



## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

### **ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

“Alteración del clima en la provincia de Huaraz como consecuencia del cambio climático, periodo 1986-2027, Ancash, 2018”

### **TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR:**

Juan Martínez Rojas

**ASESOR:**

Dr. Juan Julio Ordoñez Gálvez

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión de riesgo y Adaptación al Cambio Climático

Lima – Perú

2018-II

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por:  
 ..... JUAN MARTINEZ ROJAS .....

cuyo título es: ..... "ALTERACION DEL CLIMA EN LA PROVINCIA  
 ..... DE HUARAZ COMO CONSECUENCIA DEL CAMBIO  
 ..... CLIMATICO PERIODO 1986-2027. ANCASH  
 ..... 2018" .....

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por  
 el(los) estudiantes, otorgándole el calificativo de: ..... 16 ..... (número)  
 ..... Dieciseis ..... (letras).

Los Olivos..... 16 ..... de ..... ENERO ..... del 201..... 9 .....



.....  
 PRESIDENTE  
**Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo**

.....  
 SECRETARIO  
**Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar**

.....  
 VOCAL  
**Dr. Juan Julio Ordoñez Galvez**

..... Juan Ordoñez Galvez .....

..... Representante de la Dirección / .....

### **Dedicatoria**

A mi amada madre Maritza Rojas, mi abuela Zené Acosta y mi tío Ferruel Ulloa por sus consejos y valores que me han transmitido durante mi formación y por ser maravillosas personas. Mi familia, Mi inspiración...

A mi tía Eufemia Acosta y mi tío Arístides Morillo por su manera de enseñarme y guiarme en el camino del bien.

A la memoria de mi padre Alcides Martínez.

### **Agradecimientos**

A Dios por su apoyo constante y por su compañía.

A mi familia por brindarme su esfuerzo y consejos en la investigación

Al Dr. Juan Julio Ordoñez Gálvez por sus conocimientos, paciencia, y apoyo constante en la elaboración de la investigación.

A mis amigos Mariel Hualpa, Joselyn Puma, Rosa Torres, Diana Torvisco, Jean Pier Cunza y Diller Ponte por su apoyo y motivación en la investigación

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo Juan Martínez Rojas con DNI N° 76651524, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de grados y títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo Juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, 16 de enero del 2019

  
-----  
Juan Martínez Rojas

## **PRESENTACION**

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Alteración del clima en la Provincia de Huaraz como consecuencia del Cambio Climático Periodo 1986-2027, Ancash 2018”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniera Ambiental.

Juan Martínez Rojas

## ÍNDICE

RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
I. INTRODUCCION .....	1
1.1. Realidad problemática .....	2
1.2. Trabajos previos .....	4
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	11
1.4. Formulación del problema.....	20
1.4.1. Problema general .....	20
1.4.2. Problemas específicos.....	20
1.5. Justificación del estudio .....	21
1.5.1. Ambiental .....	21
1.5.2. Social.....	21
1.5.3. Legal.....	21
1.5.4. Teórica.....	21
1.6. Hipótesis .....	21
1.7. Objetivos.....	22
II. MÉTODO.....	23
2.1. Diseño de la investigación.....	23
2.2. Variables y Operacionalización.....	24
2.3. Población y muestra .....	25
2.4. Técnicas de instrumentos y recolección de datos, validez y confiabilidad.....	25
2.5. Métodos de análisis de datos.....	32
2.6. Aspectos éticos .....	32
III. RESULTADOS .....	33
3.1. Resultados descriptivos .....	33
3.2. Resultados inferenciales.....	66
IV. DISCUSIÓN .....	74

V. CONCLUSIONES.....	78
VI. RECOMENDACIONES.....	80
VII. REFERENCIAS.....	82
VIII. ANEXOS.....	89

### **INDICE DE FIGURAS**

Figura N° 1: Clasificación de los elementos climáticos.....	11
Figura N° 2: Emisiones de GEI por sectores-Ancash.....	14
Figura N° 3: Estadística descriptiva e inferencial.....	19
Figura N° 4: Precipitación desde 1986-2016 en la estación Huaraz.....	33
Figura N° 5: Anomalías de precipitación desde 1986-2016 en la estación Huaraz.....	33
Figura N° 6: Precipitación desde 1986-2016 en la estación Recuay.....	34
Figura N° 7: Anomalías de precipitación desde 1986-2017 en la estación Recuay.....	34
Figura N° 8: Precipitación desde 1986-2016 en la estación Pira.....	35
Figura N° 9: Anomalías de precipitación desde 1986-2017 en la estación Pira.....	35
Figura N° 10: Precipitación desde 1986-2016 en la estación Chacchan.....	36
Figura N° 11: Anomalías de precipitación desde 1986-2017 en la estación Chacchan.....	36
Figura N° 12: Precipitación desde 1986-2017 en la estación Buena Vista .....	37
Figura N° 13: Anomalías de precipitación desde 1986-2017 en la estación Buena Vista.....	38
Figura N° 14: Precipitación desde 1986-2017 en la estación Cajabamba .....	38
Figura N° 15: Anomalías de precipitación desde 1986-2017 en la estación Cajabamba.....	39



Figura N° 16: Temperatura máxima, mínima y promedio desde 1986-2017 en la estación Recuay.....	40
Figura N° 17: Anomalías de temperatura máxima desde 1986-2017 en la estación Recuay.....	41
Figura N° 18: Anomalías de temperatura mínima desde 1986-2017 en la estación Recuay.....	41
Figura N° 19: Anomalías de temperatura promedio desde 1986-2017 en la estación Recuay.....	42
Figura N° 20: Temperatura máxima, mínima y promedio desde 1986-2017 en la estación Buena Vista.....	43
Figura N° 21: Anomalías de temperatura máxima desde 1986-2017 en la estación Buena Vista.....	43
Figura N° 22: Anomalías de temperatura mínima desde 1986-2017 en la estación Buena Vista.....	44
Figura N° 23: Anomalías de temperatura promedio desde 1986-2017 en la estación Buena Vista.....	44
Figura N° 24: Temperatura máxima, mínima y promedio desde 1986-2017 en la estación Cajabamba.....	45
Figura N° 25: Anomalías de temperatura máxima desde 1986-2017 en la estación Cajabamba.....	46
Figura N° 26: Anomalías de temperatura mínima desde 1986-2017 en la estación Cajabamba.....	46
Figura N° 27: Anomalías de temperatura promedio desde 1986-2017 en la estación Cajabamba.....	47
Figura N° 28: Temperatura máxima, mínima y promedio desde 1986-2017 en la estación Huánuco.....	47
Figura N° 29: Anomalías de temperatura máxima desde 1986-2017 en la estación Huánuco.....	48
Figura N° 30: Anomalías de temperatura mínima desde 1986-2017 en la estación Huánuco.....	48

Figura N° 31: Anomalías de temperatura promedio desde 1986-2017 en la estación Huánuco.....	49
Figura N° 32: Temperatura máxima, mínima y promedio desde 1986-2017 en la estación Tingo María.....	49
Figura N° 33: Anomalías de temperatura máxima desde 1986-2017 en la estación Tingo María.....	50
Figura N° 34: Anomalías de temperatura mínima desde 1986-2017 en la estación Tingo María.....	51
Figura N° 35: Anomalías de temperatura promedio desde 1986-2017 en la estación Tingo María.....	51
Figura N° 36: Representación gráfica de la primera pregunta.....	52
Figura N° 37: Representación gráfica de la segunda pregunta.....	53
Figura N° 38: Representación gráfica de la tercera pregunta.....	53
Figura N° 39: Representación gráfica de la cuarta pregunta.....	54
Figura N° 40: Representación gráfica de la quinta pregunta.....	55
Figura N° 41: Representación gráfica de la sexta pregunta.....	55
Figura N° 42: Representación gráfica de la séptima pregunta.....	56
Figura N° 43: Representación gráfica de la octava pregunta.....	56
Figura N° 44: Representación gráfica de la novena pregunta.....	57
Figura N° 45: Representación gráfica de la décima pregunta.....	57
Figura N° 46: Representación gráfica de la onceava pregunta.....	58
Figura N° 47: Representación gráfica de la doceava pregunta.....	58
Figura N° 48: Representación gráfica de la treceava pregunta.....	59
Figura N° 49: Representación gráfica de la catorceava pregunta.....	59
Figura N° 50: Representación gráfica de la quinceava pregunta.....	60
Figura N° 51: Gradiente histórico de precipitación.....	61
Figura N° 52: Gradiente de precipitación década 1988-1997.....	62

Figura N° 53: Gradiente de precipitación década 1998-2007.....	62
Figura N° 54: Gradiente de precipitación década 2008-2017.....	63
Figura N° 55: Gradiente histórico de temperatura.....	64
Figura N° 56: Gradiente de temperatura década 1986-1997.....	64
Figura N° 57: Gradiente de temperatura década 1998-2007.....	65
Figura N° 58: Gradiente de temperatura década 2008-2017.....	65

### **INDICE DE TABLAS**

Tabla N° 01: Variables y operacionalización.....	24
Tabla N° 02: Materiales y equipos .....	26
Tabla N° 03: Validación de instrumentos .....	27
Tabla N° 04: Porcentaje de validación.....	27
Tabla N° 05: Coordenadas de la provincia de Huaraz.....	28
Tabla N° 06: Estaciones meteorológicas tomadas para la investigación.....	29
Tabla N° 07: Estaciones gradiente pluviométrico.....	61
Tabla N° 08: Estaciones gradiente térmico.....	63
Tabla N° 09: Precipitación y anomalías históricas estación Huaraz.....	90
Tabla N° 10: Precipitación y anomalías históricas estación Recuay.....	90
Tabla N° 11: Precipitación y anomalías históricas estación Pira.....	90
Tabla N° 12: Precipitación y anomalías históricas estación Chacchan.....	91
Tabla N° 13: Precipitación y anomalías históricas estación Buna Vista .....	91
Tabla N° 14: Precipitación y anomalías históricas estación Cajabamba .....	91
Tabla N° 15: Temperatura histórica en la estación Recuay .....	92
Tabla N° 16: Temperatura histórica en la estación Buna Vista.....	93

Tabla N° 17: Temperatura histórica en la estación Cajabamba.....	94
Tabla N° 18: Temperatura histórica en la estación Huánuco.....	95
Tabla N° 19: Temperatura histórica en la estación Tingo María.....	96
Tabla N° 20: Respuesta de la primera pregunta de la encuesta.....	98
Tabla N° 21: Respuesta de la segunda pregunta de la encuesta.....	98
Tabla N° 22: Respuesta de la tercera pregunta de la encuesta.....	98
Tabla N° 23: Respuesta de la cuarta pregunta de la encuesta.....	99
Tabla N° 24: Respuesta de la quinta pregunta de la encuesta.....	99
Tabla N° 25: Respuesta de la sexta pregunta de la encuesta.....	99
Tabla N° 26: Respuesta de la séptima pregunta de la encuesta.....	100
Tabla N° 27: Respuesta de la octava pregunta de la encuesta.....	100
Tabla N° 28: Respuesta de la novena pregunta de la encuesta.....	100
Tabla N° 29: Respuesta de la décima pregunta de la encuesta.....	101
Tabla N° 30: Respuesta de la onceava pregunta de la encuesta.....	101
Tabla N° 31: Respuesta de la doceava pregunta de la encuesta.....	101
Tabla N° 32: Respuesta de la treceava pregunta de la encuesta.....	102
Tabla N° 33: Respuesta de la catorceava pregunta de la encuesta.....	102
Tabla N° 34: Respuesta de la quinceava pregunta de la encuesta.....	102
Tabla N° 35: Precipitación y anomalías al año 2027 estación Huaraz.....	103
Tabla N° 36: Precipitación y anomalías al año 2027 estación Recuay.....	103
Tabla N° 37: Precipitación y anomalías al año 2027 estación Pira.....	104
Tabla N° 38: Precipitación y anomalías al año 2027 estación Chacchan.....	104
Tabla N° 39: Precipitación y anomalías al año 2027 estación Buena Vista.....	105
Tabla N° 40: Precipitación y anomalías al año 2027 estación Cajabamba.....	105
Tabla N° 41: Escenarios de temperatura y anomalías al 2027 Recuay.....	105

Tabla N° 42: Escenarios de temperatura y anomalías al 2027 Buena Vista.....	106
Tabla N° 43: Escenarios de temperatura y anomalías al 2027 Cajabamba.....	106
Tabla N° 44: Escenarios de temperatura y anomalías al 2027 Huánuco.....	107
Tabla N° 45: Escenarios de temperatura y anomalías al 2027 Tingo María.....	107
Tabla N° 46: Temperatura y anomalías al 2027 Recuay con porcentajes.....	108
Tabla N° 47: Temperatura y anomalías al 2027 Buena Vista con porcentajes.....	109
Tabla N° 48: Temperatura y anomalías al 2027 Cajabamba con porcentajes.....	110
Tabla N° 49: Temperatura y anomalías al 2027 Huánuco con porcentajes.....	111
Tabla N° 50: Temperatura y anomalías al año 2027 Tingo María con porcentajes.....	112

## RESUMEN

La investigación se centra en la provincia de Huaraz, donde se tuvo como objetivo general determinar la alteración del clima como consecuencia del cambio climático, para lo cual se utilizó un diseño de investigación de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo, un nivel explicativo, además es un tipo de investigación no-experimental ya que no se manipularon deliberadamente las variables, se trabajaron y observaron su comportamiento.

La metodología aplicada se realizó en base a estudios de comportamiento, para ello se ordenó y trató la data meteorológica de las variables precipitación y temperatura desde 1986 hasta el 2017, se trabajaron con promedios decadales, anuales y multianuales para encontrar el comportamiento, anomalías y los gradientes de ambas variables (. Además, se utilizó el software ArcGIS 10.3, que sirvió para interpolar los datos y encontrar el comportamiento y anomalías tanto presentes y futuras en la provincia de Huaraz.

Los resultados obtenidos en base a los datos del comportamiento histórico, muestran las proyecciones del 2018 al 2027, esta presentación se focalizó en el año 2027 y se tomó de referencia el año 2022 para comparar el comportamiento de las variables. El comportamiento presente mostró tendencias al aumento en la variable precipitación, la cual muestra un promedio de 547.3 mm el 2017 y anomalías que van desde +20.88 mm hasta +103.25 mm con un promedio de +62.05 mm sobre la normal. En cuanto a la temperatura muestra un promedio de 19.33 °C y anomalías que van desde +1.19 °C hasta +5.03 °C con promedio de +3.11 °C al 2017. en cuanto a los escenarios de precipitación se prevé un promedio de 512.79 mm al 2022 y 547.80 mm al 2027 con anomalías que van desde -38.95 mm hasta +178.32 mm en el 2022 y -51.52 mm hasta +235.83 mm en el 2027. Para la temperatura se pronostican escenarios de 17.09 °C al 2022 y 17.29 °C al 2027 con anomalías que van desde +0.25 °C hasta +0.96 °C y +0.33 °C hasta +1.29 °C con promedio de +0.605 °C y +0.81 °C respectivamente. tanto el comportamiento histórico como el futuro muestran tendencias de incremento lo que se relaciona fuertemente con los valores de concentraciones de GEI en la atmosfera. Por consiguiente, se concluye que los elementos climáticos en la provincia de Huaraz están influenciados por el cambio climático antropogénico.

Palabras clave: Anomalías, escenarios, gradientes, interpolación.

## ABSTRACT

The research focuses on the province of Huaraz, where the general objective was to determine the alteration of the climate as a consequence of climate change, for which a research design with applied typology was used, with a quantitative approach, an explanatory level, in addition it is a type of non-experimental research since the variables were not deliberately manipulated, they worked and observed their behavior.

The methodology applied was carried out based on behavioral studies, for which the meteorological data of precipitation and temperature was ordered and treated from 1986 to 2017, with average decades, annuals and multiyears to find the behavior, anomalies and gradients of both variables. In addition, ArcGIS 10.3 software was used, which served to interpolate the data and find the behavior and anomalies both present and future in the province of Huaraz.

The results obtained based on historical performance data, show the projections from 2018 to 2027, this presentation was focused on the year 2027 and reference was made in 2022 to compare the behavior of the variables. The present behavior presented tendencies to the increase in the rainfall variable, which shows an average of 547.3 mm in 2017 and anomalies that range from +20.88 mm to +103.25 mm with an average of +62.05 over the normal. In terms of temperature, it shows an average of 19.33 °C and anomalies that range from +1.19 °C to +5.03 °C with an average of +3.11 °C to 2017. In terms of precipitation scenarios, an average of 512.79 mm is expected to 2022 and 547.80 mm to 2027 with anomalies that range from -38.95 to +178.32 in 2022 and -51.52 to +235.83 in 2027. For the temperature, scenarios of 17.09 °C to 2022 and 17.29 °C to 2027 are predicted with anomalies ranging from +0.25 °C to +0.96 °C and +0.33 °C to +1.29 °C with average of +0.605 °C and +0.81 °C respectively. Both historical and future behavior show increasing trends, which is strongly related to the values of GHG concentrations in the atmosphere. Therefore, it is concluded that the climatic elements in the province of Huaraz are influenced by anthropogenic climate change.

**Keywords:** Anomalies, scenarios, gradients, interpolate.

## **I. INTRODUCCION**



## **1.1. Realidad problemática**

Olas de friajes, inviernos que se han intensificado, veranos con temperaturas que sobrepasan los cuarenta grados Celsius, precipitaciones anómalas y una alteración global de los fenómenos meteorológicos, están afectando significativamente el equilibrio ecosistémico. Todos están vinculados al cambio climático que es causado por la gran cantidad de quema de combustibles fósiles que inyectan toneladas de dióxido de carbono, metano, ozono a la atmosfera y demás actividades causadas por el hombre.

Según la EPA (agosto, 2016), menciona que “conforme la atmosfera se calienta, la evaporación se incrementa, ocasionando un aumento de humedad, precipitación promedio y manteniéndose constante fuertes tormentas en distintos lugares, pero contribuyendo a la sequía en otros territorios”. Soares et al (2018), indica que en Chiapas “los patrones de precipitaciones han cambiado con anomalías muy severas, esto afecta considerablemente y origina que el comienzo de las lluvias resulte impredecible. Por ejemplo, las granizadas caen en periodos no esperados, además, Suraj et al (2018), indica que, en ciertas regiones de la India, el aumento de la temperatura promedio provoca anomalías en la precipitación y cambios en sus características, como la intensidad, duración y la gravedad.

En el Perú existe una variedad de climas y microclimas que hacen del país uno de los más diversos del planeta. Por otro lado, esta gran diversidad repercute y lo vuelve más vulnerable y propenso a las consecuencias del (CC). En el Perú el ultimo fenómeno el niño ocurrido entre diciembre del 2016 y abril del 2017 es un claro ejemplo de variabilidad climática extrema, este fenómeno suele ocurrir dejando periodos de tiempo, pero debido a la incidencia continua del cambio climático ocasiona que se intensifique cada vez más. Según (Damonte, Cabrera y Miranda, 2017), Los autores indican que con el “calentamiento global, las apariciones del niño serán cada vez más intensas y duraderas [...] en efecto trayendo consigo inundaciones o deslizamiento desastrosos”, (Viana et al., 2016), sostiene que “el régimen hidrológico y la funcionalidad de los ciclos biogeoquímicos serán alterados severamente por la presencia del cambio climático, también el transporte, la vulnerabilidad a las inundaciones, la pesca y la generación de energía hidroeléctrica”. Por su parte el (SEI, 2012), anticipa que “el comportamiento de los patrones de precipitación se verá alteradas por el cambio climático

[...]. Los eventos extremos como friajes, olas de calor, sequias y lluvias torrenciales aumentarían su frecuencia por la incidencia del calentamiento global.

El departamento de Ancash ha registrado episodios de sequias, heladas y demás fenómenos extremos, La Provincia de Huaraz comprendida por 12 distritos, es afectada por la ausencia de lluvias y cambios de temperatura que afectan tanto en los cultivos y crianzas de animales. Distritos como Olleros, Jangas y Tarica en donde se cultiva papa, maíz, choclo, alfalfa y hortalizas, se han visto afectados por la escasez recursos hídricos, lo cual ha llevado a la pérdida de sus cosechas, mientras que otros distritos no han sembrado por la falta de lluvias. (Gobierno Regional de Ancash, 2016). Otro de los problemas focales en la provincia es la pérdida de masa glaciar que registra la cordillera blanca. (Baraer et al., 2013, p. 17) indica que en 1930 la superficie glaciar fue de 558 km<sup>2</sup>, con el paso de los años en 2009 esta se redujo hasta los 343 Km<sup>2</sup>. La investigación se centra en determinar las alteraciones climáticas presentes para entender el comportamiento de las variables de precipitación y temperatura al 2027

## 1.2. Trabajos previos

### NACIONALES:

AGUILAR, Julio (2017), en su tesis: **“Análisis de tendencias de temperatura y precipitación pluvial en la cuenca del río llave”** en su investigación de tipo descriptivo-correlacional, explica que se ha realizado un análisis estadístico, análisis de doble masa y se han trabajado con datos para la elaboración de hidrogramas, con el objetivo de determinar el comportamiento de tendencias pluviométricas y térmicas como efecto del cambio climático. Para ello se determinó la variación de la precipitación y temperaturas medias mensuales en la cuenca del río llave, el análisis dio como pronóstico un incremento en la variación de la temperatura media en la zona baja que paso de 1 a 1.7 °C lo que indica una tendencia de incremento leve a significativa de temperatura, en la zona media se tiene un incremento discreto de temperatura de 1 °C, para el año 2050 habrá un incremento de temperatura en la zona alta; en cuanto a la precipitación se tendrá una variación considerable en la zona baja de 143 a 154mm con tendencia moderado de incremento, en cuanto a la pluviometría se tendrá ausencia de lluvias al año 2050.

RAMOS, Lucero (2014), en su trabajo de titulación **“Estimación del efecto del cambio climático en la precipitación de la costa norte del Perú usando simulaciones de modelos climáticos globales”** en su investigación de tipo descriptivo y diseño no experimental, indica la existencia de distintos modelos climáticos globales en la actualidad, en donde pronostican un incremento del promedio de las precipitaciones hacia la costa norte, donde resaltan que los modelos evidencian importantes sesgos en la TSM de manera positiva y lluvia en la zona costera de Sudamérica. Teniendo en cuenta que la temperatura y precipitación presentan una relación no lineal. la relación no lineal de precipitación y temperatura, los sesgos podrían sobre estimar los cambios futuros en la región. El autor para evitar errores en el sistema sugiere que se relacione la precipitación mensual y la TSM en la costa norte del Perú mediante un modelo climático. La funcionalidad del (M) indica una relación entre la TSM y la precipitación. El modelo utilizado arroja datos como cualquier GCM. Como resultado se perciben cambios de precipitación futura varían entre 0 y 60% en los últimos 50 años. Esto se entiende en un incremento de 8 mm en Piura y 22 mm en Tumbes.

REYES, Carlos (2014), en su tesis **“vulnerabilidad al cambio climático en los ecosistemas de montaña”** en un trabajo descriptivo, donde menciona que el cambio climático tiene como consecuencia una modificación en la constitución de la atmosfera y el incremento, como eventos climáticos extremos, como efectos de este cambio, los ciclos biogeoquímicos, entre ellos el ciclo hidrológico se verá alterado, y ocasionaría una fuerte variabilidad en el régimen pluviométrico trayendo consigo cambios en el caudal de los ríos. Y una alteración general de eventos hidrológicos severos. La variación mínima de clima afecta fácilmente a los ecosistemas de montaña. El cambio climático trae consigo fenómenos extremos, estos afectan seriamente a las montañas, las cuales son indefensas e incapaces de afrontar cambios anómalos en periodos inesperados. También están los glaciares que están retrocediendo tan rápido, que su permanencia en las cumbres está destinada a desaparecer. Plantas y animales padecen por los cambios tan repentinos, donde muchos se están extinguiendo. A la vez los pobladores de las montañas sufren por la falta de recursos económicos para afrontar este problema.

DRENKAN, Pedro (2016), en su investigación: **“En la sombra del cambio global: hacia una gestión integrada y adaptativa de recursos hídricos en los Andes del Perú”** La tesis se enfoca en la oferta y demanda del recurso hídrico que se encuentra tanto en la cuenca del rio Vilcanota (Cusco) y la cuenca del Santa (Ancash, La Libertad). El autor indica que la permanencia de los pobladores que se ubican en ecosistemas tropicales andinos del País y en territorios contiguos en la zona baja, están condicionados a cambios severos en los patrones socioeconómicos como en los patrones hidroclimáticos. También, sostiene que los efectos producidos por el cambio climático son muy notorios y se reflejan en la aparición y crecimiento de lagunas, y el indicador natural del aumento de la temperatura es el retroceso continuo de la masa glaciaria en los nevados. La pérdida de hielo traerá consigo la alteración del caudal y la variabilidad aumentará. Además, asegura que los ecosistemas se alteran ante pequeñas variaciones del clima.

## INTERNACIONALES:

DIAZ, Gabriel *et al* (2008). En el artículo **“Interpolación espacial de la precipitación pluvial en la zona de barlovento y sotavento del Golfo de México”** el objetivo fue realizar una comparación de 4 métodos de interpolación (KRIGING, SPLINE, CO-KRIGING, IDW). La metodología inició con el procesamiento de datos de precipitación (periodo 1961 – 2003) con un total de 147 estaciones meteorológicas de los cuales 50 pertenecen a la zona barlovento y 97 en la zona sotavento, uno de los insumos empleados en esta investigación fue el modelo de elevación digital, el cual permite representar puntos sobre la superficie de un terreno ubicado por coordenadas X y Y. el método IDW el cual es considerado el método más sencillo el cual asigna el mayor peso al punto más aledaño y este disminuye cuando aumento la distancia. Se concluyó que las 4 técnicas permiten generar superficies de precipitación con una delimitación de comportamiento; además la interpolación Spline fue el más adecuado para representar eventos de precipitación ya que genera una superficie en relación a las características del terreno.

MÉNDEZ, NAVAR y GONZALES (2007), en su artículo: **“Análisis de tendencias de precipitación (1920-2004) en México”**, Para el desarrollo y análisis de la investigación utilizaron la prueba no paramétrica de Mann-Kendall, con el objetivo de hallar las proyecciones estacionales de precipitación que se haya dado en México. Donde tomaron un total de 789 estaciones meteorológicas. Mediante un análisis detallado se obtuvieron resultados que indican la presencia de variaciones considerables en las proyecciones de pluviometría. en las tendencias de precipitación, con mayor incidencia en época de verano. De acuerdo a la geografía, los patrones de comportamiento pluviométrico se incrementan en las regiones semiáridas y áridas en 1.7% con respecto a la media de la (PPTA) además en los territorios húmedos en un 0.9%.

MUKHERJEE, Kriti *et al* (2018) en su artículo: **“Glacier mass budget and climate reanalysis data indicate a climatic shift around 2000 in Lahaul-Spiti, western Himalaya”** (el presupuesto masivo de los glaciares y los datos de reanálisis del clima indican un cambio climático alrededor de 2000 en Lahaul-Spiti, Himalaya occidental), Indica que se realizaron estudios mediante el uso de datos históricos y recientes de teledetección en las masas glaciares del Himalaya. Donde el análisis de los datos climáticos, muestran que la

temperatura del aire se incrementó en el periodo 1948-2015, pero se focalizó más en 1995. Adicionalmente la temperatura muestra un incremento significativo después del verano del año 2000. Alrededor de 1995 la precipitación media anual empezó a disminuir y en el año 2000 alcanzó el mínimo. Después del año 2000 los datos indican una disminución significativa de la precipitación en invierno. El incremento de la temperatura media anual desde 1995 analizado a partir de los datos climáticos, indica aumentos considerables en las lluvias invernales para la temporada posterior al 2000, esta sería la causa de que la masa glaciar se vaya perdiendo de una manera acelerada.

GOSLING, Simon (2016), en su artículo: **“A global assessment of the impact of climate change on water scarcity”** (Una evaluación global de la escasez hídrica como efecto del cambio climático), el autor abarca un cálculo sobre las consecuencias del (CC) a escala global para entender el comportamiento de la escasez hídrica. Indica que se utilizaron 21 modelos climáticos globales (MCG) para estudiar los patrones de cambio climático [...], con el fin de estudiar el recurso hídrico de 1339 cuencas. Para calcular la exposición a incrementos y estrés hídrico mundial, debido al cambio climático, se utiliza el índice de aglomeración de agua (WCI) y el índice de estrés hídrico (WSI). Los resultados del estudio muestran que para el año 2050, aproximadamente 3.1 billones de personas se verán afectadas y expuestas a un incremento en la disminución del recurso hídrico debido al cambio del clima. También se estudiaron un conjunto de escenarios sobre el cambio de temperatura media global, en los cuales se evidencian acelerados aumentos en la escasez de agua como efecto del cambio climático en distintas partes del mundo, hasta 2 ° C.

HERRING, Stephanie *et al* (2015) en su artículo: **“Explaining extreme events of 2014 from a climate perspective”** (Eventos extremos explicados desde una posición climática), Los autores manifiestan sobre la ocurrencia de un evento de precipitación extrema en Cavernes montañas en época de otoño, en donde se llegó a sobrepasar los 300 mm en un día, lo cual condujo a un registro desde 1950 en cuanto a intensidad máxima cuando se promedia sobre un conjunto de pluviómetros. Los autores resaltan que, desde mediados del siglo 20 las precipitaciones muestran picos máximos de 30% en el área de estudio. En este territorio la lluvia se incrementa en función del comportamiento térmico regional. Este aumento en la precipitación está fuertemente ligada al cambio climático antropogénico.

GERALDI, PÍCCOLO Y PERILLO (2010) en su investigación **“Anomalías de precipitación y temperatura en Las Encadenadas del Oeste. Buenos Aires, Argentina”** los autores tuvieron como objetivo calcular las anomalías de precipitación y temperatura en las superficies de los cuerpos de agua en los diferentes años 1920 al 2008 en las encadenadas del oeste, Buenos Aires, Argentina. Donde se registró un periodo seco en el periodo 1920-1970 donde se registraron anomalías de hasta 400 mm bajo la normal. En el periodo 1971 al 2002 se registró un periodo húmedo, los registros más pronunciados de Carhué, fueron los años 1978, 1984 y 2002 los cuales presentaron anomalías de 350, 550 y 700mm respectivamente. Las anomalías desde el año 2002 a 2008 vuelven a estar por debajo de la media. Se destaca en el año 2003 una clara disminución de las precipitaciones donde las anomalías alcanzaron los 300mm por debajo de la media. Estas anomalías se acentuaron por influencia de las temperaturas.

SERRANO, Sheila *et al* (2012) en su artículo: **“Análisis estadístico de datos meteorológicos mensuales y diarios para la determinación de variabilidad climática y cambio climático en el distrito metropolitano de Quito”** el autor explica que la investigación tiene como objetivo establecer el efecto que ha tenido la oscilación del clima y el (CC) focalizado para la comuna distrital de Quito como también de sus alrededores. Para ello se desarrolló dos tipos de análisis, el primero busca evidencias paulatinas mediante información mensual térmica en sus escalas máximas y mínimas y precipitaciones [...], utilizando análisis lineales de regresión mediante la técnica de mínimos cuadrados más un complemento de prueba F. la segunda se llevó a cabo con la finalidad de observar la conducta de los sucesos extremos con información diaria de temperatura y precipitación mediante el Software RClmDex que permite calcular la incidencia del (CC). Los resultados muestran conductas fuera de lo normal y que puede deberse a los efectos de la variabilidad climática o cambio climático.

LIMA Y MARCUZZO (2016) en su artículo: **“Influencia del niño y la niña en el número de días de precipitación pluviométrica del estado de Mato Grosso do Sul”** El objetivo de la investigación fue relacionar la intensidad del fenómeno el niño con la variación del número

de días con lluvia (NDL) en el estado de Mato Grosso do Sul. Para la investigación se emplearon o tomaron datos de 37 estaciones pluviométricas, con registros de 30 años y 55 estaciones con datos de entre 20 y 29 años (1977 y 2006). En el período de 1977 a 2006, el índice de El Niño (a) promedio mensual osciló entre  $-1,1^{\circ}\text{C}$  y  $1,3^{\circ}\text{C}$ , las variaciones fueron moderadas, con algunas variaciones consideradas fuerte en 1982 ( $2,3^{\circ}\text{C}$ ), 1983 ( $2,3^{\circ}\text{C}$ ). 1988 ( $-1,9^{\circ}\text{C}$ ), 1991 ( $1,6^{\circ}\text{C}$ ), 1992 ( $1,8^{\circ}\text{C}$ ), 1997 ( $2,5^{\circ}\text{C}$ ), 1998 ( $2,3^{\circ}\text{C}$ ), 1999/2000 ( $-1,6^{\circ}\text{C}$ ) y 2002 ( $1,5^{\circ}\text{C}$ ). Se observa que, en general, el NDC para cada año del período tiene una relación directa con El Niño y La Niña, ya que la línea de tendencia muestra cambios considerables. Estudiar la relación que existe entre los números de días con lluvia (NDL) y los fenómenos meteorológicos, permite entender el comportamiento detallado de las precipitaciones.

BROWN, Oscar *et al* (2015) en su artículo: **“El cambio climático y sus evidencias en las precipitaciones”** La investigación se desarrolló en la localidad de Falla, provincia Ciego de Ávila. El autor utilizó una serie de 30 años de precipitaciones y número de días con lluvia del periodo 1977 al 2016. Se aplicaron métodos de análisis de la serie temporal como porcentaje medio, promedios móviles y suavización exponencial. Se comprobó que la función Normal fue la más apropiada para ajustar los datos experimentales y se construyó el climograma de la localidad. El objetivo de la investigación fue determinar las evidencias de cambio climático mediante anomalías climáticas, patrones de desplazamiento y la curva acumulada de las variables estudiadas. Los resultados de la investigación fueron los siguientes: los valores promedios de lluvias se encuentran entre 30.54 mm y 208.77mm. También se halló los días con lluvia variando entre 6 y 15 días al mes, con un mínimo de 1 y 2 días lluviosos en enero - abril y un máximo entre 16 y 23 de días con lluvia en mayo – diciembre. Se concluyó que las anomalías, el comportamiento de las variables y los datos acumulativos de días lluviosos y precipitación evidencian el cambio climático desde el año 2000.

MÁRDERO, Sofia *et al* (2012). En el artículo **“Sequías en el sur de la península de Yucatán: Análisis de la variabilidad anual y estacional de la precipitación”**. El objetivo de este estudio es analizar la variabilidad espacial y temporal de la precipitación en el sur de la península de Yucatán a través de anomalías y tendencias de la precipitación en el periodo



1953 -2007. La metodología inicia con el registro de datos de precipitación mensual de 9 estaciones meteorológicas de los estados de Quintana Roo y Campeche, recopilando 54 años de data (1953 – 2007). Luego los datos fueron tratados, donde se eliminaron años con meses sin registro. Con esta base de datos se estimó la precipitación anual y se determinó la precipitación en estación seca (febrero – abril) y estación humedad (junio a octubre). Además, se tuvo en cuenta que los registros no sean menores a 30 años. Para describir el clima se utilizaron promedios mensuales y estaciones de temperatura y precipitación de las 9 estaciones meteorológicas; para este estudio se consideró los datos del periodo (1965 – 2000). Como segundo paso se calcularon las anomalías de precipitación para cada estación durante todos los años para evaluar el déficit o superávit de precipitación y la severidad de estas se obtuvo por el método quintil). Los resultados fueron un promedio de precipitación anual desde 948 mm hasta 1499 mm en el sur de la Península y se puede observar un evidente cambio de ocurrencia de sequias con el paso de los años, siendo común encontrar años lluviosos y muy lluviosos antes del año 1986, posterior a este año las sequías se presentan con más frecuencia.

IPCC (2014) en su 5 to informe: **“Cambio climático 2014”** el documento resalta que Cada uno de los tres últimos decenios ha sido sucesivamente más cálido en la superficie de la Tierra que cualquier decenio anterior desde 1850. Es muy probable que el período comprendido entre 1983 y 2012 haya sido el período de 30 años más cálido de los últimos 800 años. Además de registrar un calentamiento multidecenal notable, la temperatura media global en superficie muestra una variabilidad decenal e interanual considerable.

OMM (2018) en su informe: **“El estado de los gases de efecto invernadero en la atmósfera. Basado en observaciones globales hasta 2017”** el último análisis de las observaciones de la organización meteorológica mundial (OMM) muestra las concentraciones de gases de efecto invernadero, donde el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) alcanzó un máximo de 405.5 ppm, el metano (CH<sub>4</sub>) alcanzó los 1859 ppb y el óxido nitroso llego hasta los 329.9 ppb. Estos valores constituyen respectivamente el 146%, 257% y 122% en comparación con los valores preindustriales (antes de 1750). El aumento de CO<sub>2</sub> del 2016 al 2017 fue más pequeño que lo observado en 2015 a 2016 y prácticamente igual a la tasa de crecimiento promedio de la última década.

### 1.3. Teorías relacionadas al tema

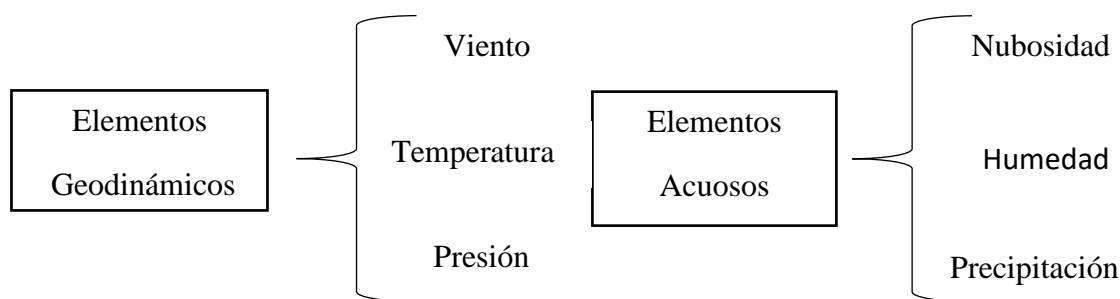
#### 1.3.1. El clima

El clima se puede entender como el conjunto de fenómenos de clase meteorológica que están presentes a lo largo del tiempo en una determinada región. También se entiende como el estado atmosférico más frecuente para un lugar y período de tiempo determinados. Los elementos del clima están interrelacionados (temperatura, precipitación, humedad, viento, presión atmosférica, fenómenos eléctricos) (Ugarte, 2017, p. 107). El tiempo que puede ser semanas, minutos o días, sumado al espacio, son los condicionantes primordiales que lo determinan (Vergara, 2011, p.15). En las nuevas teorías sistémicas, el clima es concebido como un sistema que se mantiene en el espacio y el tiempo gracias al intercambio de energía que se produce en la superficie terrestre mediante la circulación general del aire. (Ayllón, 2013, p. 180)

##### 1.3.1.1. Elementos del clima

Para determinar el clima de un territorio es necesario entender el comportamiento del accionar de la atmosfera. Las características que se pueden contemplar y medir conforman los elementos del clima. Entre los más resaltantes tenemos la precipitación, el viento, la temperatura, la presión, la humedad, la evaporación, la nubosidad, la insolación, etc. (González, 2015)

Los elementos que constituyen el clima son de dos tipos:



Fuente: Elementos de metereología y climatología (Ayllón, 2013)

Figura N° 01: Clasificación de los elementos climáticos

De estos elementos la temperatura y la precipitación son los más importantes para poder clasificar los climas

### **1.3.1.2. Factores del clima**

Vienen hacer los que cambian el comportamiento del clima y de acuerdo a su fuerza, su manera de interaccionar y concurrencia determina el clima existente. Los principales son la altitud (el clima se modifica considerablemente de acuerdo a la altura del relieve), y la latitud es aquella (parte o cualquier lugar de la tierra que concuerda con la distancia hacia el Ecuador) orografía, corrientes marinas, la presión atmosférica. (Aguilar, 2017, p. 31)

### **1.3.1.3. Fenómenos meteorológicos extremos**

Fenómenos de temporal, término general que aglutina los fenómenos climáticos que provocan ráfagas de viento y las precipitaciones (lluvia, nieve o granizo) afectando a zonas muy variables y con una duración, igualmente, variable. (Marea, 2018). Se puede entender como fenómenos meteorológicos extremos, aquellos que pueden causar o causan daños significativos en la población, por la fuerte intensidad en la que se presentan.

### **1.3.1.4. Estaciones del clima**

Las estaciones del clima son los periodos del año en donde las condiciones meteorológicas predominan en momentos determinados. En la tabla 1 se detalla el inicio y final de cada estación.

