



PERÚ

**Ministerio
del Ambiente**

**Servicio Nacional de
Meteorología e Hidrología
del Perú - SENAMHI**

**Dirección Zonal 3
Cajamarca**

VARIABILIDAD CLIMATICA Y OCURRENCIA DE SEQUIAS EN LA REGION DE CAJAMARCA



Felipe Huamán Solís

Walter Iván Veneros Terán

Diciembre, 2017

VARIABILIDAD CLIMATICA Y OCURRENCIA DE SEQUIAS EN LA REGION DE CAJAMARCA



PRESENTACION

El presente documento sustenta los resultados obtenidos en el estudio “Variabilidad climática y ocurrencia de sequías en la región Cajamarca” ejecutado en el marco del Plan Operativo 2017 y como parte de las actividades meteorológicas y climatológicas de la Dirección Zonal 03, del SENAMHI Cajamarca - La Libertad.

El estudio fue realizado, utilizando las temperaturas y las precipitaciones medias mensuales, contenidas en las planillas climatológicas de la Dirección Zonal. Determinando como sequías a dos meses consecutivos con anomalías de precipitación equivalente a -20% registrados durante el período lluvioso (octubre - abril).

Los resultados obtenidos en función a los parámetros evaluados y al análisis de los mismos, constituyen valiosos aportes climatológicos, para determinar la incidencia de estos eventos en la Región y evaluar su comportamiento en el contexto de la variabilidad climática.

Por lo expuesto, con este trabajo se pretende aportar al estudio de la climatología de la Región; convirtiéndose en precedente para futuras investigaciones del ámbito atmosférico en Cajamarca.

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento a todas aquellas personas que directa o indirectamente han hecho posible este trabajo, al que brindamos su valiosa colaboración.

Especialmente, a la Sra. Nelly Gonzales Cueva, en la búsqueda de los datos y al Ing. Rubén Omar Ortiz Vásquez por la revisión del texto.

RESUMEN

Las sequías son fenómenos recurrentes que no tienen una periodicidad definida y que afectan cada cierto tiempo no sólo a algunas provincias de la región de Cajamarca, sino que a veces impactan en todas.

El objetivo del estudio fue determinar la relación existente entre la variabilidad climática y la ocurrencia de sequías en la región de Cajamarca, en el período 1987 – 2016, para lo cual se analizó la información pluviométrica y se determinaron los meses secos.

Los resultados evidenciaron las características en el comportamiento de estos fenómenos.

A través de este estudio, se ha evidenciado que en la región de Cajamarca se pudo determinar no solo las sequías significativas del período estudiado, sino también la estrecha relación que existe entre la variabilidad climática con la ocurrencia de las sequías.

Palabras claves: variabilidad climática, sequía, plan de contingencia.

INDICE GENERAL

PRESENTACION	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN.....	iv
INDICE GENERAL.....	v
I. INTRODUCCION.....	10
1. 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	10
1. 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
1. 3. ANTECEDENTES	13
1. 4. JUSTIFICACIÓN.....	17
1. 5. LIMITACIONES.....	17
1. 6. OBJETIVOS	18
1.6.1. Objetivo General.....	18
1.6.2. Objetivos Específicos.....	18
II. MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL.....	18
Ciclo Hidrológico.....	19
Sequía	19
Indicadores de Sequías.....	21
Índices de Sequías.....	22
III. MARCO METODOLÓGICO.....	23
3.1. HIPÓTESIS.....	23
3.2. VARIABLES.....	23
3.3. METODOLOGÍA	23
3.3 POBLACION Y MUESTRA	29
3.4 PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACION	30
3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS	30
3.6 ANÁLISIS DE DATOS	30
IV. RESULTADOS.....	34
4.1. Variaciones térmicas y pluviométricas del período 1987 – 2016 en la región de Cajamarca.	34
4.2. Determinación de la correlación existente entre la variabilidad climática y la ocurrencia de sequías	103
4.3. Elaboración de un plan de contingencia.....	104
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	106
5.1. CONCLUSIONES	106
5.2. RECOMENDACIONES.....	107
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	108

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 01 Producción de maíz amiláceo en toneladas en la región Cajamarca.....	12
Figura N° 02 Ciclo hidrológico en una cuenca. Fuente: (Chow V. T., 1988).	19
Figura N° 03 Propagación de sequías en el ciclo hidrológico. Fuente: (WMO W. M., 2006)	21
Figura N° 04 Indicadores de Sequías. Fuente: (WMO W. M., 2006)	21
Figura N° 05 Sequías en el Mundo. Fuente: (WMO W. M., 2006)	22
Figura N° 06 Área de estudio con la ubicación espacial de las estaciones meteorológicas representativas	24
Figura N° 07 Temperatura máxima media anual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.	36
Figura N° 08 Anomalías de la temperatura máxima media anual. Correspondientes a la estación CO-San Ignacio, durante el período 1987 – 2016.	36
Figura N° 09 Temperatura máxima media mensual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.	37
Figura N° 10 Anomalías de la temperatura máxima media mensual. Correspondientes a la estación CO-San Ignacio, durante el período 1987 – 2016.	37
Figura N° 11 Temperatura mínima media anual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.	38
Figura N° 12 Anomalías de la temperatura mínima media anual. Correspondientes a la estación CO-San Ignacio, durante el período 1987 – 2016.	38
Figura N° 13 Temperatura mínima media mensual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.	39
Figura N° 14 Anomalías de la temperatura mínima media mensual. Correspondientes a la estación CO-San Ignacio, durante el período 1987 – 2016.	39
Figura N° 15 Temperatura máxima media anual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.	40
Figura N° 16 Anomalías de la temperatura máxima media anual. Correspondientes a la estación CP-Jaén, durante el período 1987 – 2016.	40
Figura N° 17 Temperatura máxima media mensual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.	41
Figura N° 18 Anomalías de la temperatura máxima media mensual. Correspondientes a la estación CP-Jaén, durante el período 1987 – 2016.	41
Figura N° 19 Temperatura mínima media anual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.	42
Figura N° 20 Anomalías de la temperatura mínima media anual. Correspondientes a la estación CP-Jaén, durante el período 1987 – 2016.	42
Figura N° 21 Temperatura mínima media mensual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.	43
Figura N° 22 Anomalías de la temperatura mínima media mensual. Correspondientes a la estación CP-Jaén, durante el período 1987 – 2016.	43
Figura N° 23 Temperatura máxima media anual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.	44
Figura N° 24 Anomalías de la temperatura máxima media anual. Correspondientes a la estación CO-Cutervo, durante el período 1987 – 2016.	44
Figura N° 25 Temperatura máxima media mensual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.	45
Figura N° 26 Anomalías de la temperatura máxima media mensual. Correspondientes a la estación CO- Cutervo, durante el período 1987 – 2016.	45
Figura N° 27 Temperatura mínima media anual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.	46
Figura N° 28 Anomalías de la temperatura mínima media anual. Correspondientes a la estación CO-Cutervo, durante el período 1987 – 2016.	46
Figura N° 29 Temperatura mínima media mensual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.	47
Figura N° 30 Anomalías de la temperatura mínima media mensual. Correspondientes a la estación CO- Cutervo, durante el período 1987 – 2016.	47
Figura N° 31 Temperatura máxima media anual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.	48
Figura N° 32 Anomalías de la temperatura máxima media anual. Correspondientes a la estación CO-Chota, durante el período 1993 – 2016.	48
Figura N° 33 Temperatura máxima media mensual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.	49

Figura N° 34 Anomalías de la temperatura máxima media mensual. Correspondientes a la estación CO-Chota, durante el período 1993 – 2016.	49
Figura N° 35 Temperatura mínima media anual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.	50
Figura N° 36 Anomalías de la temperatura mínima media anual. Correspondientes a la estación CO-Chota, durante el período 1993 – 2016.	50
Figura N° 37 Temperatura mínima media mensual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.	51
Figura N° 38 Anomalías de la temperatura mínima media mensual. Correspondientes a la estación CO-Chota, durante el período 1993 – 2016.	51
Figura N° 39 Temperatura máxima media anual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.	52
Figura N° 40 Anomalías de la temperatura máxima media anual. Correspondientes a la estación CO-Santa Cruz, durante el período 1987 – 2016.	52
Figura N° 41 Temperatura máxima media mensual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.	53
Figura N° 42 Anomalías de la temperatura máxima media mensual. Correspondientes a la estación CO-Santa Cruz, durante el período 1987 – 2016.	53
Figura N° 43 Temperatura mínima media anual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.	54
Figura N° 44 Anomalías de la temperatura mínima media anual. Correspondientes a la estación CO-Santa Cruz, durante el período 1987 – 2016.	54
Figura N° 45 Temperatura mínima media mensual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.	55
Figura N° 46 Anomalías de la temperatura mínima media mensual. Correspondientes a la estación CO-Santa Cruz, durante el período 1987 – 2016.	55
Figura N° 47 Temperatura máxima media anual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.	56
Figura N° 48 Anomalías de la temperatura máxima media anual. Correspondientes a la estación CP-Bambamarca, durante el período 1987 – 2016.	56
Figura N° 49 Temperatura máxima media mensual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.	57
Figura N° 50 Anomalías de la temperatura máxima media mensual. Correspondientes a la estación CP-Bambamarca, durante el período 1987 – 2016.	57
Figura N° 51 Temperatura mínima media anual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.	58
Figura N° 52 Anomalías de la temperatura mínima media anual. Correspondientes a la estación CP-Bambamarca, durante el período 1987 – 2016.	58
Figura N° 53 Temperatura mínima media mensual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.	59
Figura N° 54 Anomalías de temperatura mínima media mensual. Correspondientes a la estación CP-Bambamarca, durante el período 1987 – 2016.	59
Figura N° 55 Temperatura máxima media anual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.	60
Figura N° 56 Anomalías de la temperatura máxima media anual. Correspondientes a la estación CO-Celendín, durante el período 1997 – 2016.	60
Figura N° 57 Temperatura máxima media mensual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.	61
Figura N° 58 Anomalías de la temperatura máxima media mensual. Correspondientes a la estación CO-Celendín, durante el período 1997 – 2016.	61
Figura N° 59 Temperatura mínima media mensual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.	62
Figura N° 60 Anomalías de la temperatura mínima media anual. Correspondientes a la estación CO-Celendín, durante el período 1997 – 2016.	62
Figura N° 61 Temperatura mínima media mensual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.	63
Figura N° 62 Anomalías de la temperatura mínima media mensual. Correspondientes a la estación CO-Celendín, durante el período 1997 – 2016.	63
Figura N° 63 Temperatura máxima media anual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.	64
Figura N° 64 Anomalías de la temperatura máxima media anual. Correspondientes a la estación CO-Llapa, durante el período 1987 – 2016.	64

Figura N° 65 Temperatura máxima media mensual, temperatura máxima normal anual y valores extremos máximos y mínimos mensuales.	65
Figura N° 66 Anomalías de la temperatura máxima media mensual. Correspondientes a la estación CO-Llapa, durante el período 1987 – 2016.	65
Figura N° 67 Temperatura mínima media anual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.	66
Figura N° 68 Anomalías de la temperatura mínima media anual. Correspondientes a la estación CO-Llapa, durante el período 1987 – 2016.	66
Figura N° 69 Temperatura mínima media mensual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.	67
Figura N° 70 Anomalías de la temperatura mínima media mensual. Correspondientes a la estación CO-Llapa, durante el período 1987 – 2016.	67
Figura N° 71 Temperatura máxima media anual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.	68
Figura N° 72 Anomalías de la temperatura máxima media anual. Correspondientes a la estación CO-San Pablo, durante el período 1997 – 2016.	68
Figura N° 73 Temperatura máxima media mensual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.	69
Figura N° 74 Anomalías de la temperatura máxima media mensual. Correspondientes a la estación CO-San Pablo, durante el período 1997 – 2016.	69
Figura N° 75 Temperatura mínima media anual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.	70
Figura N° 76 Anomalías de la temperatura mínima media anual. Correspondientes a la estación CO-San Pablo, durante el período 1997 – 2016.	70
Figura N° 77 Temperatura mínima media mensual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.	71
Figura N° 78 Anomalías de la temperatura mínima media mensual. Correspondientes a la estación CO-San Pablo, durante el período 1997 – 2016.	71
Figura N° 79 Temperatura máxima media anual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.	72
Figura N° 80 Anomalías de la temperatura máxima promedio anual. Correspondientes a la estación MAP-Weberbauer, durante el período 1987 – 2016.	72
Figura N° 81 Temperatura máxima media mensual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.	73
Figura N° 82 Anomalías de la temperatura máxima media mensual. Correspondientes a la estación MAP-Weberbauer, durante el período 1987 – 2016.	73
Figura N° 83 Temperatura mínima media anual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.	74
Figura N° 84 Anomalías de la temperatura mínima media anual. Correspondientes a la estación MAP-Weberbauer, durante el período 1987 – 2016.	74
Figura N° 85 Temperatura mínima media mensual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.	75
Figura N° 86 Anomalías de la temperatura mínima media mensual. Correspondientes a la estación MAP-Weberbauer, durante el período 1987 – 2016.	75
Figura N° 87 Temperatura máxima media anual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.	76
Figura N° 88 Anomalías de la temperatura máxima media anual. Correspondientes a la estación CO-San Marcos, durante el período 1987 – 2016.	76
Figura N° 89 Temperatura máxima media mensual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.	77
Figura N° 90 Anomalías de temperatura máxima media mensual. Correspondientes a la estación CO-San Marcos, durante el período 1987 – 2016.	77
Figura N° 91 Temperatura mínima media anual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.	78
Figura N° 92 Anomalías de la temperatura mínima promedio anual. Correspondientes a la estación CO-San Marcos, durante el período 1987 – 2016.	78
Figura N° 93 Temperatura mínima media mensual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.	79
Figura N° 94 Anomalías de la temperatura mínima media mensual. Correspondientes a la estación CO-San Marcos, durante el período 1987 – 2016.	79
Figura N° 95 Temperatura máxima media anual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.	80

Figura N° 96 Anomalías de la temperatura máxima promedio anual. Correspondientes a la estación CO-Contumazá, durante el período 1987 – 2016.....	80
Figura N° 97 Temperatura máxima media mensual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.	81
Figura N° 98 Anomalías de la temperatura máxima media mensual. Correspondientes a la estación CO-Contumazá, durante el período 1987 – 2016.....	81
Figura N° 99 Temperatura mínima media anual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.	82
Figura N° 100 Anomalías de la temperatura mínima promedio anual. Correspondientes a la estación CO-Contumazá durante el período 1987 – 2016.....	82
Figura N° 101 Temperatura mínima media mensual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.	83
Figura N° 102 Anomalías de la temperatura mínima media mensual. Correspondientes a la estación CO-Contumazá, durante el período 1987 – 2016.....	83
Figura N° 103 Temperatura máxima media mensual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.	85
Figura N° 104 Anomalías de la temperatura máxima media mensual. Correspondientes a la estación CO-Cajabamba, durante el período 1987 – 2016.....	85
Figura N° 105 Temperatura mínima media anual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.	86
Figura N° 106 Anomalías de la temperatura mínima promedio anual. Correspondientes a la estación CO-Cajabamba durante el período 1987 – 2016.....	86
Figura N° 107 Temperatura mínima media mensual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.	87
Figura N° 108 Anomalías de la temperatura mínima media mensual. Correspondientes a la estación CO-Cajabamba, durante el período 1987 – 2016.....	87
Figura N° 109 Diagrama del índice de precipitaciones en San Ignacio	90
Figura N° 110 Diagrama del índice de precipitaciones en Jaén.....	91
Figura N° 111 Diagrama del índice de precipitaciones en Cutervo.....	92
Figura N° 112 Diagrama del índice de precipitaciones en Chota.....	93
Figura N° 113 Diagrama del índice de precipitaciones en Santa Cruz	94
Figura N° 114 Diagrama del índice de precipitaciones en Hualgayoc	95
Figura N° 115 Diagrama del índice de precipitaciones en Celendín	96
Figura N° 116 Diagrama del índice de precipitaciones en San Miguel	97
Figura N° 117 Diagrama del índice de precipitaciones en San Pablo.....	98
Figura N° 118 Diagrama del índice de precipitaciones en Cajamarca.....	99
Figura N° 119 Diagrama del índice de precipitaciones en San Marcos	100
Figura N° 120 Diagrama del índice de precipitaciones en Contumazá	101
Figura N° 121 Diagrama del índice de precipitaciones en Cajabamba	102

INDICE DE TABLAS

Cuadro N° 01 Ubicación de estaciones meteorológicas.....	29
Cuadro N° 02 Clasificación del rango de intensidad de las anomalías	33
Cuadro N° 03 Temperatura mínima media mensual multianual. Serie 1987 – 2016	34
Cuadro N° 04 Temperatura máxima media mensual multianual. Serie 1987 -2016	35
Cuadro N° 5 Precipitación total mensual multianual. Serie 1987-2016.....	89
Cuadro N° 06 Coeficientes de correlación entre la variabilidad climática y la sequía.....	103

VARIABILIDAD CLIMATICA Y OCURRENCIA DE SEQUIAS EN LA REGION DE CAJAMARCA

I. INTRODUCCION

Si bien es cierto, que las sequías son anomalías climatológicas transitorias, estas han registrado durante toda la historia de la humanidad, siendo uno de sus principales problemas debido a los períodos prolongados de escasez de recursos hídricos que son capaces de provocar efectos adversos sobre la sociedad o los sistemas productivos (Yevjevich, 1971). Esto ha hecho que las sequías ya sean consideradas como parte de la variabilidad del clima, debido a que pueden darse en todos los regímenes climáticos del mundo, incluso desiertos o bosques lluviosos (WMO W. M., 2016).

Estas son fenómenos complejos difíciles de cuantificar que afectan de manera importante el desarrollo y aprovechamiento de los recursos hídricos en una región y su conocimiento es requerido para mejorar el manejo y suministro del agua (Paulo, 2006), y que tienen la particularidad de ser de lento desarrollo temporal y amplia cobertura espacial, lo que hace difícil precisar con exactitud su duración y extensión mientras ocurre el fenómeno, dificultando la adopción oportuna de medidas concretas para paliar sus efectos. Estos límites pueden establecerse con precisión una vez que la sequía ha transcurrido totalmente y se le observa desde una perspectiva histórica, mediante la caracterización de ellas (Ortiz, 2018).

1. 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El cambio climático intensifica la variabilidad climática a nivel mundial, regional y local, manifestándose en perturbaciones de la circulación atmosférica, con la consiguiente alteración en las temperaturas y precipitaciones; así como en recurrencia de eventos extremos.

Un clima cambiante genera cambios en la frecuencia, intensidad, extensión espacial y duración de los fenómenos meteorológicos y climáticos extremos y puede dar lugar a eventos sin precedentes. Los cambios en los fenómenos extremos pueden estar relacionados con cambios en la media, la varianza o en la distribución de las probabilidades, o en todas ellas.

La sequía es un fenómeno climático recurrente, provocado por la ausencia de lluvias y falta de humedad en la atmósfera y en los suelos. Períodos largos de tiempo despejado, seco y soleado generan una sequía; estas no terminan cuando empiezan las lluvias, sino que requieren de un ciclo de recuperación de agua, por parte de los suelos y de la vegetación. La sequía es uno de los fenómenos más graves con la que se enfrenta el hombre, sobre todo en el campo, ya que se encuentra desprotegido para enfrentar sus efectos que inciden finalmente en su economía.

Cajamarca es cada vez más frágil a las sequías, debido al mayor consumo de agua, tanto de la población como del desarrollo de actividad agrícola, ganadera e industrial, que inciden sobre la vulnerabilidad de la Región, a la sequía. Las consecuencias de las sequías son transversales, es decir, impactan en todos los estratos socioeconómicos. Entre los efectos visibles se señalan los siguientes:

- En la producción agropecuaria

En este sector se perciben efectos inmediatos y efectos a mediano y largo plazo.

Los efectos inmediatos son los siguientes:

- Pérdidas en la cantidad y calidad de los productos en los sectores agrícola, pecuaria, forestal y pesquero, enflaqueamiento y hasta muerte del ganado. Aumento de plagas y enfermedades en plantas y animales.

Los efectos a mediano y largo plazo son los siguientes:

- Reducción de campos de cultivos, pastura y desarrollo forestal, reducción forzada de las crías del ganado, pérdidas de semillas, erosión de suelos, y éxodos masivos a otras regiones.

- En los habitantes

- Reducción en la disponibilidad de alimentos, con la consiguiente inseguridad alimentaria.
- Las familias de la ciudad y especialmente del campo sufren racionamiento de agua y son proclives a los conflictos por el uso del agua.
- Algunos pobladores del campo se trasladan a las ciudades y ocupan territorios de alto riesgo a inundaciones, como lechos o conos de deyección de quebradas y zonas propensas a deslizamientos.
- Al perder sus cultivos, los campesinos no pueden pagar sus préstamos a las entidades financieras, se ejecutan las hipotecas y el productor pierde su condición de sujeto de crédito.

- En el medio rural

- Deterioro en el nivel de vida, mayor vulnerabilidad a las enfermedades endémicas y la escasez de alimentos puede provocar hambrunas y muerte.
- Incendios forestales, que acaban con la vida y cambian el paisaje.

- En la economía

- Cae el producto bruto interno (PBI) por la reducción en el uso de la mano de obra y de los insumos agrícolas, además el consumo se ve afectado por el aumento del desempleo, por la reducción en el abastecimiento y por el crecimiento de los precios

de los bienes escasos (presión inflacionaria) y, por otro lado, se reduce la inversión por la pérdida de semillas y reducción del ganado.

- El sector público es afectado por la reducción en el cobro de impuestos y por la ayuda extraordinaria que se destina para atender la emergencia.
- El sector financiero se ve afectado por la morosidad, ampliación de plazos y tasas de interés preferencial, habría que decir también, la afectación que sufren las compañías aseguradoras del seguro agrario.

En la región Cajamarca, en los últimos 30 años se observa una gran variabilidad climática y todos los años, en el período lluvioso (de octubre a abril), se ha registrado por lo menos, una provincia con deficiencia de precipitaciones.

Las sequías significativas en Cajamarca, coinciden con la presencia de El Niño o La Niña en el mar peruano. En la figura 01, se grafica el comportamiento de la producción del maíz amiláceo de 1987 al 2016 (MINAGRI), concordando la aparición de estos fenómenos con un descenso en la producción de este cereal en los años 1992, 1997, 2004, 2011 y 2016.

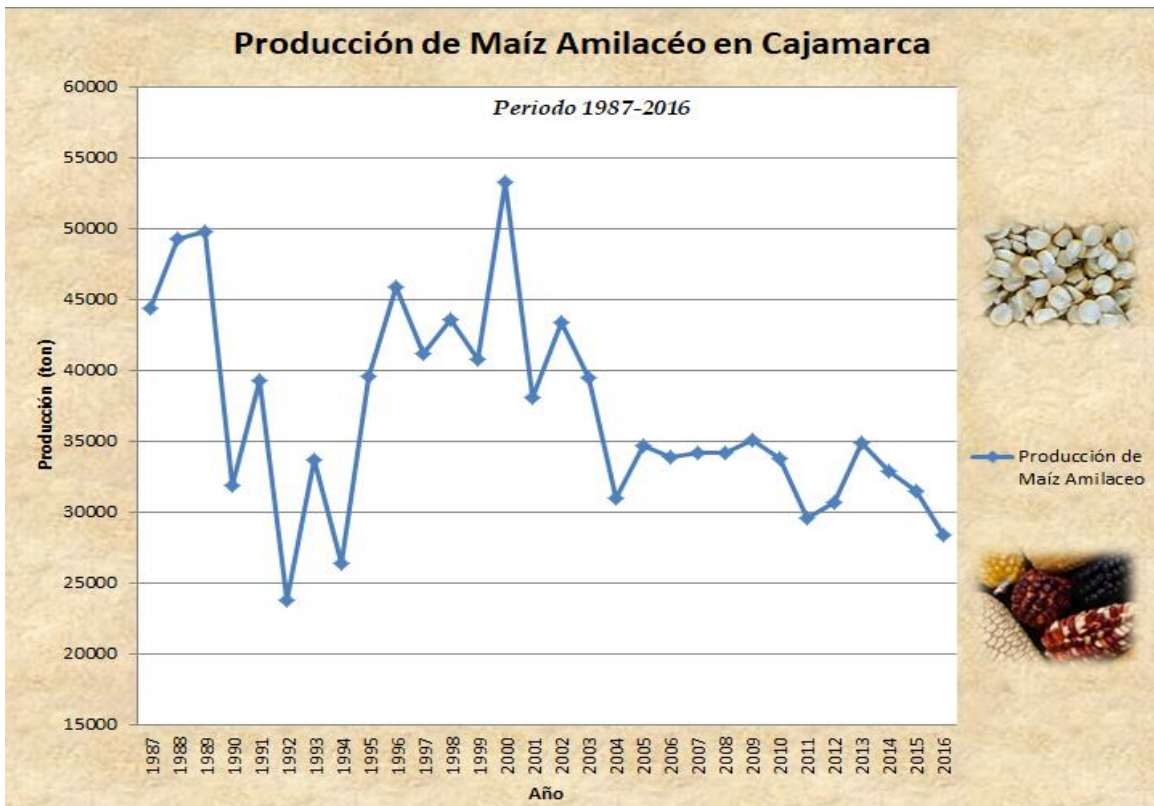


Figura Nº 01 Producción de maíz amiláceo en toneladas en la región Cajamarca.

En estos años se observó el reemplazo de la actividad convectiva por patrones de circulación convergentes, en los niveles medios y superiores de la tropósfera, determinando deficiencias en la ocurrencia de las precipitaciones, tanto a nivel temporal como espacial. En los niveles altos de la tropósfera se observó una circulación anticiclónica o “alta de bloqueo” que inhibió el desarrollo de los sistemas generadores de lluvias.

La sequía es el desastre natural que ha afectado al 72 % de la población de la región, es decir a 1 090 276 habitantes, cuyas actividades están ligadas al sector agropecuario (CENAGRO, 2012); aun así, existe desconocimiento en la Región si la variabilidad climática y la ocurrencia de sequías tienen alguna relación, si cuando sucede una sequía esta es local o regional y como minimizar los impactos de este fenómeno.

1. 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Problema General

- ¿Qué relación existe entre la variabilidad climática y la ocurrencia de sequías, en la región Cajamarca?

Problemas Específicos

- ¿Cuáles son las variaciones térmicas y pluviométricas del periodo 1987-2016, en la región de Cajamarca.
- Existe correlación entre la variabilidad climática y la ocurrencia de sequías, en la región de Cajamarca.
- ¿Cómo la aplicación de la gestión de sequías, en el sector agrícola, va a minimizar este evento extremo?

1. 3. ANTECEDENTES

🌿 La sequía es un peligro natural que acecha la humanidad, resultante de unos niveles de precipitaciones por debajo de lo que se considera normal. Cuando este fenómeno se prolonga durante una estación o por un período de tiempo mayor, la precipitación es insuficiente para responder a las demandas de la sociedad y del medio ambiente. La sequía debe considerarse como un estado relativo y no absoluto (WMO W. M., 2012).

🌿 La temperatura, el viento y la humedad relativa son también factores importantes para la caracterización de las sequías. La sequía evoca distintos significados para los diferentes usuarios, según sean gestores de recursos hídricos, productores agrícolas, responsables de centrales hidroeléctricas o biólogos naturalistas. Es más, incluso en cada sector la sequía se entiende desde perspectivas diferentes, puesto que sus efectos pueden ser muy distintos (WMO W. M., 2012).

Normalmente las sequías se clasifican, según el tipo, en meteorológica, agrícola e hidrológica y difieren entre sí por su intensidad, duración y extensión espacial.

- ✿ Evaluación de los recursos hídricos disponibles en diferentes depósitos y desplazándose por las diversas rutas en una cuenca es importante para su uso óptimo y protección, y también para la predicción de inundaciones y flujos bajos. Por otra parte, la comprensión de los procesos de generación de escorrentía es esencial para evaluar los impactos de los cambios climáticos y de uso del suelo en la respuesta hidrológica de una cuenca. Existen muchos métodos para la separación del flujo de base, pero difícilmente uno se centra en el comportamiento específico de las zonas bajas de clima templado...

La comprensión de los procesos de generación de escorrentía, es decir, las zonas de origen, vías y tiempos de retención, es importante para la predicción de las cantidades de agua, incluidas las inundaciones y flujos bajos (los flujos de base), y la calidad del agua e Evaluación de los recursos hídricos disponibles en diferentes depósitos y desplazándose por las diversas rutas en una cuenca es importante para su uso óptimo y protección, y también para la predicción de inundaciones y flujos bajos. Por otra parte, la comprensión de los procesos de generación de escorrentía es esencial para evaluar los impactos de los cambios climáticos y de uso del suelo en la respuesta hidrológica de una cuenca. Existen muchos métodos para la separación del flujo de base, pero difícilmente uno se centra en el comportamiento específico de las zonas bajas de clima templado...

- ✿ En muchas cuencas, el flujo de base es un componente importante del flujo de la corriente y, por lo tanto, las separaciones de flujo de base han sido ampliamente estudiadas y tienen una larga historia en la ciencia de la hidrología y la hidráulica (Gonzales, 2009).
- ✿ Debido al aumento de la demanda de agua y el cambio climático que se avecina, los últimos años han sido testigos de mucho enfoque en los escenarios globales de sequía. Como un peligro natural, la sequía se caracteriza mejor por varios parámetros climatológicos e hidrológicos. Es necesaria una comprensión de las relaciones entre estos dos conjuntos de parámetros para desarrollar medidas para mitigar los impactos de las sequías. A partir de un análisis de las definiciones de sequía, este trabajo intenta ofrecer un repaso de los conceptos fundamentales de la sequía, la clasificación de las sequías, los índices de sequía, sequías históricas utilizando estudios paleoclimáticos, y la relación entre sequías e índices climáticos a gran escala (Mishra, 2010).
- ✿ Una preparación efectiva contra la sequía y la mitigación de sus impactos requiere una capacidad adecuada para monitorear, entender y modelar este complejo fenómeno. (Podestá, 2015)

- ✿ El Panel de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2007) considera variabilidad climática o variabilidad del clima a aquellas variaciones en las condiciones climáticas medias o estadísticas del clima como desviaciones típicas, fenómenos extremos, etc. en todas las escalas temporales y espaciales que se extiende más allá de la escala de un fenómeno meteorológico en particular.
- ✿ Adger, et al, 2007 afirma que la variabilidad climática se refiere a los cambios en los patrones de las variables climáticas como lluvia, temperatura o viento, en todas las escalas temporales y espaciales. Puede darse por procesos internos naturales dentro del sistema climático (variabilidad interna), o a variaciones causadas por acciones antropogénicas (variabilidad externa).
- ✿ La Convención de Lucha contra la Desertificación (CLD, 2011) define la sequía como el fenómeno natural que se produce cuando la precipitación ha sido significativamente inferior a los niveles normales registrados y ha provocado graves desequilibrios hidrológicos que repercuten negativamente en los sistemas de producción de los recursos terrestres.
- ✿ Lapinel y Baez (2006) afirman que las sequías son consideradas como un período de condiciones meteorológicas anormales secas, suficientemente prolongada como para que la falta de precipitaciones cause un grave desequilibrio hidrológico.
- ✿ Velasco et al., (2005) y Paredes, (2012), definen cuatro tipos de sequía, atendiendo a su origen y sus efectos: Meteorológica que está referida al grado de desviación de la precipitación en comparación a un comportamiento “normal”, de una serie de tiempo preestablecida, Agrícola que está muy relacionada con la sequía meteorológica y su impacto en los cultivos, Hidrológica referida a la disminución de los volúmenes de aguas de los cuerpos de aguas superficiales y subterráneos y Socioeconómica la cual se plantea en términos de suministro de agua y demanda por grupos humanos.
- ✿ (Gómez, 2003) dice que la sequía es una amenaza hidrometeorológica, que puede ser agudizada por intervención de las acciones del hombre y convertirse en una amenaza socio natural. La sequía se presenta como un déficit o pobre distribución de precipitaciones sobre las esperadas o "normales" que, cuando se prolonga durante toda la temporada o más tiempo, es insuficiente para satisfacer las demandas de agua, lo cual puede ocasionar impactos económicos, sociales y medioambientales.
- ✿ Gonzáles (2002) menciona que las sequías son en realidad el resultado de la combinación de factores meteorológicos, humanos y físicos. La causa inicial es la escasez de precipitaciones (sequía meteorológica) lo que deriva en una insuficiencia de recursos hídricos (sequía hidrológica) necesarios para abastecer la demanda existente que desde el punto de vista de la agricultura (sequía

agrícola), es una escasez permanente y considerable de agua en una determinada zona de terreno cultivado, o en una zona forestal, lo que, en gran medida, limita el proceso de vida de las plantas.

- ✿ El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2000) afirma que la sequía es una situación en la cual la disponibilidad de agua es insuficiente para satisfacer las necesidades de las poblaciones de plantas, animales y seres humanos que se encuentran condicionados por su modo de vida, distribución y aprovechamiento de la tierra.
- ✿ La Organización Meteorológica Mundial (OMM, 1992) en su Vocabulario Meteorológico Internacional, define a la sequía como un período de tiempo con condiciones meteorológicas anormalmente secas, suficientemente prolongado como para que la falta de precipitación cause un grave desequilibrio hidrológico.
- ✿ Gallardo (2014) afirma que la gestión de sequías busca contribuir al desarrollo de un sistema que constituye una herramienta práctica para la mitigación y adaptación de los impactos negativos de la sequía en áreas agrícolas.
- ✿ La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2012) considera que la gestión de sequías es un conjunto de acciones y respuestas técnicas e institucionales ante situaciones de sequía.
- ✿ Diversos autores como Wilhite (2000) y (2001), Kossida, et al (2012), UNISDR (2007) y (2009), FAO (2008), Kampragou (2011), todos mencionados en (Urquijo ,2015), consideran que la forma tradicional de abordar una sequía en el pasado ha sido la gestión de crisis, la cual ha demostrado ser ineficiente para reducir los impactos de la sequía, porque se caracteriza por tener un carácter reactivo y se centra en la puesta en marcha de acciones durante la fase de emergencia para hacer frente a los impactos detectados, es decir, actúa sobre los efectos una vez que estos han aparecido. En cambio, la gestión del riesgo a la sequía es proactivo y está centrado en la prevención y mitigación de los impactos a través de la planificación y con una visión de largo plazo.
- ✿ La sequía es uno de los fenómenos climáticos más complejos que afectan a la sociedad y el medio ambiente. Esta complejidad se debe a la dificultad de cuantificar la severidad de una sequía, pues habitualmente identificamos una sequía por sus efectos sobre diferentes sistemas (agricultura, recursos hídricos, ecología, incendios forestales, pérdidas económicas, etc.), pero no existe una variable física determinada que nos permita medir la severidad de la sequía. Por ello, las sequías son difíciles de identificar en el tiempo y el espacio, siendo muy complejo determinar el momento en que una sequía comienza y termina, además de cuantificar su duración, magnitud y extensión superficial. Estas características explican el enorme esfuerzo científico dedicado a desarrollar herramientas que

proporcionen una evaluación objetiva y cuantitativa de la gravedad de la sequía. La sequía se cuantifica habitualmente mediante los llamados índices de sequía, que son indicadores indirectos basados en información climática. Diferentes estudios han mostrado la relación existente entre la variabilidad de los índices de sequía y diferentes variables ambientales e hidrológicas (Vicente-Serrano, 2012).

- ✿ De acuerdo con EmDat (2009) las pérdidas económicas ocasionadas por las sequías en el Perú entre 1983 y 2002, equivalen a US\$ 3,2 millones. Si bien es cierto las regiones más susceptibles a las sequías se encuentran al sur andino del país, de acuerdo a la ANA (2010) entre el 2000 y 2010 las sequías se han presentado en todo el territorio nacional. Así, la ANA ha reportado 163 eventos de sequías: 127 en la vertiente del Pacífico, 25 en la vertiente del Titicaca y 11 en la vertiente del Atlántico (Amazonas). El plan de trabajo que se sigue es en dos fases, donde la primera consiste en la estimación de los índices de sequías a diferentes ventanas de tiempo (1, 3, 6, 9 y 12 meses) que permitieron la caracterización y monitoreo de sequías meteorológicas, agro-meteorológicas e hidrológicas (Senamhi, Boletín de Sequías a Nivel Nacional , 2014).
- ✿ De acuerdo con (Hurtado, 1996) que hace mención al comportamiento aleatorio y a la heterogeneidad de su distribución en el tiempo, y en cuanto a la posible relación entre el fenómeno de “El Niño” y las sequías, observó que prácticamente en 6 de los 7 eventos cálidos que analizó su concordancia es relevante en las Regiones Andinas, Caribe y Pacífica, destacándose amplios territorios dominados por las sequías, especialmente en el primer semestre del fenómeno.

1. 4. JUSTIFICACIÓN

Debido al aumento de la demanda de agua y el cambio climático que se avecina, los últimos años han sido testigos de muchos enfoques e investigaciones en los escenarios globales de sequía (Mishra, 2010), más para la región Cajamarca existe una escasa bibliografía sobre sequías y su relación sobre la variabilidad climática, es por lo que este estudio es necesario y oportuno, tomando como evento más cercano la sequía del año 2016, es necesario tener planes estratégicos de contingencia para gestionar y minimizar los efectos de las sequías.

1. 5. LIMITACIONES

El período de estudio se ha limitado a 1987-2016 debido a que antes de esta fecha, existían pocas estaciones meteorológicas con información de calidad en la región de Cajamarca.

1. 6. OBJETIVOS

1.6.1. Objetivo General

- Determinar la relación existente entre la variabilidad climática y la ocurrencia de sequías, en la región de Cajamarca.

1.6.2. Objetivos Específicos

- Analizar las variaciones térmicas y pluviométricas del período 1987 – 2016, en la región de Cajamarca.
- Determinar la correlación existente entre la variabilidad climática y la ocurrencia de sequías.
- Elaborar un Plan de Contingencia para desarrollar la gestión de sequías en el sector agrícola.

II. MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL

El clima es el promedio del tiempo meteorológico. “Una descripción del clima en un cierto período (que habitualmente puede variar desde unos años hasta unos siglos) comprende los valores medios de los componentes meteorológicos apropiados durante este periodo, junto con sus variaciones estadísticas” (IPCC, 1990). Otro concepto señala que “el clima tienen un carácter estadístico, ya que se registra como el valor medio de las variables meteorológicas observadas en un determinado lugar, durante un periodo de tiempo que usualmente es de 30 años (IPCC, 2007).

Los científicos concuerdan que las sequías se deben a anomalías en la circulación atmosférica, pero en lo que no se ponen de acuerdo es en las causas; ya que se señalan varios presuntos orígenes como la presencia de anticiclones de bloqueo, erupciones volcánicas, períodos de manchas solares, interacción océano – atmosférica y por último el cambio climático.

El cambio climático magnifica la variabilidad climática, produciendo alteraciones en la frecuencia, intensidad, tiempo y extensión espacial de los fenómenos meteorológicos y climáticos extremos y puede dar lugar a eventos sin precedentes (IPCC. 2013).

“En cierta medida, el cambio climático ha dado lugar a una percepción pública de que el número de desastres naturales está aumentando. Pero la verdad es más compleja. Si bien los estudios científicos de datos meteorológicos están comenzando a mostrar una mayor frecuencia de algunos fenómenos meteorológicos extremos, un elemento importante radica en la exposición al riesgo de las poblaciones” (OMM, 2012). “La tendencia más tangible en las décadas recientes ha sido la reducción de víctimas mortales ocasionadas por desastres, sobre todo en las sequías y crecidas, mediante el establecimiento de programas de alerta temprana y de respuesta a emergencias. La

difusión de predicciones y avisos meteorológicos e hidrológicos junto a la gestión de emergencias, las evacuaciones masivas y los servicios de ayuda humanitaria han permitido salvar muchas vidas” (OMM, 2012). “Sin embargo, el crecimiento demográfico conjugado con la pobreza obligan a las personas a desplazarse hacia zonas más peligrosas. Las casas se construyen en llanuras inundables o laderas montañosas en las que son comunes los deslizamientos de tierra, y se explotan tierras propensas a la sequía” (OMM, 2012).

Ciclo Hidrológico

El ciclo hidrológico describe el movimiento continuo y cíclico del agua en el planeta Tierra. El ciclo hidrológico se puede representar como un sistema, es decir, como una estructura o volumen en el espacio, delimitada por una frontera, cuyos componentes internos interactúan entre sí o con otros sistemas adyacentes. Los componentes del sistema serán las variables hidrológicas y los procesos que las relacionan entre sí; los sistemas adyacentes serán aquellos que tienen como límites comunes las capas altas de la atmósfera y los sistemas geológicos profundos (Chow V. T., 1988).

