementado la población usuaria 273,59%. De 74 682 potenciales usuarios de agua para uso poblacional en la Subcuenca, sólo 58% de la población de zona urbana acceden a agua “potable” que suministra la empresa SEDACAJ y las Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento, y 63% de población de la zona rural. En cuanto al agua para uso agrario, se ha determinado que esta actividad se realiza al secano (en época de lluvia), pero debido a la variación en el periodo del verano (de 5 meses en 1987 a 7 meses en el año 2017) se han reducido las áreas de pastos cultivados, cultivos permanentes e incluso las áreas de pastos naturales, favoreciendo así la migración y la pobreza de la población de la zona rural que vive de la agricultura y la ganadería.

Si comparamos estos resultados con los resultados obtenidos por investigaciones previas, tenemos que, este estudio concuerda con los resultados de Ocampo, (2012), quien encuentra que los cambios en la temperatura, la precipitación y la escorrentía por los eventos cálidos de El Niño y La Niña, incrementan la vulnerabilidad hídrica de la cuenca, determinando que en las cuencas de Alta Montaña el desabastecimiento de agua se ha incrementado de moderado a alta, por la muy baja capacidad de regulación, retención hídrica y uso moderado del agua,

reduciéndose la oferta de agua e incrementándose la demanda por efectos del cambio climático. Palomino, (2015), encuentra que el agua es un recurso altamente sensible, ya que como consecuencia del cambio climático el régimen de precipitaciones se está alterando, desencadenando sequías e inundaciones, generando variaciones de -270% en la cabecera de cuenca y -153 en la parte baja de la cuenca, proyectándose déficit hídrico cada cinco años hasta el año 2045. León (2017), quien utilizó el modelo hidrológico SWAT para investigar el comportamiento hidrológico futuro en la cuenca, en el marco del cambio climático, determinó que en el periodo seco el agua disminuye -66%, es decir $12 \text{ m}^3/\text{s}$, mientras que la escorrentía en el periodo húmedo se incrementa en +71,8%. Por su parte Vidal, Delgado y Andrade (2013), estiman que los humedales (bofedales) son particularmente sensibles ante el cambio climático y esenciales para la adaptación al cambio climático. Rivadeneira (2014), quien utilizó los métodos de simulación hidrológica Temez y Modelo Patriarcal, determinó que en un contexto de cambio climático, debido a las anomalías de precipitación y temperatura, las aportaciones hídricas aumentan y disminuyen.

En tanto, los estudios que encuentra resultados que no concuerdan con los resultados del presente estudio son los realizados por Guerra (2015), quien evaluó por 49 años la influencia de la variabilidad climática sobre cultivos bajo riego y determinó que la oscilación de la temperatura es negativa (hay calentamiento global), pero el incremento de la temperatura resulta positiva y altamente positiva para la producción de cultivos bajo riego en el Altiplano del Perú. Por su parte, León y Huarhua (2015), mediante la simulación del modelo hidrológico STREAM para formular escenarios hidrológicos en el marco del cambio climático, demuestran que los caudales máximos de agua se desplazan de los meses de marzo a abril hacia los meses de abril a mayo, situación ligeramente distinta en la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas, donde la precipitación más intensa se concentra en los meses de marzo y abril.

Luego de la comparación de resultados, entre los resultados de la presente investigación y los estudios previos, podemos concluir que el cambio climático genera efectos adversos en la disponibilidad del agua para uso poblacional y agrario, ya que se disminuye el caudal de las fuentes superficiales de agua, y se incrementa la demanda para sus diferentes usos en las cuencas y Subcuencas, por lo que se hace necesario gestionar adecuadamente las cuencas y educar a la población para contribuir a crear una cultura por el cuidado y buen uso del agua.

2. Resultados totales del estudio.

2.1. Efectos adversos del cambio climático en la disponibilidad del agua en la Subcuenca.

De manera general los efectos adversos del cambio climático en la disponibilidad de aguas superficiales en la Subcuenca Tres Ríos- San Lucas, son:

- El índice de evaporación anual se ha incrementado, pasando de 150 mm a 800 mm -niveles registrados en el año 1987- a 250 a 1000 mm/año, para el año 2017. El nivel mínimo de evaporación se ha incrementado 100 mm en 30 años, mientras que el nivel máximo ha sufrido un incremento de 200 mm en 30 años. A mayor nivel de evaporación, mayor demanda de agua para los diferentes usos.
- El caudal ecológico de la Subcuenca era, para el año 1987, 4 106 860,00 m³, mientras que para el año 2017, el caudal ecológico es de 4 942 000,00 m³, es decir, en 30 años la demanda de agua por caudal ecológico se ha incrementado en 835 140,00 m³. Debido a la escasez de agua, en los meses de estiaje, el caudal ecológico se explota y sobre explota, ya que los pobladores extraen cada gota de agua que queda en las fuentes tanto para irrigación, consumo del ganado y el uso poblacional.
- En 30 años, se ha reducido la extensión de los bofedales, fuente de recarga hídrica de la Subcuenca, pasando de 520 ha en 1987 a 344,3 ha en el año 2017, reduciendo el caudal de

aporte por esta fuente de 12 L/s a 5,57 L/s, es decir, se ha reducido no sólo la fuente de recarga sino de provisión de agua en la Subcuenca.

- En 30 años, de 151 manantiales identificados en la Subcuenca, 55% (83 manantiales) se encuentran secos o sin caudal en época de estiaje, lo que reduce la disponibilidad de agua para todo uso, principalmente para consumo humano y uso agrario, en la época de mayor escasez de agua.
- En 30 años, se ha reducido el espejo de agua de la laguna Matarococha, ubicada en el Centro Poblado de Chamis, de 7,32 ha, a 4,23 ha, disminuyendo su capacidad de almacenamiento de agua en 2 236 165,53 m³. Actualmente, la población intenta convertir la laguna en una represa, para lo cual se intenta gestionar presupuesto ante el Ministerio de Agricultura y Riego.
- En los últimos 30 años, se ha incrementado la oferta de agua proveniente de la precipitación en la parte alta de la Subcuenca, pasando de 6 096 565,66 m³ en el año 1987 a 8 133 336,18 m³ en el año 2017. Como efecto del cambio climático, la intensidad de la lluvia es mayor, pero la frecuencia o periodo de lluvia es cada vez menor (llueve más en menos tiempo), generando problemas de inundaciones, deslizamientos, socavamientos localizados y erosión, que a su vez genera problemas de turbidez y residuos en el agua, que encarece su tratamiento para uso poblacional y perjudica los canales, reservorios y otros.
- La oferta total de aguas superficiales en el año 2017 sólo es 142 068,58 m³ menor que en el año 1987, mientras que la demanda de agua se ha incrementado a 3 884 884, 08 m³ en 30 años.
- El déficit hídrico de la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas ha variado de -2 431 199,83 m³ en el año 1987, en un periodo de cinco meses, a -4 008 240,22 m³, en el año 2017, en un período de 7 meses. Mientras que en el año 1987 el balance hídrico era positivo, en el año 2017 el balance hídrico anual negativo.

- Los conflictos sociales en la Subcuenca “no son de alto riesgo pero se generan en su mayoría por el acceso y uso del agua” (“Proyecto Adaptando Juntos, 2017, p.89). Se han detectado conflictos entre pobladores en Cushunga central y Cushunga baja. Cushunga baja también presenta un conflicto por uso del agua con la empresa SEDACAJ, a quien se le demanda suministro de agua para uso poblacional.
- Se ha incrementado el área de zona urbana de 392,1 ha a 1215,34 ha, área que va en incremento ya que, la Municipalidad Provincial de Cajamarca ha declarado la parte media de la Subcuenca como zona de expansión urbana. Esto implica reducir la zona de recarga hídrica e incrementar la demanda de agua para uso poblacional.

2.1.1. Efectos adversos del cambio climático en el agua para uso poblacional.

- A) Más usuarios menos agua.** Entre el año 1987 y el año 2017, el número de usuarios de agua para uso poblacional se ha incrementado en 273,59%. En el año 1987 SEDACAJ atendía 19 990 usuarios, mientras que en el año 2017 son 74 682, que constituyen 30% de la población de la ciudad de Cajamarca. (Proyecto Adaptando Juntos, 2017). Para el año 2017, SEDACAJ S.A., Empresa Prestadora de Servicios de Agua y Saneamiento para la ciudad de Cajamarca, cuenta con licencia para uso de agua del Río Ronquillo por 80 L/s, que constituye un total de 2 522 880 m³ al año; sin embargo, sólo capta y trata 600 000 m³ al año, cantidad de agua con la que atiende a 34 800 usuarios (47% de la población objetivo), con una cobertura de 4 a 8 horas/día. Es decir, existe un déficit de agua respecto a sus propios requerimientos de 1 922 880 m³ y 2 625 732,72 m³ para atender al 100% de la población objetivo.
- 11% de la población de la zona urbana de Cajamarca accede a agua para uso poblacional suministrado por las JASS que no tratan el agua, proveen agua por horas y sobre explotan el recurso en época de verano, ya que no se cuenta con un adecuado control de uso.