### **1.3.2. Régimen pluviométrico**

También es llamado régimen de precipitaciones, se entiende como la distribución y comportamiento de las precipitaciones en un lugar determinado a lo largo del año, mediante el cual se genera conocimiento de la distribución espacio temporal. (Romero, 2018). Para encontrar el comportamiento del clima de un territorio se tiene en cuenta la potencialidad climática de un país se considera al régimen pluviométrico en la distribución de las precipitaciones y del tiempo. (Gosling y Arnell, 2013). Según (Geraldini, Piccolo y Perillo, 2009), lo definen como la marcha anual de las precipitaciones que varía en función de circulación atmosférica general, de las condiciones atmosféricas y de la localización geográfica.

### **1.3.3. Régimen Térmico**

El régimen térmico se entiende como la variación de la distribución de las temperaturas mensuales a lo largo del año. Mediante las cuales se determina el clima del territorio estudiado. (Palacios, 2015)

#### **1.3.4. Gradiente de precipitación y temperatura**

La temperatura del aire y la precipitación son elementos que se utilizan para la zonificación climática, con fines de entender el comportamiento de los ecosistemas y nichos ecológicos. Identificar la variación de la temperatura ambiental y la precipitación conforme se asciende en un terreno es clave para encontrar alteraciones climáticas. (Castro, Agualimpia y Sánchez, 2016). Por ejemplo, el comportamiento de las lluvias varía respecto a la altitud, (Tapia, 2016, p. 13), encontró que los regímenes de precipitación son más diversos en las regiones andinas que en ubicaciones más bajas. Por ello se entiende que, a mayor altitud, la temperatura disminuye y las precipitaciones se incrementan.

#### **1.3.5. Anomalías climáticas**

En términos generales las anomalías del clima son entendidas como las perturbaciones o eventos extremos que se desarrollan en un lugar y tiempo determinado, olas de calor, sequías, precipitaciones prolongadas, heladas, etc. son algunos ejemplos de anomalías. En términos científicos cuando se hace alusión a anomalías climáticas se refiere a la diferencia entre el valor de un elemento climático en un lugar dado y el valor medio de dicho elemento correspondiente al círculo de latitud del lugar. Por ejemplo, las Anomalías de precipitación: es la diferencia de la precipitación observada en el mes actual y el valor promedio correspondiente al mismo mes. (Rosas et al., 2018)

Las anomalías climáticas expresan desviaciones del comportamiento de la variable climática analizada respecto al promedio hiperanual de una serie igual o superior a 30 años. Se utilizó la siguiente ecuación (1).

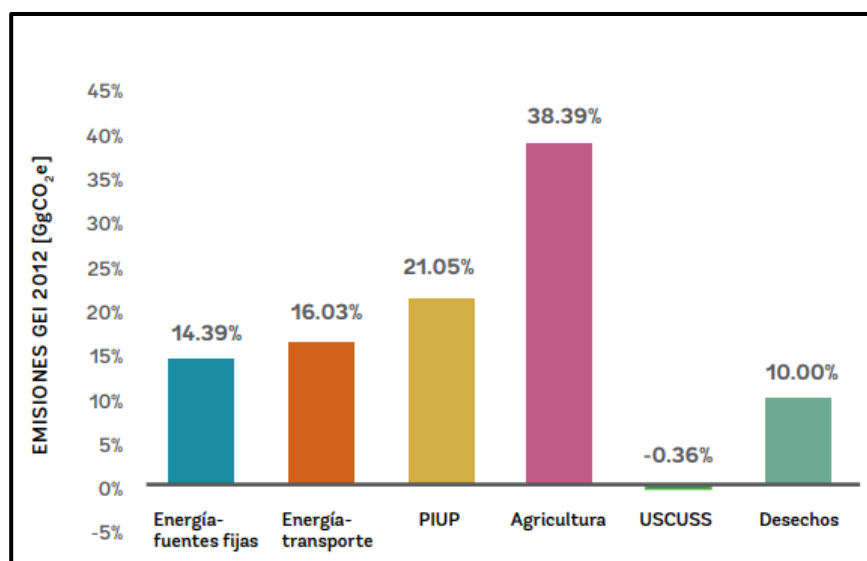
$$A_x = X_i - X_m \quad (1)$$

#### **1.3.6. Olas de calor**

Se trata de sucesos de temperaturas anormalmente elevadas, lo cual se mantienen varios días y afectan a una gran parte importante de nuestra geografía. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Senamhi). En febrero del 2015 una repentina explosión de calor se presentó en gran parte de la costa central, producto de una igualmente repentina aparición de agua caliente frente a los departamentos de Lima, Áncash, La Libertad y Lambayeque, principalmente. El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (Senamhi), dio a conocer que Chimbote Llegó a los 30 grados, aunque en lugares más cercanos como Casma se ha superado este índice. Cabe señalar, que toda esta información fue pronosticada por SENAMHI, en su Aviso Meteorológico N° 4, publicado el 22 de enero del 2015.

### 1.3.7. Actividades que contribuyen a la emisión de gases de efecto invernadero en Ancash

El crecimiento económico en este departamento se ve reflejado en actividades que emiten un gran porcentaje de (GEI) a la atmosfera, las cinco principales fuentes generadoras de estos gases en la región son: la energía de fuente fija y de transporte, los procesos industriales (PIUP), la agricultura, el uso de suelos y cambio de uso de suelos (USCUSS) y los desechos. (instituto de montaña, 2016, p. 44).



Fuente: Instituto de montaña, 2016

Figura N° 02: Emisiones de GEI por sectores-Ancash

### **1.3.8. Calentamiento global**

Este enunciado es comprendido como el aumento del régimen térmico en la superficie de los océanos y la superficie terrestre. Los gases que calientan la atmosfera o mejor conocidos como (GEI), están presentes en la tierra desde la creación y se producen de manera natural, estos impiden que el calor que ha recibido la tierra no pueda regresar al espacio en su totalidad, una pequeña parte se queda en la atmosfera, haciendo la tierra habitable. La presencia de estos gases es indispensable en la vida de los humanos y de millones de organismos, permitiéndoles que se desarrollen en armonía.

El problema radica en el exceso de (GEI), los cuales son originados por el incremento de las industrias, agricultura, ganadería, tala de árboles, quema de combustibles fósiles, etc. (ONU, 2015). La concentración atmosférica de CO<sub>2</sub> se ha incrementado hasta un 3% por encima de los niveles preindustriales, desde 1975. Esta concentración es considerablemente más alta que en cualquier momento de los últimos 420 mil años, periodo del cual han podido obtenerse datos fiables a partir del núcleo de hielo. El 21 de marzo del 2004 se registró 376 ppm de CO<sub>2</sub> (Navarro, 2007) y en el 2018 se registró 410 ppm. Otro de los problemas que esta ocasionado el incrementando de la temperatura es el daño a la capa de Ozono, en el año 1984 el tamaño del hueco era de 7 millones de km<sup>2</sup> y 23 millones al 2018.

Dennies Weaver menciona una frase muy precisa en cuanto al problema que vivimos, indico que “prácticamente todos nuestros problemas medioambientales se pueden reducir a nuestra adicción a los combustibles fósiles, principalmente el petróleo

### **1.3.9. El Cambio climático**

El cambio climático ya no es una discusión solo de científicos, ahora es un problema evidente, ya que nos afecta directa o indirectamente, ya sea en nuestra economía, biodiversidad del planeta y nuestros recursos como el agua. Cuando se habla de cambios en el clima se entiende como una anomalía que ha sufrido el ambiente atmosférico con el paso del tiempo, originado por variación de la naturaleza o como resultado de la incidencia antrópica, este concepto fue dado por el Panel Intergubernamental del cambio climático (IPCC) (SANCHEZ, 2016). En la normativa del (CMNUCC), se detalla minuciosamente y se conceptualiza como “un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad

humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”. (Galbusera, 2015).

El cambio climático es un fenómeno natural que sucede durante miles de años, el último de los cambios climáticos ocurridos fue hace 250 000 años, lo que indica que el clima mantiene una dinámica constante, e imperceptible, lo alarmante es la aceleración de este fenómeno en las últimas décadas. Causado principalmente por las fuentes móviles como el transporte, por el cambio de uso de suelos, movimientos geológicos, etc. (Alcántara, 2015)

La población también ha notado los cambios bruscos en el clima, por ejemplo, la población del callejón de Huaylas, son conscientes de la elevación de la temperatura, el cambio del ciclo hidrológico, la mayor presencia de radiación ultravioleta, la presencia de especies oportunistas y la influencia del FEN en cualquiera de sus fases (Intermediate technology development group, 2008, p.14).

### **1.3.10. El retroceso glaciar como indicador de cambio climático**

“Los glaciares son depósitos de agua en estado sólido, que se acumulan en la parte alta de las montañas y cordilleras por procesos físicos y meteorológicos. La causa principal para la formación de los nevados son las bajas temperaturas existentes en estos espacios. Los glaciares, son depósitos de agua, que, por procesos de fusión, originan las primeras escorrentías e infiltraciones, dando origen a los riachuelos (primeras escorrentías 12 continuas), a través del lento proceso de derretimiento debido a la insolación y el incremento de temperaturas”. (Alcántara, 2015, p.11).

En los ecosistemas altoandinos en los últimos años, el cambio climático ha provocado alteraciones o cambios muy notorios, en estos territorios andinos se encuentran los glaciares tropicales que se han ido deteriorando cada vez más y a una velocidad alarmante, a esta problemática se le conoce como retroceso glaciar. (ANA, 2014, p. 4). Los problemas que trae consigo el retroceso glaciar ya se están viviendo, por ejemplo, deterioro de las cuencas fluviales, los ecosistemas de Montañana sufren los cambios tan repentinos y la velocidad a la que ocurren no les permite llevar un equilibrio en el tiempo. Los ecosistemas de montaña son importantes para la provisión y regulación de bienes y servicios ambientales. Estos ecosistemas son importantes bancos genéticos para distintos cultivos del mundo, cuando los

ecosistemas están en buen estado brindan protección contra los riesgos naturales y los impactos de los eventos naturales (Avendaño, 2016).

En el año de 1970 los glaciares del Perú cubrían una superficie de 2041 Km<sup>2</sup>, con el paso de tan solo 7 años esta masa se vio reducida hasta los 1595 Km<sup>2</sup>, la pérdida registrada llega a un 22 % de la superficie. Es por ello que los glaciares que se encuentran a una altitud menor a 5000 msnm, han sido los más afectados (SEI, 2012, p.2). La dicho por (Baraer et al., 2013, p. 17), indica que en la cuenca del río Santa la superficie de masa glaciar en el año 1930 fue de 558 km<sup>2</sup>, con el paso de los años en 2009 esta se redujo hasta los 343 Km<sup>2</sup>.

La Provincia de Huaraz se ubica en la margen derecha del Río Santa, en la provincia se focalizan parte importante de glaciares como el Pastoruri, (Morales, 2012) en su investigación indica que el retroceso glaciar en Pastoruri oscila entre 10 a 12 metros por año, también indica que la insolación del glaciar propicia el retroceso de este. También el hielo del glaciar Shallap se ha estado desmoronando y fragmentado causando pérdida de su superficie, en 1'868,505.408 m<sup>3</sup> durante 351 días de evaluación, desde 09/09/02 hasta 26/08/03 (ANA, 2003, p. 20). Otros glaciares como el Alpamayo, el Broggi, Gapaj, Yanamarey, Artensonraju y Uruashraju. Retroceden de manera alarmante.

### **1.3.11. ArcGIS 10.3**

El ArcGIS es un sistema de información geográfica el cual se compone de tres aplicaciones que están dentro de ArcEditor, ArcView y ArcInfo, estos son ArcCatalogo, ArcToolbox y ArcMap. Empleando estas tres aplicaciones juntas se puede realizar cualquier tarea SIG como organizar, compartir, analizar, administrar, distribuir y representar información geográfica. (ArcGIS Resources, 2014). Mediante el software se pueden realizar mapas Temáticos como precipitación, temperatura, hidrológico, vegetación, biodiversidad, etc. Además, pose herramientas de interpolación que permiten identificar zonas de mayor y menor presencia de un fenómenos y formatos TIN que representan la forma del relieve del terreno de una manera precisa y clara. (Puerta, Rengifo y Bravo, 2011)

### **1.3.12. Estaciones meteorológicas**

Las estaciones meteorológicas son instalaciones que tienen la finalidad de almacenar y cuantificar continuamente las distintas variables del clima empleando técnicas e instrumentos



meteorológicos. Las estaciones comúnmente son dos, las automáticas y convencionales, Las convencionales requieren de una persona para para que observe en determinados tiempos el funcionamiento de la estación y que las calibre si hay una descompensación o falla. Mientras que las estaciones automáticas reportan data directamente al servidor de manera automatizada, mayormente se ubican en lugares remotos. (Palacios, 2015)

### **1.3.13. Análisis de calidad de los datos.**

#### **1.3.13.1. Análisis de consistencia**

La información se obtiene de las estaciones pluviométricas no siempre están carentes de errores, el análisis de doble masa sirve para determinar la consistencia de los datos. (Moreno, 2017)

#### **1.3.13.2. Análisis de doble masa**

Este análisis encuentra y focaliza periodos en donde se hayan detectado posibles errores, y estos se estudian en forma de quiebres en el comportamiento de la pendiente que pertenece a la curva doble másica. (Moreno, 2017)

#### **1.3.13.3. Regresión lineal**

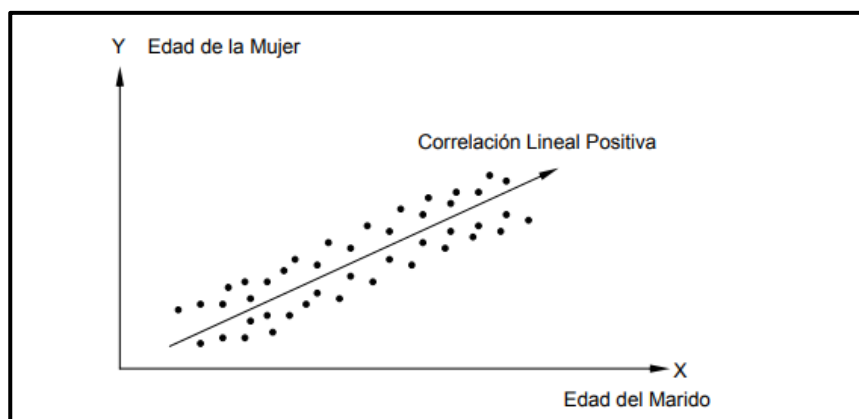
Este término denominado regresión se introdujo gracias al aporte de Galton, el cual lo publico en su libro denominado herencia natural. El estudio detallado de regresión lineal es importante ya que permite pronosticar medidas en función de otras medidas (o solo para pronosticar una en función de otra). (Laguna, 2014)

#### **1.3.13.4. Correlación lineal**

En distintas áreas de conocimiento, entre ellas los temas ambientales necesitan el análisis de más de una variable y para ello existe, la correlación, que tiene como finalidad examinar la dirección y la fuerza de la asociación entre dos variables cuantitativas. Lo que permite conocer la fuerza en donde las variables se relacionan. Para valorar la asociación entre dos variables, la primera aproximación suele hacerse mediante un diagrama de dispersión. (Laguna, 2014)

### 1.3.13.5. Diagramas de dispersión

Para determinar si existe o no correlación entre dos variables la manera más apropiada y rápida es mediante un diagrama de dispersión. Para construir un diagrama de dispersión es necesario utilizar un sistema de coordenadas rectangulares. (Rosas y Zúñiga, 2013)



Fuente: Diagramas de dispersión

Figura N° 03: Estadística descriptiva (Rosas y Zúñiga, 2013)

### 1.3.14. Análisis de tendencia

#### 1.3.14.1. Tendencia polinómica

Una línea de tendencia polinómica es una línea curva que se utiliza cuando los datos fluctúan. Si los puntos de datos trazados cambian de dirección más de una vez, entonces el tipo de línea de tendencia elegida debe ser la línea de tendencia polinómica. (Benavides, 2017)

#### 1.3.14.2. Tendencia lineal

Una línea de tendencia lineal es una línea recta que se ajusta perfectamente y que se utiliza conjuntos de datos lineales simples. Los datos son lineales si la trama de los puntos de datos se parece a una línea. Una línea de tendencia lineal normalmente muestra que algo aumenta o disminuye a un ritmo constante. (Méndez, Navar y Gonzales, 2008)

#### 1.3.14.3. Tendencia logarítmica

Una línea de tendencia logarítmica es una línea curva que se ajusta perfectamente y que es muy útil cuando el índice de cambios de los datos aumenta o disminuye rápidamente y

después se estabiliza. Esta línea de tendencia logarítmica puede utilizar valores positivos o negativos. (Benavides, 2017)

#### **1.4. Formulación del problema**

##### **1.4.1. Problema general**

¿Cuál es la alteración del clima en la provincia de Huaraz como consecuencia del cambio climático, periodo 1986-2027, Ancash, 2018?

##### **1.4.2. Problemas específicos**

La matriz operacional muestra las palabras presente y futuro, la primera indica que se realizara un análisis con datos históricos desde 1986 hasta el 2017. Y después se crearán proyecciones detalladas con datos diarios y mensuales al 2027, en base a esto se planearon los siguientes problemas específicos.

¿Cuál es el comportamiento de los elementos climáticos presentes, en la provincia de Huaraz como producto del cambio climático, periodo 1986-2017, Ancash, 2018?

¿Cuál es la característica de los factores climáticos presentes, en la provincia de Huaraz como producto del cambio climático, periodo 1986-2017, Ancash, 2018?

¿Qué cambios se presenta en la variabilidad climática futura, en la provincia de Huaraz como producto del cambio climático, periodo 2018-2027, Ancash, 2018?

#### **1.5. Justificación del estudio**

##### **1.5.1. Ambiental**

Las emisiones de gases de efectos invernadero en la atmosfera se han multiplicado en las últimas décadas, a causa del crecimiento del régimen de población, el sector que más gases de invernadero inyecta a la atmosfera en el departamento de Ancash es la agricultura y los procesos industriales, con un 38 y 21% respectivamente. y en cuanto a nivel nacional las fuentes de energía móviles, y las grandes termoeléctricas, aportan miles de toneladas de CO<sub>2</sub>, y a nivel mundial las concentraciones de CO<sub>2</sub> han llegado a los 410 ppm en abril y mayo del 2018.

### **1.5.2. Social**

La investigación dará aporte un social ya que brindara un conocimiento claro sobre el comportamiento del régimen pluviométrico y térmico a lo largo de los últimos 30 años y tendencias al 2027 en la provincia de Huaraz, las precipitaciones en los últimos tiempos han tenido una variabilidad muy anómala en la cuenca, se han registrado lluvias torrenciales por largos periodos de tiempo y también la escasez de lluvias que derivan en sequias. Es vital conocer el comportamiento de las precipitaciones, es una herramienta de información para los pobladores mediante el cual pueden tomar decisiones y optar por medidas de mitigación.

### **1.5.3. Legal**

El Perú es la primera nación en contar con una Ley Marco sobre cambio climático, la cual plantea firmemente en todas sus dimensiones planes de adaptación y mitigación con el objetivo de mermar la vulnerabilidad del país frente al (CC). Por ello la investigación proporcionara conocimiento necesario sobre el comportamiento pluviométrico y se plasmara en escenarios futuros, los cuales ayudaran para adoptar planes para hacerle frente a la variabilidad del clima.

### **1.5.4. Teórica**

Se busca generar conciencia y opiniones académicas con el objetivo de contrastar teorías y resultados de una determinada investigación. (Bernal ,2010). Por ende, la investigación será de utilidad para que se siga generando conocimiento y sea un aporte a la investigación.

## **1.6. Hipótesis**

### **1.6.1. Hipótesis general**

La alteración del clima en la provincia de Huaraz, está influenciada por el cambio climático periodo 1986-2027, Ancash, 2018

### **1.6.2. Hipótesis específicas**

Los elementos climáticos presentes son influenciados por el cambio climático periodo 1986-2017, Ancash, 2018

La característica de los factores climáticos presente, estas influenciadas por el cambio climático periodo 1986-2017, Ancash, 2018

La variabilidad climática futura está marcada por el cambio climático periodo 2018-2027, Ancash, 2018

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. Objetivo general**

Determinar la alteración del clima en la provincia de Huaraz como consecuencia del cambio climático, periodo 1986-2027, Ancash, 2018.

### **1.7.2. Objetivos específicos**

Determinar el comportamiento de los elementos climáticos presentes, en la provincia de Huaraz como producto del cambio climático, periodo 1986-2017, Ancash, 2018

Determinar la característica de los factores climáticos presentes, en la provincia de Huaraz como producto del cambio climático, periodo 1986-2017, Ancash, 2018

Determinar los cambios en la variabilidad climática Futura, en la provincia de Huaraz como producto del cambio climático, periodo 2027, Ancash, 2018

## **II. MÉTODO**

### **2.1. Diseño de la investigación**

El tipo de investigación que se realizó es aplicado con un enfoque cuantitativo, ya que usa una recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y en análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). Para realizar la investigación será necesario la recopilación de datos pluviométricos y térmicos los cuales serán analizados estadísticamente lo que garantiza su objetividad.

Esta investigación se analizó a nivel explicativo, porque se busca responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos. Su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta. (Hernández, Fernández y Baptista, 2016, p. 92). En la investigación se busca conocer la alteración del clima como consecuencia del cambio climático.

El diseño de la investigación es no experimental. Por qué las variables no son manipuladas deliberadamente para ver su efecto sobre otras variables, se observa los fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para analizarlos. (Kerlinger, 1979, p.116) (Hernández, Fernández y Baptista, 2016, p. 152).

La investigación presentó un estudio Prospectivo, esta técnica utiliza escenarios futuros a partir de la lectura de las variables o procesos que, por sus características y dinámica, impulsan los cambios que se presentan en el futuro, lo que permite actuar en el presente. Y también un estudio retrospectivo. (Ceipa, 2014)

Tabla N° 01: Variables y Operacionalización

<b>ALTERACION DEL CLIMA EN LA PROVINCIA DE HUARAZ COMO CONSECUENCIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO, PERIODO 1987-2027, ANCASH, 2018</b>					
<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICION CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICION OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALA</b>
<b>INDEPENDIENTE</b> CAMBIO CLIMATICO	Se entiende como una variación estadística muy importante en el comportamiento del clima (precipitación y temperatura), que se mantiene [...], por largos periodos de tiempo. Este fenómeno es causado por efectos de la acción del hombre, principalmente por fuentes móviles como el transporte, por el cambio de uso de suelo, generación de energía, etc. (IPCC, 2014)	Mediante el análisis de la información pluviométrica y térmica se detectó cambios en el comportamiento de la variabilidad climática, lo que indicaría la presencia del (CC) en la cuenca media-alta del rio Santa. Para ello se aplicarán análisis de tendencias y proyecciones para entender el comportamiento.	Elementos del clima presente	Precipitación	De razón
				Temperatura	De intervalo
			Factores del clima presente	Gradiente de Precipitación	De razón
				Gradiente de Temperatura	De intervalo
<b>DEPENDIENTE</b> ALTERACION DEL CLIMA	Se entiende a la alteración del clima al conjunto de anomalías que pueden ser positivas o negativas, las anomalías son desviaciones del valor de un elemento climático (Precipitación, temperatura, etc.) en relación a su valor normal. (AEMET, 2018).	Mediante el análisis de tendencias y el análisis en ArcGIS, adicionalmente con porcentajes se determina las anomalías climáticas, las cuales son excesos o déficits sobre el comportamiento medio normal de las variables climáticas. Encontrado el comportamiento de anomalías, se entiende el grado de incidencia y el grado de alteración del clima en la provincia a de Huaraz.	Cambios de Clima	Anomalías de la precipitación	De razón
				Anomalías de la temperatura	De intervalo

Fuente: Elaboración propia, 2018

## **2.3. Población y muestra**

### **2.3.1. Población**

La población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones (Lepkowski, 2008). También es entendida como aquellos elementos o fenómenos en los cuales puede presentarse determinada característica susceptible de ser estudiada (Carrillo, 2015). La población en estudio está conformada por la precipitación y temperatura de la provincia de Huaraz, que se ubica en el departamento de Ancash.

### **2.3.2. Muestra**

Muestro no probabilístico: También llamada muestras dirigidas, es de utilidad para determinados diseños de estudio que no requieren tanto de una representatividad de elementos de una población, sino una cuidadosa y controlada elección de casos con ciertas características específicas previamente en el planteamiento del problema. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 190).

Por conveniencia: estas muestras están formadas por los casos disponibles a los cuales tenemos acceso. (Battaglia, 2008)

En la investigación, la muestra está conformada por la precipitación y temperatura de la provincia de Huaraz comprendido en el periodo 1986-2017.

## **2.4. Técnicas de instrumentos y recolección de datos, validez y confiabilidad**



### 2.4.1. Técnicas

#### Observación

Esta técnica consiste en el registro sistémico, válido y confiable del comportamiento y situaciones observables. La observación considera los fenómenos tal como se presentan, sin modificarlos ni actuar sobre ellos. Hay un contacto directo entre el observador y la realidad. (Caballero Romero, 2013)

los propósitos esenciales de la observación son: Explorar y describir ambientes [...], analizando su significado. Identificar problemas sociales y generar hipótesis para futuros estudios. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014)

#### Análisis documental

El análisis documental consiste en revisar una colección de documentos bibliográficos. Esta técnica ayuda al investigador a conocer los antecedentes de un ambiente, así como las vivencias o situaciones que se producen en él y su funcionamiento cotidiano y anormal. (Sampieri, 2014, p. 415)

### 2.4.2. Materiales y equipos de investigación

Los materiales y equipos a utilizar se detallan en la siguiente tabla

Tabla N° 02: Materiales y equipos

Materiales	Equipos	Software
Hoja de custodia	GPS	ArcGIS. ArcMap
Libreta de campo	Cámara fotográfica	Excel 2016
Bolígrafos	Reloj	IBM SPSS Statistics
Cartas nacionales	Laptop	Word 2016

Fuente: Elaboración propia, 2018

### 2.4.3. Validación y confiabilidad del instrumento

La validez se refiere al grado en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir. (Hernandez-Sampieri *et al.*, 2013, p. 201). Es una cuestión más compleja que debe alcanzarse en todo instrumento de medición que se aplica. (Kerlinger, 1979).

La confiabilidad de un instrumento se entiende al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales. (Hernandez-Sampieri *et al.*, 2013, p. 200). Los instrumentos que se han propuesto para la recolección de datos, serán validados mediante el criterio de tres jueces expertos. Los cuales se detallan en la tabla N° 02 y N° 03.

Tabla N° 03: Validación de instrumentos

Cargo	Nombre y Apellido	CIP
Docente - ingeniero	José Tongo Pizarro	65766
Docente - Ingeniera	Lucero Castro Tena	162994
Docente - Ingeniero	Cesar Jiménez Calderón	42355

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla N° 04: Porcentaje de validación

Ing. José Tongo Pizarro	92%
Ing. Lucero Castro Tena	94%
Dr. Cesar Jiménez Calderón	91%
Promedio	92.33%

Fuente: Elaboración propia, 2018

#### 2.4.4. Metodología de la investigación

##### **Etapa 1: Localización del departamento de Ancash**

La región Ancash se encuentra ubicada en la parte central y occidental del territorio peruano; con coordenadas 8°00'01" y 10°45'01" de latitud sur y 76°45'00" y 78°39'0" de longitud oeste del meridiano de Greenwich. Este departamento tiene una superficie de 35,876.92 Km<sup>2</sup>, que representa el 2.79% del territorio nacional, (INDECI, 2010, p. 19). y comprende territorios en zonas altas de la cordillera de los Andes como parte del desierto costero peruano (BCRP, 2008).

##### **Etapa 2: Ubicación de la zona de estudio**

La investigación se centra en la provincia de Huaraz, este territorio se ubica en la parte central del departamento de Ancash, tiene una superficie aproximada de 2492.91 Km<sup>2</sup>, que equivale al 6.96% del área total departamental y 0.19% del territorio nacional. La capital de la provincia de Huaraz lleva el mismo nombre, ubicada en la Región sierra, la ciudad se ubica a la margen derecha del Río Santa. Los límites de la provincia son los siguientes: Por el norte con las provincias de Yungay y Carhuaz. Por el este con la provincia de Huari. Por el sur con las provincias de Recuay y Aija. Por el oeste con las provincias de Huarmey y Casma. (Gobierno regional de Ancash, 2014)

Tabla N° 05: Coordenadas de la provincia de Huaraz

Zonas	Orientación	Puntos extremos de la Provincia de Huaraz			
		Norte	Este	Sur	Oeste
17L y 18L	Latitud	9 20 53.60S	9 38 46.36S	9 48 10.76S	9 37 3.60S
		8965741.35N	8932866.77N	8915097.12N	8935420.21N
	Longitud	77 23 54.10W	77 15 58.26W	77 46 47.19W	78 0 54.24W
		236559.66E	251301.03E	195041.82E	827664.39E

Fuente: (Gobierno regional de Ancash, 2014)

## Etapa 2: Recolección de data meteorológica (pluviométrica y térmica)

La investigación se centra en la recopilación de data de las variables precipitación y temperatura histórica comprendida desde 1986 hasta el 2017, los datos fueron proporcionados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Este organismo proporciono datos diarios y mensuales de las 8 estaciones meteorológicas que se han tomado para la investigación. Ver tabla N°6

Tabla N° 06: Estaciones meteorológicas tomadas para la investigación

Estaciones	Coordenadas		Altitud Msnm
	Longitud	Latitud	
Pira	77 42 25.9W	9 35 7S	3625
Chacchan	77 46 31.29W	9 32 6.68S	2266
Recuay	77 27 13.15W	9 43 45.1S	3431
Buena Vista	78 12 29.7W	9 26 1.34S	213
Cajabamba	78 3 4.71W	7 37 17.99S	2625
Tingo María	76 0 1.59W	9 18 30.6S	660
Huánuco	76 14 54.8W	9 57 7.24S	1947
Huaraz	77 31 40.3W	9 31 40S	3052

Fuente: Elaboración propia (adaptado de Boletín hidrometeorológico, 2017)

### **Etapa 3: Gabinete**

Con la data obtenida se llevó a cabo un tratamiento minucioso de las variables, fue necesario realizar el tratamiento de los datos que hayan sido registrados. De esta manera se procede a ordenarlas mensualmente y también por años, y por décadas.

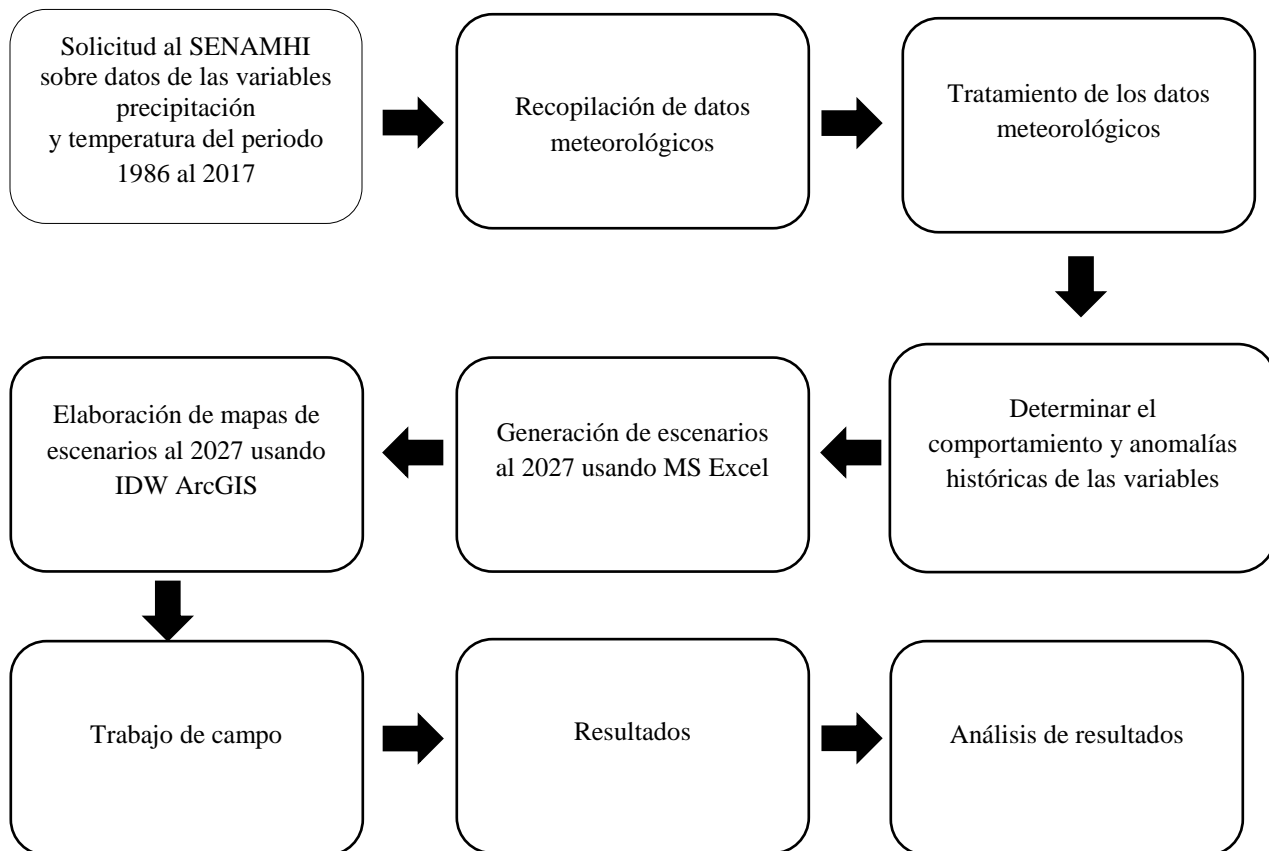
Una vez que los datos hayan sido tratados, se puede iniciar con el análisis del comportamiento histórico para determinar las anomalías de que se hayan presentado en el tiempo. Una vez hecha la investigación presente, esta servirá para generar proyecciones mediante análisis de tendencias hacia el 2027. Esta parte del análisis se desarrolla con el Software Excel 2016.

Para tener el análisis completo se usó el Software ArcGIS ArcMap10.3 para tratar la precipitación y temperatura mediante la interpolación IDW. Esta herramienta sirve para encontrar puntos y entender el comportamiento de las variables además de detectar donde se presentan mayores y menores temperaturas, así como también observar el comportamiento de las lluvias, si fueron significativos en ciertas partes de la provincia o si hubo ausencia de lluvias. Los resultados obtenidos deben guardar relación con el análisis estadístico.

### **Etapa 4: Trabajo en campo**

Los resultados obtenidos en gabinete, muestran comportamientos significativos en ambas variables. El trabajo en campo se desarrolló mediante encuestas, preferentemente a personas de 40 años a más, ya que ellos notaron los cambios que se han ido desarrollando en las últimas décadas. Las encuestas se realizaron en la ciudad de Huaraz, en la localidad de Olleros y en la Localidad de Tarica.

### Flujograma del proceso de investigación



#### **2.4.5. Métodos de análisis de datos**

Dentro de la estadística se conocen dos campos muy utilizados, estos campos son la estadística inferencial y la estadística descriptiva. En el proyecto de investigación se usó la estadística descriptiva para detectar el comportamiento de las variables en estudio, y la inferencial con la finalidad de encontrar escenarios futuros.

La muestra que se tomara para el procedimiento de la investigación son los datos de precipitación y temperatura comprendidos desde 1986 hasta 2017. La data se trató y se completaron los datos faltantes si es que lo requiriese, mediante análisis de doble masa. Una vez tratados los datos se llevó a cabo el análisis del comportamiento presente y el comportamiento al 2027, empleando herramientas como MS Excel, IBM Spss Statistic y ArcGIS 10.3.

#### **2.4.6. Aspectos éticos**

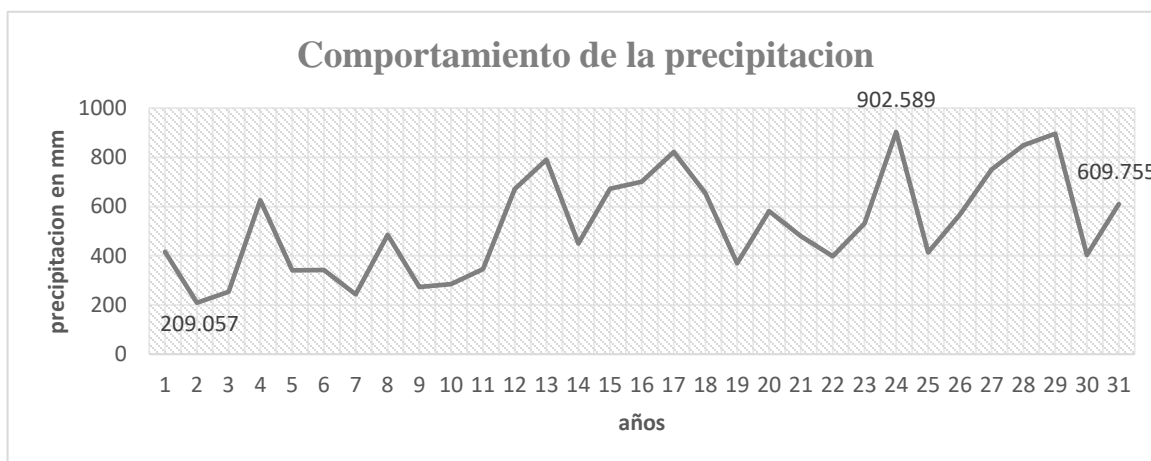
En el trabajo de titulación se dará a conocer datos verídicos, que se han obtenido de los análisis respectivos y que son puramente objetivos, libres de cualquier subjetividad y que servirán de herramienta para futuras investigaciones.

### III. RESULTADOS

#### 3.1 Análisis descriptivo

##### 3.1.1 Comportamiento de la precipitación histórica

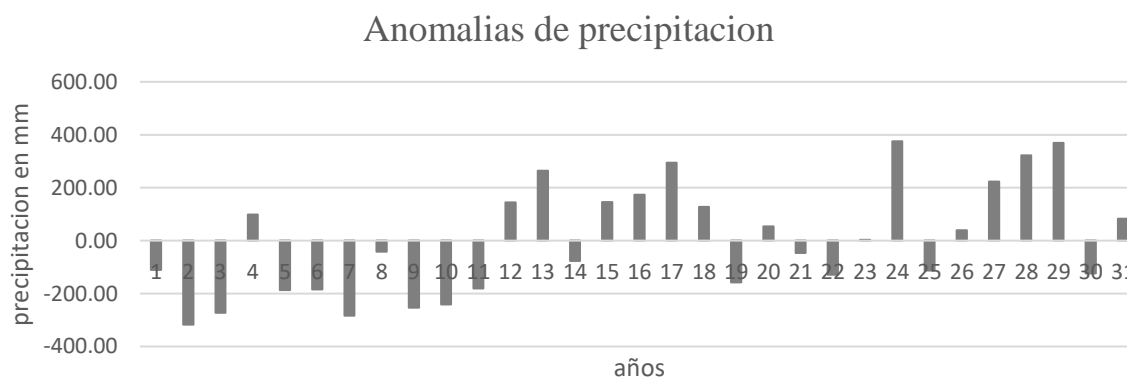
###### Estación Huaraz



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 04: Precipitación desde 1986-2016 en la estación Huaraz

En la figura N° 04 podemos observar que durante el periodo 1986-2017 la precipitación máxima oscila entre 902.589 mm en el año 2009, y la más baja en el año 1987 con tan solo 209.057 mm. el comportamiento mantiene una tendencia creciente a partir del año 1992. Además, se tiene una media de 555.823 mm. Ver (anexo N° 01 tabla N° 09)



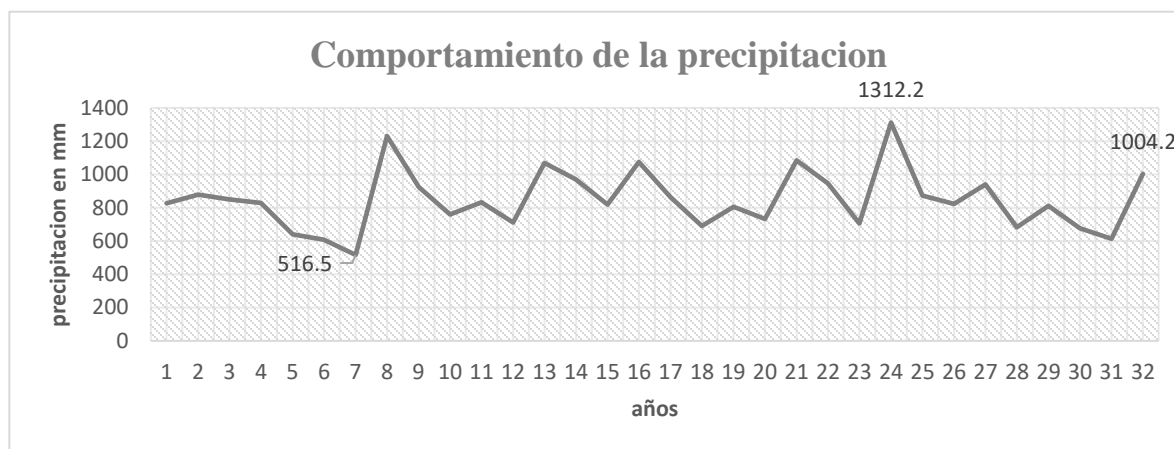
Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 05: Anomalías de precipitación desde 1986-2016 en la estación Huaraz



En la Figura N° 05 se presenta las anomalías registradas en los años 1986-2016, la primera década muestra la ocurrencia de años secos, mientras que la segunda y tercera década registra años húmedos, por consiguiente, se prevé que en las siguientes décadas se mantengan los años húmedos.