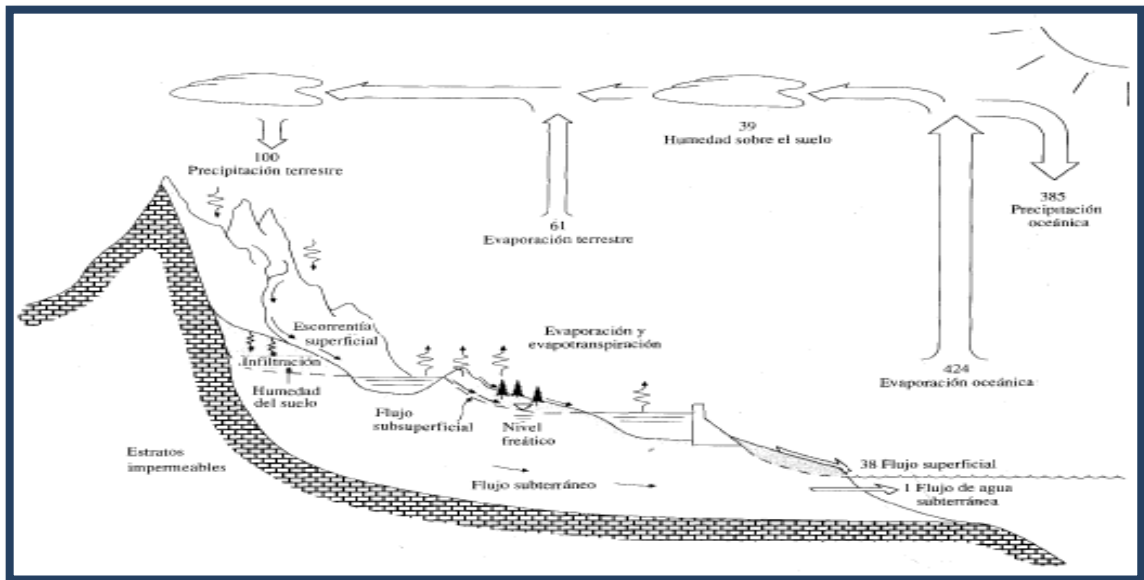


Figura N° 02 Ciclo hidrológico en una cuenca. Fuente: (Chow V. T., 1988).

Sequía

La World Meteorological Organization (WMO), define a la sequía como una desviación acumulativa respecto de las condiciones normales o previstas de precipitación, es decir, respecto de una media estadística o de un promedio a largo plazo. Este déficit de precipitación puede sobrevenir en poco tiempo o tardar meses en manifestarse a través de la disminución del caudal de los ríos, de los niveles de los embalses o de la altura de las aguas subterráneas. La evolución sigilosa de la sequía hace que, en

ocasiones, sus efectos tardan semanas o meses en hacerse patentes (WMO W. M., Vigilancia y Alerta Temprana de la sequía, 2006). Estas son reconocidas como un desastre ambiental y han atraído la atención de ecologistas, ecólogos, hidrólogos, meteorólogos, geólogos y científicos agrícolas. Las sequías ocurren en prácticamente todas las zonas climáticas, tales como zonas de alta y baja precipitación, y están relacionadas principalmente con la reducción de la cantidad de precipitación recibida durante un período prolongado de tiempo, como una estación o un año. Temperaturas; vientos fuertes; baja humedad relativa; el calendario y las características de las lluvias, incluida la distribución de los días lluviosos durante las estaciones de cultivo, la intensidad y duración de la lluvia y el inicio y la terminación, desempeñan un papel importante en la aparición de sequías. Además del crecimiento de la población y la expansión de los sectores agrícola, energético e industrial, la demanda de agua se ha multiplicado y hasta la escasez de agua se ha producido casi cada año en muchas partes del mundo. Otros factores, como el cambio climático y la contaminación del suministro de agua, han contribuido a la escasez de agua. En los últimos años, las inundaciones y las sequías se han experimentado con picos más altos y niveles de gravedad (Mishra, 2010).

Se pueden definir varios tipos de sequía: meteorológica, atmosférica, agrícola, hidrológica y de gestión del agua (Smakhtin, 2001).

Sequía Meteorológica.- Las sequía meteorológicas son vistas como una causa natural del cambio climático que conduce al déficit de precipitación sobre un determinado de tiempo (Stahl, 2001).

Sequía Agrícola.- se define habitualmente en términos de disponibilidad de agua en los suelos para el sostenimiento de los cultivos y para el crecimiento de las especies forrajeras y, menos habitualmente, como una desviación de los regímenes de precipitación normales durante cierto período de tiempo.

Sequía Hidrológica.- La falta de precipitación se propaga a través del ciclo hidrológico y combinada con las altas pérdidas por evaporación podría producirse una deficiencia de humedad del suelo (sequia agronómica), que subsecuentemente puede dirigir a la reducción o agotamiento del agua subterránea a lo que se conoce como la sequía hidrológica (Stahl, 2001).

Sequía Socioeconómica.- La *sequía socioeconómica* se diferencia notablemente de los demás tipos de sequía porque refleja la relación entre la oferta y la demanda de mercancías básicas, como lo son el agua, los piensos o la energía hidroeléctrica, que dependen de las precipitaciones. La oferta varía anualmente en función de la precipitación o de la disponibilidad de agua. La demanda fluctúa también y suele tender al alza debido, entre otros factores, al aumento de la población o al desarrollo.

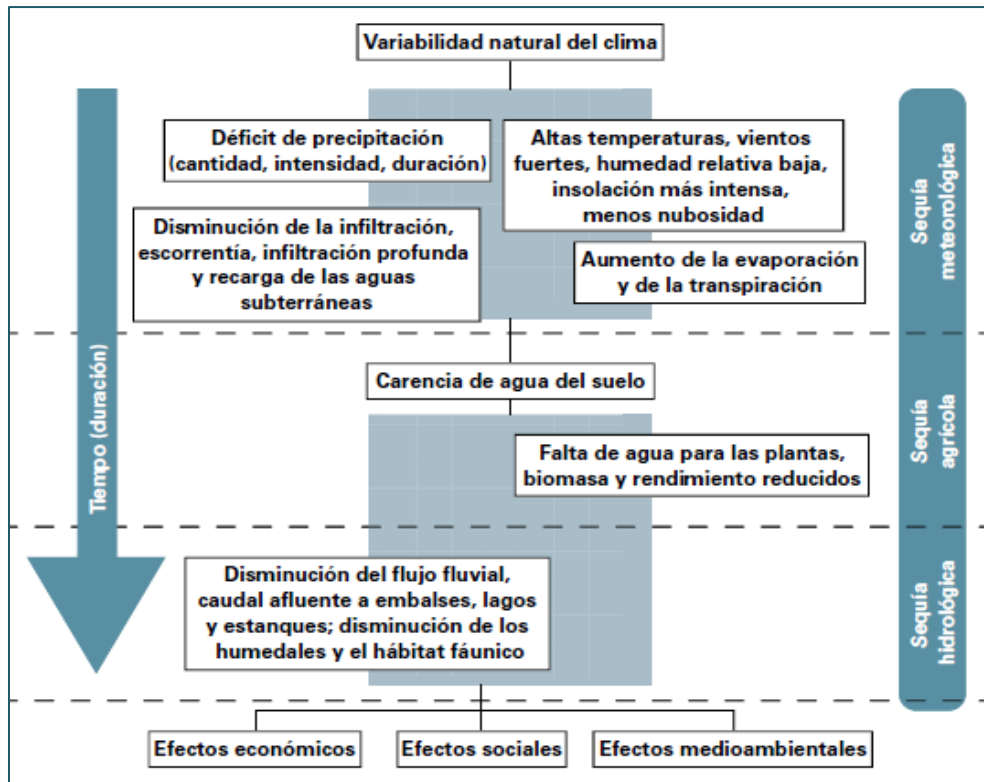


Figura Nº 03 Propagación de sequías en el ciclo hidrológico. Fuente: (WMO W. M., 2006)

Indicadores de Sequías

Los indicadores son variables o parámetros utilizados para describir las condiciones de las sequías. Cabe citar, por ejemplo, la precipitación, la temperatura, los caudales fluviales, los niveles de las aguas subterráneas y de los embalses, la humedad del suelo y el manto de nieve (WMO W. M., 2016)



Figura Nº 04 Indicadores de Sequías. Fuente: (WMO W. M., 2006)

Índices de Sequías

Suelen ser representaciones numéricas informatizadas de la gravedad de las sequías, determinadas mediante datos climáticos o hidrometeorológicos, entre los que se incluyen los indicadores enumerados. Tienen por objeto analizar el estado cualitativo de las sequías en el entorno en un periodo de tiempo determinado. Desde el punto de vista técnico, los índices también son indicadores. Vigilar el clima en diversas escalas temporales permite reconocer los periodos húmedos de corta duración dentro de las sequías de larga duración o los periodos secos de corta duración. Los índices pueden simplificar relaciones complejas y brindar valiosos instrumentos para la comunicación con distintos públicos y usuarios, incluida la población general. Se utilizan para proporcionar un estudio cuantitativo de la gravedad, la localización, el desarrollo cronológico y la duración de los episodios de sequía (WMO W. M., 2016)

La información extraída de los indicadores e índices es útil para planificar y diseñar aplicaciones (como evaluaciones del riesgo, sistemas de alerta temprana de la sequía e instrumentos de apoyo a las decisiones para gestionar riesgos en los sectores afectados por las sequías), siempre que se tenga conocimiento del régimen climático y la climatología de sequía del lugar. Asimismo, se pueden utilizar varios indicadores e índices para validar indicadores de sequía modelados, asimilados u obtenidos por teledetección (WMO W. M., 2016)

Dentro de los cuales podemos encontrar los más representativos SPI, SPEI, BFI, NDVI, percentiles de precipitación, deciles, etc.



Figura Nº 05 Sequías en el Mundo. Fuente: (WMO W. M., 2006)

III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. HIPÓTESIS

Ho: La variabilidad climática no influye en la ocurrencia de las sequías que se registran en la región de Cajamarca.

H₁: La variabilidad climática influye en la ocurrencia de las sequías que se registran en la región de Cajamarca.

3.2. VARIABLES

Variable independiente “x”

- x : variabilidad climática

Variable dependiente “y”

- y : ocurrencia de sequías

3.3. METODOLOGÍA

a) Tipo de Investigación

El estudio tiene un enfoque clásico cuantitativo, por el tiempo de ocurrencia de los hechos y registros de la información es retrospectivo, por el periodo y secuencia del estudio es transversal y de acuerdo al alcance de la investigación es correlacional.

b) Área de estudio

El departamento de Cajamarca se localiza en el norte del país, entre las coordenadas geográficas 4° 37' 39" y 7° 45' 26" de latitud sur y entre 77° 44' 2" y los 79° 26' 43" de longitud oeste, presenta una superficie aproximada de 33 317,5 Km².

Limita por el norte, con la república de Ecuador; por el este, con el departamento de Amazonas; por el sur, con el departamento de La Libertad y por el oeste, con los departamentos de Piura y Lambayeque.

Políticamente se encuentra dividido en trece (13) provincias y ciento veintisiete (127) distritos, tal y como se puede apreciar en la figura 06.

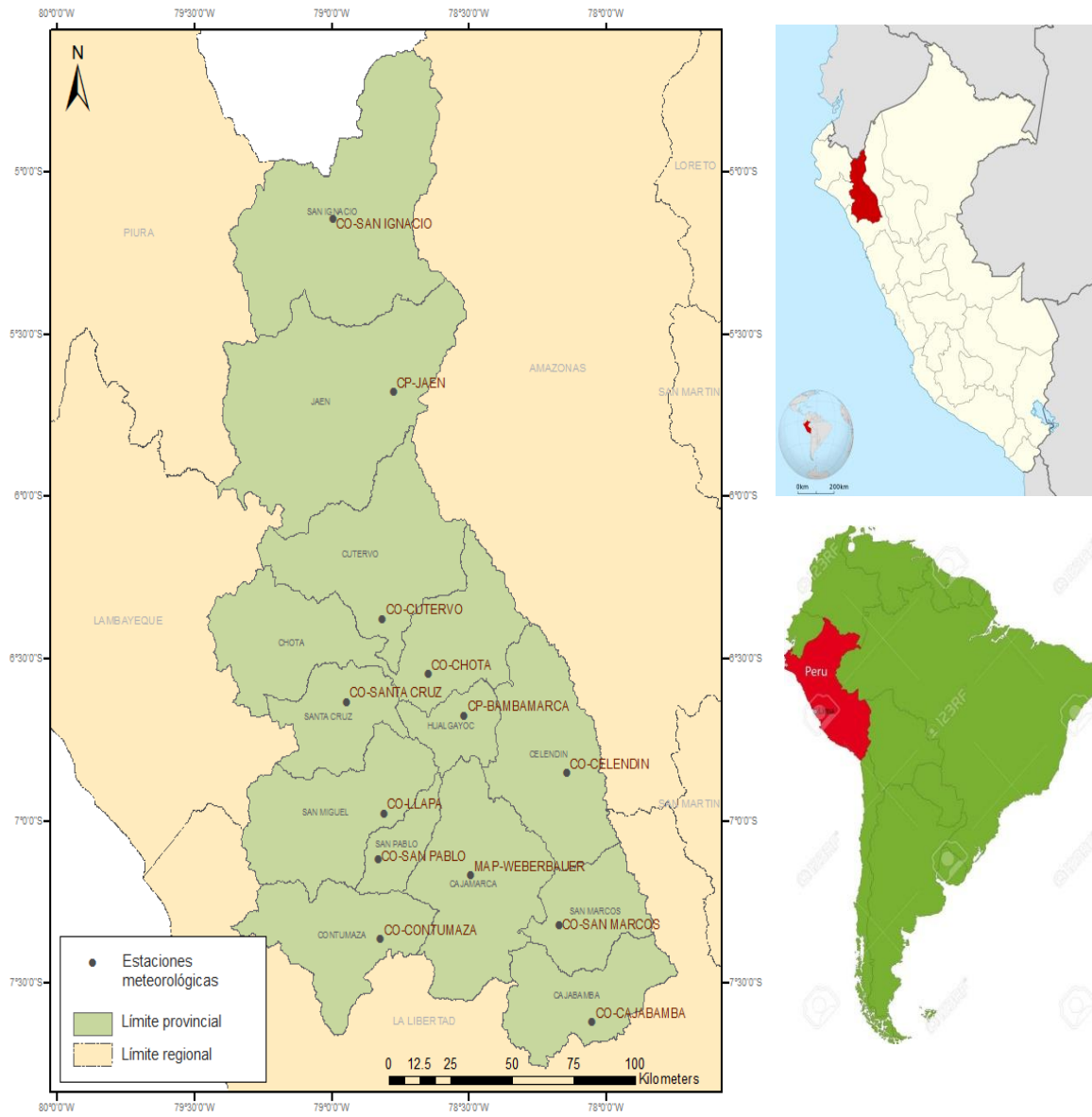


Figura N° 06 Área de estudio con la ubicación espacial de las estaciones meteorológicas representativas

Clima

El departamento de Cajamarca en forma general presenta un clima seco, templado y soleado durante el día y frío por las noches, con temperaturas que fluctúan entre 23 °C cerca de la costa, 28 °C en ceja de selva y 4 °C en la sierra, la temporada de lluvias se extiende entre los meses de octubre y abril, con precipitación de 200 mm a 1,500 m. Presenta diversidad de climas, suelos, vegetación, distribuidos en cuatro ecorregiones (INDECI, 2005).

- **Bosque Ecuatorial:** Presenta un clima predominantemente cálido y seco; al este se presenta un poco más fresco por el aumento de la altitud; hacia el norte es cálido y húmedo y hacia el sur seco. La temperatura promedio anual está entre los 23 °C y 24 °C. La precipitación varía de 500 mm al norte a 100 mm al sur, siendo la época de lluvias entre los meses de diciembre a marzo.
- **Páramo:** El clima es muy frío y húmedo, con frecuentes neblinas. Las precipitaciones típicas son las nevadas. En las noches la temperatura desciende a niveles inferiores a los 0 °C.
- **Puna:** Presenta un clima muy frío, debido a la rarefacción atmosférica ocasionada por la altura. Por lo general las temperaturas son bajas, con variaciones muy marcadas de hasta 30 °C entre las temperaturas diurnas y nocturnas. Existen dos estaciones muy marcadas en la puna. La época de lluvias (diciembre a marzo) y la época de seca (Abril – Noviembre) con presencia de lluvias en forma esporádica; en las zonas de mayor altura por encima de los 4 200 m. las precipitaciones se dan en forma de nieve y granizo. Los vientos son fuertes y soplan de manera continua, contribuyendo a reducir la temperatura y a secar el ambiente.
- **Selva Alta o de las Yungas:** El clima en esta región se caracteriza por presentar una marcada variación de la temperatura, directamente relacionado con la altitud, siendo más cálido en la parte baja y templado en la parte alta. A los 500 m de altitud la temperatura promedio alcanza los 22 °C, pero a los 3 500 m desciende a los 4 °C. Presenta un intenso régimen de lluvias que supera los 3 000 mm anuales, la presencia de lluvias es constante todo el año, con mayor incidencia durante los meses de diciembre a marzo. Otra característica de este clima es la presencia de una alta humedad ambiental, debido a la presencia de abundantes nubes bajas especialmente durante las primeras horas de la mañana y últimas de la tarde.

Morfología

El departamento de Cajamarca, ubicado en la parte norte del país, presenta una gran diversidad ecológica con altitudes que van desde los 175 m. (Cerro Pitura-Contumazá) a 4 496 m. (Cerro Rumi Rumi-Cajabamba). Su territorio abarca parte de la vertiente occidental y oriental de los Andes. Entre los principales rasgos morfológicos del departamento destacan: al oeste la Cordillera Occidental; al este el profundo cañón formado por el río Marañón; al norte el sector sur de la cordillera de El Cóndor; al noreste la divisoria de aguas del Chinchipe con el Comaina y al este y noreste de la ciudad de

Cajamarca (más de 3 000 m.) extensas jalcas o mesetas andinas poco accidentadas. La topografía del área central del departamento se caracteriza por la presencia de múltiples valles interandinos. Los principales valles del departamento son: Cajamarca, Jequetepeque, Condebamba, Chotano, Llaucano, Chamaya y Chinchipe. Las principales elevaciones del departamento, son el cerro Rumi Rumi con 4 496 m. ubicado en la cordillera central, en el distrito de Sitacocha, provincia de Cajabamba, seguido del cerro Grande Negro con 4 289 m. ubicado en la cordillera occidental, en el distrito de Cachachi, provincia de Cajabamba (INDECI, 2005)..

Así mismo, las principales Abras que se encuentran en el departamento son las siguientes:

- Abra Coimolache: Se ubica en el límite interprovincial Hualgayoc-San Miguel, al norte de la Pampa Quilcate, a una altitud de 4 010 m. por la cual se desarrolla el trazo de la carretera Pacasmayo - San Miguel - Hualgayoc.
- Abra Cumbre: Ubicada en el límite distrital Cajamarca – Magdalena, entre los cerros Secsenmayo y Rumi Rumi, a una altitud de 3 850 m. por dicha Abra se desarrolla el camino de herradura Magdalena - Cajamarca.
- Abra Comullca: Ubicada en el límite interprovincial Cajamarca - Celendín en la cordillera Comullca, a una altitud de 3 800 m. por dicha Abra se desarrolla Cajamarca – Celendín – Balsas.
- Abra Pumacama: Ubicado en el límite distrital Condebamba - Sitacocha, al sur del cerro Alijar, a una altitud de 3 750 m. por dicha Abra se desarrolla el trazo de la carretera Cajabamba – Sitacocha – Bolívar.
- Abra Samanay: Ubicada en el Límite interprovincial Hualgayoc – Chota, entre los cerros Picadillo y Loma Chucho, a una altitud de 3 200 m. por dicha Abra se desarrolla el trazo de la carretera Chota – Bambamarca.
- Fila Alta: Ubicado en Sureste de la ciudad de Jaén, a una altitud de 1 017 m. por dicha Abra se desarrolla el trazo de la carretera Santa Rosa – Jaén – San Ignacio.

Hidrografía

El sistema hidrográfico departamental lo conforman ríos de régimen de escurrimiento muy irregular y de carácter torrencioso, sus nacientes están en los Andes y su desembocadura en el océano Pacífico y/o en el océano Atlántico (INDECI, 2005).

Los ríos de la vertiente del Pacífico, a lo largo del año tienen una descarga irregular de sus aguas, concentrándose en los meses de diciembre a marzo, se estima que en ese período discurre entre el 60% y 70% de la descarga total. Los principales componentes del sistema hidrográfico de la vertiente del Atlántico son:

- Río Crisnejas: Se forma por la confluencia de los ríos Condebamba y Cajamarca. En su recorrido atraviesa las provincias de Cajabamba, Cajamarca y San Marcos. Presenta una cuenca aproximada de 4 928 Km² de extensión y un caudal promedio

de 46 m³/s. Las sub cuencas de los ríos Cajamarca y Condebamba presentan un área aproximada de 1 690 Km² de las cuales solamente el 6,24% (105,6 Km²) son áreas bajo riego. El volumen hídrico anual de estas sub cuencas es de 46 847 989 m³.

- Río Chinchipe: Se desarrolla al norte del departamento, atravesando las provincias de Jaén y San Ignacio. Sus principales tributarios son los ríos Chirinos y Tabaconas. Presenta un área aproximada de 78 084,58 ha de extensión, de las cuales el 22,7% (17 761 ha), son áreas de riego. El volumen hídrico anual es de 249 779,67 m³ y 204 m³/s.
- Río Huancabamba: Sus principales afluentes son los ríos Chamaya, Callayuc, Guayllabamba y Chunchuca, en su recorrido atraviesa las provincias de Cutervo Jaén y Chota. Presenta una superficie aproximada de 8 184 Km² y un caudal promedio de 69,6 m³/s.
- Río Llaucano - Silaco: El río Llaucano nace en las lagunas Munyu y Picotacon. En su recorrido adopta sucesivamente los nombres de Pachachaca y El Tambillo, conociéndosele como Llaucano a partir de su confluencia con el río Chonta, hasta su desembocadura en el río Marañón. Sus principales afluentes por la margen derecha son los ríos Pomagón y Chontas y por la margen izquierda son los ríos Hualgayoc, Maygasbamba y Cutervo. Presenta una superficie aproximada de 2 407 km², un volumen hídrico de 7 128 000, un caudal promedio de 29 m³/s y la longitud de su cauce principal es de 90 km, atraviesa las provincias de Hualgayoc, Chota y Cutervo. Geográficamente, sus puntos extremos están ubicados aproximadamente entre las coordenadas 78°18' y 78°52' de longitud oeste y 6°04' y 6°59' de latitud sur. Los principales centros poblados ubicados dentro de su cuenca son Hualgayoc, Bambamarca, Cutervo, Socota, Conchán y Tacabamba.
- Río Marañón: El río Marañón nace en Cerro de Pasco en el nevado de Yarupa, a una altitud de 5 800 m. en sus nacientes recibe las aguas de las lagunas Niñococha, Santa Ana, Lauricocha y del nevado Matador. Sus aguas discurren entre la cadena central y occidental de los Andes, con dirección sureste a noreste, desde su nacimiento hasta el Pongo de Retama, al cruzar este pongo su curso discurre entre las cadenas central y oriental de los andes con dirección noreste hasta el Pongo de Manseriche, para luego dirigir sus aguas al río Ucayali.

Los principales componentes del sistema hidrográfico de la vertiente del Pacífico son:

- Río Jequetepeque: Sus principales afluentes son los ríos San Miguel, Pallac, Magdalena y Chetillano. Presenta una superficie de cuenca aproximada de 6 840 km² y un caudal promedio de 33,5 m³/s en su recorrido atraviesa las provincias de San Miguel y Cajamarca.
- Río Chicama: Sus principales afluentes son los ríos Chuquillanqui, Cascas, Santaneco y San Benito, en su recorrido atraviesa las provincias de Cajabamba y Contumaza, su caudal promedio es de 28,3 m³/s.

- Río Chancay: Presenta una superficie de cuenca aproximada de 2 345 km² y un caudal promedio de 23,6 m³/s. Sus principales afluentes son los ríos Maichil, Cañal y San Lorenzo. Sus aguas discurren por las provincias de Chota y Santa Cruz.
- Río Zaña: Su principal afluente es el río Udimá, en su recorrido atraviesa las provincias de San Miguel y Santa Cruz, presenta una superficie de cuenca aproximada de 713 km².

Recursos naturales

La configuración del medio ambiente en el departamento, origina diversidad de climas y ecosistemas en la región, beneficiando a la existencia de una gran diversidad de recursos naturales que deben ser explotados racionalmente para sustentar un desarrollo sostenible. El Suelo en la región Cajamarca es variado, cuenta con una superficie total de un 1 703 921 Ha, de las cuales el 63,7% corresponden a suelos no agrícolas y solo el 36,3% (618 209,6 Ha) corresponden a suelos agrícolas, (495 695,2 Ha en secano y 122 514,4 Ha bajo riego) (INDECI, 2005)..

La actividad agrícola es de tipo extensivo, solo el 20% (122 514,4 Ha) se desarrolla bajo riego; el 80% (495 695,2 Ha) restante, se desarrolla en secano, con escasa infraestructura e incipiente desarrollo agroindustrial, otro factor que contribuye a esta situación es el inadecuado manejo del recurso hídrico.

Seguridad físico ambiental

El departamento está amenazado por fenómenos de origen geológico, climático y geológico - climático. Los fenómenos de origen geológico están relacionados a la actividad sísmica, el territorio del departamento se encuentra ubicado en la zona de sismicidad III, considerado como zona de alta sismicidad, según la norma E-030 del Reglamento Nacional de Construcciones.

El fenómeno El Niño 1982 – 1 983, fue uno de los más severos y tuvo gran impacto a nivel nacional. Las inundaciones causaron la destrucción de viviendas, carreteras, puentes y cuantiosas pérdidas en la agricultura; con graves consecuencias económicas, ambientales y sanitarias. Sin embargo en el departamento de Cajamarca la incidencia fue poco significativa con respecto al nivel nacional (INDECI, 2005).

Las principales amenazas o peligros naturales a los que se encuentra expuesto el departamento y que afectan a los sectores: infraestructura, transporte, agricultura, salud y vivienda son:

- Derrumbes, deslizamientos e inundaciones; que afectan al sector agropecuario, por la pérdida de cosechas, e infraestructura de riego; al sector transportes por los daños causados a la infraestructura vial, (interrupciones de vías, colapso de puentes, etc.), al sector social por la destrucción de viviendas, centros educativos, de salud, redes de agua, desagüe y electricidad.
- Períodos secos más largos, que afectan principalmente al sector agropecuario. Al existir períodos de lluvias más cortos pero más intensos, los períodos secos se prolongan acelerando el proceso de erosión del suelo.
- Erosión de suelos; que afecta principalmente al sector agropecuario, reduciéndose la superficie de terrenos cultivables y de pastos. Ocasionado por el mal uso de suelos intensivos, la falta de protección del suelo en ladera, manejo inadecuado de agua de riego, y ampliación de áreas agrícolas hacia áreas con mayor pendiente que originan la vulnerabilidad del suelo dentro de su capacidad y uso.
- Vientos fuertes; que afectan a los sectores agropecuarios, de infraestructura, transporte y vivienda.

3.3 POBLACION Y MUESTRA

- Población
El comportamiento climático de la región de Cajamarca.
Frecuencia e intensidad de las sequías en la región Cajamarca.
- Muestra
Series de datos térmicos y pluviométricos de estaciones representativas, por cada provincia de la región de Cajamarca. En el cuadro N° 02 se muestra la ubicación de las estaciones meteorológicas representativas de cada provincia de la región de Cajamarca.

Cuadro N° 01 Ubicación de estaciones meteorológicas

NOMBRE	CATEGORIA	PROVINCIA	COORDENADAS		
			LATITUD	LONGITUD	ALTITUD
San Ignacio	CO	San Ignacio	05° 08' 42"	78° 59' 48"	1282
Jaén	CP	Jaén	05° 40' 36"	78° 46' 27"	654
Cutervo	CO	Cutervo	06° 22' 42"	78° 48' 56"	2653
Chota	CO	Chota	06° 32' 50"	78° 38' 55"	2486
Santa Cruz	CO	Santa Cruz	06° 37' 59"	78° 56' 51"	2026
Bambamarca	CP	Hualgayoc	06° 40' 35"	78° 31' 06"	2536
Celendín	CO	Celendín	06° 51' 11"	78° 08' 42"	2470
Llapa	CO	San Miguel	06° 58' 42"	78° 48' 40"	2770
San Pablo	CO	San Pablo	07° 07' 04"	78° 49' 51"	2190
Weberbauer	MAP	Cajamarca	07° 10' 03"	78° 29' 35"	2536
San Marcos	CO	San Marcos	07° 19' 21"	78° 10' 21"	2190
Contumazá	CO	Contumazá	07° 21' 55"	78° 49' 22"	2440
Cajabamba	CO	Cajabamba	07° 37' 18"	78° 03' 04"	2480

3.4 PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACION

- Revisión de antecedentes, relacionados con estudios sobre variabilidad climática y gestión de sequías.
- Identificación, recopilación, tabulación, procesamiento y ordenamiento de la información climatológica.
- Tratamiento y análisis de la información, identificación de variables, validación de hipótesis, verificación de las preguntas de investigación y cumplimiento de objetivos.
- Presentación de los resultados, elaboración del informe del estudio.

3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

Los datos meteorológicos de temperatura y precipitación se han obtenido del banco de datos de SENAMHI. Estos datos son recolectados de una red de estaciones distribuidas en la región.

Los datos de temperatura se observan todos los días, desde los termómetros de máxima, mínima y de ambiente, instalados a una altura de 1,50 m, al interior de una caseta meteorológica, en los horarios de 07:00, 13:00 y 19:00 horas.

Los datos de precipitaciones se observan desde pluviómetros tipo Hellman de 200 cm² de área y 16 cm de diámetro, instalados a 1,20 m del suelo, en los horarios de 07:00 y 19:00 horas.

Los datos de daños en el agro, se recolectaron de la Dirección Agraria, dependiente del Gobierno Regional de Cajamarca.

Posteriormente se establecerán los mecanismos de control de calidad y confiabilidad de la información.

3.6 ANÁLISIS DE DATOS

Se procesan y analizan los datos, de acuerdo a las variables de estudio y según los objetivos.

Análisis de las variaciones térmicas y pluviométricas del periodo 1997 – 2016 en la región de Cajamarca.

En el caso de las temperaturas se obtendrán medias mensuales, promedios anuales y anomalías, en cuanto a las precipitaciones se calculan las medias mensuales, totales anuales y anomalías en porcentaje.

Cálculo de las temperaturas máximas y mínimas promedios mensual y anual

Ecuación 1

$$T_{m_{xm}} = \frac{\sum_1^n T_{mx}}{n}$$

Donde:

$T_{m_{xm}}$: Temperatura máxima promedio mensual en °C
 n : Número de días del mes
 T_{mx} : Temperatura máxima diaria en °C

Ecuación 2

$$T_{m_{nm}} = \frac{\sum_1^n T_{mn}}{n}$$

Donde:

$T_{m_{nm}}$: Temperatura mínima promedio mensual en °C
 n : Número de días del mes
 T_{mn} : Temperatura mínima diaria en °C

Ecuación 3

$$T_{m_{xa}} = \frac{\sum_1^{12} T_{m_{xm}}}{12}$$

Donde:

$T_{m_{xa}}$: Temperatura máxima promedio anual en °C
 $T_{m_{xm}}$: Temperatura máxima promedio mensual en °C

Ecuación 4

$$T_{m_{na}} = \frac{\sum_1^{12} T_{m_{nm}}}{12}$$

Donde:

$T_{m_{na}}$: Temperatura mínima promedio anual en °C
 $T_{m_{nm}}$: Temperatura mínima promedio mensual en °C

Calculo de las anomalías térmicas:

Ecuación 5

$$AT_{m_{xm}} = T_{m_{xm}} - N$$

Ecuación 6

$$AT_{m_{nm}} = T_{m_{nm}} - N$$

Donde:

AT_{mxm} : Anomalía de temperatura máxima mensual en °C

AT_{mnm} : Anomalía de temperatura mínima mensual en °C

T_{mxm} : Temperatura máxima promedio mensual en °C

T_{mnm} : Temperatura mínima promedio mensual en °C

N : Temperatura normal en °C

Cálculo de la precipitación media mensual

Ecuación 7

$$PPM = \frac{\sum_1^n PPD}{n}$$

Donde:

PPM : Precipitación promedio mensual en mm

n : Número de días del mes

PPD : Precipitación diaria en mm

Cálculo de la precipitación total mensual y anual

Ecuación 8

$$PPA = \sum_1^{12} PPTM$$

$$PPTM = \sum_1^n PPD$$

Donde:

PPA : Precipitación total anual en mm

n : Número de días del mes

PPD : Precipitación diaria en mm

PPD : Precipitación diaria en mm

Cálculo de las anomalías de precipitación mensual

Ecuación 9

$$APPM = \left[\left(\frac{PPTM}{PPN} - 1 \right) * 100 \right]$$

Donde:

$APPM$: Anomalía de precipitación promedio mensual en %

$PPTM$: Precipitación total mensual en mm

PPN : Precipitación normal diaria en mm

Con las anomalías de precipitación se determinaron el rango de intensidad de las anomalías según la clasificación propuesta por (Hurtado, 1996).

Cuadro N° 02 Clasificación del rango de intensidad de las anomalías

Porcentaje de anomalía	Clasificación
I > 60%	Exceso extremo
60% > I > 40%	Exceso intenso
40% > I > 20%	Exceso moderado
20% > I > -20%	Situación normal
-20% > I > -40%	Sequía moderada
-40% > I > -60%	Sequía intensa
I < -60%	Sequía extrema

Luego se elaboraran cuadros y gráficos

Determinación de la correlación existente entre la variabilidad climática y la ocurrencia de sequías.

Se estableció correlaciones entre las anomalías anuales de precipitación y la sumatoria de las anomalías de los meses con sequías de cada estación meteorológica seleccionada, a nivel provincial.

Luego se totalizaron y promediaron la correlación, a nivel regional.

Para el cálculo de la correlación se utilizó la siguiente ecuación:

Ecuación 10

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{x^2 * y^2}}$$

En la interpretación, se utilizó la siguiente escala propuesta por (Avila, 2000):

- a) $0,00 \leq r < 0,20$ existe **correlación no significativa**
- b) $0,20 \leq r < 0,40$ existe una **correlación baja**
- c) $0,40 \leq r < 0,70$ existe una **correlación significativa**
- d) $0,70 \leq r < 1,00$ existe **alto grado de correlación**

Elaboración de un Plan de Contingencia para desarrollar la gestión de sequías en el sector agrícola.

Teniendo en cuenta los efectos de la sequía del año 2016, se propuso una serie de medidas, a fin de minimizar los impactos de este evento.

IV. RESULTADOS

4.1. Variaciones térmicas y pluviométricas del período 1987 – 2016 en la región de Cajamarca.

- Variaciones térmicas

Antes de empezar a analizar la variabilidad térmica del período 1987 – 2016, es necesario conocer el comportamiento prevaleciente durante el año. La temperatura media anual de la región de Cajamarca es de 16,7 °C, correspondiendo el menor valor a la provincia de San Miguel con 12,3 °C y el mayor valor a la provincia de Jaén con 26,0 °C. Tiene una oscilación anual de 10,9 °C, fluctuando entre 7,2 °C, en San Pablo y 15,1 °C en San Marcos.

Durante el año, la mayor oscilación corresponde a los meses de menor precipitación (julio-agosto) y la menor oscilación a los meses de mayor precipitación (febrero-marzo).

En el cuadro N° 03 se observa que la temperatura mínima media anual de Jaén y San Ignacio son elevadas con respecto a las demás provincias, registrando valores de 20,4 °C y 16,3 °C, respectivamente.

Luego le siguen San Pablo con 12,9 °C, Santa Cruz con 11,9 °C, Chota con 10,7 °C, San Marcos con 10,5 °C, Hualgayoc con 10,4 °C, Cajabamba con 10,2 °C, Cutervo con 9,8 °C, Celendín con 9,7 °C y Contumazá con 9,1 °C, después Cajamarca con 7,9 °C y finalmente San Miguel con 6,9 °C.

Cuadro N° 03 Temperatura mínima media mensual multianual. Serie 1987 – 2016

PROVINCIAS	MESES												PROMEDIO
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
SAN IGNACIO	16,8	16,9	17,0	16,8	16,5	15,7	15,2	15,1	15,7	16,4	16,6	16,8	16,3
JAEN	20,6	20,7	20,8	20,8	20,6	20,0	19,6	19,8	20,3	20,6	20,7	20,7	20,4
CUTERVO	9,7	10,0	10,3	10,5	10,2	9,7	9,0	9,2	9,7	9,8	9,4	9,7	9,8
CHOTA	11,4	11,5	11,5	11,3	10,5	9,5	9,2	9,6	10,7	11,0	10,8	11,3	10,7
SANTA CRUZ	12,6	13,2	13,2	13,0	11,9	11,1	10,4	10,7	11,8	11,7	10,9	11,9	11,9
HUALGAYOC	11,2	11,3	11,3	11,3	10,6	9,5	8,8	9,1	10,2	10,7	10,3	10,7	10,4
CELENDIN	10,9	11,1	11,1	11,0	10,0	8,2	7,0	7,3	8,5	10,0	10,0	10,9	9,7
SAN MIGUEL	7,5	7,8	7,8	7,6	7,0	5,9	5,5	5,9	6,8	7,0	6,9	7,3	6,9
SAN PABLO	12,7	12,9	13,1	13,1	13,1	12,8	12,7	12,9	13,0	12,8	12,5	12,7	12,9
CAJAMARCA	9,6	9,9	9,9	9,1	7,2	5,8	5,1	5,7	7,2	8,5	8,3	9,0	7,9
SAN MARCOS	12,1	12,4	12,3	11,7	9,9	8,3	7,3	8,0	10,0	11,3	11,0	11,7	10,5
CONTUMAZA	9,9	10,3	10,3	9,8	8,8	7,8	7,4	8,0	9,0	9,5	9,2	9,7	9,1
CAJABAMBA	11,1	11,2	11,2	11,0	10,0	8,8	8,1	8,7	10,0	10,7	10,5	10,9	10,2
TOTAL	12,0	12,3	12,3	12,1	11,3	10,2	9,6	10,0	11,0	11,5	11,3	11,8	11,3

En el cuadro 04 se observa que Jaén, San Ignacio y San Marcos presentan una temperatura máxima media anual elevadas, con valores de 31,6 °C 27,1 °C y 25,6 °C, respectivamente, mientras que las otras provincias registran temperaturas moderadas, así tenemos Santa Cruz con 23,2 °C , Cajabamba con 22,8 °C, Cajamarca con 21,8 °C, Chota con 20,8 °C, Hualgayoc con 20,4 °C, San Pablo con 20,0 °C, Celendín con 19,5 °C y finalmente Cutervo y San Miguel coinciden con el mismo valor 17,8 °C.

Cuadro N° 04 Temperatura máxima media mensual multianual. Serie 1987 -2016

ESTACIONES	MESES												PROMEDIO
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
SAN IGNACIO	26,8	26,5	26,7	26,9	26,7	25,8	25,8	26,8	27,9	28,5	28,8	27,7	27,1
JAEN	31,4	31,2	31,2	31,5	31,0	30,5	30,5	31,7	32,5	32,6	32,9	32,1	31,6
CUTERVO	17,5	17,4	17,5	17,9	17,8	17,1	16,8	17,5	18,2	18,6	18,8	18,0	17,8
CHOTA	20,2	20,1	20,0	20,5	20,8	20,6	20,8	21,5	21,6	21,2	21,3	20,6	20,8
SANTA CRUZ	22,7	22,5	22,7	22,8	23,2	22,9	23,0	23,8	24,2	23,7	23,5	23,2	23,2
HUALGAYOC	19,8	19,8	19,8	20,2	20,3	20,2	20,2	20,9	21,0	20,9	21,0	20,5	20,4
CELENDIN	19,2	18,8	18,6	19,3	19,6	19,4	19,5	20,1	20,4	20,3	20,1	19,2	19,5
SAN MIGUEL	17,7	17,7	17,0	17,1	17,7	18,1	18,3	18,8	18,2	17,5	17,5	17,4	17,8
SAN PABLO	19,2	18,7	18,9	19,3	20,0	20,5	20,7	21,1	21,0	20,7	20,6	20,0	20,0
CAJAMARCA	21,6	21,3	21,2	21,5	21,9	21,8	21,8	22,2	22,2	22,0	22,1	21,9	21,8
SAN MARCOS	25,7	25,3	25,1	25,5	25,7	25,2	24,9	25,3	25,8	25,9	26,3	26,0	25,6
CONTUMAZA	19,4	19,0	19,1	19,7	20,8	21,4	21,6	21,6	21,2	20,5	20,1	19,7	20,3
CAJABAMBA	22,5	21,9	21,7	22,1	22,8	22,8	23,1	23,5	23,9	23,5	23,2	22,7	22,8
TOTAL	21,8	21,5	21,5	21,9	22,2	22,0	22,1	22,7	22,9	22,8	22,8	22,2	22,2

En la figura N° 07 se observa que la temperatura máxima media anual presentó poca variabilidad desde 1987 hasta el 2011 en San Ignacio; sin embargo, desde el 2012 en adelante se nota mayor variabilidad con respecto al valor normal. La temperatura máxima media anual oscila desde 25,9 °C en el 2014 hasta 27,8 °C en 1998. Asimismo, los valores promedios extremos variaron desde 24,2 en 1990 hasta 31,1 °C en el 2010. En la figura N° 08 se nota que las anomalías de la temperatura máxima media anual fluctúan desde -0,6 °C en el 2012 hasta +0,6 °C en 1998.