- La demanda de agua de uso poblacional en la zona rural, es de 100 459 m³, atendidos por las JASS rurales que captan 2 L/s aproximadamente, que acumula un total de 63 072 m³ de agua al año, con la que abastecen al 63% de la población rural. Existe un déficit de cobertura de 37 387 m³ y 37% de personas que no acceden al servicio, tomando el agua directamente de las fuentes: manantiales, quebrada, acequias o el río.
- 42% de población de la zona urbana de la Subcuenca no accede a servicio de agua potable, mientras que 58% que si accede, sólo cuenta con el servicio entre 4 a 8 horas diarias. En la zona rural, la población que no accede al servicio es el 37%, mientras que el 63% que accede cuenta con agua no tratada, en horarios irregulares.

B) Escasez en verano, agua turbia en invierno.

- La Subcuenca ofrece caudal suficiente de agua para consumo humano entre los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio, septiembre, octubre y noviembre; sin embargo, debido a la degradación que ha sufrido la Subcuenca, en invierno el agua presenta turbidez, lo que dificulta y encarece su tratamiento, provocando un proceso de racionamiento, como el que se tiene en verano.
- En verano (7 meses aproximadamente) hay escasez de agua, de 162 538,71 m³ en julio y 674 182,64 m³ en el mes de agosto. Estos resultados nos indican que la actual deficiencia en la cobertura del servicio de agua potable para la ciudad de Cajamarca, se incrementará en el futuro, sobre todo si toma en cuenta lo que afirma el Proyecto Adaptando Juntos (2017), que la mayor cantidad de agua proviene de la lluvia y que la tendencia de crecimiento de la población urbana es de 3,94%.

2.1.2. Efectos adversos del cambio climático en el agua para uso agrario.

Según el CENAGRO (2012) el área (de cultivo) conducida al secano en la Subcuenca es de 94,8%, lo que implica que la actividad agraria sólo produce una cosecha. En este contexto, los

efectos adversos del cambio climático en la disponibilidad de agua para uso agrario son los siguientes:

- A) Se amplía la época de verano de 5 meses en 1987 a 7 meses en 2017. Esto incide en la reducción del área de cultivo agrícola a 90,3 ha de cultivos y 422 ha de pasto cultivado, las que se irrigan por inundación, desperdiciando importantes volúmenes de agua.
- B) La oferta hídrica que ofrece la Subcuenca, puede coberturar la demanda para uso agrícola y pecuario en los meses de enero, febrero, marzo, abril (con agua de la lluvia). Para los meses de mayo a octubre la oferta de agua sólo alcanza para coberturar la demanda para uso pecuario (para irrigar 422 ha de pastos y consumo de 2752 cabezas de ganado); presentándose un déficit de agua para cultivos agrícolas de los siguientes volúmenes: 594 198 m³ en mayo, 513 055 m³ en junio, 822 062 m³ en julio, 822 062 m³ en agosto, 757 453 m³ en septiembre, 235 379 m³ en octubre; de allí que la migración en la zona rural de la Subcuenca alcanza 7,82% .
- C) Un alto porcentaje de la oferta hídrica (57%) proviene de la lluvia, que al no contar con infraestructura para el almacenamiento de agua para uso agrario, se pierde río abajo. Esto da lugar al abandono paulatino de la actividad agraria en pro de la actividad pecuaria, misma que se reduce significativamente en época de verano, cuando los pobladores se ven obligados a rematar sus animales por falta de alimento y agua.
- D) El incremento en la intensidad de las lluvias que se presentan en periodos muy cortos (con 15 a 30 mm/hora), afecta los canales y sistemas de riego, sistemas de agua potable y otros, perjudicando la economía de la población.
- E) Se ha producido “regresión de la producción y productividad agrícola y pecuaria y pérdida de ingresos económico superiores al 50% en la actividad agropecuaria” (Proyecto Adaptando Juntos, 2017, p.108).