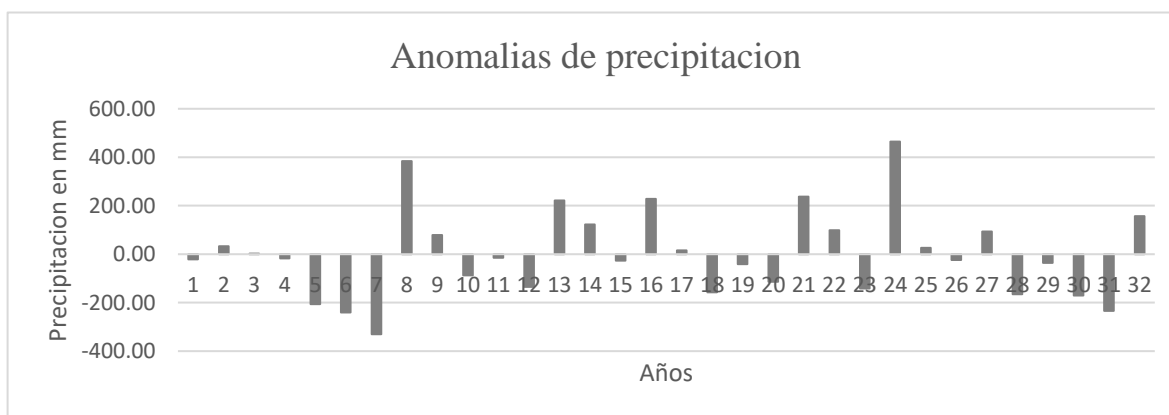
### Estación Recuay



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 06: Precipitación desde 1986-2016 en la estación Recuay

En la figura N° 06 podemos observar que durante el periodo 1986-2017 la precipitación máxima oscila entre 1312.2 mm en el año 2009, y la más baja en el año 1992 con tan solo 516.5 mm. con una media de 914.35 mm. El comportamiento es intermitente con una tendencia leve de crecimiento. Ver (anexo N° 01 tabla N° 10)

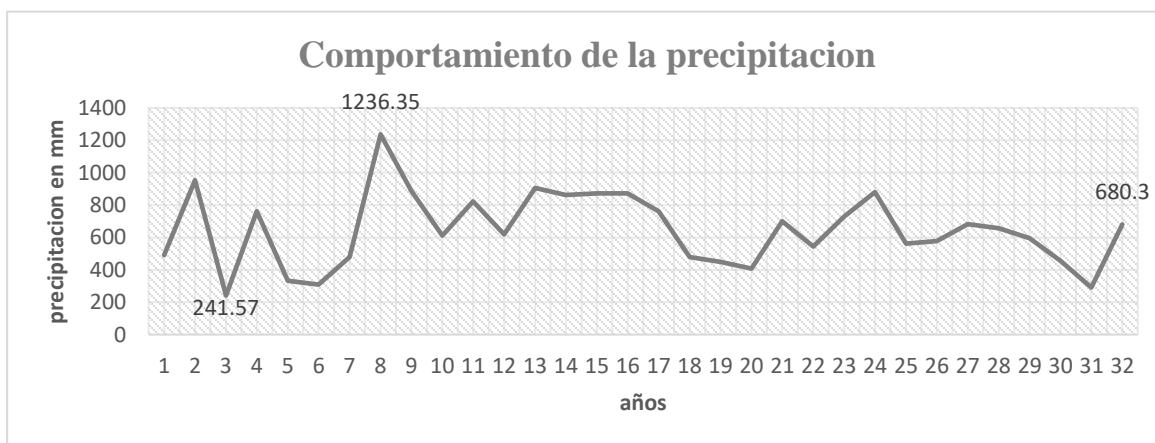


Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 07: Anomalías de precipitación desde 1986-2017 en la estación Recuay

La Figura N° 07 ilustra las anomalías registradas en los años 1986-2017, donde los primeros años hasta 1992 se muestran años secos, a partir de 1993 hay una intermitencia de años húmedos y años secos con un año muy húmedo en 2009, los últimos años mantienen tendencia seca.

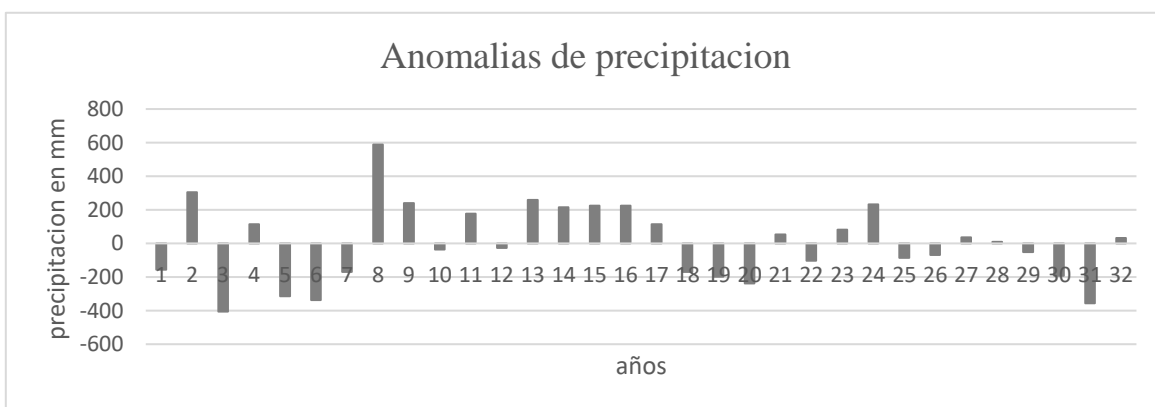
### Estación Pira



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 08: Precipitación desde 1986-2016 en la estación Pira

En la figura N° 08, se aprecia el comportamiento de la variabilidad hídrica, donde se muestra una distribución descendente a nivel temporal durante el periodo 1986-2017, pronosticando déficit hídrico. Donde la precipitación máxima oscila entre 1236.35 mm en el año 1993, y la más baja en el año 1988 con 241.57 mm. con una media de 738.26 mm. Ver (anexo N° 01 tabla N° 11)

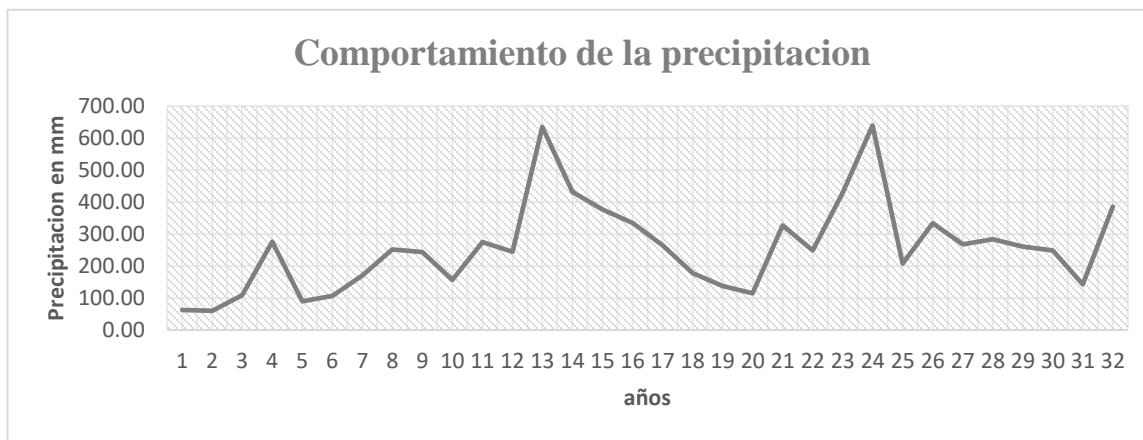


Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 09: Anomalías de precipitación desde 1986-2017 en la estación Pira

La Figura N° 09 presenta las anomalías registradas en los años 1986-2017, desde 1986 hasta 1992 los años fueron secos, con un año muy húmedo en 1993 con +589.15 mm sobre la normal. A partir de ese año hasta el 2002 se presentaron años húmedos corridos. y a partir del año 2003 en adelante se registraron años secos continuos, con una tendencia que indica escases de precipitaciones.

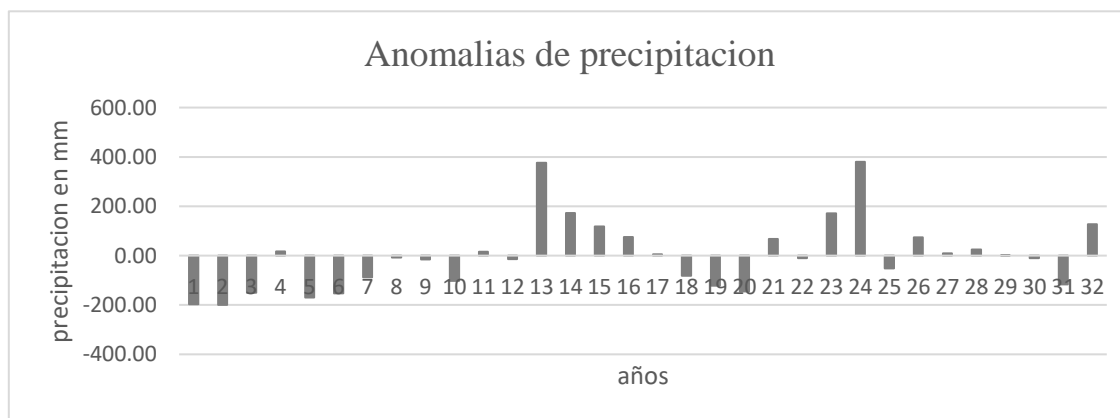
### Estación Chacchan



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 10: Precipitación desde 1986-2016 en la estación Chacchan

En la figura N° 10 se observa la variabilidad del régimen pluviométrico en la estación Chacchan, registrándose un máximo de 639.3 mm de lluvia, y un mínimo de 59.9 mm. Con una media de 349.62 mm. Las precipitaciones mantienen una tendencia leve de crecimiento. Ver (anexo N° 01 tabla N° 12)

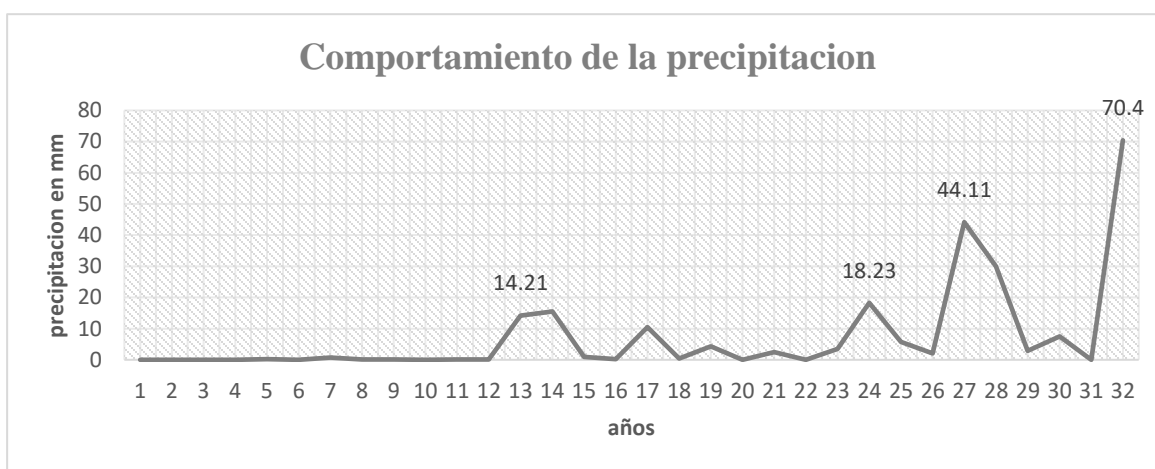


Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 11: Anomalías de precipitación desde 1986-2017 en la estación Chacchan

La figura N° 11 presenta las anomalías registradas en los años 1986-2017, desde 1986 hasta 1997 los años fueron secos, con un año muy húmedo en 1993 con +376.16 mm. A partir de 1998 hasta el 2001 se presentaron años húmedos corridos. y a partir del año 2002 en adelante se registraron mayor cantidad de años secos, solo los años 2008 y 2009 fueron significativamente húmedos con +170.86 mm y +380.26 mm sobre la normal respectivamente. Si comparamos toda la serie histórica analizada se refleja que la mayoría de años fueron secos, por consiguiente, se espera que en los siguientes años se mantenga la tendencia decreciente del régimen de precipitaciones.

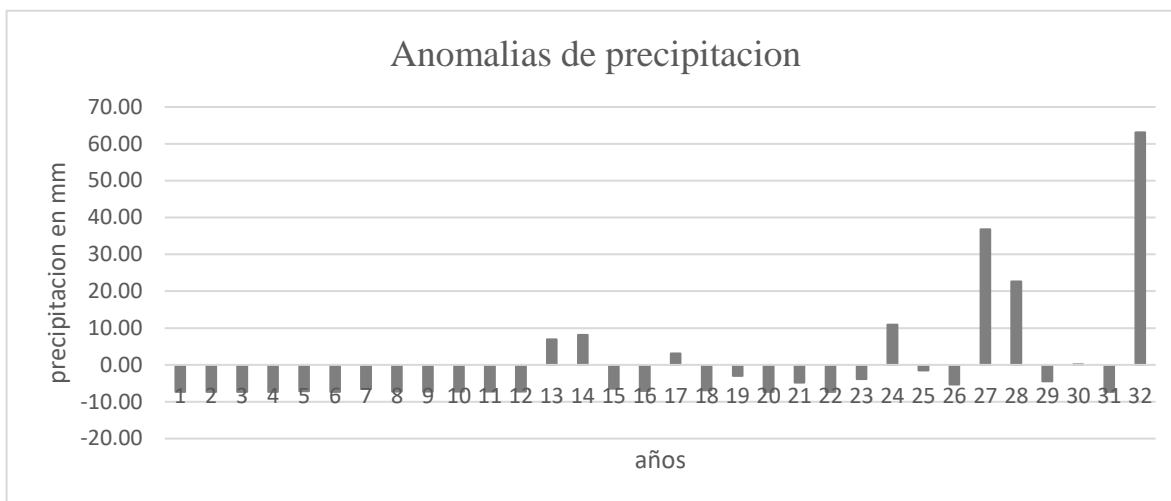
### Estación Buena Vista



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 12: Precipitación desde 1986-2017 en la estación Buena Vista

La figura N° 12 muestra la variabilidad de las precipitaciones en la estación Buena Vista. Desde 1986 hasta 1997 no se registró precipitaciones. A partir del año 1998 las precipitaciones se hacen presentes y ese año registra un acumulado de 14.21 mm. los años siguientes mantienen un comportamiento creciente de precipitaciones como es en el año 2009 con 18.23 mm, el año 2013 con 44.11 mm y la precipitación máxima acumulada de toda la serie estudiada se dio en el año 2017 con 70.4 mm. en general se tiene una media de 35.02 mm. Ver (anexo N° 01 tabla N° 13)

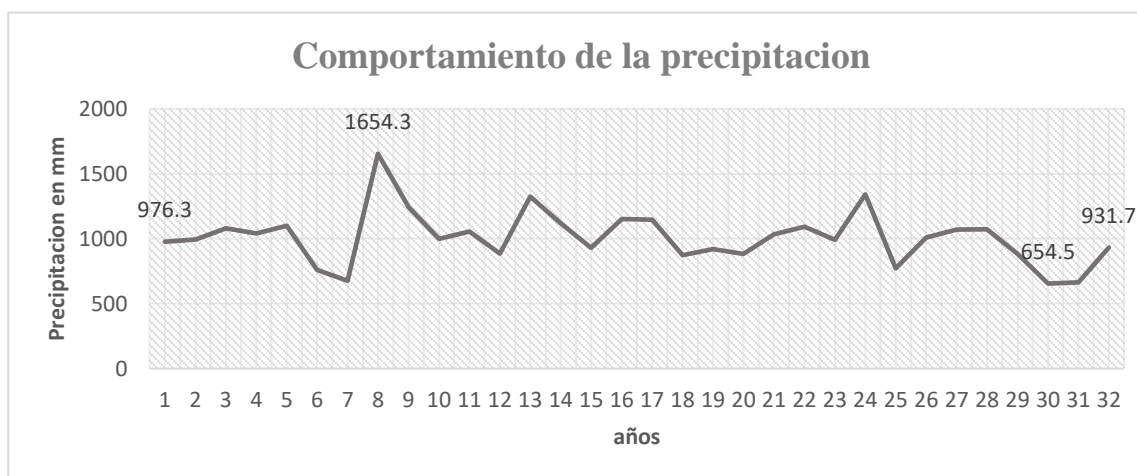


Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 13: Anomalías de precipitación desde 1986-2017 en la estación Buena Vista

La figura N° 13 ilustra el comportamiento de las anomalías durante el periodo de 1986-2017, por ser una estación que se ubica en la parte costa, en la Provincia de Casma las precipitaciones son escasas o nulas, es por ello que el registro muestra años secos continuos. El año 2012, 2013 y 2017 se registraron anomalías significativas de +36.79 mm, +22.68 mm y +63.08 mm respectivamente saliendo de la normal a comparación de años anteriores.

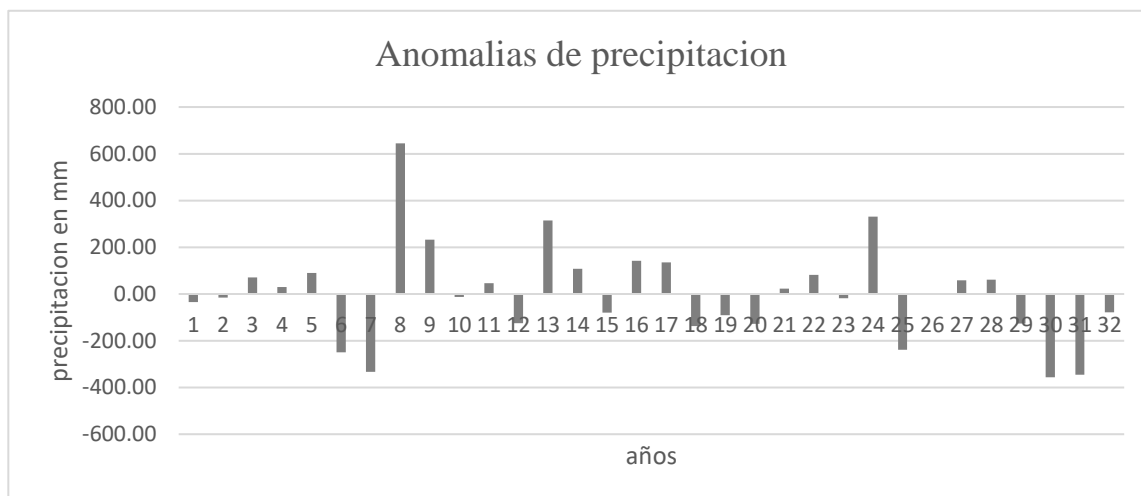
### Estación Cajabamba



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 14: Precipitación desde 1986-2017 en la estación Cajabamba

La figura N° 14 muestra la variabilidad del régimen de lluvias en la estación Cajabamba. La tendencia a partir del año 1993 se mantiene decreciente, lo que indica que las precipitaciones están disminuyendo, donde se espera déficit hídrico de mantenerse dicho comportamiento. El año que más llovió fue 1993 con 1654.3 mm. y el año con menos precipitaciones fue el 2005. Con un valor promedio de 1154.4 mm. Ver (anexo N° 01 tabla N° 14)



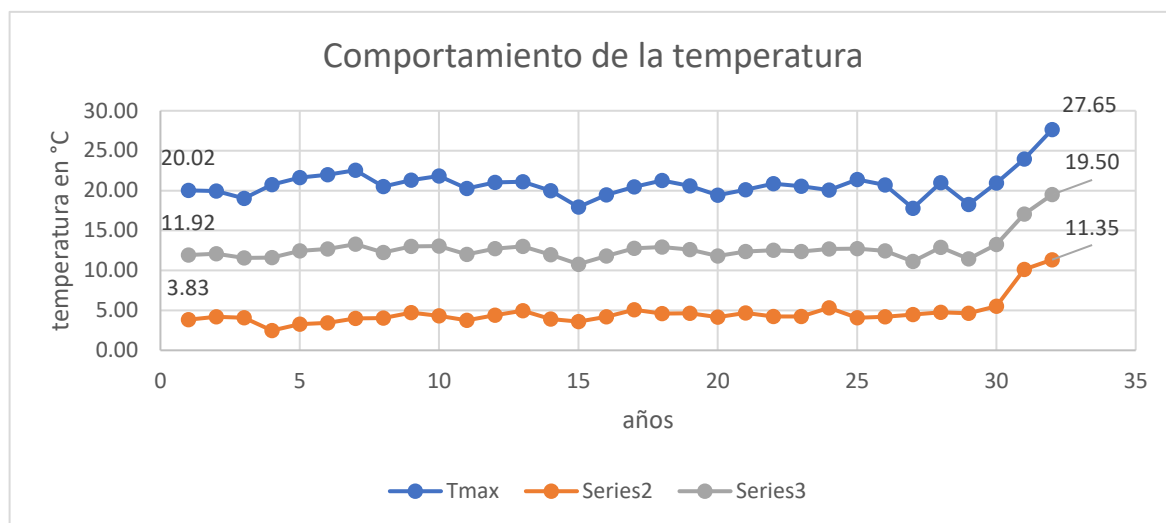
Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 15: Anomalías de precipitación desde 1986-2017 en la estación Cajabamba

La figura N° 15 ilustra el comportamiento de las anomalías durante el periodo de 1986-2017, Cajabamba se ubica a 2625 msnm, los primeros años de la serie reflejan temporadas secas, hasta el año 1993 donde se registró un periodo húmedo, el más húmedo de los 30 años con +644.10 mm sobre la normal. A partir de ese año en adelante la mayor cantidad de anomalías se mantienen bajo la normal. Que se traduce en años secos continuos. En efecto, se espera que los próximos años la tendencia se mantenga igual, lo que reflejaría escases hídrica en la población de Cajabamba.

### 3.1.2. Comportamiento de la temperatura histórica

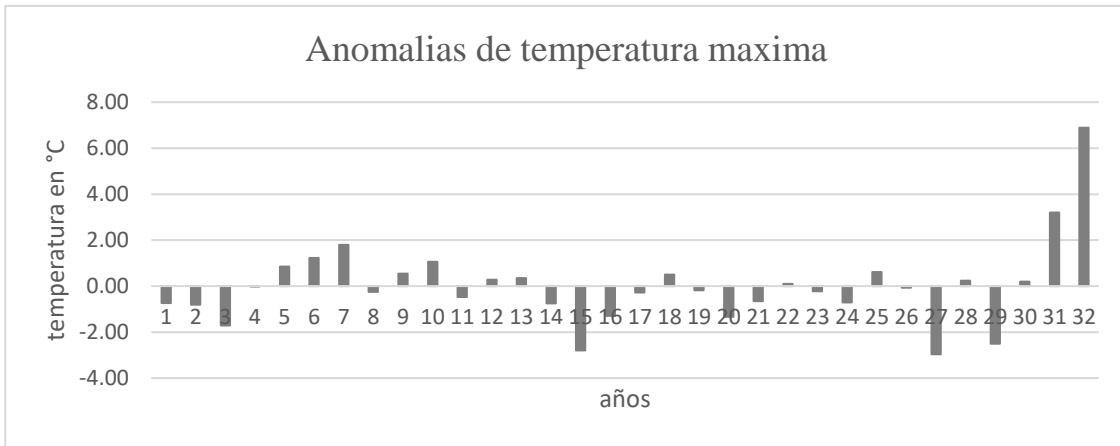
#### Estación Recuay



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 16: Temperatura máxima, mínima y promedio desde 1986-2017 en la estación Recuay

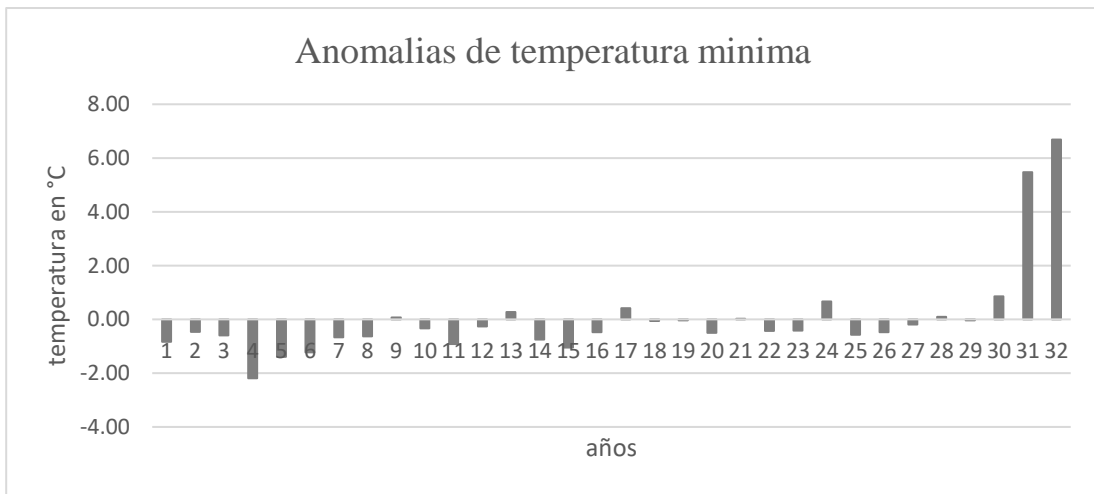
La figura N°16 muestra el comportamiento de la temperatura máxima, promedio y mínima a lo largo del periodo de tiempo analizado que comprende desde 1986-2017. La temperatura máxima no muestra tendencias extremas sino hasta el 2017 donde se presentó una variabilidad significativa, llegando a registrar un máximo de 27.65 °C, lo que representó un incremento de +3.99 °C con respecto al 2016 con 23.96 °C. Cabe resaltar que el año 2017 fue considerado niño extraordinario. La temperatura promedio registró variaciones mínimas, solo en el año 2000 la temperatura bajo hasta 10.79 °C, siendo la más baja en comparación con los demás años estudiados. En cuanto a los años 2016 y 2017 la temperatura promedio alcanzo picos de 17.05 °C y 19.50 °C respectivamente. En cuanto a la temperatura mínima, registró una intermitencia y variación mínima de temperatura en el tiempo, siempre con una tendencia al aumento. Al igual que la temperatura máxima, los años 2016 y 2017 registraron incrementos de temperatura inusuales en comparación de la serie histórica analizada. Llegando a percibir 10.13 °C y 11.35 °C respectivamente. Ver (anexo N° 02 tabla N° 15)



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 17: Anomalías de temperatura máxima desde 1986-2017 en la estación Recuay

En la figura N° 17 se muestra el comportamiento de las anomalías de la temperatura máxima en Recuay. El año 1992 registro +1.79 °C sobre la normal, con el paso de los años no se volvió a repetir un registro parecido, hasta el año 2016 y 2017 donde se obtuvieron +3.20 °C y +6.89 °C sobre la normal siendo los más altos en la serie histórica analizada, originando olas de calor significativas.

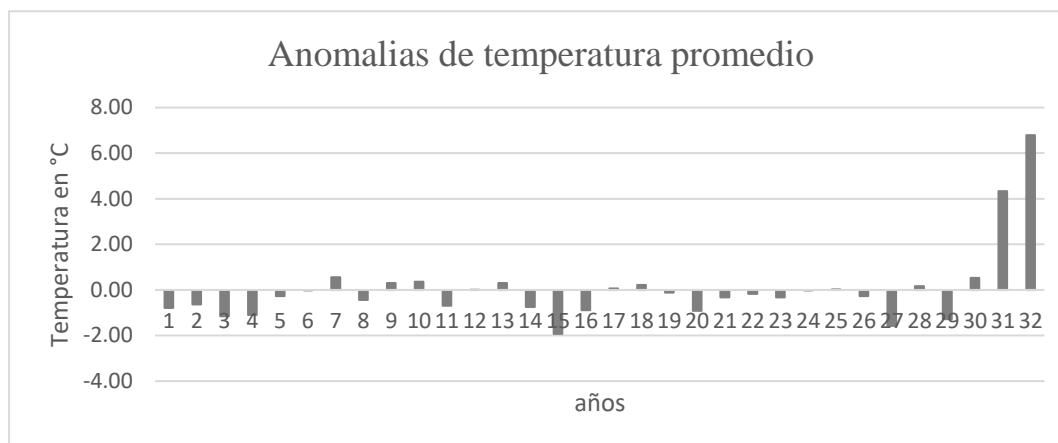


Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 18: Anomalías de temperatura mínima desde 1986-2017 en la estación Recuay



La figura N° 18 ilustra las anomalías de temperatura mínima, donde el año 1989 presento una anomalía negativa de  $-2.19\text{ }^{\circ}\text{C}$  por debajo de la normal siendo la más significativa y representativa. Luego de ese año, las anomalías mantienen un crecimiento continuo hasta llegar a un máximo de  $+6.79\text{ }^{\circ}\text{C}$  sobre la normal en el año 2017. En efecto, se espera que los siguientes años las olas de calor continúen.

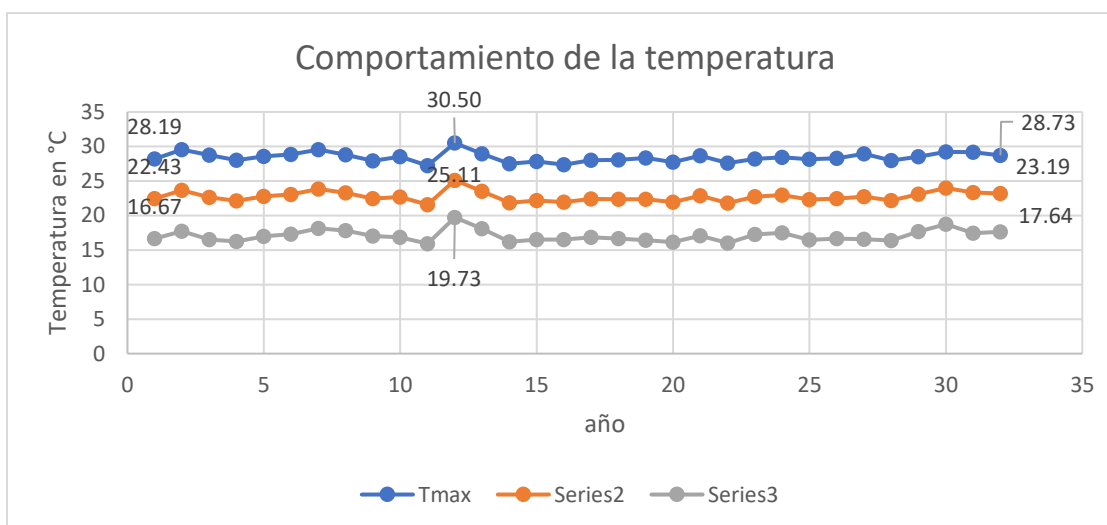


Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 19: Anomalías de temperatura promedio desde 1986-2017 en la estación Recuay

La figura N° 19 detalla el comportamiento de las anomalías de temperatura promedio, las cuales reflejan un fuerte desfaz en el año 2000 con  $-1.93\text{ }^{\circ}\text{C}$  bajo lo normal, para el año 2017 se mantiene la anomalía más extrema con  $+6.79\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $+4.33\text{ }^{\circ}\text{C}$  en el 2016.

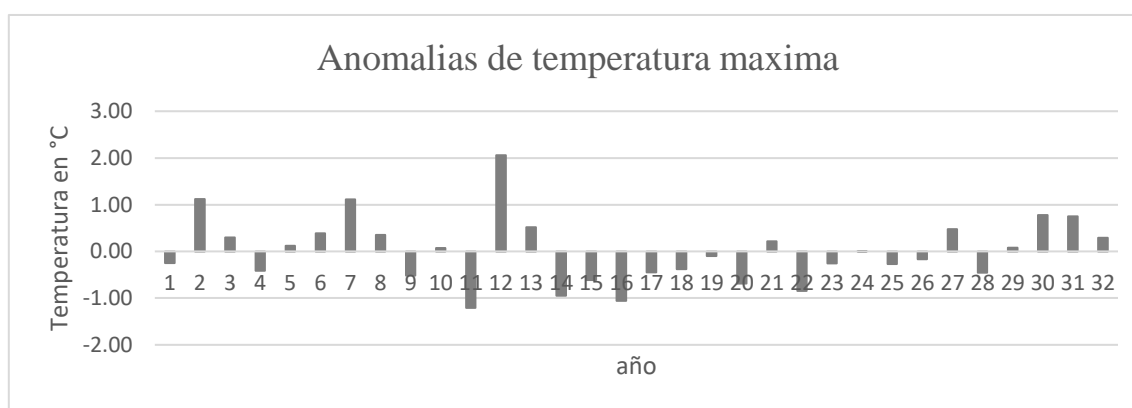
### Estación Buena Vista



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 20: Temperatura máxima, mínima y promedio desde 1986-2017 en la estación Buena Vista

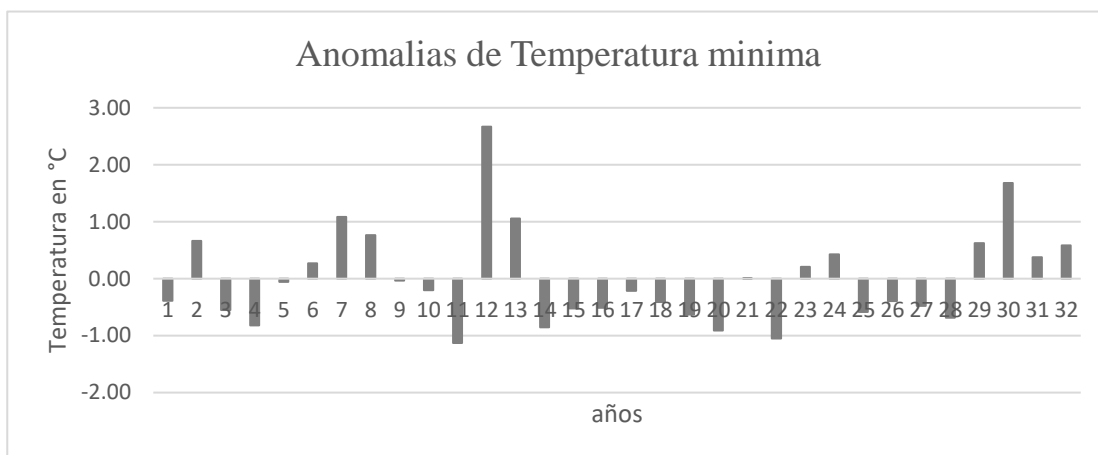
La figura N° 20 muestra el comportamiento de la temperatura máxima, mínima y promedio a lo largo del periodo histórico analizado que comprende desde 1986-2017. La temperatura máxima se focaliza en el año 1997, donde se alcanzó los 30.50 °C, el más alto de toda la serie, ese año el país experimentó los efectos de un evento niño extraordinario. Que mantuvo olas de calor en los meses de enero, febrero y marzo en la costa peruana (Senamhi, 2017). Para el año 2017 por ser un niño extraordinario, esta variable no sufrió mayor alteración y se mantuvo en 28.73 °C. La temperatura mínima muestra un comportamiento uniforme, a excepción del año 1997 que llegó a un tope de 19.73 °C. La temperatura en la tercera década se visualiza una intermitencia entre 16 y 17 grados, con una reducción en el 2015 de 18 grados. La temperatura promedio se comportó uniformemente sin mayores alteraciones, a excepción del año 1997 donde la temperatura subió hasta 25.1 °C. En cuanto a los años 2016 y 2017 la temperatura promedio no sufrió cambios significativos y se mantuvo en 23.32 °C y 23.19 °C respectivamente. Se concluye que tanto la temperatura máxima, mínima y promedio sufren una alteración significativa en el año 1997 y muestran una tendencia creciente en la última década. Ver (anexo N° 02 tabla N° 16)



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 21: Anomalías de temperatura máxima desde 1986-2017 en la estación Buena Vista

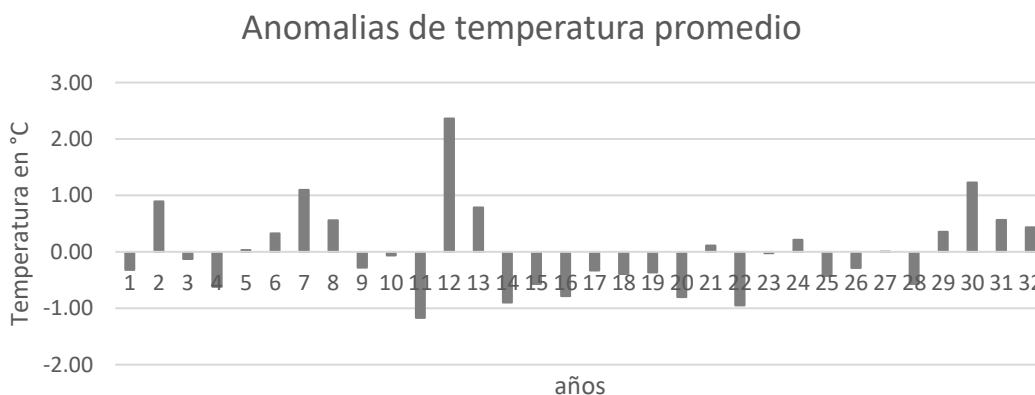
La figura N° 21 muestra el comportamiento de las anomalías de la temperatura máxima en la estación Buena Vista. En los años 1987 y 1992 se registraron anomalías de +1.1 °C en ambos años. La segunda década no registro variaciones considerables, La tercera década mantiene una tendencia creciente de anomalías.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 22: Anomalías de temperatura mínima desde 1986-2017 en la estación Buena Vista

La figura N° 22 ilustra las anomalías de temperatura mínima, donde el año 1997 presento una anomalía positiva de +2.6 °C por encima de la normal siendo la más significativa y representativa para esa década. Luego de este año, las anomalías mantienen un crecimiento continuo hasta llegar a un máximo de +0.58 sobre la normal en el año 2017.

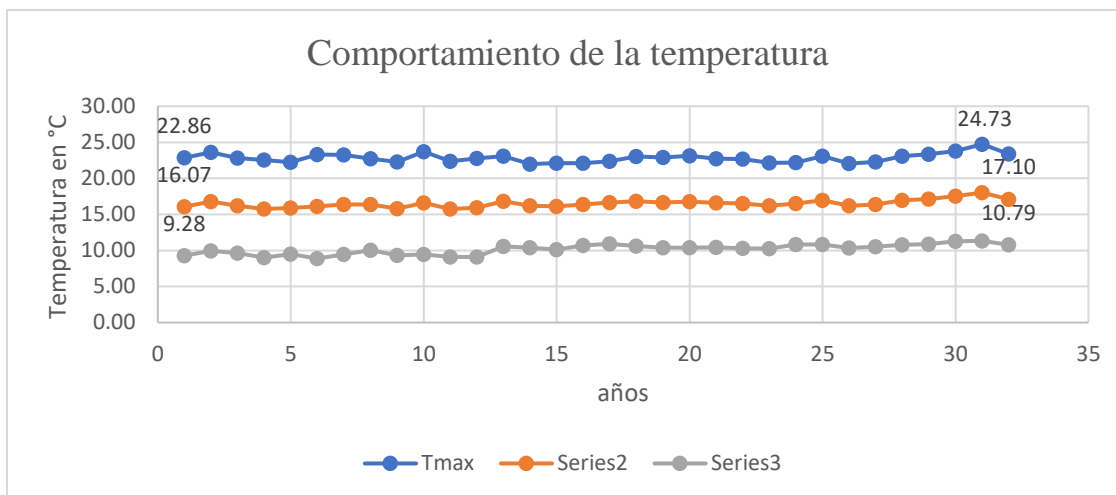


Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 23: Anomalías de temperatura promedio desde 1986-2017 en la estación Buena Vista

En la figura N° 23 las anomalías de la temperatura promedio reflejan un fuerte desfaz en el año 1997 con +2.3 °C sobre la normal, para el año 2017 se mantiene la anomalía positiva de +0.44 °C. sobre la base de tendencia definida se espera que en los siguientes años se mantengan olas de calor.