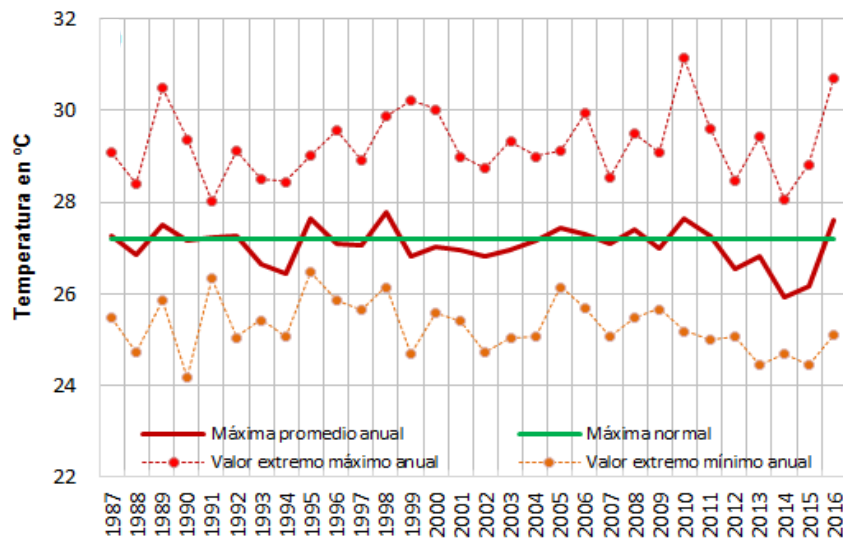


Figura N° 07 Temperatura máxima media anual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.

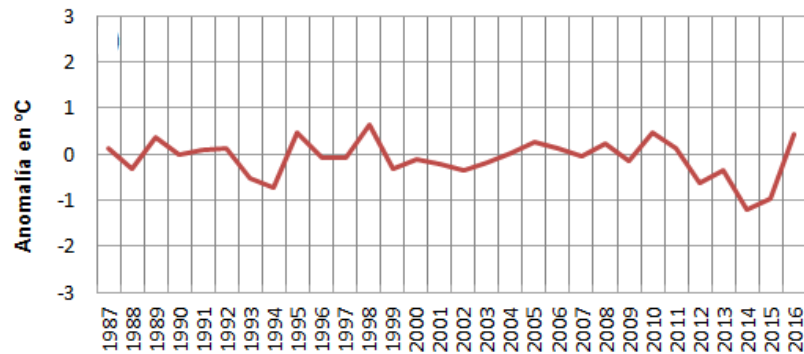


Figura N° 08 Anomalías de la temperatura máxima media anual. Correspondientes a la estación CO-San Ignacio, durante el período 1987 – 2016.

En la figura N° 09 se aprecia que la temperatura máxima media mensual de los años 1987-2016 en San Ignacio oscila desde 25,8 °C en junio y julio hasta 28,8 °C en noviembre; asimismo, se aprecia que los valores promedios extremos van desde un mínimo de 24,2 °C en junio hasta un máximo de 31,1 °C en octubre. En la figura N°10 se nota que las anomalías de la temperatura máxima media mensual fluctúa desde, 1,4 °C en junio y julio hasta +1,6 °C en noviembre.

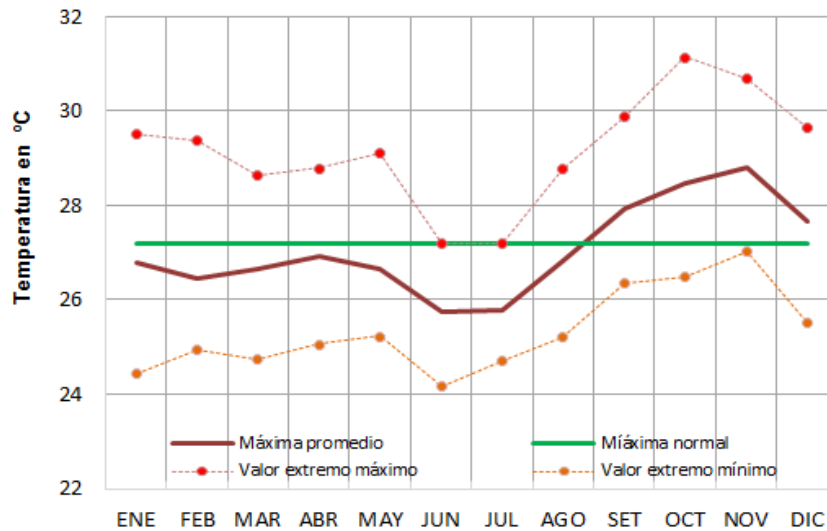


Figura N° 09 Temperatura máxima media mensual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.

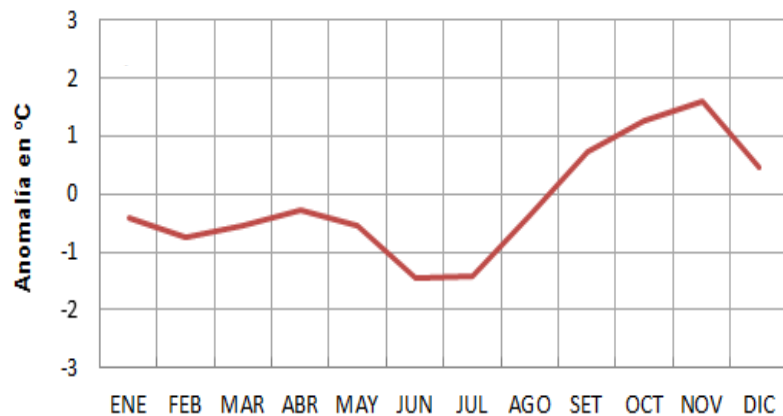


Figura N° 10 Anomalías de la temperatura máxima media mensual. Correspondientes a la estación CO-San Ignacio, durante el período 1987 – 2016.

En la figura N°11 se observa que la temperatura mínima media anual en San Ignacio oscila desde 15,2 °C en 1989 hasta 17,8 °C en el 2016. De igual manera, los valores promedios extremos van desde 13,3 °C en julio de 1996, hasta 19,2 °C en enero del 2016. En la figura N°12 se nota que las anomalías de la temperatura media mensual va desde -0,2 °C en 1989 hasta +2,4 °C en el 2016.

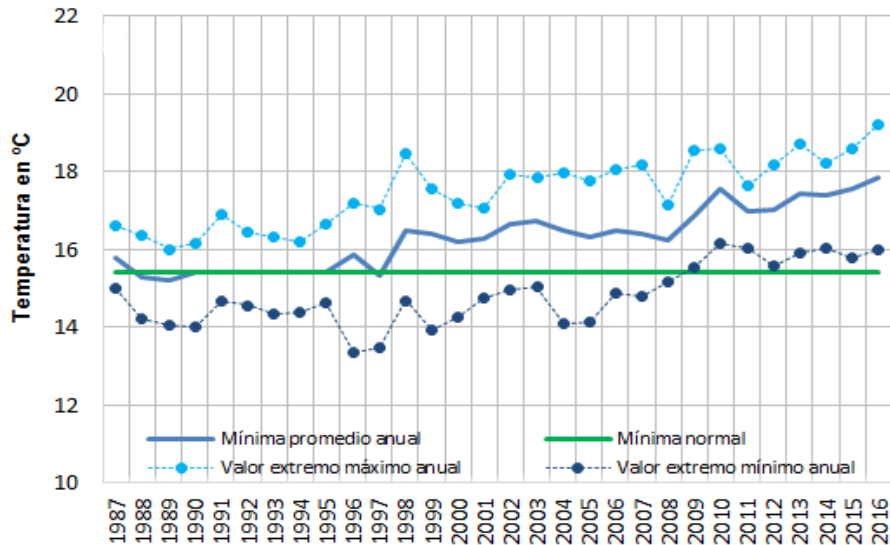


Figura N° 11 Temperatura mínima media anual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.

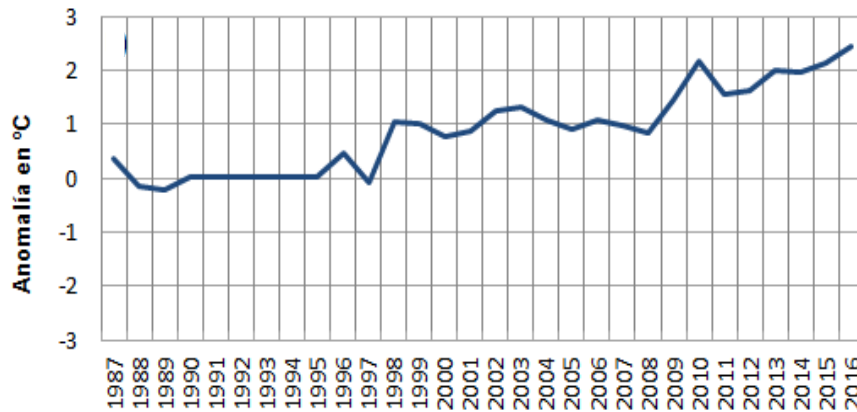


Figura N° 12 Anomalías de la temperatura mínima media anual. Correspondientes a la estación CO-San Ignacio, durante el período 1987 – 2016.

En la figura N°13 se aprecia que la temperatura mínima media mensual de los años 1987-2016 en San Ignacio, durante un ciclo anual, fluctúa desde 15,1 °C en agosto, hasta 17,0 °C en marzo; asimismo, se aprecia que los valores promedios extremos van desde un mínimo de 13,3 °C en julio de 1996, hasta un máximo de 19,2 °C en enero del 2016. En la figura N°14 se nota que las anomalías de la temperatura mínima media mensual oscila desde -0,3 en agosto, hasta +1,6 °C en marzo.

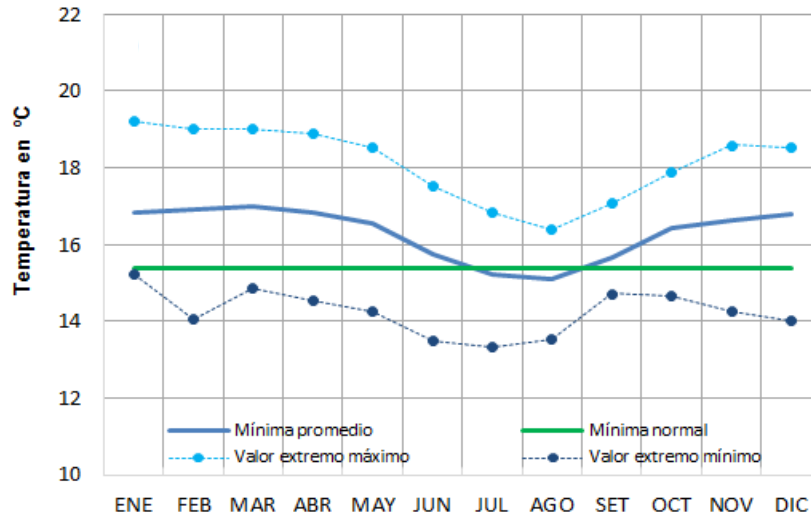


Figura N° 13 Temperatura mínima media mensual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.

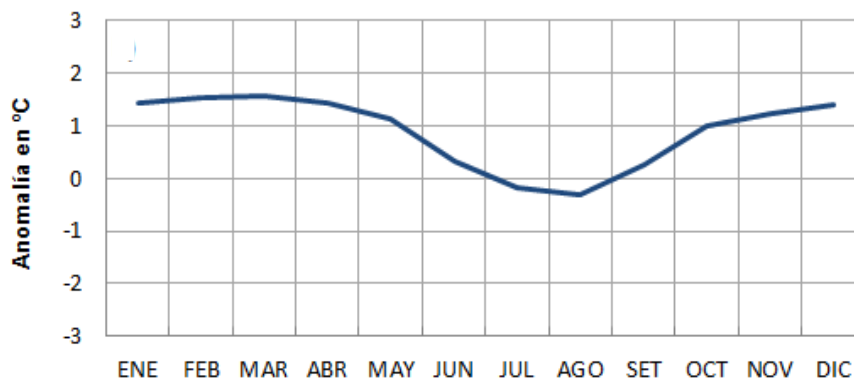


Figura N° 14 Anomalías de la temperatura mínima media mensual. Correspondientes a la estación CO-San Ignacio, durante el período 1987 – 2016.

En la figura N° 15 se aprecia que la temperatura máxima media anual en Jaén, oscila desde 30,2 °C en el 2000 hasta 32,6 °C en 1998. Asimismo, los valores promedios extremos fluctuaron desde 28,4 °C en el 2000, hasta 34,8 °C en 1998. En la figura N° 16 se observa que las anomalías de la temperatura máxima media anual varían desde -1,2 °C en el 2000 hasta +1,2 °C en 1998.

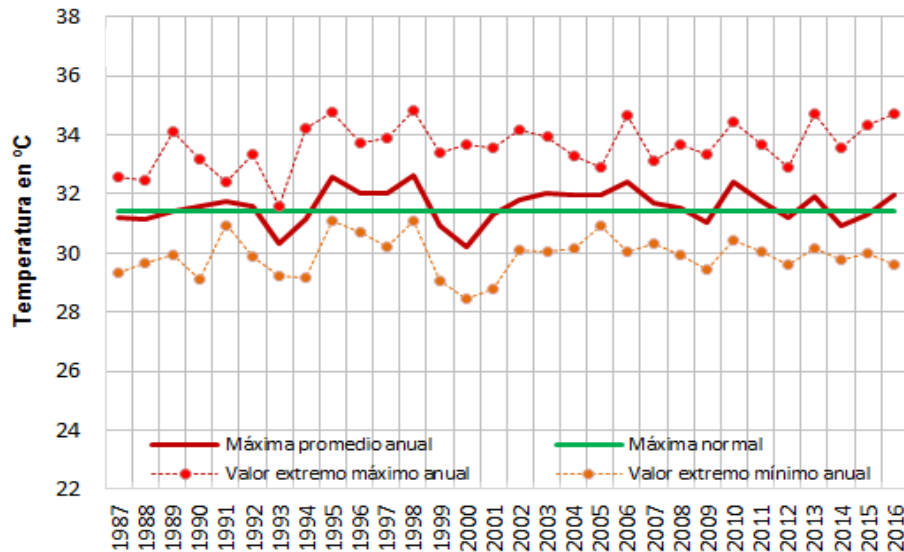


Figura N° 15 Temperatura máxima media anual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.

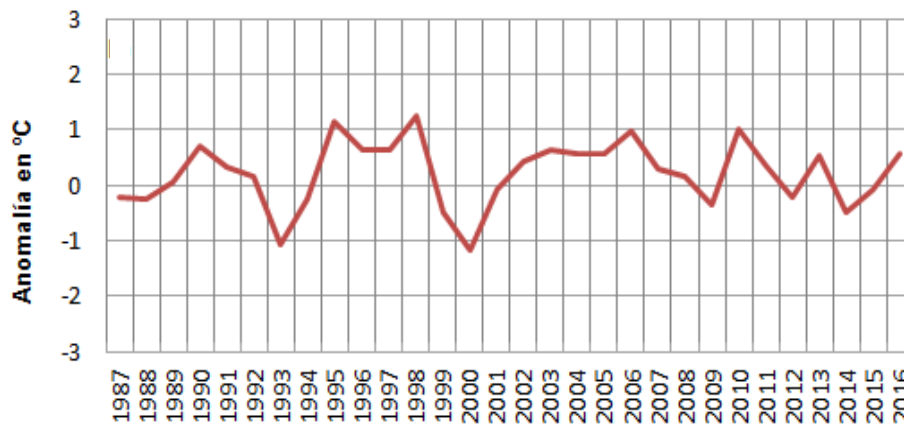


Figura N° 16 Anomalías de la temperatura máxima media anual. Correspondientes a la estación CP-Jaén, durante el período 1987 – 2016.

En la figura N° 17 se observa que en Jaén la temperatura máxima media mensual de los años 1987-2016, durante un período anual, fluctúa desde 30,5 °C en julio hasta 32,9 °C en noviembre; asimismo, se aprecia que los valores promedios extremos oscilan desde 28,4 °C en julio del 2000, hasta 34,8 °C en agosto de 1995. En la figura N° 18 se nota que las anomalías de la temperatura máxima media mensual varían desde -0,9 °C en junio y julio hasta +1,5 °C en noviembre.

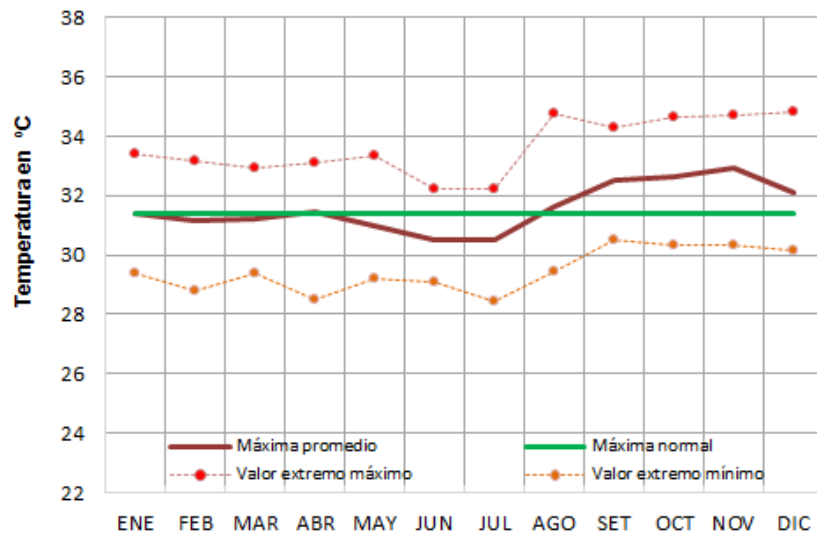


Figura N° 17 Temperatura máxima media mensual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.

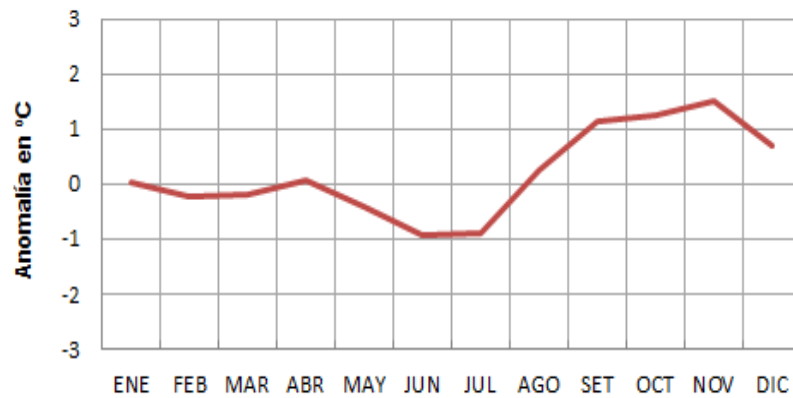


Figura N° 18 Anomalías de la temperatura máxima media mensual. Correspondientes a la estación CP-Jaén, durante el período 1987 – 2016.

En la figura N° 19 se observa que en Jaén la temperatura mínima media anual oscila desde un valor de 19,0 °C en 1992 hasta 21,3 °C en el 2003. Asimismo, los valores promedios extremos van desde 17,6 °C en julio de 1992, hasta 22,9 °C en diciembre del 2016. En la figura N° 20 se nota que las anomalías de la temperatura mínima media anual fluctúan desde un valor mínimo de -1,5 °C en 1992, hasta +0,8 °C en 1998, 2002 y 2003.

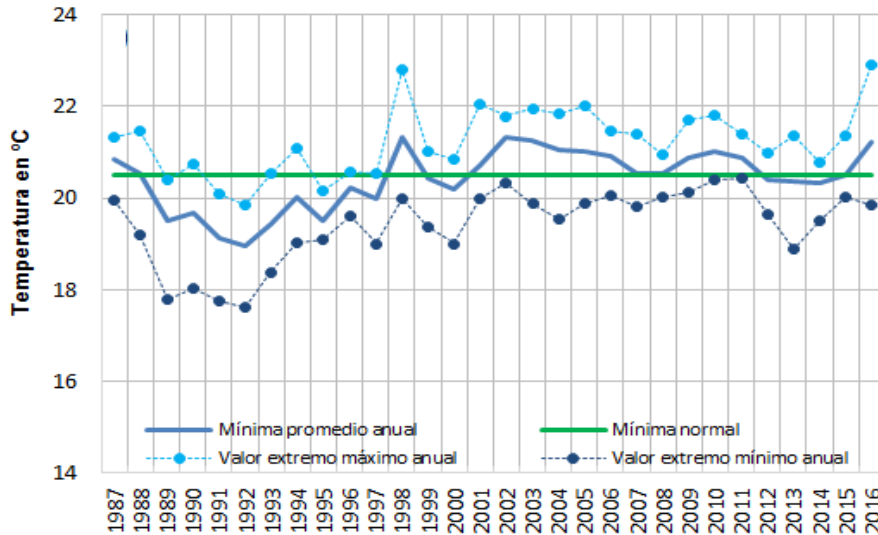


Figura N° 19 Temperatura mínima media anual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.

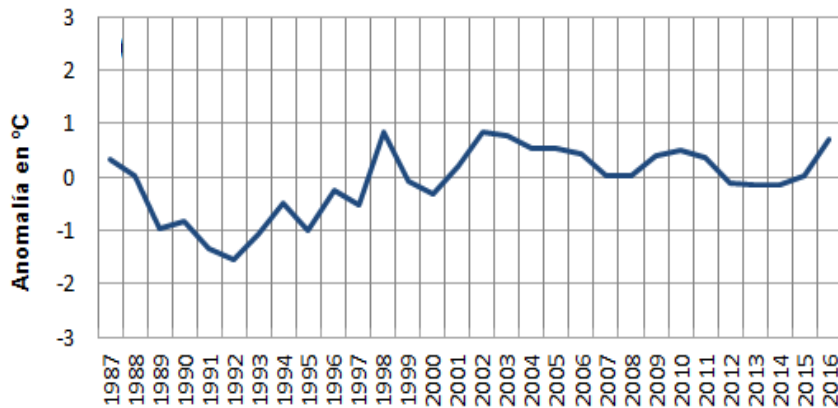


Figura N° 20 Anomalías de la temperatura mínima media anual. Correspondientes a la estación CP-Jaén, durante el período 1987 – 2016.

En la figura N°21 se aprecia que en Jaén la temperatura mínima media mensual de los años 1987-2016, oscila desde 19,6 °C en julio hasta 20,8 °C en marzo y abril; asimismo, los valores promedios extremos van desde un valor mínimo de 17,6 °C en julio de 1992, hasta un valor extremo máximo de 22,9 °C en diciembre del 2016. En la figura N° 22 se nota que las anomalías de la temperatura mínima media mensual varían desde -0,9 °C en julio hasta +0,3 °C en marzo y abril.

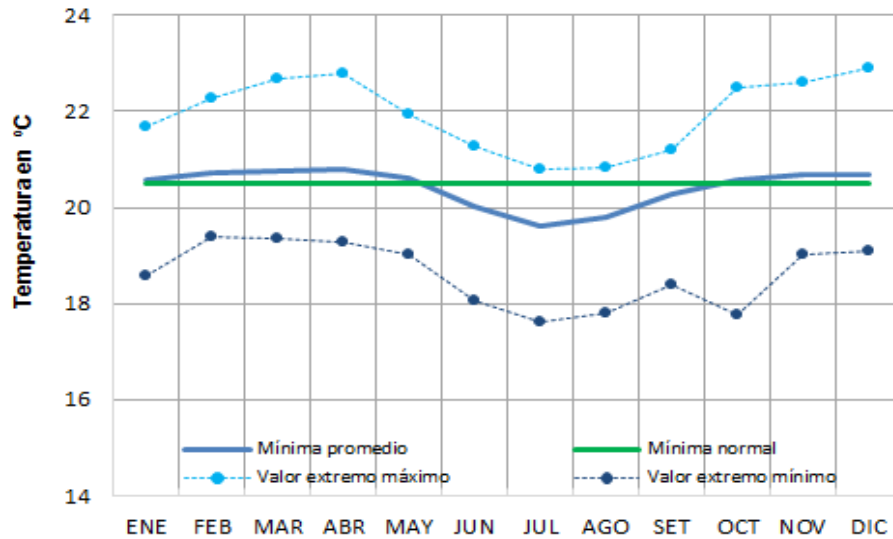


Figura N° 21 Temperatura mínima media mensual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.

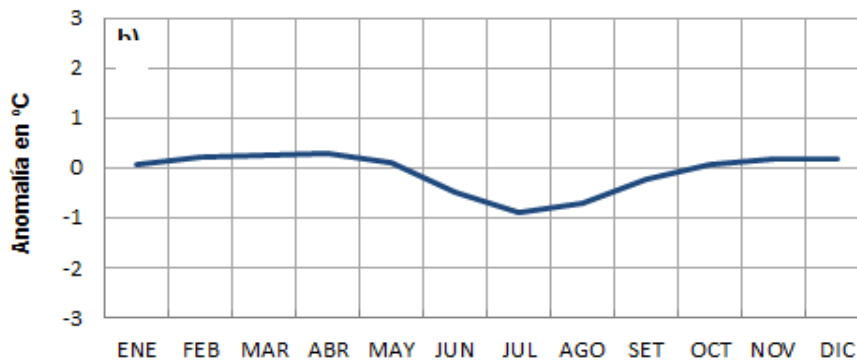


Figura N° 22 Anomalías de la temperatura mínima media mensual. Correspondientes a la estación CP-Jaén, durante el período 1987 – 2016.

En la figura N° 23 se observa que en Cutervo la temperatura máxima media anual varía desde un valor de 16,6 °C en el 2007 hasta 18,9 °C en 1991. Asimismo, los valores promedios extremos oscilan desde un valor mínimo de 15,3 en julio del 2006, hasta un valor máximo de 21,5 °C en noviembre del 2016. En la figura N° 24 se observa que las anomalías de la temperatura máxima media anual fluctúan desde -1,3 °C en el 2007, hasta +1,1 °C en 1991 y 1998.

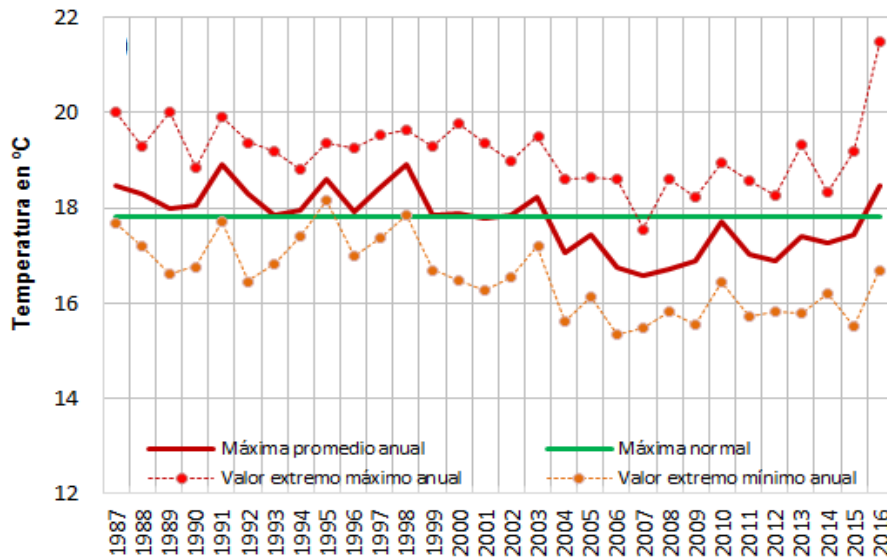


Figura N° 23 Temperatura máxima media anual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.

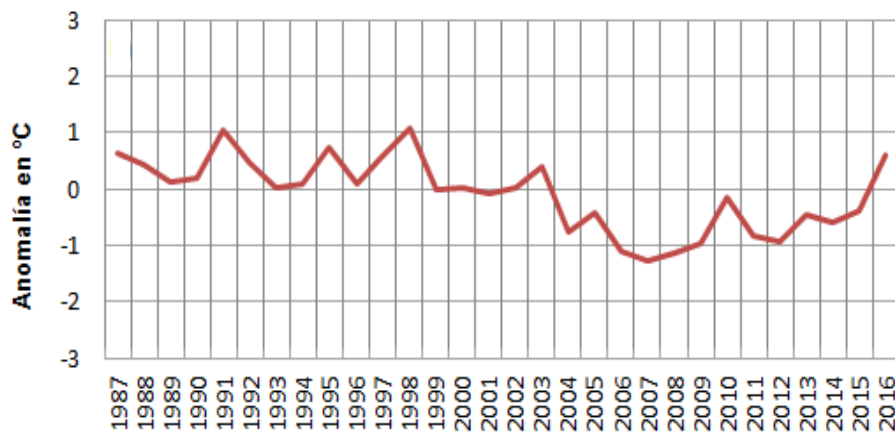


Figura N° 24 Anomalías de la temperatura máxima media anual. Correspondientes a la estación CO-Cutervo, durante el período 1987 – 2016.

En la figura N° 25 se observa que en Cutervo la temperatura máxima media mensual de los años 1987-2016, durante un período anual, oscila desde un valor de 16,8 °C en julio hasta un valor de 18,8 °C en noviembre; asimismo, se aprecia que los valores promedios extremos varían desde un mínimo de 15,3 °C en julio del 2006, hasta un máximo de 21,5 °C en noviembre del 2016. En la figura N° 26 se nota que las anomalías de la temperatura media mensual varían desde -1,0 °C en julio, hasta +1,0 °C en noviembre.

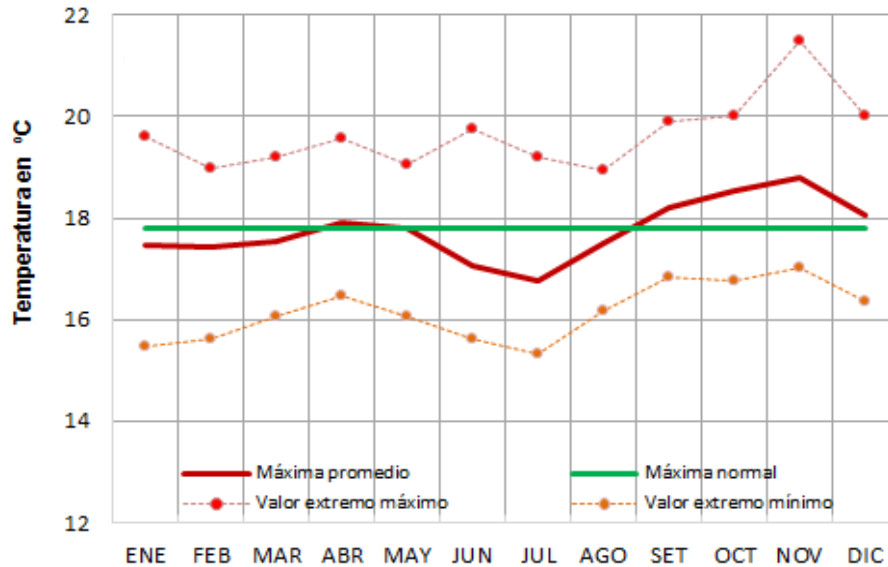


Figura N° 25 Temperatura máxima media mensual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.

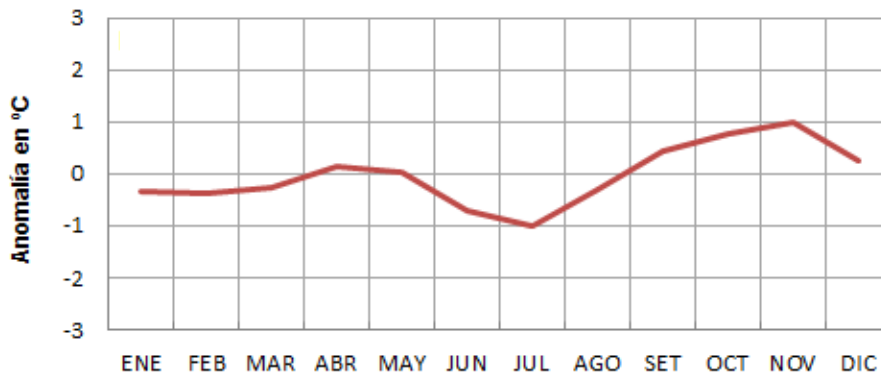


Figura N° 26 Anomalías de la temperatura máxima media mensual. Correspondientes a la estación CO-Cutervo, durante el período 1987 – 2016.

En la figura N° 27 se observa que la temperatura mínima media anual tiene escasa variación con respecto al valor normal anual en Cutervo. De acuerdo a este comportamiento, la temperatura mínima media anual osciló desde 9,1 °C en 1989 hasta 10,5 °C en 1998. Asimismo, los valores promedios extremos fluctuaron desde 7,3 °C en diciembre de 1988, hasta 12,1 °C en marzo y abril de 1998. En la figura N° 28 se nota que las anomalías de la temperatura mínima media anual van desde un valor mínimo de -0,6 °C en 1989, hasta +0,8 °C en 1998.

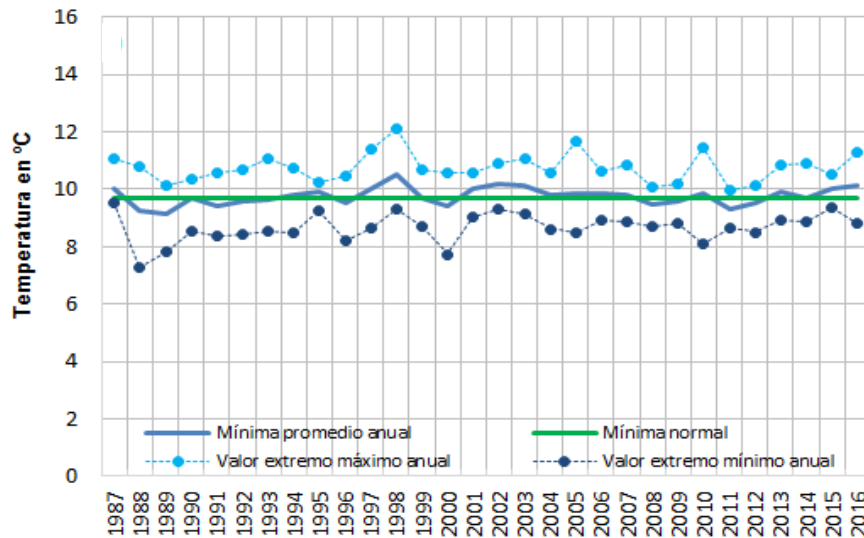


Figura N° 27 Temperatura mínima media anual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.

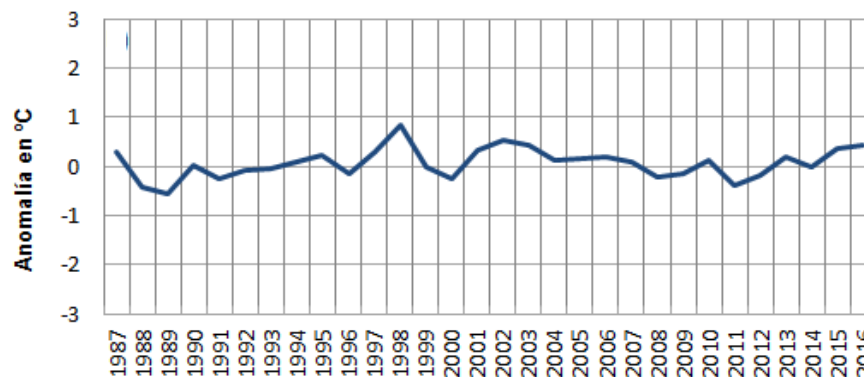


Figura N° 28 Anomalías de la temperatura mínima media anual. Correspondientes a la estación CO-Cutervo, durante el período 1987 – 2016.

En la figura N° 29 se contempla que la temperatura mínima media mensual de los años 1987-2016 en Cutervo, varían desde 9,0 °C en julio hasta 10,5 °C en abril; asimismo, los valores promedios extremos fluctúan desde un valor mínimo de 7,3 °C en diciembre de 1988, hasta un valor máximo de 12,1 °C en marzo y abril de 1998. En la figura N° 30 se observa que las anomalías de la temperatura mínima media mensual oscilan desde -0,7 °C en julio, hasta +0,8 °C en abril.

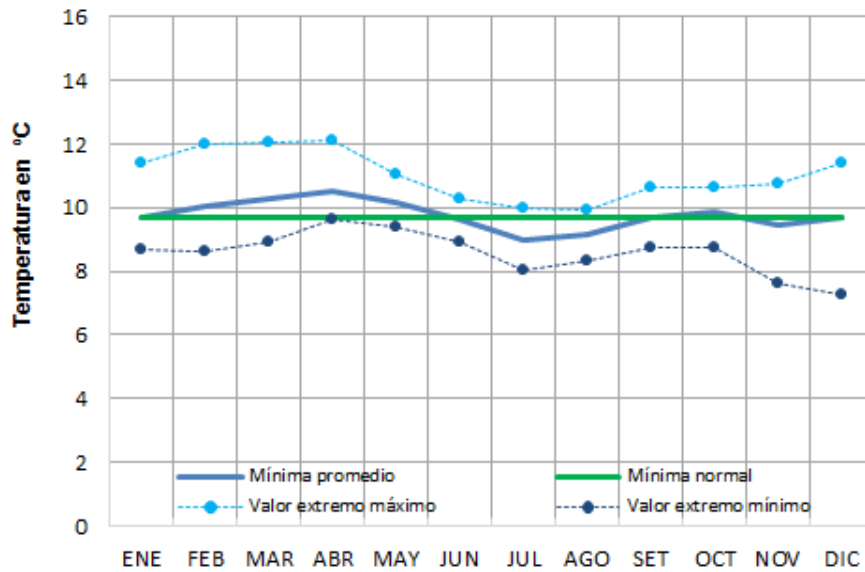


Figura N° 29 Temperatura mínima media mensual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.

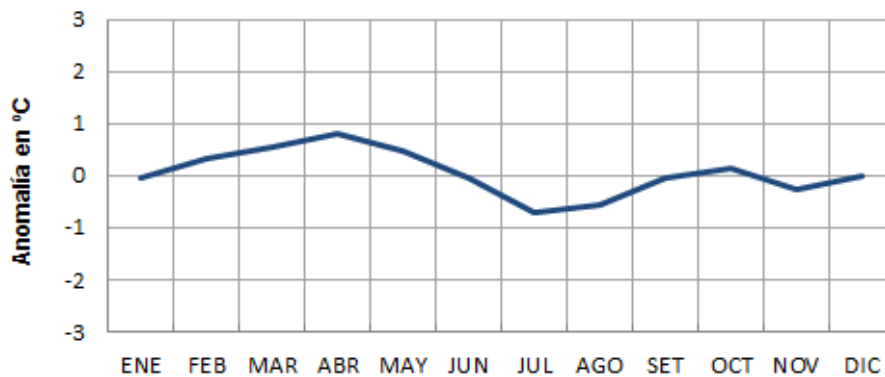


Figura N° 30 Anomalías de la temperatura mínima media mensual. Correspondientes a la estación CO-Cutervo, durante el período 1987 – 2016.

En la figura N° 31 se ve que en Chota la temperatura máxima media anual, tiene poca variación con respecto a la normal anual desde 1993 hasta el 2014; sin embargo, desde el 2015 en adelante, la variabilidad se incrementa. De acuerdo a esto, la temperatura máxima media anual fluctúa desde 19,8 °C en el 1999 hasta 22,9 °C en el 2016. Además, los valores promedios extremos oscilan desde 18,3 °C en enero del 2001, hasta 24,6 °C en noviembre del 2016. En la figura N° 32 se observa que las anomalías de la temperatura máxima media anual van desde un valor mínimo de -0,8 en 1999, hasta un valor máximo de +2,2 °C en el 2016.