F) Los efectos adversos más patentes en la disponibilidad de agua para uso agrario se muestran en los siguientes indicadores:

- En el año 1987 el área de cultivos agrícolas era de 2147 ha, pero en el año 2017 el área de cultivos (en limpio y permanentes) es de 1843 ha, de los cuales se cultiva bajo riego sólo 90,3 ha.
- En el año 1987 el área de pastos cultivados era de 640 ha, mientras que en el año 2017 es de 422 ha.
- En el año 1987 el área de pastos naturales era de 999 ha, y para el año 2017 el área es de 146 ha.
- En el año 1987 sólo 1694 ha de terreno presentaban degradación y vegetación escasa, mientras que para el año 2017, el área de 2485 ha.

G) La baja disponibilidad de agua para uso agrario afecta a la población que vive de la agricultura y ganadería, que es una actividad de refugio, incrementado la pobreza y pobreza extrema.

CONCLUSIONES

El presente trabajo de investigación, establece las siguientes conclusiones:

1. En la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas, entre los años 1987-2017, la temperatura (máxima, mínima y media) ha variado, producto del cambio climático global. La temperatura máxima, se ha incrementado en 0,31 °C en 30 años, la temperatura mínima se ha incrementado 1,24 °C en 30 años, y la media 0,62 °C en 30 años. El periodo de verano se ha incrementado de 5 meses en 1987 a 7 meses en el año 2017.
2. En la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas, el índice de precipitación se ha incrementado en intensidad (actualmente llueve más) pero ha disminuido en frecuencia (llueve menos tiempo). En la parte alta de la Subcuenca, se ha incrementado la intensidad de la lluvia en 188,83 mm en 30 años, en los meses de enero a agosto, mientras que en los meses de septiembre, octubre y noviembre la precipitación ha disminuido su intensidad. En la parte media y baja de la Subcuenca, los índices de precipitación disminuyeron en 1,51 mm/año, es decir -48,05 mm en 30 años. Los meses en que la precipitación es menor son: febrero, abril, junio, agosto, septiembre, octubre y noviembre. El volumen de agua de lluvia entre el año 1987 y el año 2017 se ha incrementado en 1 936 770,52 m³.
3. Entre el año 1987 y el año 2017, el déficit de agua en la Subcuenca ha variado adversamente, pasando de - 2 431 199, 83 m³ a - 4 008 240,22 m³. Mientras que en el año 1987, el balance hídrico presentaba un superávit de 1 181 872, 62 m³, en el año 2017, el balance hídrico es negativo por -2 845 065,04 m³; esto se debe a que los usuarios de agua para uso poblacional se han incrementado, y hay una clara tendencia a la disminución del agua en las fuentes superficiales: manantiales, bofedales y lagunas. Por otra parte, la mayor cantidad de agua con que cuenta la Subcuenca proviene de la lluvia (57%), agua que se pierde por escorrentía, ya que no se cuenta con reservorios o represas para almacenarla y mantenerla disponible para uso agrario y poblacional.

4. En un periodo de 30 años el cambio climático global y la gestión inadecuada de la Subcuenca han contribuido a disminuir la disponibilidad de aguas superficiales, afectando adversamente el agua para uso poblacional a la que acceden sólo 58% de la población de zona urbana en un periodo de 4 a 8 horas diarias y 63% de la población de la zona rural; mientras que el uso agrario está condicionado por el periodo de lluvia (5 meses), lo que ha generado que se disminuya el área de cultivo de pastos cultivados en 218 ha, el área de cultivos agrícolas en 304 ha, el área de pastos naturales en 853 ha, se ha incrementado el área sin cobertura vegetal en 791 ha, lo que contribuye al incremento de la pobreza, pues según el INEI (como citó Adaptando Juntos, 2017) el 85% de la población de la Subcuenca que vive de la agricultura y ganadería, se encuentra en situación de pobreza y pobreza extrema.

RECOMENDACIONES.

1. Al Alcalde y al Gobernador Regional de Cajamarca, se recomienda convertir a la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas, en una cuenca productora de agua para consumo humano, implementando un proyecto de recuperación de la zona, mediante la implementación de los Mecanismos por Retribución de Servicios Ecosistémicos para contar con agua para consumo humano en los próximos diez años.
2. A los estudiantes universitarios de la Universidad Nacional de Cajamarca, se recomienda realizar estudios en la Subcuenca, para contar con estudios destinados a determinar qué factores perjudican la cantidad de agua para todo uso y cómo mitigarlos.
3. Al Director Regional de Educación, al Director de la UGEL Cajamarca y a los Directores y Profesores de las Instituciones Educativas ubicadas en la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas, se recomienda incluir la gestión del agua y el cambio climático en el Proyecto Educativo Institucional, para educar a los niños y niñas de inicial, primaria y secundaria, en el cuidado del agua, promoviendo una cultura de cuidado de los recursos naturales de las que depende su futura supervivencia.
4. A los profesores y profesoras que laboran en la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas, se recomienda diseñar un manual de contenidos sobre gestión del agua y adaptación cambio climático dirigido los tres niveles de educación básica, un material educativo amigable, que se convierta en un material educativo para que inculque a los niños y niñas, la conservación y protección de las fuentes de agua.
5. A los agricultores de la Subcuenca, se recomienda almacenar el agua de la lluvia, tecnificar el riego, proteger la cobertura vegetal y bofedales de la Subcuenca para mitigar la escasez de agua en el presente y el futuro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdi, H. (2003). *Least Squares*. Recuperado de <http://www.utdallas.edu/herve>.
- Albeitar, P. (2003). *El agua y su importancia para los bóvidos*. Recuperado de <https://albeitar.portalveterinaria.com>.
- Alcoser Torres, F. E. (2014). *Cálculo del caudal ecológico del río Tumbes en la estación El Tigre*. Recuperado de <https://alicia.concytec.gob.pe>.
- Alegre Valeriano, K. V. (2017). *Cambios en la cobertura vegetal del suelo de la provincia de Yauyos, durante el transcurso de los años 1997 al 2017, a partir del comportamiento del desarrollo vegetal*. Recuperado de <https://alicia.concytec.gob.pe>.
- Arias, F. (2006). *El Proyecto de Investigación*. Caracas-Venezuela. Editorial Epístome.
- Arizaca Oblitas, J. E. (2013). *Efectos del cambio climático en la producción de cultivos en la vertiente del Lago Titicaca*. Recuperado de <https://alicia.concytec.gob.pe>.
- Arrhenius, S. (2009). On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground. *Philosophical Magazine and Journal of Science*. Volumen 41. 237-276. Recuperado de <https://www.rsc.org>.
- Autoridad Nacional del Agua (2009). *Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos*. Recuperado de www.ana.gob.pe.
- Autoridad Nacional del Agua (2010). *Evaluación de los Recursos Hídricos en las Cuencas de los Ríos Huancané y Suches*. Recuperado de www.ana.gob.pe.
- Autoridad Nacional del Agua (2012). *Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos*. Primera edición. Recuperado de www.ana.gob.pe.
- Autoridad Nacional del Agua (2014). *Inventario Nacional de Glaciares*. Recuperado de www.ana.gob.pe.
- Autoridad Nacional del Agua (2015). *Priorización de Cuencas Hidrográficas para la Gestión de los Recursos Hídricos*. Recuperado de www.ana.gob.pe.
- Autoridad Nacional del Agua y Dirección de Conservación y Planeamiento de los Recursos Hídricos (2015). *Diagnóstico sobre los Caudales Ecológicos en el Perú, Primera Fase*. Lima-Perú. DCPRH.
- Caxi Arcata, A. K. (2017). *Generación de escorrentía, disponibilidad de agua y usos del suelo*. Recuperado de <https://alicia.concytec.gob.pe>.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2015). *La Economía del Cambio Climático en América latina y El Caribe*. Recuperado de <https://repositorio.cepal.org>.
- Consejo Nacional del Agua (2016). *Plan Nacional de Seguridad Hídrica 2015-2050*. Panamá. Gobierno de Panamá.
- De la Cruz Fallaque, L. A. (2005). *Uso de la bioingeniería de suelos para el control de erosión hídrica en taludes*. Recuperado de <https://scholar.google.com.pe>

- De León, M. (2007). *Burica Press*. Panamá. *2,5% es agua dulce y 97,5 % es agua salada en el mundo*. Recuperado de <http://burica.wordpress.com>.
- Duarte, O. y Díaz, E. (2003). *Tecnología de Tierras y Aguas- Evaporación y Evapotranspiración*. Recuperado de <https://scholar.google.com.pe>
- EPS SEDACAJ S.A. (2006). *Plan Maestro Optimizado para la EPS SEDACAJ S.A. Periodo 2006-2035*. Cajamarca-Perú.
- Fernández Cirelli, A. (2012). El agua: un recurso esencial. Recuperado de <https://scholar.google.com.pe>
- FUNDACIÓN WIKIPEDIA INC. (2016). *Disponibilidad Hídrica de la Cuenca*. Recuperado de <https://es.wikipedia.org>.
- Global Water Partnership y Red Internacional de Organismos de Cuenca (2009). *Manual para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en Cuencas*. Londres-Reino Unido.
- Gobierno Regional de Cajamarca (2014). *Zonificación Ecológica y Económica. Base para el ordenamiento territorial de Cajamarca*. Cajamarca-Perú.
- Gobierno Regional de Cajamarca (2016). *Estrategia Regional frente al Cambio Climático, Cajamarca al 2030*. Cajamarca-Perú.
- Gobierno Regional de Cajamarca (2016). *Plan de Gestión de la Microcuenca Río San Lucas 2016-2021*. Cajamarca-Perú.
- Granja Porcón y Augusto Weberbauer (2019). *Registros de Temperatura y Precipitación del periodo 1973-2017*. Cajamarca-Perú.
- Guerra Bueno, E. S. (2015). *Efectos de la variabilidad climática en la producción de cultivos bajo riego complementario en el Altiplano del Perú*. Recuperado de <https://alicia.concytec.gob.pe>.
- Guerra Bueno, E. S. (2015). *Efectos de la variabilidad climática en la producción de cultivos bajo riego complementario en el Altiplano del Perú*. Recuperado de <https://alicia.concytec.gob.pe>.
- Hansen, J., Jhonson, D., Lacis, A., Lebedeff, J., Lee, P., Rind, D., y Russell, G. (1981). *Climate Impact of Increasing Atmospheric Carbon Dioxide*. Science. Volumen 213. p. 957-966.
- Hansen, J., Sato, M. Russell, G. y Kharecha, P. (2013) *Climate sensitivity, sea level and atmospheric carbon dioxide*. *Philosophical Transaction of the Royal Society*. Volumen 371. p 01-31.
- Hess, K. F. E. (2017). *Evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático de hogares en Totonicapán, Guatemala*. Recuperado de <https://scholar.google.com.pe>
- Human Yuca, G. (2015). *Análisis morfométrico e hidrológico de la subcuenca hidrográfica arasá, departamentos de Cusco, Perú*. Recuperado de <https://alicia.concytec.gob.pe>.
- INFOAGRO.com (s/f). *El cultivo de la Alfalfa (2ª parte)*. Recuperado de www.infoagro.com/herbaceos/forrajes/alfalfas.

- Instituto Nacional de Estadística e Informática-INEI (2012). *Resultados definitivos IV Censo Nacional Agropecuario 2012*. Recuperado de <http://proyectos.inei.gob.pe>.
- Julca Vega, J. M. (2015). *Evaluación del riego de erosión potencial y la cobertura vegetal para estimar el riesgo de erosión actual con el uso del SIG de los suelos de la zona de Tucuran y Marap-Yungay*. Recuperado de <https://alicia.concytec.gob.pe>.
- León Ochoa, R. F. (2017). *Modelación de la disponibilidad hídrica del río Piura, considerando la incidencia del cambio climático*. Recuperado de <https://alicia.concytec.gob.pe>.
- León Tinoco, Y. D., & Huarhua Zaquinaula, D. F. (2015). *Impacto del cambio climático en la oferta hídrica superficial de la cuenca del río Piura*. Recuperado de <https://alicia.concytec.gob.pe>.
- Marroquín Liu, A. M. (2016). *Balance hídrico superficial de la subcuenca del río Paltiture*. Recuperado de <https://scholar.google.com.pe>
- Ministerio del Ambiente (2016). *El Perú y el Cambio Climático. Tercera Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Lima Perú.
- Ministerio del Ambiente (2016). *Resolución Ministerial N° 008-2016. Procedimiento Técnico y Metodológico para la elaboración del estudio especializado de evaluación de Riesgos de Desastres y Vulnerabilidad al Cambio Climático*. Recuperado de www.minam.gob.pe.
- Moral, C. (2015). *Blog Ferrovial*. España. *¿Sabes cuántos litros de agua necesita una persona al día?* Recuperado de <https://blog.ferrovial.com>.
- Navarro, J.C., Baldoceca, Y., Calderón, K., Campos, A., Castro, N. y otros (2012). *Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos*. Recuperado de www.ana.gob.pe
- Ocampo López, O.L. (2012). *Análisis de vulnerabilidad de la cuenca del río Chinchiná para condiciones estacionarias y de cambio climático*. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/6100/>
- Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales-ONERN (1977). *Inventario, Evaluación y Uso racional de los Recursos Naturales de la Zona Norte de Cajamarca, Anexo II, Climatología*. Lima-Perú.
- Ordoñez Gálvez, J.J. (2010). *Cartilla Técnica: Clico Hidrológico*. Recuperado de <https://www.gwp.org>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-FAO. (2013). *Afrontar la escasez del agua-un marco de acción para la agricultura y la seguridad alimentaria*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-FAO. (2013). *Afrontar la escasez del agua-un marco de acción para la agricultura y la seguridad alimentaria*. Roma-Italia. Fiat Panis.
- Organización de las Naciones Unidas-ONU. (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio Climático*. New York-Estados Unidos. FCCC/INFORMAL.