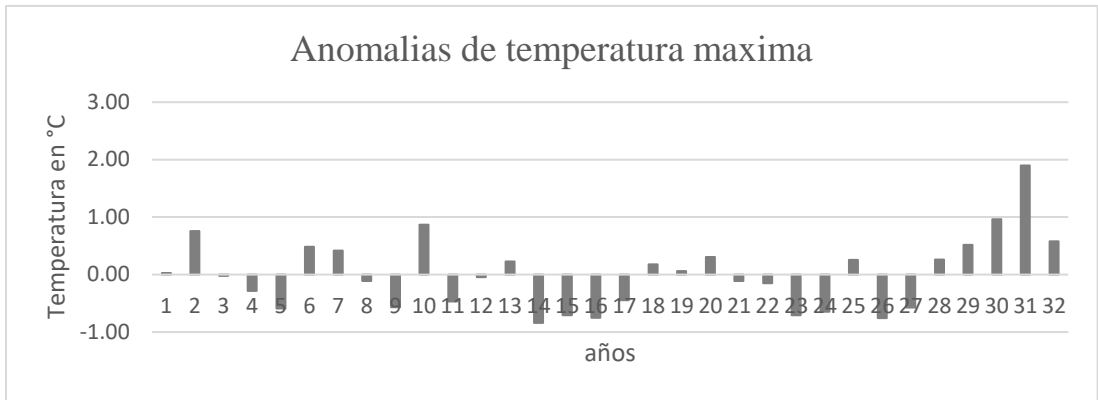
### Estación Cajabamba



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 24: Temperatura máxima, mínima y promedio desde 1986-2017 en la estación Cajabamba

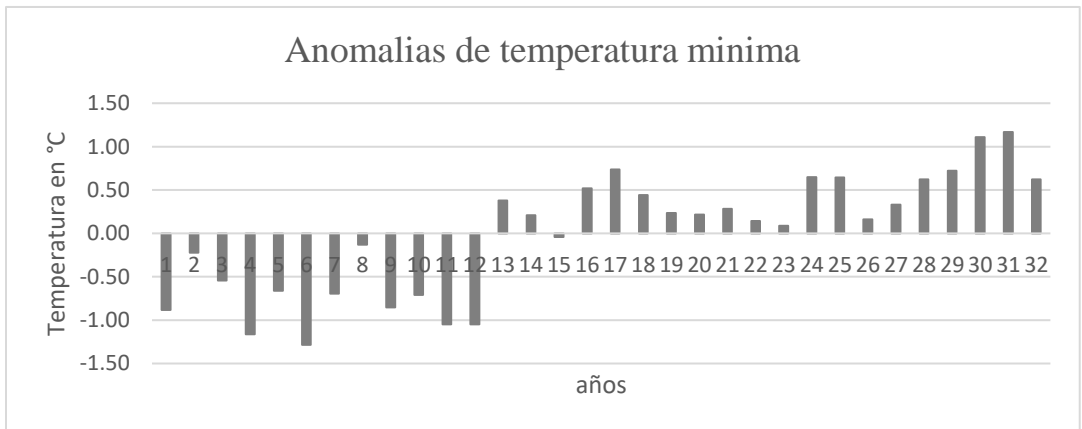
La figura N°24 muestra el comportamiento de la temperatura máxima, mínima y promedio a lo largo del periodo histórico analizado que comprende desde 1986-2017. La temperatura máxima dentro de este periodo, la primera década registra temperaturas más altas que la segunda, mientras que la tercera década tiende al aumento con un incremento significativo en el 2016 de 24.73 °C, para el 2017 la temperatura se redujo. La temperatura mínima ilustra el comportamiento histórico, donde el año 1986 la temperatura mínima rondaba en 9.28 °C con el paso de los años mantiene una tendencia creciente, llegando a registrar 10.79 °C en el 2017, una importante diferencia de +1.51 °C. La temperatura promedio registró variaciones mínimas con tendencia al aumento, registrando un máximo en el 2016 con 18.03 °C. En cuanto al año 2017 la temperatura promedio bajo, registrando 17.10 °C. Ver (anexo N° 02 tabla N° 17)



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 25: Anomalías de temperatura máxima desde 1986-2017 en la estación Cajabamba

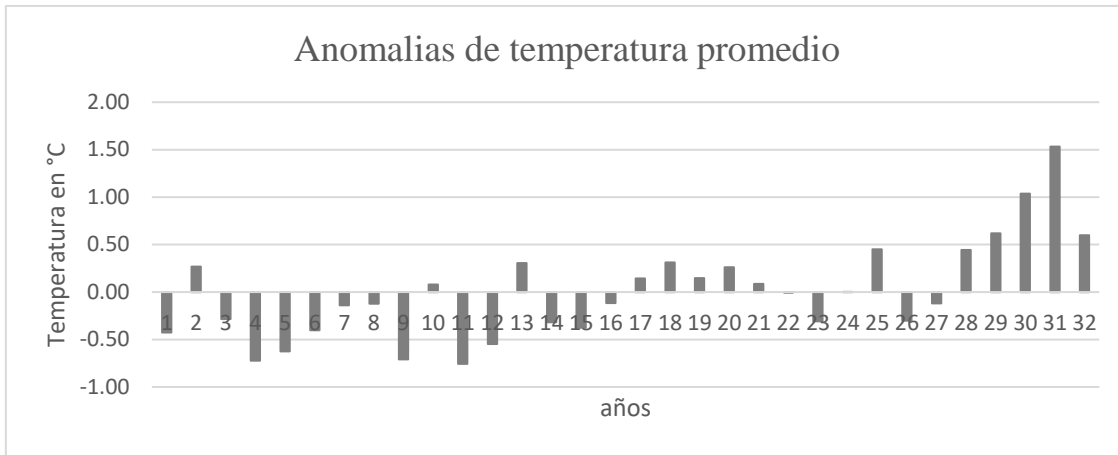
La figura N° 25 muestra en la estación Cajabamba registro anomalías de temperatura máxima que no llegaron a pasar el 1 °C, a excepción del año 2016 con +1.90 °C sobre la normal. Según la figura se pronostican olas de calor, por mantener valores sobre la normal desde el año 2013.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 26: Anomalías de temperatura mínima desde 1986-2017 en la estación Cajabamba

La figura N° 26 muestra el comportamiento de las anomalías de la temperatura mínima, desde el año 1986 hasta 1997 se registró años fríos con temperaras bajo la normal (10.16 °C). a partir del año 1998 hasta el 2017 se registraron años calurosos con picos de +1.11 °C y +1.17 °C en el 2015 y 2016 respectivamente. en conclusión, se prevé que cada año sea más caliente.

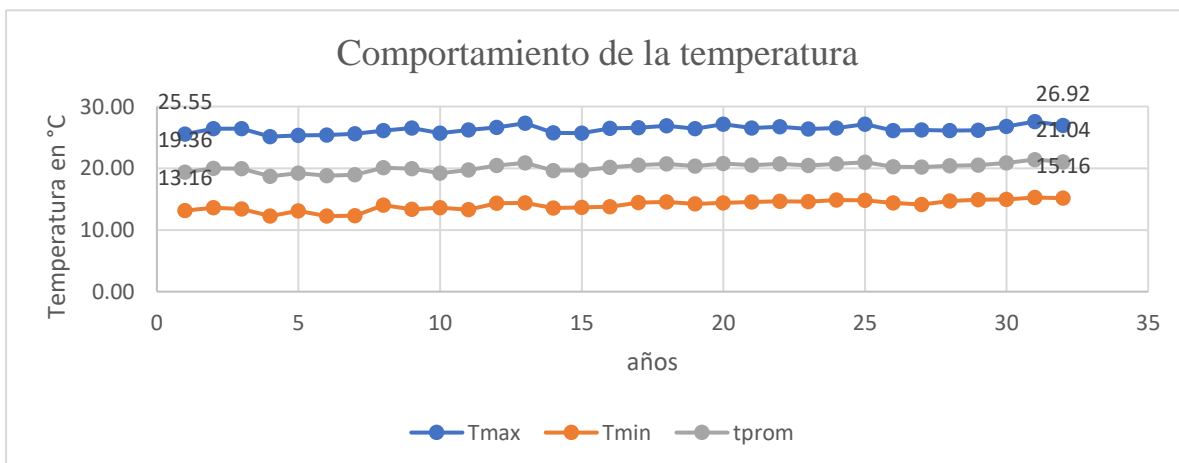


Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 27: Anomalías de temperatura promedio desde 1986-2017 en la estación Cajabamba

La figura N° 27 ilustra las anomalías de temperatura promedio, donde se registra años fríos en la primera década, la segunda década muestra años cálidos con incrementos constantes y tendencia al aumento. El año 2016 presento una anomalía positiva de +1.53 °C por encima de la normal (16.95 °C) siendo la más significativa y representativa para esa década. Por consiguiente, se espera que los siguientes años la presencia de años cálidos continúe.

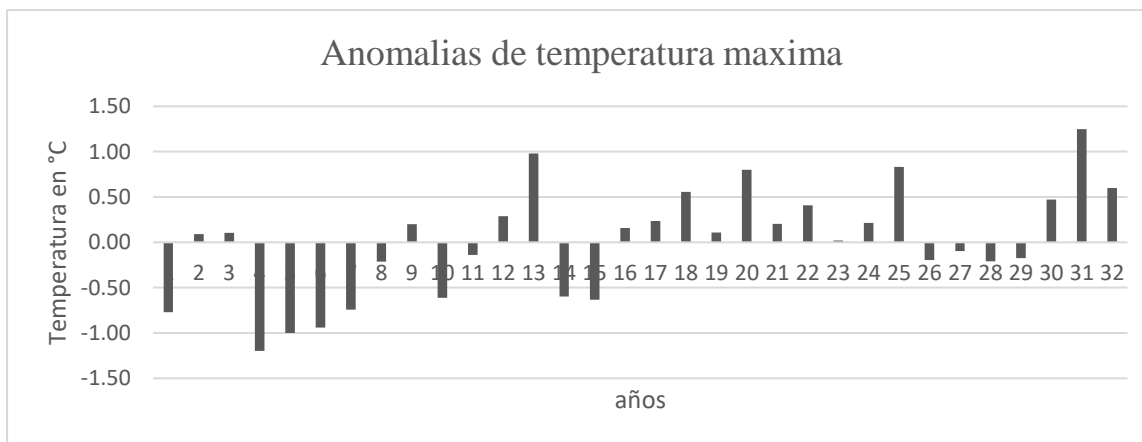
### Estación Huánuco



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 28: Temperatura máxima, mínima y promedio desde 1986-2017 en la estación Huánuco

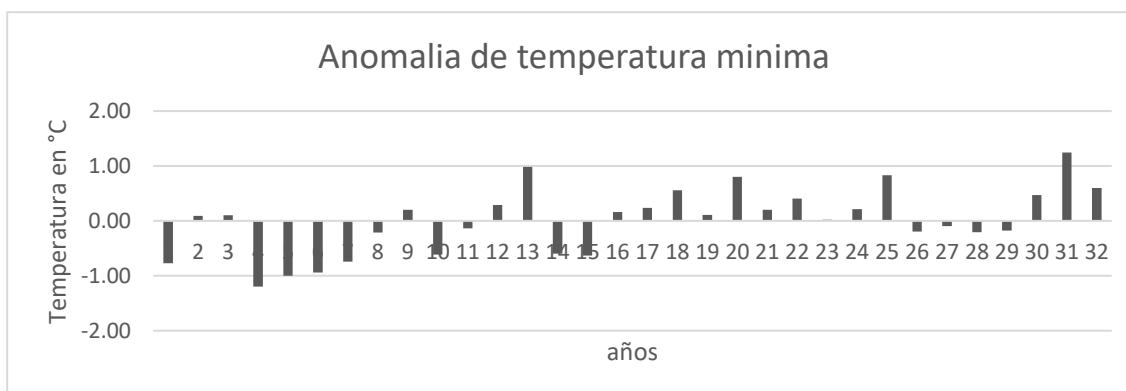
La figura N° 28 muestra el comportamiento de la temperatura máxima, mínima y promedio a lo largo del periodo histórico analizado que comprende desde 1986-2017. La temperatura máxima mantiene tendencia al aumento pasando de 25.55 °C en 1986 a 26.92 °C en 2017. La temperatura mínima también mantiene tendencia al incremento llegando a registrar 15.16 °C en el 2017. Por consiguiente, la temperatura promedio tiende a incrementarse llegando a 21.04 °C en el 2017. Ver (anexo N° 02 tabla N° 18)



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 29: Anomalías de temperatura máxima desde 1986-2017 en la estación Huánuco

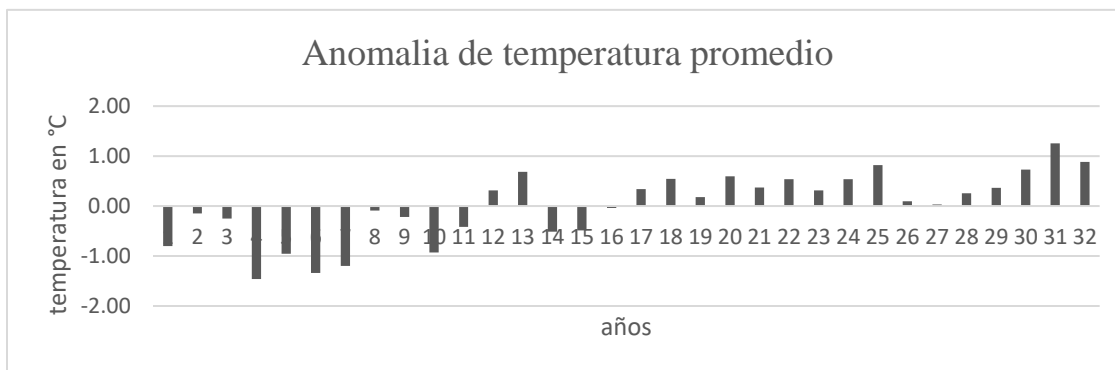
La figura N° 29 muestra en la estación Huánuco registro de anomalías de temperatura máxima, donde el año 1998 se llegó a +0.98 °C sobre la normal. a partir del año 2000, se mantienen anomalías positivas con máximos de +1.25 °C en el 2016.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 30: Anomalías de temperatura mínima desde 1986-2017 en la estación Huánuco

La figura N° 30 muestra el comportamiento de las anomalías de la temperatura mínima, desde el año 1986 hasta 1996 se registró años fríos con temperaras bajo la normal. a partir del año 1998 hasta el 2017 se registraron más años calurosos con picos de +1.25 °C y +0.60 °C en el 2016 y 2017 respectivamente

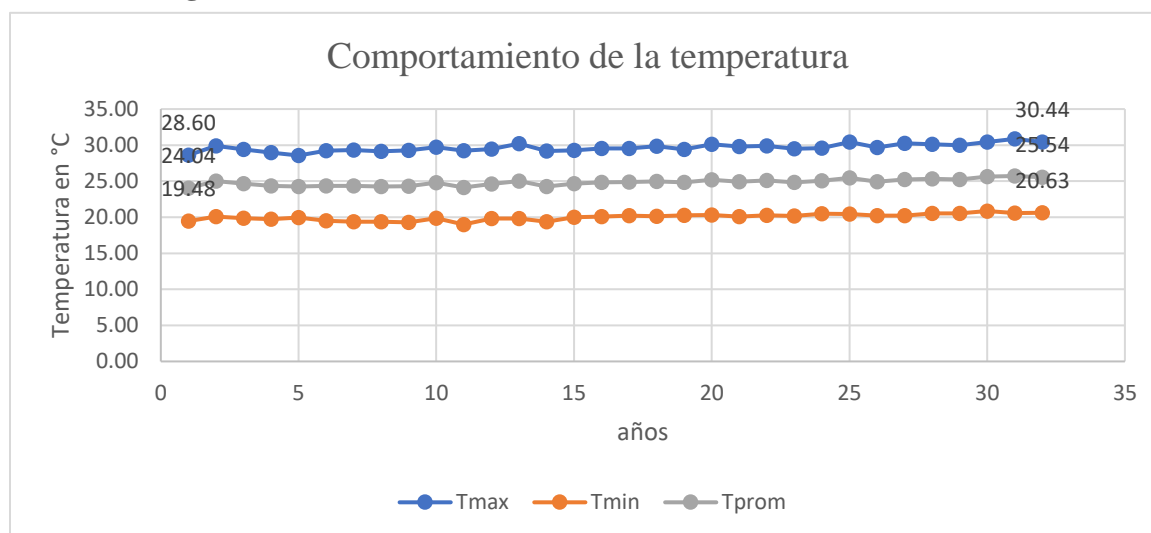


Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 31: Anomalías de temperatura promedio desde 1986-2017 en la estación Huánuco

La figura N° 31 ilustra las anomalías de temperatura promedio, donde se registra años fríos en la primera década, la segunda década muestra años cálidos con incrementos constantes y tendencia al aumento. El año 2016 presento una anomalía positiva de +1.25 °C por encima de la normal siendo la más significativa y representativa para para todo el periodo analizado. Por consiguiente, se espera que los siguientes años la presencia de años cálidos continúe y olas de calor se intensifiquen.

### Estación Tingo María

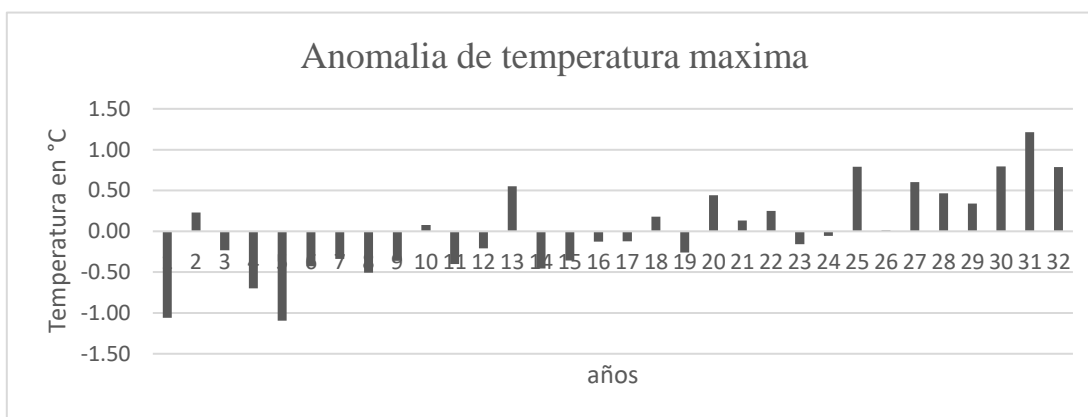




Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 32: Temperatura máxima, mínima y promedio desde 1986-2017 en la estación Tingo María

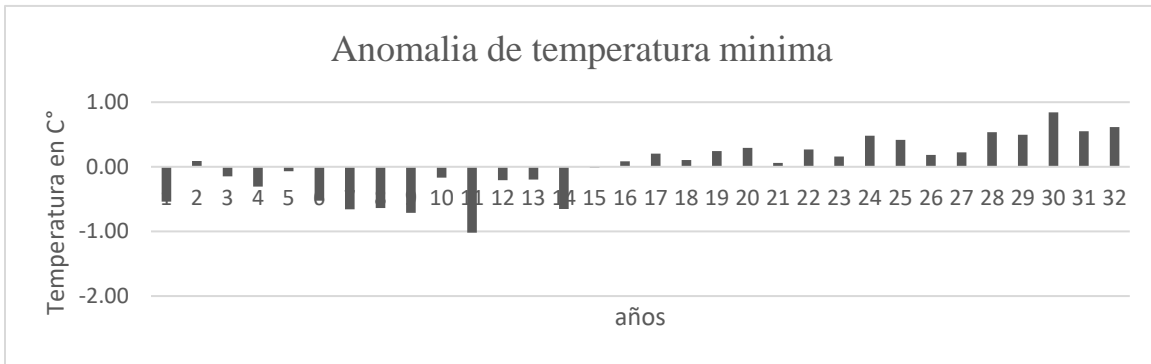
La figura N° 32 muestra el comportamiento de la temperatura máxima, mínima y promedio a lo largo del periodo histórico analizado que comprende desde 1986-2017. La temperatura máxima mantiene tendencia al aumento pasando de 28.60 °C en 1986 a 30.44 °C en 2017. La temperatura mínima también mantiene tendencia al incremento llegando a registrar 20.63 °C en el 2017. En efecto, la temperatura promedio tiende a incrementarse registrando 25.54 °C en el 2017, manteniendo una anomalía de +1.5 °C con respecto a 1986. Ver (anexo N° 02 tabla N° 19)



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 33: Anomalías de temperatura promedio desde 1986-2017 en la estación Tingo María

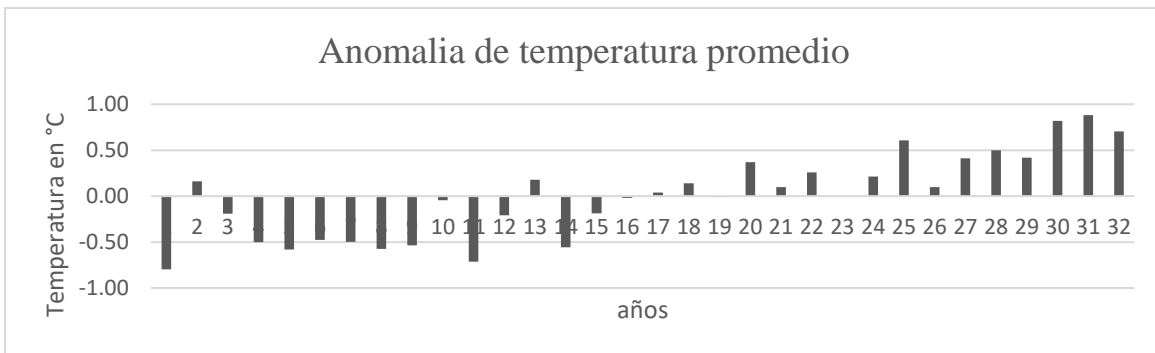
La figura N° 33 muestra en la estación Tingo María registro anomalías de temperatura máxima bajo la normal en la primera década, en el año 1998 se registró un pico de + 0.55 °C. a partir de este año se mantiene una intermitencia de años fríos y cálidos hasta el 2009, del 2010 en adelante las anomalías mantienen tendencia al aumento con +1.21 °C y +0.79 °C en el 2016 y 2017 respectivamente.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 34: Anomalías de temperatura promedio desde 1986-2017 en la estación Tingo María

La figura N° 34 muestra el comportamiento de las anomalías de la temperatura mínima, desde el año 1986 hasta 1999 se registró años fríos con temperaturas bajo la normal de hasta  $-1.02\text{ }^{\circ}\text{C}$  en el año 1996. a partir del año 2001 hasta el 2017 se registraron años calurosos con picos de  $+0.84\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $+0.55\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $+0.62\text{ }^{\circ}\text{C}$  en el 2015, 2016 y 2017 respectivamente.



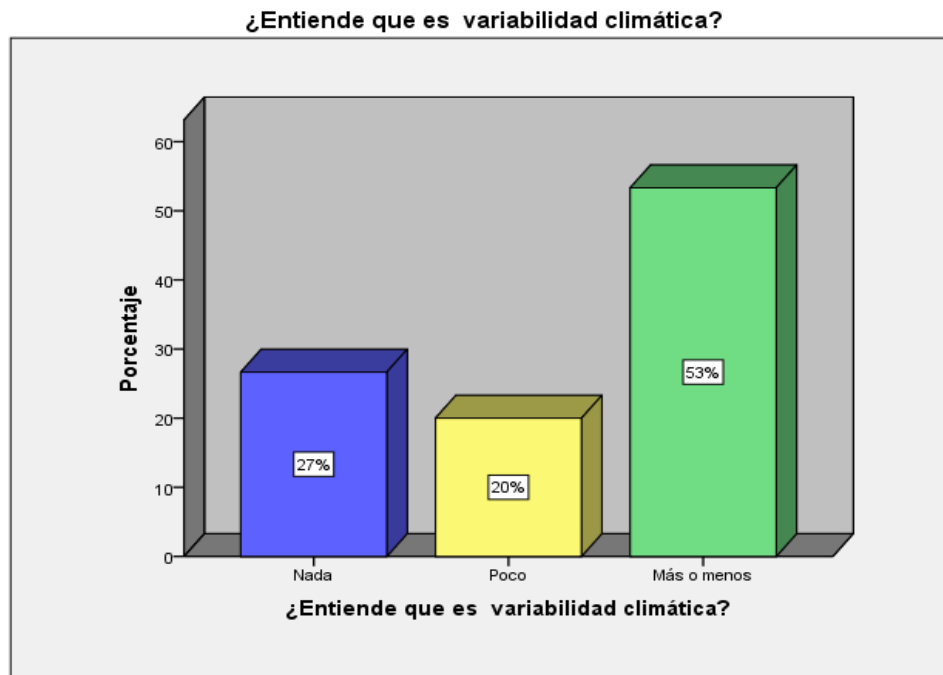
Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 35: Anomalías de temperatura promedio desde 1986-2017 en la estación Tingo María

La figura N° 35 ilustra las anomalías de temperatura promedio, donde se registra años fríos en la primera década, la segunda década también muestra la recurrencia de años fríos, pero menos fríos que la primera década. La tercera década que inicia desde 2008 refleja claramente anomalías positivas que mantienen tendencias crecientes en el tiempo. Donde el año 2015 se registró anomalías de  $+0.82\text{ }^{\circ}\text{C}$ , el 2016 de  $+0.88\text{ }^{\circ}\text{C}$  y el 2017 de  $+0.70\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Por consiguiente, se espera que los siguientes años la presencia de años cálidos continúe.

### 3.1.3. Percepción social

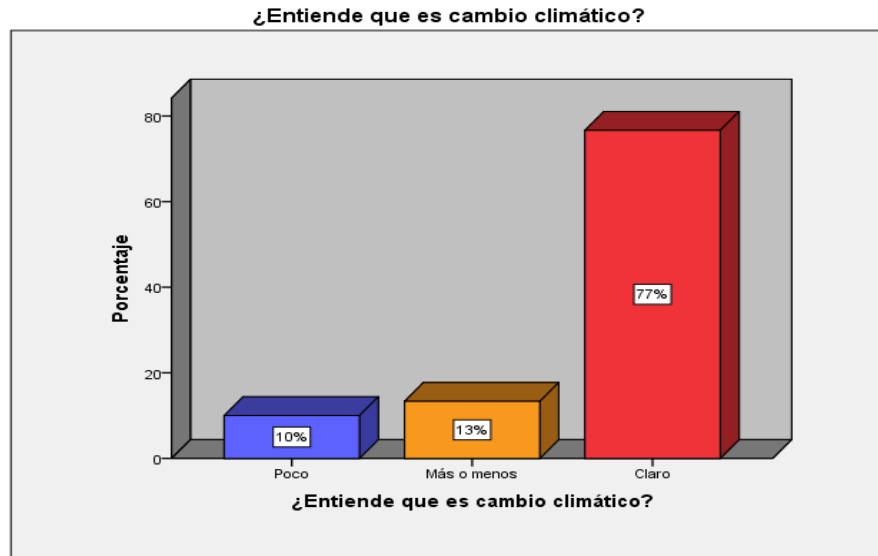
La provincia de Huaraz cuenta con 12 distritos, para la investigación se tomaron tres de ellos, se eligió el distrito de Tarica, Huaraz y Olleros. Se realizó la encuesta preferentemente a personas de 40 años a más, se tomó ese rango de edad porque ellos han podido apreciar los cambios que se han dado en las últimas décadas.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 36 Representación gráfica de la primera pregunta

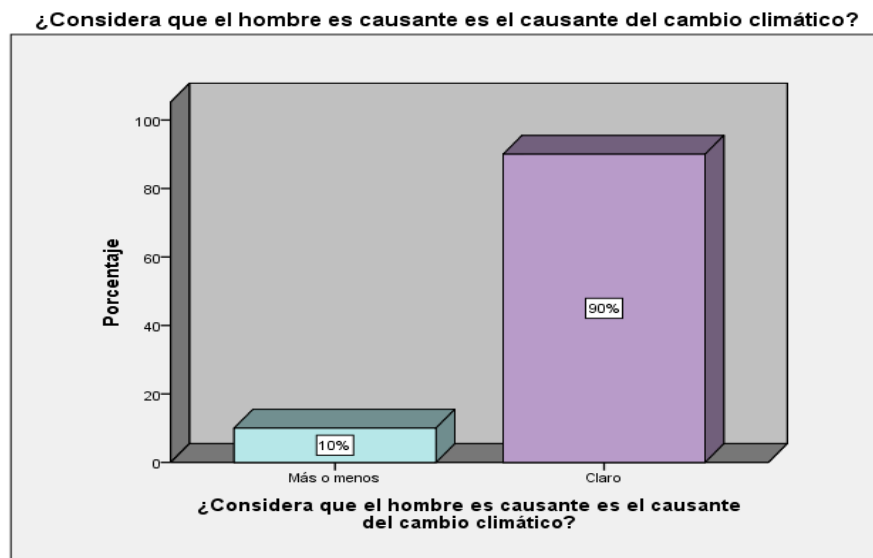
En la figura N° 36 se aprecia que el 53% de los encuestados respondieron que entienden más o menos que es variabilidad climática, el 27% respondieron que no entienden y el 20% restante respondieron que entiende poco. De las treinta personas que se encuestaron 16 respondieron más o menos, 8 nada y 6 poco. Ver (anexo N° 04 Tabla N° 21)



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 37: Representación gráfica de la segunda pregunta

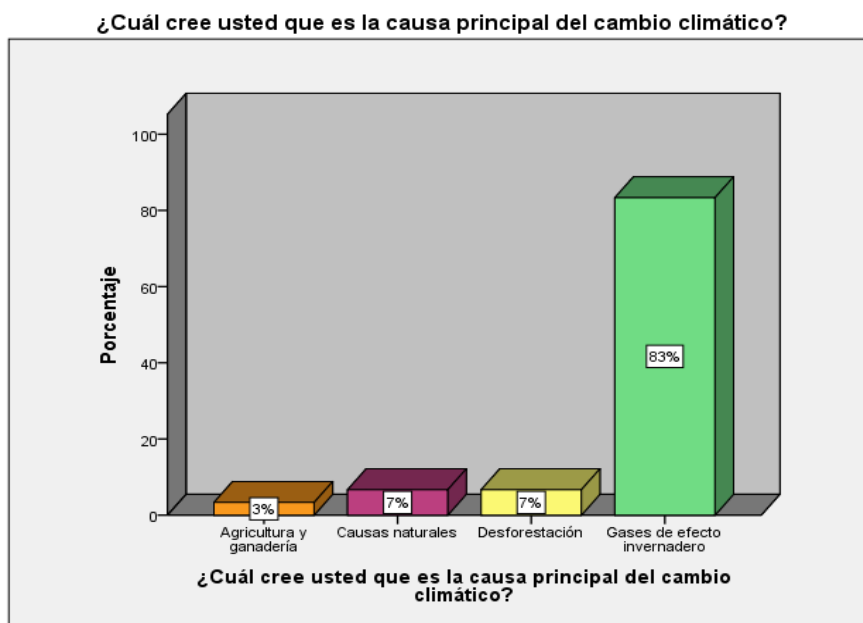
En la figura N° 37, El 77% de los encuestados respondieron que, si entienden que es cambio climático, el 13% respondieron más o menos y el 10% mencionaron que entienden poco. Ver (anexo N° 04 tabla N° 22)



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 38: Representación gráfica de la tercera pregunta

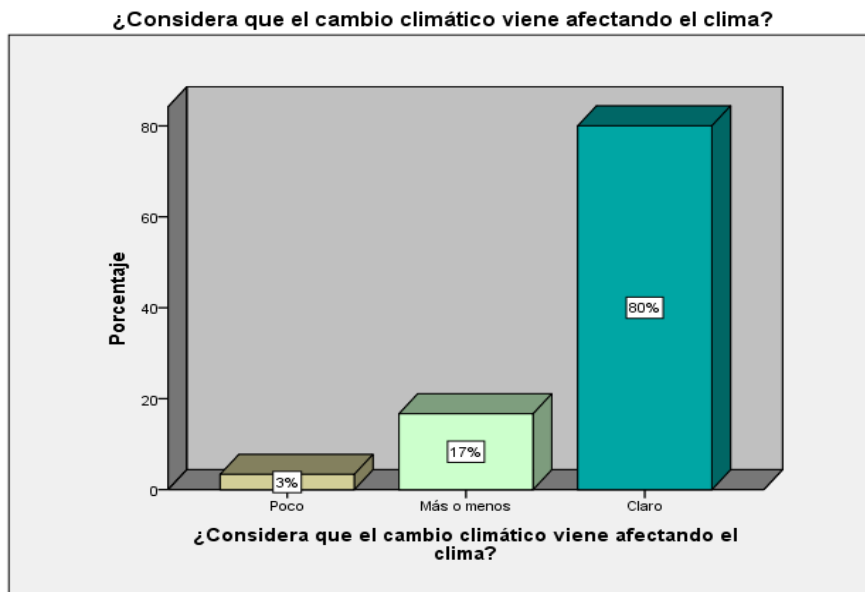
En la figura N° 38, El 90% de los encuestados respondieron que, el hombre es causante del cambio climático, y el 10% consideró más o menos. Ver (anexo N° 04 tabla N° 23)



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 39: Representación gráfica de la cuarta pregunta

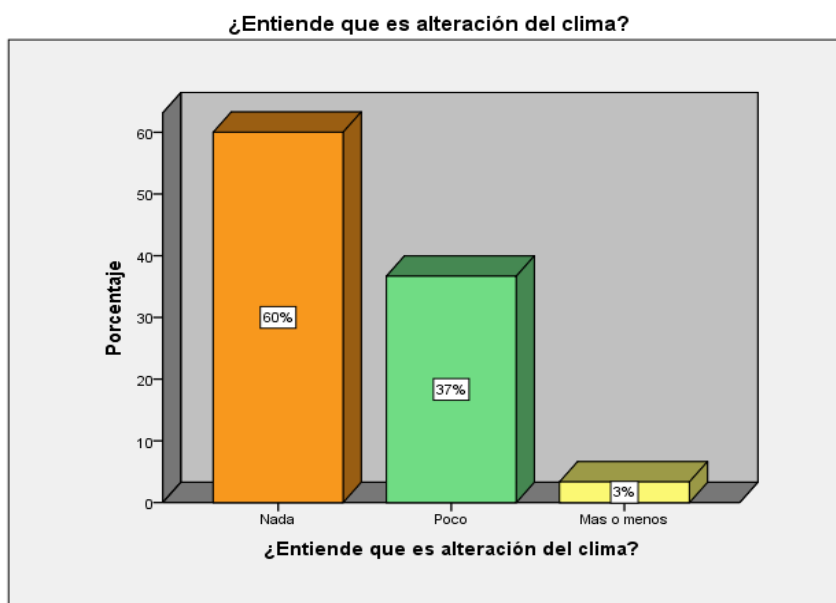
En la figura N° 39, se aprecia que el 83% de los encuestados están de acuerdo que los gases de efecto invernadero son la causa principal del cambio climático, el 7% de los encuestados que la deforestación es la causante, el 7% también menciona que las causas naturales y el 3% de los encuestados menciona que la agricultura y ganadería son los causantes. Ver (anexo N° 04 tabla N° 24)



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 40: Representación gráfica de la quinta pregunta

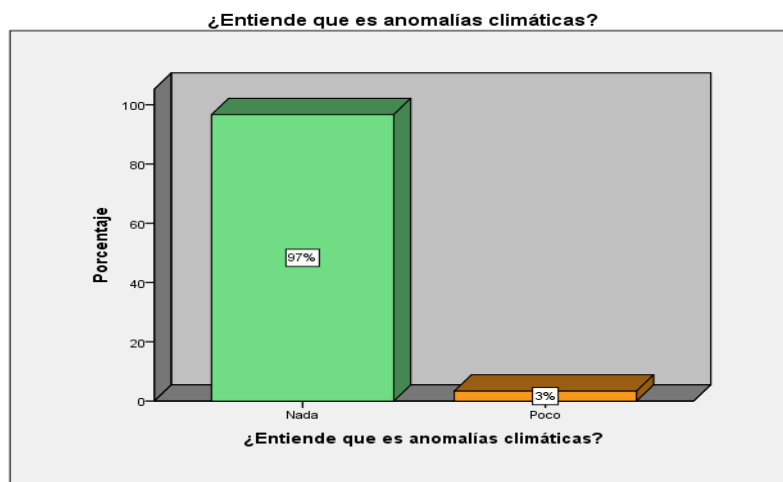
En la figura N° 40, El 80% de los encuestados consideran que el cambio climático viene afectando el clima, el 17% considera que más o menos y el 3% de los encuestados considero que el cambio climático afecta poco al clima. Ver (anexo N° 04 tabla N° 25)



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 41: Representación gráfica de la sexta pregunta

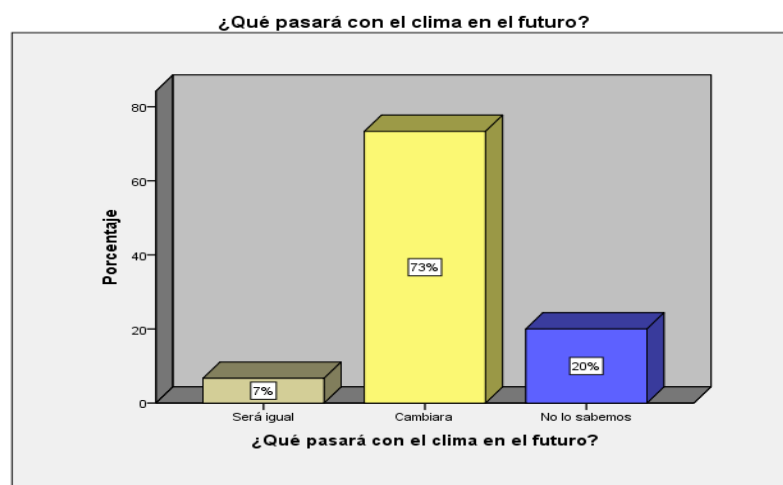
En la figura N° 41, El 60% de los encuestados respondieron que no entienden que es alteración del clima, 37% de los encuestados respondieron que entienden poco y el 3% de los encuestados respondieron que entienden más o menos. Ver (anexo N° 04 tabla N° 26)



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 42: Representación gráfica de la séptima pregunta

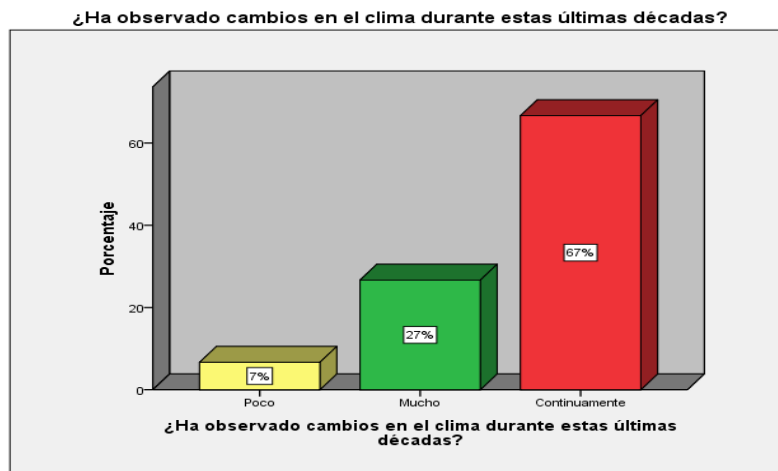
En la figura N° 42 se aprecia que el 97% de los encuestados no entienden que son anomalías, y el 3% respondió que entiende poco, por consiguiente, el conocimiento es poco y los vuelve vulnerables a los efectos del cambio climático. Ver (anexo N° 04 tabla N° 27)



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 43: Representación gráfica de la octava pregunta