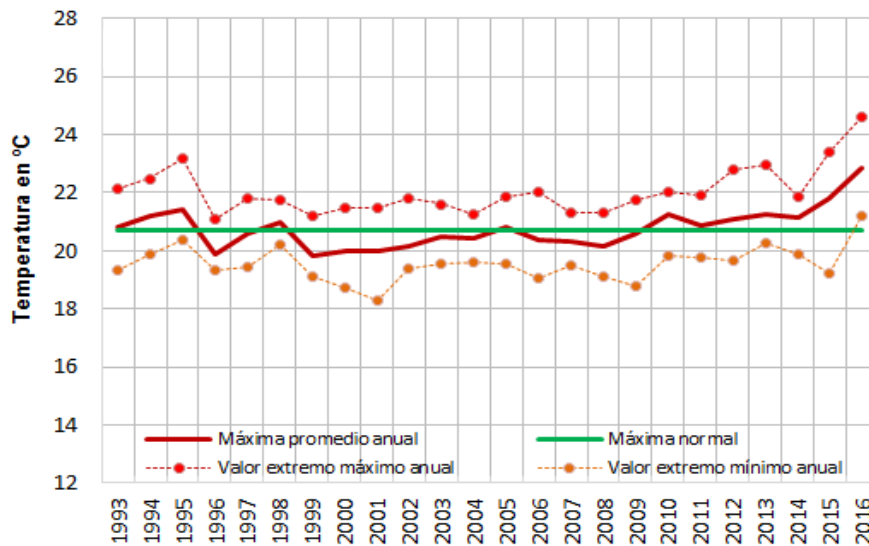


Figura N° 31 Temperatura máxima media anual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.

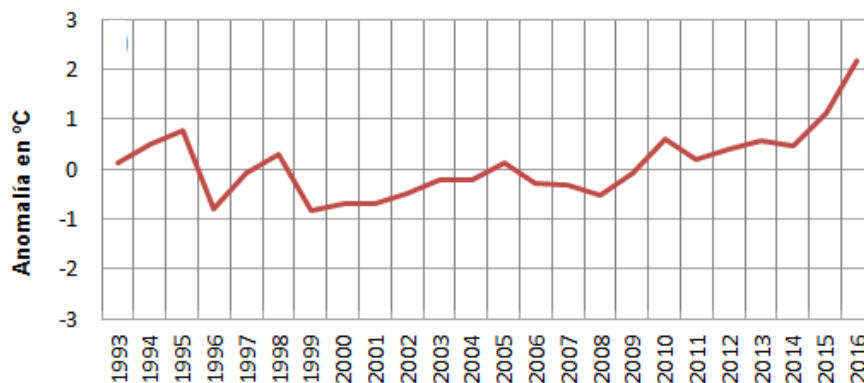


Figura N° 32 Anomalías de la temperatura máxima media anual. Correspondientes a la estación CO-Chota, durante el período 1993 – 2016.

En la figura N° 33 se muestra que en Chota la temperatura máxima media mensual de los años 1993-2016, durante un período anual, oscila desde 20,0 °C en marzo hasta 21,6 °C en setiembre; asimismo, los valores promedios extremos van desde un mínimo de 18,3 °C en enero del 2001, hasta un máximo de 24,6 °C en noviembre del 2016. En la figura N° 34 se evidencia que las anomalías de la temperatura máxima media mensual varían desde -0,7 °C en marzo, hasta +0,9 °C en setiembre.

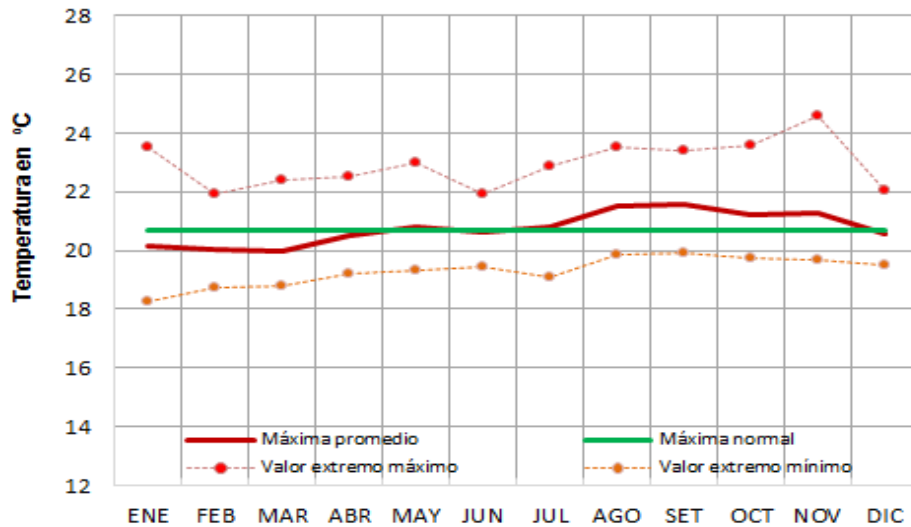


Figura N° 33 Temperatura máxima media mensual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.

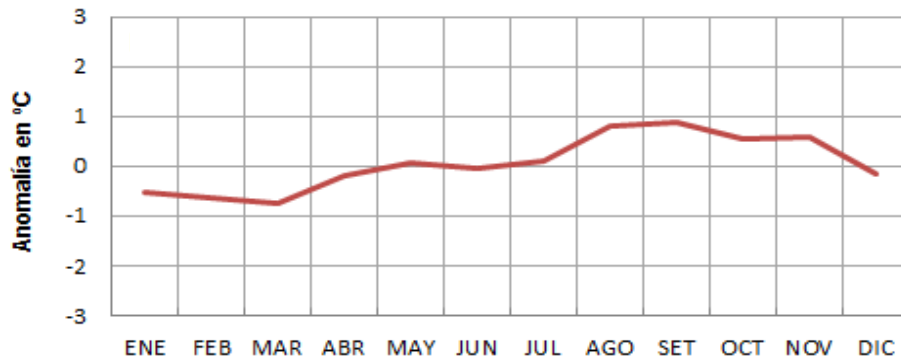


Figura N° 34 Anomalías de la temperatura máxima media mensual. Correspondientes a la estación CO-Chota, durante el período 1993 – 2016.

En la figura N° 35 se observa que en Chota, la temperatura mínima media anual oscila desde 6,4 °C en el 2001 hasta 11,0 °C en el 2016. Asimismo, los valores promedios extremos fluctuaron desde 5,2 °C en junio del 2001, hasta 13,9 °C en marzo de 1998. En la figura N° 36 se nota que las anomalías de la temperatura mínima media anual varían desde -2,9 °C en el 2001, hasta +1,6 °C en el 2016.

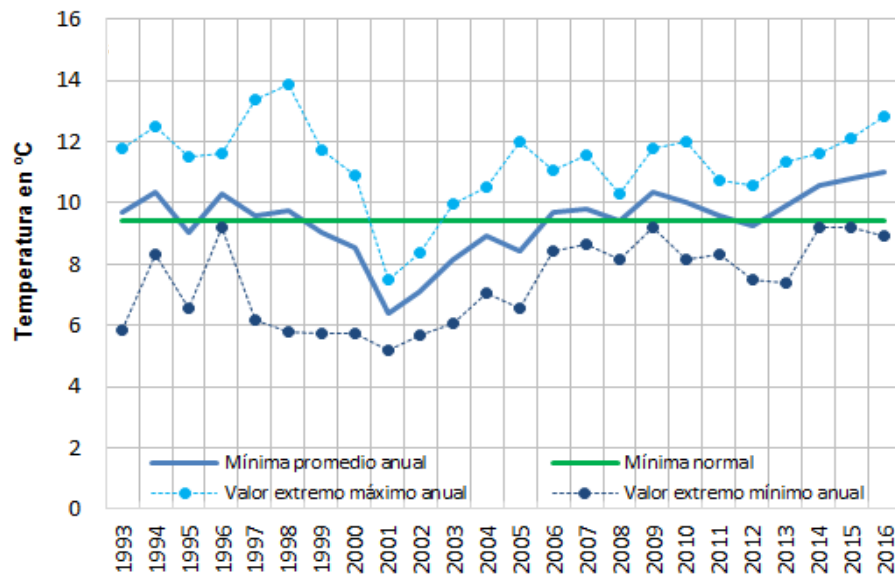


Figura N° 35 Temperatura mínima media anual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.

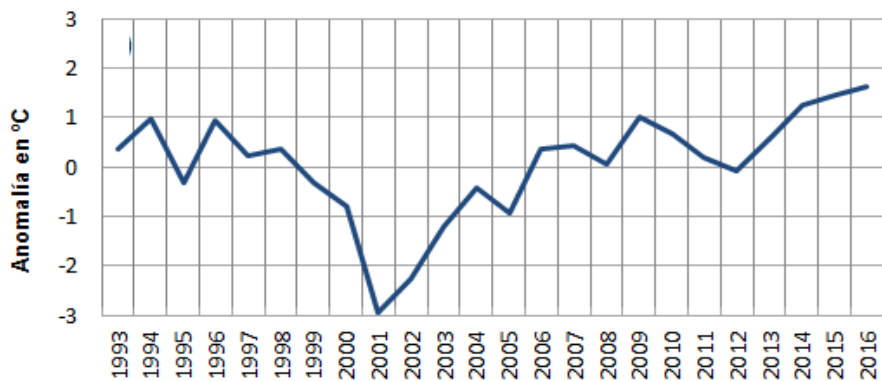


Figura N° 36 Anomalías de la temperatura mínima media anual. Correspondientes a la estación CO-Chota, durante el periodo 1993 – 2016.

En la figura N° 37 se muestra que la temperatura mínima media mensual de los años 1993-2016 en Chota, oscila desde 7,7 °C en julio hasta 10,4 °C en febrero. Además, los valores promedios extremos van desde un valor mínimo de 5,2 °C en junio del 2001, hasta un valor máximo de 13,9 °C en marzo de 1998. En la figura N° 38 se observa que las anomalías de la temperatura mínima media mensual, varían -1,7 °C en julio, hasta +1,0 °C en febrero.

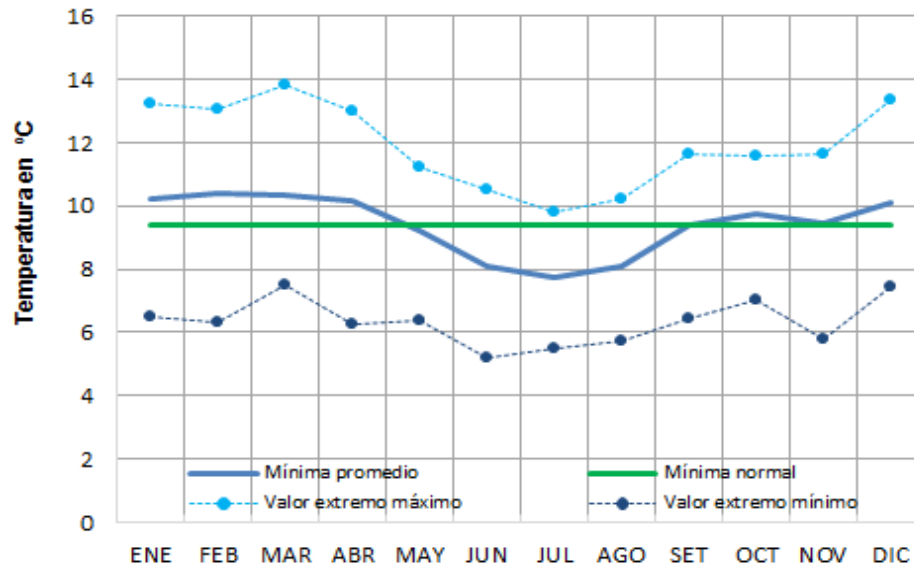


Figura N° 37 Temperatura mínima media mensual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.

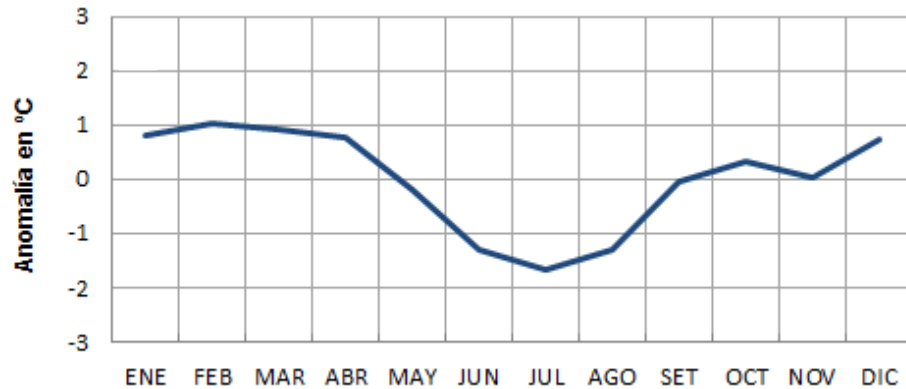


Figura N° 38 Anomalías de la temperatura mínima media mensual. Correspondientes a la estación CO-Chota, durante el período 1993 – 2016.

En la figura N° 39 se muestra que la temperatura máxima media anual en Santa Cruz varía desde 22,3 °C en 1999 hasta 24,0 °C en 1987. Asimismo, los valores promedios extremos oscilaron desde 20,9 °C en febrero de 1994, hasta 25,5 °C en setiembre de 1997. En la figura N° 40 se aprecia que las anomalías de la temperatura máxima media anual fluctúan desde -0,8 °C en 1999, hasta +0,8 °C en 1987.

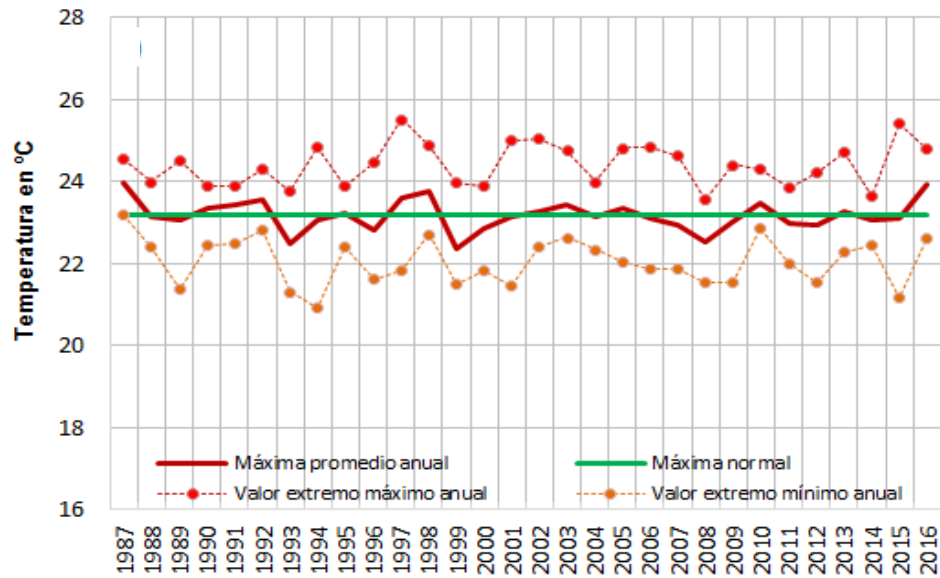


Figura N° 39 Temperatura máxima media anual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.

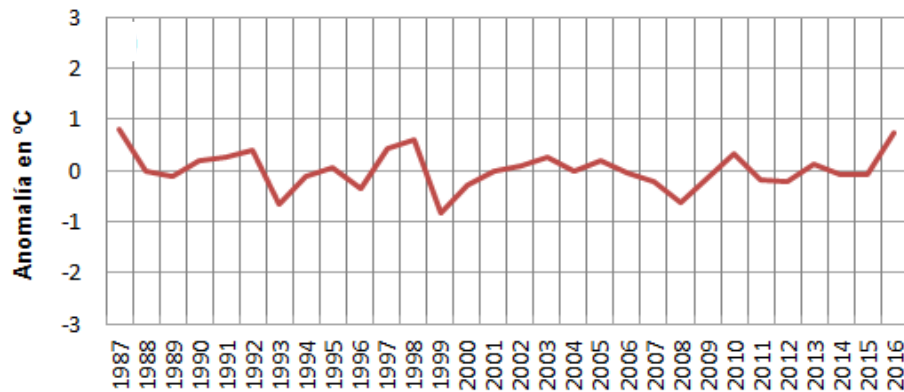


Figura N° 40 Anomalías de la temperatura máxima media anual. Correspondientes a la estación CO-Santa Cruz, durante el período 1987 – 2016.

En la figura N° 41 se muestra el comportamiento de la temperatura máxima media mensual de los años 1987-2016 en Santa Cruz, donde se observa que la temperatura máxima media mensual, durante un período anual, oscila desde 22,5 °C en febrero hasta un valor de 24,2 °C en setiembre; asimismo, se observa que los valores promedios extremos van desde 20,9 °C en febrero de 1994, hasta 25,0 °C en diciembre del 2001. En la figura N° 42 se aprecia que las anomalías de la temperatura máxima media mensual varían desde -0,7 °C en febrero, hasta +1,0 °C en setiembre.

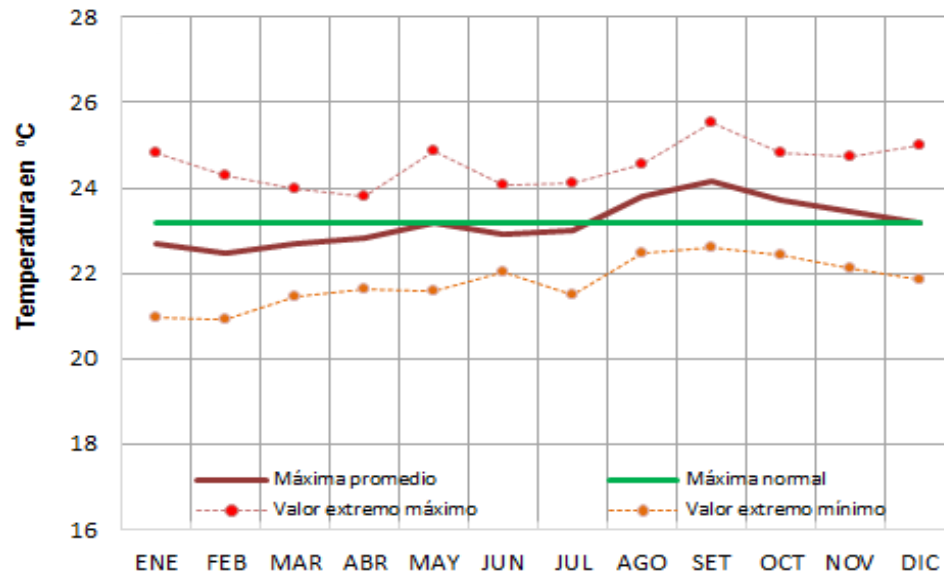


Figura N° 41 Temperatura máxima media mensual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.

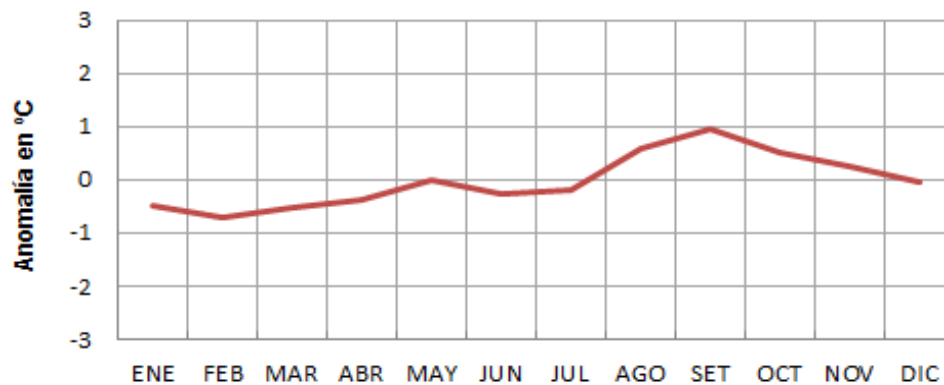


Figura N° 42 Anomalías de la temperatura máxima media mensual. Correspondientes a la estación CO-Santa Cruz, durante el período 1987 – 2016.

En la figura N° 43 se observa que en Santa Cruz, la temperatura mínima media anual oscila desde 10,8 °C en el 1989, hasta 12,5 °C en el 2015. Asimismo, los valores promedios extremos van desde 7,4 °C en noviembre del 2000 hasta 15,7 °C en mayo de 1998. En la figura N° 44 se muestra que las anomalías de la temperatura mínima media anual fluctuaron desde -0,9 ° en 1989 hasta +0,8 °C en el 2015.

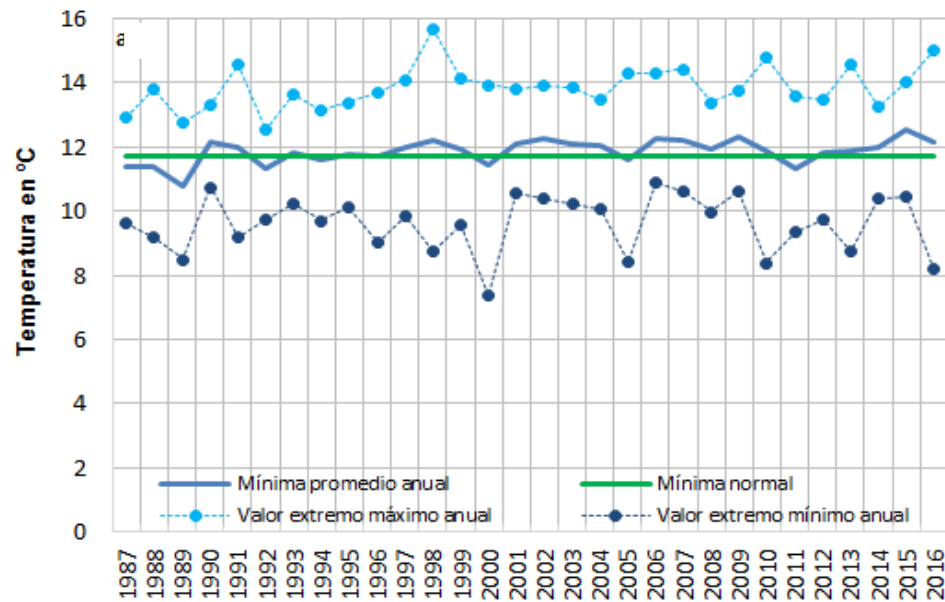


Figura N° 43 Temperatura mínima media anual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.

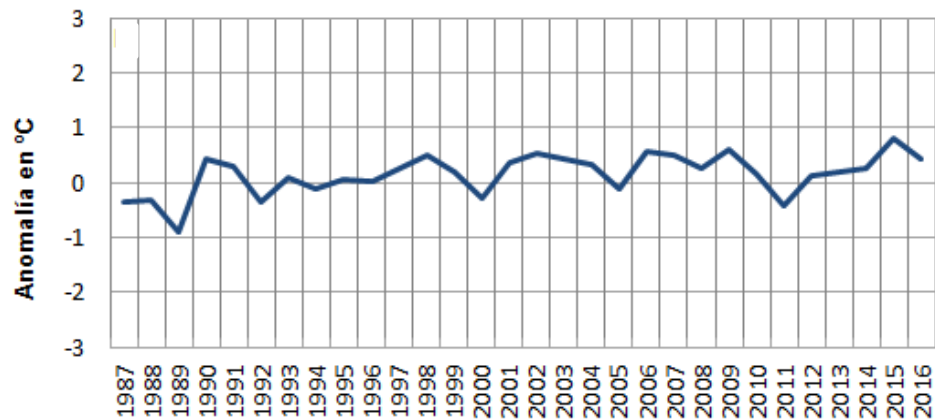


Figura N° 44 Anomalías de la temperatura mínima media anual. Correspondientes a la estación CO-Santa Cruz, durante el período 1987 – 2016.

En la figura N° 45 se observa que en Santa Cruz la temperatura mínima media mensual de los años 1987-2016 oscila desde 10,4 °C en julio, hasta 12,6 °C en enero; también se aprecia un valor promedio extremo mínimo de 7,4 °C en noviembre y un valor promedio extremo máximo de 15,7 °C en mayo. En la figura N° 46 se muestra que las anomalías de la temperatura mínima media mensual varían desde un valor mínimo de -1,3 °C en julio hasta un valor máximo de +1,5 °C en febrero y marzo.

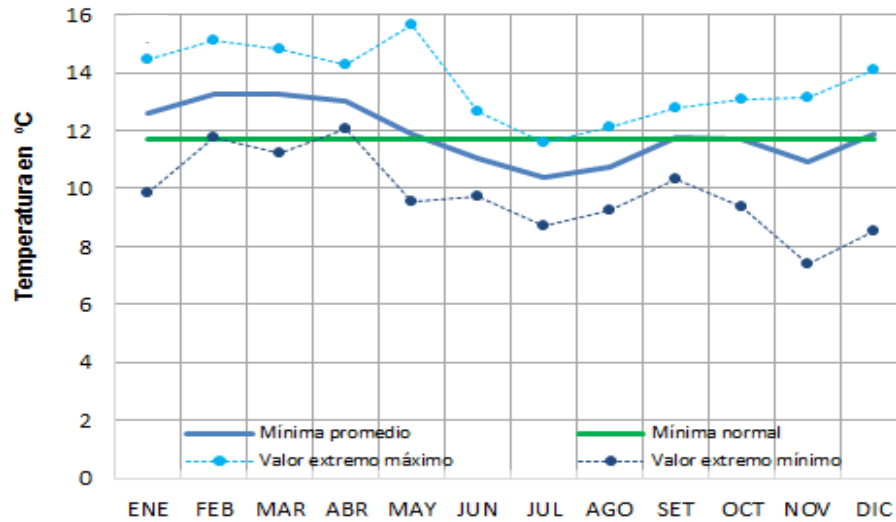


Figura N° 45 Temperatura mínima media mensual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.

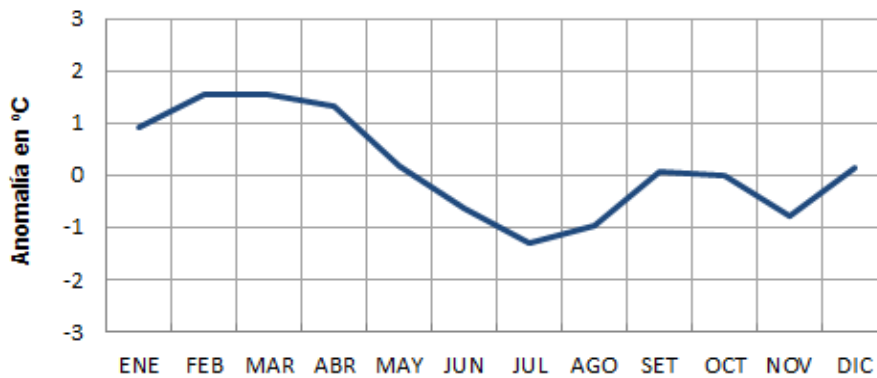


Figura N° 46 Anomalías de la temperatura mínima media mensual. Correspondientes a la estación CO-Santa Cruz, durante el período 1987 – 2016.

En la figura N°47 se observa que en Bambamarca (Hualgayoc) la temperatura máxima media anual varía desde 19,2 °C en 1989, hasta 22,0 °C en el 2016. Los valores promedios extremos oscilaron desde 17,6 °C en enero y febrero de 1989, hasta 24,0 °C en noviembre del 2016. En la figura N° 48 se ve que las anomalías de temperatura máxima media anual fluctúan desde un valor mínimo de -0,9 °C en 1989, hasta un valor máximo de +1,8 °C en el 2016.

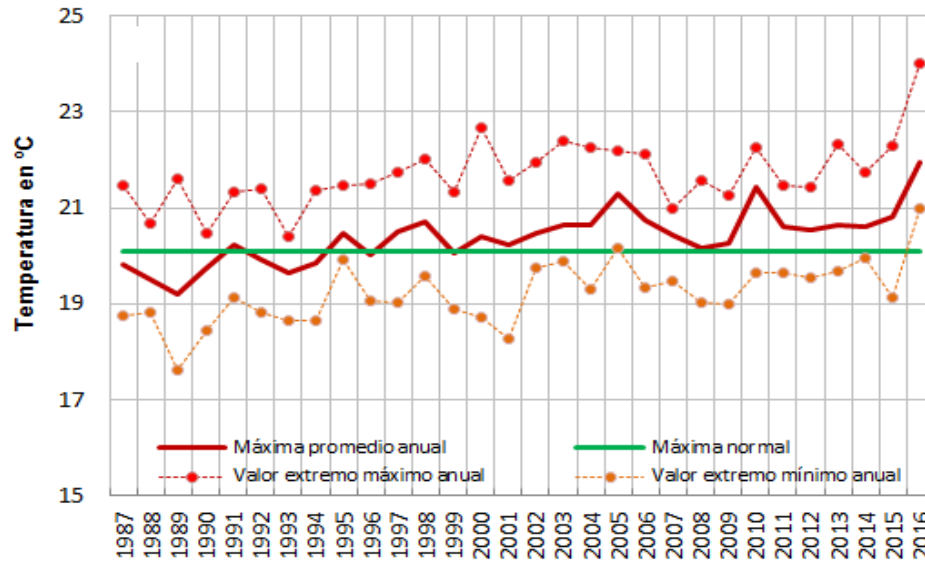


Figura N° 47 Temperatura máxima media anual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.

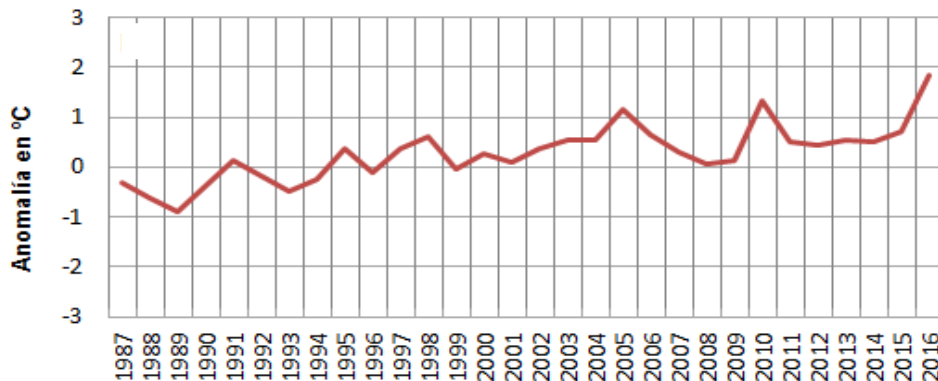


Figura N° 48 Anomalías de la temperatura máxima media anual. Correspondientes a la estación CP-Bambamarca, durante el período 1987 – 2016.

En la figura N° 49 se observa que en Bambamarca (Hualgayoc) la temperatura máxima media mensual del período 1987-2016, oscila desde 19,8 °C en enero, febrero y marzo hasta 21,0 °C en setiembre y noviembre. Además los valores promedios extremos fluctúan desde un valor mínimo de 17,6 °C en enero y febrero de 1989, hasta un valor máximo de 24,0 °C en noviembre del 2016. En la figura N° 50 se nota que las anomalías de la temperatura media mensual fluctúan desde un valor mínimo de -0,3 °C en enero, febrero y marzo, hasta un valor de +0,9 °C en setiembre y noviembre.

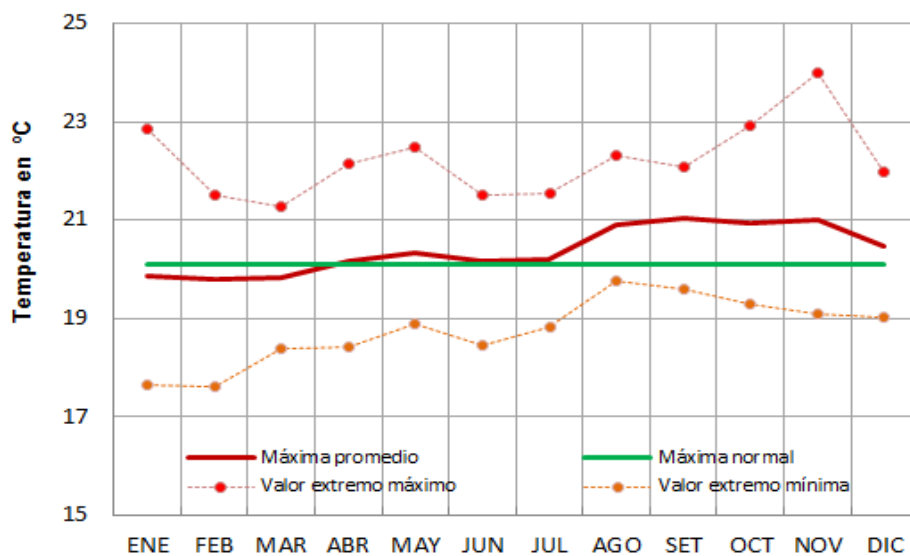


Figura N° 49 Temperatura máxima media mensual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.

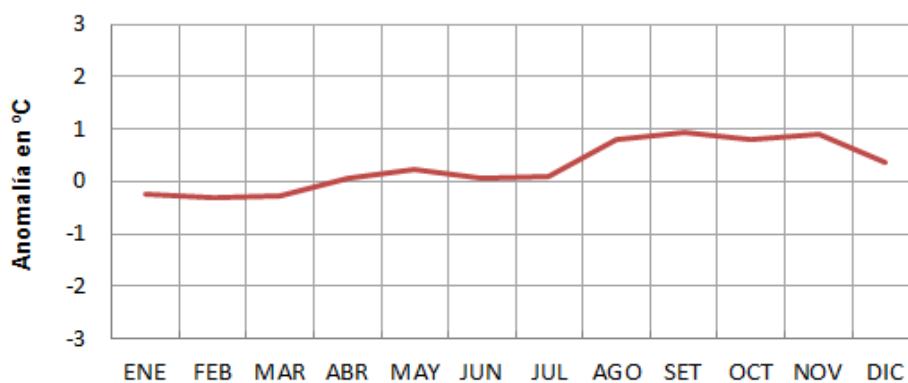


Figura N° 50 Anomalías de la temperatura máxima media mensual. Correspondientes a la estación CP-Bambamarca, durante el período 1987 – 2016.

En la figura N° 51 se observa que en Bambamarca (Hualgayoc) la temperatura mínima media anual del período 1987-2016, oscila desde 9,6 °C en 1989 hasta 11,5 °C en el 2015. Además los valores promedios extremos fluctúan desde 5,9 °C en noviembre del 2000, hasta 13,6 °C en febrero del 2016. En la figura N° 52 se muestra que las anomalías de la temperatura mínima media anual oscilan desde un valor mínimo de +0,1 °C en 1989 hasta un valor máximo de +1,9 °C en el 2015.

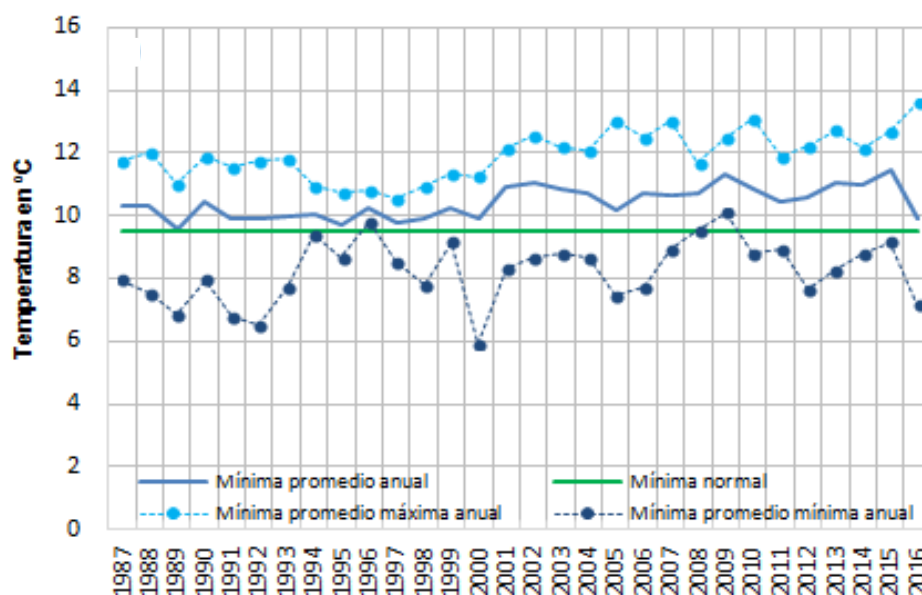


Figura N° 51 Temperatura mínima media anual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.

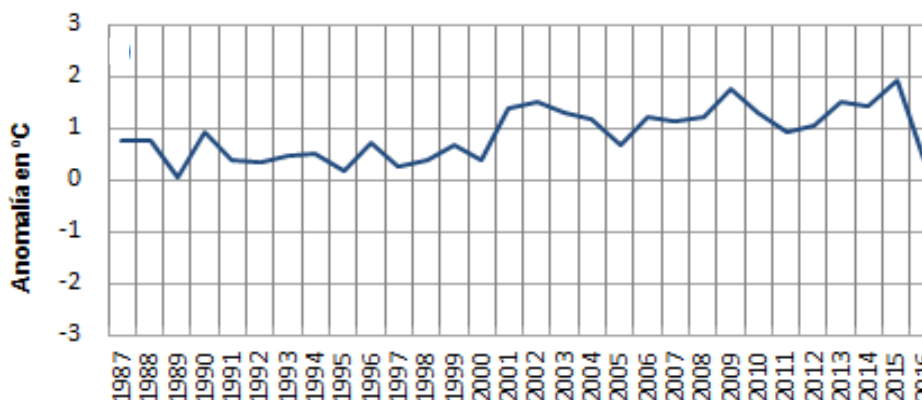


Figura N° 52 Anomalías de la temperatura mínima media anual. Correspondientes a la estación CP-Bambamarca, durante el período 1987 – 2016.

En la figura N° 53 se observa que en Bambamarca (Hualgayoc) la temperatura mínima media mensual del período 1987-2016, oscila desde 8,8 °C en julio, hasta 11,3 °C en febrero, marzo y abril. Asimismo, los valores promedios extremos fluctúan desde un valor mínimo de 5,9 °C en noviembre del 2000, hasta un valor máximo de 13,6 °C en febrero del 2016. En la figura N° 54 se muestra que las anomalías de la temperatura mínima media mensual oscilan desde un valor mínimo de -0,7 °C en julio hasta un valor máximo de +1,8 °C en febrero, marzo y abril.

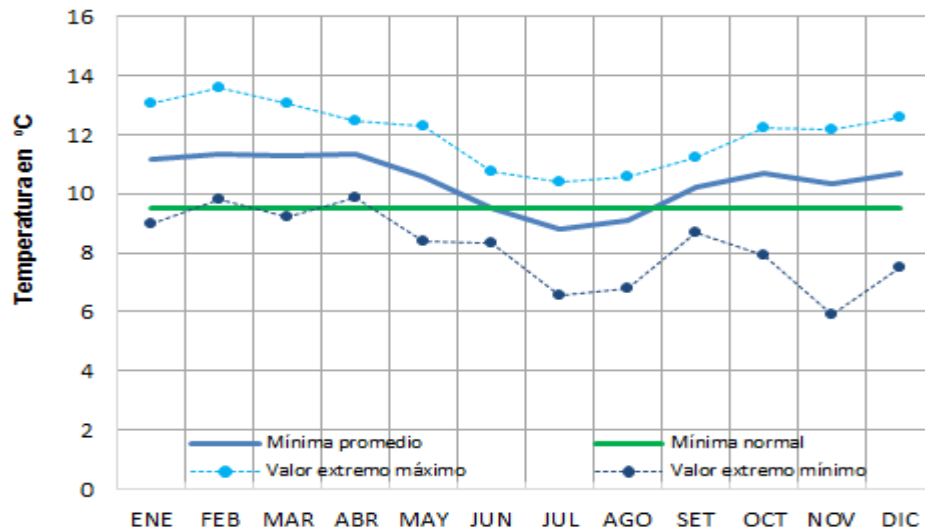


Figura N° 53 Temperatura mínima media mensual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.

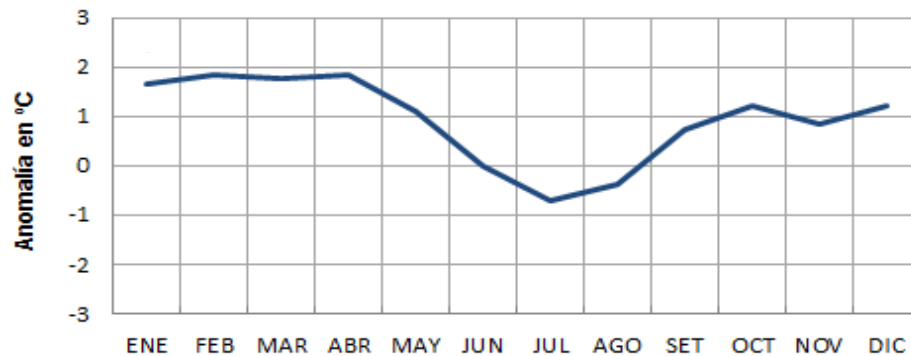


Figura N° 54 Anomalías de temperatura mínima media mensual. Correspondientes a la estación CP-Bambamarca, durante el período 1987 – 2016.