- Ortiz Nuñez, N. (2016). *Diversidad y biomasa de flora silvestre en el bofedal la Moya - Ayaviri*. Recuperado de <https://alicia.concytec.gob.pe>.
- Palomino Zamora, H. (2015). *Efecto del cambio climático en la hidrología de la cuenca Chancay - Huaral*. Recuperado de <https://alicia.concytec.gob.pe>.
- Paredes Aguilar, D. A. (2017). *Balance Hídrico y Cálculo de Eficiencia de Riego del Reservorio Garrapón – Valle Chicama, para evaluación de áreas de influencia*. Recuperado de <https://alicia.concytec.gob.pe>.
- Pontificia Universidad Católica del Perú-PUCP (2014). *Perú es tercer país más vulnerable del mundo al cambio climático*. Recuperado de <http://www.pucp.edu.pe>.
- Proyecto Adaptando Juntos (2016). *El Cambio Climático y sus efectos en la Disponibilidad del Agua en Ecosistemas alto andinos*. Cajamarca-Perú.
- Proyecto Adaptando Juntos (2017). *Estudio del Clima. Sub Cuenca San Lucas (Cajamarca)- Sub Cuenca Shaullo (Baños del Inca y Llacanora)*. Cajamarca-Perú.
- Proyecto Adaptando Juntos (2017). *Plan Estratégico para la gestión hídrica con enfoque de adaptación al cambio climático de la Subcuenca Tres Ríos/San Lucas al año 2027*. Cajamarca-Perú.
- Proyecto Adaptando Juntos, CAM y MDH (2017). *Plan de Adaptación al Cambio Climático Hualgayoc al 2030*. Cajamarca-Perú.
- Ramos Cari, N. (2018). *Generación de escorrentía, disponibilidad de agua y usos de suelos*. Recuperado de <https://alicia.concytec.gob.pe>.
- Rivadeneira Vera, J. (2014). *Evaluación del efecto del cambio climático bajo escenarios de emisiones SRES y RCP en la Demarcación Hidrográfica de Manabí - Ecuador*. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10251/58552>.
- Sevilla Gildemeister, J. C. (2014). *Usos del agua*. Recuperado de <https://alicia.concytec.gob.pe>.
- UNALM y AGROBANCO (2012). *Guía Técnica. “Asistencia Técnica dirigida en Fertilización en el cultivo de la papa”*. Lima-Perú.
- Uteros Fernández, J.L. (2013). *El cambio climático: sus causas y efectos medioambientales*. Valladolid-España. Ediciones Universidad de Valladolid.
- Valencia, M. y Sosa, M. (2005). *El calentamiento global y el efecto invernadero*. Recuperado de www.cec.uchile.cl/~mivalenc/definicion.htm.
- Vidal, L.F., Delgado, J., y Andrade, J.I. (2013). *Factores de la vulnerabilidad de los humedales altoandinos de Colombia al cambio climático global*. Recuperado de <https://scholar.google.com.pe/scholar>
- Zuñiga, R., Muñoz, E., y Arumi, J.L. (2012). *Estudio de los procesos hidrológicos de la cuenca del Río Diguillín*. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-28132012000100007>.

ANEXOS/APÉNDICES.

Anexo 1. Matriz de consistencia.

PROBLEMA INVESTIGACIÓN.	DE OBJETIVOS	INSTRUMENTOS.
¿Qué efectos adversos genera el cambio climático en la disponibilidad del agua para uso poblacional y agrario, en la microcuenca Tres Ríos-San Lucas, provincia Cajamarca, departamento Cajamarca?	<p><u>OBJETIVO GENERAL.</u></p> <p>Describir los efectos adversos que genera el cambio climático en la disponibilidad del agua para uso agrario y poblacional en la Microcuenca Tres Ríos-san Lucas, Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca.</p> <p><u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS.</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Recopilar información para analizar las variaciones climáticas anuales y mensuales de la temperatura y la precipitación, en la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas en el período 1987 y 2017. 2. Sistematizar un balance hídrico comparativo (1987-2017), de agua de fuentes superficiales de la Subcuenca Tres Ríos-San Lucas. 	<p>Fichas textuales.</p> <p>Fichas de resumen.</p> <p>Fichas mixtas.</p> <p>Fichas temáticas.</p> <p>Matriz para estimar el Balance hídrico de la Subcuenca.</p>

Apéndice 1. Juicio de Experto sobre Matriz para formular Balance Hídrico sobre Disponibilidad de Aguas Superficiales para uso agrario y poblacional en la Subcuenca Tres Ríos- San Lucas

VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

JUICIO DE EXPERTO

EFFECTOS ADVERSOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA DISPONIBILIDAD DEL AGUA PARA USO AGRARIO Y POBLACIONAL, EN LA MICROCUENCA TRES RÍOS-SAN LUCAS, PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.

RESPONSABLE: MARÍA ANTONIA DÁVILA DÁVILA.

INSTRUCCIÓN: Señor, Magíster José Luis Valera Silva, mediante la presente me permito saludarlo cordialmente y al mismo tiempo solicito a usted, tenga a bien analizar y cotejar el Instrumento de Investigación “**MATRIZ PARA FORMULAR BALANCE HÍDRICO SOBRE DISPONIBILIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES PARA USO AGRARIO Y POBLACIONAL, MICROCUENCA TRES RÍOS-SAN LUCAS**”, con la finalidad de determinar su validez y confiabilidad, en base a su criterio de experto y experiencia profesional en el tema. Una vez determinada su validez y confiabilidad, dicho instrumento estará habilitado para su aplicación.

NOTA. Para cada criterio considere la escala de 1 a 5 donde:

1.- Muy poco	2.-Poco	3.- Regular	4.- Aceptable	5.- Muy aceptable
--------------	---------	-------------	---------------	-------------------

Criterio de Validez y confiabilidad.	puntuación					Argumento	Observaciones y/o sugerencias
	1	2	3	4	5		
Validez de contenido.					X	El instrumento contiene todos los ítems que son necesarios para realizar el análisis.	
Validez de criterio.					X	El Instrumento contiene todos los criterios que deben medirse en cada uno de las variables que deben medirse.	
Validez de constructo.					X	El instrumento permite medir de manera confiable cada criterio para la formulación del Balance Hídrico de aguas superficiales en una cuenca.	
Presentación y aplicación del instrumento.					X	El instrumento permite, al aplicarse, recoger toda la información para realizar un balance hídrico.	

Total parcial				0	4
TOTAL	20				

Puntuación:

De 5 a 10: No valida, reformular

De 11 a 15: No valido, modificar

De 15 a 17: Valido, mejorar

De 18 a 20: Valido, aplicar

Apellidos y Nombres	José Luis Valera Silva.
Grado Académico	Magister en Innovación Agraria para el Desarrollo Rural.



 Firma
 DNI: 26603609

MATRIZ PARA FORMULAR BALANCE HÍDRICO SOBRE DISPONIBILIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES PARA USO AGRARIO Y POBLACIONAL, MICROCUENCA TRES RÍOS-SAN LUCAS.

1.- MATRIZ PARA ESTIMAR OFERTA HÍDRICA EN LA MICROCUENCA.

FUENTES DE AGUA.	MESES DEL AÑO.												Total anual m ³ .
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Precipitación (m ³)													
Ríos y quebradas. (m ³)													
Manantiales (m ³)													
Lagunas (m ³)													
Bofedales (m ³)													
Total.													

2.- MATRIZ PARA ESTIMAR LA DEMANDA HÍDRICA EN LA MICROCUENCA.

DEMANDA POR USO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total anual m ³ .
Caudal Ecológico.													
Uso agrario (agrícola y pecuario)													
Uso poblacional (urbano y rural)													
Total.													

3.-MATRIZ PARA ESTIMAR EL BALANCE HÍDRICO EN LA MICROCUENCA.

BALANCE	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Oferta hídrica m ³ /mes.													
Demanda hídrica m ³ /mes.													
Balance en m ³ /mes.													
Déficit m ³ /año.													