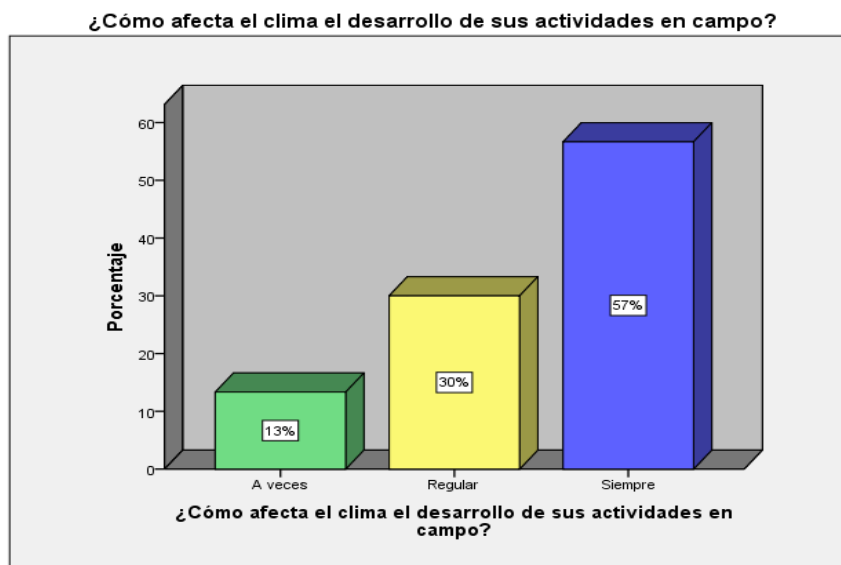
En la figura N° 43, El 73% de los encuestados respondieron que, en el futuro el clima cambiará, el 20% de los encuestados precisó que no lo sabemos y el 7% indicó que el clima se mantendrá igual. Ver (anexo N° 04 tabla N° 28)



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 44: Representación gráfica de la novena pregunta

En la figura N° 44, El 67% de los encuestados respondieron que, se han dado cambios continuos en el clima durante las últimas décadas, el 27% indica que los cambios en el clima en las últimas décadas han sido muchos y el 7% mencionó que se dieron pocos cambios. Ver (anexo N° 04 tabla N° 29)

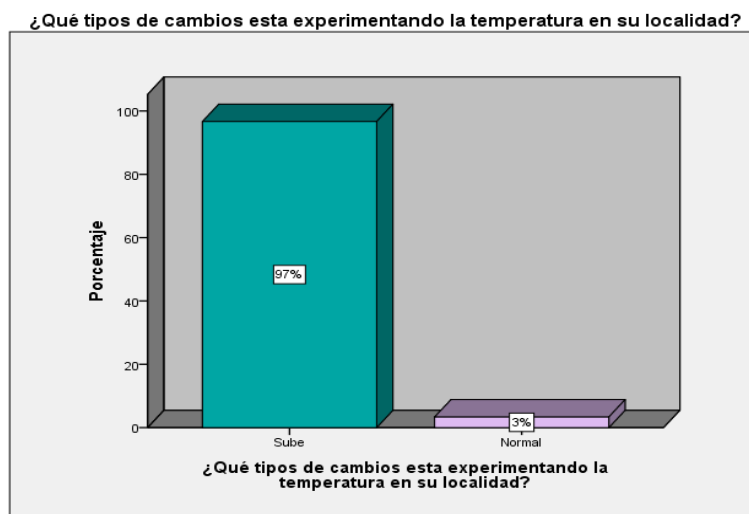


Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 45: Representación gráfica de la décima pregunta



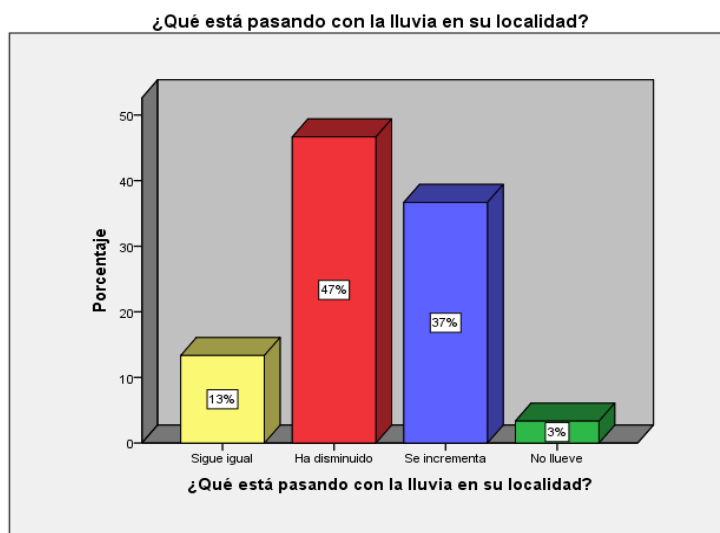
En la figura N° 45, el 57% de los encuestados respondieron que, el clima afecta siempre el desarrollo de sus actividades de campo, el 30% de los encuestados respondió que regularmente los afecta y el 13% a veces. Ver (anexo N° 04 tabla N° 30)



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 46: Representación gráfica de la onceava pregunta

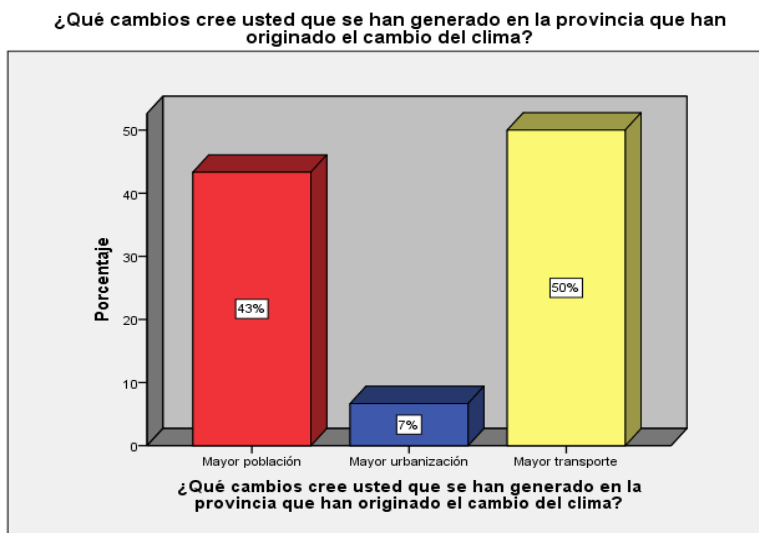
En la figura N° 46, el 97% de los encuestados respondieron que la temperatura está subiendo con el transcurso de las décadas, mencionaron que el calor no se soporta en muchas ocasiones. Mientras que el 3% de los encuestados menciona que la temperatura sigue igual. Ver (anexo N° 04 tabla N° 31)



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 47: Representación gráfica de la doceava pregunta

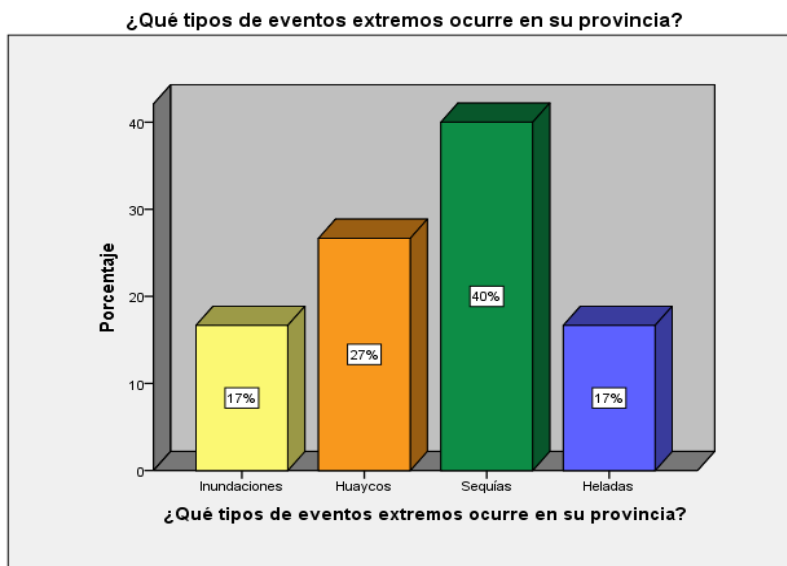
En la figura N° 47, el 47% de los encuestados respondieron que las lluvias han disminuido, el 37% de los encuestados menciono que la lluvia se incrementó, el 13% que la lluvia sigue igual y el 3% menciono que ya no llueve. Ver (anexo N° 04 tabla N° 32)



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 48: Representación gráfica de la treceava pregunta

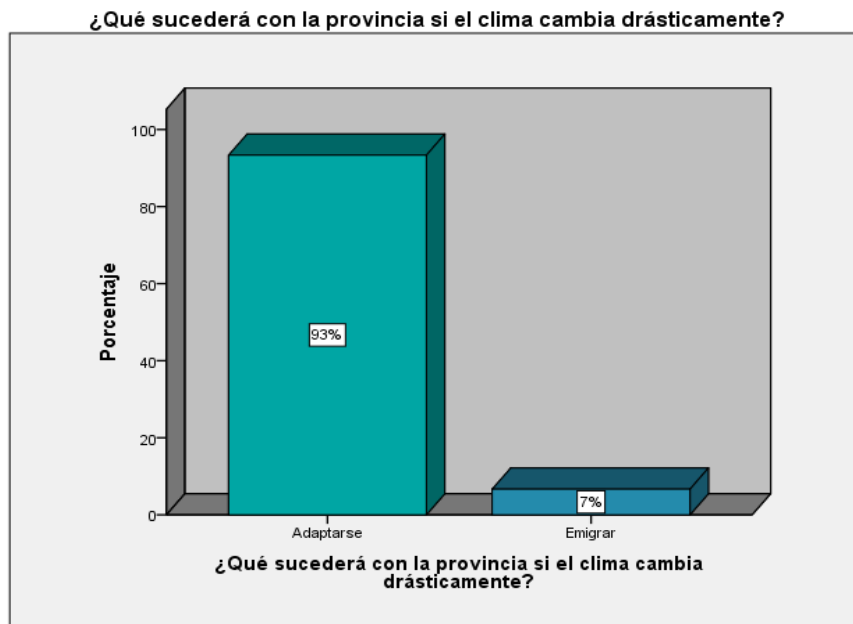
En la figura N° 48, el 50% de los encuestados respondieron que debido al mayor transporte el clima ha cambiado, el 43% aseguro que el aumento de la población es el causante del cambio en el clima y el 7% menciono que la mayor urbanización es la causante. Ver (anexo N° 04 tabla N° 33)



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 49: Representación gráfica de la catorceava pregunta

En la figura N° 49, los encuestados respondieron que se han dado eventos extremos en la provincia, donde un 40% aseguro que las sequias han sido las más recurrentes, un 27% de la población aseguro que los huaycos, un 17% aseguro que las heladas y un 17% indico que fueron las inundaciones. Ver (anexo N° 04 tabla N° 34)



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 50: Representación gráfica de la quinceava pregunta

En la figura N° 50, el 93% de los encuestados respondieron que se adaptarían si el clima cambiase drásticamente, ellos indicaron que buscarían la manera de luchar contra el cambio climático, mientras que el 7% indico que emigraría y buscaría un lugar idóneo. Ver (anexo N° 04 tabla N° 35)

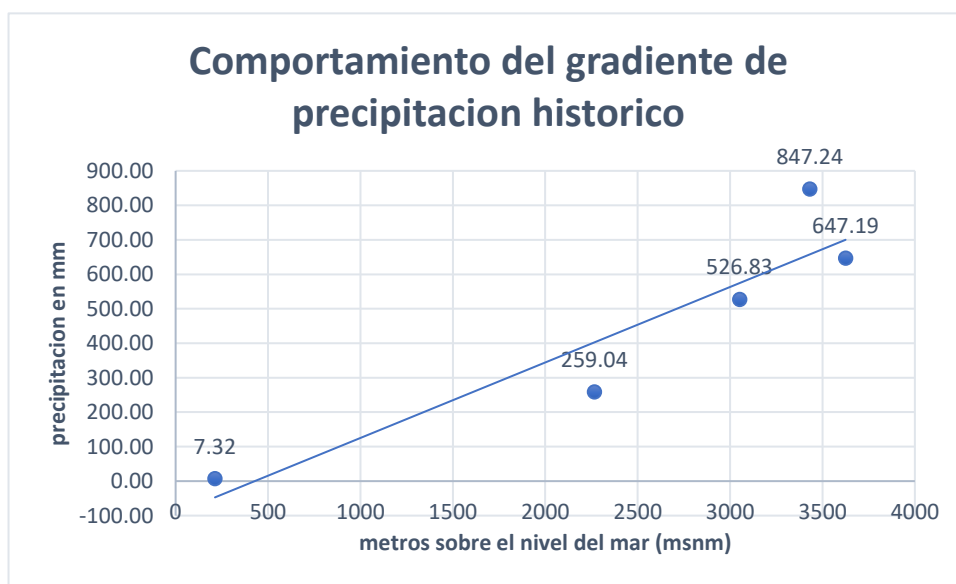
### 3.2. Características de los gradientes históricos de precipitación

Tabla N° 07: Estaciones gradiente pluviométrico

Estación	Altitud	pp histórico
Pira	3625	647.19
Recuay	3431	847.24
Huaraz	3052	526.83
Chacchan	2266	259.04
Buena Vista	213	7.32

Fuente: Elaboración propia, 2018

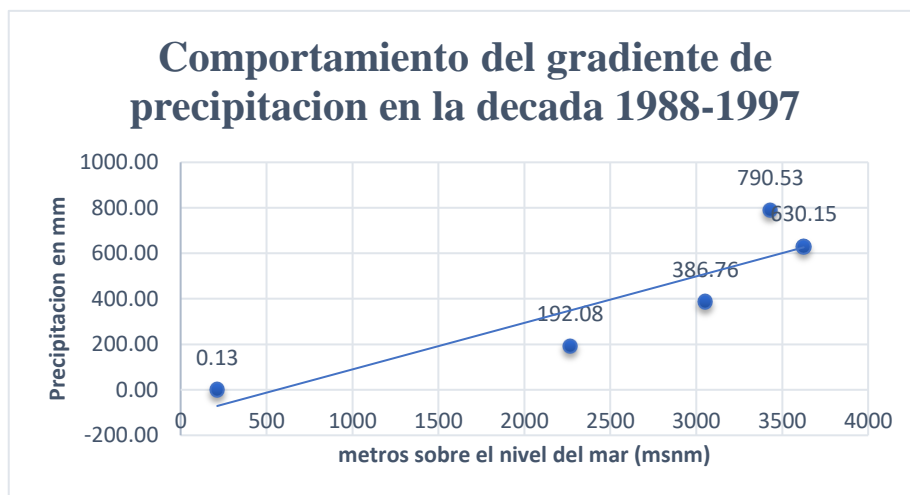
Los gradientes pluviométricos motivados por los diferentes factores geográficos son bastante heterogéneos. Para la investigación se utilizó siete estaciones de precipitación, ubicadas dentro y fuera del área de estudio, de las cuales solo se tomaron cinco para el análisis de gradientes, este análisis permitió encontrar la precipitación en los demás distritos de la provincia.



Fuente: Elaboración propia, 2018

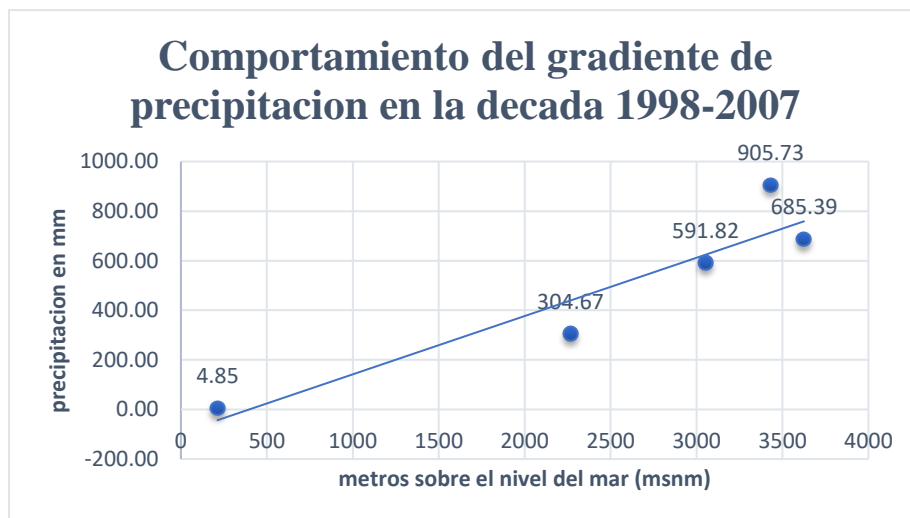
Figura N° 51: Gradiente histórico de precipitación

El análisis del gradiente pluviométrico en la zona de estudio se observa que los mayores valores de precipitación se registran a una altitud de 3431 y 3625 msnm con 847.24 y 647.19 mm respectivamente y las menores precipitaciones se presentan en el rango de 200 a 2500 msnm (parte baja del territorio).



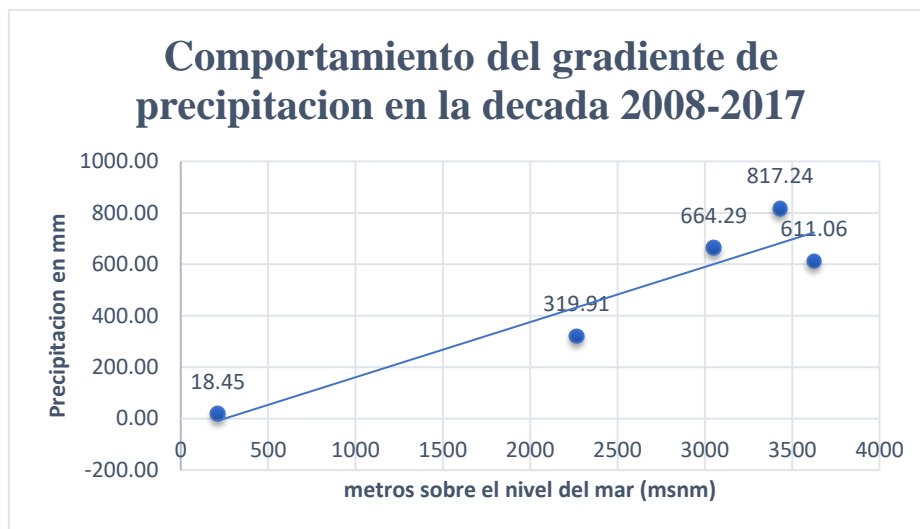
Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 52: Gradiente de precipitación década 1988-1997



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 53: Gradiente de precipitación década 1998-2007



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 54: Gradiente de precipitación década 2008-2017

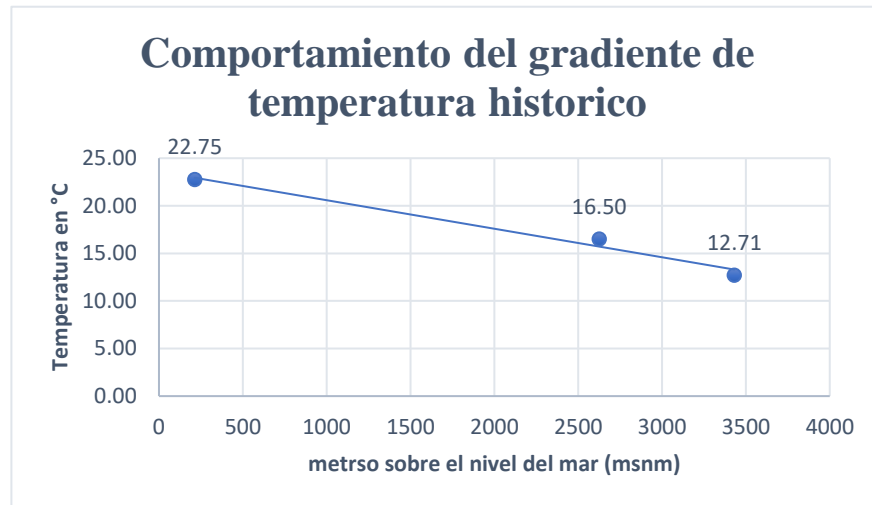
En las figuras N° 52, N° 53 y N° 54 se ilustra el comportamiento de la precipitación respecto a la altitud y se dividió 30 años históricos en décadas, donde se determinó la influencia del cambio climático en la provincia. Tanto en la figura 31, 32 y 33 en el rango de altitud de 100 a 2500 msnm, las precipitaciones se incrementaron significativamente y mantienen una tendencia al aumento. Mientras que en el rango de 3000 a 4000 msnm las precipitaciones aumentan en las dos primeras décadas (Figura N° 52 y N° 53) y disminuyen en la última década (Figura N° 54). Por consiguiente, las figuras muestran una alteración de las precipitaciones con respecto al rango de altitud y en los periodos de tiempo analizados (décadas).

### Características de los gradientes históricos de temperatura

Tabla N° 08: Estaciones gradiente térmico

Estación	Altitud	T histórica promedio
Recuay	3431	12.71
Cajabamba	2625	16.50
Buena vista	213	22.75

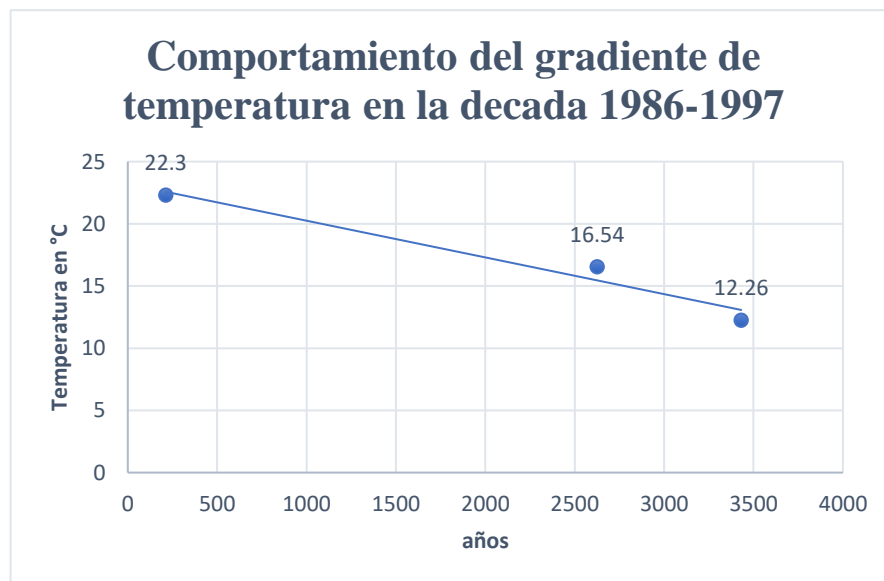
Fuente: elaboración propia, 2018



Fuente: Elaboración propia, 2018

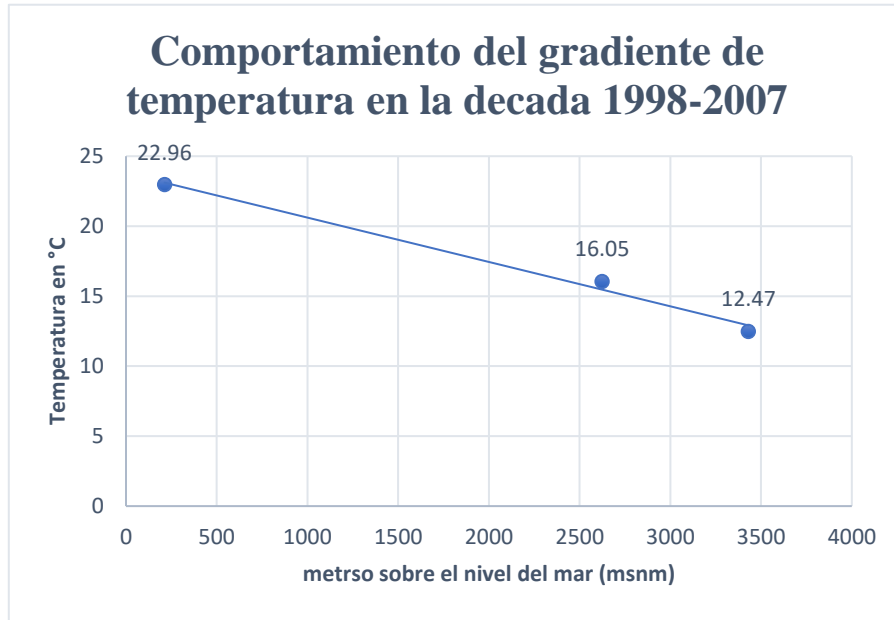
Figura N° 55: Gradiente histórico de temperatura

El análisis del gradiente térmico en la zona de estudio se observa que el mayor valor de temperatura se registra a una altitud de 213 msnm con 22.75 °C y las menores temperaturas se presentan en el rango de 2500 a 3500 msnm (parte alta del territorio).



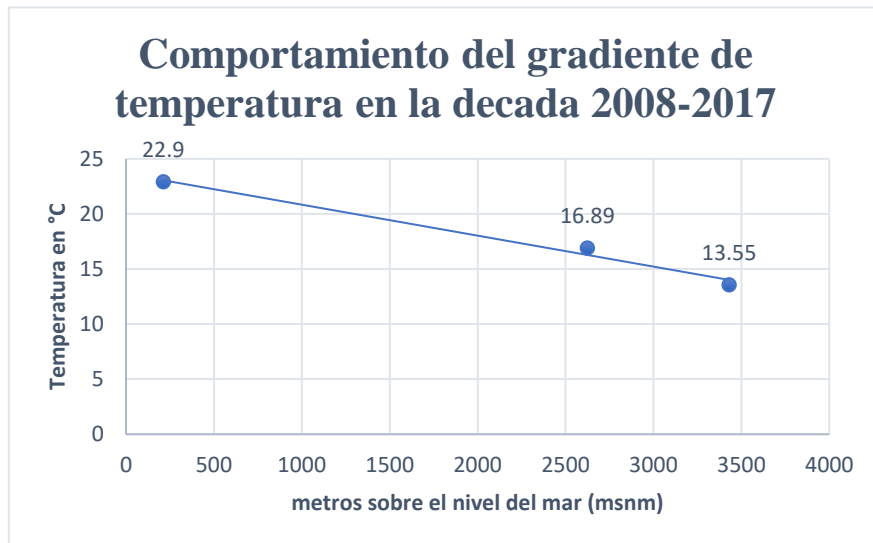
Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 56: Gradiente de temperatura década 1986-1997



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 57: Gradiente de temperatura década 1998-2007



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura N° 58: Gradiente de temperatura década 2008-2017



En las figuras N° 56, N° 57 y N° 58 se ilustra el comportamiento de la temperatura respecto a la altitud y se ha dividido 30 años históricos en tres décadas, donde se determinó la influencia del cambio climático en la provincia. La estación Buena vista que se ubica en la parte costa, a una altitud de 213 msnm, en la primera década registra 22.3 °C, en la segunda década 22.96 °C y en la tercera década 22.9 °C. El análisis refleja tendencia creciente. Mientras que en el rango de 2500 a 3500 msnm las temperaturas aumentan en la estación Recuay en las tres décadas, registrando en la última década 13.55 °C. la estación Cajabamba disminuye en la segunda década, pero vuelve a subir en la tercera década. En conclusión, el comportamiento de la temperatura con respecto a la altitud muestra incrementos considerables con el paso del tiempo. Lo que se deduce en cambio climático

## **3.2. Análisis inferencial**

### **3.2.1 Escenarios de precipitación al 2027**

#### **Estación Huaraz**

La precipitación anual acumulada para el año 2027 se estima en 844.779 mm, según la formula obtenida a base del comportamiento histórico que se detalla en la parte descriptiva.

$$Y = 12.229x + 331.16$$

$$Y = 12.229(42) + 331.16$$

$$Y = 844.779 \text{ mm}$$

Donde: y= Precipitación acumulada, x= Año

En base al escenario obtenido se calcularon seis escenarios adicionales, con el 10%, 20% y 30% más y menos, lo que me permitió tener una gama de probabilidades de ocurrencia de precipitaciones desde los benévolos hasta los más pesimistas y menos pesimista. El escenario tres muestra 1098.21 mm de precipitación siendo el más alto, mientras que el escenario seis pronostica 591.34 mm. Para el cálculo de anomalías se trabajó con el promedio multianual hasta el 2027, donde se obtuvo 594.09 mm de promedio. Lo que se reflejó en una anomalía de +250.69 mm al 2027. También se calcularon seis anomalías posibles en base a los seis

escenarios de precipitación, los resultados fueron +442.55 mm en el escenario 3 y +58.83 mm en el escenario seis, siendo los más extremos. Ver (anexo N° 05 tabla N° 36)

### **Estación Recuay**

La precipitación anual acumulada para el año 2027 se estima en 876.76 mm, según la formula obtenida a base del comportamiento histórico que se detalla en la parte descriptiva.

$$Y = 1.1575x + 828.15$$

$$Y = 1.1575(42) + 828.15$$

$$Y = 876.76 \text{ mm}$$

Donde: y= Precipitación acumulada, x= Año

El escenario obtenido al año 2027 sirvió para encontrar seis escenarios adicionales, para ello se asignó el 10%, 20% y 30% más y menos, lo que me permitió tener una gama de probabilidades de ocurrencia de precipitaciones desde los benévolos hasta los más pesimistas y menos pesimista. El escenario tres muestra 1139.79 mm de precipitación siendo el más alto, mientras que el escenario seis pronostica 613.74 mm. Para el cálculo de anomalías se trabajó con el promedio multianual hasta el 2027, donde se obtuvo 853.03 mm de promedio. Lo que se reflejó en una anomalía de +23 mm al 2027. También se calcularon seis anomalías posibles en base a los seis escenarios de precipitación, los resultados fueron +224.51 mm en el escenario 3 y -177.04 en el escenario seis, siendo los más extremos. Ver (anexo N° 05 tabla N° 37)

### **Estación Pira**

La precipitación anual acumulada para el año 2027 se estima en 582.8 mm, según la formula obtenida a base del comportamiento histórico que se detalla en la parte descriptiva.

$$Y = -2.5234x + 688.83$$

$$Y = -2.5234(42) + 688.83$$

$$Y = 582.8 \text{ mm}$$

Donde: y= precipitación acumulada, x= Años

En base al escenario obtenido se calcularon seis escenarios adicionales, con el 10%, 20% y 30% más y menos, lo que me permitió tener una gama de probabilidades de ocurrencia de precipitaciones desde los benévolos hasta los más pesimistas y menos pesimista. El escenario tres muestra 757.70 mm de precipitación siendo el más alto, mientras que el escenario seis pronostica 407.99 mm. Para el cálculo de anomalías se trabajó con el promedio multianual hasta el 2027, donde se obtuvo 634.6 mm de promedio. Lo que se reflejó en una anomalía de -51.73 mm al 2027. También se calcularon seis anomalías posibles en base a los seis escenarios de precipitación, los resultados fueron +80.68 mm en el escenario 3 y -184.14 en el escenario seis, siendo los más extremos. Ver (anexo N° 05 tabla N° 38)

### **Estación Chacchan**

La precipitación anual acumulada para el año 2027 se estima en 400.1 mm, según la fórmula obtenida a base del comportamiento histórico que se detalla en la parte descriptiva.

$$Y = 5.5333x + 167.74$$

$$Y = 5.5333(42) + 167.74$$

$$Y = 400.1 \text{ mm}$$

Donde: y= Precipitación acumulada, x= Años

En base al escenario obtenido se calcularon seis escenarios adicionales, con el 10%, 20% y 30% más y menos, lo que me permitió tener una gama de probabilidades de ocurrencia de precipitaciones desde los benévolos hasta los más pesimistas y menos pesimista. El escenario tres muestra 520.2 mm de precipitación siendo el más alto, mientras que el escenario seis pronostica 280.1 mm. Para el cálculo de anomalías se trabajó con el promedio multianual hasta el 2027, donde se obtuvo 286.70 mm de promedio. Lo que se reflejó en una anomalía de 113.44 mm al 2027. También se calcularon seis anomalías posibles en base a los seis escenarios de precipitación, los resultados fueron +206.7 mm en el escenario 3 y +20.2 en el escenario seis siendo los más extremos. Ver (anexo N° 05 tabla N° 39)

### **Estación Buena Vista**

La precipitación anual acumulada para el año 2027 se estima en 27.8 mm, según la formula obtenida a base del comportamiento histórico que se detalla en la parte descriptiva.

$$Y = 0.8032x - 5.932$$

$$Y = 0.8032(42) - 5.932$$

$$Y = 27.8 \text{ mm}$$

Donde: y= precipitación acumulada, x= Años

En base al escenario obtenido se calcularon seis escenarios adicionales, con el 10%, 20% y 30% más y menos, lo que me permitió tener una gama de probabilidades de ocurrencia de precipitaciones desde los benévolos hasta los más pesimistas y menos pesimista. El escenario tres muestra 36.14 mm de precipitación siendo el más alto, mientras que el escenario seis pronostica 19.46 mm. Para el cálculo de anomalías se trabajó con el promedio multianual hasta el 2027, donde se obtuvo 11.3 mm de promedio. Lo que se reflejó en una anomalía de 16.47 mm al 2027. También se calcularon seis anomalías posibles en base a los seis escenarios de precipitación, los resultados fueron 23.08 mm en el escenario 3 y 12.06 en el escenario seis, siendo los más extremos. Ver (anexo N° 05 tabla N° 40)

### **Estación Cajabamba**

La precipitación anual acumulada para el año 2027 se estima en 868.23 mm, según la formula obtenida a base del comportamiento histórico que se detalla en la parte descriptiva.

$$Y = -5.5684x + 1102.1$$

$$Y = -5.5684(42) + 1102.1$$

$$Y = 868.2272 \text{ mm}$$

Donde: y= precipitación acumulada, x= Años

En base al escenario obtenido se calcularon seis escenarios adicionales, con el 10%, 20% y 30% más y menos, lo que me permitió tener una gama de probabilidades de ocurrencia de precipitaciones desde los benévolos hasta los más pesimistas y menos pesimista. El escenario tres muestra 1128.70 mm de precipitación siendo el más alto, mientras que el escenario seis

pronostica 607.76 mm. Para el cálculo de anomalías se trabajó con el promedio multianual hasta el 2027, donde se obtuvo 982.36 mm de promedio. Lo que se reflejó en una anomalía de -114.13 mm al 2027. También se calcularon seis anomalías posibles en base a los seis escenarios de precipitación, los resultados fueron 82.53 mm en el escenario 3 y -310.80 en el escenario seis, siendo los más extremos. Ver (anexo N° 05 tabla N° 41)

### 3.2.2. Escenarios de temperatura al 2027

#### Estación Recuay

La Temperatura máxima para el año 2027 se estima en 21.61 °C, la temperatura mínima en 7.36 °C y la promedio en 14.49 °C. en base a los escenarios obtenidos se calcularon seis escenarios adicionales con el 10%, 20% y 30% más y menos, para cada temperatura. La temperatura máxima en el escenario tres se prevé en 28.09 °C y en el escenario seis 15.02 °C. La temperatura mínima en el escenario tres 9.56 °C y en el escenario seis 5.15 °C. la temperatura promedio en el escenario tres 18.83 °C y en el escenario seis 10.14 °C. Además, se calcularon las anomalías, para ello se utilizó el promedio multianual hasta el 2027, donde se obtuvo un promedio de 20.93 °C, 5.19 °C y 13.06 °C, para la temperatura máxima, mínima y promedio respectivamente. lo que se reflejó en anomalías de +0.69 °C, +2.17 °C y 1.43 °C. Ver (anexo N° 07 tabla N° 46).

Temperatura máxima	Temperatura mínima	Temperatura promedio
$y = 0.0336x + 20.207$	$y = 0.1057x + 2.919$	$y = 0.0696x + 11.563$
$y = 0.0336(42) + 20.207$	$y = 0.1057(42) + 2.919$	$y = 0.0696(42) + 11.563$
$y = 21.61 \text{ °C}$	$y = 7.36 \text{ °C}$	$y = 14.49 \text{ °C}$

Donde: y= temperatura, x= Años

## Estación Buena Vista

La Temperatura máxima para el año 2027 se prevé en 28.31 °C, la temperatura mínima en 17.12 °C y la promedio en 22.72 °C. en base a los escenarios obtenidos se calcularon seis escenarios adicionales con el 10%, 20% y 30% más y menos, para cada temperatura. La temperatura máxima en el escenario tres se prevé en 36.80 °C y en el escenario seis 19.81 °C. La temperatura mínima en el escenario tres 22.25 °C y en el escenario seis 11.98 °C. la temperatura promedio en el escenario tres 29.53 °C y en el escenario seis 15.90 °C. Además, se calcularon las anomalías, para ello se utilizó el promedio multianual hasta el 2027, donde se obtuvo un promedio de 28.41 °C, 17.06 °C y 22.74 °C, para la temperatura máxima, mínima y promedio respectivamente. lo que se reflejó en anomalías de -0.10 °C, +0.05 °C y -0.02 °C. Ver (anexo N° 07 tabla N° 47)

Temperatura máxima	Temperatura promedio	Temperatura mínima
$y = -0.005x + 28.523$	$y = 0.0026x + 17.013$	$y = 0.0012x + 22.768$
$y = 0.005(42) + 28.523$	$y = 0.0026(42) + 17.013$	$y = 0.0012(42) + 22.768$
$y = 28.31 \text{ °C}$	$y = 17.12 \text{ °C}$	$y = 22.72 \text{ °C}$

Donde: y= temperatura, x= Años

## Estación Cajabamba

La Temperatura máxima para el año 2027 se estima en 23.15 °C, la temperatura mínima en 11.71 °C y la promedio en 17.43 °C. en base a los escenarios obtenidos se calcularon seis escenarios adicionales con el 10%, 20% y 30% más y menos, para cada temperatura. La temperatura máxima en el escenario tres se prevé en 30.09 °C y en el escenario seis 16.20 °C. La temperatura mínima en el escenario tres 15.22 °C y en el escenario seis 8.9 °C. la temperatura promedio en el escenario tres 22.65 °C y en el escenario seis 12.20 °C. Además, se calcularon las anomalías, para ello se utilizó el promedio multianual hasta el 2027, donde se obtuvo un promedio de 22.89 °C, 10.47 °C y 16.68 °C,

para la temperatura máxima, mínima y promedio respectivamente. lo que se reflejó en anomalías de +0.25 °C, +1.24 °C y +0.75 °C. Ver (anexo N° 07 tabla N° 48)

Temperatura máxima	Temperatura mínima	Temperatura promedio
$y = 0.0123x + 22.629$	$y = 0.0605x + 9.1656$	$y = 0.0364x + 15.897$
$y = 0.0123(42) + 22.629$	$y = 0.0605(42) + 9.1656$	$y = 0.0364(42) + 15.897$
$y = 23.15 \text{ °C}$	$y = 11.71 \text{ °C}$	$y = 17.43 \text{ °C}$

Donde: y= temperatura, x= Años

### **Estación Huánuco**

La Temperatura máxima para el año 2027 se estima en 26.50 °C, la temperatura mínima en 15.92 °C y la promedio en 21.59 °C. en base a los escenarios obtenidos se calcularon seis escenarios adicionales con el 10%, 20% y 30% más y menos, para cada temperatura. La temperatura máxima en el escenario tres se prevé en 35.40 °C y en el escenario seis 19.06 °C. La temperatura mínima en el escenario tres 20.69 °C y en el escenario seis 11.14 °C. la temperatura promedio en el escenario tres 28.08 °C y en el escenario seis 15.11 °C. Además, se calcularon las anomalías, para ello se utilizó el promedio multianual hasta el 2027, donde se obtuvo un promedio de 26.50 °C, 14.39 °C y 20.44 °C, para la temperatura máxima, mínima y promedio respectivamente. lo que se reflejó en anomalías de +0.73 °C, +1.53 °C y +1.15 °C. Ver (anexo N° 07 tabla N° 49)

Temperatura máxima	Temperatura mínima	Temperatura promedio
$y = 0.0357x + 25.732$	$y = 0.0744x + 12.791$	$y = 0.0561x + 19.231$
$y = 0.0357(42) + 25.732$	$y = 0.0744(42) + 12.791$	$y = 0.0561(42) + 19.231$
$y = 26.50 \text{ °C}$	$y = 15.92 \text{ °C}$	$y = 21.59 \text{ °C}$

Donde: y= temperatura, x= Años

## Estación Tingo María

La Temperatura máxima para el año 2027 se prevé en 30.77 °C, la temperatura mínima en 20.98 °C y la promedio en 25.88 °C. en base a los escenarios obtenidos se calcularon seis escenarios adicionales con el 10%, 20% y 30% más y menos, para cada temperatura. La temperatura máxima en el escenario tres se prevé en 40.00 °C y en el escenario seis 21.54 °C. La temperatura mínima en el escenario tres 27.28 °C y en el escenario seis 14.69 °C. la temperatura promedio en el escenario tres 33.64 °C y en el escenario seis 18.11 °C. Además, se calcularon las anomalías, para ello se utilizó el promedio multianual hasta el 2027, donde se obtuvo un promedio de 29.88 °C, 20.21 °C y 25.04 °C, para la temperatura máxima, mínima y promedio respectivamente. lo que se reflejó en anomalías de +0.90 °C, +0.78 °C y +0.84 °C. Ver (anexo N° 07 tabla N° 50)

Temperatura máxima	Temperatura mínima	Temperatura promedio
$y = 0.0438x + 28.933$	$y = 0.0379x + 19.392$	$y = 0.0408x + 24.163$
$y = 0.0438(42) + 28.933$	$y = 0.0379(42) + 19.392$	$y = 0.0408(42) + 24.163$
$y = 30.77 \text{ °C}$	$y = 20.98 \text{ °C}$	$y = 25.88 \text{ °C}$

Donde: y= temperatura, x= Años



#### **IV. DISCUSIÓN**

El trabajo de investigación tuvo como objetivo general determinar la alteración del clima en la provincia de Huaraz como consecuencia del cambio climático, así como también determinar el comportamiento de los elementos climáticos de precipitación y temperatura, las características de los factores climáticos y por último la variabilidad de precipitación y temperatura al 2027. Con los datos obtenidos se acepta la hipótesis general que establece que la alteración del clima en la provincia de Huaraz está influenciada por el cambio climático.