En la figura N° 55 se muestra que en Celendín la temperatura máxima media anual del período 1997-2016, oscila desde 18,8 °C en 1999, hasta 20,9 °C en el 2016. Además los valores promedios extremos fluctúan desde un valor mínimo de 16,6 °C en enero del 2001, hasta un valor máximo de 23,0 °C en noviembre del 2016. En la figura N° 56 se aprecia que las anomalías de la temperatura máxima media anual fluctúan desde un valor mínimo de -0,7 °C en 1999 y 2000, hasta un valor de +1,3 °C en el 2016.

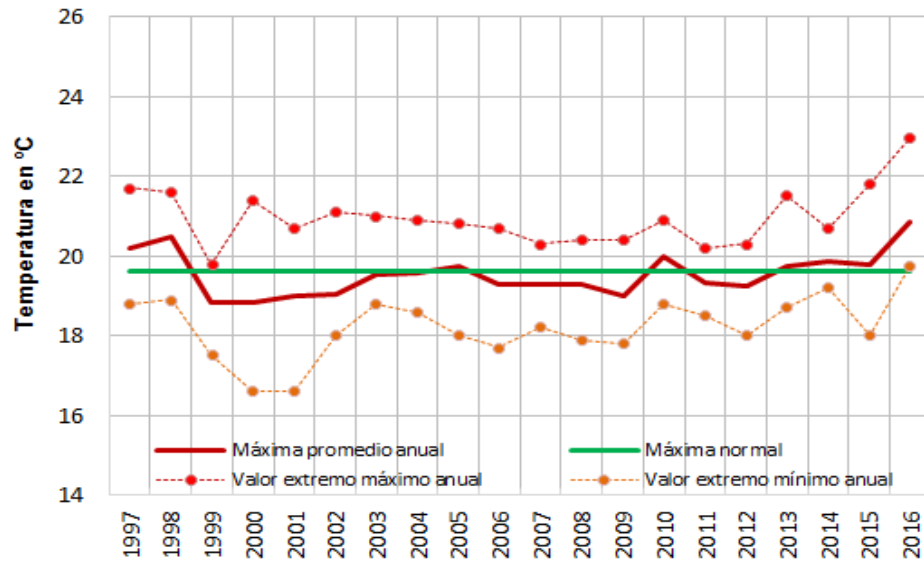


Figura N° 55 Temperatura máxima media anual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.

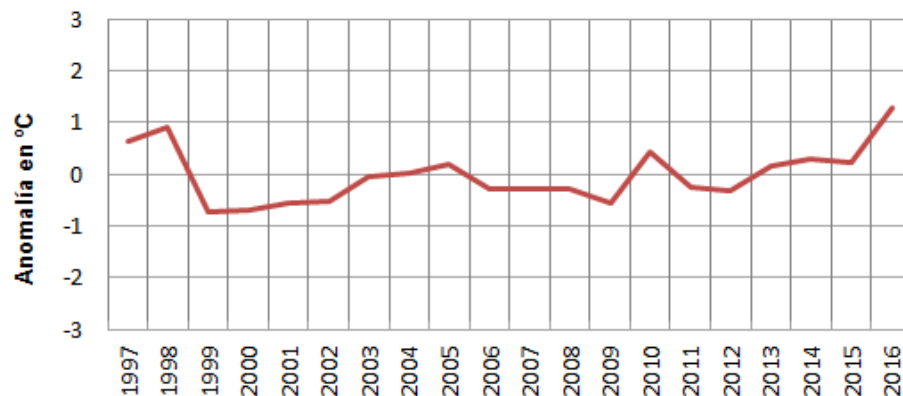


Figura N° 56 Anomalías de la temperatura máxima media anual. Correspondientes a la estación CO-Celendín, durante el período 1997 – 2016.

En la figura N° 57 se observa que en Celendín, la temperatura máxima media mensual del período 1997-2016, oscila desde 18,6 °C en marzo, hasta 20,4 °C en setiembre. Además los valores promedios extremos fluctúan desde un valor mínimo de 16,6 °C en enero del 2001, hasta un valor máximo de 21,4 °C en noviembre del 2016. En la figura N° 58 se nota que las anomalías de la temperatura máxima media mensual fluctúan desde un valor mínimo de -0,4 °C en diciembre y enero, hasta un valor de +0,8 °C en agosto.

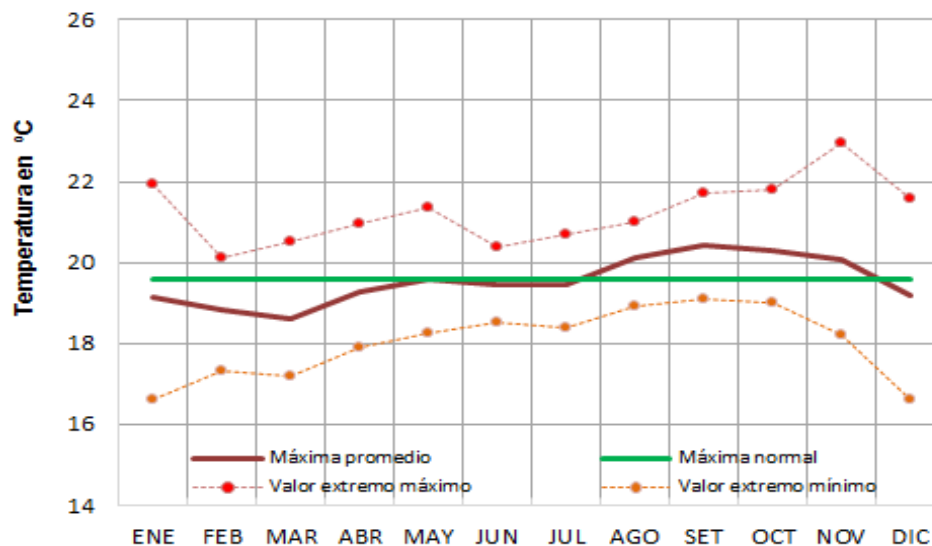


Figura N° 57 Temperatura máxima media mensual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.

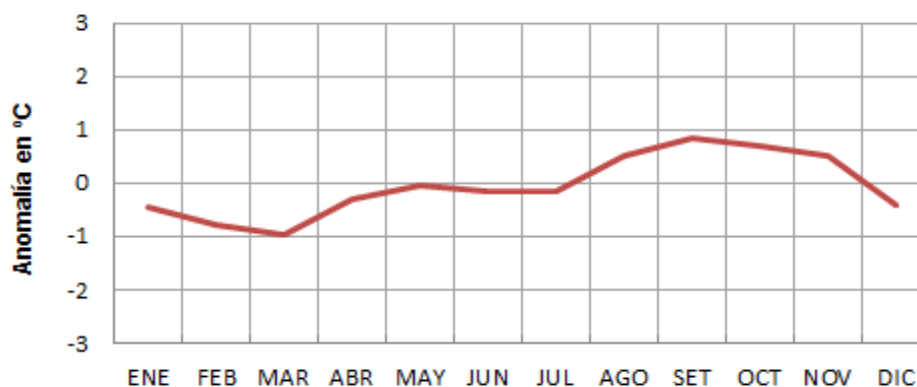


Figura N° 58 Anomalías de la temperatura máxima media mensual. Correspondientes a la estación CO-Celendín, durante el período 1997 – 2016.

En la figura N° 59 se muestra que en Celendín la temperatura mínima media anual del período 1997-2016, oscila desde 8,8 °C en 1997, hasta 10,2 °C en el 2015. Además los valores promedios extremos van desde 5,2 °C en julio de 1997, hasta 13,1 °C en febrero y marzo de 1998. En la figura N° 60 se nota que las anomalías de la temperatura mínima media anual oscilan desde un valor mínimo de -0,6 °C en el 2006 hasta un valor máximo de +0,7 °C en 1998.

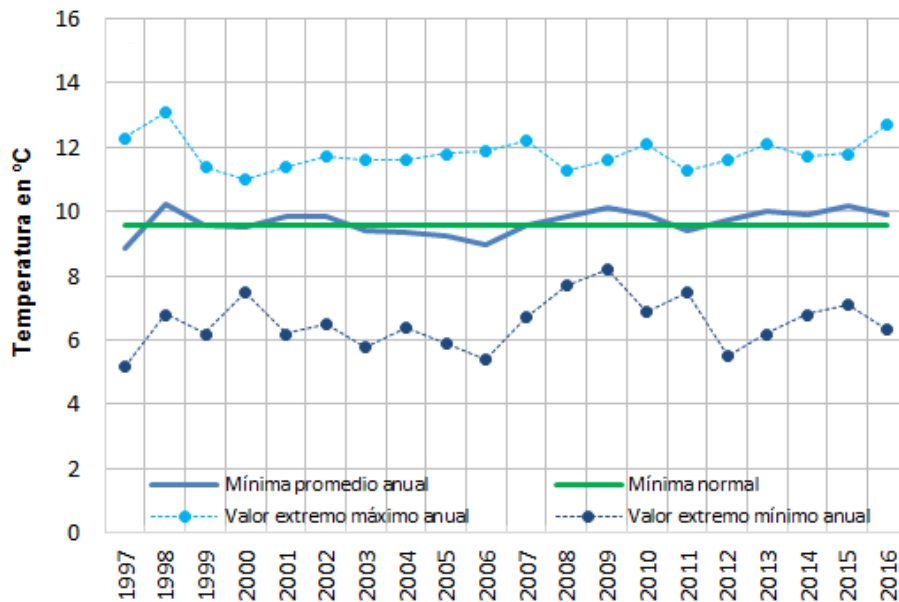


Figura N° 59 Temperatura mínima media mensual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.

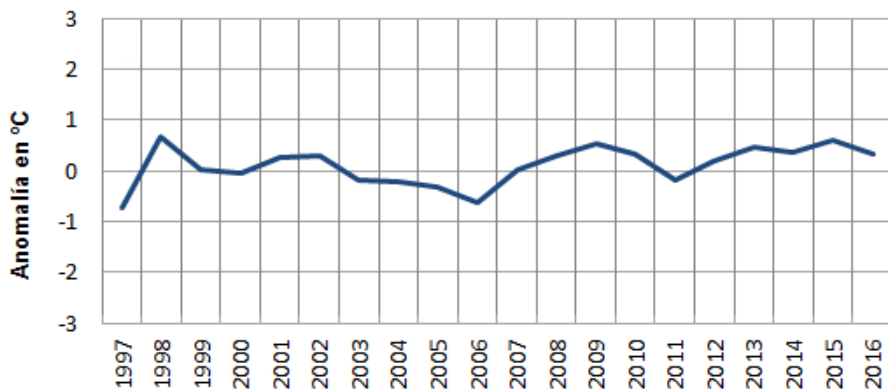


Figura N° 60 Anomalías de la temperatura mínima media anual. Correspondientes a la estación CO-Celendín, durante el período 1997 – 2016.

En la figura N° 61 se observa que en Celendín la temperatura mínima media mensual del período 1997-2016, oscila desde 7,0 °C en julio, hasta 11,1 °C en febrero y marzo. Asimismo, los valores promedios extremos fluctúan desde un valor mínimo de 5,2 °C en julio de 1997, hasta un valor máximo de 13,1 °C en febrero y marzo de 1998. En la figura N° 62 se evidencia que las anomalías de la temperatura mínima media mensual oscilan desde un valor mínimo de -2,6 °C en julio hasta un valor máximo de +1,5 °C en febrero y marzo.

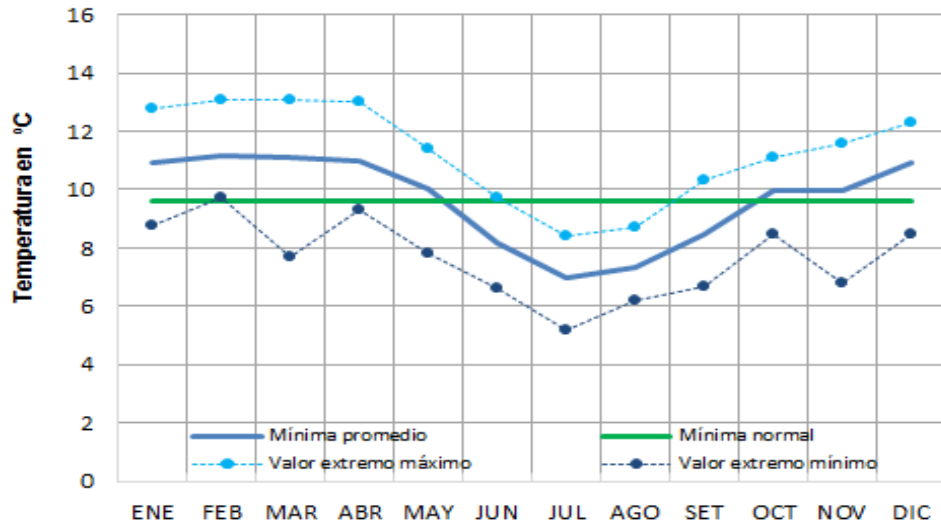


Figura N° 61 Temperatura mínima media mensual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.

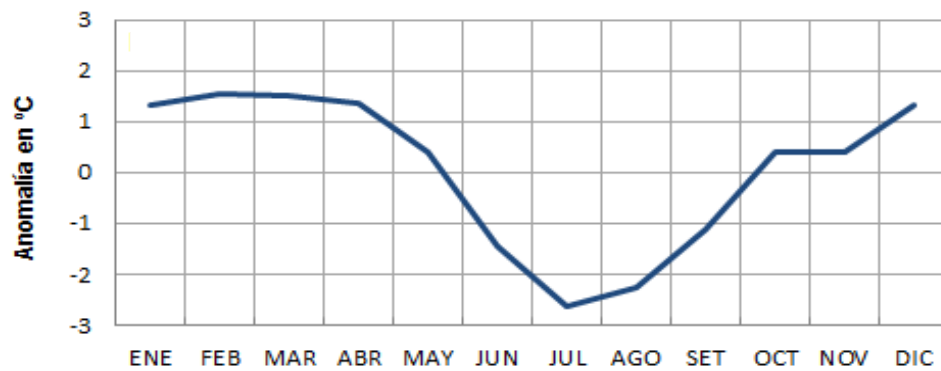


Figura N° 62 Anomalías de la temperatura mínima media mensual. Correspondientes a la estación CO-Celendín, durante el período 1997 – 2016.

En la figura N° 63 se aprecia que en Llapa (San Miguel) la temperatura máxima media anual del período 1987-2016, va desde 16,5 °C en el 2008, hasta 18,9 °C en 1996. Asimismo, los valores promedios extremos fluctúan desde un valor mínimo de 15,2 °C en febrero del 2008, hasta un valor máximo de 21,7 °C en junio de 1996. En la figura N° 64 se aprecia que las anomalías de la temperatura máxima media anual oscilan desde un valor mínimo de -1,2 °C en el 2008, hasta un valor máximo de +1,2 °C en 1996.

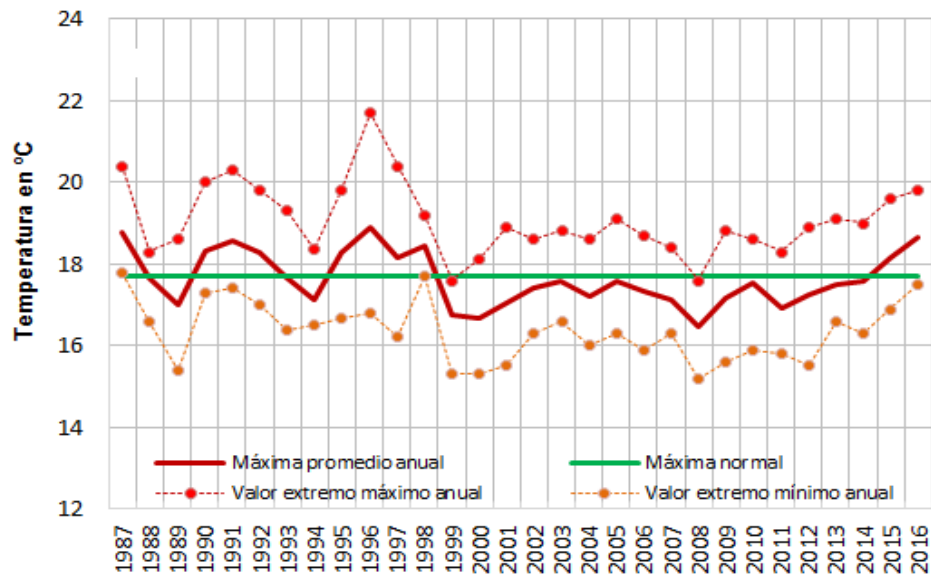


Figura N° 63 Temperatura máxima media anual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.

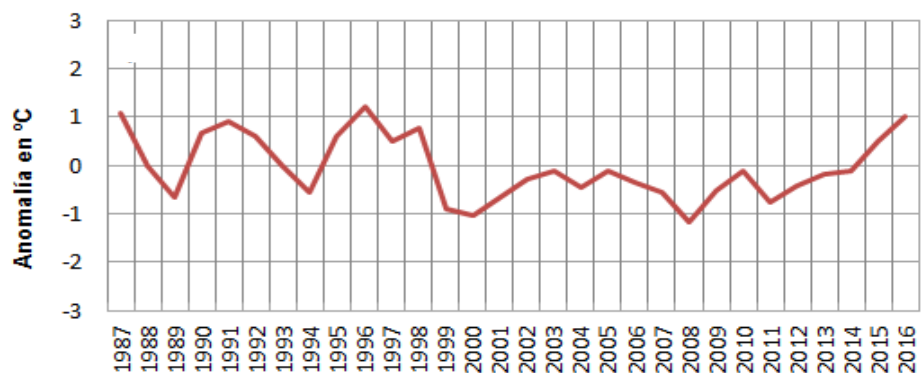


Figura N° 64 Anomalías de la temperatura máxima media anual. Correspondientes a la estación CO-Llapa, durante el período 1987 – 2016.

En la figura N° 65 se aprecia que en Llapa (San Miguel), la temperatura máxima media mensual del período 1987 -2016, oscila desde 17,0 °C en marzo, hasta 18,8 °C en agosto. Asimismo, los valores promedios extremos oscilan desde un mínimo de 15,2 °C en febrero del 2008, hasta un máximo de 21,7 °C en junio de 1996. En la figura N° 66 se observa que las anomalías de la temperatura máxima media mensual fluctúan desde un valor mínimo de -0,7 °C en marzo, hasta un valor máximo de +1,1 °C en agosto.

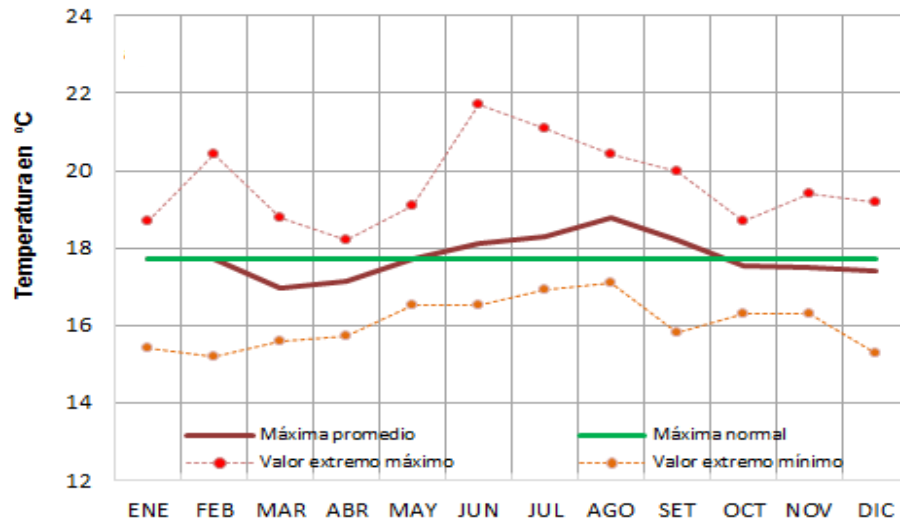


Figura N° 65 Temperatura máxima media mensual, temperatura máxima normal anual y valores extremos máximos y mínimos mensuales.

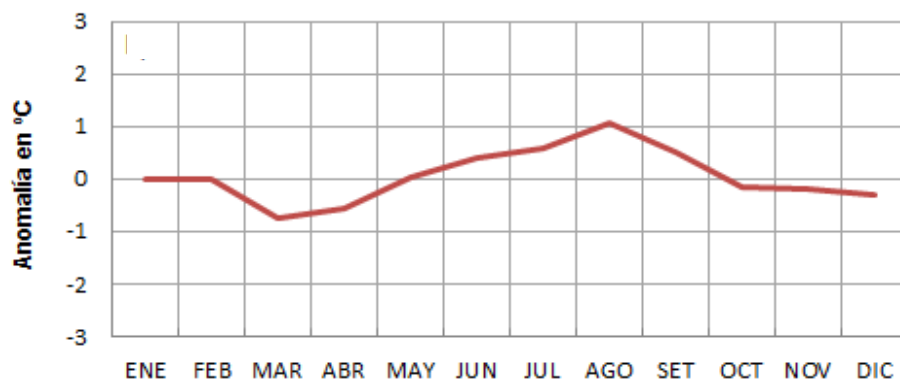


Figura N° 66 Anomalías de la temperatura máxima media mensual. Correspondientes a la estación CO-Llapa, durante el período 1987 – 2016.

En la figura N° 67 se observa que en Llapa (San Miguel) la temperatura mínima media anual del período 1987-2016, oscila desde 5,4 °C en 1996, hasta 8,0 °C en el 2015. Además los valores promedios extremos oscilan desde 3,6 °C en julio de 1996, hasta 9,8 °C en febrero del 2016. En la figura N° 68 se aprecia que las anomalías de la temperatura mínima media anual oscilan desde un valor mínimo de -1,4 °C en 1996 hasta un valor máximo de +1,2 °C en el 2015.

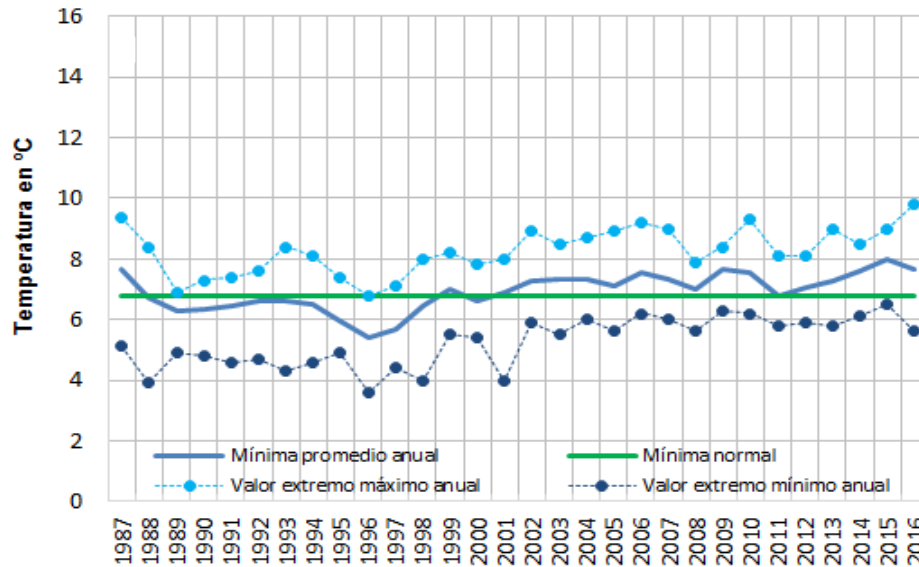


Figura N° 67 Temperatura mínima media anual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.

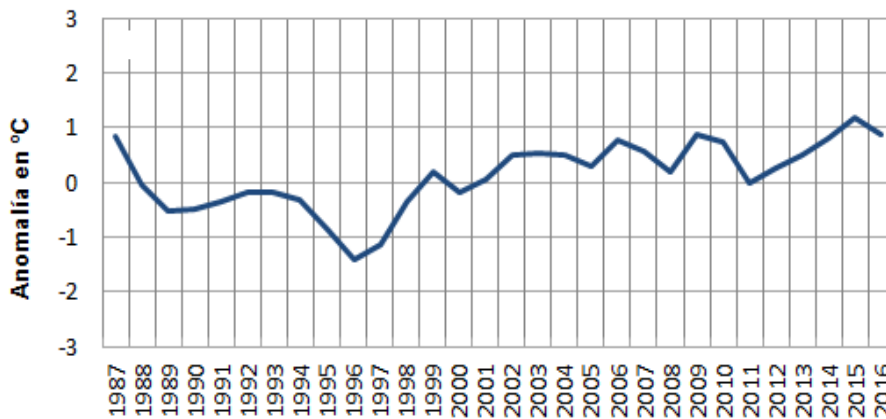


Figura N° 68 Anomalías de la temperatura mínima media anual. Correspondientes a la estación CO-Llapa, durante el período 1987 – 2016.

En la figura N° 69 se observa que en Llapa (San Miguel) la temperatura mínima media mensual del período 1987-2016, oscila desde 5,5 °C en julio, hasta 7,8 °C en febrero y marzo. Asimismo, los valores promedios extremos van desde un valor mínimo de 3,6 °C en julio de 1996, hasta un valor máximo de 9,8 °C en febrero del 2016. En la figura N° 70 se aprecia que las anomalías de la temperatura mínima media mensual oscilan desde un valor mínimo de -1,3 °C en julio, hasta un valor máximo de +1,0 °C en febrero y marzo.

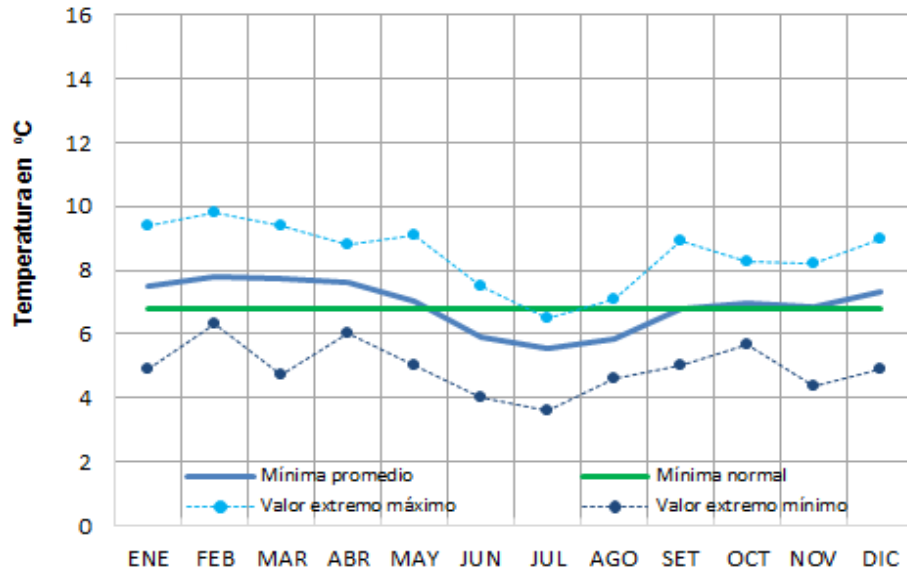


Figura N° 69 Temperatura mínima media mensual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.

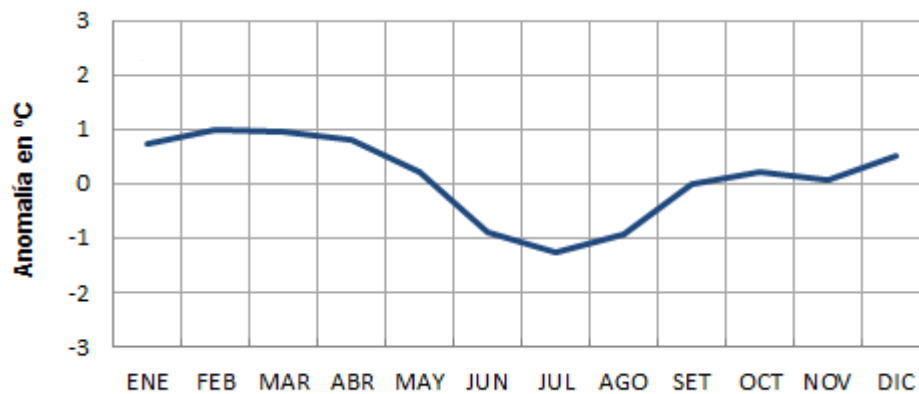


Figura N° 70 Anomalías de la temperatura mínima media mensual. Correspondientes a la estación CO-Llapa, durante el período 1987 – 2016.

En la figura N° 71 se observa que en San Pablo la temperatura máxima media anual del período 1997-2016, va desde 19,0 °C en 1999, hasta 21,6 °C en el 2016. Además los valores promedios extremos oscilan desde un valor mínimo de 16,8 °C en febrero de 1999, hasta un valor máximo de 23,0 °C en noviembre del 2016. En la figura N° 72 se aprecia que las anomalías de la temperatura máxima media anual van desde un valor mínimo de -0,9 °C en 1999, hasta un valor máximo de +1,8 °C en 2016.

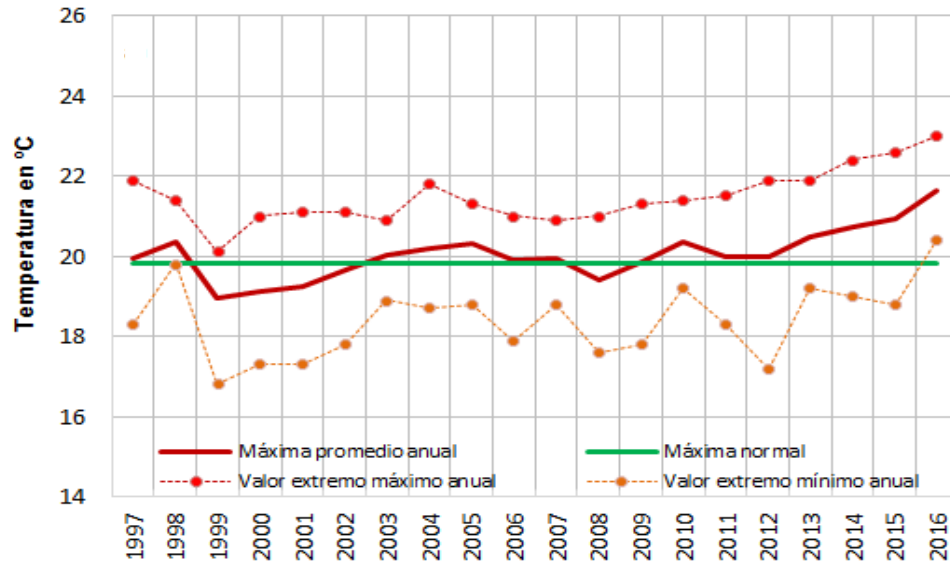


Figura N° 71 Temperatura máxima media anual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.

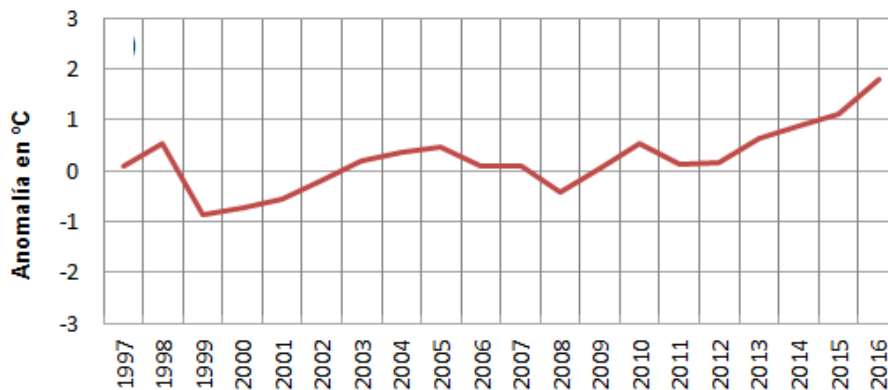


Figura N° 72 Anomalías de la temperatura máxima media anual. Correspondientes a la estación CO-San Pablo, durante el período 1997 – 2016.

En la figura N° 73 se nota que en San Pablo, la temperatura máxima media mensual del período 1997-2016, oscila desde 18,7 °C en febrero, hasta 21,1 °C en agosto. Asimismo, los valores promedios extremos oscilan desde un valor mínimo de 16,8 °C en febrero de 1999, hasta un valor máximo de 23,0 °C en noviembre del 2016. En la figura N° 74 se observa que las anomalías de la temperatura máxima media mensual fluctúan desde un valor mínimo de -1,1 °C en febrero, hasta un valor máximo de +1,3 °C en agosto.

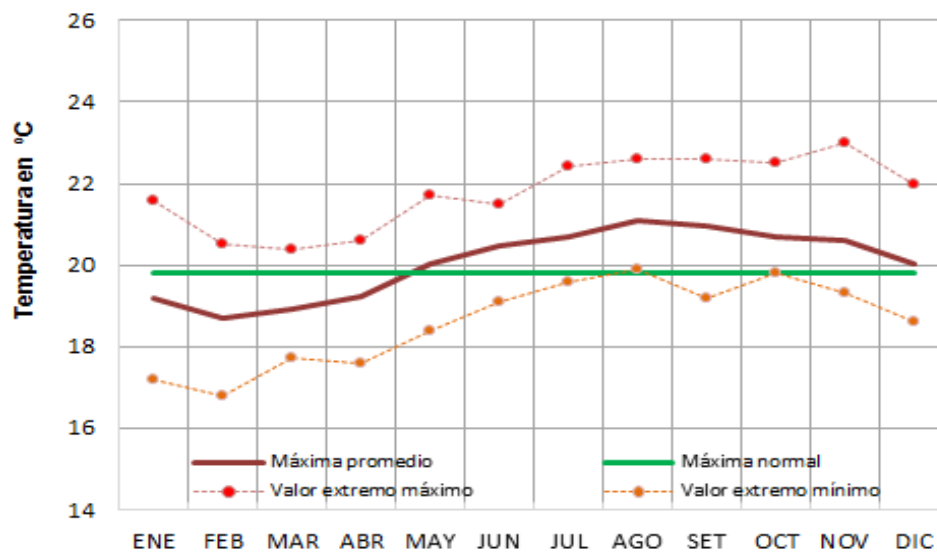


Figura N° 73 Temperatura máxima media mensual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.

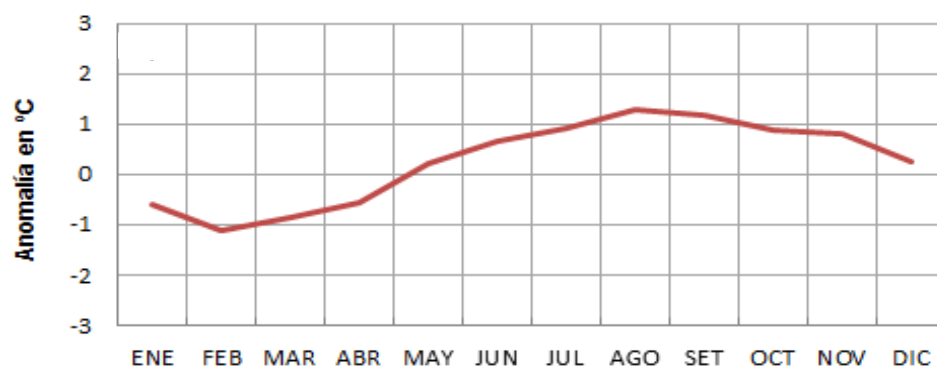


Figura N° 74 Anomalías de la temperatura máxima media mensual. Correspondientes a la estación CO-San Pablo, durante el período 1997 – 2016.

En la figura N° 75 se observa que en San Pablo la temperatura mínima media anual del período 1997-2016, oscila desde 12,2 °C en el 2011, hasta 13,6 °C en 1998. Asimismo, los valores promedios extremos oscilan desde 11,2 °C en diciembre 2007, hasta 14,8 °C en febrero de 1998. En la figura N° 76 se aprecia que las anomalías de la temperatura mínima media anual oscilan desde un valor mínimo de -1,0 °C en el 2008 hasta un valor máximo de +0,4 °C en 1998.

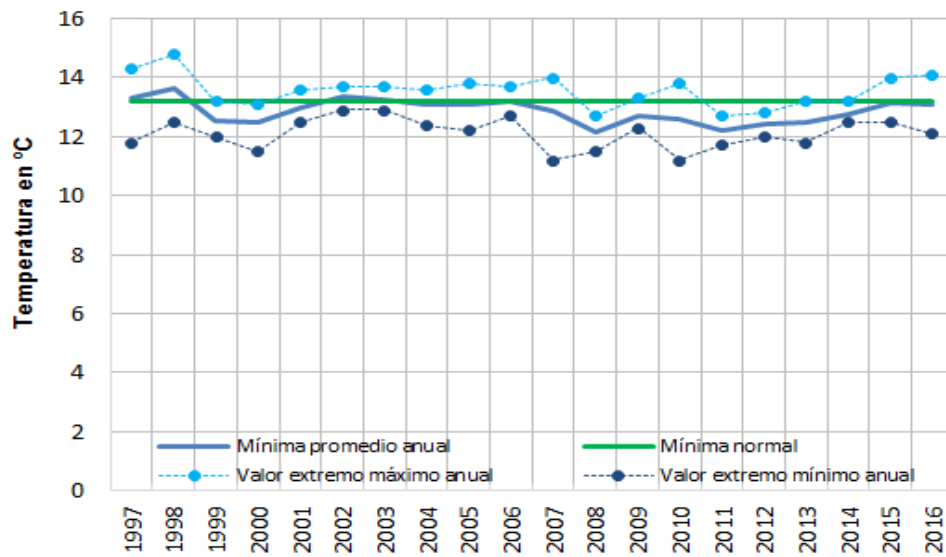


Figura N° 75 Temperatura mínima media anual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.

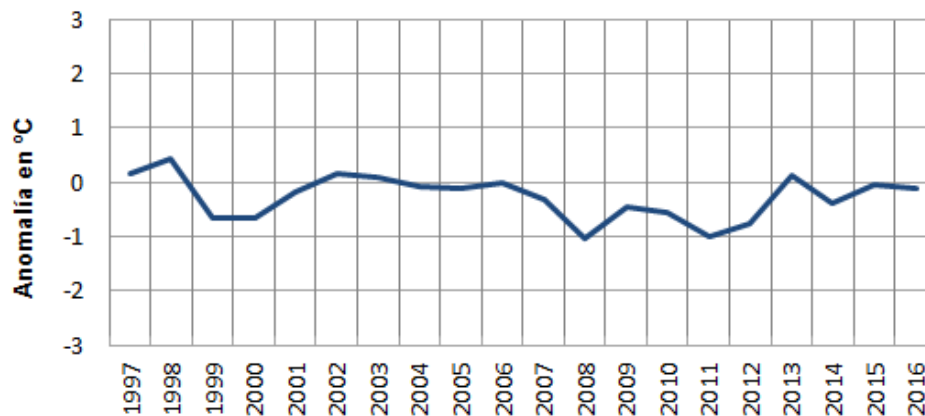


Figura N° 76 Anomalías de la temperatura mínima media anual. Correspondientes a la estación CO-San Pablo, durante el período 1997 – 2016.

En la figura N° 77 se aprecia que en San Pablo la temperatura mínima media mensual del período 1997-2016, oscila desde 12,5 °C en noviembre, hasta 13,1 °C en marzo, abril y mayo. Asimismo, los valores extremos van desde un valor mínimo de 11,2 °C en diciembre del 2007 y noviembre del 2010, hasta un valor máximo de 14,8 °C en febrero de 1998. En la figura N° 78 se nota que las anomalías de la temperatura mínima media mensual fluctúan desde un valor mínimo de -0,7 °C en noviembre hasta un valor máximo de -0,1 °C en marzo, abril y mayo.

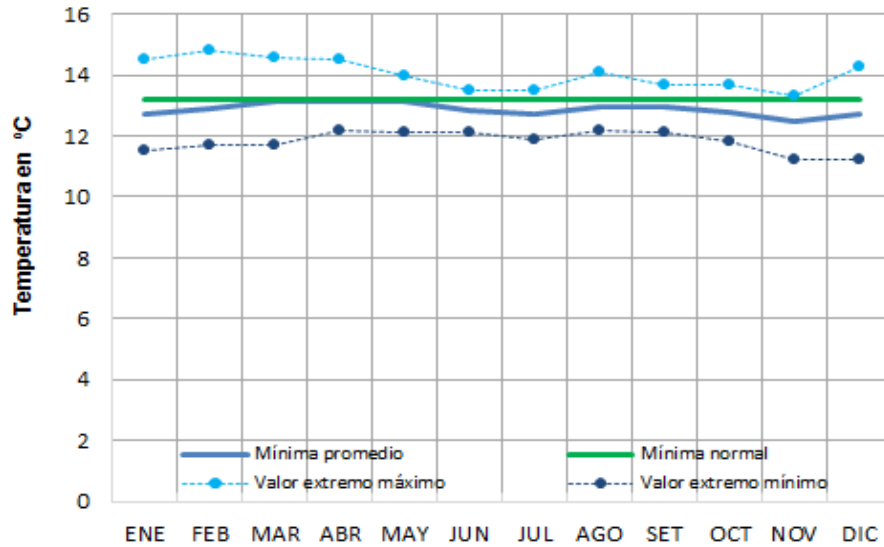


Figura N° 77 Temperatura mínima media mensual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.

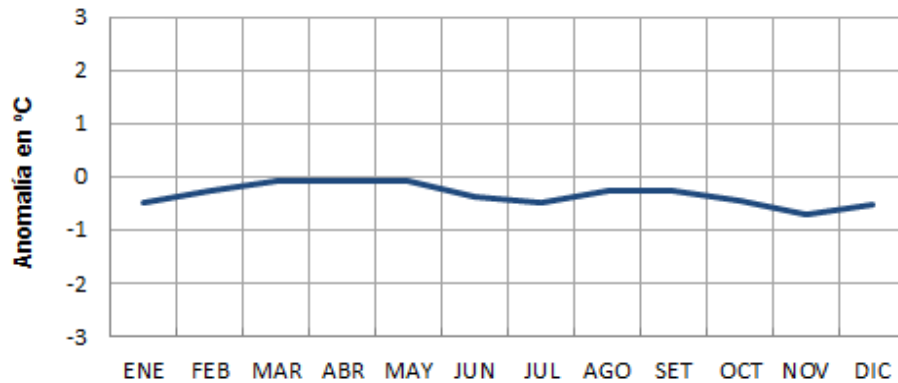


Figura N° 78 Anomalías de la temperatura mínima media mensual. Correspondientes a la estación CO-San Pablo, durante el período 1997 – 2016.

En la figura N° 79 se nota que en Cajamarca (estación MAP-Weberbauer) la temperatura máxima media anual del período 1987-2016, oscila desde 20,9 °C en 1999, hasta 22,7 °C en 1987 y el 2016. Asimismo, los valores promedios extremos oscilan desde un valor mínimo de 19,6 °C en febrero de 1999, hasta un valor máximo de 23,8 °C en noviembre del 2016. En la figura N° 80 se aprecia que las anomalías de la temperatura máxima media anual van desde un valor mínimo de -0,8 °C en 1999, hasta un valor máximo de +1,0 °C en 1987.

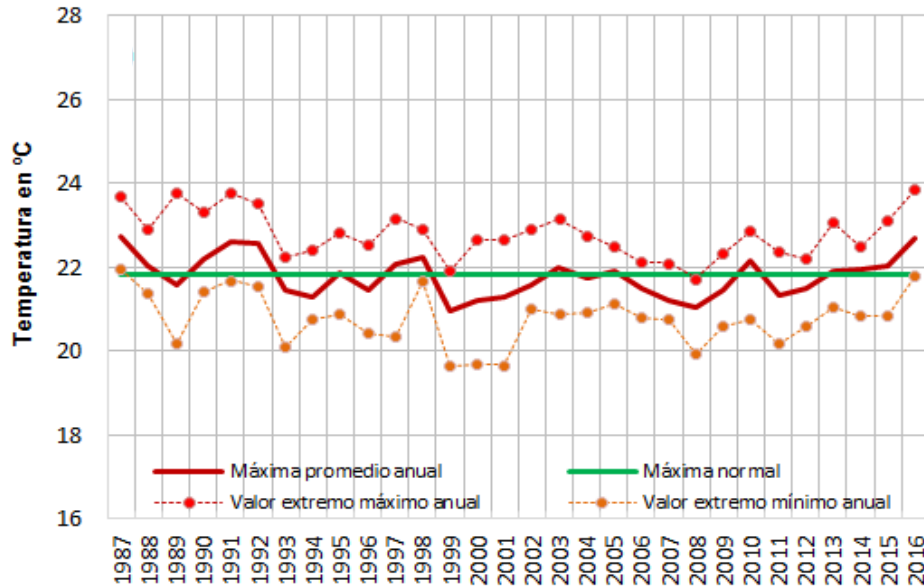


Figura N° 79 Temperatura máxima media anual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.

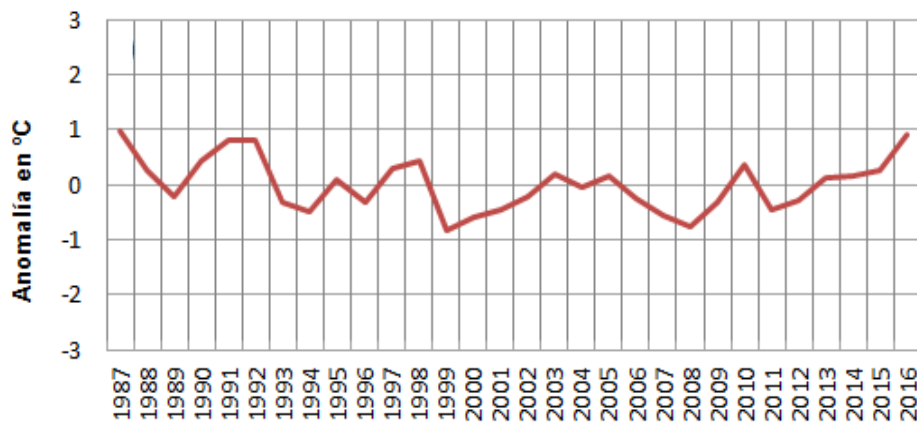


Figura N° 80 Anomalías de la temperatura máxima promedio anual. Correspondientes a la estación MAP-Weberbauer, durante el período 1987 – 2016.

En la figura N° 81 se aprecia que en Cajamarca (estación MAP-Weberbuer), la temperatura máxima media mensual del período 1987-2016, va desde 21,2 °C en marzo, hasta 22,2 °C en agosto y setiembre. Además, los valores promedios extremos oscilan desde un mínimo de 19,6 °C en febrero de 1999, hasta un máximo de 23,8 °C en noviembre del 2016. En la figura N° 82 se observa que las anomalías de la temperatura máxima media mensual van desde un valor mínimo de -0,6 °C en marzo, hasta un valor máximo de +0,4 °C en agosto y setiembre.

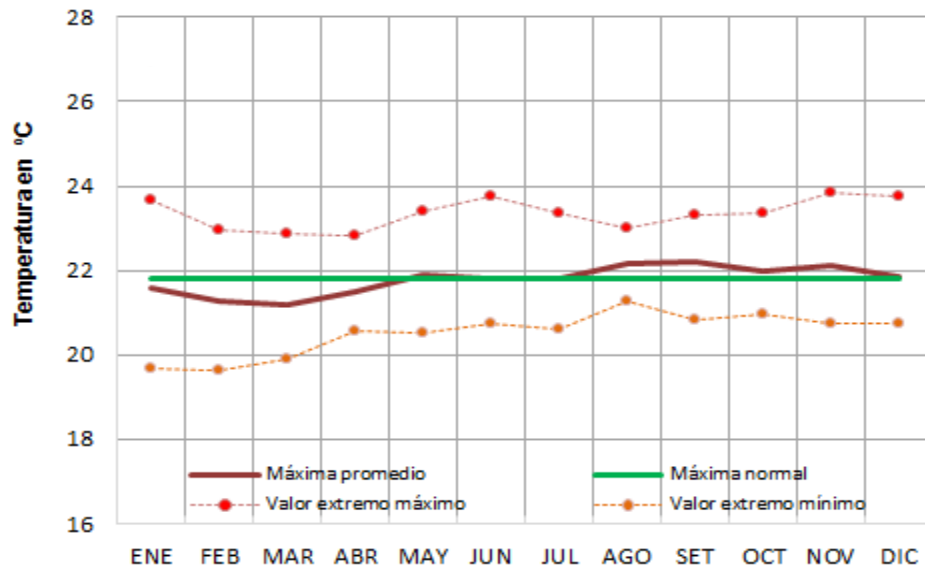


Figura N° 81 Temperatura máxima media mensual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.

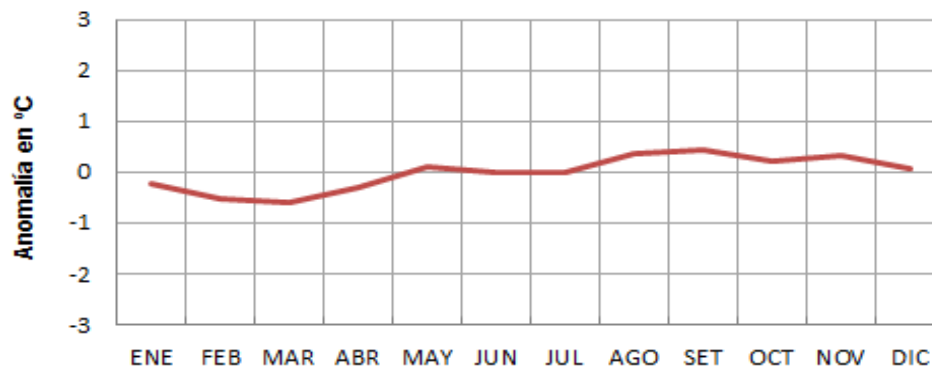


Figura N° 82 Anomalías de la temperatura máxima media mensual. Correspondientes a la estación MAP-Weberbauer, durante el período 1987 – 2016.

En la figura N° 83 se nota que en Cajamarca (estación MAP-Weberbauer) la temperatura mínima media anual del período 1987-2016, oscila desde 7,0 °C en 1991, hasta 8,8 °C en el 2015. Asimismo, los valores promedios extremos oscilan desde 2,7 °C en julio de 1991, hasta 12,2 °C en marzo de 1998. En la figura N° 84 se aprecia que las anomalías de la temperatura mínima media anual oscilan desde un valor mínimo de -0,8 °C en 1991 hasta un valor máximo de +1,1 °C en 2015.

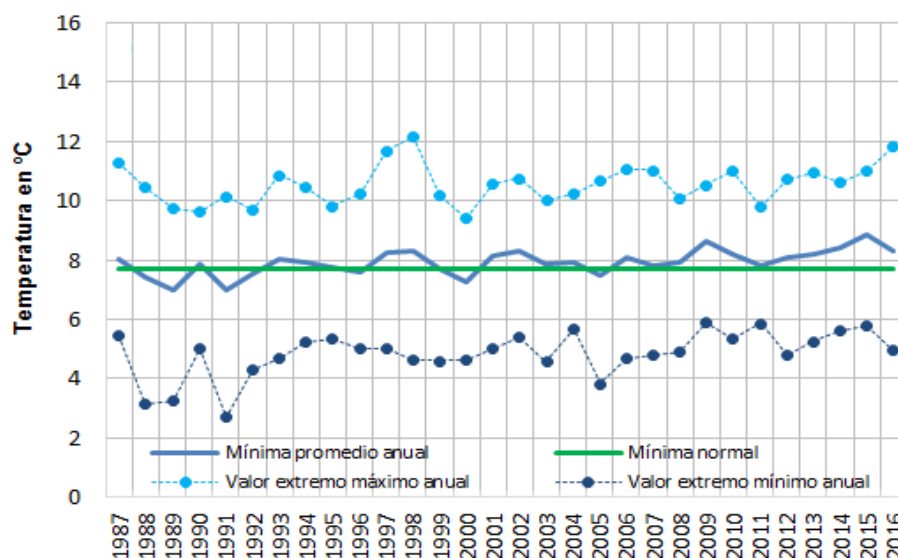


Figura N° 83 Temperatura mínima media anual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.

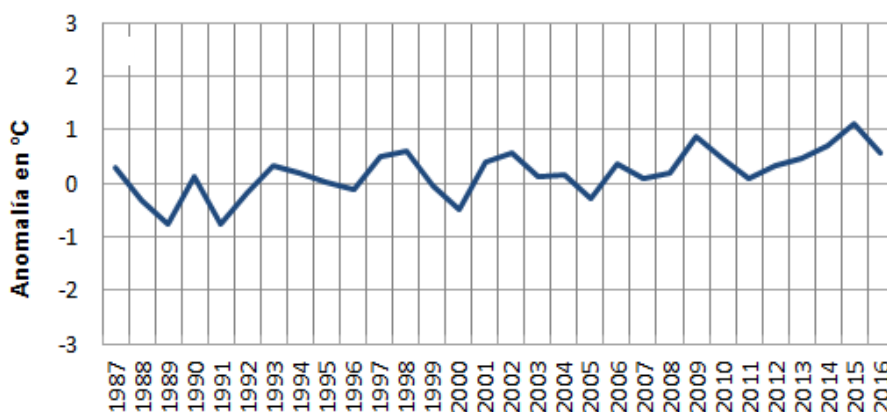


Figura N° 84 Anomalías de la temperatura mínima media anual. Correspondientes a la estación MAP-Weberbauer, durante el período 1987 – 2016.

En la figura N° 85 se aprecia que en Cajamarca (estación MAP-Weberbauer) la temperatura mínima media mensual del período 1987 -2016, va desde 5,1 °C en julio, hasta 9,9 °C en febrero y marzo. Además, los valores promedios extremos van desde un mínimo de 2,7 °C en julio de 1991, hasta un máximo de 12,2 °C en marzo de 1998. En la figura N° 86 se nota que las anomalías de la temperatura mínima media mensual fluctúan desde un valor mínimo de -2,6 °C en julio hasta un valor máximo de +2,2 °C en febrero y marzo.

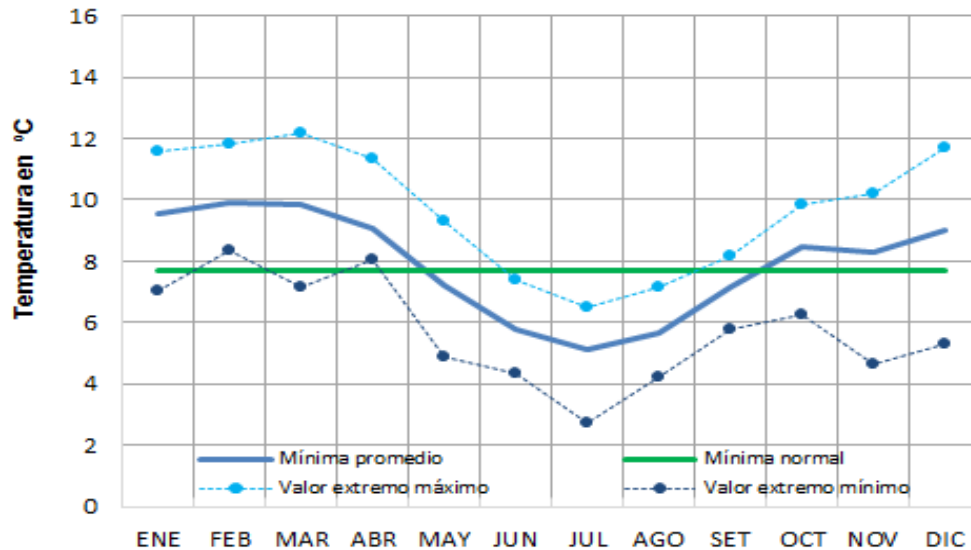


Figura N° 85 Temperatura mínima media mensual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.

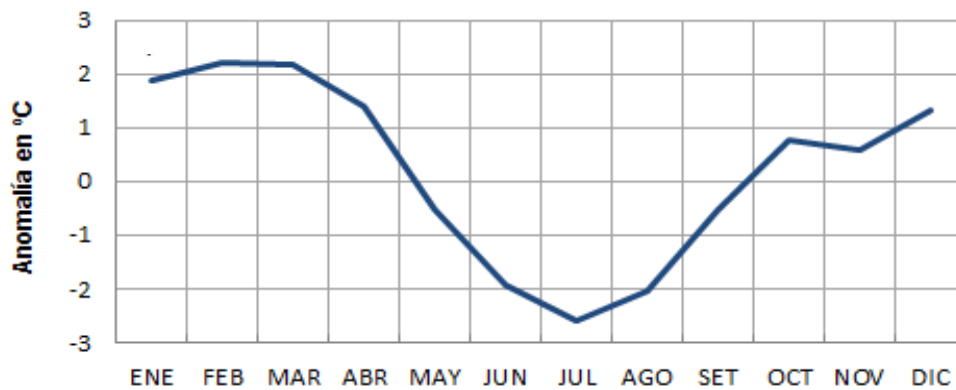


Figura N° 86 Anomalías de la temperatura mínima media mensual. Correspondientes a la estación MAP-Weberbauer, durante el período 1987 – 2016.

En la figura N° 87 se observa que en San Marcos la temperatura máxima media anual del período 1987-2016, fluctúa desde 24,4 °C en el 2001, hasta 27,8 °C en 1998. Asimismo, los valores promedios extremos oscilan desde un mínimo de 22,3 °C en octubre de 1993, hasta un máximo de 28,7 °C en diciembre de 1998. En la figura N° 88 se observa que las anomalías de la temperatura máxima media anual van desde un valor mínimo de -0,6 °C en 2001, hasta un valor máximo de +2,3 °C en 1998.

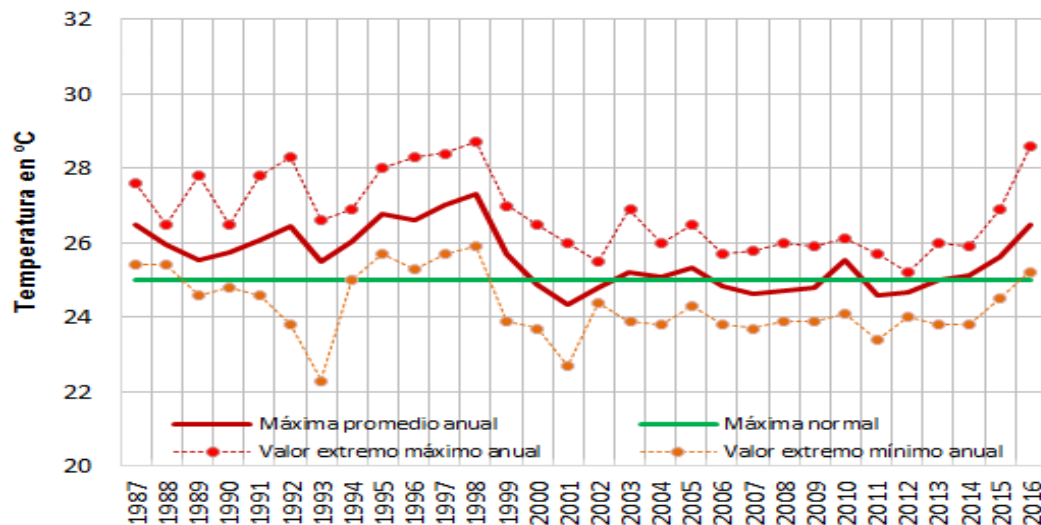


Figura N° 87 Temperatura máxima media anual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.

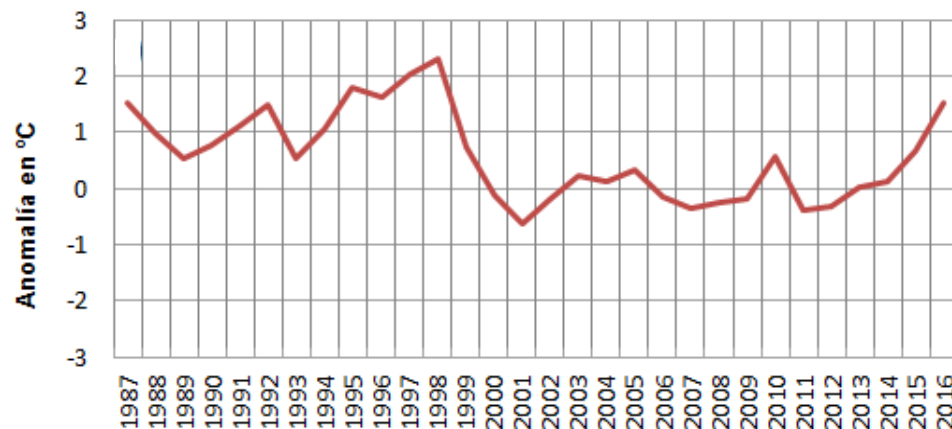


Figura N° 88 Anomalías de la temperatura máxima media anual. Correspondientes a la estación CO-San Marcos, durante el período 1987 – 2016.

En la figura N° 89 se observa que en San Marcos, la temperatura máxima media mensual del período 1987-2016, fluctúa desde 24,9 °C en julio, hasta 26,3 °C en noviembre. Asimismo, los valores promedios extremos van desde un mínimo de 22,3 °C en octubre de 1993, hasta un máximo de 28,7 °C en diciembre de 1998. En la figura N° 90 se observa que las anomalías de la temperatura máxima media mensual oscilan desde un valor mínimo de -0,1 °C en julio, hasta un valor máximo de +1,3 °C en noviembre.

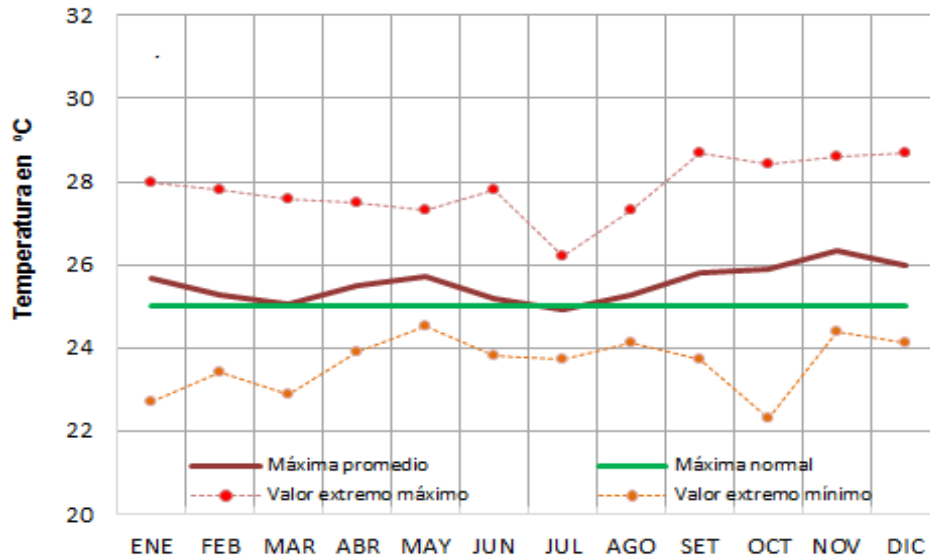


Figura N° 89 Temperatura máxima media mensual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.

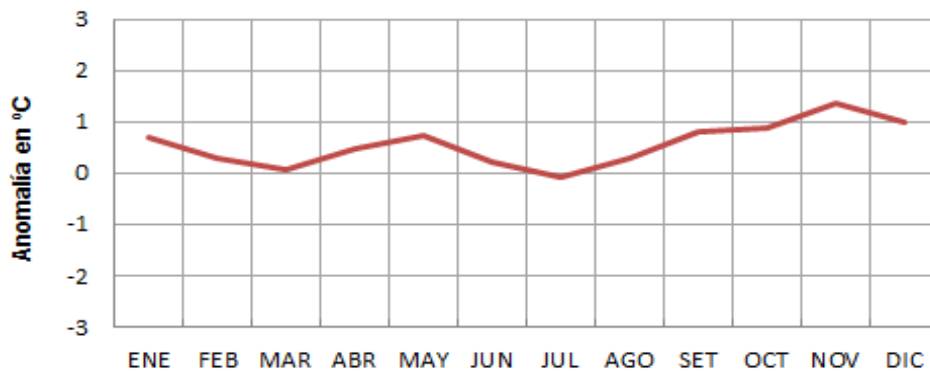


Figura N° 90 Anomalías de temperatura máxima media mensual. Correspondientes a la estación CO-San Marcos, durante el período 1987 – 2016.

En la figura N° 91 se aprecia que en San Marcos la temperatura mínima media anual del período 1987-2016, oscila desde 9,5 °C en 1991, hasta 11,1 °C en el 2002. Además, los valores extremos varían desde 4,9 °C en julio de 1991, hasta 14,6 °C en marzo de 1998. En la figura N° 92 se nota que las anomalías de la temperatura mínima media anual fluctúan desde un valor mínimo de -1,0 °C en 1991 hasta un valor máximo de +0,7 °C en 1998.

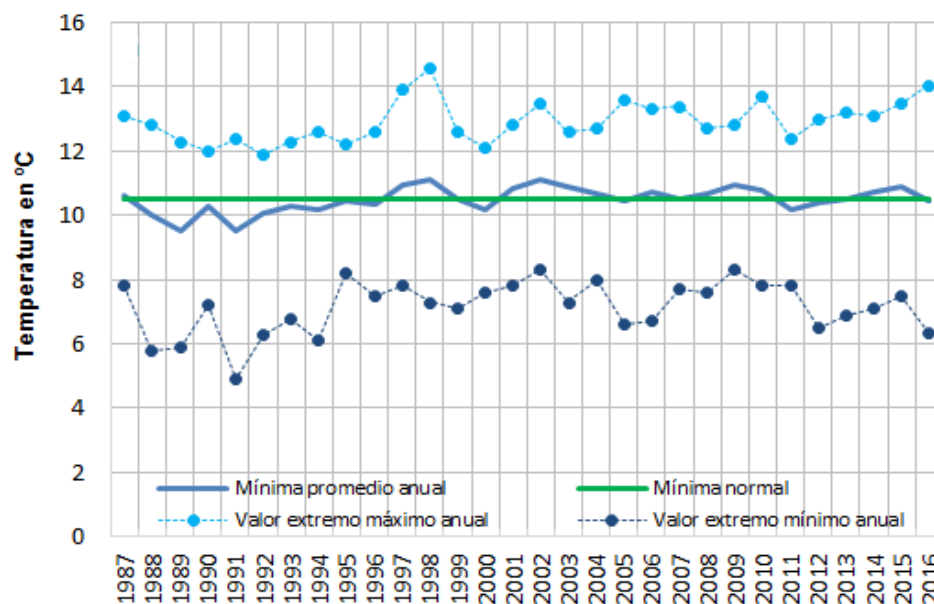


Figura N° 91 Temperatura mínima media anual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.

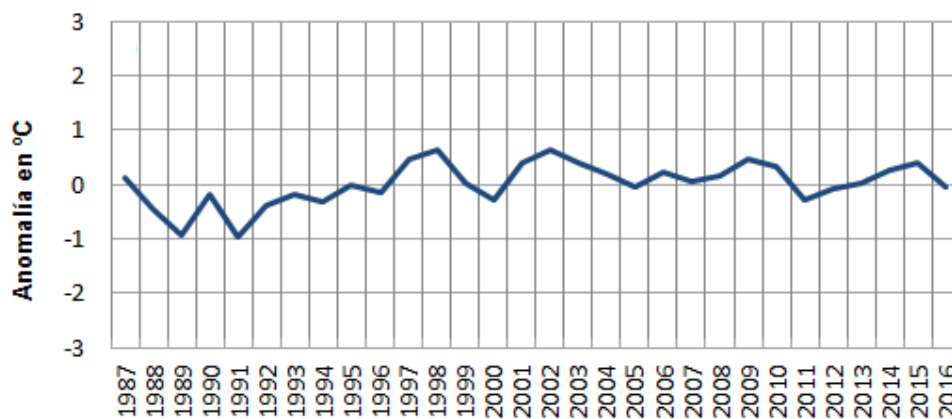


Figura N° 92 Anomalías de la temperatura mínima promedio anual. Correspondientes a la estación CO-San Marcos, durante el período 1987 – 2016.

En la figura N° 93 se observa que en San Marcos la temperatura mínima media mensual del período 1987-2016, va desde 7,3 °C en julio, hasta 12,4 °C en febrero. Asimismo, los valores promedios extremos oscilan desde un mínimo de 4,9 °C en julio de 1991, hasta un máximo de 14,6 °C en marzo de 1998. En la figura N° 94 se nota que las anomalías de la temperatura mínima media mensual fluctúan desde un valor mínimo de -3,2 °C en julio, hasta un valor máximo de +1,9 °C en febrero.

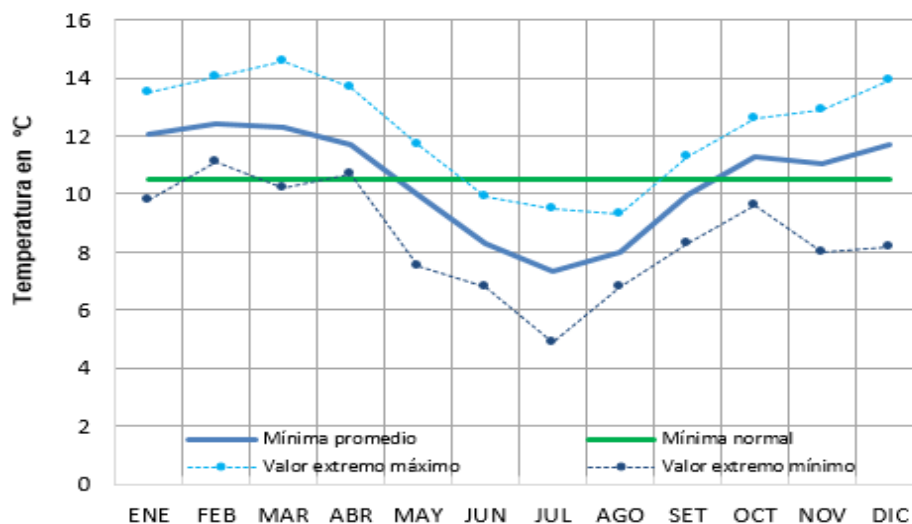


Figura N° 93 Temperatura mínima media mensual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.

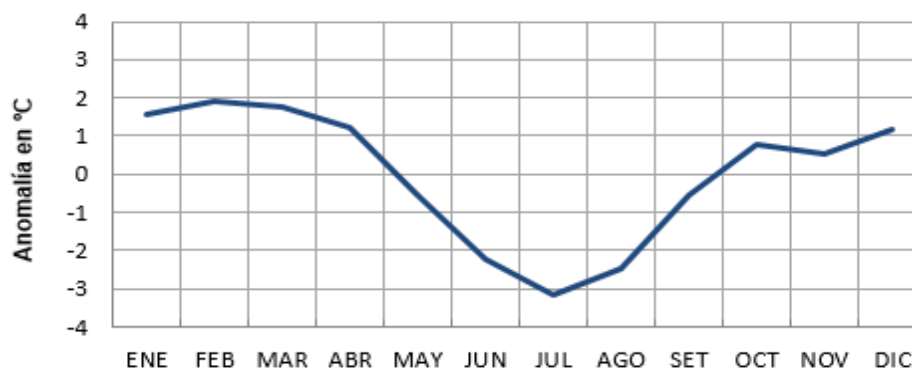


Figura N° 94 Anomalías de la temperatura mínima media mensual. Correspondientes a la estación CO-San Marcos, durante el período 1987 – 2016.

En la figura N° 95 se nota que en Contumazá la temperatura máxima media anual del período 1987-2016, oscila desde 18,9 °C en el 2000, hasta 22,4 °C en 1987. Además, los valores promedios extremos van desde un mínimo de 17,0 °C en febrero del 2000, hasta un máximo de 23,9 °C en enero de 1987. En la figura N° 96 se ve que las anomalías de la temperatura máxima media anual varían desde un valor mínimo de -1,4 °C en el 2000, hasta un valor máximo de +2,1 °C en 1987.

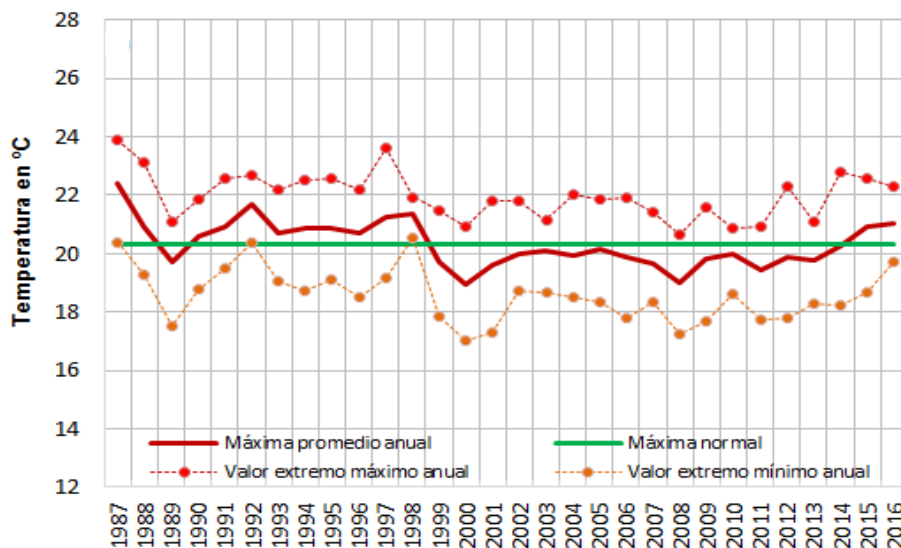


Figura N° 95 Temperatura máxima media anual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.

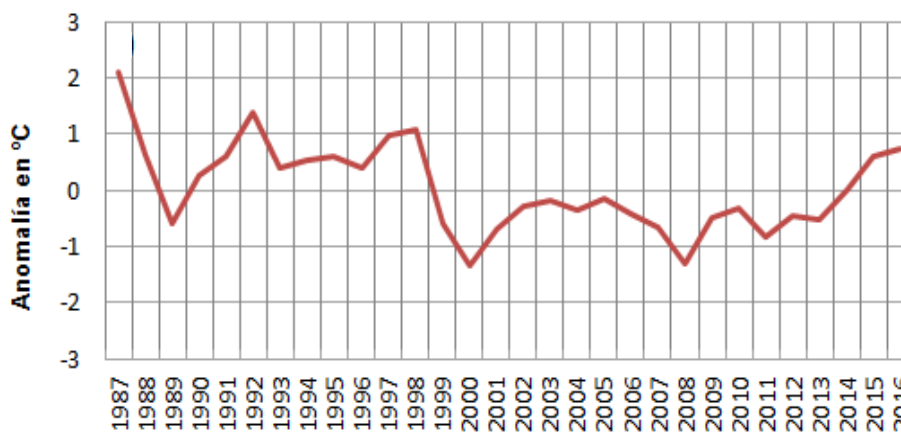


Figura N° 96 Anomalías de la temperatura máxima promedio anual. Correspondientes a la estación CO-Contumazá, durante el período 1987 – 2016.

En la figura N° 97 se muestra que en Contumazá, la temperatura máxima media mensual del período 1987-2016, oscila desde 19,0 °C en febrero, hasta 21,6 °C en julio y agosto. Además, los valores promedios extremos van desde un mínimo de 17,0 °C en febrero del 2000, hasta un máximo de 23,9 °C en enero de 1987. En la figura N° 98 se ve que las anomalías de la temperatura máxima media mensual oscilan desde un valor mínimo de -1,3 °C en febrero, hasta un valor máximo de +1,3 °C en julio y agosto

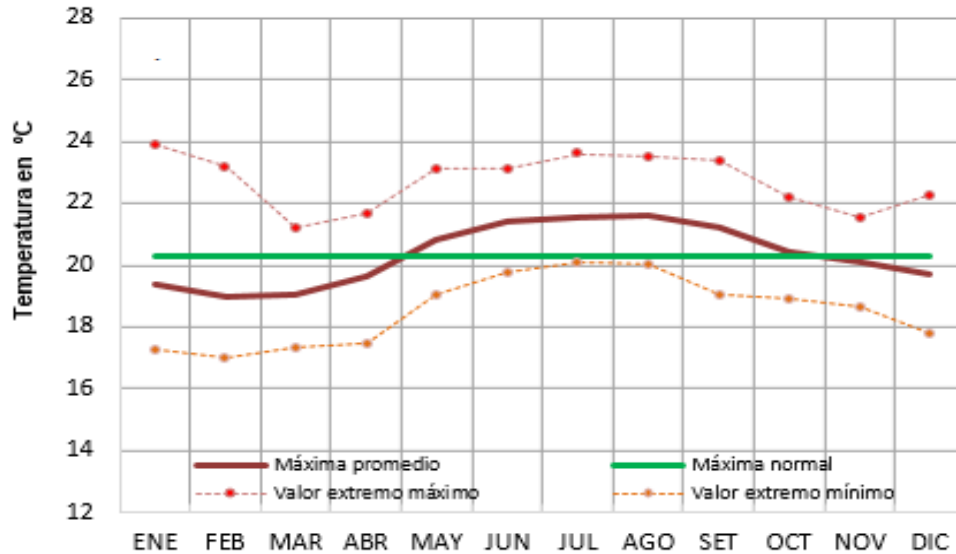


Figura N° 97 Temperatura máxima media mensual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.

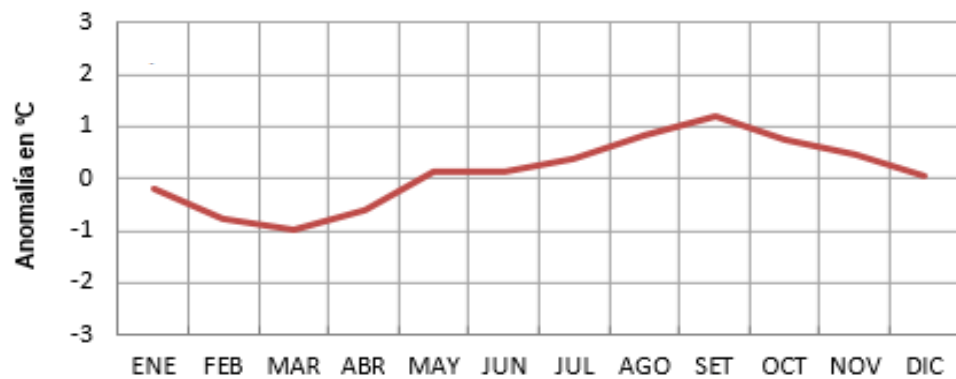


Figura N° 98 Anomalías de la temperatura máxima media mensual. Correspondientes a la estación CO-Contumazá, durante el período 1987 – 2016.

En la figura N° 99 se ve que en Contumazá la temperatura mínima media anual del período 1987-2016, oscila desde 7,3 °C en 1991, hasta 10,2°C en 1998. Asimismo, los valores promedios extremos van desde 5,6 °C en julio de 1991, hasta 12,4 °C en marzo de 1998. En la figura N° 100 se observa que las anomalías de la temperatura mínima media anual oscilan desde un valor mínimo de -1,8 °C en 1991 hasta un valor máximo de +1,1 °C en 1998.

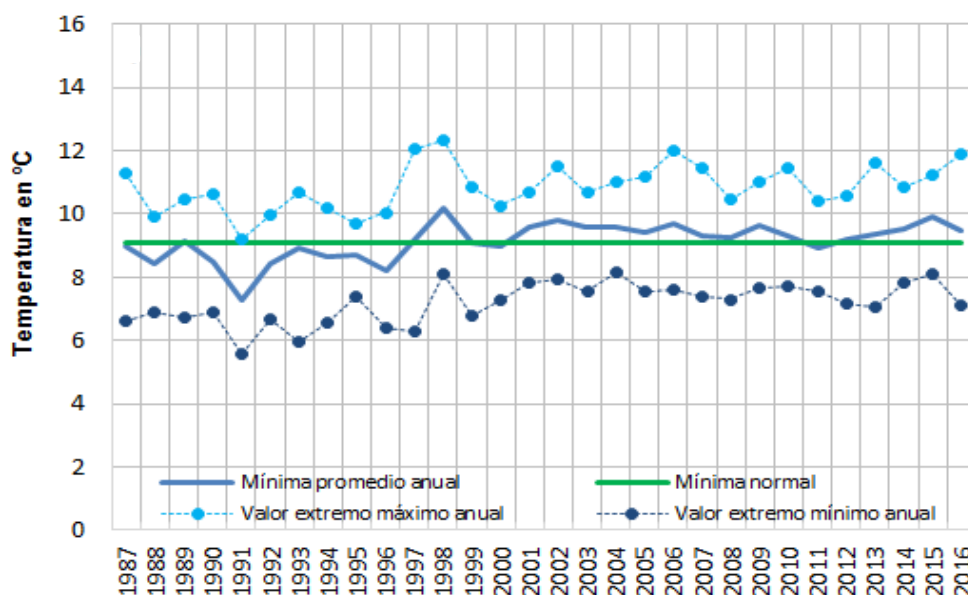


Figura N° 99 Temperatura mínima media anual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.

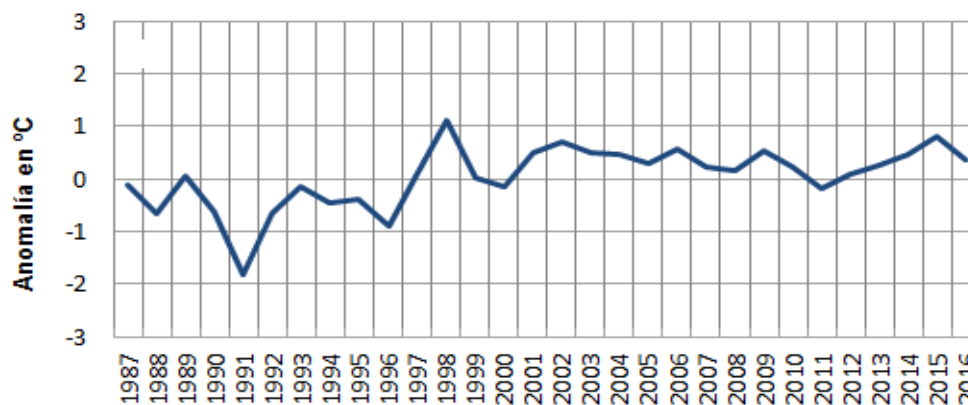


Figura N° 100 Anomalías de la temperatura mínima promedio anual. Correspondientes a la estación CO-Contumazá durante el período 1987 – 2016.

En la figura N° 101 se aprecia que en Contumazá la temperatura mínima media mensual del período 1987-2016, fluctúa desde 7,4 °C en julio, hasta 10,3 °C en febrero y marzo. Además, los valores promedios extremos oscilan desde un mínimo de 5,6 °C en julio de 1991, hasta un máximo de 12,4 °C en marzo de 1998. En la figura N° 102 se observa que las anomalías de la temperatura mínima media mensual varían desde un valor mínimo de -1,7 °C en julio, hasta un valor máximo de +1,2 °C en febrero y marzo.

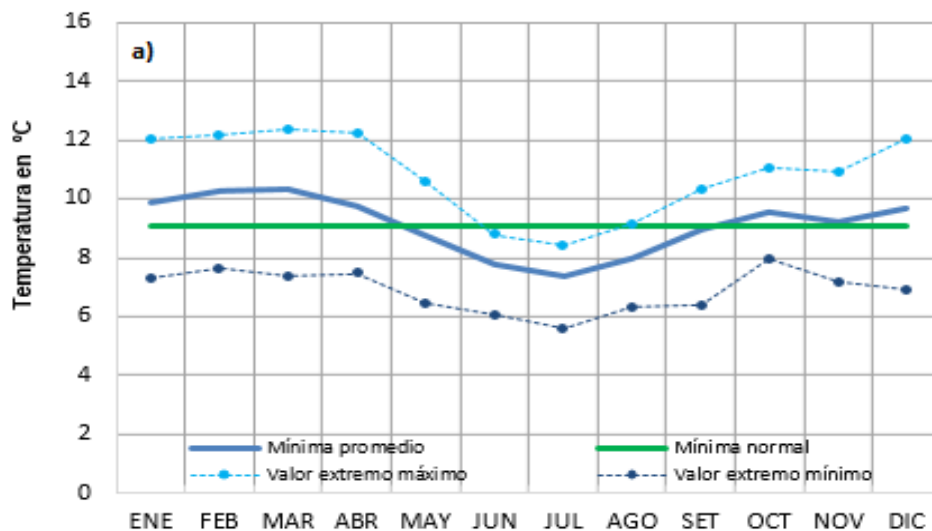


Figura N° 101 Temperatura mínima media mensual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.

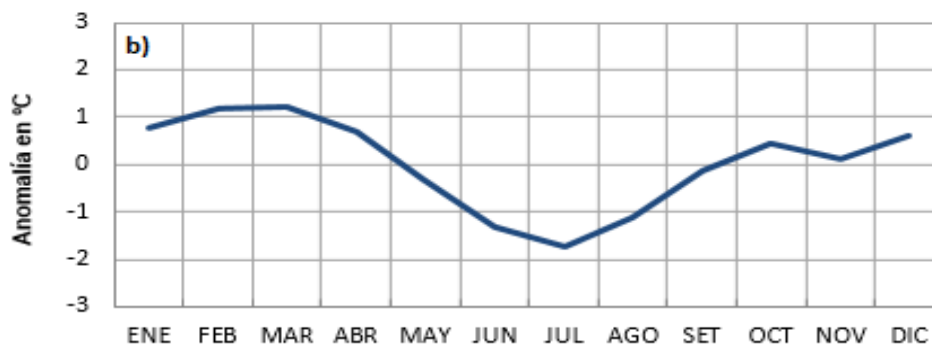


Figura N° 102 Anomalías de la temperatura mínima media mensual. Correspondientes a la estación CO-Contumazá, durante el período 1987 – 2016.

En la figura 51-a) se observa que en Cajabamba la temperatura máxima media anual del período 1987-2016, fluctúa desde 22,0 °C en 1999, hasta 24,7 °C en el 2016. Asimismo, los valores promedios extremos van desde un mínimo de 19,9 °C en marzo de 1993, febrero de 1999 y enero del 2001, hasta un máximo de 27,2 °C en noviembre del 2016. En la figura 51-b) se observa que las anomalías de la temperatura máxima media anual varían desde un valor mínimo de -0,7 °C en 1999, hasta un valor máximo de +2,0 °C en el 2016.

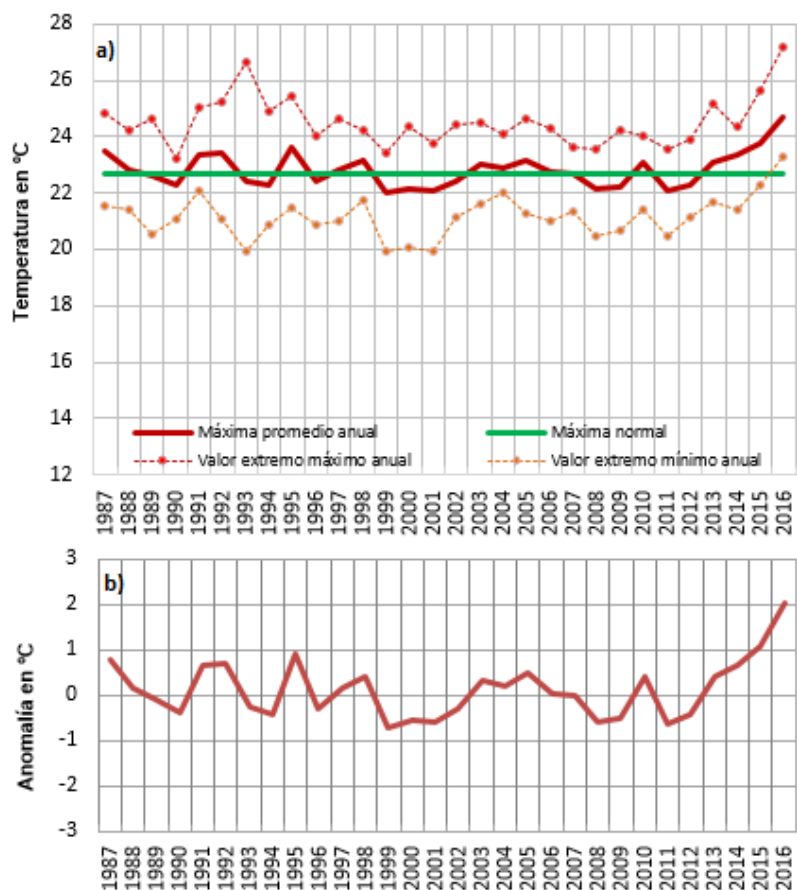


Figura 51-a) Temperatura máxima media anual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales. 51-b) Anomalías de la temperatura máxima promedio anual. Correspondientes a la estación CO-Cajabamba, durante el período 1987 – 2016.

En la figura N° 103 se observa que en Cajabamba, la temperatura máxima media mensual del período 1987-2016, varía desde 21,7 °C en marzo, hasta 23,9 °C en setiembre. Además, los valores promedios extremos van desde un mínimo de 19,9 °C en marzo de 1993, febrero de 1999 y enero del 2001, hasta un máximo de 27,2 °C en noviembre del 2016. En la figura N° 104 se nota que las anomalías de la temperatura máxima media mensual oscilan desde un valor mínimo de -1,0 °C en marzo, hasta un valor máximo de +1,2 °C en setiembre.

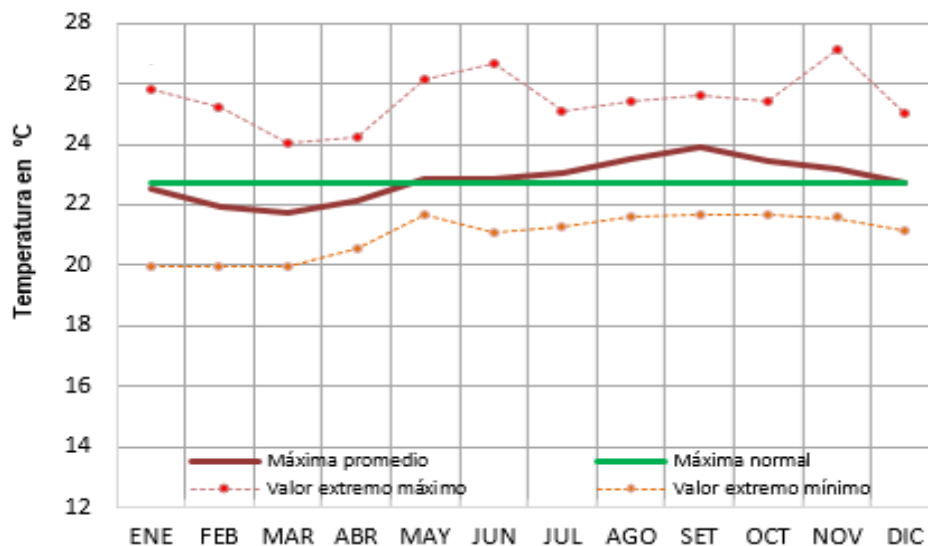


Figura N° 103 Temperatura máxima media mensual, temperatura máxima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.

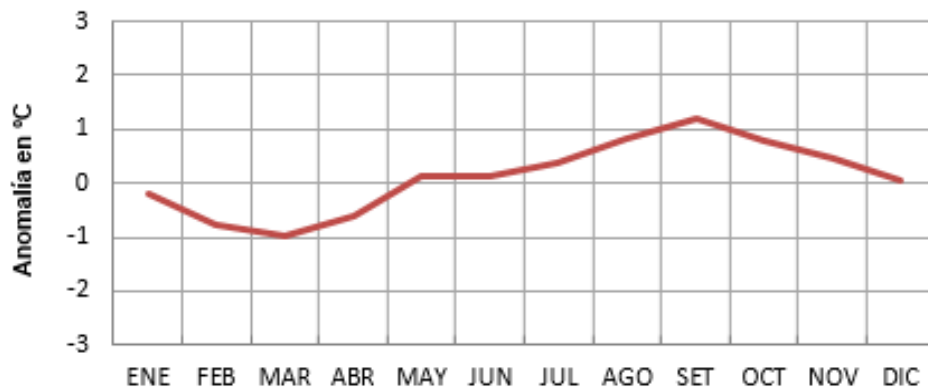


Figura N° 104 Anomalías de la temperatura máxima media mensual. Correspondientes a la estación CO-Cajabamba, durante el período 1987 – 2016.

En la figura N° 105 se observa que en Cajabamba la temperatura mínima media anual del período 1987-2016, fluctúa desde 8,9 °C en 1991, hasta 11,3°C en el 2015. Además, los valores promedios extremos van desde 6,0 °C en julio de 1991, hasta 13,6 °C en febrero del 2016. En la figura N° 106 se nota que las anomalías de la temperatura mínima media anual van desde un valor mínimo de -1,0 °C en 1991 hasta un valor máximo de +1,4 °C en el 2015.

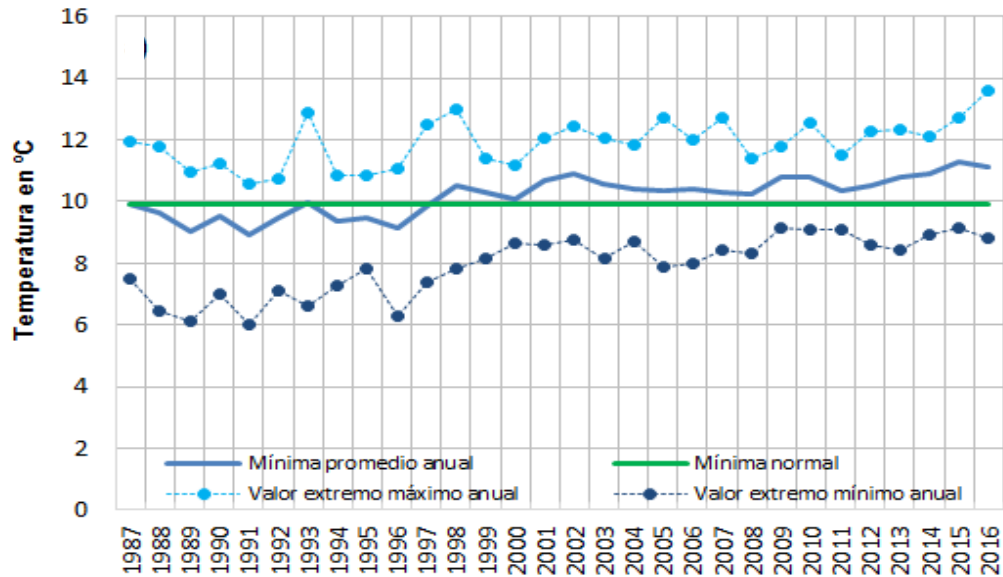


Figura N° 105 Temperatura mínima media anual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos anuales.

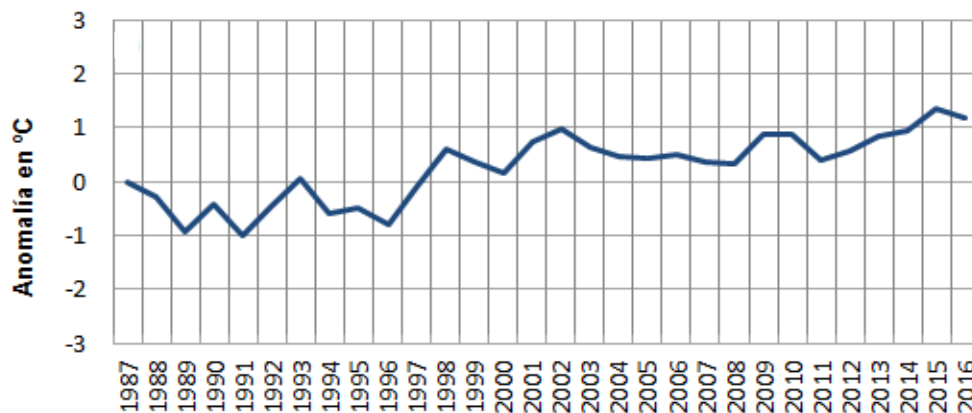


Figura N° 106 Anomalías de la temperatura mínima promedio anual. Correspondientes a la estación CO-Cajabamba durante el período 1987 – 2016.

En la figura N° 107 se aprecia que en Cajabamba la temperatura mínima media mensual del período 1987 -2016, oscila desde 8,1 °C en julio, hasta 11,2 °C en febrero y marzo. Además, los valores promedios extremos van desde un mínimo de 6,0 °C en julio de 1991, hasta un máximo de 13,6 °C en febrero del 2016. En la figura N° 108 se ve que las anomalías de la temperatura mínima media mensual varían desde un valor mínimo de -1,2 °C en agosto, hasta un valor máximo de +1,3 °C en febrero y marzo.

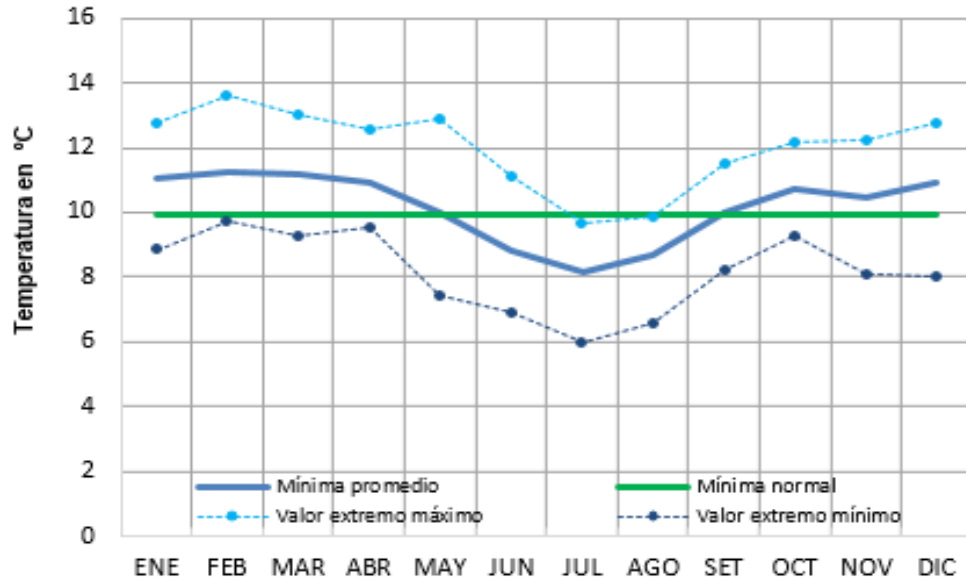


Figura N° 107 Temperatura mínima media mensual, temperatura mínima normal anual y valores promedios extremos máximos y mínimos mensuales.

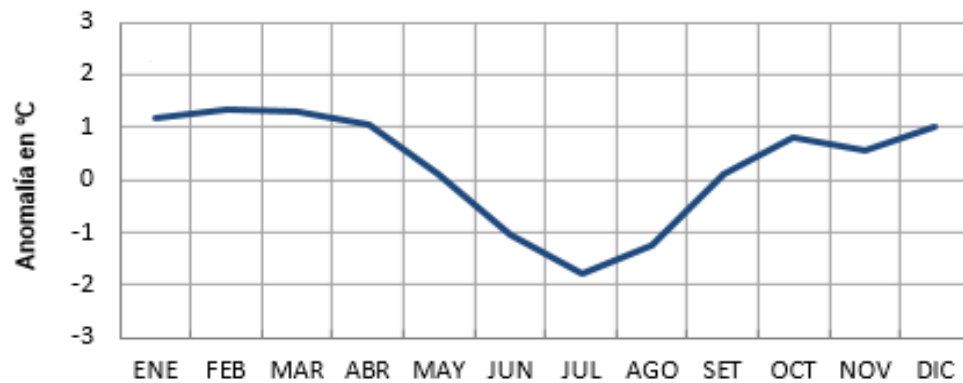


Figura N° 108 Anomalías de la temperatura mínima media mensual. Correspondientes a la estación CO-Cajabamba, durante el período 1987 – 2016.

- **Variaciones pluviométricas**

Antes de analizar las variaciones pluviométricas de la serie de datos 1987-2016, describiremos las condiciones prevalecientes anuales.

En el cuadro 06 se aprecia que en la región de Cajamarca existen dos períodos bien definidos, uno lluvioso que va de octubre hasta abril y otro casi seco, de lluvias escasas, comprendido entre los meses de mayo a setiembre.

A nivel regional se tiene un promedio de 870,2 litros por metro cuadrado, precipitando entre octubre y abril el 84% de esta cantidad y el resto entre mayo y setiembre.

En esta región encontramos cinco (05) áreas bien definidas de precipitaciones que son:

- Las provincias de San Ignacio, Cutervo, Chota y Cajabamba, donde las lluvias acumulan anualmente más de 1000 litros por metro cuadrado.
- Las provincias de Celendín y San Miguel totalizan anualmente valores cercanos a los 1000 litros por metro cuadrado.
- Las provincias de Jaén, Santa Cruz, Bambamarca, San Pablo y San Marcos, donde las precipitaciones alcanzan totales anuales superiores a 750 litros por metro cuadrado.
- La provincia de Contumazá, con valores anuales de precipitación de 700 litros por metro cuadrado; y por último.
- La provincia de Cajamarca es la de menor precipitación y totaliza anualmente 669,0 litros por metro cuadrado.

Cuadro Nº 5 Precipitación total mensual multianual. Serie 1987-2016

ESTACIONES	MESES												TOTAL
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
SAN IGNACIO	91,6	112,5	127,6	121,4	93,1	64,9	55,1	44,4	49,6	82,2	86,3	95,3	1023,9
JAEN	61,2	89,3	97,8	88,0	80,7	36,5	36,5	18,4	27,8	74,7	70,6	67,0	748,4
CUTERVO	109,6	134,8	161,1	115,6	67,3	28,0	23,7	19,8	56,1	117,9	105,9	114,0	1053,8
CHOTA	92,8	129,9	176,4	116,3	83,0	29,4	12,3	12,8	59,3	113,1	106,2	105,2	1036,7
SANTA CRUZ	58,0	81,7	129,2	144,8	78,6	30,8	16,2	11,9	54,4	68,4	53,3	45,0	772,3
HUALGAYOC	81,8	99,0	121,5	78,4	39,1	16,1	11,2	10,7	46,1	94,1	86,0	81,1	764,9
CELENDIN	110,3	124,9	200,0	99,2	43,6	11,4	7,7	5,4	35,6	116,5	112,4	127,6	994,5
SAN MIGUEL	120,1	163,3	211,6	124,9	41,9	15,6	6,1	8,9	43,2	80,5	73,5	92,3	981,9
SAN PABLO	108,9	167,8	224,1	82,1	22,9	5,3	3,4	1,6	14,6	31,2	36,5	77,3	775,6
CAJAMARCA	86,8	100,1	130,1	71,8	29,1	8,8	5,2	5,9	28,5	61,1	67,3	74,3	669,0
SAN MARCOS	103,5	119,7	136,3	81,7	25,6	7,8	2,5	4,3	28,1	79,2	79,9	100,3	768,8
CONTUMAZA	90,4	158,4	210,6	105,3	21,5	5,2	1,3	1,0	9,5	24,6	29,3	44,3	701,4
CAJABAMBA	135,5	154,3	169,4	113,4	39,6	10,6	7,0	6,3	41,8	111,8	100,8	130,3	1020,8
TOTAL	96,2	125,8	161,2	103,3	51,2	20,8	14,5	11,7	38,0	81,2	77,5	88,8	870,2

En la provincia de San Ignacio.- La figura Nº 109, muestra el diagrama del índice de las precipitaciones en la provincia de San Ignacio, donde en los últimos 30 años, se han tenido nueve (09) eventos de sequía que representan el 30% del período considerado (1987-2016).

Además se registraron tres (03) años consecutivos de sequía: 1990, 1991 y 1992, correspondiendo a los meses de noviembre de 1991 a abril de 1992, una sequía calificada de intensa a extrema.

No solo estos años fueron sequías, sino también algo semejante ocurrió durante las temporadas de 1995, 2001, 2004, 2006, 2007 y 2013, registrándose el verano del 2004 una sequía calificada entre moderada a extrema.

SAN IGNACIO													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	SITUACIÓN
1987	SI	SN	SN	EI	SI	SI	SN	SN	SE	SE	SM	SN	
1988	EE	SN	SI	EM	SM	SE	SN	SM	SE	EI	SN	SI	
1989	EI	SN	SN	SM	SM	EE	SI	SI	SN	SM	SE	SE	
1990	SM	SE	SM	SN	SN	EM	SI	SN	SN	EM	EE	SN	SEQUÍA
1991	EM	SI	SM	SE	SE	SE	SI	EM	SI	SN	SE	SI	SEQUÍA
1992	SE	SI	SI	SM	SE	SN	SN	SM	EI	SM	SM	SM	SEQUÍA
1993	SN	EM	EE	SM	SM	SN	SM	EI	SN	SN	SI	EI	
1994	EI	SN	SN	SM	EM	SN	EE	SN	SN	SM	SE	SI	
1995	SI	SM	SM	SN	EE	SM	SM	SE	SI	SN	EE	SM	SEQUÍA
1996	EE	SN	SI	EM	SN	SM	SI	SN	SI	SM	SE	SN	
1997	SM	SN	SN	SN	SN	SM	SN	EM	SN	SM	EM	SN	
1998	SM	EM	SN	SN	SN	SI	EI	SI	SM	EI	SN	SI	
1999	EI	EI	SN	EE	EE	SN	SN	SN	EI	SE	SM	EE	
2000	SM	SN	EE	EE	EM	EE	SN	EE	EE	SE	SI	SN	
2001	EE	SI	SM	SN	SN	EI	EE	EE	EI	SM	SM	EM	SEQUÍA
2002	SI	EE	SM	EM	EI	SI	EI	SM	SI	EE	EM	SM	
2003	SN	SM	EM	SM	SN	EI	EI	SM	SN	SN	SN	SN	
2004	SE	SM	SM	SN	SN	SN	SN	SM	EM	EE	EE	SN	SEQUÍA
2005	SN	EE	EI	SN	SM	EI	SM	SE	SN	SN	SN	EE	
2006	SM	SM	SN	SI	SM	EM	SI	SM	SM	SN	EM	EM	SEQUÍA
2007	SN	SI	SM	SN	EM	EE	SN	EE	EI	EI	EE	EI	SEQUÍA
2008	SN	EE	EE	SM	EM	SN	EE	EE	EM	EE	EI	SI	
2009	EI	EM	SN	EI	SM	SN	SN	EM	EM	EI	SN	SN	
2010	SI	EM	SM	EE	SM	SN	SE	SI	SM	SI	EE	SN	
2011	SN	SM	SN	SI	SN	SN	EE	SN	SN	SM	EE	EE	
2012	SN	SM	EM	SM	SN	SN	EE	EE	SN	EM	SM	SN	
2013	SM	SE	SN	SI	EE	SN	EM	SN	SN	EE	SI	SN	SEQUÍA
2014	SM	SN	EE	SN	EM	SN	EM	EE	SN	EE	SN	SN	
2015	EI	SM	EE	SI	SM	EE	EE	SE	SI	SN	SM	SN	
2016	SM	SM	SN	SM	SM	SN	EE	SN	SN	SN	SM	SN	

Figura Nº 109 Diagrama del índice de precipitaciones en San Ignacio

En la provincia de Jaén.- La figura Nº 110 muestra el diagrama del índice de las precipitaciones en la provincia de Jaén, donde en los {últimos 30 años, se han tenido catorce (14) eventos de sequía, que representan el 46,66% del período considerado.

En esta provincia se nota dos períodos: un primer período de sequías casi continuas que corresponde desde 1987 hasta 1998 y otro de sequías alteradas que va del 2004 al 2013. En el primer período hubo sequías los años 1987-88, 1991-92, 1994-96 y 1998, y en el segundo período las precipitaciones fueron escasas en los años 2004-05, 2009-10, 2013 y 2016.

JAEN													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	SITUACIÓN
1987	SN	SM	SI	SM	EE	SE	EE	SM	SM	EI	SM	SE	SEQUÍA
1988	EM	SI	SI	SM	SM	SE	SN	SE	SM	EE	EE	EM	SEQUÍA
1989	EE	EM	SM	SN	EE	SI	SN	SE	EM	SN	SE	SE	
1990	EI	SN	SN	SI	SN	EM	EE	SN	SN	EI	SN	SN	
1991	EI	SI	SI	SN	EM	SM	SN	SI	SM	SN	EM	SE	SEQUÍA
1992	SE	SE	SM	SM	SE	SM	SE	EM	SN	SI	SN	SN	SEQUÍA
1993	SI	EE	EE	SI	SI	EI	SN	EE	EE	SN	EM	EM	
1994	SI	SI	SN	SN	SI	SN	SM	SM	SM	SN	SE	SI	SEQUÍA
1995	SM	SE	SM	SN	SN	SN	SN	SI	SI	SE	SN	EI	SEQUÍA
1996	SI	EI	SI	SI	SM	SN	SE	SI	SN	SI	SI	SN	SEQUÍA
1997	SM	SN	SI	SN	SN	EM	SN	EI	SE	SM	SN	SE	
1998	SM	SI	SN	EI	SN	SN	SE	SI	SM	EE	SM	SE	SEQUÍA
1999	SN	EE	SN	SM	EI	EE	EI	SE	EE	SM	SI	EE	
2000	SM	EM	EI	SN	SN	EE	EE	EM	EE	SE	SE	SN	
2001	EE	SE	SE	SI	SN	SE	SI	SM	EE	SI	SN	SN	
2002	SM	SN	SI	SN	EE	SE	EE	SE	SN	EE	SN	SI	
2003	SM	EI	SI	EM	EE	EE	SN	EM	SN	SN	SI	SN	
2004	SE	SE	SN	EM	EI	SM	SE	SI	SN	SN	SN	SM	SEQUÍA
2005	SI	EI	EI	SN	SI	EE	SE	EM	EM	SN	EI	EE	SEQUÍA
2006	EI	EE	EM	SE	SM	EE	SE	SN	SI	SI	SN	SM	
2007	SN	SM	EM	EM	SN	SN	EE	EM	SI	EE	EE	SM	
2008	SN	EE	EM	SI	SN	EE	SN	SI	EM	SN	SN	SM	
2009	EE	SM	EI	EE	SM	SN	EM	EM	EM	EM	SI	SI	SEQUÍA
2010	SM	SM	SE	EM	SM	SI	SE	EM	SM	SN	SI	EE	SEQUÍA
2011	EM	SN	EM	EE	EM	SM	EE	SI	SI	SM	EM	EE	
2012	EI	SN	SN	SN	SE	SM	SM	SM	SI	EM	EM	EM	
2013	SE	SN	SI	SI	EE	SI	SM	EI	SM	EE	SE	SM	SEQUÍA
2014	SN	EM	EE	EI	EE	SN	EM	EE	SN	SE	SN	EI	
2015	EE	SN	EE	SN	SN	SE	EE	EE	SE	SE	SN	SN	
2016	EI	SM	EM	EM	SI	SM	EM	EM	EM	SE	SE	EM	SEQUÍA

Figura Nº 110 Diagrama del índice de precipitaciones en Jaén

En la provincia de Cutervo.- La figura N° 111 señala el diagrama del índice de las precipitaciones en la provincia de Cutervo, donde en los últimos 30 años se han tenido doce (12) eventos de sequía, que representa el 40% del período considerado.

En la provincia de Cutervo los períodos secos se han presentado en forma alterada, es decir, se han registrado sequías en los años 1987-88, 1991-92, 1995 y 1997; luego en los años 2002 y 2004, finalmente en el 2010 y 2014.

CUTERVO													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	SITUACIÓN
1987	EI	SN	SM	SM	EM	SE	EE	SN	EM	SI	SM	SM	SEQUÍA
1988	EI	SI	SI	SN	SM	SI	SN	SE	SN	SE	EE	SM	SEQUÍA
1989	EE	SN	SN	SM	SM	EI	SM	SN	EI	EM	SM	SE	SEQUÍA
1990	SN	SN	SI	EE	EM	EI	EM	SM	SM	EI	EM	SI	
1991	SI	SM	SN	SN	SI	SI	SI	SN	SN	SN	SI	SN	SEQUÍA
1992	SI	SM	SM	SM	SN	EM	EM	EE	EE	SM	SM	SM	SEQUÍA
1993	EM	SM	EE	SN	SN	SE	EE	EE	EE	SN	SN	EE	
1994	SN	SN	EI	EI	SN	SI	SI	SE	EM	SE	EI	EM	
1995	SI	SE	SM	SI	SM	SI	SI	EE	SI	SN	SN	EE	SEQUÍA
1996	SM	SN	SN	SN	EM	EE	SE	EE	SI	EE	SM	SI	
1997	SN	EM	SE	SM	SI	SN	SE	SN	SE	SI	SM	SN	SEQUÍA
1998	SM	SN	EE	EM	EM	SE	SE	SE	SN	SI	SN	SN	
1999	EE	EE	SM	SN	SN	EE	EE	SE	EE	SN	SN	EE	
2000	SM	EE	EI	SN	EM	EE	EE	EM	EM	SE	SE	EE	
2001	EE	SI	EE	SN	EE	SE	SI	SE	EM	SN	SN	SN	
2002	SM	SN	SM	SN	SN	SE	EE	SE	SN	SN	EI	SN	SEQUÍA
2003	SN	EM	SN	SN	SI	SI	SE	EM	SI	SI	EM	SM	
2004	SM	SI	SE	EM	SN	SE	EE	SM	SM	EM	EE	SN	SEQUÍA
2005	SM	SN	EM	SI	SM	SM	SE	SE	SM	EE	SI	EM	
2006	EE	SN	EE	SN	SI	EM	EM	SM	SI	SN	SN	SN	
2007	EI	SE	EM	SN	EE	SE	SN	EM	SI	EE	EE	SM	
2008	EM	EE	SM	SN	EM	SN	SI	EE	EE	EE	EM	SN	
2009	EI	SN	SN	SN	SN	EE	EI	SI	SI	SM	SN	SM	
2010	SE	SN	EM	SN	SN	SI	EE	SE	EI	SM	SN	SN	SEQUÍA
2011	SN	SN	SN	SN	SE	SI	SM	SN	EE	SN	SN	EE	
2012	EE	SN	SN	SN	SM	SE	SE	SE	SI	EM	SN	SN	
2013	EE	SM	EI	SM	EE	SN	SI	EE	SE	SN	SE	EM	
2014	SI	SI	EI	SM	EE	SI	EI	SN	SN	SM	SN	EI	SEQUÍA
2015	EE	SM	EE	EM	SN	SE	SI	SE	SE	SN	EM	SI	
2016	SN	SN	EM	EI	SN	SN	SI	SM	SN	SI	SM	EE	SEQUÍA

Figura N° 111 Diagrama del índice de precipitaciones en Cutervo

En la provincia de Chota.- La figura N° 112 muestra el diagrama del índice de las precipitaciones en la provincia de Chota, donde en los últimos 24 años, se ha tenido siete (07) eventos de sequía, que representa el 29,16% de la serie histórica considerada.

En esta provincia los períodos lluviosos son mayoritariamente con precipitaciones normales a excesivas y las sequías son muy esporádicas, habiéndose observado este fenómeno en los años 1995-96, 1998, 2000, 2002, 2004 y por último en el 2016.

CHOTA													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	SITUACIÓN
1993	EE	SN	EE	SM	EI	SM	SN	EE	EM	SN	EM	SN	
1994	EE	SN	EI	EM	SM	SM	SM	SE	SI	SI	SN	SN	
1995	SE	SI	SM	SI	SN	SE	SN	EE	SI	SN	SN	EE	SEQUÍA
1996	SE	SM	SM	SN	SM	EE	SE	EE	SM	EI	SI	SE	SEQUÍA
1997	SN	SN	SI	SN	SI	SI	SE	SE	SM	SI	SM	SN	
1998	SN	EI	SN	EI	EE	SE	SE	EI	SN	EI	SI	SM	SEQUÍA
1999	EE	EE	SM	SN	SN	EE	SN	SE	EE	SM	SN	EM	
2000	SN	SN	SI	SN	EE	EE	SI	SI	EE	SE	SM	EM	SEQUÍA
2001	EI	SI	EM	SN	SN	SE	SI	SE	EM	SN	SN	EM	
2002	SM	SM	SN	EE	SM	SE	EM	SE	SE	SN	EI	SM	SEQUÍA
2003	SN	SN	SN	SN	SE	EE	SE	SN	EE	SM	SN	SN	
2004	SN	SE	SI	SN	SN	SE	EE	SE	SN	EE	EE	SM	SEQUÍA
2005	SI	SN	EI	SM	SE	SI	SE	SE	SI	EE	SI	EM	
2006	EE	EM	EI	SM	SE	EI	EE	EM	SN	SM	EM	SN	
2007	EI	SE	EI	EM	EI	SE	EE	EE	SE	SN	EI	SI	
2008	EI	EE	EM	EI	EM	SM	SI	EI	EE	EM	SN	SM	
2009	EE	SN	EI	SN	EI	SN	SN	SE	SM	SN	SN	SN	
2010	SM	SN	EI	SN	EI	EM	EE	SN	SI	SN	SN	SI	
2011	EM	SN	SN	EI	SI	SE	EI	SN	EI	SN	SM	SN	
2012	EE	EM	SM	EM	SI	SE	SE	SE	SE	EM	EI	SM	
2013	EE	SN	EI	SN	EE	SE	SE	EE	SE	EM	SE	SN	
2014	SI	SN	SN	SI	EE	SE	SM	EI	EM	SI	SN	EM	
2015	EE	SI	EE	SN	SN	SE	SN	SE	SE	SM	SN	SE	
2016	EI	SM	SN	SN	SI	SI	SE	SE	SN	SE	SE	EI	SEQUÍA

Figura N° 112 Diagrama del índice de precipitaciones en Chota

En la provincia de Santa Cruz.- La figura N° 113, ejemplifica el diagrama del índice de las precipitaciones en la provincia de Santa Cruz, donde en los últimos 30 años, se han observado dieciocho (18) períodos secos que representan el 60% de la serie histórica considerada.

En esta provincia las sequías han sido prolongadas y continuas durante el período 1987-95, luego se alternaron con años regulares y húmedos y se observaron en los años 1997, 2000, 2002-2004, 2007, 2010, 2014 y 2016.

SANTA CRUZ													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	SITUACIÓN
1987	SN	SM	SM	SN	SM	SM	EE	EI	EM	SE	SI	SE	SEQUIÁ
1988	SN	SN	SE	SM	SN	SM	SE	EE	SI	SM	EI	SI	SEQUIÁ
1989	EE	SM	SI	SI	SE	EI	SE	EE	SM	EM	SI	SE	SEQUIÁ
1990	SE	SN	SI	SE	SI	SM	SE	SI	SI	SN	SN	SI	SEQUIÁ
1991	SE	SI	SE	SI	SN	SE	SE	SE	SE	SM	EE	SM	SEQUIÁ
1992	SN	SE	SE	SM	SI	SE	SE	SE	SM	SI	SE	SI	SEQUIÁ
1993	SI	SN	EM	EM	SN	SE	SE	SI	SI	EM	SE	SE	SEQUIÁ
1994	EI	SN	SI	SI	SM	SE	SE	SE	SI	SE	EE	EM	SEQUIÁ
1995	SI	SI	SI	SM	SI	SE	EE	EI	SI	EM	SN	EE	SEQUIÁ
1996	SI	SN	SM	SI	SN	SE	SE	EE	SE	EE	SE	SE	
1997	SM	EI	SE	SI	SE	SE	SE	SE	SE	SE	EI	EE	SEQUIÁ
1998	EE	SI	EE	EE	EM	SE	SE	EE	EE	EE	SI	SN	
1999	EE	EE	SN	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EI	SE	EI	
2000	SM	EI	EE	EE	EE	SE	SE	EE	EE	SE	SI	EE	SEQUIÁ
2001	EM	SI	EI	SN	SI	SM	SE	SE	EE	SN	SN	EM	
2002	SE	SI	SN	SM	SM	SI	SI	SE	SI	SM	SN	SN	SEQUIÁ
2003	SN	SM	SE	SI	SI	EM	SN	SN	SN	SE	SN	EE	SEQUIÁ
2004	SM	SI	SE	SI	EI	SE	EE	SE	SI	SE	SN	EI	SEQUIÁ
2005	SE	SN	SN	SE	SE	SI	SE	SI	SE	EM	SI	SN	
2006	EI	SM	EM	SE	SE	EM	EE	SE	SI	SE	SN	SN	
2007	SM	SE	SN	SM	SN	SE	SE	EE	SI	EM	EE	SI	SEQUIÁ
2008	EM	EM	EI	SM	SN	SM	EE	EM	EE	EI	EI	SE	
2009	EE	SM	SN	SE	SN	EM	SE	SE	SE	SI	SN	EM	
2010	SE	SN	SN	SN	SE	SM	SN	SM	SN	SI	SI	SI	SEQUIÁ
2011	EE	SN	SI	EM	SI	SE	EE	SE	SN	SM	SI	EE	
2012	EE	EM	EI	SM	SM	SE	SE	SI	SE	EM	EM	SN	
2013	SN	SN	SN	SI	EE	SE	SE	SN	SE	SN	SE	EM	
2014	SI	SI	SN	SN	EM	SE	SM	EE	EI	SN	SN	EE	SEQUIÁ
2015	EE	SE	SN	SE	EM	SE	SE	SE	SE	EI	EE	SE	
2016	SN	SM	SN	SI	SE	EE	SE	SE	SM	SM	SI	SN	SEQUIÁ

Figura N° 113 Diagrama del índice de precipitaciones en Santa Cruz

En la provincia de Hualgayoc.- La figura N° 114 indica el diagrama del índice de las precipitaciones en la provincia de Hualgayoc, donde en los últimos 30 años se ha observado un tercio de años secos, que representan el 33,33% de la serie histórica considerada.

Seis (06) eventos secos se han tenido durante los años 1990-92 y 1995 -97, luego sucedieron una serie de oscilaciones con años húmedos, regulares y secos.

Por último, se han registrado sequías en los años 2004, 2010-11 y 2016.

HUALGAYOC													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	SITUACIÓN
1987	EI	SM	SM	SN	EM	EI	EE	EE	EI	SN	EM	SE	
1988	EM	SN	SI	SN	SM	SN	SE	SE	SM	SN	EI	EI	
1989	EE	SN	EM	SN	SE	EM	SM	SN	EM	SN	SN	SE	
1990	SM	SI	SE	SN	SN	EE	SI	SI	SN	EM	EM	SM	SEQUÍA
1991	SI	SM	SN	EM	SM	SE	SI	SE	SN	SI	SI	SI	SEQUÍA
1992	SE	SE	SI	SI	SM	SN	SN	SN	EM	SN	SM	SM	SEQUÍA
1993	EM	SN	EE	SN	EE	SM	SN	EE	EM	SN	SN	EE	
1994	EM	SN	EE	EM	SM	SM	SI	SE	SN	SM	EI	EI	
1995	SE	SM	SI	SM	EI	SM	EE	SI	SN	SN	SN	EI	SEQUÍA
1996	SN	EM	SN	SM	SM	SI	SN	EI	SM	EI	SI	SE	SEQUÍA
1997	SN	EM	SM	SN	SM	SN	SE	SE	SI	SI	SM	EI	SEQUÍA
1998	SN	EI	EM	EI	SN	SE	SE	SE	SN	EE	SN	SN	
1999	EI	EE	SI	SI	SN	EE	SN	SE	EE	SE	SN	EI	
2000	SM	EE	SN	SM	EM	EE	SN	SM	SN	SE	SN	EI	
2001	EE	SI	EE	SN	SN	SE	SI	SE	EM	SN	SN	EM	
2002	SM	SN	SN	EE	SN	SE	EE	SE	SI	EM	SN	EM	
2003	SN	SN	SN	SM	SI	EE	SE	EE	SM	SI	SN	SN	
2004	SM	SI	SI	SN	SN	SI	EE	SN	EM	SN	EI	SN	SEQUÍA
2005	SM	SN	EM	EI	SI	SE	SE	SM	SI	EE	SI	SN	
2006	EI	SM	EE	SN	SE	SI	EI	SN	SN	SM	SN	SN	
2007	SN	SE	EM	EI	SM	SE	SM	SN	SM	EM	EI	SN	
2008	EI	EE	SN	SN	SN	EM	SE	EE	EE	EE	EM	SE	
2009	EE	SN	EM	SN	EI	EI	SN	EE	SM	EM	EI	SM	
2010	SM	SN	SN	SN	EE	SI	EI	SI	SI	SM	SN	SM	SEQUÍA
2011	SM	SN	EM	EE	SI	SI	EE	SI	EE	EM	SM	EE	SEQUÍA
2012	EE	EI	SM	SM	SI	SE	SE	SE	SE	EE	EE	SN	
2013	SN	EM	EI	SN	EE	SE	SN	EE	SE	SN	SE	SN	
2014	SN	SN	EM	SI	EE	SE	EM	SI	SM	SI	SN	SN	
2015	EI	SI	EE	SI	EI	SN	SN	SM	SE	SI	SN	SE	
2016	EE	SE	SM	SN	SE	SN	SI	SI	SN	SE	SE	EM	SEQUÍA

Figura N° 114 Diagrama del índice de precipitaciones en Hualgayoc

En la provincia de Celendín.- La figura N° 115 descubre el diagrama del índice de las precipitaciones en la provincia de Celendín, donde en los últimos 20 años, se han registrado ocho (08) años secos que representan el 40% de la serie considerada.

En esta provincia se presentó sequía el año 2000, a continuación se sucedieron cuatro (04) años secos durante el período 2002-05 y finalmente los años 2011, 2013 y 2016.

CELENDIN													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	SITUACIÓN
1997	SI	SN	SE	EE	SI	SN	SE	SE	SN	SM	SN	EM	
1998	SM	EM	SN	EE	EM	SE	SE	SE	SI	EI	SM	SE	
1999	EE	EE	SI	SE	EI	EE	SM	EE	EE	SI	SN	EE	
2000	SN	EE	SN	SN	EM	EE	SE	EE	EI	SE	SI	EM	SEQUÍA
2001	EE	SN	EE	SI	SN	SE	SM	SE	SN	SN	EM	SM	
2002	SI	SM	EM	EE	SN	SE	EE	SE	SE	EE	SN	SN	SEQUÍA
2003	SI	SI	SM	SN	SM	EE	SE	SE	SN	SM	SN	SN	SEQUÍA
2004	SI	SI	SI	SN	SN	SE	EE	SM	EM	SM	EE	SN	SEQUÍA
2005	SM	SM	SN	SM	SI	SE	SE	SE	SN	EE	SE	EM	SEQUÍA
2006	SN	SN	EE	SM	SE	SN	SN	SN	EE	SN	SN	SN	
2007	SN	SE	EM	EM	SN	SE	SM	EE	SI	EE	EM	SN	
2008	SN	EM	SI	SN	EM	EE	EI	EE	SI	SN	SN	SE	
2009	EE	SM	SN	EI	EE	SI	SN	SE	SI	SM	SN	SN	
2010	SN	EI	SN	SM	EE	SE	EE	SN	SN	SI	SN	SN	
2011	SM	SM	SN	EM	SI	SE	EE	SN	SN	SM	SN	EM	SEQUÍA
2012	EE	SN	SM	SN	SN	SE	SE	SI	SE	SN	EE	SM	
2013	SM	SI	SN	SM	EE	EE	EE	EE	EM	EM	SE	SN	SEQUÍA
2014	SM	SN	SM	SN	EE	SE	SE	SN	SN	SI	SI	SM	
2015	EE	SE	SN	SN	EE	SI	SE	SE	SE	SE	SN	SE	
2016	SN	EM	SM	SI	SE	SE	SE	EI	SN	SN	SE	EE	SEQUÍA

Figura N° 115 Diagrama del índice de precipitaciones en Celendín

En la provincia de San Miguel.- La figura N° 116 enseña el diagrama del índice de las precipitaciones en la provincia de San Miguel, donde en los últimos 30 años se han observado quince (15) períodos secos, que representan el 50% de la serie histórica considerada.

En esta provincia se observó sequía en el año 1987, enseguida se tuvo cuatro años secos consecutivos de 1989 a 1992, luego en los años 1996-97, 1999 y 2004-05; finalmente en los años 2010-11, 2013-14 y 2016.

SAN MIGUEL													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	SITUACIÓN
1987	EI	SM	SE	SN	SE	SE	EI	EE	SI	SE	SM	SE	SEQUÍA
1988	SE	SN	SE	EE	SM	SN	SN	SN	SE	EI	SN	SE	
1989	EM	EE	SN	EE	SI	SN	SE	SE	SN	EE	SI	SE	SEQUÍA
1990	SM	SN	SI	SM	SM	EE	SE	SE	SI	EI	EE	SM	SEQUÍA
1991	SE	SM	SN	SN	SN	SI	SE	SE	SE	SN	SM	SN	SEQUÍA
1992	SN	SE	SM	SM	SN	EE	SE	SI	EE	EI	SE	SI	SEQUÍA
1993	SN	SN	EI	SN	EE	SE	SN	SE	EI	EI	SN	EE	
1994	EM	SN	SM	EI	SN	SI	SI	SE	SM	SE	EI	SN	
1995	SN	SN	SM	SM	SN	SM	EE	EE	SN	SM	SN	SN	
1996	EM	EM	EI	SI	SI	SE	SE	SI	SM	EI	SI	SE	SEQUÍA
1997	SE	SN	SE	SM	SE	SN	SE	SI	EI	SI	EE	EE	SEQUÍA
1998	EE	EE	EI	EE	SM	SM	SE	SM	SM	EI	SE	SN	
1999	EM	EE	SM	SM	EI	EE	EI	SE	EE	SM	SI	EI	SEQUÍA
2000	SE	EM	EI	SN	EE	SN	SE	EE	EI	SI	SM	EE	
2001	EE	SN	EE	SN	SN	SE	SN	SE	EE	SM	EI	SN	
2002	SI	SN	EI	EE	SE	EI	SI	SE	EI	EI	EE	EI	
2003	SN	SI	SM	SI	SN	EE	SE	SI	SN	SM	SN	SM	SEQUÍA
2004	SE	SN	SI	SM	EI	SE	EE	SE	EE	SN	SN	SN	SEQUÍA
2005	SN	SM	EI	SE	SE	SE	SE	SM	SI	SN	SI	SN	
2006	EI	SN	EE	SM	SI	EI	SI	EI	SN	SE	EI	EE	
2007	EI	SE	EI	EI	EI	SE	SI	SE	SE	SN	EI	SM	
2008	SN	EI	SN	SN	SN	SM	SM	EI	EI	EI	EI	SE	
2009	EE	SN	SN	EI	EI	EI	EI	SN	SE	SN	EE	SN	
2010	SI	SN	EI	SN	SN	SM	EE	SE	SN	SI	SM	EI	SEQUÍA
2011	SN	SI	SM	EI	SE	SI	EI	EE	SI	SE	SN	EI	SEQUÍA
2012	EE	EM	SM	EI	SN	SM	SE	SN	SI	EI	SN	SI	
2013	SN	SN	EI	SN	EE	SM	SM	EI	SE	EE	SE	SM	SEQUÍA
2014	SM	SM	SN	SM	EI	SE	SM	SE	EI	SN	SN	SN	SEQUÍA
2015	EM	SI	EE	SN	EI	SE	SN	SE	SE	EE	EE	SI	
2016	SN	SN	SM	SN	SE	SN	SM	SE	SI	SE	SE	SN	SEQUÍA

Figura N° 116 Diagrama del índice de precipitaciones en San Miguel

En la provincia de San Pablo.- La figura N° 117 ilustra el diagrama del índice de las precipitaciones en la provincia de San Pablo, donde en los últimos 20 años se han observado diez (10) períodos secos, que representan el 50% de los datos históricos considerados.

En esta provincia se han tenido grandes oscilaciones entre años secos con años normales y húmedos. Los períodos de sequía se registraron en 1998-99, 2002, 2005, 2010-11, 2014 y 2016.

SAN PABLO													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	SITUACIÓN
1997	SE	SN	SE	SN	SE	EI	SE	SE	EE	EE	EE	EE	
1998	EE	EE	EE	EE	EM	SE	SE	SI	SI	SN	SE	SI	SEQUÍA
1999	SN	EE	SI	SN	EE	EE	EE	SE	EE	SI	SE	SM	SEQUÍA
2000	SI	SN	EM	EM	EE	EI	SE	SI	SN	SE	SM	EI	
2001	EE	SM	EE	EI	SN	SE	SN	SE	EE	SI	EM	SI	
2002	SE	SN	EE	SN	SE	SN	SE	SE	SE	SN	EE	SN	SEQUÍA
2003	SI	SM	SI	SN	SI	EE	SE	SE	SI	SE	SI	SM	SEQUÍA
2004	SE	SM	SI	SI	SM	SM	EE	SE	SN	EM	SM	SN	SEQUÍA
2005	SN	SE	SM	SM	SE	SE	SE	SE	SI	SN	SE	SI	SEQUÍA
2006	SN	EM	EI	SM	SE	EE	SE	EE	SI	SE	EM	EE	
2007	EI	SE	SN	SN	SN	SE	SN	EE	SE	EI	SN	SI	
2008	EM	EE	SN	SN	SI	SE	SE	SE	SN	EI	SN	SI	
2009	EI	EM	SN	SI	SN	SN	EE	EE	SM	EE	EE	SM	
2010	SI	SN	SM	SM	SM	SE	SI	SI	SI	SE	SI	SI	SEQUÍA
2011	SN	SE	SI	EE	SE	SE	EI	SE	EM	SE	SI	EI	SEQUÍA
2012	EE	EI	SN	EE	EE	SE	SE	EE	SI	EI	EE	SN	
2013	SI	SN	SN	SI	EE	SE	SE	EE	SE	EI	SE	SN	
2014	SN	SE	SM	SI	EE	SE	SE	SE	SN	SN	SN	SN	SEQUÍA
2015	EM	SI	EI	SN	EE	SE	SE	SE	SE	EE	EE	EI	
2016	SM	EM	SI	SN	SE	SE	SE	SE	SE	SI	SE	SM	SEQUÍA

Figura N° 117 Diagrama del índice de precipitaciones en San Pablo

En la provincia de Cajamarca.- La figura N° 118 establece el diagrama del índice de precipitaciones en la provincia de Cajamarca, donde en los últimos 30 años se han observado trece (13) años secos que representan el 43,33 % de la serie histórica considerada.

En esta provincia se han observado sequías a partir de los años 1989-90, seguidamente los años 1992-93 y 1995, luego los años 2000 y 2002-2004, continuaron los años 2010-11 y finalmente el período 2013-2014.

CAJAMARCA													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	SITUACIÓN
1987	EM	SN	SE	SM	SE	SI	EE	EI	EM	SI	SN	SM	
1988	EM	SN	SE	EM	SE	SI	SE	SE	SN	SN	SN	SN	
1989	SN	EI	SN	SN	SM	EE	SI	SM	EE	EE	SM	SE	SEQUÍA
1990	EM	SM	SI	SE	EM	EE	SE	SN	SM	EM	EI	SN	SEQUÍA
1991	SI	SN	SN	SM	SM	SE	SE	SE	SE	SI	SN	SN	
1992	SM	SE	SI	SM	SM	EE	SM	EM	EI	SN	SI	SI	SEQUÍA
1993	SM	SN	EE	EI	SN	SE	SI	SE	EE	EE	SN	SN	SEQUÍA
1994	EI	SN	EI	EE	EM	SE	SE	SE	SI	SI	EM	EI	
1995	SI	SN	SM	SM	SM	SE	EE	EM	SE	SM	SM	SN	SEQUÍA
1996	SN	SN	SN	SM	SI	SE	SE	EE	SI	SN	SN	SI	
1997	SN	EI	SE	SI	SI	EI	SE	SE	SN	SM	EE	EE	
1998	EM	SN	EE	SN	SM	SI	SE	SM	SM	EM	SI	SM	
1999	SN	EE	SI	SN	EE	EE	EE	SE	EE	SE	SN	SN	
2000	SI	EI	SN	SN	EI	EI	SE	EE	EE	SE	SM	EI	SEQUÍA
2001	EE	SN	EE	SM	EE	SE	EE	SE	SN	SM	EM	SN	
2002	SE	SI	SN	SN	SN	SN	EE	SI	SI	EM	EI	SN	SEQUÍA
2003	SM	SI	SN	SI	SN	EE	SE	EM	SI	SM	SN	SN	SEQUÍA
2004	SI	SN	SI	SM	EI	SE	EE	EE	SM	SN	EM	EI	SEQUÍA
2005	SN	SI	SN	SM	SE	SI	SE	SI	SN	EM	SI	SN	
2006	SN	SN	EE	SN	SE	EE	SE	SM	SN	SE	SN	SN	
2007	EM	SE	EI	EI	SN	SE	EE	SN	SI	EE	EI	SN	
2008	SN	EM	SN	EM	SM	EI	SE	EI	EM	EI	SN	SI	
2009	EE	SM	SN	SN	EI	EE	EE	SI	SI	SN	EE	SN	
2010	SM	SN	EM	EM	SN	SN	SI	SE	SN	SM	SM	SN	SEQUÍA
2011	SN	SM	SN	EI	SI	SE	EM	SE	EE	SI	SE	EI	SEQUÍA
2012	EE	EM	SN	SN	EE	SE	SE	SE	SM	EM	EE	SM	
2013	SM	SN	EE	SN	EE	SM	SN	SN	SE	EE	SE	SM	SEQUÍA
2014	SN	SM	EM	SN	SN	SI	SE	SI	SN	SE	SM	EI	SEQUÍA
2015	EE	SI	EE	SN	EE	SE	SM	SE	SN	SE	EI	SI	
2016	SN	SN	SN	SM	SE	SE	SE	SE	SN	SN	SE	SN	

Figura N° 118 Diagrama del índice de precipitaciones en Cajamarca

En la provincia de San Marcos.- La figura N° 119, ilustra el diagrama del índice de las precipitaciones en la provincia San Marcos, donde en los últimos 30 años se han registrado catorce (14) años secos, que representan el 46,66 % de la serie histórica considerada. En esta provincia, durante el período de 1987 al 2014 se registraron sequías casi continuas.

Luego del 2005, las precipitaciones fueron más regulares, con años entre normales y húmedos, a excepción del 2010, 2013 y 2016, que fueron secos.

SAN MARCOS													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	SITUACIÓN
1987	NN	SM	SM	EM	SE	SE	EE	SM	EI	SE	EI	NN	SEQUÍA
1988	EE	NN	SI	EM	SE	SM	SI	SE	SI	SM	SM	NN	
1989	NN	NN	NN	EI	SE	SE	SE	SE	EI	EI	SI	SE	SEQUÍA
1990	NN	SM	SI	NN	NN	EE	SE	EE	SE	EE	EE	SI	SEQUÍA
1991	SI	NN	NN	NN	SE	SI	SE	SE	SE	SM	SI	NN	SEQUÍA
1992	SI	SE	SI	SM	SI	EE	SM	EE	EE	SM	SE	SM	SEQUÍA
1993	NN	EM	EI	EE	SI	SE	SE	SE	NN	NN	EM	NN	
1994	NN	EI	EM	EE	NN	SI	SE	SE	SM	NN	NN	SM	
1995	SE	NN	NN	SM	NN	SM	SE	NN	SM	EM	NN	NN	
1996	NN	NN	NN	NN	SE	SI	SE	SM	NN	EI	SE	SE	SEQUÍA
1997	SM	NN	SI	NN	SI	EE	SE	SE	EM	NN	EE	EE	SEQUÍA
1998	EE	EI	EM	EI	EM	SE	SE	SE	SM	NN	SE	SM	SEQUÍA
1999	NN	EE	SE	SE	EE	EE	SI	SI	EE	SI	NN	NN	
2000	SM	NN	NN	SM	NN	EE	EE	SM	EE	SE	SM	EI	SEQUÍA
2001	EE	NN	EI	SE	EE	SE	SE	SE	SM	EI	EM	NN	
2002	SI	NN	EE	NN	SI	SE	EE	SE	NN	EE	EI	EI	
2003	SI	SI	NN	SM	SE	NN	NN	SM	SI	NN	EI	EM	SEQUÍA
2004	SM	SI	SE	NN	SM	SI	SM	SE	NN	NN	EE	EE	SEQUÍA
2005	NN	SM	NN	NN	SE	SE	SE	EM	EM	EE	SE	EE	
2006	NN	SM	EE	NN	SE	EE	NN	NN	EE	SM	NN	EE	
2007	NN	SE	EE	EI	NN	SE	EE	SM	NN	EE	EI	NN	
2008	EI	EI	SM	NN	SM	EE	NN	NN	NN	EE	EM	SM	
2009	EE	NN	NN	EE	EE	SE	SI	SE	SE	EM	EE	NN	
2010	SM	SM	EM	NN	EM	SM	EE	SE	SM	SI	SM	NN	SEQUÍA
2011	NN	NN	EM	EI	SE	SE	EE	SE	EI	SI	SM	EM	
2012	EE	NN	SM	EM	EE	NN	SE	SI	SI	EM	EE	NN	
2013	SM	SI	EE	NN	EE	SE	EE	EE	SE	EI	SI	EM	SEQUÍA
2014	SI	EE	NN	EI	EE	SM	SE	SE	NN	NN	NN	NN	
2015	EI	SI	EE	SE	EE	SE	SI	SE	SE	SI	EI	SE	
2016	EM	NN	SM	SM	NN	EE	SE	SE	SE	SI	SE	NN	SEQUÍA

Figura N° 119 Diagrama del índice de precipitaciones en San Marcos

En la provincia de Contumazá.- la figura N° 120 expresa el diagrama del índice de las precipitaciones en la provincia de Contumazá , donde en los últimos 30 años se han observado 16 años secos, que representan el 53,33 % de la serie histórica considerada.

Estudiando el comportamiento pluviométrico de cada uno de estos 30 años secos vemos que existe gran variabilidad entre años secos y años normales con húmedos, habiéndose registrado sequías en los años 1988, 1990-92, 1996-1999, 2003-2006,2010-11,2014 y 2016.

CONTUMAZA													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	SITUACIÓN
1987	EE	EE	SN	SE	SE	SE	SE	EE	SM	SE	SN	SE	
1988	SM	SI	SE	SM	SN	SE	SE	SE	SE	SM	SN	SE	SEQUÍA
1989	SN	EI	SN	EI	SE	EI	SE	SE	EM	EE	SM	SE	
1990	SI	SI	SI	SE	SE	EE	SE	SE	SE	SN	EM	SE	SEQUÍA
1991	SE	SI	SN	SN	EI	SE	SE	SE	SE	EM	EE	SN	SEQUÍA
1992	SI	SE	SN	EE	SM	EE	SE	SE	EE	SE	SE	SE	SEQUÍA
1993	SI	EE	EE	EM	SN	SE	SE	EI	EE	EE	SN	SN	
1994	SN	SM	SN	SI	EM	SE	SE	SE	SI	SE	SN	SN	
1995	SN	SI	SI	SI	SE	SI	EE	SE	SE	SM	EM	EM	
1996	SN	SN	SN	SI	SE	EI	SE	SI	SI	SN	SE	SE	SEQUÍA
1997	SE	SN	SE	SN	SM	EI	SE	SE	EE	SM	EE	EE	SEQUÍA
1998	EE	EE	EE	EM	EM	EE	SE	SN	SI	SI	SE	SE	SEQUÍA
1999	SM	EE1	SN	SN	EE	EE	EE	SE	EE	SI	SN	SN	SEQUÍA
2000	SE	EM	EE	EM	EE	EI	SE	EE	EE	SE	EM	EE	
2001	EE	SN	EE	EM	EM	EE	SE	SE	EI	SM	EI	SN	
2002	SE	SN	SN	EE	SN	EE	SE	SE	SI	EM	EE	SN	
2003	SM	SI	SE	SI	SN	EM	SE	SE	SE	SE	SE	EE	SEQUÍA
2004	SE	SI	SI	SM	SN	SE	EM	SE	SN	SN	SN	SN	SEQUÍA
2005	SE	SE	SI	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SI	SE	SI	SEQUÍA
2006	SM	SN	EE	SI	SE	EE	SE	SE	SM	SE	SN	EI	SEQUÍA
2007	SN	SE	EM	SN	EE	SE	SE	EE	SE	EE	SN	SI	
2008	SN	EE	SN	EE	SE	SN	SE	EE	SM	EE	EE	SI	
2009	EE	SN	EM	SM	EE	SI	EE	SE	SI	EE	EE	SI	
2010	SE	SN	SM	SM	EM	SN	SE	SE	SN	SI	SI	SN	SEQUÍA
2011	SM	SE	SI	EI	SE	SE	SE	SE	SM	SE	SE	SN	SEQUÍA
2012	SM	SN	SN	EM	EE	SE	SE	SE	SE	EE	EM	SN	
2013	SE	SN	EM	SE	EE	SI	SE	SE	SE	EE	SE	EI	
2014	SI	SE	SN	SI	EE	SE	SE	SE	EI	EE	SN	EE	SEQUÍA
2015	SN	SI	EI	SM	EE	SE	SN	SE	SE	SE	EE	EM	
2016	SI	SM	SI	EM	SE	EE	SE	SE	SE	SE	SE	SI	SEQUÍA

Figura N° 120 Diagrama del Índice de precipitaciones en Contumazá

En la provincia de Cajabamba.- La figura N° 121 ilustra el diagrama del índice de las precipitaciones en la provincia de Cajabamba, donde en los últimos 30 años se han observado quince (15) períodos secos que representa el 50% de la serie histórica considerada.

Analizando el régimen de lluvias, notamos que hay muchas variaciones y una superioridad de los años secos, habiéndose observado sequías en los años 1989, 1991-93, 1996-98, 2000, 2002-04, 2010-11, 2013 y 2016.

CAJABAMBA													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	SITUACIÓN
1987	EE	SN	SI	SN	EM	SN	EE	EE	EI	SM	SN	SM	
1988	EM	EE	SI	EE	SI	SN	SM	SE	SM	SN	SN	SN	
1989	EI	EM	SN	EM	SI	EI	SE	SE	EE	EI	SE	SE	SEQUÍA
1990	EE	SN	SI	SN	SM	EE	SE	SE	SE	EE	EE	SM	
1991	SM	SM	SN	SM	SI	SI	SI	SE	SI	SI	EI	SM	SEQUÍA
1992	SI	SI	SI	SI	SE	EE	SE	EM	EE	EI	SM	SI	SEQUÍA
1993	SM	EI	EE	EE	EE	SE	SM	SE	EI	EI	EE	EE	SEQUÍA
1994	EI	EE	SN	EI	EE	SE	EM	SE	SI	SN	SN	SN	
1995	SE	SN	SN	SM	EE	SE	EE	SE	SN	SN	SM	EE	
1996	SN	EI	SN	EM	SN	SN	SE	SN	SM	EM	SM	SI	SEQUÍA
1997	SI	SN	SI	SI	SM	EE	SE	EE	SN	SN	EM	EI	SEQUÍA
1998	EE	EE	EI	EM	SM	SE	SE	SN	SN	SN	SI	SM	SEQUÍA
1999	EI	EE	SM	SM	EM	EE	EE	SE	EE	SE	SN	SN	
2000	SM	EI	SN	SN	SN	EM	SE	SN	EI	SE	SE	SN	SEQUÍA
2001	EI	SN	EI	SE	EM	SE	SM	SE	SM	SN	EI	EI	
2002	SI	SM	EE	SN	SI	SI	EE	SE	EM	SN	EM	EM	SEQUÍA
2003	SM	SM	SN	SM	SM	EI	SN	SE	SN	SN	EM	SN	SEQUÍA
2004	SM	SI	SI	SM	SN	SE	EE	SI	EE	SN	EI	SN	SEQUÍA
2005	SN	SN	SN	SM	SE	SI	SE	EM	SE	EM	SE	EM	
2006	SM	SN	EM	SN	SE	EE	SM	EE	EM	SM	SN	SN	
2007	SN	SE	EE	EI	EM	SE	SN	SE	SM	EI	SM	SN	
2008	SN	SN	SN	SN	SN	EE	EI	SI	EI	EI	SN	SE	
2009	EE	SM	EM	EE	EE	EI	EE	SN	SE	SN	EI	SN	
2010	SI	SN	SM	SN	EE	SI	SE	SM	SI	SI	SM	SN	SEQUÍA
2011	SI	SM	SN	EI	SE	SE	EE	SM	EI	SN	SM	EE	SEQUÍA
2012	EE	EM	SM	EM	SN	SE	SE	SE	SE	EM	SN	SM	
2013	SI	SN	EE	EM	EE	SI	EE	EE	SE	EI	SE	SN	SEQUÍA
2014	SN	EM	SN	SN	EE	SE	EE	SE	SN	SM	SN	EM	
2015	EM	SI	EM	SI	EE	SE	SE	SE	SE	SE	SN	SE	
2016	SN	SN	SM	SI	SI	SN	SE	SE	SE	SM	SE	EI	SEQUÍA

Figura N° 121 Diagrama del índice de precipitaciones en Cajabamba

4.2. Determinación de la correlación existente entre la variabilidad climática y la ocurrencia de sequías

En el cuadro N° 06 se muestran los resultados de los coeficientes de correlación entre la variabilidad climática y la sequía en la región Cajamarca, correspondiendo el valor más bajo a la provincia de Celendín con un coeficiente de 0,27 y el valor más alto a Jaén, con un coeficiente de 0,78.

A nivel regional el coeficiente de correlación promedio es de 0,58, es decir, que existe una afinidad significativa entre las variables consideradas.

Cuadro N° 06 Coeficientes de correlación entre la variabilidad climática y la sequía

ESTACION	PROVINCIA	r
CO-SAN IGNACIO	SAN IGNACIO	0.77
CP-JAEN	JAEN	0.78
CO-CUTERVO	CUTERVO	0.64
CO-CHOTA	CHOTA	0.71
CO-SANTA CRUZ	SANTA CRUZ	0.66
CP-BAMBAMARCA	HUALGAYOC	0.52
CO-CELENDIN	CELENDIN	0.27
CO-LLAPA	SAN MIGUEL	0.45
CO-SAN PABLO	SAN PABLO	0.62
MAP-WEBERBAUER	CAJAMARCA	0.48
CO-SAN MARCOS	SAN MARCOS	0.29
CO-CONTUMAZA	CONTUMAZA	0.76
CO-CAJABAMBA	CAJABAMBA	0.54
PROMEDIO		0,58

Las provincias de Jaén, San Ignacio, Contumazá y Chota tienen un alto grado de asociación, mientras las provincias de Santa Cruz, Cutervo, San Pablo, Cajabamba, Hualgayoc, Cajamarca y San Miguel detentan una correlación significativa.

Por otra parte San Marcos y Celendín, poseen un grado de asociación bajo. Se muestra también que en todos los casos la relación es directa o positiva

4.3. Elaboración de un plan de contingencia

La acentuación en la ocurrencia de sequías en nuestro país y principalmente en la región de Cajamarca, crean la necesidad de desarrollar lineamientos para hacer frente a tal desastre. Los planes de contingencias por sequías son una parte importante de las políticas de operación multisectorial y por lineamientos muy útiles en tiempos de sequías.

A continuación desarrollaremos un plan de contingencias, con el propósito de colaboración con las autoridades y población, en la mitigación de las sequías.

4.3.1 Políticas y planes para enfrentar la sequía

Tomando en cuenta que las sequías se presentan de manera recurrente y con una periodicidad no definida, se hace necesario preparar un plan de contingencia para enfrentar y reducir sus impactos. Entre los objetivos a tener en cuenta tenemos:

- Prevención y mitigación de impactos.
- Reducción de su vulnerabilidad en el largo plazo.
- Protección de los recursos naturales y agrícolas

Un plan de preparación para enfrentar la sequía debe tener en cuenta los aspectos siguientes:

- Promover acciones multisectoriales de las instituciones públicas, bajo el liderazgo del Gobierno Regional de Cajamarca.
- Implementar un sistema de monitoreo y de alerta temprana, que le permita a los tomadores de decisiones (representantes del gobierno, sociedad civil, productores, bancos y vendedores de insumos, entre otros) contar con indicadores adelantados de la presencia de la sequía y tener conocimiento de su evolución.
- Realizar estudios sobre valoración del impacto de las sequías en la población, el medio y los sectores productivos.
- Identificación, adaptación y adopción de tecnologías de reducción de vulnerabilidad a la sequía, es decir, un paquete de acciones de respuesta que incluye cultivos apropiados, sistemas agropastoriles, sistemas de alimentación alternativos para el ganado, cosecha de agua, artefactos de uso doméstico, ahorradores de agua y de energía, educación y capacitación, análisis del marco legal para la atención de emergencias y para la toma de acciones preventivas, inventario de recursos y finalmente una evaluación post evento.

4.3.2 Organización

- Nombramiento de un Comité de Sequía, con el objetivo de supervisar y coordinar el desarrollo del plan de preparación para la sequía. Después de implementado y durante las veces que es activado revisa opciones técnicas y políticas de respuesta y por último hace recomendaciones al gobierno. Debe ser dirigido por el Gobernador Regional o la persona que él designe. Entre sus miembros permanentes deben figurar representantes del SENAMHI, ANA, INDECI, CENEPRED, Dirección Regional

de Agricultura, Dirección de Desarrollo Económico y Social, Dirección de Ambiente y Recursos Naturales, Dirección de Salud, Universidades, SEDACAJ y los medios de comunicación.

Este Comité de Sequías, debería crear a su vez tres sub comités: de disponibilidad y perspectivas de agua, de valoración del impacto y el de respuesta.

- El Sub comité de Disponibilidad y Perspectivas de Agua, conformado por el SENAMHI y el ANA, con el propósito de:
 - o Identificar áreas de manejo de sequía
 - o Desarrollo de un sistema de monitoreo de sequía.
 - o Inventario de las redes de observación existentes.
 - o Determinar necesidades de información de usuarios primarios.
 - o Monitoreo de disponibilidad de agua y condiciones de humedad.
 - o Coordinación estrecha con el Comité de Valoración de Impacto.
 - o Difusión.

- El Sub Comité de Valoración de Impacto, conformado por representantes de agricultores y ganaderos y de la Dirección Regional de Agricultura, con el propósito de:
 - o Identificar sectores afectados por la sequía
 - o Valorar la magnitud y diversidad de los impactos.

- El Sub Comité de Respuesta, conformado por representantes de las mismas instituciones que conforman el Comité de Sequía liderados por Indeci, con el propósito de:
 - o Actuar sobre la información y recomendaciones del Sub Comité de Valoración de Impacto; a fin de determinar opciones de respuesta regional o nacional.
 - o Evaluar de los programas de asistencia en curso y disponibles.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Se ha evidenciado que en la región de Cajamarca, el comportamiento térmico está relacionado al comportamiento pluviométrico, así tenemos que en San Ignacio, Jaén y Cutervo, las temperaturas extremas se incrementan en época lluviosa (octubre-abril) y disminuyen en época seca (junio-julio), contrariamente en las provincias de Chota, Santa Cruz, Hualgayoc, Celendín, San Miguel, San Pablo, Cajamarca, San Marcos, Contumazá y Cajabamba, las temperatura máximas aumentan durante la época seca (julio y agosto) y disminuyen en la época lluviosa (enero-marzo), mientras que las temperaturas mínimas aumentan durante la época lluviosa (febrero-abril) y disminuyen en época seca (junio-agosto), período donde se han encontrado las temperaturas extremas más bajas, como consecuencia de la ocurrencia de heladas meteorológicas asociadas a la ausencia de lluvias y presencia de cielos despejados durante todo el día.

Asimismo, se ha notado que en nueve (09) provincias de Cajamarca (San Ignacio, Jaén, Santa Cruz, San Miguel, Cajamarca, San Marcos, Contumazá y Cajabamba), las temperaturas mínimas más bajas se presentaron en los años secos como: 1991, 1992, 1996 y 2000; mientras que, en ocho (08) provincias de Cajamarca (Cutervo, Chota, Hualgayoc, Celendín, San Miguel, San Pablo, Cajamarca, y Cajabamba) se evidenció que las temperaturas máximas más altas se registraron en años secos como: 1991, 1996 y 2016

En el período: 1987-2016, se observaron sequías regionales generalizadas en el verano de los años 1992 y 2004, además de la primavera del año 2016.

Otras sequías, que han afectado gran parte de las provincias de la región de Cajamarca se han registrado en los veranos de 1990, 1991 y 1999, de la primavera de 1996 al verano de 1997, en el verano del 2003; así mismo, entre la primavera del 2010 al verano del 2011.

Las sequías de los años 1991, 1992, 1996-97 y 2016, coinciden con la presencia, en el mar peruano del fenómeno de “El Niño”; por el contrario las sequías de 1995, 2003, 2004 y 2010-11, se han dado simultáneamente a la aparición, en el mar peruano, del fenómeno de “La Niña”.

Se ha demostrado, en cuatro (04) provincias de Cajamarca, un alto grado de asociación entre la variabilidad climática y la ocurrencia de sequías, en siete (07) provincias una correlación significativa y en dos (02) una correlación baja. En el caso de estas últimas: Celendín y San Marcos, es causada por su posición geográfica y geomorfológica, ya que a través de los corredores naturales de la cuenca del río Marañón, registran lluvias regulares, como producto del trasvase de masas húmedas, provenientes de la Amazonía.

Se han elaborado los lineamientos de política y la organización del plan de contingencia, con el fin de fortalecer las capacidades de respuesta de parte del Gobierno Regional de Cajamarca y las instituciones multisectoriales ante la sequía, fenómeno recurrente y sin periodicidad definida.

5.2. RECOMENDACIONES

Que, el Gobierno Regional de Cajamarca, a través de sus órganos técnicos, implemente el Plan de Contingencia ante las sequías, propuesto por el SENAMHI, en el presente estudio.

Que, se siga investigando el tema de sequías, especialmente en lo concerniente a sus causas y su relación con el Niño – Oscilación Sur (ENOS).

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adger, W; Agrawala, S; Mirza, M; Conde, C; O'Brien, K; Pulhin, J; Pulwarty, R; Smit, B; Takahashi, K. 2007. Assessment of adaptation practices, options, constraints and capacity. In Parry, O; Canziani, F; Palutikof, J; Linden van der, J; Hanson, C. Eds. (2007). *Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of working group II to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* Cambridge, UK, Cambridge University. p. 717-743.

Avila, R. (2000). *Estadística Elemental*. Lima.

Convención de Lucha contra la Desertificación (CLD) (2011). *Unites Nations Convention to Combat Desertification. Revised glossary for the performance review and assessment of implementation of the Convention*. Changwon (República de Corea).

Chow, V. T. (1988). *Hidrología Aplicada*.

Gonzales, A. (2009). Comparison of different base flow separation methods in a lowland catchment. *Hydrology and Earth System Sciences*, 14.

Gallardo Ballat, Yurisbel (2014). Sistema de gestión de sequias para la mitigación y adaptación de los impactos negativos en áreas agrícolas del Municipio Venezuela de la provincia Ciego de Ávila. (en Línea). Visto el 15 de mayo el 2017. Disponible <https://www.amazon.com/mitigaci%C3%B3n-adaptaci%C3%B3n-negativos-agr%C3%ADcolas-municipio/dp/3668113017>.

Gomez Rivera, Sonia. (2003). Análisis de vulnerabilidad con énfasis en sequía en la subcuenca del río Aguas Calientes, Somoto, Nicaragua. (en línea). Consultado el 15 de mayo del 2017. Disponible http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4501/Analisis_de_vulnerabilidad_con_énfasis_en_sequia.pdf;jsessionid=DA914EE87BAAEE050FB3304B21D03B24?sequence=1.

González. (2002). Reducción de la vulnerabilidad ante fenómenos meteorológicos extraordinarios. (en línea). Consultado el 14 noviembre 2002. Disponible <http://www.proteccioncivil.net/PDF/riesgos-naturales 3.pdf>.

Hurtado, G. (1996). Estadísticas de sequías y heladas meteorológicas en Colombia. *IDEAM*, 16.

INDECI, I. N. (2005). *PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y MEDIDAS DE MITIGACION ANTE DESASTRES*. Cajamarca.

- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, US). (2007). Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los grupos de trabajo I, II y III al cuarto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Ed. RKR Pachauri, A. Ginebra, Suiza, IPCC. 976 p.
- Lapinel B. y Báez R. (2006). Sistema de diagnóstico y vigilancia regional de la sequía. Memorias de la V Conferencia Mundial Proyecto FRIEND AMIGO para América Latina y el Caribe. La Habana, Cuba. pp. 30-40.
- MINAGRI. (s.f.). *Serie de Estadísticas de Producción Agrícola (SEPA)*. Recuperado el 2017, de <http://frenteweb.minagri.gob.pe/sisca/?mod=salida>
- Mishra, A. K. (2010). A review of drought concepts. *Journal of Hydrology*, 15.
- Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). (Sin fecha). Anuario estadístico agrario. Recuperado de http://frenteweb.minagri.gob.pe/sisca/?mod=consulta_cult
- Organización Meteorológica Mundial (OMM) (2013). Quinto Informe del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). Ginebra. Suiza.
- Organización Meteorológica Mundial (OMM) (2012). OMM N° 1084 “El tiempo, el clima y el agua, motores de nuestro futuro”. Ginebra.Suiza.
- Ortiz, R. O. (2018). *CARACTERIZACIÓN DE SEQUIAS EN LA CUENCA DEL RIO PUYANGO-TUMBES EN BASE A LOS ÍNDICES DE FLUJO BASE Y PRECIPITACIÓN ESTANDARIZADA*. Cajamarca.
- Paulo, A. (2006). Comparing Drought Indices Applied at Local and Regional Scales. *Water International*.
- Podestá, G. (2015). *Descripción de índices para el monitoreo de sequía meteorológica implementados por el Centro Regional del Clima para el Sur de América del Sur*. Argentina.
- Paredes, F. (2012). Sistema para la alerta temprana de sequías meteorológicas en Venezuela. Tesis de grado para optar al título de Doctor en Ingeniería Ambiental. Universidad de Carabobo. Carabobo, Venezuela. XVIII p.
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). (2000). El desarrollo humano en Nicaragua 2000. Equidad para superar la vulnerabilidad. 1ª. Ed. Managua 196 p.
- Senamhi. (2014). *Boletín de Sequías a Nivel Nacional*. Lima.
- Smakhtin, V. (2001). Low flow hydrology: a review.

- Stahl, K. (2001). *Hidrological drought - a study across Europe*.
- Urquijo Reguera, Julia (|2015). La gestión de la sequía, contribuciones para su evaluación. Tesis de grado para optar el título de Doctor. Universidad Politécnica de Madrid. España. P 7.
- Vicente-Serrano, S. (2012). Análisis Comparativo de Diferentes Índices de Sequía para Aplicaciones Ecológicas, Agrícolas E Hidrológicas . *Institute for Atmospheric and Climate Science*, 12.
- WMO, W. M. (2006). *Vigilancia y Alerta Temprana de la sequía*. Suiza: IYDDE.
- WMO, W. M. (2012). *Standardized Precipitation Index*. Geneva 2, Switzerland.
- WMO, W. M. (2016). *Handbook of Drought Indicators and Indices*. Geneva: Integrated Drought Management.
- Yevjevich, V. (1971). Probabilities of Observed Droughts. *Colorado State University Hydrology Papers*.