Según Herring, et al. (2015) en su artículo “Eventos extremos explicados desde una posición climática” el autor detalla que las precipitaciones se incrementan en función del comportamiento térmico regional. Este aumento en la precipitación está fuertemente ligada al cambio climático antropogénico. Por ende, se coincide con el autor ya que el comportamiento de las precipitaciones históricas desde 1986 al 2017 muestran tendencias crecientes significativas en las estaciones (Huaraz, Recuay, Chacchan y Buena Vista), la estación Pira y Cajabamba mantienen tendencia decreciente. En cuanto al comportamiento de la temperatura, las estaciones de (Recuay, Buena Vista y Cajabamba), mantienen tendencias al aumento desde el periodo analizado 1986-2017. Adicionalmente el mapa de precipitación al 2017 (ver anexo 14) muestra un promedio de 547.3 mm y de temperatura (ver anexo 18) llega a los 19.33 °C. Según el quinto informe del grupo intergubernamental de expertos sobre cambio climático, indican que “Cada uno de los tres últimos decenios ha sido sucesivamente más cálido en la superficie de la tierra que cualquier decenio anterior desde 1850. También indican que el periodo comprendido entre 1983-2012 haya sido el periodo de 30 años más cálido de los últimos 800 años. (IPCC, 2014, p. 42). Por consiguiente, se coincide que el comportamiento de las variables climáticas obedece al calentamiento global lo que aclara que el cambio climático viene incidiendo significativamente en las últimas décadas.

Según Geraldi, Pícolo y Perillo (2010) en su investigación “Anomalías de precipitación y temperatura en Las Encadenadas del Oeste. Buenos Aires, Argentina” registró un periodo húmedo entre 1970 y 2006. El aumento de las precipitaciones fue muy significativo, donde se registró un aumento de 25mm por año, con lluvias superiores a 1,200mm, con un promedio en los últimos 30 años que alcanza a 830mm. Los registros más pronunciados de Carhué, fueron los años 1978, 1984 y 2002 los cuales presentaron anomalías de +350, +550 y

+700mm respectivamente. Además, las anomalías de temperatura presentaron a partir del año 2002 valores por encima de la media. Los años 2005 y 2006 se caracterizaron por inviernos muy fríos y veranos muy cálidos alcanzando anomalías hasta +8 °C grados por encima de la media. se coincide con el autor ya que en el periodo de tiempo analizado de 30 años se alcanzó anomalías entre los +350, +450 y +600 mm sobre la normal. En las estaciones de Huaraz, Recuay y Pira. En cuanto a las anomalías de temperatura se registró hasta +6 °C sobre la normal en la estación Recuay mientras que en las estaciones de Buena Vista y Cajabamba se mantuvieron en el rango de +1.50 °C a +2.40 °C respectivamente.

OMM (2018) en su informe: “El estado de los gases de efecto invernadero en la atmósfera. Basado en observaciones globales hasta 2017” el último análisis de las observaciones de la OMM muestra las concentraciones de gases de efecto invernadero, donde el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) alcanzó un máximo de 405.5 ppm, el metano (CH<sub>4</sub>) alcanzó los 1859 ppb y el óxido nitroso llegó hasta los 329.9 ppb. Estos valores constituyen respectivamente el 146%, 257% y 122% en comparación con los valores preindustriales (antes de 1750). Lo descrito por la OMM guarda relación con los escenarios obtenidos al 2027. Ya que al haber más concentración de GEI en la atmósfera, las temperaturas se incrementan. La temperatura promedio para el año 2022 se prevé en 17.09 °C, y para el 2027 se espera 17.29 °C, la temperatura mantiene una tendencia al aumento de +0.2 °C. En cuanto a las precipitaciones también mantienen tendencias crecientes, donde se espera promedios de 512.79 mm al 2022 y 547.80 mm al 2027 en la provincia de Huaraz. Por otro lado, las anomalías de temperatura al 2022 llegan a un máximo de +0.96 °C y un mínimo de +0.25 °C con promedio de 0.605 °C sobre la media. Para el año 2027 se espera un máximo de +1.29 °C y mínima de +0.33 °C con promedio de +0.81 °C. en cuanto a la precipitación las anomalías que se prevén para el 2022 rondan en -38.95 mm bajo la media hasta +178.32 mm sobre la media. Para el año 2027 las anomalías rondan en -51.52 mm y +235 mm bajo y sobre la normal respectivamente. Los escenarios de anomalías en la provincia de Huaraz obedecen al comportamiento de los escenarios de precipitación y temperatura, los cuales están influenciados por el exceso de GEI en la atmósfera lo que deriva en cambio climático.

Según Díaz, et al. (2015) en el artículo “interpolación espacial de la precipitación pluvial en la zona de barlovento y sotavento del golfo de México”. El objetivo fue realizar una comparación de 4 métodos de interpolación (kriging, spline, co-kriging, IDW). la metodología inició con el procesamiento de datos de precipitación (periodo 1961 – 2003) con un total de 147 estaciones meteorológicas de los cuales 50 pertenecen a la zona barlovento y 97 en la zona sotavento. Para esta investigación fue necesario establecer y extraer el área de estudio para así generar una superficie por medio de la interpolación de datos puntuales. Para llevar a cabo la interpolación se utiliza el sistema de información geográfica (SIG), el primer método fue el idw el cual es considerado el método más sencillo el cual asigna el mayor peso al punto más aledaño y este disminuye cuando aumento la distancia. Para la interpolación se usó 5 estaciones de temperatura y 8 estaciones de precipitación, donde se calculó la precipitación y en base a esta las anomalías que se esperan al 2027. utilizando el método de IDW nos acerca a los puntos más aledaños y nos muestra las distancias que tomaran las lluvias y el comportamiento térmico en la provincia de Huaraz.

## **V. CONCLUSIONES**

El comportamiento de los elementos climáticos (precipitación y temperatura) están influenciados por el cambio climático, las estaciones meteorológicas analizadas de precipitación aumentan, solo la estación Pira disminuye, en cuanto a la temperatura las estaciones de Recuay, Buena vista y Cajabamba también mantienen tendencias crecientes. Para determinar el comportamiento en la provincia de Huaraz se utilizó la interpolación IDW, la cual muestra un promedio de 547.3 mm de lluvia y la temperatura llega a un promedio de 19.33 °C en el año 2017, los incrementos son significativos a comparación del año 1986. El IPCC indica que el periodo 1983-2012 ha sido el periodo más cálido de los últimos 800 años.

El análisis del gradiente térmico y pluviométrico permitió conocer el comportamiento de las variables climáticas a distintas alturas y en distintas décadas. Las estaciones que se ubicaron a mayor altitud registran mayor aporte de lluvia que las estaciones ubicadas entre los 100 y 2500 msnm, pero la estación que sufrió mayor alteración fue Buena vista (parte costa), donde registro 70 mm de lluvia en el año 2017 con aumentos intermitentes desde 1997. El análisis decadal para temperatura permitió identificar que las estaciones ubicadas a mayor altura en este caso Recuay sufren un mayor incremento que ronda en 12.26 °C, la primera década, 12.47 °C la segunda década y 13.55 °C la tercera década. Los valores encontrados muestran que el cambio climático incide más en la parte alta del territorio. Por consiguiente, los ecosistemas de montaña tienden a ser los más afectados.

la variabilidad climática futura, está marcada por el cambio climático ya que las temperaturas mantienen incrementos considerables, con un promedio de 17.09 °C para el año 2022 y 17.29 °C para el año 2027. Ambos años mantienen un promedio menor a lo registrado el 2017 (19.33 C°), pero mantienen tendencia creciente con los demás años de la serie analizada, cabe resaltar que el año 2017 fue considerado niño extraordinario. En cuanto a las precipitaciones, para el año 2022 se prevé 512.79 mm y para el año 2027 547.80 mm de promedio. También se esperan anomalías de temperatura promedio que van desde 0.605 en el año 2022 y 0.81 en el 2027. Para precipitación se esperan anomalías máximas de 178.32 mm para el 2022 y 235.83 mm para el 2027.

## **VI. VI RECOMENDACIONES**

Para conocer más a detalle el comportamiento del clima y sus alteraciones, instalar más estaciones meteorológicas en la provincia de Huaraz y mantenerlas en constante mantenimiento para que se registren datos completos. Si cuentan con los recursos sería fundamental implementar una red estaciones automáticas, las cuales brindan información en tiempo real.

Hacer una investigación de la cuenca del río santa, para entender su funcionamiento tanto en la parte baja, parte media y parte alta. La cuenca del santa prevé sus valores hídricos y mantiene una estabilidad de corriente que beneficia a gran parte de los distritos ubicados en el callejón de Huaylas, así como también es indispensable para la producción en la parte baja.

El análisis que se realizó en la presente investigación, abarca de manera conjunta años con niño y años sin niño, es por ello que el comportamiento de los elementos analizados muestra anomalías significativas en los años 1986-1987 y 1997-1998 que fueron niños extraordinarios. Se recomienda ver el comportamiento del cambio climático con eventos niño y sin eventos niño. Esto permitirá encontrar el grado de incidencia que se ha dado en el transcurso de los años.

Realizar investigaciones a detalle de cómo afecta la variación de temperatura a los ecosistemas de montaña, como se comportan la microflora autóctona, los bofedales, los acuíferos, las lagunas, etc. Dar a conocer si las especies de fauna o flora se podrán adaptar en un futuro con escenarios benévolos y pesimistas.



## **VII. REFERENCIAS**

- AGUILAR, Julio. Análisis de tendencias de temperatura y precipitación en la cuenca del río llave. Tesis (Bachiller en Ingeniería Agrícola). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2017. 31 pp.  
Disponible en <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/5108>
- ALCANTARA, Francisco. Modelo de geoformaciones cóncavas para recargas de agua subterránea en cabeceras de cuenca del río Jequetepeque, Cajamarca. Tesis (Doctorado en recursos hídricos). Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina, 2015. 24 pp.
- ANA. Inventario nacional de glaciares y lagunas. Unidad de glaciología y recursos hídricos. [en línea]. 2014. [Fecha de consulta: 27 de mayo 2018]. Disponible en [http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/inventario\\_de\\_glaciares\\_y\\_lagunas.pdf](http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/inventario_de_glaciares_y_lagunas.pdf)
- ArcGIS Resources. Que es ArcGIS. [en línea]. Julio de 2014. [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2018]. Disponible en <http://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm>
- AVENDAÑO, Diego. Las montañas son sumamente vulnerables al cambio climático. Universidad Católica del Perú. Febrero 2016. [Fecha de consulta: 16 de junio del 2018]. Disponible en <https://puntoedu.pucp.edu.pe/entrevistas/las-montanas-son-altamente-vulnerables-al-cambio-climatico/>
- BENAVIDES, Oscar. labor motivation graduates of business administration program at the university of Nariño. [en línea]. Junio 2017. [Fecha de consulta: 30 de junio del 2018]. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/tend/v18n1/v18n1a02.pdf>
- Cambio climático. Percepciones sobre manifestaciones, causas e impactos en el Distrito de Temporal Tecnificado Margaritas-Comitán, Chiapas por Denise Soares [et al]. Chiapas: Universidad Autónoma del Estado de México, México. Febrero del 2017. [Fecha de consulta: 2 de mayo del 2018]. Disponible en <https://cienciaergosum.uaemex.mx/article/view/9123>
- CASADO, María. Modelos climáticos. [en línea]. Septiembre 2016. [Fecha de consulta: 25 de junio del 2018]. Disponible en

<http://181.189.159.2/2016/Septiembre/aemet/contenido/ponencias/Maria%20Jesus%20Casado/Modelos%20climaticos.pdf>

- DAMONTE, Gerardo, CABRERA, Andrea y MIRANDA, Fabio. Problemas vinculados al cambio y variabilidad climáticos y modelos ejemplares de adaptación por regiones en el Perú [en línea]. Octubre 2017. [Fecha de consulta: 4 de mayo del 2018]. Disponible <http://repositorio.grade.org.pe/handle/GRADE/372>
- Escenarios climáticos en la cuenca del río Santa para el año 2030 [en línea]. MINAM, 2009. [Fecha de consulta: 4 de mayo del 2018]. Disponible en <http://siar.minam.gob.pe/ancash/documentos/escenarios-climaticos-cuenca-rio-santa-ano-2030>
- GALBUSERA, Sebastián. Proyecto tercera comunicación nacional sobre cambio climático a la CMNUCC. [en línea]. Junio de 2015. [Fecha de consulta: 04 de mayo del 2018].  
Disponible en <https://www.inti.gob.ar/ambientesg/pdf/presenaciones/SebastianGalbusera2015-06-12-INTI.pdf>
- GERALDI, Alejandra; PICCOLO, María y PERILLO, Gerardo. Anomalías de precipitación y temperatura en Las Encadenadas del Oeste. Buenos Aires, Argentina. Revista de Ciencias [en línea] 2010. Disponible en: [https://www.jstor.org/stable/40996833?seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/40996833?seq=1#page_scan_tab_contents)
- Gobierno Regional de Ancash. Informe técnico para declaratoria de emergencia por sequía y heladas del sector agrario. Dirección regional de agricultura [en línea]. Noviembre de 2016. [Fecha de consulta: 10 de junio de 2018]. Disponible en [https://agroancash.gob.pe/agro/wp-content/uploads/2016/12/INFORME\\_TECNICO\\_EMERGENCIA-DE\\_SEQUIA\\_30-11-2016-1.pdf](https://agroancash.gob.pe/agro/wp-content/uploads/2016/12/INFORME_TECNICO_EMERGENCIA-DE_SEQUIA_30-11-2016-1.pdf)
- GONZALES, Juan. Comprensión de los conceptos de perímetro y área y la independencia de sus medidas, en el contexto de la agricultura del café. Tesis (Magister en educación). Antioquia: Universidad de Antioquia, 2014.

- GOSLING, Simón y ARNELL, Nigel. A global assessment of the impact of climate change on water scarcity. [en línea]. Enero de 2013. [Fecha de consulta: 02 de junio del 2018]. Disponible en <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-013-0853-x>
- HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 6ª. ed. México: McGRAW-HILL, 2014.
- KERLINGER, Fred. Enfoque conceptual de la investigación del comportamiento. California. McGRAW-HILL, 1979.
- Instituto Geofísico del Perú (IGP). Cambio climático, investigación e incertidumbre. [en línea]. Julio 2015. [Fecha de consulta: 16 de junio del 2018]. Disponible en <http://repositorio.igp.gob.pe/bitstream/handle/IGP/710/cambioclimaticocuencariomantaro.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=19>
- IPCC, 2014: Cambio Climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 157 p. [fecha de consulta: 17 de junio de 2018]. Disponible en [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf)
- MEDINA, Rubén. Estimación estadística de valores faltantes en series históricas de lluvias. [en línea]. 2008. [Fecha de consulta: 12 de junio del 2018]. Disponible en [https://www.cenicafe.org/es/publications/arc059\(03\)260-273.pdf](https://www.cenicafe.org/es/publications/arc059(03)260-273.pdf)
- MEJIA, Gabriel. Influencia del cambio climático en los caudales mensuales de la Cuenca Río Verde. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Arequipa: Universidad Nacional De San Agustín, 2017. Disponible en <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3017>
- MORALES, Benjamín. Cambios climáticos: Investigaciones glaciológicas en la cordillera de Huallanca y la cordillera Blanca glaciares de Chaupijanca y Pastoruri. Investigación glaciológica. Lima: Universidad Agraria La Molina, Departamento de Ingeniería Ambiental Física y Meteorología, 2012, 92 pp.

- MORENO, Ada. Precipitación datos englobados y faltantes. [en línea]. Universidad de los Andes. [Fecha de consulta: [27 de mayo del 2018].  
Disponibile en  
<http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/adamoreno/HIDRO/PRECIPITACION%20DATOS.pdf>
- NAVARRO, Genaro. Calentamiento global. Universidad Nacional de Tamaulipas. México. Octubre del 2007. Recuperado de  
<http://www.redalyc.org/pdf/4419/441942910004.pdf>
- OLCINA, Jorge. Cambio climático y riesgos climáticos en España. [en línea]. Marzo 2010. [Fecha de consulta: 5 de mayo del 2018]. Disponible en  
[https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/14638/3/IG\\_49\\_10.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/14638/3/IG_49_10.pdf)
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). Calentamiento global. [en línea]. Mayo 2015. [Fecha de consulta: 15 de junio del 2018]. Disponible en  
<https://news.un.org/es/tags/calentamiento-global>
- Organización meteorológica mundial (OMM). El estado de los gases de efecto invernadero en la atmósfera. Basado en observaciones globales hasta 2017. [Fecha de consulta: 10 de diciembre del 2018]. Disponible en  
<https://public.wmo.int/en/resources/library/wmo-greenhouse-gas-bulletin>
- PALACIOS, Juan. Foro Climático Nacional 2015 Pajan - Manabi situación meteorológica actual. [en línea]. Setiembre de 2015. [Fecha de consulta: 23 de mayo del 2018]. Disponible en <http://docplayer.es/58286969-Foro-climatico-nacional-2015-pajan-manabi-situacion-meteorologica-actual-ing-juan-palacios-t-10-septiembre-2015.html>
- Projections of climate change effects on discharge and inundation in the Amazon basin Chiapas por Mino Viana Sorribas [et al]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Marzo 2017. [Fecha de consulta: 5 de mayo del 2018]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-016-1640-2>
- Puerta, Rengifo y Bravo. ArcGIS Básico 10. [en línea]. 2011. [Fecha de consulta: 20 de junio del 2018]. Disponible en <http://www.andersonmedeiros.com/guia-arcgis-basico-e-medio-espanhol/>

- United States Environmental Protection Agency (EPA) [en línea]. EEUU: agosto 2016. [Fecha de consulta: 4 de mayo del 2018]. Disponible en [https://solar-aid.org/?gclid=Cj0KCQjw3v3YBRCOARIsAPkLbK7E6CMLaU7bIHY-46gBcq1u3fO-hQFViHaXX9hPIcW1fpqBc-xUdCQaAjq4EALw\\_wcB](https://solar-aid.org/?gclid=Cj0KCQjw3v3YBRCOARIsAPkLbK7E6CMLaU7bIHY-46gBcq1u3fO-hQFViHaXX9hPIcW1fpqBc-xUdCQaAjq4EALw_wcB)
- RAMOS, Lucero. estimación del efecto del cambio climático en la precipitación de la costa norte del Perú usando simulaciones de modelos climáticos globales. Tesis (Bachiller en Ingeniería Meteorológica). La Molina: Universidad Nacional Agraria la Molina, 2017.  
Disponible en <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1899>
- ROMERO, Ángel. Distribución espacio-temporal de la precipitación en la cuenca del río Jubones, Ecuador: 1975-2013. [en línea]. febrero de 2018. [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2018]. Disponible  
En <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop/article/view/1734>
- ROSAS, Gabriela, et al. N° 01 SPI (Índice estandarizado de precipitación). Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [en línea]. enero 2018. [Fecha de consulta: 22 de setiembre de 2018]. Disponible en <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02243SENA-19.pdf>
- SALAS, Elías. Análisis de Tendencia de Temperatura y Precipitación Pluvial mensual en la Cuenca del Rio ILLPA, Puno. Tesis (Ingeniería agrícola). Puno. Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de ingeniería agrícola, 2014, 93 pp.  
Disponible en [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5487/Salas\\_Flores\\_Elias\\_Elmer.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5487/Salas_Flores_Elias_Elmer.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- SERRANO, Vicenti, et al. Análisis estadístico de datos meteorológicos mensuales y diarios para la determinación de variabilidad climática y cambio climático en el distrito metropolitano de quito. la granja. Revista de Ciencias [en línea] 2012. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2018]. Disponible en:  
<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=476047400004>> ISSN 1390
- SOORAJ, et al. Modulations of the Indian summer monsoon by the hot subtropical deserts: insights from coupled sensitivity experiments. [en línea] 2018. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2018]

Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00382-018-4396-8>

- VIANA, Mino, et al. Projections of climate change effects on discharge and inundation in the Amazon basin. [en línea]. Agosto 2016. [Fecha de consulta: 23 de mayo del 2018]. Disponible en:  
[https://econpapers.repec.org/article/sprclimat/v\\_3a136\\_3ay\\_3a2016\\_3ai\\_3a3\\_3ad\\_3a10.1007\\_5fs10584-016-1640-2.htm](https://econpapers.repec.org/article/sprclimat/v_3a136_3ay_3a2016_3ai_3a3_3ad_3a10.1007_5fs10584-016-1640-2.htm)
- VILLANUEVA, Ricardo. Características de la cuenca del río Santa. [en línea]. Diciembre del 2016. [Fecha de consulta: 2 de mayo del 2018]. Disponible en <https://mountain.pe/wp-content/uploads/2012/02/Folleto-1-Caracteristicas-Cuenca-Rio-Santa.pdf>
- VILLANUEVA, Ricardo. Los impactos del cambio climático en las funciones hidrológicas de la cuenca del río Santa [en línea]. Diciembre del 2016. [Fecha de consulta: 4 de mayo del 2018]. Disponible en <https://mountain.pe/wp-content/uploads/2012/02/Folleto-2-Impactos-CC-Cuenca-Rio-Santa.pdf>
- VEGA, Luis. Los recursos hídricos del Perú y algunos aspectos del cambio climático a nivel mundial. [en línea]. Abril 2012. [Fecha de consulta: 2 de mayo del 2018]. Disponible en <http://asdopen.unmsm.edu.pe/files/Articulo1-3.pdf>
- YEN, Loo, LAWAL, Billa y AJIT, Singh. Effect of climate change on seasonal monsoon in Asia and its impact on the variability of monsoon rainfall in Southeast Asia. [en línea]. Febrero 2014. [Fecha de consulta: 2 de mayo del 2018]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S167498711400036X>

## **ANEXOS**



Anexo N° 01: Precipitación y anomalías desde 1986-2017

Tabla N° 09: Precipitación y anomalías históricas en la estación Huaraz

año	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
pp anual	416.32	209.06	254.11	625.60	340.38	342.48	243.42	485.39	273.69	285.45
Anomalía	-110.51	-317.77	-272.72	98.77	-186.45	-184.35	-283.41	-41.44	-253.14	-241.38
año	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
pp anual	346.11	671.02	790.664	450.26	672.46	700.23	821.49	654.17	369.46	581.13
Anomalía	-180.72	144.19	263.84	-76.57	145.63	173.41	294.66	127.34	-157.37	54.31
año	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
pp anual	480.35	397.99	530.359	902.59	413.99	566.63	749.61	848.94	896.10	402.45
Anomalía	54.31	-46.48	-128.84	3.53	375.76	-112.84	39.81	222.78	322.11	369.27
año	2016	2017								
pp anual	609.76	722.49								
Anomalía	-124.37	82.93								

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla N° 10: Precipitación y anomalías históricas en la estación Recuay

año	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
pp anual	826.16	879.6	849.6	829.5	640.6	607.09	516.5	1231.4	926	760.5
Anomalía	-21.08	32.36	2.36	-17.74	-206.64	-240.15	-330.74	384.16	78.76	-86.74
año	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
pp anual	832	712.1	1068.5	969.8	820.1	1075.4	862.74	690.3	806.8	733.15
Anomalía	-15.24	-135.14	221.26	122.56	-27.14	228.16	15.50	-156.94	-40.44	-114.09
año	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
pp anual	1084.8	945.7	705.6	1312.2	873.7	822.8	940.85	682.2	811.53	676.6
Anomalía	237.56	98.46	-141.64	464.96	26.46	-24.44	93.61	-165.04	-35.71	-170.64
año	2016	2017								
pp anual	613.8	1004.2								
Anomalía	-233.44	156.96								

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla N° 11: Precipitación y anomalías históricas en la estación Pira

año	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
pp anual	491.59	952.64	241.57	762.12	332.23	309.74	477.89	1236.35	887.01	611.39
Anomalía	-155.60	305.45	-405.62	114.93	-314.96	-337.45	-169.30	589.16	239.82	-35.80
año	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
pp anual	823.36	619.83	906.43	863.01	872.04	871.54	761.44	478.17	448.63	408.22
Anomalía	176.17	-27.36	259.24	215.82	224.85	224.35	114.25	-169.02	-198.56	-238.97
año	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
pp anual	700.82	543.63	729.57	879.76	561.14	578.07	682.51	657.2	594.83	455.5
Anomalía	53.63	-103.56	82.38	232.57	-86.05	-69.12	35.32	10.01	-52.36	-191.69
año	2016	2017								
pp anual	291.7	680.3								
Anomalía	-355.49	33.11								

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla N° 12: Precipitación y anomalías históricas en la estación Chacchan

año	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
pp anual	62.62	59.94	108.27	275.82	89.51	106.29	170.61	251.21	244.02	156.58
Anomalía	-196.42	-199.10	-150.77	16.78	-169.53	-152.75	-88.43	-7.83	-15.02	-102.46
año	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
pp anual	274.13	244.34	635.20	431.40	376.90	334.20	264.37	177.60	137.50	114.14
Anomalía	15.09	-14.70	376.16	172.36	117.86	75.16	5.33	-81.44	-121.54	-144.90
año	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
pp anual	326.40	249.00	429.90	639.30	207.50	333.50	268.00	283.30	260.60	248.40
Anomalía	67.36	-10.04	170.86	380.26	-51.54	74.46	8.96	24.26	1.56	-10.64
año	2016	2017								
pp anual	142.60	386.00								
Anomalía	-116.44	126.96								

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla N° 13: Precipitación y anomalías históricas en la estación Buena Vista

año	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
pp anual	0.01	0	0	0	0.16	0.01	0.74	0.09	0.07	0.05
Anomalía	-7.31	-7.32	-7.32	-7.32	-7.16	-7.31	-6.58	-7.23	-7.25	-7.27
año	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
pp anual	0.09	0.07	14.21	15.46	0.91	0.25	10.46	0.43	4.31	0
Anomalía	-7.23	-7.25	6.89	8.14	-6.41	-7.07	3.14	-6.89	-3.01	-7.32
año	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
pp anual	2.5	0	3.5	18.23	5.8	2.01	44.11	30	2.9	7.5
Anomalía	-4.82	-7.32	-3.82	10.91	-1.52	-5.31	36.79	22.68	-4.42	0.18
año	2016	2017								
pp anual	0	70.4								
Anomalía	-7.32	63.08								

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla N° 14: Precipitación y anomalías históricas en la estación Cajabamba

año	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
pp anual	976.3	994.5	1081.2	1040.1	1099.6	760.8	676.7	1654.3	1242.3	997.6
Anomalía	-33.90	-15.70	71.00	29.90	89.40	-249.40	-333.50	644.10	232.10	-12.60
año	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
pp anual	1056.2	885.8	1325.2	1118.4	930.26	1152.51	1145.81	872.95	919.01	882.5
Anomalía	46.0	-124.4	315.0	108.2	-79.9	142.3	135.6	-137.2	-91.2	-127.7
año	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
pp anual	1033.16	1091.5	991.6	1341.6	772.3	1008.6	1069.4	1071.5	884.1	654.5
Anomalía	23.0	81.3	-18.6	331.4	-237.9	-1.6	59.2	61.3	-126.1	-355.7
año	2016	2017								
pp anual	664.3	931.7								
Anomalía	-345.9	-78.5								

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Anexo N° 02: Temperaturas históricas desde 1986-2017

Tabla N° 15: Temperatura histórica en la estación Recuay

Estación Recuay				
años	N	Tmax	Tmin	Tprom
1986	1	20.02	3.83	11.92
1987	2	19.96	4.20	12.08
1988	3	19.04	4.07	11.56
1989	4	20.75	2.47	11.61
1990	5	21.62	3.27	12.44
1991	6	21.98	3.44	12.71
1992	7	22.55	4.00	13.28
1993	8	20.51	4.03	12.27
1994	9	21.30	4.73	13.01
1995	10	21.82	4.33	13.07
1996	11	20.28	3.75	12.01
1997	12	21.04	4.40	12.72
1998	13	21.10	4.94	13.02
1999	14	20.01	3.91	11.96
2000	15	17.96	3.61	10.79
2001	16	19.47	4.19	11.83
2002	17	20.48	5.08	12.78
2003	18	21.26	4.60	12.93
2004	19	20.58	4.62	12.60
2005	20	19.43	4.17	11.80
2006	21	20.10	4.68	12.39
2007	22	20.85	4.24	12.55
2008	23	20.53	4.25	12.39
2009	24	20.06	5.33	12.69
2010	25	21.37	4.09	12.73
2011	26	20.69	4.18	12.44
2012	27	17.80	4.47	11.14
2013	28	21.00	4.75	12.88
2014	29	18.25	4.62	11.44
2015	30	20.95	5.52	13.23
2016	31	23.96	10.13	17.05
2017	32	27.65	11.35	19.50

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Tabla N° 16: Temperatura histórica en la estación Buena Vista

Estación Buena Vista				
años	N	Tmax	Tmin	Tprom
1986	1	28.19	16.67	22.43
1987	2	29.56	17.72	23.64
1988	3	28.74	16.50	22.62
1989	4	28.03	16.24	22.13
1990	5	28.56	17.00	22.78
1991	6	28.83	17.32	23.07
1992	7	29.56	18.14	23.85
1993	8	28.79	17.82	23.31
1994	9	27.92	17.02	22.47
1995	10	28.52	16.85	22.69
1996	11	27.23	15.93	21.58
1997	12	30.50	19.73	25.11
1998	13	28.96	18.11	23.54
1999	14	27.49	16.20	21.85
2000	15	27.82	16.53	22.18
2001	16	27.38	16.54	21.96
2002	17	27.99	16.84	22.42
2003	18	28.06	16.65	22.35
2004	19	28.34	16.43	22.38
2005	20	27.75	16.15	21.95
2006	21	28.66	17.06	22.86
2007	22	27.60	16.01	21.80
2008	23	28.18	17.26	22.72
2009	24	28.44	17.48	22.96
2010	25	28.17	16.47	22.32
2011	26	28.27	16.66	22.47
2012	27	28.92	16.58	22.75
2013	28	27.98	16.37	22.18
2014	29	28.52	17.68	23.10
2015	30	29.22	18.73	23.98
2016	31	29.19	17.43	23.31
2017	32	28.73	17.64	23.19

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Tabla N° 17: Temperatura histórica en la estación Cajabamba

Estación Cajabamba				
años	N	Tmax	Tmin	Tprom
1986	1	22.86	9.28	16.07
1987	2	23.59	9.94	16.77
1988	3	22.81	9.62	16.22
1989	4	22.55	9.00	15.77
1990	5	22.24	9.50	15.87
1991	6	23.31	8.88	16.10
1992	7	23.25	9.47	16.36
1993	8	22.72	10.03	16.38
1994	9	22.26	9.31	15.79
1995	10	23.70	9.45	16.58
1996	11	22.37	9.12	15.74
1997	12	22.79	9.12	15.95
1998	13	23.06	10.54	16.80
1999	14	21.99	10.37	16.18
2000	15	22.12	10.12	16.12
2001	16	22.08	10.68	16.38
2002	17	22.39	10.90	16.64
2003	18	23.01	10.61	16.81
2004	19	22.89	10.40	16.65
2005	20	23.14	10.38	16.76
2006	21	22.72	10.45	16.58
2007	22	22.68	10.31	16.49
2008	23	22.13	10.25	16.19
2009	24	22.18	10.81	16.50
2010	25	23.09	10.81	16.95
2011	26	22.07	10.32	16.20
2012	27	22.26	10.50	16.38
2013	28	23.09	10.79	16.94
2014	29	23.35	10.88	17.12
2015	30	23.80	11.27	17.54
2016	31	24.73	11.33	18.03
2017	32	23.41	10.79	17.10

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Tabla N° 18: Temperatura histórica en la estación Huánuco

Estacion Huánuco				
años	N	Tmax	Tmin	Tprom
1986	1	25.55	13.16	19.36
1987	2	26.41	13.60	20.01
1988	3	26.43	13.39	19.91
1989	4	25.13	12.27	18.70
1990	5	25.32	13.09	19.20
1991	6	25.38	12.25	18.81
1992	7	25.58	12.33	18.96
1993	8	26.11	14.02	20.06
1994	9	26.52	13.36	19.94
1995	10	25.71	13.63	19.23
1996	11	26.18	13.30	19.74
1997	12	26.61	14.33	20.47
1998	13	27.30	14.38	20.84
1999	14	25.72	13.56	19.64
2000	15	25.69	13.65	19.67
2001	16	26.48	13.76	20.12
2002	17	26.56	14.43	20.49
2003	18	26.88	14.53	20.70
2004	19	26.43	14.24	20.33
2005	20	27.12	14.38	20.75
2006	21	26.52	14.53	20.53
2007	22	26.73	14.66	20.70
2008	23	26.34	14.59	20.47
2009	24	26.54	14.86	20.70
2010	25	27.15	14.80	20.97
2011	26	26.13	14.37	20.25
2012	27	26.22	14.15	20.19
2013	28	26.11	14.71	20.41
2014	29	26.15	14.89	20.52
2015	30	26.79	14.98	20.88
2016	31	27.57	15.25	21.41
2017	32	26.92	15.16	21.04

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Tabla N° 19: Temperatura histórica en la estación Tingo María

Estacion Tingo María				
años	N	Tmax	Tmin	Tprom
1986	1	28.60	19.48	24.04
1987	2	29.89	20.11	25.00
1988	3	29.42	19.87	24.65
1989	4	28.96	19.71	24.33
1990	5	28.56	19.95	24.25
1991	6	29.23	19.49	24.36
1992	7	29.32	19.36	24.34
1993	8	29.15	19.38	24.26
1994	9	29.30	19.30	24.30
1995	10	29.73	19.85	24.79
1996	11	29.25	19.00	24.12
1997	12	29.45	19.81	24.63
1998	13	30.21	19.82	25.01
1999	14	29.20	19.36	24.28
2000	15	29.30	20.00	24.65
2001	16	29.53	20.10	24.82
2002	17	29.53	20.22	24.88
2003	18	29.84	20.12	24.98
2004	19	29.40	20.26	24.83
2005	20	30.10	20.31	25.21
2006	21	29.79	20.08	24.93
2007	22	29.91	20.28	25.10
2008	23	29.50	20.17	24.84
2009	24	29.60	20.50	25.05
2010	25	30.45	20.44	25.44
2011	26	29.66	20.20	24.93
2012	27	30.26	20.24	25.25
2013	28	30.12	20.55	25.34
2014	29	30.00	20.51	25.25
2015	30	30.45	20.86	25.65
2016	31	30.87	20.57	25.72
2017	32	30.44	20.63	25.54

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Anexo N° 03: Tabla N° 20: Ecuaciones para escenarios de P y T

Estación	Precipitación
Huaraz	$Y = 12.229x + 331.16$
Recuay	$Y = 1.1575x + 828.15$
Pira	$Y = -2.5234x + 688.83$
Chacchan	$Y = 5.5333x + 167.74$
Buena Vista	$Y = 0.8032x - 5.932$
Cajabamba	$Y = -5.5684x + 1102.1$
Estación	Temperatura
Recuay	$y = 0.0336x + 20.207$
	$y = 0.1057x + 2.919$
	$y = 0.0696x + 11.563$
Buena Vista	$y = -0.005x + 28.523$
	$y = 0.0026x + 17.013$
	$y = 0.0012x + 22.768$
Cajabamba	$y = 0.0123x + 22.629$
	$y = 0.0605x + 9.1656$
	$y = 0.0364x + 15.897$
Huánuco	$y = 0.0357x + 25.732$
	$y = 0.0744x + 12.791$
	$y = 0.0561x + 19.231$
Tingo María	$y = 0.0438x + 28.933$
	$y = 0.0379x + 19.392$
	$y = 0.0408x + 24.163$

Fuente: Elaboración propia, 2018



Anexo N° 04: Respuestas de la encuesta realizada

Tabla N° 21: Respuesta de la primera pregunta de la encuesta

<b>¿Entiende que es variabilidad climática?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nada	8	26,7	26,7	26,7
	Poco	6	20,0	20,0	46,7
	Más o menos	16	53,3	53,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla N° 22: Respuesta de la segunda pregunta de la encuesta

<b>¿Entiende que es cambio climático?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Poco	3	10,0	10,0	10,0
	Más o menos	4	13,3	13,3	23,3
	Claro	23	76,7	76,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla N° 23: Respuesta de la tercera pregunta de la encuesta

<b>¿Considera que el hombre es causante es el causante del cambio climático?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Más o menos	3	10,0	10,0	10,0
	Claro	27	90,0	90,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla N° 24: Respuesta de la cuarta pregunta de la encuesta

<b>¿Cuál cree usted que es la causa principal del cambio climático?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Agricultura y ganadería	1	3,3	3,3	3,3
	Causas naturales	2	6,7	6,7	10,0
	Desforestación	2	6,7	6,7	16,7
	Gases de efecto invernadero	25	83,3	83,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla N° 25: Respuesta de la quinta pregunta de la encuesta

<b>¿Considera que el cambio climático viene afectando el clima?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Poco	1	3,3	3,3	3,3
	Más o menos	5	16,7	16,7	20,0
	Claro	24	80,0	80,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla N° 26: Respuesta de la sexta pregunta de la encuesta

<b>¿Entiende que es alteración del clima?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nada	18	60,0	60,0	60,0
	Poco	11	36,7	36,7	96,7
	Más o menos	1	3,3	3,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla N° 27: Respuesta de la séptima pregunta de la encuesta

<b>¿Entiende que es anomalías climáticas?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nada	29	96,7	96,7	96,7
	Poco	1	3,3	3,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla N° 28: Respuesta de la octava pregunta de la encuesta

<b>¿Qué pasará con el clima en el futuro?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Será igual	2	6,7	6,7	6,7
	Cambiara	22	73,3	73,3	80,0
	No lo sabemos	6	20,0	20,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla N° 29: Respuesta de la novena pregunta de la encuesta

<b>¿Ha observado cambios en el clima durante estas últimas décadas?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Poco	2	6,7	6,7	6,7
	Mucho	8	26,7	26,7	33,3
	Continuamente	20	66,7	66,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla N° 30: Respuesta de la décima pregunta de la encuesta

<b>¿Cómo afecta el clima el desarrollo de sus actividades en campo?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A veces	4	13,3	13,3	13,3
	Regular	9	30,0	30,0	43,3
	Siempre	17	56,7	56,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla N° 31: Respuesta de la onceava pregunta de la encuesta

<b>¿Qué tipos de cambios está experimentando la temperatura en su localidad?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sube	29	96,7	96,7	96,7
	Normal	1	3,3	3,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla N° 32: Respuesta de la doceava pregunta de la encuesta

<b>¿Qué está pasando con la lluvia en su localidad?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sigue igual	4	13,3	13,3	13,3
	Ha disminuido	14	46,7	46,7	60,0
	Se incrementa	11	36,7	36,7	96,7

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla N° 33: Respuesta de la treceava pregunta de la encuesta

<b>¿Qué cambios cree usted que se han generado en la provincia que han originado el cambio del clima?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Mayor población	13	43,3	43,3	43,3
	Mayor urbanización	2	6,7	6,7	50,0
	Mayor transporte	15	50,0	50,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla N° 34: Respuesta de la catorceava pregunta de la encuesta

<b>¿Qué tipos de eventos extremos ocurre en su provincia?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Inundaciones	5	16,7	16,7	16,7
	Huaycos	8	26,7	26,7	43,3
	Sequías	12	40,0	40,0	83,3
	Heladas	5	16,7	16,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla N° 35: Respuesta de la quinceava pregunta de la encuesta

<b>¿Qué sucederá con la provincia si el clima cambia drásticamente?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Adaptarse	28	93,3	93,3	93,3
	Emigrar	2	6,7	6,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Anexo N° 05: Escenarios de precipitación y anomalías con porcentajes al 2027

Tabla N° 36: Precipitación y anomalías al año 2027 estación Huaraz

Escenarios	Porcentajes	pp	Anomalía
Escenario 1	1.10	929.25 mm	314.65 mm
Escenario 2	1.20	1013.73 mm	378.60 mm
Escenario 3	1.30	1098.21 mm	442.55 mm
Escenario 4	0.90	760.30 mm	186.74 mm
Escenario 5	0.80	675.82 mm	122.78 mm
Escenario 6	0.70	591.34 mm	58.83 mm

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla N° 37: Precipitación y anomalías al año 2027 estación Recuay

Escenarios	Porcentajes	pp	Anomalía
Escenario 1	1.10	964.44 mm	90.66 mm
Escenario 2	1.20	1052.12 mm	157.58 mm
Escenario 3	1.30	1139.79 mm	224.51 mm
Escenario 4	0.90	789.09 mm	-43.19 mm
Escenario 5	0.80	701.41 mm	-110.12 mm
Escenario 6	0.70	613.74 mm	-177.04 mm

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Tabla N° 38: Precipitación y Anomalías al año 2027 estación Pira

Escenarios	Porcentajes	pp	Anomalía
Escenario 1	1.10	641.13 mm	-7.59 mm
Escenario 2	1.20	699.42 mm	36.54 mm
Escenario 3	1.30	757.70 mm	80.68 mm
Escenario 4	0.90	524.56 mm	-95.87 mm
Escenario 5	0.80	466.28 mm	-140.00 mm
Escenario 6	0.70	407.99 mm	-184.14 mm

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Tabla N° 39: Precipitación y Anomalías al año 2027 estación Chacchan

Escenarios	Porcentajes	pp	Anomalía
Escenario 1	1.10	440.2 mm	144.51 mm
Escenario 2	1.20	480.2 mm	175.59 mm
Escenario 3	1.30	520.2 mm	206.7 mm
Escenario 4	0.90	360.1 mm	82.4 mm
Escenario 5	0.80	320.1 mm	51.3 mm
Escenario 6	0.70	280.1 mm	20.2 mm

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Tabla N° 40: Precipitación y anomalías al año 2027 estación Buena Vista

Escenarios	Porcentajes	pp	Anomalía
Escenario 1	1.10	30.6 mm	18.7 mm
Escenario 2	1.20	33.36 mm	20.87 mm
Escenario 3	1.30	36.14 mm	23.08 mm
Escenario 4	0.90	25.02 mm	14.26 mm
Escenario 5	0.80	22.24 mm	12.06 mm
Escenario 6	0.70	19.46 mm	9.85 mm

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Anexo N° 06: Escenarios de temperatura y anomalías al 2027

Tabla N° 41: Escenarios de temperatura y anomalías al 2027 Recuay

Año 2027	Temperatura	Anomalías	Promedio multianual de temperatura.
Máxima	21.61 °C	+0.69 °C	20.93 °C
Mínima	7.36 °C	+2.17 °C	5.19 °C
Promedio	14.49 °C	+1.43 °C	13.06 °C

Fuente: Elaboración propia, 2018



Tabla N° 42: Escenarios de temperatura y anomalías al 2027 Buena Vista

Año 2027	Temperatura	Anomalías	Promedio multianual de temperatura.
Máxima	28.31 °C	-0.10 °C	28.41 °C
Mínima	17.12 °C	+0.05 °C	17.06 °C
Promedio	22.72 °C	-0.02 °C	22.74 °C

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla N° 43: Escenarios de temperatura y anomalías al 2027 Cajabamba

Año 2027	Temperatura	Anomalías	Promedio multianual de temperatura.
Máxima	23.15 °C	+0.25 °C	22.89 °C
Mínima	11.71 °C	+1.24 °C	10.47 °C
Promedio	17.43 °C	+0.75 °C	16.68 °C

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla N° 44: Escenarios de temperatura y anomalías al 2027 Huánuco

Año 2027	Temperatura	Anomalías	Promedio multianual de temperatura.
Máxima	27.23 °C	+0.73 °C	26.50 °C
Mínima	15.92 °C	+1.53 °C	14.39 °C
Promedio	21.59 °C	+1.15 °C	20.44 °C

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla N° 45: Escenarios de temperatura y anomalías al 2027 Tingo María

Año 2027	Temperatura	Anomalías	Promedio multianual de temperatura.
Máxima	30.77 °C	+0.90 °C	29.88 °C
Mínima	20.98 °C	+0.78 °C	20.21 °C
Promedio	25.88 °C	+0.84 °C	25.04 °C

Fuente: Elaboración propia, 2018

Anexo N° 07: Escenarios de temperatura y anomalías con porcentajes al 2027

Tabla N° 46: Temperatura y anomalías al año 2027 estación Recuay

Escenarios	Porcentaje	Tmáxima	Tmínima	Tpromedio
Escenario 1	1.10	23.77 °C	8.09 °C	15.93 °C
	Anomalía	+2.33 °C	+2.38 °C	+2.54 °C
Escenario 2	1.20	25.93 °C	8.83 °C	17.38 °C
	Anomalía	+3.99 °C	+2.60 °C	+3.65 °C
Escenario 3	1.30	28.09 °C	9.56 °C	18.83 °C
	Anomalía	+5.64 °C	+2.82 °C	+4.76 °C
Escenario 4	0.90	19.44 °C	6.62 °C	13.04 °C
	Anomalía	-0.96 °C	+1.95 °C	+0.31 °C
Escenario 5	0.80	17.28 °C	5.88 °C	11.59 °C
	Anomalía	-2.61 °C	+1.73 °C	-0.80 °C
Escenario 6	0.70	15.12 °C	5.15 °C	10.14 °C
	Anomalía	-4.26 °C	+1.52 °C	-1.91 °C

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Tabla N° 47: Temperatura y anomalías al año 2027 estación Buena Vista

Escenarios	Porcentaje	Tmáxima	Tmínima	Tpromedio
Escenario 1	1.10	31.14 °C	18.83 °C	24.99 °C
	Anomalía	+2.05 °C	+1.36 °C	+1.71 °C
Escenario 2	1.20	33.97 °C	20.54 °C	27.26 °C
	Anomalía	+4.21 °C	+2.66 °C	+3.44 °C
Escenario 3	1.30	36.80 °C	22.25 °C	29.53 °C
	Anomalía	+6.37 °C	+3.97 °C	+5.17 °C
Escenario 4	0.90	25.47 °C	15.40 °C	20.44 °C
	Anomalía	-2.26 °C	-1.25 °C	-1.76 °C
Escenario 5	0.80	22.64 °C	13.69 °C	18.17 °C
	Anomalía	-4.42 °C	-2.56 °C	-3.49 °C
Escenario 6	0.70	19.81 °C	11.98 °C	15.90 °C
	Anomalía	-6.57 °C	-3.86 °C	-5.22 °C

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Tabla N° 48: Temperatura y anomalías al año 2027 estación Cajabamba

Escenarios	Porcentaje	Tmáxima	Tmínima	Tpromedio
Escenario 1	1.10	25.46 °C	12.88 °C	19.17 °C
	Anomalía	+2.02 °C	+2.14 °C	+2.08 °C
Escenario 2	1.20	27.78 °C	14.05 °C	20.91 °C
	Anomalía	+3.78 °C	+3.04 °C	+3.41 °C
Escenario 3	1.30	30.09 °C	15.22 °C	22.65 °C
	Anomalía	+5.55 °C	+3.94 °C	+4.74 °C
Escenario 4	0.90	20.83 °C	10.53 °C	15.68 °C
	Anomalía	-1.51 °C	+0.34 °C	-0.59 °C
Escenario 5	0.80	18.52 °C	9.36 °C	13.94 °C
	Anomalía	-3.28 °C	-0.56 °C	-1.92 °C
Escenario 6	0.70	16.20 °C	8.19 °C	12.20 °C
	Anomalía	-5.04 °C	-1.46 °C	-3.25 °C

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Tabla N° 49: Temperatura y anomalías al año 2027 estación Huánuco

Escenarios	Porcentaje	Tmáxima	Tmínima	Tpromedio
Escenario 1	1.10	29.95 °C	17.51 °C	23.74 °C
	Anomalía	+2.81 °C	+2.75 °C	+2.80 °C
Escenario 2	1.20	32.68 °C	19.10 °C	25.90 °C
	Anomalía	+4.89 °C	+3.97 °C	+4.45 °C
Escenario 3	1.30	35.40 °C	20.69 °C	28.06 °C
	Anomalía	+6.97 °C	+5.19 °C	+6.10 °C
Escenario 4	0.90	24.51 °C	14.32 °C	19.43 °C
	Anomalía	-1.35 °C	+0.30 °C	-0.50 °C
Escenario 5	0.80	21.79 °C	12.73 °C	17.27 °C
	Anomalía	-3.43 °C	-0.92 °C	-2.15 °C
Escenario 6	0.70	19.06 °C	11.14 °C	15.11 °C
	Anomalía	-5.50 °C	-2.14 °C	-3.80 °C

Fuente: Elaboracion propia, 2018

Tabla N° 50: Temperatura y anomalías al año 2027 estación Tingo María

Escenarios	Porcentaje	Tmáxima	Tmínima	Tpromedio
Escenario 1	1.10	33.85 °C	23.08 °C	28.46 °C
	Anomalía	+3.25 °C	+2.38 °C	+2.81 °C
Escenario 2	1.20	36.93 °C	25.18 °C	31.05 °C
	Anomalía	+5.60 °C	+3.98 °C	+4.79 °C
Escenario 3	1.30	40.00 °C	27.28 °C	33.64 °C
	Anomalía	+7.95 °C	+5.59 °C	+6.76 °C
Escenario 4	0.90	27.70 °C	18.89 °C	23.29 °C
	Anomalía	-1.45 °C	-0.83 °C	-1.14 °C
Escenario 5	0.80	24.62 °C	16.79 °C	20.70 °C
	Anomalía	-3.80 °C	-2.43 °C	-3.12 °C
Escenario 6	0.70	21.54 °C	14.69 °C	18.11 °C
	Anomalía	-6.15 °C	-4.03 °C	-5.09 °C

Fuente: Elaboracion propia, 2018

**Anexo N° 08: Matriz de consistencia**




<b>Problema de investigacion</b>	<b>Objetivo de investigacion</b>	<b>Hipotesis de investigacion</b>	<b>Variable</b>	<b>Métodos</b>
<p><b>P. General:</b></p> <p>¿Cuál es la alteración del clima en la provincia de Huaraz como consecuencia del cambio climático?</p> <p><b>P. Específicos:</b></p> <p>¿Cuál es el comportamiento de los elementos climáticos presentes, en la provincia de Huaraz como producto del cambio climático?</p> <p>¿Cuál es la característica de los factores climáticos presentes, en la provincia de Huaraz como producto del cambio climático?</p> <p>¿Qué cambios se presenta en la variabilidad climática futura, en la provincia de Huaraz como producto del cambio climático?</p>	<p><b>O. General:</b></p> <p>Determinar la alteración del clima en la provincia de Huaraz como consecuencia del cambio climático</p> <p><b>O. Específicos</b></p> <p>Determinar el comportamiento de los elementos climáticos presentes, en la provincia de Huaraz como producto del cambio climático.</p> <p>Determinar la característica de los factores climáticos presente, en la provincia de Huaraz como producto del cambio climático</p> <p>Determinar los cambios en la variabilidad climática futura, en la provincia de Huaraz como producto del cambio climático</p>	<p><b>H. General:</b></p> <p>La alteración del clima en la provincia de Huaraz, está influenciada por el cambio climático</p> <p><b>H. Específicas:</b></p> <p>Los elementos climáticos presente y futuro son influenciados por el cambio climático.</p> <p>La característica de los factores climáticos presentes, están influenciadas por el cambio climático.</p> <p>La variabilidad climática futura está marcada por el cambio climático.</p>	<p><b>Variable I:</b></p> <p>Cambio climatico</p> <p><b>Variable II:</b></p> <p>Alteracion del clima</p>	<p><b>Tipo de investigacion:</b></p> <p>Aplicacada</p> <p><b>Enfoque de investigacion:</b></p> <p>Cuantitativo</p> <p><b>Nivel de investigacion:</b></p> <p>Explicativo</p> <p><b>Diseño de investigacion:</b></p> <p>No experimental</p> <p><b>Poblacion:</b></p> <p>La población en estudio está conformada por la precipitación y temperatura de la provincia de Huaraz</p> <p><b>Muestra:</b></p> <p>la muestra está conformada por la precipitación y temperatura de la provincia de Huaraz comprendido en el periodo 1987-2016.</p>



Anexo N° 09: instrumentos de recolección de datos

Estaciones meteorológicas	Coordenadas		Altitud msnm
	Longitud	Latitud	

Fuente: Elaboración propia

Nombre: <i>Sore Tanya Pizano</i>	Nombre: <i>Juss</i>	Nombre: <i>Walter</i>
Firma: 	Firma: <i>Lucero Castro Tena</i>	Firma:   <i>Dr. César Eduardo Jiménez Calderón</i> CIP. 42355









Cuestionario

Genero: M ( ) F ( )

edad: .....

Localidad: .....

distrito: .....

A) Generales

1. ¿Entiende que es variabilidad climática?  
a) Nada. b) poco. c) más o menos. d) claro
2. ¿Entiende que es cambio climático?  
a) Nada b) poco c) más o menos d) claro
3. ¿considera que el hombre es el causante del cambio climático?  
a) Nada b) poco c) más o menos d) claro
4. ¿cuál cree usted que es la causa principal del cambio climático?  
a) Agricultura y ganadería b) causas naturales c) deforestación d) gases de efecto invernadero
5. ¿Considera que el cambio climático viene afectando el clima?  
a) Nada b) Poco c) más o menos d) claro
6. ¿Entiende que es alteración del clima?  
a) Nada b) poco c) más o menos d) claro
7. ¿Entiende que es anomalías climáticas?  
a) Nada b) poco c) más o menos d) claro
8. ¿Qué pesará con el clima en el futuro?  
a) Nada b) será igual c) cambiara d) no lo sabemos

B) Local

9. ¿Ha observado cambios en el clima durante estas últimas décadas?  
a) Ninguno. b) poco. c) mucho. d) continuamente
10. ¿Como afecta el clima el desarrollo de sus actividades en campo?  
a) Nunca b) A veces c) Regular d) siempre
11. ¿Que tipos de cambios está experimentando la temperatura en su localidad?  
a) Sube b) baja c) varían las dos d) normal
12. ¿Que está pasando con la lluvia en su localidad?  
a) Sigue igual b) ha disminuido c) se incrementó d) no llueve
13. ¿Qué cambios cree usted que se han generado en la provincia que han originado el cambio del clima?  
a) No hay cambios b) Mayor población c) Mayor urbanización d) Mayor transporte
14. ¿Qué tipo de eventos extremos se presentan en su provincia?  
a) Inundaciones b) Huaycos c) Sequías d) Heladas
15. ¿Qué sucederá con la provincia si el clima cambia drásticamente?  
a) Nada b) Adaptarse c) Emigrar d) Desaparecer
16. ¿A dónde emigraría usted de suceder el caso?  
a) Lima b) Chimbote/Trujillo c) Huánuco/San Martín d) Junín/Ayacucho

Nombre: <i>José Tonga Pájano</i>	Nombre: <i>José</i>	Nombre: <i>Dr. César Eduardo Jiménez Calderín</i>
Firma: <i>[Firma]</i>	Firma: <i>Luis Castro Tora</i>	Firma: <i>[Firma]</i> CIP. 42355

## Anexo N° 10: Validación de instrumentos



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: Carlos Tena Luero  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente Universidad César Vallejo  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Temperatura histórica mensual  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Juan Martínez Rojas

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													X
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													X
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													X
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													X
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													X
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													X

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

94 %

Lima, 7 de Junio del 2018

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No..... Telf:.....





## I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Jiménez Calderón César Eduardo  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente Universidad César Vallejo  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Prácticum historia diaria  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Juan Martínez Rojas

## II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

## III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

## IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

91 %
------

Lima, 7 de Junio del 2018

*Jiménez Calderón*  
 Dr. César Eduardo Jiménez Calderón  
 C.P. 42355

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No..... Telf:.....





## I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Tony Pizarro José Pedro  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente Universidad César Vallejo  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: 8. (recopilación) técnica mensual  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Juan Martínez Rojas

## II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

## III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

## IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

92 %
------

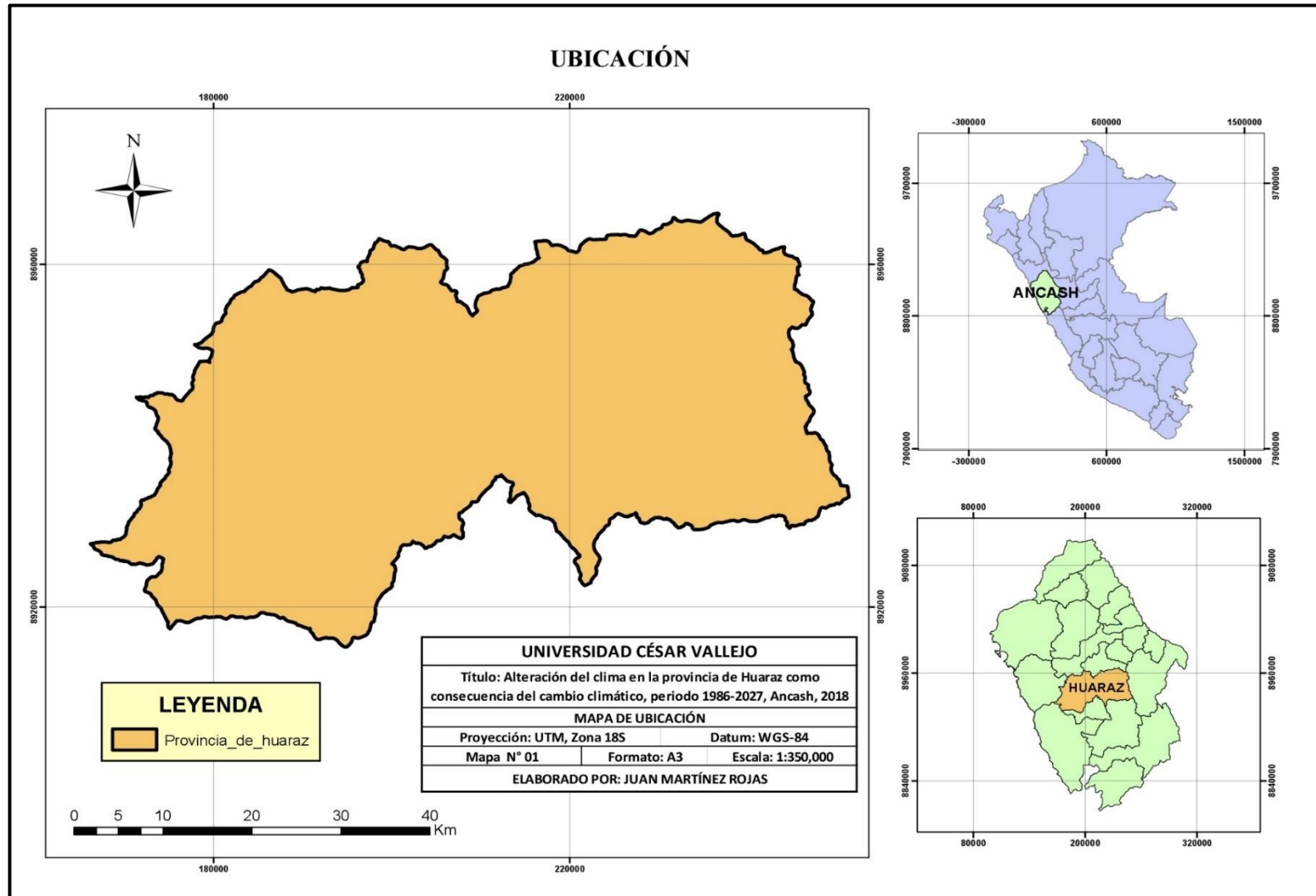
Lima, 7 de Junio del 2018
  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
DNI No. 88029936 Telf.: 995445475

Anexo N° 11: Encuesta a la población



Fuente: Elaboración propia, 2018

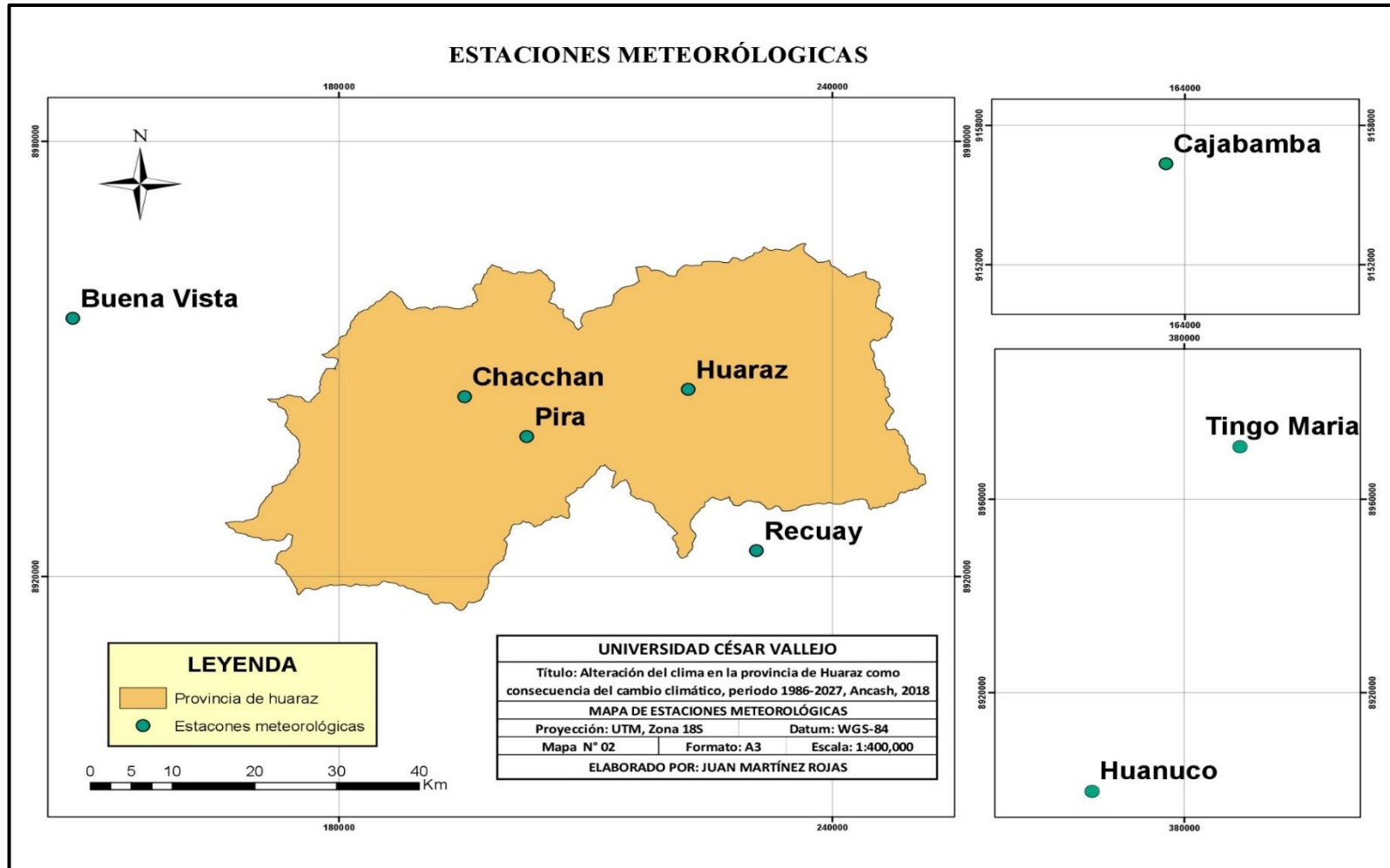
Anexo N° 12: Mapa de ubicación de la provincia de Huaraz



Fuente: Elaboración propia, 2018

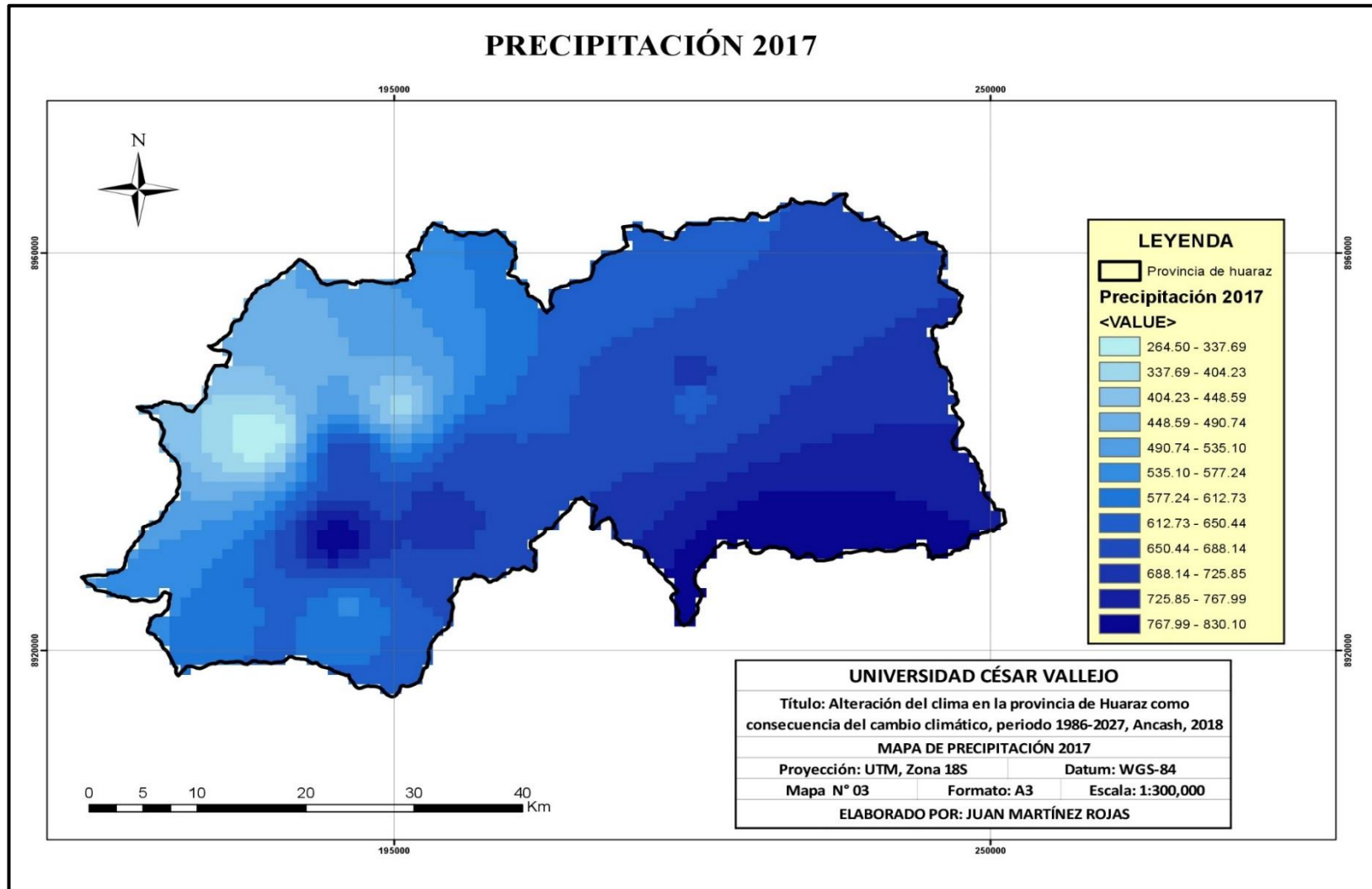


Anexo N° 13: Mapa de ubicación de las estaciones meteorológicas



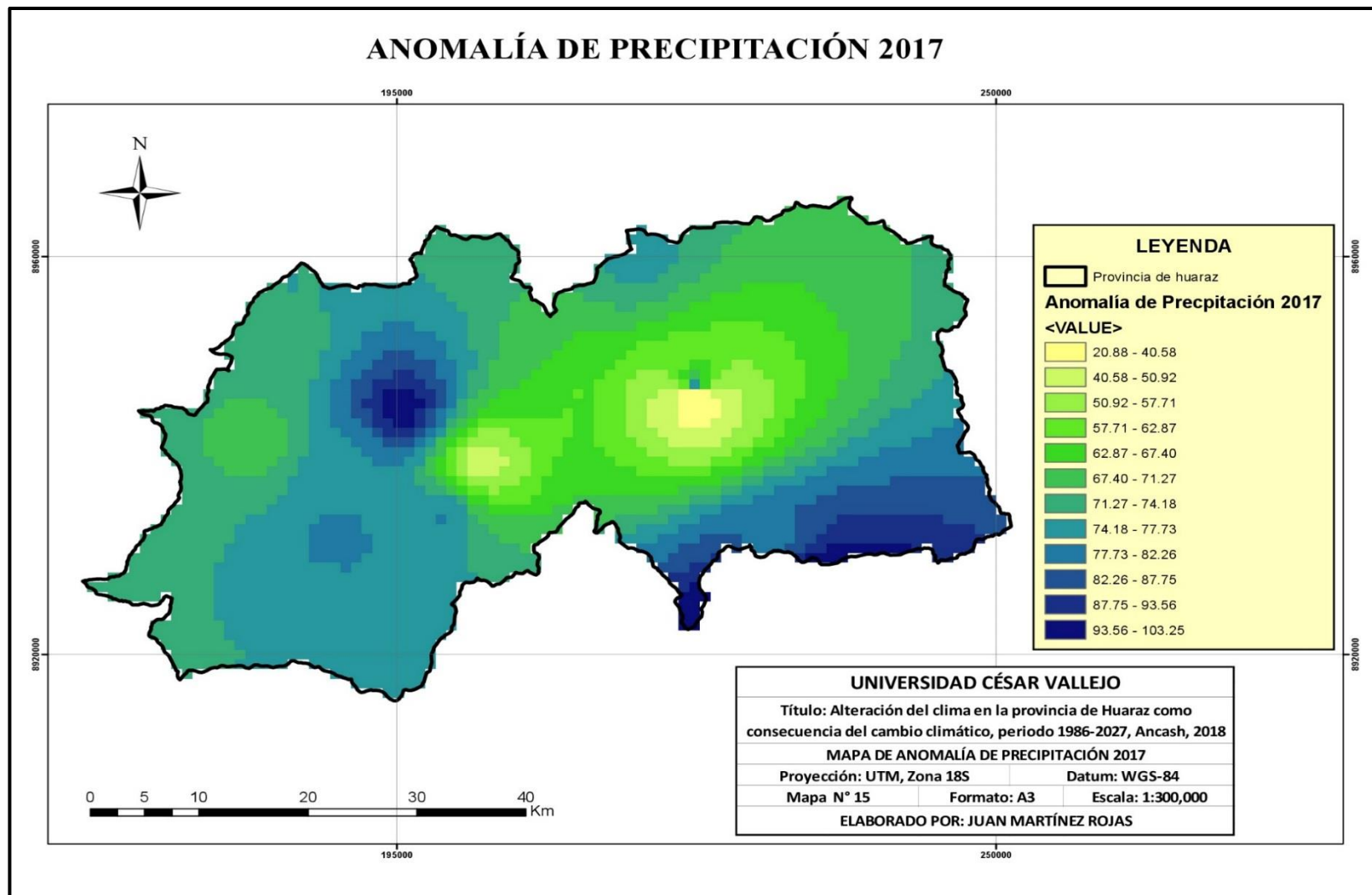
Fuente: Elaboración propia, 2018

Anexo N° 14: mapa de precipitación 2017



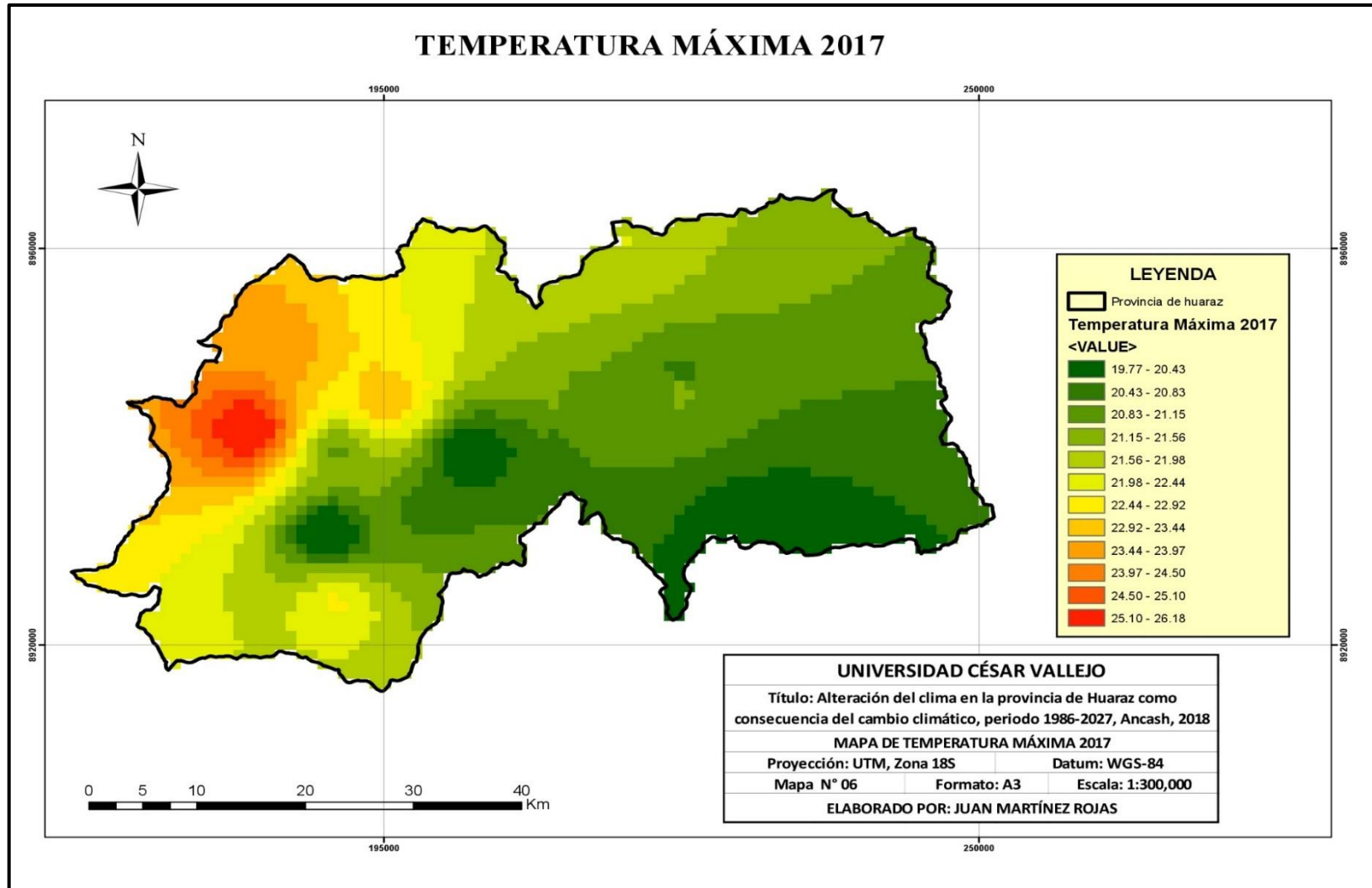
Fuente: Elaboración propia, 2018

Anexo N° 15: mapa de anomalía de precipitación 2017



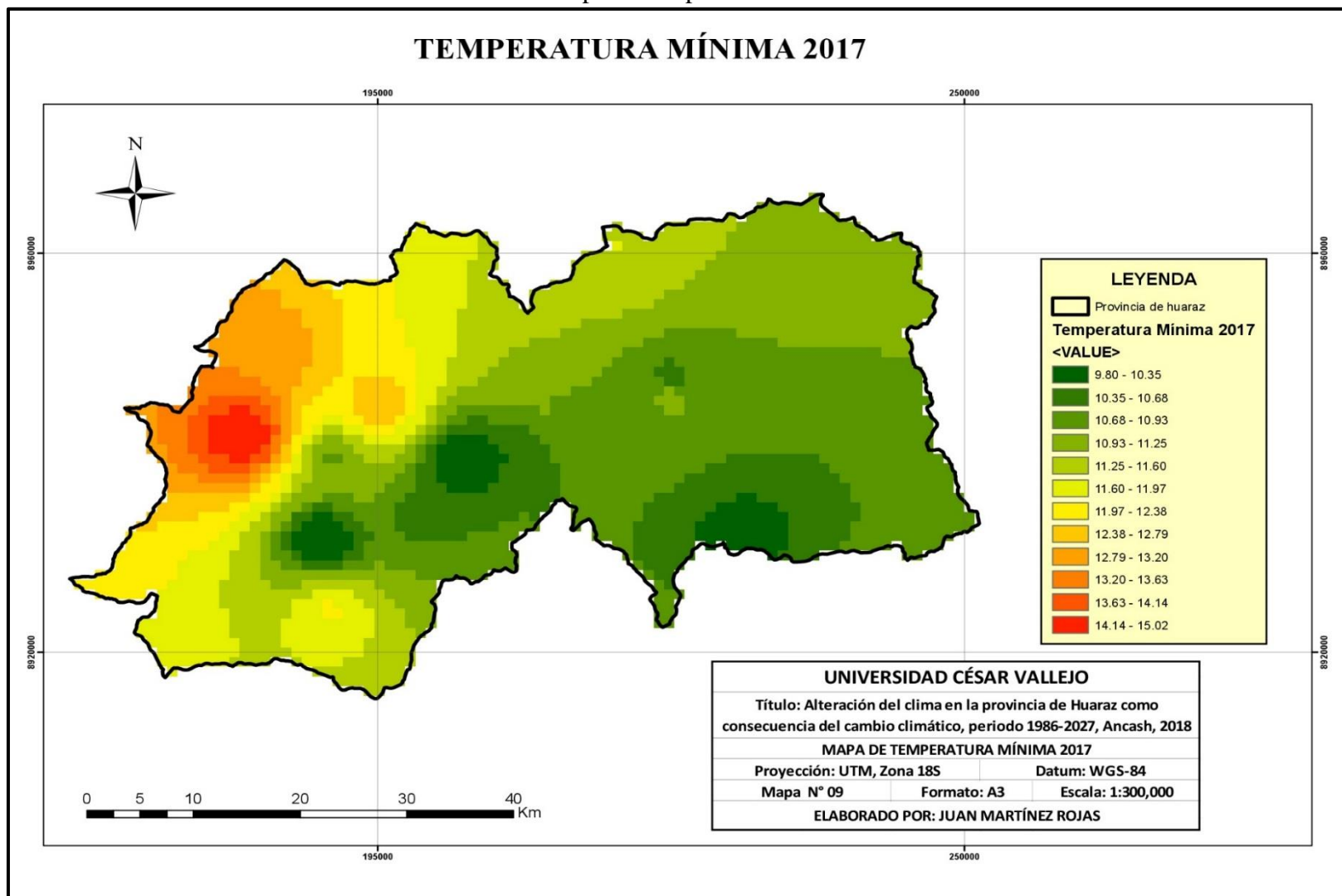
Fuente: Elaboración propia, 2018

Anexo N° 16: mapa de temperatura máxima 2017



Fuente: Elaboración propia, 2018

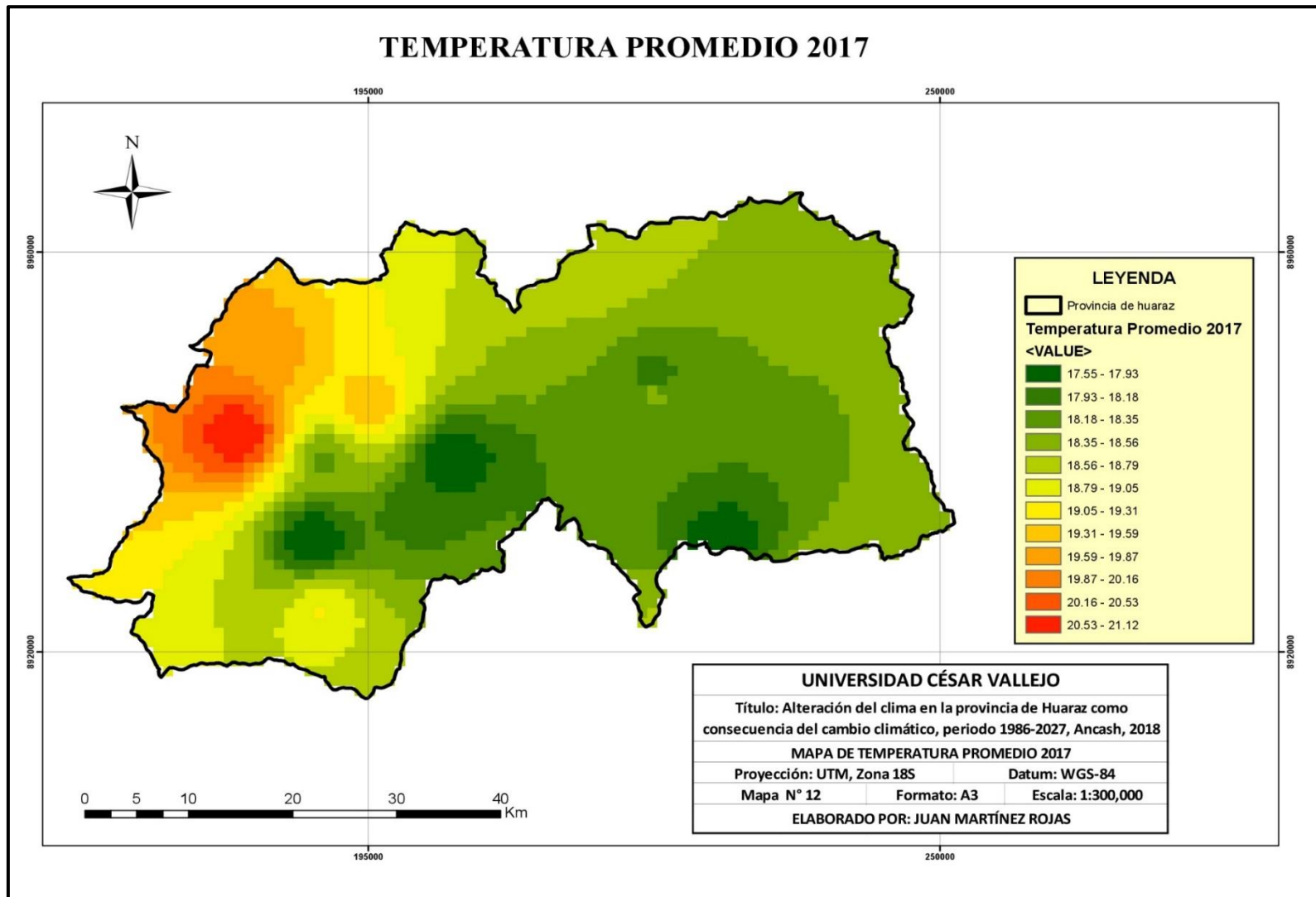
Anexo N° 17: mapa de temperatura mínima 2017



Fuente: Elaboración propia, 2018

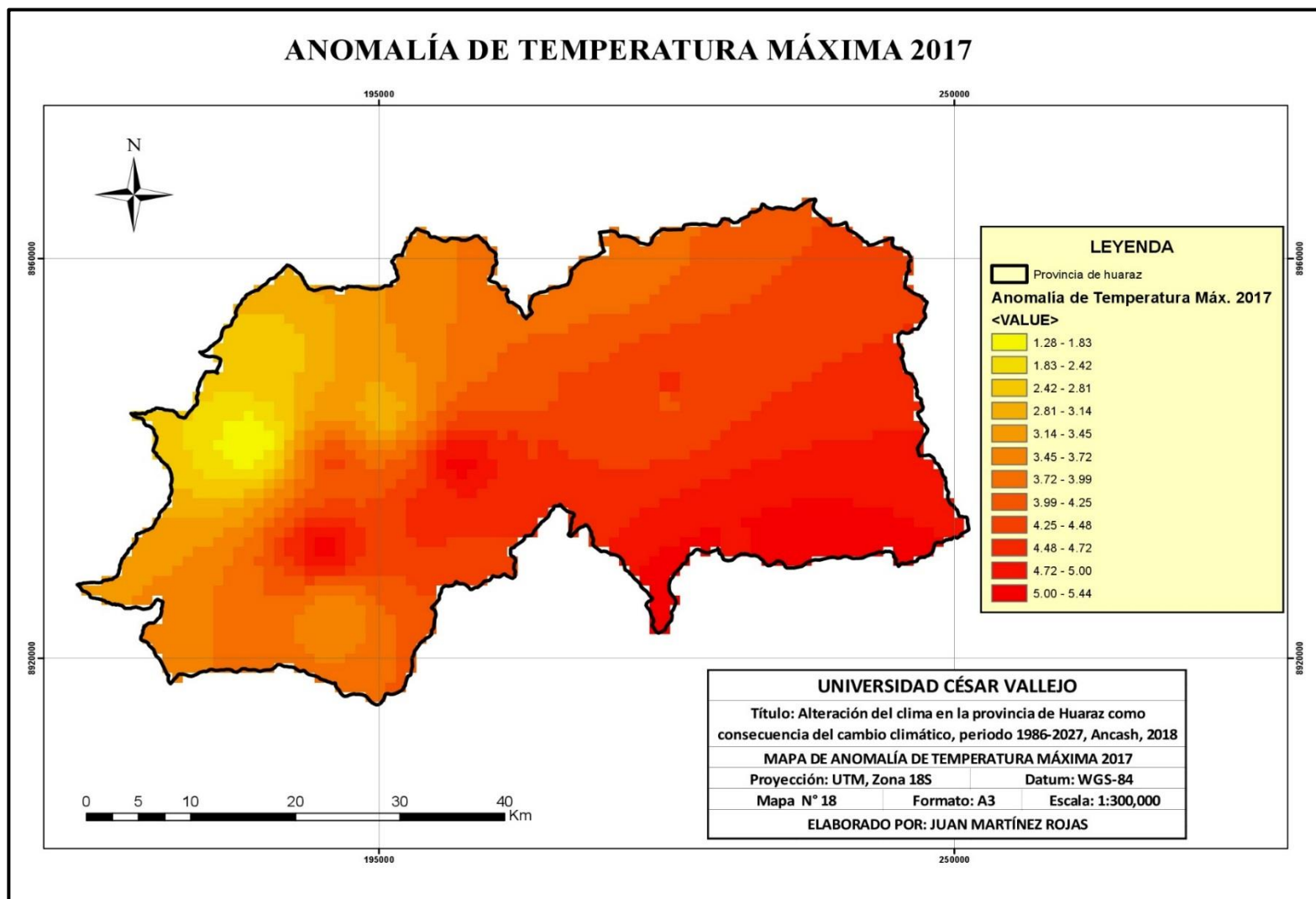


Anexo N° 18: mapa de temperatura promedio 2017



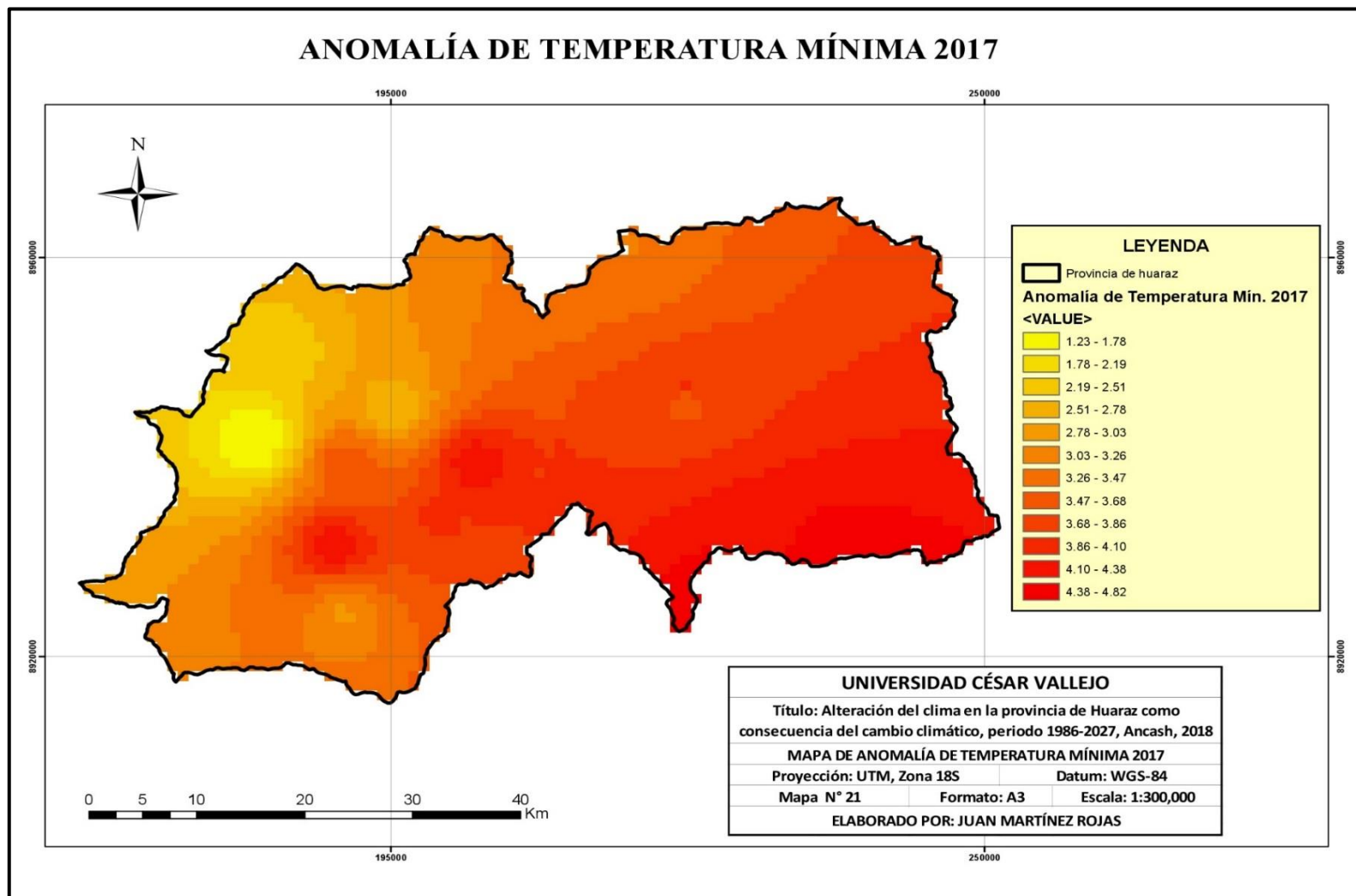
Fuente: Elaboración propia, 2018

Anexo N° 19: mapa de anomalía de temperatura máxima 2017



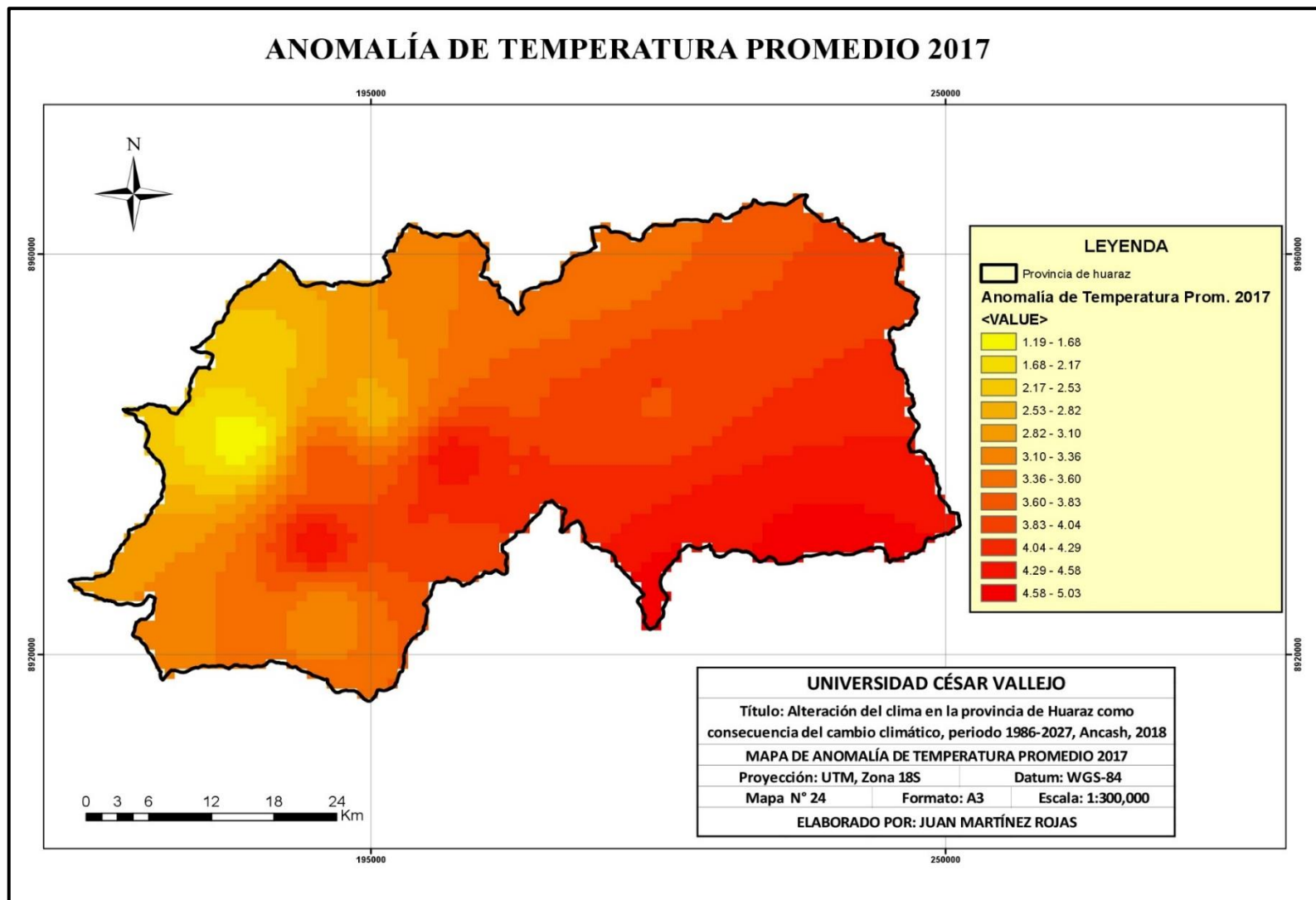
Fuente: Elaboración propia, 2018

Anexo N° 20: mapa de anomalía de temperatura mínima 2017



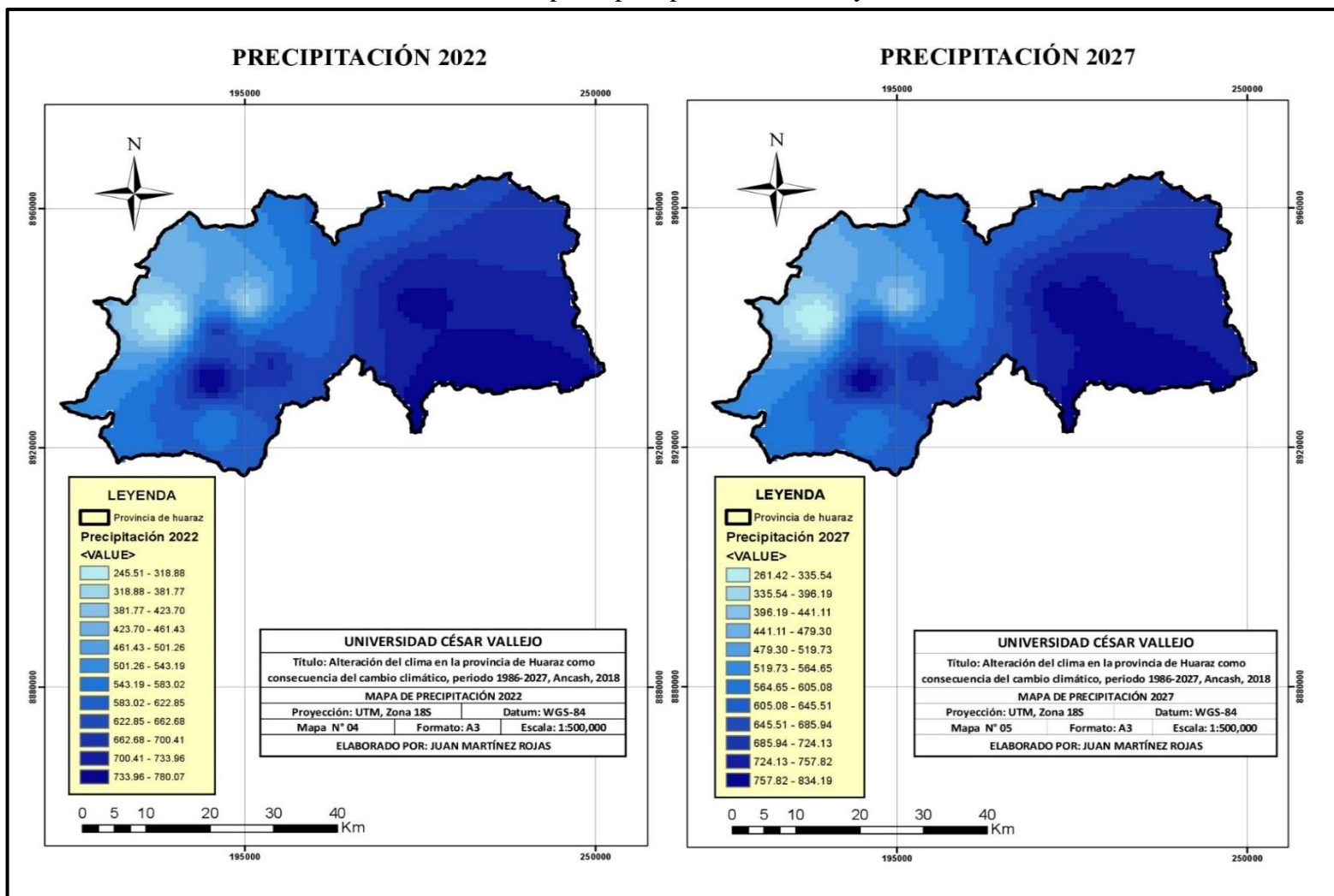
Fuente: Elaboración propia, 2018

Anexo N° 21: mapa de anomalía de temperatura promedio 2017



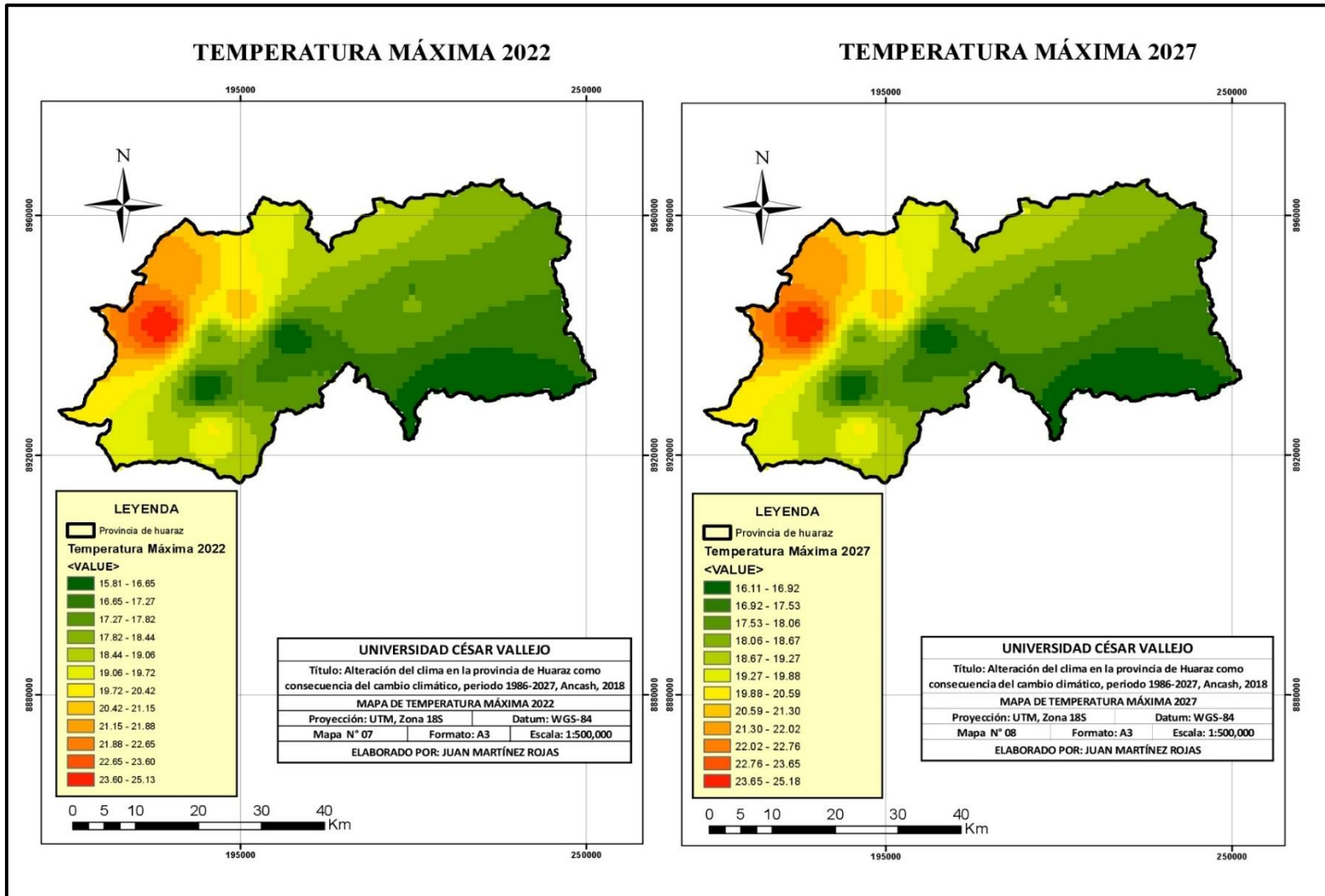
Fuente: Elaboración propia, 2018

Anexo N° 22: mapa de precipitación al 2022 y 2027



Fuente: Elaboración propia, 2018

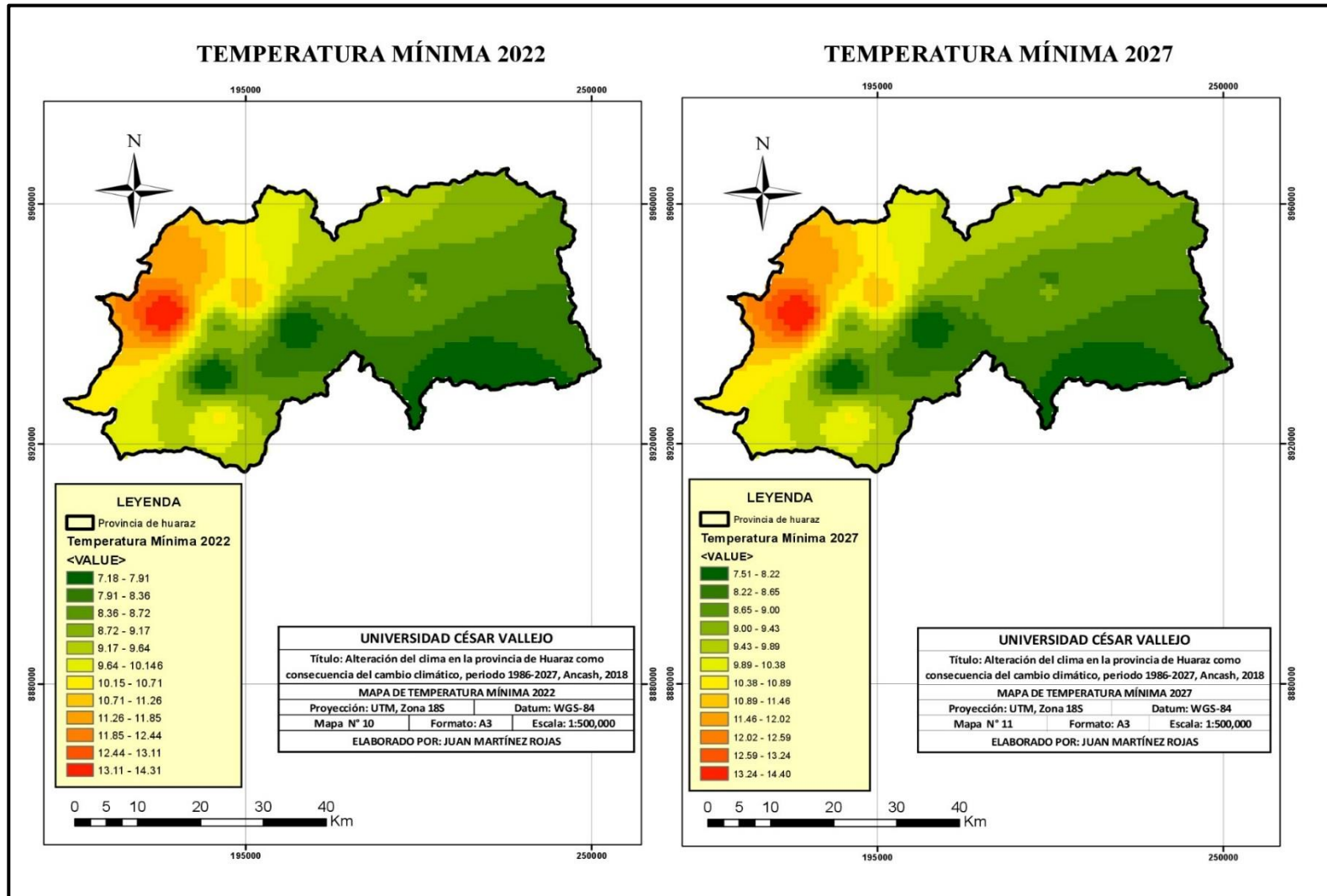
Anexo N° 23: mapa de temperatura máxima al 2022 y 2027



Fuente: Elaboración propia, 2018

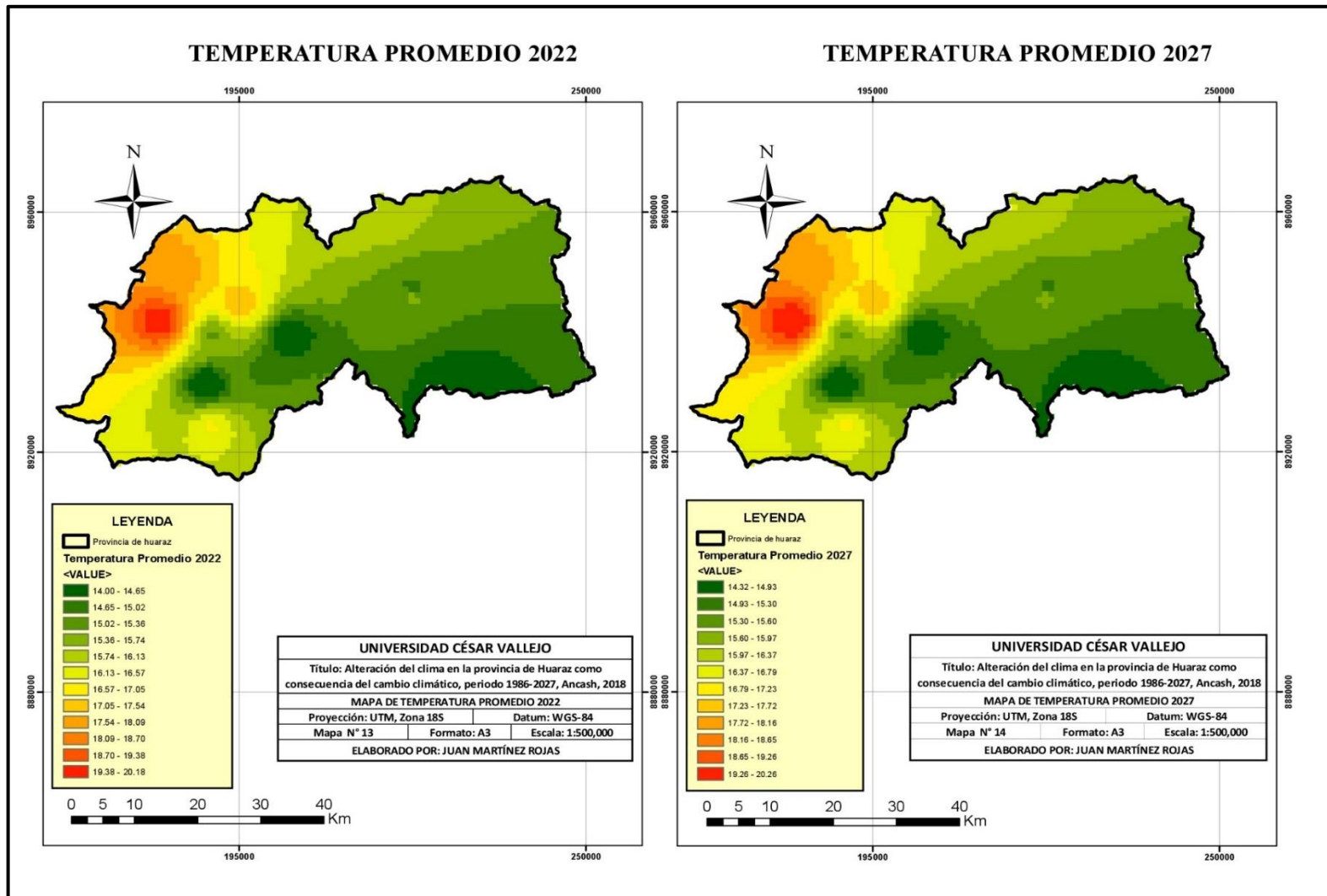


Anexo N° 24: mapa de temperatura mínima al 2022 y 2027



Fuente: Elaboración propia, 2018

Anexo N° 25: mapa de temperatura promedio al 2022 y 2027

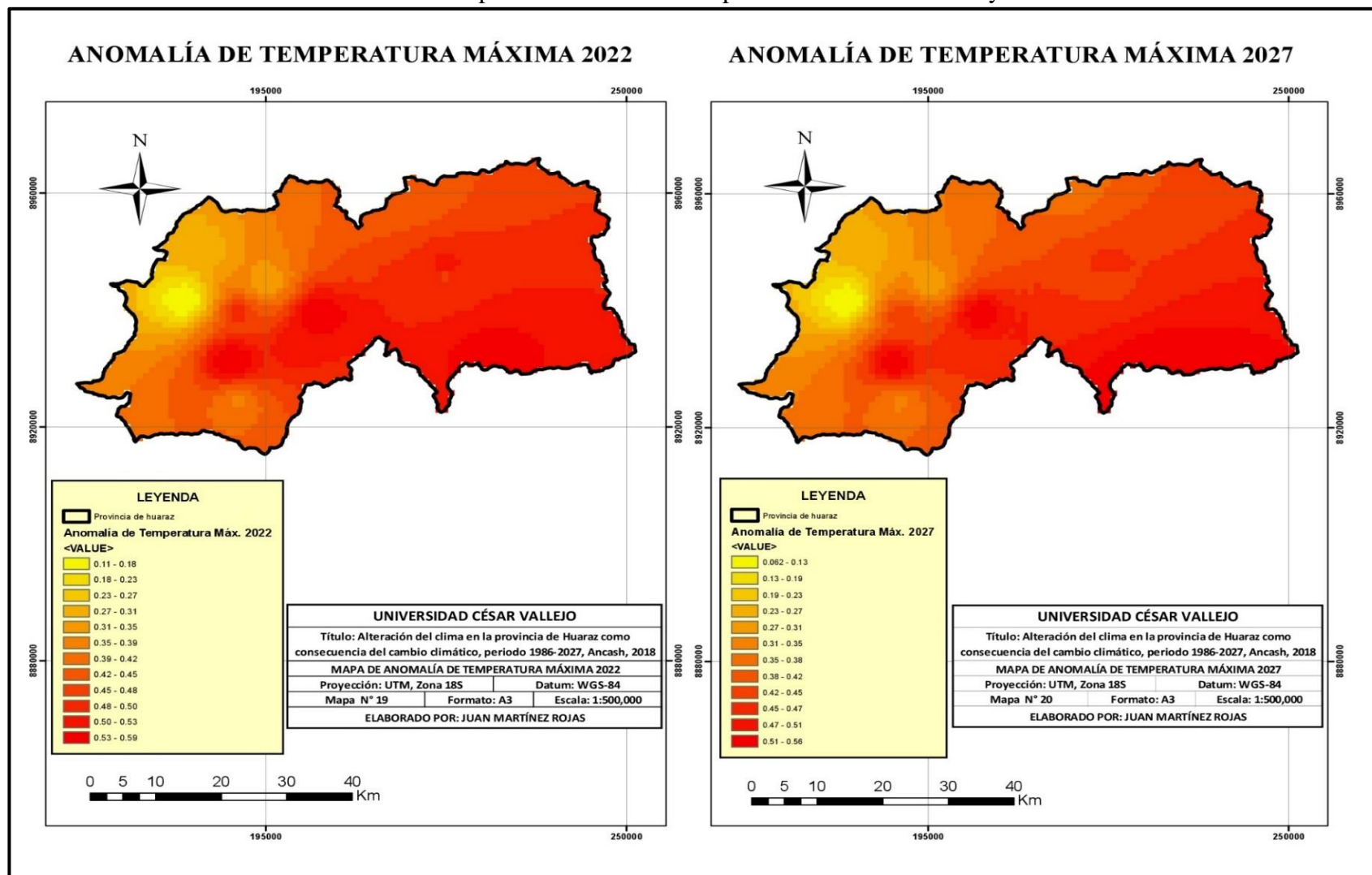


Fuente: Elaboración propia, 2018



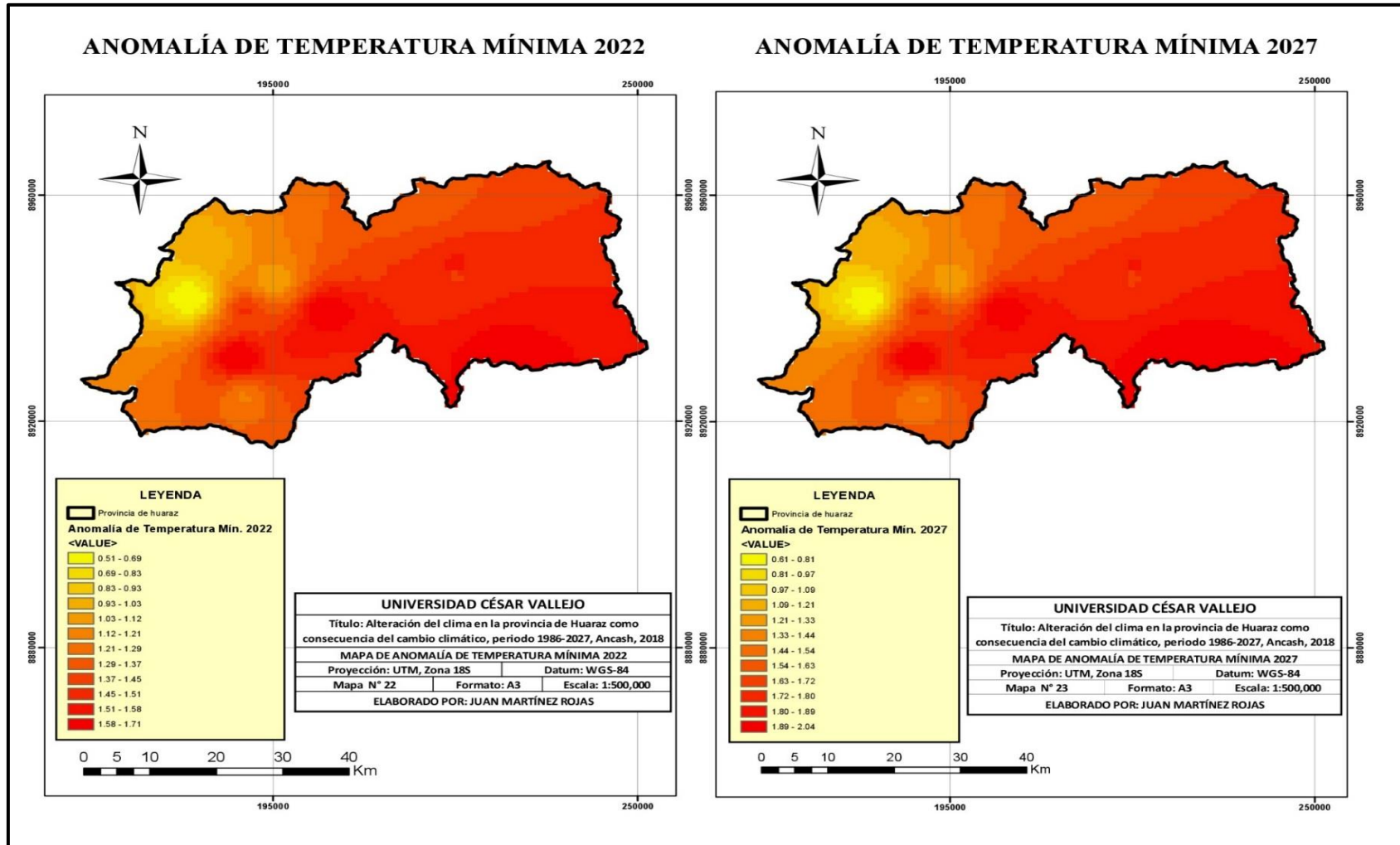


Anexo N° 27: mapa de anomalías de temperatura máxima al 2022 y 2027



Fuente: Elaboración propia, 2018

Anexo N° 28: mapa de anomalías de temperatura mínima al 2022 y 2027



Fuente: Elaboración propia, 2018



Yo, Juan Julio Ordoñez Calvez, docente de la Facultad Ingeniería y Escuela Profesional de Ing. Ambiental, de la Universidad César Vallejo Lh (precisar filial o sede), revisor(a) de la tesis titulada:

" Alteración del clima en la Provincia de Huaraz como consecuencia del cambio climático periodo 1986-2027, Amash, 2018

del (de la) estudiante Juan Martínez Rojas, constató que la investigación tiene un índice de similitud de 1.4 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los olivos 12 de Mayo de 2019



*[Handwritten signature in blue ink]*

Firma de Docente

DNI: 08447308

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------



Inicio Herramientas acta de turnitin Jua... x

104% 7 de 19

Resumen de coincidencias X

14

1 repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet 3%

2 Entregado a Universidad... Trabajo de estudiante 3%

3 www.eciliti.net Fuente de Internet 1%

4 repositorio.lamolina.edu... Fuente de Internet 1%

5 revistascientificas.cuja... Fuente de Internet 1%

6 ipcc.ch Fuente de Internet <1%

14

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

'Alteración del clima en la provincia de Huancuz como consecuencia del cambio climático, período 1995-2027. Ancash, 2018'

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR:  
Martínez Rojas, Juan

ASESOR:  
Dr. Mg. Juan Julio Ochoa Gálvez

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:  
Gestión de riesgos y Adaptación al Cambio Climático

Número de palabras: 19380

Página: 1 de 131

Text-only Report High Resolution Activado



*[Handwritten signature in blue ink]*

Yo Juan Martínez Rojas....., identificado con DNI N° 76653524, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental..... de la Universidad César Vallejo, autorizo (  ) , No autorizo (  ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Alteración del clima en la Provincia de Huanaz, como consecuencia del cambio climático periodo 1986-2027, Ancash, 2018....."; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....  
 .....  
 .....  
 .....



Juan Martínez Rojas  
 \_\_\_\_\_  
 FIRMA

DNI: 76653524.....

FECHA: Los Olivos 12 de Mayo..... 2019

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Juan Martínez Rojas

INFORME TÍTULADO:

"Alteración del clima en la provincia de Huaraz  
Como consecuencia del Cambio climático Período 1986-2027 Ancho 2018"

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Ambiental

SUSTENTADO EN FECHA: 16/01/2019

NOTA O MENCIÓN: 16 (Dieciséis)



[Firma]  
FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN