**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA HIDRÁULICA**



**“CARACTERIZACIÓN DE SEQUÍAS METEOROLÓGICAS EN LA CUENCA ALTO JEQUETEPEQUE MEDIANTE ÍNDICE ESTANDARIZADO DE PRECIPITACIÓN Y EVAPOTRANSPIRACIÓN”**

**TESIS**

Para optar el título profesional de:

**INGENIERO HIDRÁULICO**

Presentado por:

**Bach. JOSÉ DAVID CARRASCO JORDÁN**

**Asesorado por:**

**Dr. Ing. GASPAR VIRILO MÉNDEZ CRUZ**

**CAJAMARCA - PERÚ**

**2018**

# DEDICATORIA

*A Dios por haberme permitido alcanzar esta instancia, dándome vida, salud y fortaleza para lograr mis metas trazadas.*

*A mí abnegada madre, María Juliana Jordán Delgado, porque con su amor y sacrificio me ayudó en todo momento de mi formación profesional.*

*A mí querido tío, Alfonso Carrasco Chiclote, ya que sin su apoyo tal vez no hubiese conseguido una carrera profesional.*

*A mí estimado tío, José Anastasio Jordán Delgado, por sus consejos oportunos, ejemplos y el estímulo para seguir adelante.*

*A mis apreciados hermanos, Calixto, Roberto y Eddy; a mis hermanas, Bertha y Nelly, por su afecto y apoyo incondicional para sacar adelante mis proyectos profesionales.*

# AGRADECIMIENTO

Al Dr. Gaspar V. Méndez Cruz, asesor de la presente tesis, por sus consejos y apoyo incondicional en el desarrollo de este trabajo de investigación.

Al PhD Santos Oswaldo Ortiz Vera, (jurado) por su orientación y atención a mis consultas sobre el tema de investigación.

Al Dr. José Francisco Huamán Vidaurre, (jurado) por su ayuda y colaboración en cada momento de consulta y soporte en este trabajo de investigación.

Agradezco, asimismo, a todos los docentes de la Facultad de Ingeniería, quienes supieron transmitir sus valiosos conocimientos en mi formación académica y, en especial, a los docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Hidráulica.

De igual modo, mi agradecimiento para el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), por atender mi solicitud de requerimiento de información meteorológica de las estaciones consideradas para el desarrollo de la tesis.

# ÍNDICE GENERAL

Pág.

[DEDICATORIA II](#_Toc528159924)

[AGRADECIMIENTO III](#_Toc528159925)

[ÍNDICE GENERAL IV](#_Toc528159926)

[ÍNDICE DE TABLAS VIII](#_Toc528159927)

[ÍNDICE DE FIGURAS X](#_Toc528159928)

[RESUMEN XII](#_Toc528159929)

[CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN 1](#_Toc528159930)

[1.1. **PROBLEMA** 2](#_Toc528159931)

[1.2. **JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN** 3](#_Toc528159932)

[1.3. **OBJETIVOS** 3](#_Toc528159933)

[a. Objetivo general 3](#_Toc528159934)

[b. Objetivos específicos 3](#_Toc528159935)

[CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO 4](#_Toc528159936)

[**2.1. CUENCA HIDROGRÁFICA** 4](#_Toc528159939)

[**2.2. DIVISORIAS** 4](#_Toc528159940)

[**2.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE UNA CUENCA HIDROGRÁFICA** 4](#_Toc528159941)

[a. Área de drenaje 4](#_Toc528159942)

[b. Índice de compacidad o coeficiente de Gravelius (K) 4](#_Toc528159943)

[c. Factor de forma de una cuenca (Ff) 5](#_Toc528159944)

[**2.4. CARACTERÍSTICAS DEL RELIEVE DE UNA CUENCA** 5](#_Toc528159945)

[a. Pendiente de la Cuenca 5](#_Toc528159946)

[b. Curva hipsométrica 6](#_Toc528159947)

[c. Coeficiente orográfico 6](#_Toc528159948)

[**2.5. CICLO HIDROLÓGICO** 6](#_Toc528159949)

[**2.6. EVAPOTRANSPIRACIÓN** 7](#_Toc528159950)

[a. Evapotranspiración potencial 7](#_Toc528159951)

[b. Método de FAO Penman-Monteith 7](#_Toc528159952)

[**2.7. HUMEDAD RELATIVA** 9](#_Toc528159953)

[**2.8. VELOCIDAD DE VIENTO** 10](#_Toc528159954)

[**2.9. RADIACIÓN SOLAR** 10](#_Toc528159955)

[**2.10. TEMPERATURA** 10](#_Toc528159956)

[**2.11. PRECIPITACIÓN** 11](#_Toc528159957)

[**2.12. CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN MEDIA SOBRE UNA ZONA** 12](#_Toc528159958)

[a. Isoyetas 12](#_Toc528159960)

[**2.13. ANÁLISIS DE CONSISTENCIA** 13](#_Toc528159961)

[a. Análisis de doble masa 13](#_Toc528159964)

[b. Análisis estadístico 14](#_Toc528159965)

[**2.14. COMPLETACIÓN DE DATOS HIDROMETEOROLÓGICOS** 22](#_Toc528159966)

[**2.15. SEQUÍAS** 25](#_Toc528159967)

[**2.16. TIPOS DE SEQUÍAS** 25](#_Toc528159968)

[a. Sequía meteorológica 26](#_Toc528159976)

[b. Sequía hidrológica 26](#_Toc528159977)

[c. Sequía agrícola 26](#_Toc528159978)

[d. Sequía subterránea 27](#_Toc528159979)

[e. Sequía socio económico 27](#_Toc528159980)

[**2.17. CARACTERÍSTICAS DE SEQUÍAS** 27](#_Toc528159981)

[a. Duración L: 27](#_Toc528159982)

[b. Severidad D: 28](#_Toc528159983)

[c. Intensidad I: 28](#_Toc528159984)

[d. Frecuencia y período de retorno 28](#_Toc528159985)

[**2.18. ÍNDICE DE SEQUÍAS** 29](#_Toc528159986)

[a. Índice estandarizado de precipitación (SPI) 29](#_Toc528159992)

[b. Ventajas y desventajas 32](#_Toc528159993)

[c. Interpretación: descripción de la flexibilidad espacial y temporal 33](#_Toc528160012)

[d. Índice estandarizado de precipitación y evapotranspiración (SPEI) 35](#_Toc528160013)

[e. Ventajas y desventajas 38](#_Toc528160014)

[**2.19. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS** 38](#_Toc528160015)

[CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS 39](#_Toc528160016)

[**3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO** 39](#_Toc528160019)

[**3.2. UBICACIÓN TEMPORAL** 39](#_Toc528160020)

[**3.3. MATERIALES** 41](#_Toc528160023)

[a. Información meteorológica 41](#_Toc528160027)

[b. Software 41](#_Toc528160028)

[**3.4. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS** 41](#_Toc528160029)

[a. Demografía 41](#_Toc528160030)

[b. Ecología 41](#_Toc528160031)

[**3.5. METODOLOGÍA** 43](#_Toc528160032)

[a. Actividades preliminares 43](#_Toc528160036)

[b. Fase de campo 43](#_Toc528160037)

[c. Fase de gabinete 44](#_Toc528160038)

[d. Desarrollo del estudio 44](#_Toc528160039)

[CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES 49](#_Toc528160040)

[**4.1. PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS DE LA CUENCA** 49](#_Toc528160042)

[a. Parámetros de forma 49](#_Toc528160043)

[b. Parámetros de relieve 49](#_Toc528160044)

[**4.2. ANÁLISIS DE VARIABLES HIDROLÓGICAS** 51](#_Toc528160045)

[a. Análisis termométrico 51](#_Toc528160046)

[b. Análisis de la evapotranspiración 52](#_Toc528160047)

[c. Análisis de información pluviométrica 53](#_Toc528160048)

[**4.3. CARACTERIZACIÓN DE SEQUIAS MEDIANTE SPI** 55](#_Toc528160049)

[**4.4. CARACTERIZACIÓN DE SEQUÍAS MEDIANTE EL SPEI** 61](#_Toc528160050)

[**4.5. EVENTOS HISTÓRICOS REGISTRADOS EN LA CUENCA** 67](#_Toc528160051)

[**4.6. TENDENCIA DE SEQUÍAS EN LA CUENCA ALTO JEQUETEPEQUE** 68](#_Toc528160052)

[**4.7. SOLUCIONES FRENTE A LAS SEQUÍAS** 71](#_Toc528160053)

[a. Evaluación de recursos hídricos en la cuenca 71](#_Toc528160054)

[b. Optimización de la oferta. 71](#_Toc528160055)

[CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. 72](#_Toc528160056)

[**5.1. CONCLUSIONES** 72](#_Toc528160058)

[**5.2. RECOMENDACIONES** 73](#_Toc528160059)

[CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 74](#_Toc528160060)

**ANEXOS**  78

[ANEXO 1: Estaciones climatológicas ordinarias en la cuenca Alto Jequetepeque. 78](#_Toc528865248)

[ANEXO 2: Resultados del análisis estadístico de variables climáticas y meteorológicas. 78](#_Toc528865249)

[ANEXO 3: Resultados de SPI en escala mensual, período 1969-2016. 84](#_Toc528865250)

[ANEXO 4: Resultados de SPEI en escala mensual, período 1969-2016. 100](#_Toc528865251)

[ANEXO 5: Evolución temporal y frecuencia de ocurrencia de SPI y SPEI. 114](#_Toc528865252)

[ANEXO 6: Inventario de estación climatológica ordinaria Magdalena. 129](#_Toc528865253)

[ANEXO 7**:** Inventario de estación climatológica ordinaria San Juan. 130](#_Toc528865254)

[ANEXO 8: Inventario de estación climatológica ordinaria Asunción. 131](#_Toc528865255)

[ANEXO 9: Inventario de estación pluviométrica Chilete. 132](#_Toc528865256)

[ANEXO 10: Inventario de estación climatológica ordinaria Contumaza. 133](#_Toc528865257)

[ANEXO 11: Inventario de estación climatológica ordinaria San Pablo. 134](#_Toc528865258)

[ANEXO 12: Inventario de estación climatológica ordinaria Granja Porcón. 135](#_Toc528865259)

[ANEXO 13: Inventario de estación meteorológica Augusto Weberbauer. 136](#_Toc528865260)

[ANEXO 14: Plano de ubicación política de la cuenca Alto Jequetepeque. 137](#_Toc528865261)

[ANEXO 15: Plano de ubicación de las estaciones climatológicas. 138](#_Toc528865262)

[ANEXO 16: Plano de isoyetas. 139](#_Toc528865263)

[ANEXO 17: Plano de isotermas. 140](#_Toc528865264)

[ANEXO 18: Plano de intensidades máximas de SPI 1. 141](#_Toc528865265)

[ANEXO 19: Plano de magnitudes máximas de SPI 1. 142](#_Toc528865266)

[ANEXO 20: Plano de intensidades máximas de SPEI 1. 143](#_Toc528865267)

[ANEXO 21: Plano de magnitudes máximas de SPEI 1. 144](#_Toc528865268)

# ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

[Tabla 1: Clasificación del SPI 32](#_Toc528176094)

[Tabla 2: Parámetros Geomorfológicos principales de la cuenca. 49](#_Toc528176095)

[Tabla 3: Grupo de estaciones en el análisis de temperaturas. 51](#_Toc528176096)

[Tabla 4: Temperatura media mensual en la cuenca. 52](#_Toc528176097)

[Tabla 5: Evapotranspiración media mensual en la cuenca. 52](#_Toc528176098)

[Tabla 6: Grupo de estaciones pluviométricas en el análisis de precipitación. 53](#_Toc528176099)

[Tabla 7: Precipitación media mensual en la cuenca. 54](#_Toc528176100)

[Tabla 8: Precipitación media de la cuenca. 54](#_Toc528176101)

[Tabla 9: Intensidades y magnitudes máximas de sequías en la estación.CO Asunción. 55](#_Toc528176102)

[Tabla 10: Frecuencia de sequías según su intensidad en la estación.CO Asunción. 55](#_Toc528176103)

[Tabla 11: Intensidades y magnitudes máximas de sequías en la estación Plu Chilete. 56](#_Toc528176104)

[Tabla 12: Frecuencia de sequías según su intensidad en la estación. Plu Chilete. 56](#_Toc528176105)

[Tabla 13: Intensidades y magnitudes máximas de sequías en la estación.CO Contumaza. 56](#_Toc528176106)

[Tabla 14: Frecuencia de sequías según su intensidad en la estación.CO Contumaza. 57](#_Toc528176107)

[Tabla 15: Intensidades y magnitudes máximas de sequías en la estación.CO Magdalena. 57](#_Toc528176108)

[Tabla 16: Frecuencia de sequías según su intensidad en la estación.CO Magdalena. 57](#_Toc528176109)

[Tabla 17: Intensidades y magnitudes máximas de sequías en la estación.CO Porcón. 58](#_Toc528176110)

[Tabla 18: Frecuencia de sequías según su intensidad en la estación.CO Porcón. 58](#_Toc528176111)

[Tabla 19: Frecuencia de sequías según su intensidad en la estación.CO San Juan. 58](#_Toc528176112)

[Tabla 20: Intensidades y magnitudes máximas de sequías en la estación.CO San Juan. 59](#_Toc528176113)

[Tabla 21: Frecuencia de sequías según su intensidad en la estación.CO San Pablo. 59](#_Toc528176114)

[Tabla 22: Intensidades y magnitudes máximas de sequías en la estación.CO San Pablo. 60](#_Toc528176115)

[Tabla 23: Intensidades y magnitudes máximas de sequías en la estación. A Weberbauer. 60](#_Toc528176116)

[Tabla 24: Frecuencia de sequías según su intensidad en la estación .A Weberbauer. 61](#_Toc528176117)

[Tabla 25: Intensidades y magnitudes máximas de sequías en la estación.CO Asunción. 61](#_Toc528176118)

[Tabla 26: Frecuencia de sequías según su intensidad en la estación.CO Asunción. 62](#_Toc528176119)

[Tabla 27: Intensidades y magnitudes máximas de sequías en la estación.CO Contumaza. 62](#_Toc528176120)

[Tabla 28: Frecuencia de sequías según su intensidad en la estación.CO Contumaza. 62](#_Toc528176121)

[Tabla 29: Frecuencia de sequías según su intensidad en la estación.CO Magdalena. 63](#_Toc528176122)

[Tabla 30: Intensidades y magnitudes máximas de sequías en la estación.CO Magdalena. 63](#_Toc528176123)

[Tabla 31: Intensidades y magnitudes máximas de sequías en la estación.CO Porcón. 64](#_Toc528176124)

[Tabla 32: Frecuencia de sequías según su intensidad en la estación.CO Porcón. 64](#_Toc528176125)

[Tabla 33: Frecuencia de sequías según su intensidad en la estación.CO San Juan. 64](#_Toc528176126)

[Tabla 34: Intensidades y magnitudes máximas de sequías en la estación.CO San Juan. 65](#_Toc528176127)

[Tabla 35: Intensidades y magnitudes máximas de sequías en la estación.CO San Pablo. 65](#_Toc528176128)

[Tabla 36: Frecuencia de sequías según su intensidad en la estación.CO San Pablo. 66](#_Toc528176129)

[Tabla 37: Frecuencia de sequías según su intensidad en la estación. A Weberbauer. 66](#_Toc528176130)

[Tabla 38: Intensidades y magnitudes máximas de sequías en la estación. A Weberbauer. 66](#_Toc528176131)

[Tabla 39: Eventos de sequía registrados en la cuenca Alto Jequetepeque. 67](#_Toc528176132)

[Tabla 40: Cronología del ENOS y LNOS de magnitudes fuertes y extraordinarias. 68](#_Toc528176133)

[Tabla 41: Período de retorno con nivel de significancia de R=5% en el análisis de SPI, de varios meses consecutivos sin precipitación. 69](#_Toc528176134)

[Tabla 42: Período de retorno con nivel de significancia de R=5% en el análisis de SPEI, de varios meses consecutivos sin precipitación. 70](#_Toc528176135)

[Tabla 43: Estaciones climatológicas ordinarias tomadas en el estudio. 78](#_Toc528176136)

[Tabla 44: Valores de SPI 1 de la estación climatológica ordinaria Asunción 84](#_Toc528176137)

[Tabla 45: Valores de SPI1 de la estación pluviométrica Chilete 86](#_Toc528176138)

[Tabla 46: Valores de SPI 1 de la estación climatológica ordinaria Contumaza 88](#_Toc528176139)

[Tabla 47: Valores de SPI 1 de la estación climatológica ordinaria Magdalena. 90](#_Toc528176140)

[Tabla 48: Valores de SPI 1 de la estación climatológica ordinaria Granja Porcón 92](#_Toc528176141)

[Tabla 49: Valores de SPI 1 de la estación climatológica ordinaria San Juan. 94](#_Toc528176142)

[Tabla 50: Valores de SPI 1 de la estación climatológica ordinaria San Pablo 96](#_Toc528176143)

[Tabla 51: Valores de SPI 1 de la estación. MAP Augusto Weberbauer. 98](#_Toc528176144)

[Tabla 52: Valores de SPEI 1 de la estación climatológica ordinaria Asunción 100](#_Toc528176145)

[Tabla 53: Valores de SPEI 1de la estación climatológica ordinaria Contumaza. 102](#_Toc528176146)

[Tabla 54: Valores de SPEI 1 de la estación climatológica ordinaria Magdalena. 104](#_Toc528176147)

[Tabla 55: Valores de SPEI 1 de la estación climatológica ordinaria Granja Porcón. 106](#_Toc528176148)

[Tabla 56: Valores de SPEI 1 de la estación climatológica ordinaria San Juan. 108](#_Toc528176149)

[Tabla 57: Valores de SPEI 1 de la estación climatológica ordinaria San Pablo. 110](#_Toc528176150)

[Tabla 58: Valores de SPEI 1 de la estación. MAP Augusto Weberbauer. 112](#_Toc528176151)

# ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

[Figura 1: Visión esquemática del ciclo hidrológico. 7](#_Toc528175072)

[Figura 2: Características del cultivo hipotético de referencia. 8](#_Toc528175073)

[Figura 3: Proceso de la formación de precipitación. 11](#_Toc528175074)

[Figura 4: Secuencia de sucesos de sequía y de sus efectos para tipos de sequías comúnmente aceptados. 26](#_Toc528175075)

[Figura 5: Interrelaciones entre las sequías meteorológica, agrícola, Hidrológica y socioeconómica. 27](#_Toc528175076)

[Figura 6: Serie cronológica de oferta menos demanda en un lugar para la identificación caracterización de las sequías según el método de truncamiento o de las sucesiones. 28](#_Toc528175077)

[Figura 7: Delimitación de área de estudio. 40](#_Toc528175078)

[Figura 8: Secuencia de actividades del desarrollo de estudio. 43](#_Toc528175079)

[Figura 9: Método computacional para el cálculo de SPI. 47](#_Toc528175080)

[Figura 10: Pasos para el cálculo de SPEI. 48](#_Toc528175081)

[Figura 11: Curva hipsométrica y frecuencia de altitudes. 50](#_Toc528175082)

[Figura 12: Análisis de doble masa del grupo1. 78](#_Toc528175083)

[Figura 13: Análisis de doble masa del grupo 2. 79](#_Toc528175084)

[Figura 14: Variación mensual de temperatura media en la cuenca. 79](#_Toc528175085)

[Figura 15: Variabilidad de la evapotranspiración mensual en la cuenca. 80](#_Toc528175086)

[Figura 16: Análisis de doble masa del grupo 1. 80](#_Toc528175087)

[Figura 17: Serie histórica de precipitación mensual corregida y completa del grupo 1. 81](#_Toc528175088)

[Figura 18: Análisis de doble masa del Grupo 2. 81](#_Toc528175089)

[Figura 19: Serie histórica de precipitación mensual corregida y completa del grupo 2. 82](#_Toc528175090)

[Figura 20: Análisis de doble masa del Grupo 3. 82](#_Toc528175091)

[Figura 21: Serie histórica de precipitación mensual corregida y completa del grupo 3. 83](#_Toc528175092)

[Figura 22: Serie histórica de precipitación mensual corregida y completa del grupo 3. 83](#_Toc528175093)

[Figura 23: Evolución de SPI en escalas de 1 y 9 meses de la estación.CO Asunción. 114](#_Toc528175094)

[Figura 24: Frecuencia de sequías según su intensidad de la estación.CO Asunción. 114](#_Toc528175095)

[Figura 25: Evolución de SPI en escalas de 1 y 9 meses de la estación. Plu Chilete. 115](#_Toc528175096)

[Figura 26: Frecuencia de sequías según su intensidad de la estación. Plu Chilete. 115](#_Toc528175097)

[Figura 27: Evolución de SPI en escalas de 1 y 9 meses de la estación.CO Contumaza. 116](#_Toc528175098)

[Figura 28: Frecuencia de sequías según su intensidad de la estación.CO Contumaza. 116](#_Toc528175099)

[Figura 29: Evolución de SPI en escalas de 1 y 9 meses de la estación.CO Magdalena. 117](#_Toc528175100)

[Figura 30: Frecuencia de sequías según su intensidad de la estación.CO Magadalena. 117](#_Toc528175101)

[Figura 31: Evolución de SPI en escalas de 1 y 9 meses de la estación.CO Porcón. 118](#_Toc528175102)

[Figura 32: Frecuencia de sequías según su intensidad de la estación.CO Porcón. 118](#_Toc528175103)

[Figura 33: Evolución de SPI en escalas de 1 y 9 meses de la estación.CO San Juan. 119](#_Toc528175104)

[Figura 34: Frecuencia de sequías según su intensidad de la estación.CO San Juan. 119](#_Toc528175105)

[Figura 35: Evolución de SPI en escalas de1 y 9 meses de la estación.CO San Pablo. 120](#_Toc528175106)

[Figura 36: Frecuencia de sequías según su intensidad de la estación.CO San Pablo. 120](#_Toc528175107)

[Figura 37: Evolución de SPI en escalas de 1 y 9 meses de la estación. Augusto W. 121](#_Toc528175108)

[Figura 38: Frecuencia de sequías según su intensidad de la estación. Augusto W. 121](#_Toc528175109)

[Figura 39: Evolución de SPI en escalas de 1 y 9 meses de estación.CO Asunción. 122](#_Toc528175110)

[Figura 40: Frecuencia de sequías según su intensidad de la estación.CO Asunción. 122](#_Toc528175111)

[Figura 41: Evolución de SPEI en escalas de 1 y 9 meses de la estación.CO Contumaza. 123](#_Toc528175112)

[Figura 42: Frecuencia de sequías según su intensidad de la estación.CO Contumaza. 123](#_Toc528175113)

[Figura 43: Evolución de SPEI en escalas 1 y 9 meses de la estación.CO Magdalena. 124](#_Toc528175114)

[Figura 44: Frecuencia de sequías según su intensidad de la estación.CO Magdalena. 124](#_Toc528175115)

[Figura 45: Evolución de SPEI en escalas de 1 y 9 meses de la estación.CO Porcón. 125](#_Toc528175116)

[Figura 46: Frecuencia de sequías según su intensidad de la estación.CO Porcón. 125](#_Toc528175117)

[Figura 47: Evolución de SPEI en escalas de 1 y 9 meses de la estación.CO San Juan. 126](#_Toc528175118)

[Figura 48: Frecuencia de sequías según su intensidad de la estación.CO San Juan. 126](#_Toc528175119)

[Figura 49: Evolución de SPEI en escalas de 1 y 9 meses de la estación.CO San Pablo. 127](#_Toc528175120)

[Figura 50: Frecuencia de sequías según su intensidad de la estación.CO San Pablo. 127](#_Toc528175121)

[Figura 51: Evolución de SPEI en escalas de 1 y 9 meses de la estación. Augusto W. 128](#_Toc528175122)

[Figura 52: Frecuencia de sequías según su intensidad de la estación. Augusto W. 128](#_Toc528175123)

# RESUMEN

El objetivo de esta investigación es el análisis de la detección y evolución de las sequías meteorológicas en la cuenca Alto Jequetepeque, en el período 1969 - 2016, caracterizadas mediante dos índices de sequías diferentes: el Índice Estandarizado de Precipitación (SPI) y el Índice Estandarizado de Precipitación y Evapotranspiración (SPEI), calculados en dos escalas temporales de 1 y 9 meses. Dichos cálculos se han llevado a cabo después de un análisis estadístico preliminar de las series climáticas y meteorológicas, con la intención de entender el comportamiento de las mismas, ya que estas variables son importantes en el análisis de los eventos extremos.

Así, en la cuenca Alto Jequetepeque se identificaron sequías extremas, severas, moderadas y normales, siendo las sequías más extremas en las estaciones climatológicas ordinarias de San Juan con 13 meses de duración y una magnitud de 15,44 de déficit de agua, en el período de 1984 - 1985, para los análisis de SPI; y en Magdalena con 9 meses de duración y una magnitud de 12,4 de déficit de agua, en el período de 1996 – 1997, para los análisis de SPEI. En conclusión, los resultados obtenidos sirven de línea base para monitorear, planificar, mitigar y predecir los efectos de las sequías meteorológicas.

**Palabras clave:** Índice Estandarizado de Precipitación (SPI), Índice Estandarizado de Precipitación y Evapotranspiración (SPEI).

**ABSTRACT**

The objective of this research is the analysis of the detection and evolution of meteorological droughts in the Alto Jequetepeque basin, in the period 1969 - 2016, characterized by two different drought indices: The Standardized Precipitation Index (SPI) and the Standardized Index of Precipitation and Evapotranspiration (SPEI), calculated in two time scales of 1 and 9 months. These calculations have been carried out after a preliminary statistical analysis of the climatic and meteorological series, with the intention of understanding the behavior of these, since these variables are important in the analysis of extreme events.

Thus, in the Alto Jequetepeque basin extreme, severe, moderate and normal droughts were identified, with the most extreme droughts being in the ordinary weather stations of San Juan with 13 months duration and a magnitude of 15.44 water deficits, in the period from 1984 - 1985, for the SPI analyzes; and in Magdalena with 9 months of duration and a magnitude of 12.4 of water deficit, in the period of 1996 - 1997, for SPEI analyzes. In conclusion, the results obtained serve as a baseline to monitor, plan, mitigate and predict the effects of meteorological droughts.

**Key words**: Standardized Precipitation Index (SPI), Standardized Precipitation and Evapotranspiration Index (SPE)

# CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Uno de los mayores problemas que enfrenta nuestro planeta, a raíz del cambio climático, es el de las bajas precipitaciones, que conlleva a un fenómeno llamado sequía meteorológica. Este fenómeno se ha presentado desde tiempos muy remotos hasta la actualidad, ocasionando severas dificultades en el contexto social, económico y político.

Las sequías pueden manifestarse durante meses o años, a través de la disminución del caudal de los ríos, el nivel de los embalses y el nivel de las aguas subterráneas etc. Por lo que la agricultura suele ser el primer sector afectado. Ante esta realidad, la presente investigación está enfocada en la cuenca Alto Jequetepeque, que no es ajena a este problema, y tiene como finalidad la caracterización de sequías meteorológicas a partir de datos climáticos y meteorológicos.

Para cuantificar las sequías meteorológicas, se han empleado dos métodos: el Índice Estandarizado de Precipitación (SPI), desarrollado por el científico estadounidense McKee en 1993 y el Índice Estandarizado de Precipitación y Evapotranspiración (SPEI), planteado por el investigador español Vicente en 2010. Ambos métodos son reconocidos por su flexibilidad y facilidad de cálculo, y también por aportar mejores resultados que otros índices a la hora de explicar los impactos de la sequía.

Mediante el uso del método SPEI se logrará determinar los parámetros de las sequías: duración, magnitud, intensidad y frecuencia de ocurrencia. Los resultados obtenidos constituirán un insumo importante para la planificación de los recursos hídricos y sistemas productivos agrícolas en la zona.

El estudio de las sequías es muy importe desde un punto de vista de la ingeniería hidráulica, porque una vez encontrada, objetivamente, su intensidad, duración y magnitud, es posible evaluar, planificar y proyectar el transporte del líquido mediante trasvases de una cuenca con excesos de agua a otra donde este recurso es escaso.

### PROBLEMA

La humanidad enfrenta cada día dificultades que complican su existencia y retrasan el progreso de los pueblos. Una de ellas es, sin duda, la creciente escasez de agua que agobia al mundo. La oferta limitada de este recurso y una demanda creciente, tanto en el espacio como en el tiempo, hacen que el problema de las sequías requiera una investigación urgente, sistemática y continua.

Al respecto, la (FAO, 2017) señala que las consecuencias de las sequías pueden ser devastadoras para las comunidades agrícolas del planeta, puesto que revierten los logros en seguridad alimentaria y reducción de la pobreza que se vienen alcanzando. Además, y no menos preocupante, las sequías pueden agravar las tensiones y avivar los conflictos sociales en los países que padecen sus estragos.

Por su parte, la (ONU, 2014) informa que la escasez de agua afecta ya a todos los continentes. Cerca de 1.200 millones de personas, casi una quinta parte de la población mundial, vive en áreas de escasez física de agua.

Si observamos la situación del Perú, dentro de este contexto universal, encontramos que, de acuerdo con información del (SENAMHI, 2015), entre 2000 y 2010 se reportaron a nivel nacional 163 eventos de sequías, siendo mayor en la vertiente del Pacífico (con 127 eventos), seguidos por la vertiente del Titicaca (25 eventos) y la vertiente del Atlántico (11 eventos). El reporte detalla que, en el 2011, varios eventos de sequía afectaron a los departamentos de Arequipa, Cajamarca, Lambayeque, Piura, La Libertad, Lima, Moquegua, Tacna, Amazonas, Huánuco, San Martín, Junín y Puno.

La institución hidrometeorológica precisa que, en las poblaciones ubicadas en la vertiente del Atlántico, particularmente en las regiones de selva y ceja de selva, la disminución del caudal de los ríos afecta a la pesca, su principal fuente de proteínas de origen animal. Asimismo, ello afecta la navegación, pues los ríos son la principal vía de comunicación en esas regiones.

En Cajamarca, el tema de las sequías merece ser analizado con mayor rigor e interés. El (Ministerio de Agricultura y Riego, 2013) advierte que, producto de un diagnóstico, se identificó que en nuestra región existen los peligros de heladas, friajes, sequías, inundaciones y veranillos. Y aclara que todos los peligros cuentan con información disponible a nivel nacional, pero que esta es insuficiente a nivel regional, sobre todo con relación al último de los peligros.

Por eso, precisamente, consideramos importante ocuparnos del fenómeno de las sequías en la cuenca Alto Jequetepeque, para monitorearlo y evitar consecuencias desastrosas en el futuro, ya que la pérdida del recurso hídrico, la baja producción en la agricultura y la desertificación de suelos, causadas por las bajas precipitaciones, el cambio climático y la contaminación antropogénica, traen como consecuencia enfermedades hídricas, pobreza y migraciones de las poblaciones afectadas.

Entonces, frente a esta situación, nos planteamos caracterizar las sequías meteorológicas dependientes de la precipitación y la evapotranspiración en la cuenca Alto Jequetepeque.

### JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación se enfoca, con rigor científico, en el estudio de las sequías meteorológicas en la cuenca del Alto Jequetepeque; ya que, debido a los escasos estudios que sobre la materia se han hecho hasta el momento, en Cajamarca no existe información pormenorizada respecto de las sequías en dicha zona, donde la actividad agrícola es el principal medio de subsistencia y, por lo mismo, los recursos hídricos y su aprovechamiento adecuado son indispensables para que esta prospere. De este modo, el presente trabajo se plantea el propósito de arribar a la caracterización de sequías meteorológicas en la cuenca Alto Jequetepeque, y así brindar en primera instancia un soporte necesario para gestionar, evaluar y planificar los recursos hídricos de esta cuenca.

### OBJETIVOS

#### Objetivo general

Caracterizar las sequías meteorológicas en la cuenca Alto Jequetepeque mediante el Índice Estandarizado de Precipitación y Evapotranspiración.

#### Objetivos específicos

* Recopilar y procesar la información cartográfica de la cuenca Alto Jequetepeque.
* Recopilar y procesar la información hidrológica de la cuenca Alto Jequetepeque.
* Determinar los parámetros de la sequía mediante el Índice Estandarizado de Precipitación y Evapotranspiración.
* Determinar las características de la sequía meteorológica por su intensidad, según la clasificación de los índices SPI y SPEI.
* Determinar la frecuencia de ocurrencia de las sequías meteorológicas en la cuenca Alto Jequetepeque.

# CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO



## CUENCA HIDROGRÁFICA

Una hoya hidrográfica es un área definida topográficamente, drenada por un curso de agua o un sistema conectado de cursos de agua, tal que todo el caudal efluente es descargado a través de una salida simple (MONSALVE, G. 1999).

## DIVISORIAS

Se designa como divisoria la línea que separa las precipitaciones que caen en hoyas inmediatamente vecinas, y que encaminan la escorrentía resultante para uno u otro sistema fluvial. La divisoria sigue una línea rígida, atravesando el curso de agua solamente en el punto de salida. La divisoria une los puntos de máxima cota entre hoyas, lo que no impide que en el interior de una hoya existan picos aislados con una cota superior a cualquier punto de la divisoria (MONSALVE, G. 1999).

## CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE UNA CUENCA HIDROGRÁFICA

Estas características dependen de la morfología (forma, relieve, red de drenaje, etc.), los tipos de suelo, la capa vegetal, la geología, las prácticas agrícolas, etc. Estos elementos físicos proporcionan la más conveniente posibilidad de conocer la variación en el espacio de los elementos del régimen hidrológico (MONSALVE, G. 1999).

#### Área de drenaje

Es el área plana proyectada (proyección horizontal) incluida entre su divisoria topográfica. (MONSALVE, G. 1999).

#### Índice de compacidad o coeficiente de Gravelius (K)

El índice de compacidad de una cuenca, definida por Gravelius, expresa la relación entre el perímetro de la cuenca y el perímetro equivalente de una circunferencia que tiene la misma área de la cuenca. Si K=1, la cuenca será de forma circular; por lo general, para cuencas alargadas se espera que K <1. Las cuencas de forma alargada reducen las probabilidades de que sean cubiertas en su totalidad en por una tormenta, lo que afecta el tipo de respuesta que se presenta en el rio (VILLON, M.2011).

Donde:

P= perímetro de la cuenca en km

A= área de la cuenca en km2

#### Factor de forma de una cuenca (Ff)

Representa la relación entre el ancho promedio de la cuenca y su longitud. Una cuenca con factor de forma bajo está menos sujeta a crecientes (VILLON, M.2011).

Donde:

A= área de la cuenca en km2

Lc= longitud del cauce principal en km

## CARACTERÍSTICAS DEL RELIEVE DE UNA CUENCA

El relieve de una cuenca hidrográfica tiene gran influencia sobre los factores meteorológicos e hidrológicos, pues la velocidad de la escorrentía superficial es determinada por la pendiente de la cuenca, mientras que la temperatura, la precipitación, la evaporación etc. Son funciones de la altitud de la cuenca (MEJÍA, J. 2012).

#### Pendiente de la Cuenca

Esta característica controla en buena parte para la velocidad con la que se da la escorrentía superficial, por lo tanto, el tiempo que lleva el agua de la lluvia para concentrarse en los lechos fluviales que constituyen la red de drenaje de las hoyas (MONSALVE, G.1999).

Los intervalos de pendiente representativos, asociados a las geoformas principales de acuerdo a (HERAS, R. 1976) son.

* De 0 a 2%: Terrenos prácticamente llanos, terrazas, abanicos aluviales, planicies, fondos de valles glaciales.
* De 2% a 5%: Terrenos de pendiente suave, colinas, lomadas, mesetas.
* De 5% a 10%: Terrenos medio accidentados.
* De 10% a 15%: Terrenos accidentados.
* De 15% a 25%: Terrenos fuertemente accidentados
* De 25% a 50%: Terrenos escarpados.
* Mayores de 50%: Terrenos muy escarpados, tramos de valles encañonados.

#### Curva hipsométrica

Es la representación gráfica del relieve medio de una cuenca. Representa el estudio de la variación de las elevaciones de las diferentes superficies de la cuenca con referencia al medio del mar (MEJÍA, J. 2012).

Para construir la curva hipsométrica, el proceso es como sigue.

* Se marca sub áreas de la cuenca siguiendo las curvas de nivel, por ejemplo, de 100 en 100.
* Se determina las áreas parciales de esos contornos.
* Se determina las áreas acumuladas, de las porciones de la cuenca.
* Se determina el área acumulada que queda sobre cada altitud del contorno.
* Se plotean las altitudes, versus las correspondientes áreas acumuladas que quedan sobre esas altitudes (VILLON, M.2011).

#### Coeficiente orográfico

Este parámetro expresa el potencial de degradación de la cuenca, crece mientras que la altura media del relieve aumenta y la proyección del área de la cuenca disminuye. Por esta razón si el valor del Co <6, representa un relieve poco accidentado propio de cuencas extensas y de baja pendiente; y si Co >6, es un relieve accidentado (ULISES, B et al .2011).

Donde:

Co= coeficiente orográfico (Adimensional)

H= altitud media del relieve (km)

A= área de la cuenca (Km2)

## CICLO HIDROLÓGICO

Como todo ciclo, el hidrológico no tiene ni principio ni fin; y su descripción puede comenzar en cualquier punto. El agua que se encuentra sobre la superficie terrestre o muy cerca de ella se evapora bajo el efecto de la radiación solar y el viento. El vapor de agua, que así se forma, se eleva y se transporta por la atmósfera en forma de nubes hasta que se condensa y cae hacia la tierra en forma de precipitación (APARICIO, F. 1989).

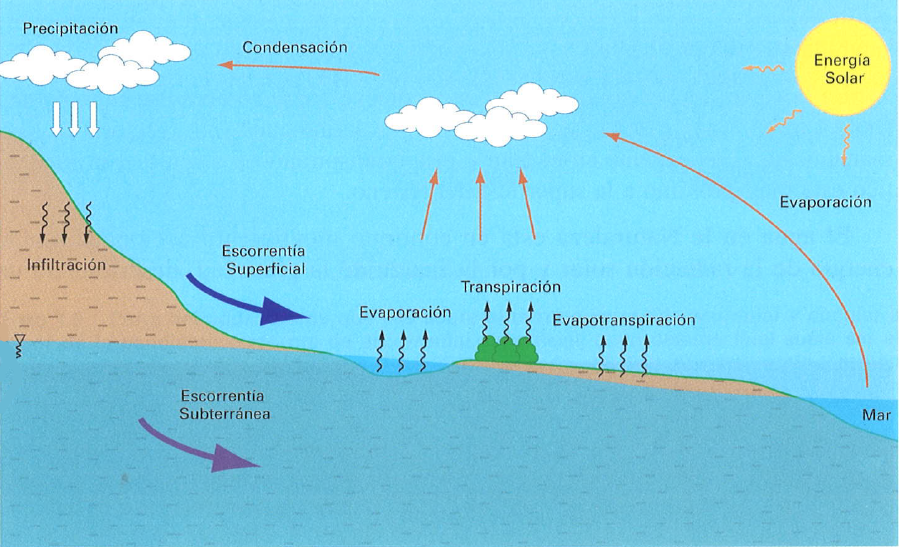


Figura 1: Visión esquemática del ciclo hidrológico.

Fuente: MARTÍNEZ, P et al.2005.

## EVAPOTRANSPIRACIÓN

La evapotranspiración está constituida por las pérdidas totales, es decir: evaporación de la superficie evaporante (del suelo y agua) + traspiración de las plantas (VILLON, M.2011).

#### Evapotranspiración potencial

Pérdida de agua observada en una superficie líquida o sólida saturada, por evaporación y traspiración de las plantas, que ocurriría en el caso que hubiera un adecuado abastecimiento de humedad de agua al suelo en todo momento (MONSALVE, G.1999).

#### Método de FAO Penman-Monteith

El panel de expertos e investigadores en riego, que fue organizado por la FAO en mayo de 1990, en colaboración con la Comisión Internacional para el Riego y Drenaje, y con la Organización Meteorológica Mundial, recomendó la adopción del método combinado de Penman-Monteith como nuevo método estandarizado para el cálculo de la evapotranspiración de referencia y aconsejó sobre los procedimientos para el cálculo de los varios parámetros que la fórmula incluye. El método FAO Penman-Monteith fue desarrollado haciendo uso de la definición del cultivo de referencia como un cultivo hipotético con una altura asumida de 0,12 m, con una resistencia superficial de 70 s m-1 y un albedo de 0,23 y que representa a la evapotranspiración de una superficie extensa de pasto verde de altura uniforme, creciendo activamente y bien regado (ALLEN, G et al. 2006).

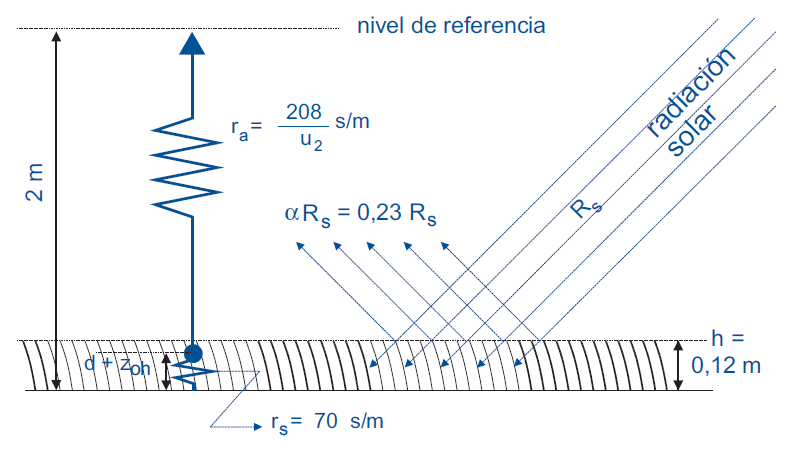


Figura 2: Características del cultivo hipotético de referencia.

Fuente: ALLEN, G et al. 2006.

Donde:

ETo = evapotranspiración de referencia (mm día−1).

= radiación neta en la superficie del cultivo (MJ m−2 día−1).

= radiación extraterrestre (mm día−1).

G= flujo del calor de suelo (MJ m−2 día−1).

= temperatura media del aire a 2 m de altura (°C).

= velocidad del viento a 2 m de altura (m s-1).

= presión de vapor de saturación (kPa).

= presión real de vapor (kPa).

= déficit de presión de vapor (kPa).

∆= pendiente de la curva de presión de vapor (kPa °C −1).

ϒ= constante psicrométrica (kPa °C −1).

La ecuación utiliza datos climáticos de radiación solar, temperatura del aire, humedad y velocidad del viento. Para asegurar la precisión del cálculo, los datos climáticos deben ser medidos o ser convertidos a 2 m de altura, sobre una superficie extensa de pasto verde, cubriendo completamente el suelo y sin limitaciones de agua.

Incluso en casos en los que los datos disponibles solo incluyan la temperatura máxima y mínima del aire, se pueden obtener estimaciones razonables de ETo con la ecuación de FAO Penman-Monteith para períodos de diez días o mensuales. Los datos de radiación se pueden derivar de la diferencia de temperatura del aire, o, junto con la velocidad del viento y datos de humedad atmosférica, se pueden extrapolar de una estación meteorológica próxima. Los datos de humedad se pueden también estimar de la temperatura mínima diaria del aire. La velocidad de viento puede ser usado 2 m/s. Debido a la relativamente baja altura del dosel del cultivo de referencia (0,12 m) y que u2 aparece tanto en el numerador como en el denominador de la ecuación 2, ETo no es altamente sensitivo a variaciones de la velocidad del viento dentro de rangos normales (ALLEN, G et al. 2006).

* Localización

La altura sobre el nivel del mar de la zona para la que se determina la ETo y su latitud (grados norte o sur) deben ser especificados. Estos datos son necesarios para ajustar algunos parámetros climáticos al valor medio local de la presión atmosférica (función de la elevación del sitio sobre nivel del mar) y para calcular la radiación extraterrestre (Ra) y, en algunos casos, la duración máxima de la insolación (N). En los procedimientos del cálculo para Ra y N, la latitud se expresa en radianes (grados decimales π/180). Un valor positivo se utiliza para el hemisferio norte y un valor negativo para el hemisferio sur (ALLEN, G et al.2006).

## HUMEDAD RELATIVA

La humedad relativa es el cociente entre la cantidad de agua que el aire realmente contiene a una determinada temperatura y la cantidad que podría contener si estuviera saturado a la misma temperatura. Es adimensional y se expresa comúnmente como porcentaje. Aunque la presión real de vapor puede ser relativamente constante a lo largo del día, la humedad relativa fluctúa entre un máximo al amanecer y un mínimo a primeras horas de la tarde. La variación de la humedad relativa se produce porque la presión de saturación de vapor depende de la temperatura del aire. Como la temperatura del aire cambia durante el día, la humedad relativa también cambia substancialmente (ALLEN, G et al. 2006).

## VELOCIDAD DE VIENTO

El viento se caracteriza por su dirección y su velocidad. La dirección del viento se refiere a la dirección de la cual el viento está soplando. Para el cómputo de la evapotranspiración, la velocidad del viento es una variable importante. Como la velocidad del viento en una localidad dada varía con el tiempo, es necesario expresarla como el promedio sobre un intervalo determinado de tiempo. La velocidad del viento se mide en metros por segundo (m s-1) o kilómetros por día (km día-1). La velocidad del viento se mide con los anemómetros. Los anemómetros usados comúnmente en las estaciones meteorológicas se componen de cazoletas o propulsores que giran sobre un eje gracias a la fuerza del viento. El conteo del número de revoluciones en un período dado, permite determinar la velocidad promedio del viento en dicho período (ALLEN, G et al. 2006).

## RADIACIÓN SOLAR

El proceso de la evapotranspiración está determinado por la cantidad de energía disponible para evaporar el agua. La radiación solar es la más importante fuente de energía en el planeta y puede cambiar grandes cantidades de agua líquida en vapor de agua. La cantidad potencial de radiación que puede llegar a una superficie evaporante viene determinada por su localización y época del año. Debido a las diferencias en la posición del planeta y a su movimiento alrededor del sol, esta cantidad potencial de radiación es diferente para cada latitud y para las diversas estaciones del año. La radiación solar real que alcanza la superficie evaporante depende de la turbidez de la atmósfera y de la presencia de nubes que reflejan y absorben cantidades importantes de radiación. Cuando se determina el efecto de la radiación solar en la evapotranspiración, se debe también considerar que no toda la energía disponible se utiliza para evaporar el agua. Parte de la energía solar se utiliza también para calentar la atmósfera y el suelo (ALLEN, G et al. 2006).

## TEMPERATURA

La temperatura es un factor importante del ciclo hidrológico pues interviene en todas sus etapas. Desde el punto de vista práctico, la temperatura interviene como parámetro en las fórmulas para calcular la evaporación y en las fórmulas para calcular las necesidades de agua de riego de las plantas. Como prácticamente en todas partes hay registros de temperatura, su empleo está plenamente justificado.

Las estaciones meteorológicas disponen de un termómetro de máximas, un termómetro de mínima. Y algunas veces de un termógrafo. Estos aparatos están situados a 1.50 m. del suelo, en una cubierta de madera provistas de persianas que permiten la libre circulación del aire, pero que protegen los termómetros de la radiación solar directa (CHEREQUE, W. 1991).

## PRECIPITACIÓN

La precipitación incluye la lluvia, la nieve y otros procesos mediante los cuales el agua cae a la superficie terrestre, tales como granizo y nevisca. La formación de precipitación requiere la elevación de una masa de agua en la atmósfera de tal manera que se enfrié y parte de su humedad se condense. Los tres mecanismos principales para la elevación de masa de aire son la elevación frontal, donde el aire caliente es elevado sobre el aire frio por un pasaje frontal; la elevación orográfica, mediante la cual una masa de aire se eleva para pasar por encima de una cadena montañosa; y la elevación convectiva; donde el aire se arrastra hacia arriba por una acción convectiva que se origina por el calor superficial, el cual causa una inestabilidad vertical de aire húmedo, y se sostiene por el calor latente de vaporización liberado a medida que el vapor de agua sube y se condensa (VEN TE SHOW, 1994).

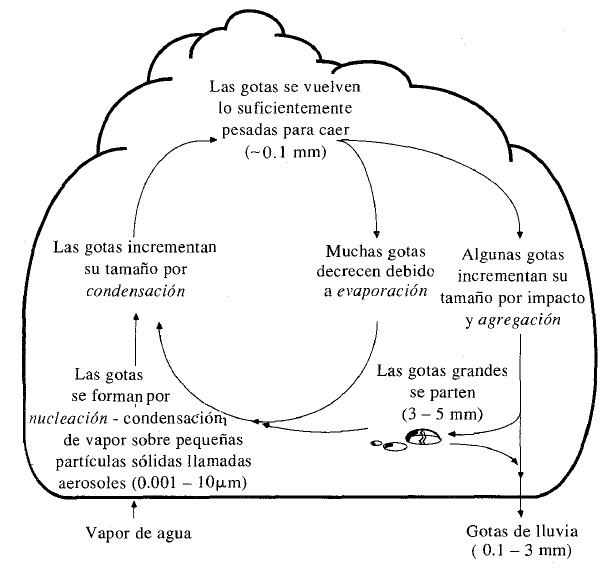


Figura 3: Proceso de la formación de precipitación.

Fuente: VEN TE CHOW, 1994

## CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN MEDIA SOBRE UNA ZONA

En general, la altura de precipitación que cae en un sitio dado, difiere de la que cae en los alrededores, aunque sea en sitios cercanos.

Los pluviómetros registran la lluvia puntual, es decir la que se produce en el punto en la que está instalada el aparato. Para muchos problemas hidrológicos, se requiere conocer la altura de precipitación media de una zona la cual puede estar referida a la altura de precipitación diaria, mensual, anual, media mensual y media anual.

*Altura de precipitación diaria*. Es la suma de las alturas observadas en un día.

*Altura de precipitación media diaria*. Es el promedio aritmético de las lecturas observadas en un día.

*Altura de precipitación mensual.* Es la suma de las alturas diarias ocurridas en un mes.

*Altura de precipitación media mensual*. Es el promedio aritmético de precipitación mensual correspondiente a un cierto número de meses.

*Altura de precipitación anual*. Es la suma de las alturas de precipitación mensual ocurridas en un año.

*Altura de precipitación media anual*. Es el promedio aritmético de la precipitación anual, correspondiente a un cierto número de años. En el presente estudio se utilizarán dos métodos para determinar la precipitación media de una zona (VILLON, M.2011).



#### Isoyetas

Para este método se necesita un plano de isoyetas de la precipitación registrada en las diversas estaciones de la zona de estudio. Las isoyetas son curvas que unen puntos de igual precipitación. Este método es el más exacto, pero requiere de un cierto criterio para trazar el plano de isoyetas. Se puede decir que, si la precipitación es de tipo orográfico, las isoyetas tenderán a seguir una configuración parecida a las curvas de nivel.

Por su puesto, entre mayor sea el número de estaciones dentro de la zona de estudio, mayor será la aproximación con la cual se trace el plano de isoyetas (VILLON, M.2011).

El método consiste en.

* Ubicar las estaciones dentro y fuera de la cuenca.
* Trazar las isoyetas interpolando las alturas de precipitación entre las diversas estaciones.
* Hallar las áreas entre dos isoyetas continuas.
* Calcular la precipitación media utilizando la ecuación.

Donde:

= precipitación media.

= área total de la cuenca.

= altura de precipitación de las isoyetas i.

= área parcial comprendida entre las isoyetas Pi-1 y Pi

= número de áreas parciales.

## ANÁLISIS DE CONSISTENCIA

La no homogeneidad e inconsistencia, son los causales del cambio a que están expuestas las informaciones hidrológicas, por lo cual su estudio, es de mucha importancia para determinar los errores sistemáticos que puedan afectarlas.

La no homogeneidad en una serie de tiempo hidrológica, se debe a factores humanos (tala indiscriminada de una cuenca, construcción de estructuras hidráulicas, etc.) o a factores naturales de gran significancia, como los desastres naturales (inundaciones, derrumbes, etc.).

La inconsistencia de una serie de tiempo, está dada por la producción de errores sistemáticos (déficit en la toma de datos, cambio de estación de registro, etc.).

Antes de utilizar la serie hidrológica para el modelamiento, es necesario efectuar el análisis de consistencia respectivo, a fin de obtener una serie confiable, es decir homogénea y consistente (VILLÓN, M.2011).



#### Análisis de doble masa

Este análisis se utiliza para tener una cierta confiabilidad en la información, así como también, para analizar la consistencia en lo relacionado a errores, que pueden producirse durante la obtención de los mismos, y no para una corrección a partir de la recta de doble masa. El análisis de doble masa propiamente dicho consiste en conocer, mediante los ‘***quiebres***’ que se presentan en los diagramas, las causas de los fenómenos naturales, o si estos han sido ocasionados por errores sistemáticos. En este último caso, permite determinar el rango de los períodos dudosos y confiables para cada estación en estudio, la cual se deberá corregir utilizando ciertos criterios estadísticos (VILLÓN, M. 2011).

#### Análisis estadístico

* Análisis de saltos

Son formas determinísticas transitorias, que permiten a una serie hidrológica periódica o no periódica pasar desde un estado a otro como respuesta a cambios hechos por el hombre debido al continuo desarrollo de los recursos hídricos de la cuenca o a cambios naturales continuos que puedan ocurrir (ALIAGA, S.1985).

*Consistencia en la media*

El análisis estadístico consiste en probar, mediante la prueba t (prueba de hipótesis), si los valores medios de las sub muestras, son estadísticamente iguales o diferentes con una probabilidad de 95% o con 5% de nivel de significación, de la siguiente manera:

Cálculo de la media y de la desviación estándar para las sub muestras, según.

Donde:

= valores de la serie del período 1

= valores de la serie del período 2

= media de los períodos 1y2 respectivamente

= desviación estándar de los períodos 1y 2 respectivamente.

= tamaño de la muestra

= tamaño de las submuestras

*Cálculo del calculado () según*

Donde (por hipótesis, la hipótesis es que las medias son iguales)

Quedando:

Además

Siendo:

= desviación de la diferencia de los promedios

= desviación estándar ponderada

*Cálculo del tabular*

El valor crítico de t se obtiene directamente en Excel mediante la función INV.T (probabilidad; grados de libertad), con la probabilidad al 95%, o con un nivel de significancia del 5%, es decir con y con grados de libertad .

*Comparación del con el*

Si , siendo las medidas estadísticamente, no se debe realizar procesos de corrección.

Si estadísticamente, siendo las medidas

Estadísticamente, se debe realizar procesos de corrección.

*Consistencia de la desviación estándar*

El análisis estadístico consiste en probar, mediante la prueba , si los valores de desviaciones estándar de las sub muestras son estadísticamente igual o diferente, con un 95% de probabilidad o con un 5% de nivel de significación, de la siguiente forma.

*Cálculo de la varianza de ambos períodos*

*Calcular del* F *calculado (*Fc*), según.*

*Cálculo del F tabular*

Valor crítico de F o Ft, se obtiene directamente en Excel mediante la función distr. f. inv. (0.05; GLN; GLD) para una probabilidad del 95%, es decir, con un nivel de significado  y grados de libertad.

Donde:

G.L.N = grados de libertad del numerador

G.L.D = grados de libertad del denominador

*Comparación del  con el *

Si Siendo estadísticamente, no se debe realizar la corrección.

Si Siendo estadísticamente, se debe realizar la corrección.

*Corrección de datos*

En los casos en que los parámetros de la media y desviación estándar de las sub muestras de las series de tiempo, resultan estadísticamente iguales, la información original no se corrige, por ser consistente con 95% de probabilidad, aun cuando en la doble masa se observa pequeños quiebres. En caso contrario, se corrige los valore de las sub muestras mediante las siguientes ecuaciones.

Donde:

= valor corregido de saltos

= valor a ser corregido

La ecuación (18) se utiliza cuando se deben corregir los valores de la sub muestra de tamaño n1 y la ecuación (19), se deben corregir la sub muestra de tamaño n2 (VILLON, M.2011).

* Análisis de tendencias

Para realizar el análisis de tendencias, la serie debe estar libre de saltos tanto en la media como en desviación estándar.

*Tendencia en la media*

La tendencia en la media , puede ser expresada en forma general por la ecuación polinomial:

Y en forma particular por la ecuación de regresión lineal simple

Donde:

= tiempo en años, tomado como la variable independiente de la tendencia

= 1, 2, 3,……, n

= tendencia en la media, para este caso:

Valor corregido de saltos, es decir, datos a usarse para el cálculo de los parámetros

= coeficientes de los polinomios de regresión, que deben ser estimado con los datos.

Los parámetros de regresión de estas ecuaciones, pueden ser estimados por el método de mínimos cuadrados, o por el método de regresión lineal múltiple.

El cálculo de la tendencia en la media, haciendo uso de la ecuación (21), se realiza mediante el siguiente proceso

*Cálculo de los parámetros de la ecuación de regresión lineal simple*

Donde:

Además

= promedio de las tendencias , o promedio de los datos corregidos de saltos .

= promedio del tiempo t

= desviación estándar de la tendencia de la media Tm.

= desviación estándar del tiempo t

*Evaluación de la tendencia Tm*

Para averiguar si la tendencia es significativa, se analiza el coeficiente de regresión Bm o también el coeficiente de correlación R.

El análisis de **R** según el estadístico **t**, es como sigue

*Calculo del estadístico  según*

Donde:

=valor del estadístico t calculado.

n = número total de datos

R = coeficiente de correlación

*Cálculo de*

El valor critico de t, se obtiene directamente en Excel mediante la función INV.T (probabilidad; grados de libertad), con 95% de probabilidad o con un nivel de significación del 5%, es decir:

*Comparación del con el*

Si no es significativo, en este caso no se corrige

Si es significativo, en este caso hay que corregir

*Corrección de la información*

La tendencia en la media se eliminará uso de la ecuación

o

Donde:

=serie corregida de saltos

= tendencias en la media, obtenida de la ecuación (21)

= serie de tendencia en la media

Para que el proceso preserve la media constante, se devuelve el promedio de las ó , luego las ecuaciones (31), (32), toma la forma:

Dondees el promedio de la tendencia en la media o promedio de los valores corregidos de salto (VILLON, M.2011).

*Tendencia en la desviación estándar*

Según salas “la tendencia de la desviación estándar, generalmente se presenta en los datos semanales o mensuales, no así en datos anuales”. Por lo que, cuando se trabajan con datos anuales, no hay necesidad de realizar el análisis de la tendencia en la desviación estándar (VÍLLON, M.2011).

La tendencia en la desviación estándar , se expresa en forma general por la ecuación polinomial:

Y en forma particular, por la ecuación de regresión lineal simple:

Donde:

= tendencia en la desviación estándar

Valor corregido de tendencia en la media, es decir, datos a usarse para el cálculo de los parámetros

= tiempo en años

=1, 2, 3,………, n

= coeficiente de los polinomios de regresión que deben ser estimados con los datos

Para calcular y probar si la tendencia en la desviación estándar es significativa, se sigue el siguiente proceso:

*La información ya sin tendencia en la media , se divide en períodos de datos anuales*

Se calcula las desviaciones estándar para cada período de toda la información:

Donde:

= desviación estándar del año p, es decir de los datos mensuales del año p

= serie sin tendencia en la media

= promedio de datos mensuales del año p

= 1, 2, 3,………,12

Se calcula los parámetros de la ecuación (36), a partir de las desviaciones estándar anuales y el tiempo t (en años), utilizando las ecuaciones. (22), (27), dadas para la tendencia en la media.

*Se realiza la evaluación de siguiendo el mismo proceso descrito para* Tm

Si en la prueba R resulta significativo, la tendencia en la desviación estándar es significativa, por lo que se debe eliminar de la serie aplicando la siguiente ecuación.

Donde serie sin tendencia en la media ni en la desviación estándar. Las demás variables han sido definidas en párrafos anteriores.

Para que el proceso preserve la media y la desviación estándar constante, la ecuación toma la forma:

Donde:

Son los promedios de la tendencia en la desviación estándar y media respectiva. La serie es una serie homogénea y consistente al 95% de probabilidad (VÍLLON, M.2011).

## COMPLETACIÓN DE DATOS HIDROMETEOROLÓGICOS

La completación de series temporales, es el proceso por el cual, se llenan ***vacíos*** que existen en un registro de datos hidrológicos mediante la aplicación de técnicas estadísticas y matemáticas, el relleno de la información hidrológica faltante se debe realizar en series libres de saltos y tendencias, con la finalidad de obtener en lo posible series completas y confiables en el tiempo.

Existen varios métodos para la determinación de datos faltantes como relleno con criterios prácticos (promedios), otros como regresión lineal simple entre estos puede ser la correlación cruzada sin desfase y con desfase entre dos o más estaciones vecinas de similar característica a la estación a ser rellenada, la auto correlación o serial con desfase en el tiempo que consiste en correlacionar datos de una misma muestra hidrológica. En forma general, el modelo matemático más usado para completar la información hidrológica es el modelo de regresión lineal simple.

El procedimiento para la completación de datos meteorológicos, es como sigue.

Obtener la serie histórica de longitud n, a completar

Seleccionar la estación que, tenga una buena correlación con la estación a ser rellenada, y cuyo número de datos de la serie sea mayor en caso que se vaya a extender.

Seleccionar el modelo de correlación, en este caso, la ecuación de regresión lineal (modelo matemático)

Donde:

= variable hidrológica dependiente

= variable hidrológica independiente

= parámetros de la ecuación de regresión lineal simple.

Estimación de parámetros:

Los parámetros a, b, y r se calculan con las siguientes ecuaciones

o

Donde:

= son los estimados de las medias, de los períodos comunes, de tamaño N1 de las variables

= son los estimados no sesgados de las desviaciones estándar, de de los períodos comunes de tamaño N1

r = coeficiente de correlación

*Ecuación de la completación o extensión*

Sustituyendo valores en la ecuación (40) resulta:

*Criterio de confiabilidad*

La ecuación (49), se podrá usar si hay una correlación significativa entre las variables , es decir, si el coeficiente de correlación **r** de la ecuación (46), es estadísticamente significativo con un cierto nivel de confiabilidad, si **r** resulta no significativo se puede aplicar el proceso de auto correlación o probar con otra serie. Para esto se procede de la siguiente forma.

*Calculo del estadístico*

Donde:

= valor del estadístico t calculado.

= tamaño del registro común de las series.

= coeficiente de correlación

*Calculo de*

El valor critico de t (), se obtiene directamente en Excel mediante la función INV.T (probabilidad; grados de libertad), con 95% de probabilidad o con un nivel de significación del 5%.

*Comparación del con el*

Si no es significativo, por lo tanto no hay correlación significativa

Si es significativo, por lo que sí existe correlación significativa entre las variables e , y se puede hacer uso de la ecuación (49) para la completación.

(VÍLLON, M.2011).

## SEQUÍAS

En general la definición de sequía depende de cada caso específico en que se utilice, lo cual varía con el espacio y el tiempo y significa diferentes aspectos para cada uno de sus usos y para cada persona. Así una sequía para tomates, por ejemplo, no puede ser una sequía para el cultivo de papas, por lo tanto el concepto de sequía cambia durante el crecimiento vegetativo, principalmente por variaciones climáticas, y también de acuerdo a las condiciones del suelo, estado de los cultivos (ALIAGA, S.1985).

Varios escritores han definido sequías para varias condiciones usando términos como sequia de abastecimiento de agua para la agricultura, climatología, hidrología y otros, siendo las definiciones más generales las siguientes.

Una sequía es un déficit de agua en el espacio tiempo o ambos, para una región y un período de tiempo dados. El déficit puede ser observado en varios fenómenos como precipitación, precipitación efectiva, contenido de humedad del suelo, niveles de agua subterránea, descarga y agua almacena natural o artificialmente (MILLÁN, J.1972).

La sequía es la deficiencia en el abastecimiento de agua en un tiempo significativo asociado con la demanda para varias actividades humanas (GUERRERO, P y YEVJEVICH, V.1975).

La sequía asociada a déficits y escasez de agua. Los déficits pueden ser relacionados a la falta de agua en el espacio e intervalo de tiempo dados con consecuencias moderadas. Escases son diferencias entre la demanda y abastecimiento, lo cual puede ser aceptada por los usuarios con consecuencias económicas pequeñas (SALAS, J.1978).

## TIPOS DE SEQUÍAS

Se detectaron más de 150 definiciones de este tipo, categorizándolas en cuatro grupos según la disciplina científica desde la que sea analizado el fenómeno: sequía meteorológica, sequía hidrológica, sequía agrícola y sequía socioeconómica (WILHITE, D y GLANTZ, M. 1985).

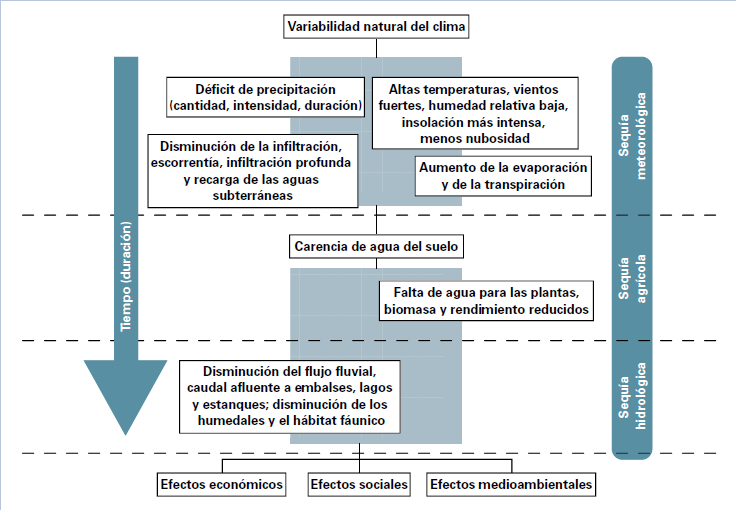


Figura 4: Secuencia de sucesos de sequía y de sus efectos para tipos de sequías comúnmente aceptados.

Fuente: WILHITE, A. 2000.



#### Sequía meteorológica

La principal causa de una sequía es el déficit de precipitación sobre un área extensa y por período de tiempo considerable, a lo cual se le denomina sequía meteorológica; este déficit es usualmente expresado como un valor relativo respecto a las condiciones climáticas normales. El déficit de agua se propaga a través del ciclo hidrológico y da lugar a los diferentes tipos de sequía (TALLAKSEN, L et al.2004). Según (SVOBODA, M et al. 2012) se puede estudiar con el SPI de 1 o 2 meses.

#### Sequía hidrológica

El déficit de precipitación en un período prolongado resultará en una deficiencia de escorrentía, aguas subterráneas o de los niveles de reservorios, lo cual es conocido como sequía hidrológica, la cual persistirá por un período de tiempo determinado, después de que la sequía meteorológica haya terminado. Según (SVOBODA. M et al.2012) se puede estudiar con el SPI de 6 o 24 meses.

#### Sequía agrícola

La deficiencia de agua en el suelo combinado con altas tasas de evaporación podría causar el desarrollo de una sequía. El término sequía agrícola es usado cuando la humedad del suelo es insuficiente para mantener los cultivos (TALLAKSEN, L et al.2004). Debido a que la cantidad de agua que necesita cada cultivo es distinta, no es posible establecer umbrales de sequía agrícola válidos ni tan siquiera para una única área geográfica (VALIENTE, O. 2001). Según (SVOBODA. M et al. 2012), se puede estudiar con el SPI de 1 o 6 meses.

#### Sequía subterránea

La sequía subterránea, es una clase distinta de sequía, no una subclase de la meteorológica, hidrológica o agrícola. Cuando los sistemas de aguas subterráneas son afectados por las sequías, decrecen primero las recargas y luego los niveles y descargas de aguas subterráneas. (VAN LANEN, A y PETERS, E. 2000).

#### Sequía socio económico

Este tipo de sequía se produce cuando la disponibilidad de agua disminuye hasta el punto de generar daños económicos o sociales sobre la población en las zonas afectadas por la escasez de precipitaciones.

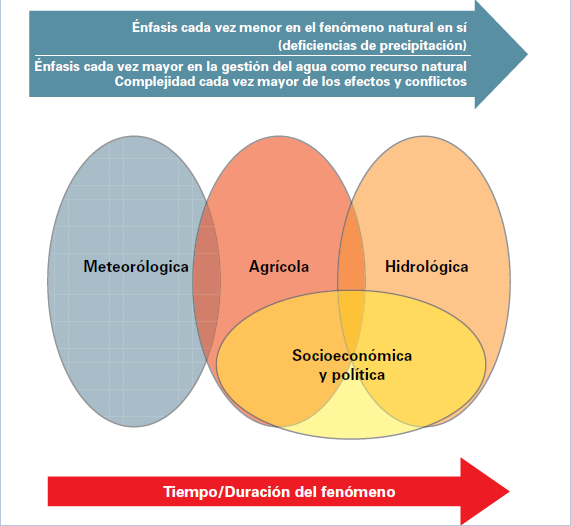


Figura 5: Interrelaciones entre las sequías meteorológica, agrícola, Hidrológica y socioeconómica.

Fuente: WILHITE, A. 2006.

## CARACTERÍSTICAS DE SEQUÍAS.

Según (YEVJEVICH, V. 1967). Identificó tres parámetros de sequía importantes: la duración (L), la severidad (D) y la intensidad (I) a partir de un nivel de truncamiento o umbral (X0) definido. En la figura 6 se muestra los tres parámetros.

#### Duración L:

Se conoce también como la longitud del run (-), expresado en meses o años consecutivos.

#### Severidad D:

Indica la acumulación de la deficiencia de una sequía según el umbral X0 definido. Es decir, la suma del déficit durante la longitud o duración. Ahora calcular la magnitud del período seco durante un año cualquiera, en una estación determinada, se empleó una variante del método original propuesto por (MCKEE, T et al. 1993). Donde se acumularon los SPI mensuales cuya magnitud era igual o inferior a -1, y cuando el SPI era mayor a -1 se sustituyó con un cero.

Sí y sólo sí SPIi < 0

Dónde (MS): representa la magnitud de la sequía para el período evaluado, (SPI): es el índice SPI para series de lluvia acumulada mensual.

#### Intensidad I:

Es la razón entre la severidad y la duración.

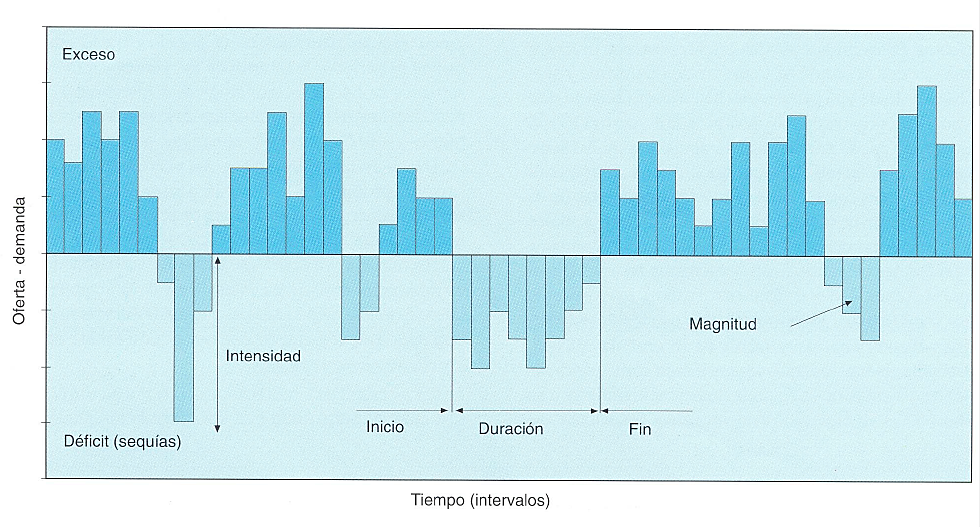


Figura 6: Serie cronológica de oferta menos demanda en un lugar para la identificación caracterización de las sequías según el método de truncamiento o de las sucesiones.

Fuente: FERNÁNDEZ, B. 1997.

#### Frecuencia y período de retorno

La frecuencia es el número de casos que se producen durante un período determinado. Puede medirse también a través de la probabilidad empírica de que la precipitación o el caudal sean inferiores a la media, o del período de retorno del evento seco (intervalo medio de tiempo dentro del que puede esperarse que ocurra una sequía de determinada magnitud). (DRACUP, J et al. 1980).se define el período de retorno Como el intervalo promedio de tiempo en años, dentro del cual un evento de magnitud x puede ser igualado o excedido, por lo menos una vez en promedio. Así, si un evento igual o mayor a x, ocurre una vez en T años, su probabilidad de ocurrencia P, es igual a 1 en T casos (VILLON, M.2011).

Donde:

=período de retorno

= riesgo o falla

= meses consecutivos sin lluvia

## ÍNDICE DE SEQUÍAS

Los índices de sequía vienen a ser mediciones cuantitativas que caracterizan los niveles de sequía, percibiendo datos de uno o más variables tales como las precipitaciones, temperatura o evapotranspiración (ZARGAR, A et al.2011).

En la actualidad existen una gran cantidad de indicadores de sequías (ZARGAR, A et al.2011), indican que existen más de 100 índices de sequía ya sea para los tipos meteorológicos, agrícolas e hidrológicos.

Por otro lado, (VICENTE, S.2012) realizo un estudio para evaluar diferentes índices de sequía (SPI, SPEI e Índice de Severidad de Sequía de Palmer (PDSI)) para la cuantificación de caudales, humedad del suelo y crecimiento de vegetación. Encontraron "que la correlación más alta se produce entre 70-90% de los casos con el SPI y SPEI en función de la variable y la estación del año, mientras que los índices de PDSI representan menos del 15 %". También manifiestan que existen diferencias pequeñas entre el SPI y SPEI (10% superior para el SPEI).



#### Índice estandarizado de precipitación (SPI)

El Índice Estandarizado de Precipitación (SPI), por sus siglas en inglés, fue creado por (MCKEE, T et al. 1993). Y es un índice de probabilidad que nos da una representación de los períodos secos y húmedos anormales; cuantificando el déficit de precipitación en distintas escalas de tiempo. Se basa en el uso de series de tiempo de precipitación mensual y su correspondiente ajuste a la función de distribución de probabilidad Gamma, que posteriormente es transformada en la función normal. Producto del ajuste y la transformación, cada dato de SPI calculado representa el número de desviaciones estándar que un dato está alejado de la media muestra.

La Organización Meteorológica Mundial (OMM), recomienda que todos los servicios meteorológicos e hidrológicos deberían utilizar el SPI para el monitoreo de las sequías a nivel nacional.

La función de densidad de probabilidad para la distribución Gamma de 2 parámetros está dada por la expresión.

Para:

Siendo

=parámetro de forma (+)

= parámetro de escala (+)

= función gama completa, definida como

La función gama tiene las siguientes propiedades:

Para =1, 2, 3,4…

Para 

Si pero no entero,puede ser calculado por expansión de series e integración numérica por.

Dónde x es la precipitación acumulada, Γ (α) es la función gamma, α y β son los parámetros de forma y escala respectivamente, los cuales pueden ser estimados por el método de máxima verosimilitud (GUTTMAN, N.1999) como sigue.

Dónde n es la longitud de la serie de tiempo (meses). Luego de integrar la ecuación 59 con respecto a x resulta la función de distribución acumulada G(x).

Haciendo la ecuación (59) se transforma en una función gamma incompleta:

Como se aprecia, G(x) no es válida para precipitaciones igual a cero, es así que se toma en cuenta la probabilidad de tener valores nulos q y la probabilidad de no tenerlos p=1-q, de tal manera se obtenga la función de distribución acumulada completa H(x).y se evalúa la probabilidad de no excedencia de un valor.

Donde m es el número de ceros en la serie temporal de precipitación; n es el número de datos de la serie histórica.

(EDWARDS, D y MCKEE, T. 1997), presentan una solución aproximada, utilizando la técnica de conversión desarrollado en (ABRAMOWITZ, M. y STGUN, I.1965).que convierte la probabilidad acumulada en una variable estándar Z. Entonces, el índice SPI se expresa como como.

Donde las constantes equivalen a: c0=2.515517, c1=0.802853, c2=0.010328, d1=1.432788, d2 = 0.189269 y d3 = 0.001308.

El índice SPI permite determinar la intensidad del evento de sequía y los períodos de retorno del mismo (MISHRA, A y SINGH, V .2011), además de las demás características de las sequías definidas para el presente estudio.

En la tabla 1 se muestra la clasificación del SPI según (MCKEE, T et al.1993).Para definir las distintas intensidades de la sequía según los distintos valores de SPI. Estas categorías están referidas al fenómeno de la sequía meteorológica (aquellas cuyo valor de SPI es negativo) y por tanto, corresponden a eventos secos coyunturales, más no constituyen una condición de aridez (COLOTTI, E et al. 2013).

Tabla 1: Clasificación del SPI

|  |  |
| --- | --- |
| SPI | Categoría |
| 2,0 y más | extremadamente húmedo |
| 1,5 a 1,99 | muy húmedo |
| 1,0 a 1,49 | moderadamente húmedo |
| -0,99 a 0,99 | normal o aproximadamente normal |
| -1,0 a -1,49 | moderadamente seco |
| -1,5 a -1,99 | severamente seco |
| -2 y menos | extremadamente seco |

Fuente: MCKEE, T et al.1993.

#### Ventajas y desventajas

Según (HAYES, M et al.1999) analizaron las ventajas y desventajas de la utilización del SPI para caracterizar la severidad de las sequías. El SPI tiene tres ventajas principales.

* La primera ventaja es su simplicidad. El SPI está basado solamente en la precipitación y requiere sólo la estimación de los dos parámetros de la Gamma, el SPI puede ser utilizado efectivamente en las distintas estaciones del año.
* La segunda ventaja del SPI es que puede ser calculado para escalas de tiempo variables, lo cual lo hace aplicable en el ámbito de la meteorología, agricultura e hidrología superficial y subterránea. Esta versatilidad temporal es también útil para el análisis de la dinámica de la sequía, especialmente la determinación del comienzo y el fin, lo que ha sido difícil de reconocer por medio de otros índices.
* La tercera ventaja proviene de la estandarización, lo que asegura que la frecuencia de los eventos extremos en cualquier localidad y en cualquier escala de tiempo es consistente.
* La primera desventaja depende de la calidad de los datos de precipitación utilizados. Datos erróneos conducen a SPI erróneos.
* Una segunda limitación del SPI surge de la naturaleza estandarizada del mismo índice, es decir que las sequías extremas (o cualquier otro tipo de sequías) tienen la misma probabilidad de ocurrencia en cualquier lugar. Luego, el SPI no es capaz de identificar regiones que son más propensas que otras a la ocurrencia de sequías.
* Un tercer problema puede surgir cuando el SPI es empleando en las escalas de tiempo más cortas (1, 2 ó 3 meses), en regiones de baja precipitación estacional. En estos casos, pueden ocurrir valores positivos (o negativos) altos que son susceptibles de ser erróneamente interpretados. En estas situaciones, un acabado conocimiento de la climatología de estas regiones mejora la interpretación del SPI.



#### Interpretación: descripción de la flexibilidad espacial y temporal

Tal y como ya se ha mencionado, el SPI se concibió para cuantificar el déficit de precipitación para múltiples escalas temporales o “ventanas de promedios móviles”. Esas escalas temporales reflejan los efectos de la sequía en distintos recursos hídricos que necesitan conocer las diversas instancias decisorias. Las condiciones meteorológicas y de humedad del suelo (agricultura) responden a anomalías de precipitación en escalas temporales relativamente cortas, por ejemplo, de entre 1 y 6 meses, mientras que los caudales fluviales, el almacenamiento en reservorios y las aguas subterráneas responden a anomalías de precipitación a más largo plazo, del orden de 6 meses y hasta 24 meses o más. Así, por ejemplo, habría que estudiar el SPI de 1 ó 2 meses para la sequía meteorológica, de entre 1 y 6 meses para la sequía agrícola, y de entre unos 6 y 24 meses o más para los análisis y aplicaciones de sequía hidrológica (WILHITE, A y GLANTZ, H.1985).

Se puede calcular desde el SPI de 1 mes hasta el de 72 meses. Estadísticamente, la franja de aplicación más práctica es de entre 1 y 24 meses. Ese corte de 24 meses se basa en la recomendación de Guttman de disponer de entre 50 y 60 años de datos. A menos que se disponga de entre 80 y 100 años de datos, el tamaño de la muestra es demasiado pequeño y, por encima de los 24 meses, la confianza estadística en las estimaciones de probabilidad se debilita en los extremos (tanto el húmedo como el seco). Además, el hecho de disponer únicamente del mínimo de 30 años de datos (o menos) reduce el tamaño de la muestra y debilita la confianza. Técnicamente, se podría ejecutar el SPI con menos de 30 años de datos siempre que, no obstante, se tengan en cuenta las limitaciones estadísticas y el debilitamiento de la confianza señalado (GUTTMAN, N.1999).

A continuación, se describe las escalas de SPI según (SVOBODA, M et al. 2012).

* SPI de 1 mes

El SPI de escala de un mes refleja las condiciones de sequía inmediata, su aplicación puede relacionarse fuertemente con las sequías meteorológicas, en conjunto con la humedad del suelo y el estrés de los cultivos a corto plazo, especialmente durante la estación de crecimiento.

* SPI de 3 meses

El SPI de 3 meses compara la recipitación de forma trimestral de todos los años considerados en el registro histórico. El SPI de 3 meses refleja las condiciones de humedad en corto y mediano plazo y provee una estimación estacional de la precipitación.

* SPI de 6 meses

El SPI de escala de 6 meses en un mes determinado compara la precipitación en un período de 6 meses con el mismo período sobre el registro histórico.

A partir de la cantidad de meses considerados, el SPI de escala de 6 meses indica tendencias de precipitación entre períodos estacionales y de mediano plazo, y puede ser bastante eficaz en mostrar las condiciones de la precipitación en varias estaciones astronómicas, esta escala puede relacionarse con la escorrentía superficial y niveles de almacenamiento anómalos en función de la región y la época del año.

* SPI de 9 meses

El SPI de 9 meses da información de precipitación inter estacional a escalas temporales medias, las sequías en desarrollarse tardan una o más estaciones. Por lo que los valores de SPI por debajo de -1.5 para estas escalas generalmente se consideran un buen indicativo de que la sequedad está repercutiendo significativamente en la agricultura y que a su vez podría estar afectando a otros sectores (daños colaterales). Esta escala de tiempo es clave para el monitoreo de períodos secos que tuvieron una duración estacional y a largo plazo las sequías pueden ser de carácter hidrológicas o multianuales.

* SPI de 12 a 24 meses

El SPI en estas escalas temporales refleja patrones de precipitación a largo plazo. Un SPI de 12 meses es una comparación de la precipitación de 12 meses consecutivos con la registrada en los mismos 12 meses consecutivos de todos los años precedentes para los que se dispone de datos. Dado que estas escalas temporales son el resultado acumulado de períodos más cortos que pueden estar por encima o por debajo de lo normal, el SPI a más largo plazo tiende a situarse en torno a cero, a menos que se esté produciendo una tendencia húmeda o seca característica. Los SPI de estas escalas temporales generalmente se vinculan con cauces fluviales, niveles de los reservorios e incluso niveles de las aguas subterráneas a escalas temporales más largas.

#### Índice estandarizado de precipitación y evapotranspiración (SPEI)

El SPEI es un índice propuesto por (VICENTE, S et al. 2010).está basado en datos de precipitación y temperatura, y tiene la ventaja de combinar el carácter multiescalar, con la capacidad de incluir los efectos de la variabilidad de la temperatura en la evaluación de sequías. El procedimiento de cálculo es similar al del SPI, pero en lugar de precipitación, el SPEI utiliza el valor de la diferencia mensual entre la precipitación y evapotranspiración como dato de entrada, lo que representa un balance hídrico climático simple (THORNTHWAITE, W. 1948); esta diferencia es ajustada a una distribución log logística, que después es transformada a una distribución normal estándar con media 0 y varianza 1 la interpretación de los resultados se realiza en base a la tabla1.

Este balance simple para cierto mes esta dado mediante la siguiente ecuación:

Donde:

= balance hídrico

= precipitación (mm)

= evapotranspiración (mm)

Para el cálculo de la evapotranspiración se utilizará la ecuación (4), por otro lado Di es un indicador cuantitativo de la medida del agua en déficit o exceso y se puede agregar en diferentes escalas de tiempo (HAO, Z y SINGH, P.2015).

La distribución de probabilidades para el valor Di, fue ajustada a la función de distribución log-logística de tres parámetros.

Donde ,y  son parámetro de escala, forma y origen respectivamente f(x), función de densidad de probabilidad y F(x) función acumulada (VICENTE, S et al. 2010), usó el procedimiento de L-Momentos para obtener los tres parámetros, cuyas relaciones son:

L-Momentos de la serie .

Parámetros:

Donde son los momentos ponderados de la probabilidad de orden s, s=0, 1,2

Y es el estimador de frecuencias calculado como:

Donde  es el rango de observaciones en orden creciente y N es la cantidad o longitud de datos.

El SPEI se puede obtener fácilmente como los valores estandarizados de F (x). Por ejemplo, siguiendo la aproximación clásica de (ABRAMOWITZ, M y STGUN, I.1965).

Donde:

P es la probabilidad de exceder un valor Di determinado, y se calcula por P = 1-F (x), si P≤0.5, Si P > 0.5, P es reemplazado por 1- P y el signo de la SPEI resultante se invierte. Las constantes son:

= 2.515517

= 0.802853

= 0.010328

= 1.432788

= 0.189269

= 0.001308

El SPEI es una variable estandarizada y, por lo tanto, se puede comparar con otros valores de SPEI a lo largo del tiempo y el espacio. Un SPEI de 0 indica un valor correspondiente al 50% de la probabilidad acumulativa de Di, de acuerdo con una distribución Log-Logística.

#### Ventajas y desventajas

* Al incluir datos de la temperatura junto con datos de la precipitación, el SPEI tiene en cuenta el efecto de la temperatura en una situación de sequía. El resultado es aplicable a todos los regímenes climáticos, y los productos son comparables porque están normalizados. Dado que utiliza datos de la temperatura, el SPEI es idóneo para observar el efecto del cambio climático en los productos de los modelos de acuerdo con distintos supuestos futuros.
* La necesidad de disponer de un conjunto de datos completos en serie de la temperatura y la precipitación puede limitar su uso si no se dispone de datos suficientes.

## DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

**Cuenca**: Área de terreno donde todas las aguas caídas por precipitación se unen para formar un solo curso de agua (CHEREQUE, W. 1991).

**Evapotranspiración**: Es el conjunto de los fenómenos de evaporación y traspiración. (MONSALVE, G.1999).

**Índice de sequía**: Es la razón de la intensidad a la duración, lo que representa la deficiencia promedio de abastecimiento de agua (YEVJEVICH, V. 1967).

**Índice estandarizado de precipitación (SPI)**: Es un índice que se basa en la probabilidad de precipitación para cualquier escala temporal (MCKEE, T et al. 1993).

**Índice estandarizado de precipitación y evapotranspiración (SPEI)**:Es un índice de sequía sensible al calentamiento global (VICENTE, S et al. 2010).

**Precipitación mensual**: Es la suma de las alturas diarias ocurridas en un mes.

(VILLON, M.2011).

**Precipitación**: Es toda forma de humedad, que, originándose en las nubes, llega hasta la superficie terrestre (CHEREQUE, W. 1991).

**Sequía**: Frecuencia de períodos de lluvia no efectiva (HOUNAM, C.1970).

**Temperatura máxima**: Es la mayor temperatura registrada en un día generalmente se presenta a las 13 horas.

**Temperatura media**: Es el promedio aritmético de la temperatura mínima y máxima registrada en un día.

**Temperatura mínima**: Es la menor temperatura registrada en un día generalmente se presenta a las 7 horas

# CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS



## ÁMBITO DE ESTUDIO

La zona de estudio pertenece a la cuencaAlto Jequetepeque y está a la vertiente del pacifico, tiene una superficie de 1319.63 Km², representa el 33,4% del área total de la cuenca Jequetepeque y se extiende desde los 750 m.s.n.m hasta 4150 m.s.n.m con una altitud media de 2250 msnm, la cuenca presenta una pendiente de 34.39% y una longitud del cauce principal de 69.9 Km. Su principal afluente es el río Chilete, el cual recibe los aportes de los ríos Magdalena, Chanta, Catudén, Chetillano, Llaminchan y Huertas. (Ver figura 7).

Geográficamente se ubica en el norte del Perú entre los paralelos 7°13’22” y 7°20’23” de latitud Sur, y entre los meridianos 78°54’8” y 78°21’00” de longitud Oeste. Limita al Este con la cuenca Crisnejas, Oeste con la unidad hídrica de medio alto Jequetepeque, al Norte con la unidad hídrica de San Miguel y al Sur con la cuenca de Chicama. (Ver figura 7).

Políticamente, la cuenca Alto Jequetepeque comprende 3 provincias del departamento de Cajamarca, las provincias a su vez comprenden los siguientes distritos distribuidos de la siguiente manera.

Provincia de San Pablo con los distritos, San Pablo, San Bernardino y San Luis; Provincia de Cajamarca con los distritos de Magdalena, San Juan, Asunción, parcialmente Cajamarca - Jesús. Provincia de Contumazá con los distritos de Contumazá, Chilete y Santa Cruz de Toledo. (Ver figura 7).

Administrativamente los recursos hídricos en el ámbito territorial de la cuenca Alto Jequetepeque son gestionados por la ALA Jequetepeque, bajo la dirección de la AAA Jequetepeque - Zarumilla.

## UBICACIÓN TEMPORAL

La presente investigación se plasma en la cuenca Alto Jequetepeque durante el periodo: 1/1/1969-31/12/2016. Haciendo un total de 48 años de registros de datos meteorológicos.

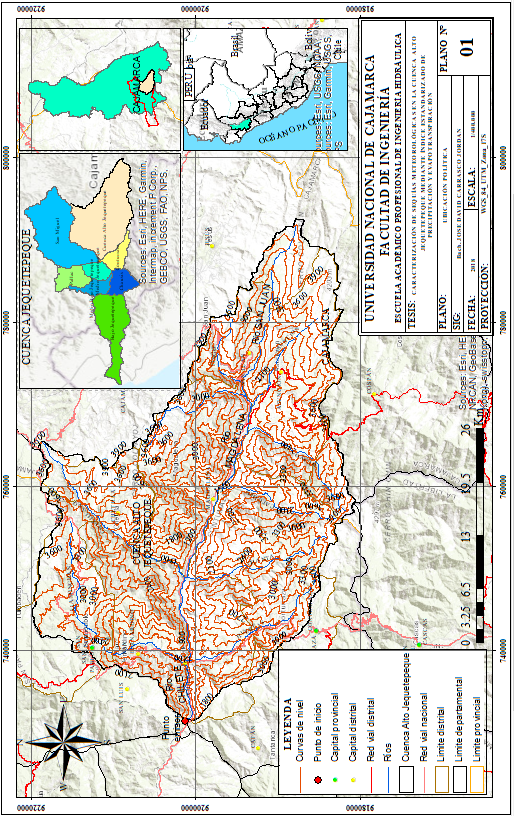


Figura 7: Delimitación de área de estudio.



## MATERIALES



#### Información meteorológica

* Precipitación mensual
* Temperatura mínima y máxima

#### Software

Microsoft Word, Excel, Access, ArcGis 10.3, HidroEsta 2, Power Point, SPI\_SL\_6.exe, Cropwat 8.0.

## ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

#### Demografía

En la cuenca Alto Jequetepeque se ubica las provincias de. San Pablo, Contumazá y Cajamarca, y a su vez los distritos de San Juan, Asunción, Magdalena y Chilete, asimismo se asientan las comunidades campesinas de Sunchubamba, San Juan de Cachilgon, Catache, Santa María de Magdalena y San Bernardino.

Mayormente la población está constituida por pobladores cuyas edades oscilan entre 15 y 29 años de edad con 45,256 habitantes de un total de 178,045 habitantes, siendo el sexo femenino ligeramente el más denso con 22,731 pobladores con el 25.42% del total. En la zona rural tenemos un total de 6,119 habitantes, siendo el sexo masculino ligeramente el más denso con 3,217 habitantes con el 52.57% del total y en la zona urbana siendo ligeramente el más denso la población de sexo femenino con el 50.6% del total de 39,137 habitantes. (INEI, 2007).

#### Ecología

Las características fisiográficas de la cuenca Alto Jequetepeque promueven condiciones ecológicas propias definidas, determinando diversas zonas de vida, con condiciones apropiadas para el desarrollo de diversas especies vegetales. Presentándose los siguientes pisos ecológicos según los estudios realizados por la ONERN en 1995, que emplea el Sistema de Clasificación de Zonas de Vida en el mundo del Dr. L.R Holdridge; así mismo de acuerdo al estudio ONERN en 1980 tenemos. Matorral desértico - Premontano tropical (**md-PT**), Bosque húmedo –Montano tropical (**bh-MT**), Bosque muy húmedo –Montano tropical (**bmh-MT**), Bosque seco - Montano bajo tropical (**bs-MBT**), Monte espinoso – Premontano tropical (**mte-PT**).

* Matorral desértico - Premontano tropical (**md-PT**)

La precipitación pluvial en esta zona se estima entre 125 y 250 mm, y la temperatura media anual oscila entre 19 y 23°C.esta zona se caracteriza por la gran variación temporal y espacial de lluvia, debiendo señalarse que solo en algunos años, de muy rara concurrencia, puede presentarse lluvias de alta intensidad. La baja precipitación y las altas temperaturas hace que la evapotranspiración potencial se ha de 4 a 8 veces mayor que la precipitación, por lo que en esta zona de la precipitación no es suficiente para cultivos temporales. Solo en algunas áreas planas bajo riego adyacentes al rio Chilete.

* Bosque húmedo –Montano tropical (**bh-MT**)

La precipitación pluvial en esta zona va desde los 500 a los 800 mm, de promedio total anual, estando al límite más seco cerca de la localidad de Contumazá y el más húmedo próximo a Asunción. La temperatura media anual varía entre 7 y 12°C encontrándose la evapotranspiración potencial entre 0.5 y 1 lo que determina la fisonomía húmeda del área.

* Bosque muy húmedo –Montano tropical (**bmh-MT**)

Las temperaturas medias anuales están comprendidas entre 6 y 12 °C y la precipitación total anual esta entre 1000 y 1600 mm la relación de evapotranspiración varía entre 0.25 y 0.5 lo cual significa que se evapotranspiración solo la mitad o la cuarta parte de lo que llueve determinando por lo tanto una fisonomía per húmeda.

* Bosque seco - Montano bajo tropical (**bs-MBT**)

La precipitación total anual promedio de varios años varía entre 500 y 1000 mm y la temperatura media anual entre 13 y 17°C, encontrándose la relación de evapotranspiración potencial entre 1 y 2, lo que determina una fisonomía sub húmeda, es una zona en el cual está concentrada la mayor parte de la población campesina, ya que las condiciones climáticas reinantes son propicias para la actividad agropecuaria.

* Monte espinoso –Premontano tropical (**mte-PT**)

Tiene un promedio de precipitación total anual que se estima entre 250 y 500 mm y una temperatura media anual entre 17 y 23°C. La relación de evapotranspiración potencial es alta, más de 2 lo que determina una fisonomía semiárida. La pendiente inclinada predominante y la incierta precipitación so factores limitantes para cualquier uso agropecuario y forestal. Solo puede ser aprovechada angostos terraplenes adyacentes al río Magdalena y escasos terrenos de pendiente moderada, en los cuales se emplea riego suplementario, observándose actualmente cultivos de caña de azúcar, maíz, uva y plátano.

## METODOLOGÍA

La metodología, es el conjunto de pasos a seguir secuencialmente para lograr los objetivos planteados en un trabajo o investigación.

Figura 8: Secuencia de actividades del desarrollo de estudio.



#### Actividades preliminares

El objetivo de esta fase es la recopilación de información cartográfica y meteorológica de las estaciones dentro y próximas de la cuenca Alto Jequetepeque. Información necesaria para la realización de los trabajos en gabinete. La información meteorológica ha sido proporcionada por el SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Perú) y la información cartográfica ha sido obtenida de cartas nacionales en escala 1/100000. En el anexo 1se muestra las estaciones climatológicas tomadas en el estudio.

#### Fase de campo

En esta fase se realizará los recorridos de campo para verificar la información base que se requiere, en lo referente a las estaciones climatológicas dentro del ámbito de estudio, confirmando la información secundaria obtenida en la fase preliminar. En las visitas de campo se llevará consigo un instrumento de ubicación (GPS) y una cámara fotográfica con capacidad de registro de videos. Dicha información levantada se presenta en los anexos.

#### Fase de gabinete

En esta fase consiste en codificar toda la información obtenida en una base de datos que permita ser consultable por programas que se utilizan para el estudio. Esto supondrá el procesamiento de la información relevante de la cuenca para determinar los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación.

#### Desarrollo del estudio

Cuyo objetivo final es evaluar, caracterizar, estimar los parámetros y preparar los modelos necesarios para la comprensión del estudio de las sequías meteorológicas en la cuenca. Esta fase de los trabajos se desarrollará en gabinete a partir de los datos de campo digitalizados en SIG y del apoyo de programas comerciales adecuados para determinar su magnitud, duración e intensidad de las sequías.

* Parámetros geomorfológicos de la cuenca

Los principales parámetros geomorfológicos de la cuenca se calcularan mediante software comercial como es el Arc GIS 10.3 y Excel. Los insumos necesarios para estos cálculos son las cartas nacionales 15g y 15f en escala 1/100000.

* Análisis de información termométrica

Para el análisis de la información climática se agruparan las estaciones en base a su proximidad y su altitud.

En las agrupaciones obtenidas, se procede a realizar el análisis de doble masa ploteando el promedio acumulado de todo el grupo de estaciones en el eje (x) frente a los acumulados de cada estación en estudio en el eje (y), la estación que presenta menor número de *quiebres,* será la estación base, que luego servirá para determinar los períodos dudosos en un nuevo gráfico con la estación en estudio.

Luego los períodos a ser corregidos se proceden con el análisis estadístico de saltos tanto en la media como en la desviación estándar.

Corregir la sub muestras si las medias son diferentes, si las medias de las sub muestras son iguales se deja los datos tal como están.

La consistencia en la desviación estándar se corrige si la desviación estándar de ambas sub muestras son diferentes, si son iguales no se corrigen.

De este modo quedaran las muestras libres de saltos, y se procederá con el análisis de tendencias.

Los análisis de tendencias tanto en la media y desviación estándar se corregirán si R es significativo, no se corrige si R no es significativo. De este modo la muestra quedara libre de saltos y tendencias apta para ser completada si es que es necesario.

*El Procedimiento de cálculo para completar los datos en una serie histórica es como sigue*

Obtener la serie histórica de longitud n, a completar

Seleccionar la estación que, tenga una buena correlación con la estación a ser rellenada, y cuyo número de datos de la serie sea mayor en caso que se vaya a extender.

Seleccionar el modelo de correlación, en este caso, la ecuación de regresión lineal simple (modelo matemático).

Se estima los parámetros mediante las ecuaciones 41,43 y 46

Luego se completa los datos con la ecuación 49 siempre y cuando haya una buena correlación entre las estaciones de no ser así se procederá por otros métodos.

* Calculo de la evapotranspiración

El cálculo de la evapotranspiración potencial se ha realizado por el método de Penman-Monteith, cuyo procedimiento de cálculo se ha desarrollado en el software CROPWAT 8.0. En comparación con los otros métodos este presenta valores más representativos en la cuenca en estudio, debido a que la ecuación empírica relaciona el efecto de las variables de temperatura (promedio mensual), humedad relativa (promedio mensual), velocidad de viento (promedio mensual), horas de insolación (promedio mensual).Para el cual se ha considerado las estaciones meteorológicas mencionadas en la tabla 43 (Ver anexo1) excepto la estación Chilete, por no tener información de las variables mencionadas.

* Análisis de información pluviométrica

El método a seguir es el mismo descrito anteriormente para el análisis de información termométrica.

* Precipitación areal en la cuenca

Para determinar la precipitación areal en la cuenca, es necesario, el establecimiento de una red de pluviómetros cada 250 km2 que registren la precipitación puntual en la cuenca.

*Procedimiento de cálculo consiste en los siguientes pasos*

Ubicar las estaciones dentro y fuera de la cuenca.

Trazar las isoyetas interpolando las alturas de precipitación entre las diversas estaciones. En este caso con la ayuda del programa SIG (sistema de información geográfica); se ha generado las isoyetas acorde con la topografía de la cuenca.

Hallar las áreas entre dos isoyetas continuas

Calcular la precipitación media utilizando la ecuación 5

* Índice estandarizado de precipitación

El cálculo del índice estandarizado de precipitación se ha realizado por el método propuesto por (MCKEE, T et al. 1993), cuyo procedimiento de cálculo se ha desarrollado en el software. SPI SL.6 exe. El procedimiento de cálculo de índice estandarizo de precipitación consta en primer lugar en realizar el ajuste a una distribución gamma de la serie acumulada de precipitaciones de cada una de las estaciones climatológicas, luego se determina los parámetros de la función alfa y gamma. Posteriormente los valores ajustados se transforman a una distribución normal estándar con media 0 y varianza 1 y finalmente la obtención del SPI. En la siguiente figura se muestra la metodología computacional para cálculo de SPI.

Abrir el programa

SPI SL.6 exe de la carpeta creada

Cálculo del índice estandarizado de precipitación mediante el software SPI SL.6 exe

Crear una carpeta guardar en ella las extensiones del programa y la data de datos completos de precipitación, en formato Excel y texto (cvs y txt)

Establecer un fichero de entrada con extensión cor por ejemplo Chilete.txt por (Chilete.cor)

Elegir el número de escalas temporales

Especifique las escalas temporales que se van a ejecutar (1, 3, 6, 9,12 meses)

Introduzca el nombre del fichero de entrada (Chilete.cor) ysalida (Chilete.dat)

El fichero de salida (resultados) se guardara en el mismo directorio del fichero ejecutable en formato de texto (carpeta creada)

Los resultados se muestran a partir de la tercera columna en el orden de las escalas escogidas

Procesamiento de datos de salidas

Caracterización de sequia

Figura 9: Método computacional para el cálculo de SPI.

* Índice estandarizado de precipitación y evapotranspiración

El procedimiento de cálculo es similar al SPI, pero en lugar de precipitación, el índice estandarizado de precipitación y evapotranspiración utiliza el valor acumulado de la diferencia mensual entre la precipitación y evapotranspiración, lo que representa un balance hídrico simple; los valores de esta diferencia se ajusta a una distribución log logística de tres parámetros para cada estación climatológica, que luego es transformada a una distribución normal estándar con media 0 y varianza 1 obteniéndose finalmente el SPEI. Para el cálculo del SPEI se realizó en el programa Excel, a las mismas escalas temporales que el SPI. En la siguiente figura se muestra los pasos de cálculo para el SPEI (VICENTE, S et al. 2010).

Índice estandarizado de precipitación evapotranspiración

Datos completos de evapotranspiración y precipitación

Diferencia mensual de la precipitación y evapotranspiración

Ajustar a una distribución log logística de tres parámetros

f (α,β,ϒ)

Probabilidad log logística

F(x, α, β; ϒ)

Haciendo a F(x, α, β; ϒ) media 0 y S=1

Se transforma a una distribución estandarizada normal

Obtención del índice estandarizado de precipitación y evapotranspiración en diferentes escalas

Caracterización de sequia

Acumulación mensual

Cálculo de Ws:



Cálculo de β:



Cálculo de α:



Cálculo de ϒ:





Figura 10: Pasos para el cálculo de SPEI.

# CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES

En el presente capítulo se muestran los resultados y los análisis de acuerdo a la metodología propuesta en el capítulo anterior. Inicia mediante el análisis de los parámetros geomorfológicos de la cuenca, el análisis previo de los datos meteorológicos y finalmente la obtención de SPI y SPEI que permiten determinar las características de la sequía en la cuenca de estudio. Todos los resultados son tabulares y gráficos construidos mediante software como Arc GIS 10.3, SPI\_SL\_6.exe, Word, CROWAPT 8.0 y Excel.



## PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS DE LA CUENCA

#### Parámetros de forma

En la tabla 2 se observa un índice de Compacidad de 1.52 lo que indica una cuenca de forma oblonga a rectangular oblonga, por lo que la peligrosidad de la cuenca a las crecidas es menor, porque las distancias relativas de los puntos de la divisoria con respecto a uno central presentan diferencias mayores y el tiempo de concentración se hace mayor por lo tanto menor será la posibilidad de que las ondas de crecidas sean continuas.

Por otro lado tenemos un factor de forma de 0.27 lo que indica una cuenca alargada y menos propensa a tener lluvias intensas y simultáneas sobre la superficie por lo que estará sujeta a crecientes de menor magnitud.

Tabla 2: Parámetros Geomorfológicos principales de la cuenca.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Parámetros físicos de la cuenca** | | |
| Área de la cuenca Alto Jequetepeque | 1319.63 | Km^2 |
| Perímetro de la cuenca Alto Jequetepeque | 197.17 | Km |
| Longitud del cauce Principal | 69.9 | Km |
| Cota máxima | 4150 | m.s.n.m |
| Cota mínima | 750 | m.s.n.m |
| **Parámetros de Forma** | | |
| Índice de Compacidad o Coeficiente de Gravelius | 1.52 |  |
| Factor de forma. | 0.27 |  |

#### Parámetros de relieve

Según la clasificación de (HERAS, R. 1976) la cuenca presenta terrenos escarpados por presentar una pendiente de 34.39%. Sin embargo, las máximas pendientes se localizan en la cabecera de cuenca representando terrenos muy escarpados, tramos de valles encañonados. Así mismo existen pendientes alrededor de 2% terrenos prácticamente llanos, terrazas, abanicos aluviales, planicies.

Figura 11: Curva hipsométrica y frecuencia de altitudes.

Según el gráfico mostrado tenemos:

Altitud más frecuente: 2733 m.s.n.m

Altitud media 50%: 2250 m.s.n.m

La curva hipsométrica que se aprecia en la figura 11, evidencia una cuenca en equilibrio (fase de madurez) y por causas geológicas en el tiempo es posible que cambie su morfología externa e interna.

El coeficiente orográfico calculado según la ecuación 3 arroja un valor de 3.83, por lo que la cuenca representa un relieve poco accidentado propio de cuencas extensas y de baja pendiente.

## ANÁLISIS DE VARIABLES HIDROLÓGICAS

#### Análisis termométrico

Tabla 3: Grupo de estaciones en el análisis de temperaturas.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Grupo | Estación | Estado inicial | Correlación-Tmax | Correlación-Tmin |
| 1 | CO. Magdalena | completa |  |  |
| CO. San Juan | completa(base) |  |  |
| CO. Asunción | incompleta | 0.973 | 0.116 |
| CO. Contumaza | incompleta | 0.922 | 0.983 (\*) |
| CO. San Pablo | incompleta | 0.626 (\*) | 0.291 |
| 2 | CO. Granja Porcón | incompleta | 0.970 | 0.863 |
| MAP. A Weberbauer(\*) | completa(base) |  |  |
| CO. Contumaza | incompleta |  | 0.983 |

Luego de los análisis de consistencia del grupo 1, se observa en la figura 12 (Ver anexo 2), en donde todos los datos aparecen sobre una línea recta y su desviación de la misma es insignificante, lo que determina la homogeneidad y consistencia de la información. Se concluye, en consecuencia, que los datos iniciales de las estaciones son fiables y válidos para tales fines. En el grupo 2, según la figura 13 (Ver anexo 2), se observa que los datos presentan una tendencia uniforme de los análisis de doble masa realizados con las series de temperatura máxima, por lo que se concluye que las 7 estaciones seleccionadas para realizar el estudio son consistentes y susceptibles de ser rellenadas. Del mismo modo se realizó para las series de temperaturas mínimas. Luego de completar las series históricas de temperaturas máximas y mínimas se determinó que la temperatura media en la cuenca oscila entre los 10.2°C en estación climatológica ordinaria de Granja Porcón y 22.3°C en la estación climatológica ordinaria de Magdalena. Observándose que la temperatura es inversamente proporcional a la altitud. En la tabla 4 se muestra los valores medios mensuales de temperatura de cada estación.

Tabla 4: Temperatura media mensual en la cuenca.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Estación | Magdalena | San Juan | San Pablo | Asunción | Contumaza | Porcón | Weberbauer |
| Ene | 22.2 | 16.4 | 13.7 | 16.1 | 14.5 | 10.4 | 15.1 |
| Feb | 22.1 | 16.2 | 13.6 | 15.9 | 14.6 | 10.6 | 15.2 |
| Mar | 22.1 | 16.4 | 13.7 | 16.1 | 14.6 | 10.7 | 15.2 |
| Abr | 22.2 | 16.5 | 13.8 | 16.3 | 14.7 | 10.6 | 15.0 |
| May | 22.2 | 16.9 | 14.0 | 16.8 | 14.8 | 10.2 | 14.3 |
| Jun | 22.1 | 17.2 | 14.2 | 17.3 | 14.7 | 9.8 | 13.6 |
| Jul | 22.1 | 17.4 | 14.3 | 17.6 | 14.7 | 9.5 | 13.2 |
| Ago | 22.3 | 17.8 | 14.4 | 17.8 | 14.9 | 9.8 | 13.7 |
| Set | 22.5 | 17.7 | 14.4 | 17.7 | 15.1 | 10.1 | 14.5 |
| Oct | 22.5 | 17.2 | 14.2 | 17.0 | 15.1 | 10.3 | 15.0 |
| Nov | 22.4 | 17.0 | 14.2 | 16.8 | 14.8 | 10.1 | 14.9 |
| Dic | 22.4 | 16.8 | 14.0 | 16.6 | 14.7 | 10.3 | 15.1 |
| Media | 22.3 | 17.0 | 14.0 | 16.8 | 14.8 | 10.2 | 14.6 |

En la figura 14 (Ver anexo 2) se muestra la variación mensual de la temperatura media de cada estación tomada en el estudio.

#### Análisis de la evapotranspiración

En la tabla 5, se muestra la evapotranspiración media mensual de las estaciones tomadas para el estudio. Suscitándose en la estación climatológica ordinaria de Magdalena la mayor evapotranspiración de 156.2 mm/mes a una altura de 1260 m.s.n.m y 119 mm/mes a una altura de 3050 m.s.n.m en la estación climatológica ordinaria de Granja Porcón en el mes de octubre, lo que indica que los suelos perderán más rápidamente su contenido de humedad en estos lapsos de tiempo. En la figura 15 (Ver anexo 2) se detalla la variación mensual de la evapotranspiración mensual en la cuenca.

Tabla 5: Evapotranspiración media mensual en la cuenca.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Estación | Magdalena | San Juan | San Pablo | Asunción | Contumazá | Porcón | Weberbauer |
| Ene | 150.5 | 109.8 | 116.3 | 110.3 | 111.5 | 118.0 | 131.0 |
| Feb | 132.9 | 96.0 | 103.0 | 96.5 | 97.2 | 105.0 | 116.0 |
| Mar | 143.2 | 105.0 | 112.4 | 106.2 | 104.6 | 112.5 | 124.8 |
| Abr | 132.3 | 97.0 | 102.8 | 99.0 | 99.9 | 103.4 | 116.9 |
| May | 129.7 | 98.1 | 100.4 | 102.5 | 103.2 | 100.5 | 117.5 |
| Jun | 122.0 | 95.8 | 94.7 | 99.7 | 99.8 | 92.8 | 109.8 |
| Jul | 130.3 | 105.8 | 102.3 | 111.3 | 108.6 | 100.4 | 116.8 |
| Ago | 142.2 | 117.6 | 111.7 | 122.2 | 115.7 | 110.2 | 126.6 |
| Set | 147.3 | 121.8 | 116.5 | 125.3 | 117.2 | 113.7 | 130.8 |
| Oct | 156.2 | 124.0 | 122.7 | 125.6 | 120.4 | 119.0 | 135.9 |
| Nov | 152.8 | 117.1 | 119.4 | 120.5 | 116.8 | 117.4 | 133.6 |
| Dic | 153.2 | 116.9 | 120.3 | 118.6 | 115.5 | 118.6 | 133.4 |

#### Análisis de información pluviométrica

Se obtuvieron 3 grupos según sus características similares en su altitud, clima y relievé en la cuenca, en la tabla 6 se detalla las agrupaciones.

Tabla 6: Grupo de estaciones pluviométricas en el análisis de precipitación.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Grupo | Estado inicial | Estación.CO | Período |
| 1 | completa | Magdalena | 1969-2016 |
| incompleta | Chilete | 1969-2016 |
| 2 | completa | San Juan(\*) | 1969-2016 |
| incompleta | Asunción | 1969-2016 |
| 3 | incompleta | Contumaza(\*) | 1969-2016 |
| incompleta | San Pablo | 1969-2016 |
| incompleta | Granja Porcón | 1969-2016 |
| completa | Augusto Weberbauer | 1969-2016 |

Luego del análisis doble masa y estadístico del grupo 1 se obtuvo la figura 16 (Ver anexo 2) donde se observa que los puntos se alinean en una misma recta, estando así la serie libre de saltos y tendencias, del mismo modo del análisis doble masa y estadístico del grupo 2 se obtuvo la figura 18 (Ver anexo 2) donde no se observa quiebres, alineándose los datos sobre una misma recta. De igual forma de los análisis respectivos del grupo 3 se obtuvo la figura 20 (Ver anexo 2) observándose que la desviación de los puntos es insignificante, estando así la serie libre de saltos y tendencias por lo que son susceptibles a ser rellenados.

Para completar las series históricas se determinó el coeficiente de determinación de todas las estaciones encontrándose en el grupo 1 un coeficiente aceptable de 0.979, en el grupo 2 de 0.992 y en el grupo 3 un coeficiente de correlación de 0,806 en promedio hay que recalcar que la estación San Juan se correlaciono con la estación Contumaza con un coeficiente de 0.956. En el anexo 2, se observa la variación mensual de las series completas y corregidas.

*En el grupo 3 se tomó en cuenta la estación meteorológica agrícola principal Augusto Weberbauer por presentar buena correlación con las estaciones tomadas en el estudio, por tener serie de datos completos en el período de estudio 1969-2016, por presentar similitud en altura , clima y por tener influencia con el área de estudio.*

(\*) Indica la correlación de estaciones entre grupos diferentes.

* Precipitación areal en la cuenca

En la tabla 7 se muestra la precipitación media mensual obtenida tras el proceso de completado de las series originales de las estaciones tomadas en el estudios.

Tabla 7: Precipitación media mensual en la cuenca.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Estación | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Media |
| Chilete | 31 | 54 | 69 | 30 | 6 | 2 | 1 | 2 | 4 | 10 | 10 | 16 | 233.6 |
| Magdalena | 50 | 80 | 107 | 51 | 15 | 3 | 0 | 1 | 8 | 21 | 21 | 39 | 395.6 |
| San Juan | 140 | 188 | 227 | 106 | 28 | 11 | 3 | 5 | 22 | 58 | 63 | 101 | 950.8 |
| San Pablo | 82 | 103 | 145 | 124 | 77 | 71 | 64 | 71 | 92 | 125 | 117 | 97 | 1167 |
| Asunción | 154 | 190 | 259 | 124 | 33 | 13 | 6 | 9 | 23 | 62 | 68 | 98 | 1039 |
| Contumaza | 96 | 150 | 196 | 103 | 19 | 4 | 2 | 4 | 14 | 35 | 30 | 48 | 700.6 |
| Granja P | 188 | 198 | 254 | 180 | 98 | 33 | 20 | 33 | 76 | 143 | 155 | 167 | 1544 |
| Weberbauer | 77 | 96 | 117 | 66 | 27 | 10 | 6 | 9 | 30 | 64 | 63 | 70 | 634.5 |

Utilizando el método de Isoyetas la precipitación media en la cuenca alto Jequetepeque arroja un resultado de 734.50 mm tal como se muestra en la tabla 8.

Tabla 8: Precipitación media de la cuenca.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Área(km2) | Isoyeta(i) | Isoyeta(i+1) | Isoyeta promedio | Ipi\*Ai/At |
| 237.72 | 700 | 800 | 750 | 135.11 |
| 28.85 | 800 | 900 | 850 | 18.58 |
| 46.96 | 400 | 500 | 450 | 16.01 |
| 45.42 | 300 | 400 | 350 | 12.05 |
| 23.2 | 0 | 300 | 150 | 2.64 |
| 165.54 | 500 | 600 | 550 | 69.00 |
| 48.48 | 400 | 500 | 450 | 16.53 |
| 1.65 | 0 | 400 | 200 | 0.25 |
| 216.81 | 600 | 700 | 650 | 106.79 |
| 0.56 | 0 | 700 | 350 | 0.15 |
| 188.29 | 900 | 1000 | 950 | 135.55 |
| 78.47 | 1000 | 1100 | 1050 | 62.44 |
| 75.51 | 800 | 900 | 850 | 48.64 |
| 11.52 | 0 | 900 | 450 | 3.93 |
| 47.48 | 800 | 900 | 850 | 30.58 |
| 28.11 | 900 | 1000 | 950 | 20.24 |
| 19.8 | 1000 | 1100 | 1050 | 15.76 |
| 12.9 | 1100 | 1200 | 1150 | 11.24 |
| 8.86 | 1200 | 1300 | 1250 | 8.39 |
| 10.23 | 1300 | 1400 | 1350 | 10.47 |
| 4.14 | 0 | 1400 | 700 | 2.19 |
| 19.13 | 0 | 1100 | 550 | 7.97 |
| Pmed | | | | **734.50 mm** |

## CARACTERIZACIÓN DE SEQUIAS MEDIANTE SPI

Los resultados de SPI se detallan en el anexo 3 y en el anexo 5 se muestra la evolución a escala gráfica de los SPI y la frecuencia de ocurrencia de sequías suscitadas en cada estación. A continuación se muestran los resultados de intensidades y magnitudes máximas y a la vez la frecuencia de ocurrencia de sequías suscitadas en la cuenca.

Estación climatológica ordinaria Asunción

***SPI 1***

Tabla 9: Intensidades y magnitudes máximas de sequías en la estación.CO Asunción.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Eventos | Inicio  (año) | Final  (año) | Inicio  (mes) | Final  (mes) | D  (mes) | I  (max) | M | Caracterización |
| 47 | 2006 | 2006 | 10 | 10 | 1 | -2.25 | 2.25 | extremadamente seco |
| 46 | 1969 | 1969 | 1 | 2 | 2 | -2.32 | 4.34 | extremadamente seco |
| 33 | 2007 | 2007 | 5 | 7 | 3 | -1.53 | 2.88 | severamente seco |
| 36 | 1990 | 1990 | 7 | 10 | 4 | -2.04 | 2.96 | extremadamente seco |
| 40 | 1982 | 1982 | 1 | 5 | 5 | -2.22 | 6.90 | extremadamente seco |
| 36 | 1988 | 1988 | 5 | 10 | 6 | -2.65 | 5.10 | extremadamente seco |
| 7 | 2016 | 2016 | 5 | 11 | 7 | -1.67 | 5.70 | severamente seco |
| 8 | 1977 | 1978 | 10 | 5 | 8 | -1.58 | 7.92 | severamente seco |
| 9 | 1979 | 1980 | 9 | 5 | 9 | -2.85 | 12.42 | extremadamente seco |
| 22 | 1984 | 1985 | 9 | 7 | 11 | -3.38 | 8.37 | extremadamente seco |

En la tabla 9 se observa las 10 intensidades y magnitudes máximas de las sequías detectadas en la estación de estudio siendo la más intensa en el período 1984 - 1985 con 11 meses de duración. También se aprecia las mayores magnitudes que no necesariamente presenta las duraciones más largas.

Tabla 10: Frecuencia de sequías según su intensidad en la estación.CO Asunción.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Frecuencia de ocurrencia de sequías según su intensidad | | | | |
| SPI1 | -0.99 a 0.99 | -1.0 a -1.49 | -1.5 a-1.99 | -2 y menos |
| Categoría | normal | moderadamente seco | severamente seco | extremadamente seco |
| Eventos | 416 | 46 | 19 | 14 |
| % | 84.0% | 9.3% | 3.8% | 2.8% |

En la tabla 10 se observa las sequías normales con el 84.0% del total de eventos, moderadas con el 9.3%, severas con el 3.8% y el 2.8% de los casos de sequías extremas.

Estación pluviométrica Chilete

***SPI 1***

Tabla 11: Intensidades y magnitudes máximas de sequías en la estación Plu Chilete.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Eventos | Inicio  (año) | Final  (año) | Inicio  (mes) | Final  (mes) | D  (mes) | I  (max) | M | Caracterización |
| 50 | 2013 | 2013 | 4 | 4 | 1 | -1.73 | 1.73 | severamente seco |
| 52 | 1979 | 1979 | 4 | 5 | 2 | -1.54 | 2.15 | severamente seco |
| 48 | 1970 | 1970 | 2 | 4 | 3 | -1.91 | 2.61 | severamente seco |
| 32 | 1981 | 1982 | 12 | 3 | 4 | -2.04 | 3.67 | extremadamente seco |
| 15 | 1996 | 1997 | 9 | 1 | 5 | -1.38 | 2.98 | moderadamente seco |
| 6 | 1984 | 1985 | 11 | 4 | 6 | -2.87 | 7.5 | extremadamente seco |
| 9 | 1979 | 1980 | 9 | 5 | 9 | -1.78 | 8.21 | severamente seco |

En la tabla 11 se observa las 7 intensidades y magnitudes máximas de las sequías detectadas en la estación de estudio siendo la más intensa en el periodo 1984 - 1985 y en el período 1979 - 1980 se presenta la sequía más severa con 9 meses de duración.

Tabla 12: Frecuencia de sequías según su intensidad en la estación. Plu Chilete.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Frecuencia de ocurrencia de sequías según su intensidad | | | | |
| SPI1 | -0.99 a 0.99 | -1.0 a -1.49 | -1.5 a-1.99 | -2 y menos |
| Categoría | normal | moderadamente seco | severamente seco | extremadamente seco |
| Eventos | 450 | 26 | 7 | 2 |
| % | 92.78% | 5.36% | 1.44% | 0.41% |

En la tabla 12 se observa las sequías normales con el 92.78% del total de eventos, moderadas con el 5.36%, severas con el 1.44% y el 0.41% de los casos de sequías extremas.

Estación climatológica ordinaria Contumaza

***SPI 1***

Tabla 13: Intensidades y magnitudes máximas de sequías en la estación.CO Contumaza.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Eventos | Inicio  (año) | Final  (año) | Inicio  (mes) | Final  (mes) | D  (mes) | I  (max) | M | Caracterización |
| 67 | 1986 | 1986 | 2 | 2 | 1 | -2.15 | 2.15 | extremadamente seco |
| 38 | 1975 | 1975 | 11 | 12 | 2 | -1.53 | 2.79 | severamente seco |
| 45 | 1980 | 1980 | 2 | 4 | 3 | -2.03 | 4.46 | extremadamente seco |
| 48 | 2004 | 2004 | 1 | 4 | 4 | -2.14 | 3.07 | extremadamente seco |
| 10 | 1998 | 1999 | 9 | 1 | 5 | -0.71 | 1.85 | normal |
| 6 | 2010 | 2011 | 10 | 3 | 6 | -1.61 | 2.89 | severamente seco |
| 7 | 1989 | 1990 | 11 | 5 | 7 | -1.53 | 5.6 | severamente seco |
| 16 | 1981 | 1982 | 11 | 6 | 8 | -3.19 | 6.25 | extremadamente seco |

En la tabla 13 se observa las 8 intensidades y magnitudes máximas de las sequías detectadas en la estación de estudio. Siendo la de mayor magnitud en el período 1981-1982 con 8 meses de duración.

Tabla 14: Frecuencia de sequías según su intensidad en la estación.CO Contumaza.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Frecuencia de ocurrencia de sequías según su intensidad | | | | |
| SPI1 | -0.99 a 0.99 | -1.0 a -1.49 | -1.5 a-1.99 | -2 y menos |
| Categoría | normal | moderadamente seco | severamente seco | extremadamente seco |
| Evento | 451 | 35 | 10 | 6 |
| % | 89.8% | 7.0% | 2.0% | 1.2% |

En la tabla 14 se observa las sequías normales con el 89.8% del total de eventos, moderadas con el 7.0%, severas con el 2.0% y el 1.2% de los casos de sequías extremas.

Estación climatológica ordinaria Magdalena

***SPI1***

Tabla 15: Intensidades y magnitudes máximas de sequías en la estación.CO Magdalena.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Eventos | Inicio  (año) | Final  (año) | Inicio  (mes) | Final  (mes) | D  (mes) | I  (max) | M | Caracterización |
| 63 | 2007 | 2007 | 2 | 2 | 1 | -1.69 | 1.69 | severamente seco |
| 44 | 1969 | 1969 | 1 | 2 | 2 | -1.59 | 1.88 | severamente seco |
| 33 | 1979 | 1979 | 4 | 6 | 3 | -1.53 | 2.84 | severamente seco |
| 32 | 1981 | 1981 | 3 | 6 | 4 | -3.13 | 3.93 | extremadamente seco |
| 6 | 1987 | 1987 | 1 | 6 | 6 | -2.3 | 5.13 | extremadamente seco |
| 14 | 1990 | 1991 | 9 | 3 | 7 | -1.76 | 7.87 | severamente seco |
| 16 | 1984 | 1985 | 11 | 6 | 8 | -2.25 | 10.43 | extremadamente seco |
| 18 | 1979 | 1980 | 9 | 5 | 9 | -2.13 | 9.14 | extremadamente seco |

En la tabla 15 se observa las 8 intensidades y magnitudes máximas de las sequías detectadas en la estación de estudio. Siendo la de mayor intensidad en el año de 1981 con 4 meses de duración.

Tabla 16: Frecuencia de sequías según su intensidad en la estación.CO Magdalena.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Frecuencia de ocurrencia de sequías según su intensidad | | | | |
| SPI1 | -0.99 a 0.99 | -1.0 a -1.49 | -1.5 a-1.99 | -2 y menos |
| Categoría | normal | moderadamente seco | severamente seco | extremadamente seco |
| Eventos | 387 | 41 | 14 | 6 |
| % | 86.4% | 9.2% | 3.1% | 1.3% |

En la tabla 16 se observa las sequías normales con el 86.4% del total de eventos, moderadas con el 9.2%, severas con el 3.1% y el 1.3% de los casos de sequías extremas.

Estación climatológica ordinaria Granja Porcón

***SPI1***

Tabla 17: Intensidades y magnitudes máximas de sequías en la estación.CO Porcón.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Eventos | Inicio  (año) | Final  (año) | Inicio  (mes) | Final  (mes) | D  (mes) | I  (max) | M | Caracterización |
| 62 | 1980 | 1980 | 9 | 9 | 1 | -1.88 | 1.88 | severamente seco |
| 62 | 1984 | 1984 | 5 | 6 | 2 | -2.31 | 3.18 | extremadamente seco |
| 42 | 1986 | 1986 | 2 | 4 | 3 | -2.89 | 5.61 | extremadamente seco |
| 32 | 1983 | 1984 | 12 | 3 | 4 | -3.08 | 10.77 | extremadamente seco |
| 20 | 1984 | 1985 | 10 | 2 | 5 | -2.1 | 6.45 | extremadamente seco |
| 12 | 2016 | 2016 | 7 | 12 | 6 | -2.36 | 7.84 | extremadamente seco |
| 28 | 1985 | 1985 | 6 | 12 | 7 | -2.74 | 10.21 | extremadamente seco |
| 15 | 1989 | 1990 | 3 | 5 | 15 | -2.12 | 18.66 | extremadamente seco |

En la tabla 17 se observa las 8 intensidades y magnitudes máximas de las sequías detectadas en la estación de estudio. Siendo en el período 1989 - 1990 la de mayor magnitud con 15 meses de duración.

Tabla 18: Frecuencia de sequías según su intensidad en la estación.CO Porcón.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Frecuencia de ocurrencia de sequías según su intensidad | | | | |
| SPI1 | -0.99 a 0.99 | -1.0 a -1.49 | -1.5 a-1.99 | -2 y menos |
| Categoría | normal | moderadamente seco | severamente seco | extremadamente seco |
| Eventos | 403 | 46 | 20 | 16 |
| % | 83.1% | 9.5% | 4.1% | 3.3% |

En la tabla 18 se observa las sequías normales con el 83.1% del total de eventos, moderadas con el 9.5%, severas con el 4.1% y el 3.3% de los casos de sequías extremas.

Estación climatológica ordinaria San Juan

**SPI1**

Tabla 19: Frecuencia de sequías según su intensidad en la estación.CO San Juan.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Frecuencia de ocurrencia de sequías según su intensidad | | | | |
| SPI1 | -0.99 a 0.99 | -1.0 a -1.49 | -1.5 a-1.99 | -2 y menos |
| Categoría | normal | moderadamente seco | severamente seco | extremadamente seco |
| Eventos | 401 | 48 | 24 | 7 |
| % | 83.5% | 10.0% | 5.0% | 1.5% |

En la tabla 19 se observa las sequías normales con el 83.5% del total de eventos, moderadas con el 10.0%, severas con el 5.0% y el 1.5% de los casos de sequías extremas.

Tabla 20: Intensidades y magnitudes máximas de sequías en la estación.CO San Juan.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Eventos | Inicio  (año) | Final  (año) | Inicio  (mes) | Final  (mes) | D  (mes) | I  (max.) | M | Caracterización |
| 66 | 1988 | 1988 | 3 | 3 | 1 | -2.05 | 2.05 | extremadamente seco |
| 62 | 1989 | 1989 | 11 | 12 | 2 | -2.04 | 3.66 | extremadamente seco |
| 42 | 1985 | 1985 | 10 | 12 | 3 | -1.71 | 2.91 | severamente seco |
| 12 | 1979 | 1979 | 4 | 7 | 4 | -1.89 | 3.8 | severamente seco |
| 35 | 1977 | 1978 | 12 | 4 | 5 | -2.38 | 5.13 | extremadamente seco |
| 18 | 2003 | 2004 | 8 | 1 | 6 | -1.64 | 3.04 | severamente seco |
| 14 | 1983 | 1983 | 5 | 11 | 7 | -1.73 | 6.08 | severamente seco |
| 18 | 1982 | 1982 | 1 | 9 | 9 | -2.04 | 6.87 | extremadamente seco |
| 10 | 1979 | 1980 | 10 | 7 | 10 | -1.93 | 11.23 | severamente seco |
| 13 | 1984 | 1985 | 8 | 8 | 13 | -3.15 | 15.44 | extremadamente seco |

En la tabla 20 se observa las 10 intensidades y magnitudes máximas de las sequías detectadas en la estación de estudio. Siendo la intensidad máxima en el período de 1984 - 1985 la sequía más intensa con 13 meses de duración.

Estación climatológica ordinaria San Pablo

***SPI1***

Tabla 21: Frecuencia de sequías según su intensidad en la estación.CO San Pablo.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Frecuencia de ocurrencia de sequías según su intensidad | | | | |
| SPI1 | -0.99 a 0.99 | -1.0 a -1.49 | -1.5 a-1.99 | -2 y menos |
| Categoría | normal | moderadamente seco | severamente seco | extremadamente seco |
| Eventos | 395 | 47 | 22 | 16 |
| % | 82.3% | 9.8% | 4.6% | 3.3% |

En la tabla 21 se observa las sequías normales con el 82.3% del total de eventos, moderadas con el 9.8%, severas con el 4.6% y el 3.3% de los casos de sequías extremas.

Tabla 22: Intensidades y magnitudes máximas de sequías en la estación.CO San Pablo.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Eventos | Inicio  (año) | Final  (año) | Inicio  (mes) | Final  (mes) | D  (mes) | I  (max.) | M | Caracterización |
| 59 | 1973 | 1973 | 5 | 5 | 1 | -2.86 | 2.86 | extremadamente seco |
| 68 | 1976 | 1976 | 3 | 4 | 2 | -2.74 | 4.01 | extremadamente seco |
| 45 | 1970 | 1970 | 6 | 8 | 3 | -2.54 | 4.36 | extremadamente seco |
| 20 | 2002 | 2002 | 1 | 4 | 4 | -1.64 | 4.7 | severamente seco |
| 30 | 1987 | 1988 | 12 | 4 | 5 | -1.72 | 4.92 | severamente seco |
| 24 | 1989 | 1990 | 10 | 3 | 6 | -1.98 | 6.06 | severamente seco |
| 7 | 1989 | 1989 | 1 | 7 | 7 | -1.4 | 4.51 | moderadamente seco |
| 8 | 1991 | 1992 | 11 | 6 | 8 | -2.15 | 6.06 | extremadamente seco |
| 9 | 1995 | 1995 | 4 | 12 | 9 | -1.85 | 6.64 | severamente seco |
| 11 | 1980 | 1980 | 1 | 11 | 11 | -3.14 | 16.51 | extremadamente seco |

En la tabla 22 se observa las 10 intensidades y magnitudes máximas de las sequías detectadas en la estación de estudio. Siendo la de mayor magnitud en el año de 1980 con 11 meses de duración.

Estación meteorológica agrícola principal Augusto Weberbauer

**SPI1**

Tabla 23: Intensidades y magnitudes máximas de sequías en la estación. A Weberbauer.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Eventos | Inicio  (año) | Final  (año) | Inicio  (mes) | Final  (mes) | D  (mes) | I  (max.) | M | Caracterización |
| 56 | 1975 | 1975 | 12 | 12 | 1 | -4.01 | 4.01 | extremadamente seco |
| 46 | 1989 | 1989 | 11 | 12 | 2 | -3.25 | 3.63 | extremadamente seco |
| 63 | 1980 | 1980 | 7 | 9 | 3 | -2.3 | 2.79 | extremadamente seco |
| 40 | 1978 | 1978 | 1 | 4 | 4 | -2.32 | 6.4 | extremadamente seco |
| 20 | 2004 | 2004 | 1 | 5 | 5 | -2.29 | 6.47 | extremadamente seco |
| 6 | 2013 | 2014 | 11 | 4 | 6 | -1.92 | 5.97 | severamente seco |
| 7 | 1978 | 1978 | 6 | 12 | 7 | -1.32 | 3.12 | moderadamente seco |
| 16 | 1979 | 1980 | 10 | 5 | 8 | -1.72 | 9.26 | severamente seco |
| 9 | 2012 | 2013 | 6 | 2 | 9 | -2.23 | 8.99 | extremadamente seco |
| 14 | 2010 | 2011 | 5 | 6 | 14 | -2.3 | 14.88 | extremadamente seco |

En la tabla 23 se observa las 10 intensidades y magnitudes máximas de las sequías detectadas en la estación de estudio. Siendo la de mayor magnitud en el período 2010-2011con 14 meses de duración.

Tabla 24: Frecuencia de sequías según su intensidad en la estación .A Weberbauer.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Frecuencia de ocurrencia de sequías según su intensidad | | | | |
| SPI1 | -0.99 a 0.99 | -1.0 a -1.49 | -1.5 a-1.99 | -2 y menos |
| Categoría | normal | moderadamente seco | severamente seco | extremadamente seco |
| Eventos | 386 | 64 | 15 | 16 |
| % | 80.2% | 13.3% | 3.1% | 3.3% |

En la tabla 24 se observa las sequías normales con el 80.2% del total de eventos, moderadas con el 13.3%, severas con el 3.1% y el 3.3% de los casos de las sequías extremas.

## CARACTERIZACIÓN DE SEQUÍAS MEDIANTE EL SPEI

Los resultados de SPEI se detallan en el anexo 4 y en el anexo 5 se muestra la evolución a escala gráfica de todos los SPEI y la frecuencia de ocurrencia de sequías suscitadas en la cuenca. A continuación se muestran los resultados de intensidades y magnitudes máximas, y a la vez la frecuencia de ocurrencia de sequías.

Estación climatológica ordinaria Asunción

**SPEI1**

Tabla 25: Intensidades y magnitudes máximas de sequías en la estación.CO Asunción.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Eventos | Inicio (año) | Final (año) | Inicio (mes) | Final (mes) | D (mes) | I (max) | M | Caracterización |
| 16 | 2013 | 2013 | 11.0 | 11 | 1.0 | -1.5 | 1.5 | moderadamente seco |
| 12 | 1989 | 1989 | 11.0 | 12 | 2.0 | -1.6 | 2.7 | severamente seco |
| 6 | 1970 | 1970 | 7.0 | 9 | 3.0 | -0.7 | 0.9 | normal |
| 20 | 2009 | 2009 | 6.0 | 9 | 4.0 | -2.0 | 4.5 | severamente seco |
| 45 | 1989 | 1989 | 5.0 | 9 | 5.0 | -1.6 | 5.5 | severamente seco |
| 60 | 1994 | 1994 | 5.0 | 10 | 6.0 | -2.1 | 7.7 | extremadamente seco |
| 63 | 1990 | 1990 | 4.0 | 10 | 7.0 | -2.3 | 7.1 | extremadamente seco |
| 48 | 1992 | 1992 | 5.0 | 12 | 8.0 | -1.4 | 5.7 | moderadamente seco |
| 27 | 1985 | 1985 | 3.0 | 11 | 9.0 | -1.5 | 8.9 | severamente seco |
| 18 | 1979 | 1980 | 4.0 | 2 | 11.0 | -1.1 | 7.7 | moderadamente seco |

En la tabla 25 se observa las 10 intensidades y magnitudes máximas de las sequías detectadas en la estación de estudio. Siendo la mayor magnitud en el año de 1985 con 9 meses de duración.

Tabla 26: Frecuencia de sequías según su intensidad en la estación.CO Asunción.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Frecuencia de ocurrencia de sequías según su intensidad | | | | |
| SPEI 1 | -0.99 a 0.99 | -1.0 a -1.49 | -1.5 a-1.99 | -2 y menos |
| Eventos | 375 | 68 | 15 | 2 |
| Categoría | normal | moderadamente seco | severamente seco | extremadamente seco |
| % | 81.5% | 14.8% | 3.3% | 0.4% |

En la tabla 26 se observa las sequías normales con el 81.5% del total de eventos, moderadas con el 14.8%, severas con el 3.3% y el 0.4% de los casos de sequías extremas.

Estación climatológica ordinaria Contumaza

***SPEI 1***

Tabla 27: Intensidades y magnitudes máximas de sequías en la estación.CO Contumaza.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Evento | Inicio (año) | Final (año) | Inicio (mes) | Final (mes) | D (mes) | I (max) | M | Caracterización |
| 17 | 2013 | 2013 | 11 | 11 | 1 | -1.1 | 1.06 | moderadamente seco |
| 16 | 1975 | 1975 | 11 | 12 | 2 | -1.5 | 2.73 | moderadamente seco |
| 15 | 1979 | 1979 | 10 | 12 | 3 | -1.8 | 3.62 | severamente seco |
| 28 | 1974 | 1974 | 5 | 8 | 4 | -1.3 | 3.45 | moderadamente seco |
| 55 | 2015 | 2015 | 6 | 10 | 5 | -1.4 | 5.06 | moderadamente seco |
| 55 | 1986 | 1986 | 6 | 11 | 6 | -3.2 | 7.68 | extremadamente seco |
| 56 | 1980 | 1980 | 3 | 9 | 7 | -1.4 | 4.68 | moderadamente seco |
| 48 | 1992 | 1992 | 5 | 12 | 8 | -2.6 | 9.76 | extremadamente seco |
| 27 | 1987 | 1987 | 4 | 12 | 9 | -2.6 | 10.8 | extremadamente seco |
| 10 | 1990 | 1991 | 4 | 1 | 10 | -1.6 | 8.16 | severamente seco |

En la tabla 27 se observa las 10 intensidades y magnitudes máximas de las sequías detectadas en la estación de estudio. Siendo la de mayor magnitud en el año 1987 con 9 meses de duración.

Tabla 28: Frecuencia de sequías según su intensidad en la estación.CO Contumaza.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Frecuencia de ocurrencia de sequías según su intensidad | | | | |
| SPEI 1 | -0.99 a 0.99 | -1.0 a -1.49 | -1.5 a-1.99 | -2 y menos |
| Categoría | normal | moderadamente seco | severamente seco | extremadamente seco |
| Eventos | 386 | 69 | 11 | 5 |
| % | 82% | 15% | 2.3% | 1.1% |

En la tabla 28 se observa las sequías normales con el 82% del total de eventos, moderadas con el 15%, severas con el 2.3% y el 1.1% de los casos de sequías extremas.

Estación climatológica ordinaria Magdalena

***SPEI.1***

Tabla 29: Frecuencia de sequías según su intensidad en la estación.CO Magdalena.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Frecuencia de ocurrencia de sequías según su intensidad | | | | |
| SPEI 1 | -0.99 a 0.99 | -1.0 a -1.49 | -1.5 a-1.99 | -2 y menos |
| Categoría | normal | moderadamente seco | severamente seco | extremadamente seco |
| Eventos | 377 | 61 | 22 | 12 |
| % | 79.9% | 17.3% | 4.7% | 2.5% |

En la tabla 29 se observa las sequías normales con el 79.9% del total de eventos, moderadas con el 17.3%, severas con el 4.7% y el 2.5% de los casos de sequías extremas.

Tabla 30: Intensidades y magnitudes máximas de sequías en la estación.CO Magdalena.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Eventos | Inicio (año) | Final (año) | Inicio (mes) | Final (mes) | D (mes) | I (max) | M | Caracterización |
| 31 | 2008 | 2008 | 12 | 12 | 1 | -2.61 | 2.61 | extremadamente seco |
| 12 | 1999 | 1999 | 10 | 11 | 2 | -1.79 | 2.22 | severamente seco |
| 21 | 1984 | 1985 | 11 | 1 | 3 | -1.72 | 4.25 | severamente seco |
| 16 | 1969 | 1969 | 7 | 10 | 4 | -1.06 | 2.48 | moderadamente seco |
| 70 | 2003 | 2003 | 7 | 11 | 5 | -2.11 | 4.83 | extremadamente seco |
| 36 | 1992 | 1992 | 7 | 12 | 6 | -1.82 | 6.12 | severamente seco |
| 28 | 1994 | 1994 | 5 | 11 | 7 | -4.15 | 8.98 | extremadamente seco |
| 40 | 2016 | 2016 | 5 | 12 | 8 | -2.27 | 7.44 | extremadamente seco |
| 27 | 1996 | 1997 | 5 | 1 | 9 | -4.01 | 12.4 | extremadamente seco |
| 10 | 1987 | 1987 | 3 | 12 | 10 | -2.05 | 9.48 | extremadamente seco |
| 11 | 1979 | 1980 | 4 | 2 | 11 | -2.13 | 9.00 | extremadamente seco |

En la tabla 30 se observa las 11 intensidades y magnitudes máximas de las sequías detectadas en la estación de estudio. Siendo la mayor intensidad en período 1979-1980 con 11 meses de duración.

Estación climatológica ordinaria Granja Porcón

***SPEI 1***

Tabla 31: Intensidades y magnitudes máximas de sequías en la estación.CO Porcón.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Eventos | Inicio (año) | Final (año) | Inicio (mes) | Final (mes) | D (mes) | I (max) | M | Caracterización |
| 32 | 1984 | 1984 | 10 | 10 | 1 | -1.4 | 1.4 | moderadamente seco |
| 12 | 2000 | 2000 | 10 | 11 | 2 | -1.5 | 2.3 | moderadamente seco |
| 21 | 1999 | 1999 | 6 | 8 | 3 | -1.5 | 3.0 | severamente seco |
| 56 | 1983 | 1984 | 12 | 3 | 4 | -1.6 | 5.1 | severamente seco |
| 70 | 2015 | 2015 | 6 | 10 | 5 | -1.8 | 6.5 | severamente seco |
| 42 | 2005 | 2005 | 4 | 9 | 6 | -1.5 | 4.4 | moderadamente seco |
| 21 | 1985 | 1985 | 6 | 12 | 7 | -1.7 | 9.8 | severamente seco |
| 8 | 2014 | 2014 | 4 | 11 | 8 | -1.4 | 5.3 | moderadamente seco |
| 10 | 2003 | 2004 | 4 | 1 | 10 | -1.3 | 5.2 | moderadamente seco |
| 13 | 1989 | 1990 | 3 | 3 | 13 | -1.9 | 11.8 | severamente seco |

En la tabla 31 se observa las 10 intensidades y magnitudes máximas de las sequías detectadas en la estación de estudio. Siendo la mayor magnitud en el período 1989-1990 con 13 meses de duración.

Tabla 32: Frecuencia de sequías según su intensidad en la estación.CO Porcón.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Frecuencia de ocurrencia de sequías según su intensidad | | | | |
| SPEI 1 | -0.99 a 0.99 | -1.0 a -1.49 | -1.5 a-1.99 | -2 y menos |
| Categoría | normal | moderadamente seco | severamente seco | extremadamente seco |
| Eventos | 337 | 108 | 15 | No |
| % | 73.3% | 23.5% | 3.3% | No |

En la tabla 32 se observa las sequías normales con el 73.3% del total de eventos, moderadas con el 23.5% y el 3.3% de los casos de sequías severas, no se registraron extremas.

Estación climatológica ordinaria San Juan

***SPEI 1***

Tabla 33: Frecuencia de sequías según su intensidad en la estación.CO San Juan.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Frecuencia de ocurrencia de sequías según su intensidad | | | | |
| SPEI 1 | -0.99 a 0.99 | -1.0 a -1.49 | -1.5 a-1.99 | -2 y menos |
| Categoría | normal | moderadamente seco | severamente seco | extremadamente seco |
| Eventos | 371 | 86 | 13 | 2 |
| % | 78.6% | 18.2% | 2.8% | 0.4% |

En la tabla 33 se observa las sequías normales con el 78.6% del total de eventos, moderadas con el 18.2%, severas con el 2.8% y el 0.4% de los casos de sequías extremas.

Tabla 34: Intensidades y magnitudes máximas de sequías en la estación.CO San Juan.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Eventos | Inicio (año) | Final (año) | Inicio (mes) | Final (mes) | D (mes) | I (max) | M | Caracterización |
| 20 | 2013 | 2013 | 11 | 11 | 1 | -1.31 | 1.31 | moderadamente seco |
| 16 | 1989 | 1989 | 11 | 12 | 2 | -1.7 | 2.99 | severamente seco |
| 16 | 2012 | 2012 | 6 | 9 | 4 | -2.17 | 6.08 | extremadamente seco |
| 90 | 2015 | 2015 | 6 | 10 | 5 | -1.57 | 6.49 | severamente seco |
| 54 | 1976 | 1976 | 6 | 11 | 6 | -1.38 | 5.71 | moderadamente seco |
| 77 | 2016 | 2016 | 5 | 12 | 7 | -1.75 | 9.09 | severamente seco |
| 9 | 1985 | 1985 | 3 | 11 | 9 | -1.74 | 9.19 | severamente seco |
| 11 | 1979 | 1980 | 4 | 2 | 11 | -1.7 | 8.62 | severamente seco |

En la tabla 34 se observan las 8 intensidades y magnitudes máximas de las sequías detectadas en la estación de estudio. Siendo la mayor magnitud en el año de 1985 con 9 meses de duración.

Estación climatológica ordinaria San Pablo

***SPEI 1***

Tabla 35: Intensidades y magnitudes máximas de sequías en la estación.CO San Pablo.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Eventos | Inicio (año) | Final (año) | Inicio (mes) | Final (mes) | D (mes) | I (max) | M | Caracterización |
| 52 | 1972 | 1972 | 12 | 12 | 1 | -2.25 | 2.25 | extremadamente seco |
| 48 | 1991 | 1991 | 1 | 2 | 2 | -2.03 | 2.25 | extremadamente seco |
| 20 | 2012 | 2012 | 7 | 9 | 3 | -2.28 | 5.49 | extremadamente seco |
| 44 | 2015 | 2015 | 5 | 8 | 4 | -1.78 | 3.99 | severamente seco |
| 25 | 1989 | 1990 | 10 | 2 | 5 | -2.17 | 6.24 | extremadamente seco |
| 12 | 1974 | 1975 | 8 | 1 | 6 | -1.32 | 5.09 | moderadamente seco |
| 9 | 1995 | 1995 | 4 | 12 | 9 | -1.67 | 6.71 | severamente seco |
| 20 | 1987 | 1988 | 12 | 9 | 10 | -1.86 | 8.19 | severamente seco |
| 11 | 1980 | 1980 | 1 | 11 | 11 | -2.16 | 13.63 | extremadamente seco |

En la tabla 35 se observa las 9 intensidades y magnitudes máximas de las sequías detectadas en la estación de estudio. Siendo la sequía más extrema en el año de 1980 con 11 meses de duración.

Tabla 36: Frecuencia de sequías según su intensidad en la estación.CO San Pablo.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Frecuencia de ocurrencia de sequías según su intensidad | | | | |
| SPEI 1 | -0.99 a 0.99 | -1.0 a -1.49 | -1.5 a-1.99 | -2 y menos |
| Eventos | 358 | 81 | 29 | 5 |
| Categoría | normal | moderadamente seco | severamente seco | extremadamente seco |
| % | 75.7% | 15.6% | 6.1% | 1.1% |

En la tabla 36 se observa las sequías normales con el 75.7% del total de eventos, moderadas con el 15.6%, severas con el 6.1% y el 1.1% de los casos de sequías extremas.

Estación meteorológica agrícola principal Augusto Weberbauer.

**SPEI 1**

Tabla 37: Frecuencia de sequías según su intensidad en la estación. A Weberbauer.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Frecuencia de ocurrencia de sequías según su intensidad | | | | |
| SPEI 1 | -0.99 a 0.99 | -1.0 a -1.49 | -1.5 a-1.99 | -2 y menos |
| Categoría | normal | moderadamente seco | severamente seco | extremadamente seco |
| Eventos | 357 | 81 | 21 | 2 |
| % | 77.4% | 17.6% | 4.6% | 0.4% |

En la tabla 37 se observa las sequías normales con el 77.4% del total de eventos, moderadas con el 17.6%, severas con el 4.6% y el 0.4% de los casos de sequías extremas.

Tabla 38: Intensidades y magnitudes máximas de sequías en la estación. A Weberbauer.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Eventos | Inicio (año) | Final (año) | Inicio (mes) | Final (mes) | D (mes) | I (max) | M | Caracterización |
| 29 | 1975 | 1975 | 12 | 12 | 1 | -2.3 | 2.3 | extremadamente seco |
| 20 | 1989 | 1989 | 11 | 12 | 2 | -3.1 | 3.7 | extremadamente seco |
| 6 | 2000 | 2000 | 6 | 8 | 3 | -1.0 | 2.2 | moderadamente seco |
| 44 | 2013 | 2013 | 6 | 9 | 4 | -1.7 | 4.1 | severamente seco |
| 95 | 1983 | 1983 | 5 | 9 | 5 | -1.7 | 4.7 | severamente seco |
| 60 | 1986 | 1986 | 5 | 10 | 6 | -1.9 | 6.4 | severamente seco |
| 28 | 2010 | 2010 | 5 | 11 | 7 | -1.7 | 7.8 | severamente seco |
| 10 | 1979 | 1980 | 5 | 2 | 9 | -1.5 | 7.6 | severamente seco |

En la tabla 38 se observa las 8 intensidades y magnitudes máximas de sequías ocurridas en la estación de estudio. Siendo la sequía más severa en el año 2010 con 7 meses de duración.

## EVENTOS HISTÓRICOS REGISTRADOS EN LA CUENCA

La mayor cantidad de eventos reportados corresponden a los ocurridos entre 2000 y 2010 se reportaron a nivel nacional 163 eventos de sequías, siendo mayor en la vertiente del Pacífico (con 127 eventos), seguidos por la vertiente del Titicaca (25 eventos) y la vertiente del Atlántico (11 eventos). El reporte detalla que, en el 2011 varios eventos de sequía afectaron a los departamentos de Arequipa, **Cajamarca**, Lambayeque, Piura, La Libertad, Lima, Moquegua, Tacna, Amazonas, Huánuco, San Martín, Junín y Puno. En la costa (vertiente del Pacífico), los efectos de la sequía se manifiestan por la reducción del área sembrada con respecto al área agrícola total disponible (SENAMHI, 2015).

A continuación, se muestran los eventos históricos producidos en la cuenca:

Tabla 39: Eventos de sequía registrados en la cuenca Alto Jequetepeque.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Fecha | Sitio | Efectos observados | Causa |
| Ene.72 | Cajamarca | Sequía prolongada de 50 día, serios daños a la agricultura. | Ausencia de  lluvias |
| Nov.72 | Valle  Jequetepeque | Declarado en emergencia, bajó caudal del río Jequetepeque descargas los 2 últimos días han sido 909 y 998 lt/seg. | Ausencia de  lluvias |
| Dic.77 | Valle  Jequetepeque | sequías prolongadas de 103 días | Ausencia de  lluvias |
| Abr.78 | Valle  Jequetepeque | Sequia total en zonas de Jequetepeque | Ausencia de  lluvias |
| Ene. 80 | Valle  Jequetepeque. | Prolongada sequía afecta la zona por 3er vez. Afecto 18 500 Has. A la producción de arroz. | Ausencia de  lluvias |
| Mar.85 | Valle  Jequetepeque | La prolongada sequía de 65 días ha sido desastrosa sólo se sembraron 8000 has de 27000 has que se sembraron en campaña, perdida de 120 millones de soles. | Escaso caudal del río |
| Ene.90 | Cajamarca | Fue la sequía más aguda en 20 años. Provocó hambrunas en la Población por las grandes pérdidas agrícolas. | Ausencia de  lluvias |
| Ene.90 | Alto Jequetepeque, Alto Chicama y Contumaza | Sequía más aguda últimos 20 años: afectó 13 Dptos., 70, Prov., 2 158 468 hab. | Ausencia de  lluvias |

Fuente: Inventario histórico de desastres de Perú 1970-2016.

Según la tabla 39 se observa los máximos episodios de sequias que han ocurrido en la cuenca Alto Jequetepeque, que ha consecuencia de ello han traído grandes pérdidas económicas en el sector agrario.

Del comunicado oficial N° 10 – 2012 por el Comité encargado del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN), se obtiene la lista de eventos del Niño y la Niña en la costa peruana durante el período 1965-2012.

Tabla 40: Cronología del ENOS y LNOS de magnitudes fuertes y extraordinarias.

|  |  |
| --- | --- |
| Año inicial | Efecto |
| 1967 | Fuerte(exceso) |
| 1970 | Fuerte(déficit) |
| 1972 | Fuerte(exceso) |
| 1975 | Fuerte(déficit) |
| 1982 | Extraordinario(déficit) |
| 1988 | Fuerte(déficit) |
| 1997 | Extraordinario(exceso) |
| 2007 | Fuerte(exceso) |

Fuente: ENFEN, 2012.

Según la tabla 40 se puede observar los años de máximos eventos extremos sucedidos en la en la vertiente del océano pacifico por ende en la cuenca Alto Jequetepeque.

## TENDENCIA DE SEQUÍAS EN LA CUENCA ALTO JEQUETEPEQUE

Según los resultados, las sequías han venido suscitándose más de una vez en cada estación de estudio es decir en toda la cuenca Alto Jequetepeque, siendo estas de normales a extremas con duraciones de 1 hasta 15 meses consecutivos. El período de retorno de las sequías en la cuenca está a tiempos muy cortos por lo que las probabilidades de que ocurra este fenómeno son altas en los próximos años.

En los años venideros se presentaran las sequías con más frecuencia por los efectos del cambio climático que cada vez repercute en las variables climáticas y meteorológicas, esto hará que su intensidad, magnitud y frecuencia de ocurrencia de las sequías sean más prolongadas provocando fuertes impactos en la agricultura y ganadería. En las tablas 41y 42 se detalla los períodos de retorno en el análisis de ambos métodos.

***SPI***

Tabla 41: Período de retorno con nivel de significancia de R=5% en el análisis de SPI, de varios meses consecutivos sin precipitación.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Asunción | extrema | | | | | | | severa | | |
| Evento (meses) | 1 | 2 | 4 | 5 | 6 | 9 | 11 | 3 | 7 | 8 |
| Tr | 2.2 | 3.8 | 7.0 | 8.6 | 10.3 | 15.1 | 18.4 | 5.4 | 11.9 | 13.5 |
| Chilete | extrema | | | severa | | | | | | moderada |
| Evento (meses) | 4 | 6 | | 1 | 2 | 3 | | 9 | | 5 |
| Tr | 7.0 | 10.3 | | 2.2 | 3.8 | 5.4 | | 15.1 | | 8.6 |
| Contumaza | extrema | | | | severa | | | | normal | |
| Evento (meses) | 1 | 3 | 4 | 8 | 2 | 6 | 7 | | 5 | |
| Tr | 2.2 | 5.4 | 7.0 | 13.5 | 3.8 | 10.3 | 11.9 | | 8.6 | |
| Magdalena | extrema | | | | | | severa | | | |
| Evento (meses) | 4 | 6 | 8 | | 9 | | 1 | 2 | 3 | 7 |
| Tr | 7.0 | 10.3 | 13.5 | | 15.1 | | 2.2 | 3.8 | 5.4 | 11.9 |
| Granja Porcón | extrema | | | | | | | | | severa |
| Evento (meses) | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | 15 | | 1 |
| Tr | 3.8 | 5.4 | 7.0 | 8.6 | 10.3 | 11.9 | | 24.9 | | 2.2 |
| San Juan | extrema | | | | | severa | | | | |
| Evento (meses) | 1 | 2 | 5 | 9 | 13 | 3 | 4 | 6 | 7 | 10 |
| Tr | 2.2 | 3.8 | 8.6 | 15.1 | 21.6 | 5.4 | 7.0 | 10.3 | 11.9 | 16.8 |
| San Pablo | extrema | | | | | severa | | | | moderada |
| Evento (meses) | 1 | 2 | 3 | 8 | 11 | 4 | 5 | 6 | 9 | 7 |
| Tr | 2.2 | 3.8 | 5.4 | 13.5 | 18.4 | 7.0 | 8.6 | 10.3 | 15.1 | 11.9 |
| Weberbauer | extrema | | | | | | | severa | | moderada |
| Evento (meses) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 9 | 14 | 6 | 8 | 7 |
| Tr | 2.2 | 3.8 | 5.4 | 7.0 | 8.6 | 15.1 | 23.2 | 10.3 | 13.5 | 11.9 |

En la tabla 41 se presenta los períodos de retorno para diferentes meses consecutivos sin precipitación en la cuenca, donde las sequías extremas, severas y moderadas son las más frecuentes a presentante en los próximos años.

El análisis de sequías mediante el índice estandarizado de precipitación es netamente meteorológico por el hecho de utilizar solo la variable de precipitación, por lo que las sequías a presentarse en los próximos años serán causadas por precipitaciones menos frecuentes y de menor intensidad.

***SPEI***

Tabla 42: Período de retorno con nivel de significancia de R=5% en el análisis de SPEI, de varios meses consecutivos sin precipitación.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Asunción | extrema | | severa | | | | moderada | | | normal | |
| Eventos (meses) | 6 | 7 | 2 | 4 | 5 | 9 | 1 | 8 | 11 | 3 | |
| Tr | 10.3 | 11.9 | 3.8 | 7.0 | 8.6 | 15.1 | 2.2 | 13.5 | 18.4 | 5.4 | |
| Contumaza | extrema | | | severa | moderada | | | | | | |
| Eventos (meses) | 6 | 8 | 9 | 3 | 1 | 2 | 4 | | 5 | | 7 |
| Tr | 10.3 | 13.5 | 15.1 | 5.4 | 2.2 | 3.8 | 7.0 | | 8.6 | | 11.9 |
| Magdalena | extrema | | | | | | | moderada | severa | | |
| Eventos (meses) | 1 | 5 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 4 | 2 | 3 | 6 |
| Tr | 2.2 | 8.6 | 11.9 | 13.5 | 15.1 | 16.8 | 18.4 | 7.0 | 3.8 | 5.4 | 10.3 |
| Granja Porcón | severa | | | | | moderada | | | | | |
| Eventos (meses) | 3 | 4 | 5 | 7 | 13 | 1 | 2 | 6 | 8 | 10 | |
| Tr | 5.4 | 7.0 | 8.6 | 11.9 | 21.6 | 2.2 | 3.8 | 10.3 | 13.5 | 16.8 | |
| San Juan | extrema | severa | | | | | | | | moderada | |
| Eventos (meses) | 4 | 2 | 5 | 7 | | 9 | | 11 | | 1 | 6 |
| Tr | 7.0 | 3.8 | 8.6 | 11.9 | | 15.1 | | 18.4 | | 2.2 | 10.3 |
| San Pablo | extrema | | | | | severa | | | | moderada | |
| Eventos (meses) | 1 | 2 | 3 | 5 | 11 | 4 | 9 | 10 | | 6 | |
| Tr | 2.2 | 3.8 | 5.4 | 8.6 | 18.4 | 7.0 | 15.1 | 16.8 | | 10.3 | |
| Weberbauer | extrema | | severa | | | | | | | moderada | |
| Eventos (meses) | 1 | 2 | 4 | 5 | 6 | 7 | | 9 | | 3 | |
| Tr | 2.2 | 3.8 | 7.0 | 8.6 | 10.3 | 11.9 | | 15.1 | | 5.4 | |

En la tabla 42 se presenta los períodos de retorno para diferentes meses consecutivos sin precipitación en la cuenca, donde las sequías extremas, severas, moderada son las más frecuentes a presentante en los años venideros.

El Índice estandarizado de precipitación y evapotranspiración utiliza la precipitación y la temperatura por lo que hace un balance hídrico simple, aportando mejores resultados en el análisis de las sequías. En consecuencia, la cuenca Alto Jequetepeque en los próximos años estará siendo vulnerable a sequías meteorológicas como ha venido siendo desde décadas atrás teniendo como consecuencia daños en la agricultura y ganadería. Como se observa en las tablas 41 y 42, los períodos de retorno en ambos índices son muy próximos y estos vendrán acompañados con los efectos del cambio climático haciendo que las áreas destinadas al sector agrario sean más vulnerables a este fenómeno.

## SOLUCIONES FRENTE A LAS SEQUÍAS

Esencialmente corresponde a desarrollos de derivación de caudales desde los ríos, para poder atender al riego suplementario y a la prevención de heladas (técnica esta última que aplicaron las viejas culturas indias locales y sobre todo en el Cuzco). Es inevitable contar con reservorios de regulación de descargas plurianuales, en los grandes proyectos, y para regu1ación estacional en los de menor envergadura. Son proyectos de relativamente elevado costo y de beneficio/costo (juzgado desde el punto de vista, estrictamente, económico) más bien pesimista. Consideraciones de orden social y de desarrollo múltiple (energía, industria, etc.) concretarían proyecciones económicas muy halagadoras. Son desarrollos de largo alcance, de ejecución lenta y por etapas y que, por lo mismo, exigen cuidadosa elaboración y persistente voluntad de acción a lo largo de muchos años (CHEREQUE, W. 1991).

Frente a esto hay una serie de actuaciones que se pueden realizar, a continuación, deslindamos en dos partes:

#### Evaluación de recursos hídricos en la cuenca

Primero se debe de realizar una evaluación de los recursos hídricos a nivel de la cuenca, de esa forma determinaremos la oferta y la demanda de dicho recurso, si la oferta resulta menor que la demanda requerida estaríamos en un escenario conflictivo en donde las medidas a tomar tienen que ser inmediatas. Entre ellas se incluye la construcción de presas, proyectar el trasporte de agua mediante trasvases de una cuenca con excedentes de este recurso o desde un almacenamiento en cantidades conocidas al área seca y cosechas de agua de lluvia mediante la construcción de reservorios en lugares estratégicos dentro de la cuenca.

#### Optimización de la oferta.

Por otro lado se tiene que optimizar el recurso hídrico que nos ofrece la cuenca (oferta), es decir aprovechar racionalmente el agua como es planteando sistemas de riego tecnificado principalmente en el sector agrícola tal como el riego por: Goteo, aspersión, micro-aspersión y por tuberías emisoras. Se trata de un conjunto de medidas a tomar para tener un uso sostenible del recurso hídrico a nivel de cuenca.

# CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



## CONCLUSIONES

* Se delimitó y se calculó los principales parámetros de la cuenca Alto Jequetepeque, obteniendo un área de 1319.63 km2 y los parámetros de forma indican una cuenca oblonga a rectangular oblonga.
* La aplicación del análisis de consistencia en los registros de las series climáticas y meteorológicas resulta adecuado para obtener información confiable y representativa en los índices de SPI y SPEI.
* Los resultados según el índice estandarizado de precipitación, arrojan sequías de leves a extremas en todas las estaciones, teniendo mayor impacto este fenómeno en el período de 1975 a 1985; la mayor sequía que se suscitó fue de 13 meses y 15.44 de déficit de agua en la estación de San Juan en los años 1984-1985, en una área de influencia de 178.99 Km2, definitivamente hubo pérdidas en la agricultura y en la ganadería ya que esta zona es netamente agraria como es el caso de la hacienda de Huacraruco.
* De los análisis mediante el índice estandarizado de precipitación y evapotranspiración, se comprobó que las sequías con mayor intensidad fueron extremas, severas y moderadas en la década de los 80 y 90, suscitándose la sequía más extrema en la estación de Magdalena con 9 meses de duración y 12.4 de déficit de agua en los años de 1996-1997, en un área de influencia de 420.02 Km2. Definitivamente hubo pérdidas en la producción de arroz, mango, maíz amarillo, vid; y cosechas de año como es el trigo, cebada, entre otros.
* La frecuencia de ocurrencia de las sequías meteorológicas, evaluadas por ambos índices los tenemos en promedio de 81.8% de sequías normales, 13.31% de moderadas, 3.63% de severas y 1.56% de extremas.
* Otro importante indicador de sequías en la zona son los resultados del análisis de las escalas de SPI 9 y SPEI 9 donde obtuvimos valores por debajo de -1.5, lo que indica que la sequedad está repercutiendo significativamente en la agricultura.
* La cuenca Alto Jequetepeque en los próximos años será vulnerable a sequías meteorológicas, como ha venido suscitándose desde décadas atrás, repercutiendo en los sistemas hídricos de la cuenca. Los períodos de retorno en ambos índices son muy próximos y estos vendrán acompañados con los efectos del cambio climático haciendo que las sequías sean aún más dañinas para la sociedad.
* Por otro lado, las sequías registradas en la cuenca Alto Jequetepeque en la bibliografía consultada coinciden con los períodos secos que han resultado del cálculo del índice estandarizado de precipitación y evapotranspiración.

## RECOMENDACIONES

* La necesidad de disponer de un conjunto de datos completos en series históricas puede limitar el uso de los índices SPI y SPEI. Es por ello que, para explicar mejor los impactos de sequías, se recomienda trabajar con datos históricos de 30 años como mínimo.
* Se recomienda realizar estudios más exhaustivos acerca de los eventos extremos en la cuenca Alto Jequetepeque.
* Se recomienda, para en investigaciones futuras, utilizar el índice estandarizado de precipitación y evapotranspiración, por su flexibilidad de cálculo y por arrojar valiosos resultados que es un insumo importante para el monitoreo de sequías.
* Se recomienda, asimismo, promover proyectos de producción en el sector agrario y ganadero que ayuden a garantizar la seguridad alimentaria y mejorar la economía doméstica de la población.

# CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abramowitz M, Stegun IA (eds). 1965. Handbook of Mathematical

Abramowitz M, Stegun IA (eds). 1965. Handbook of Mathematical

BIBLIOGRAFÍA

ABROMOWITZ, M. y STGUN, I. (1965).*Handbook of Mathematical formulas.Graphs.and Mathematical Tables*. Dover Publications*.* 1ªed. Editorial McGraw-Hill. New York, pp.1046.

ALIAGA ARAUJO, S. (1985). *Hidrología estadista*.1ªed.Editorial Horizonte Latinoamericana, Lima-Perú, pp.185-187.

ALLEN, G, PEREIRA, L, RAES, D y SMITH, M. (2006).*Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. 2ªed.Editorial. Roma, Italia. FAO, p. 298.

APARICIO MIJARES, F.J. (1989). *Fundamentos de hidrología de superficie*, 1ªed. Editorial Limusa S.A. México, pp.19-17.

CHEREQUE MORÁN, W. (1991).*Hidrología para estudiantes de ingeniería civil*, 2ªed. Editorial. CONCYTEC, Lima- Perú, p.4.

COLOTTI, E, CEDEÑO, M. y MONTAÑEZ, C. (2013). *La sequía meteorológica y la variación de la superficie agrícola en la Isla de Margarita*. 1ªed. Editorial Terra Nueva Etapa, XXIX (A5). Universidad Central de Venezuela Caracas, Venezuela, p.11-53.

DRACUP, J.A, LEE, K.S y PAULSON J.R. (1980).*On the statistical characteristics of drought events*, 2ªed. Editorial an Agu Journal, pp.297-302.

EDWARDS, D. C y MCKEE, T. B. (1997).*Characteristics of 20th century drought in the United States at multiple time scales*, Climatology Report Number 97-2, 1ªed. Editorial Colorado State University, Fort Collins, pp.179-184.

FERNÁNDEZ, B. (1997). *Identificación y caracterización de sequíashidrológicas en Chile.* 1ªed. Editorial Ingeniería del Agua, pp.37-46.

Formulas, Graphs, and Mathematical Tables. Dover Publications:

Formulas, Graphs, and Mathematical Tables. Dover Publications:

GUERRERO, P y YEVJEVICH, V. (1975). *Analysis of Drought Characteristics by the theory of Runs,Hydrology*, 1ªed. Editorial. Colorado State University,fort Collins, Colorado U.S.A,pp.53.

GUTTMAN, N. B. (1999).*Accepting the Standardized Precipitation Index. A calculation algorithm.* 1ªed. Editorial. Water Resources Assoc, pp.311-322.

HAO, Z y SINGH, V. P. (2015). *Drought characterization from a multivariate perspective:* A review. 1ªed. Editorial. ELSEVIER, pp.527, 668- 678.

HAYES, M.J, SVODOVA, M.D, WHILHITE, D.A y VANYARKHO, O.V. (1999). *Drought using the standardized precipitation index.* 1ªed. Editorial. Bulletin of the American Meteorological Society. 1999, pp. 429-438.

HERAS, R. R. (1976). Estadísticas aplicadas a la Hidrología. 1ªed.editorial Centro de estudios hidrográficos. Madrid. España, pp. 65-98.

HOUNAM, C. E. (1970), *Definiciones de sequía*. Seminario Regional sobre la Hidrología de las Sequías. Decenio Hidrológico Internacional, Facultad de Ingeniería Agrícola, Universidad Agraria de la Molina. 1ªed. Editorial. Biblioteca UNESCO Library parís.

MARTÍNEZ, P.E, MARTÍNEZ, P y CASTAÑO. (2005). *Fundamentos de hidrogeología*. , 1ªed.Editorial .Aedos, s.a. España, p.22.

MCKEE, T.B, DOESKEN, N.J y KLEIST, J, (1993). *The relationship of drought frequency and duration to time scales*. In Proceeding of the Eight Conference on Applied Climatology. American Meteorological Society. 1ªed.Editorial. Colorado State University.pp.179-184.

MEJÍA, J. (2012).*Hidrología Aplicada*.2ªed.Editorial &P Impresores S.R.L.Lima-Perú.p.39.

MILLAN, J. (1972). *Droght impacto on Regional Economy*, Hydrology paper N° 55, 1ªed.Editorial. Colorado State University U.S.A, pp.1-55.

MISHRA, A.K y SINGH, V. P. (2011).*Drought modeling.*1ªed.Editorial. Elsevier, p.157.

MONSALVE SÁENZ, G. (1999). *Hidrología en la ingeniería*, 2ªed, Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, Colombia, pp.37-160.

New York.

New York.

SALAS, J.D. (1978). *Statistical properties of Droughts,United States Argentina Work Shop on Drought.* 1ªed, Editorial Mar de la plata Argentina, pp.1-33.

SVOBODA. M, HAYES, M y WOOD D. (2012). *Guía del usuario sobre el Índice normalizado de precipitación.* . 1ªed, Editorial. Universidad de Nebraska-Lincoln (OMM-Nº 1090), Ginebra, pp.23.

TALLAKSEN, L.M y VAN LANEN, H. A. J. (2004).*Hidrological drought processes and estimation methods for streamflow and groundwater*, 1ªed.editorial Elsevier, pp.119-150.

THORNTHWAITE, C.W. (1948). *An approach toward a rational classification of climate.* 1ªed.editorial. American Geographical Society, pp. 55–94.

ULISES, B. F, REYES T. A y CARVAJAL, E. (2011). *Guía básica para la caracterización morfométrica de Cuencas Hidrográficas*. 1ªed.editorial. Departamental del Valle del Cauca Colombia, pp.1-17.

VALIENTE, O. (2001).Sequıa: *Definiciones, tipologías y métodos de cuantificación*. 1ªed.Editorial. Instituto Interuniversitario de Geografía de Alicante, pp. 59–80.

VAN LANEN, H. A. J y PETERS, E. (2000). *Definition, Effects and Assessment of Groundwater Droughts*. 1ªed. Editorial información science reference U.S.A, p.124.

VEN TE CHOW, DAVID R. MAIDMENT y LARRY W. MAYS. (1994).*Hidrología Aplicada*, 1ªed. Editorial. McGraw-Hill, Santa fe de Bogotá D.C. Colombia, pp.65-66.

VICENTE SERRANO, S. (2012). *Análisis Comparativo de Diferentes Índices de Sequía para Aplicaciones Ecológicas, Agrícolas e Hidrológicas*. 1ªed. Editorial.Asociación Española de Climatología, p.12.

VICENTE SERRANO, S.M, BEGUERÍA, S y LÓPEZ MORENO, J.I. (2010). *A Multi-scalar drought index sensitive to global warming: The standardized Precipitation Evapotranspiration Index-SPEI*. 1ªed. Editorial A.M.S, pp.1696-1718.

VILLÓN BÉJAR, M. (2011). *Hidrología estadística*. 4ªed. Editorial Villon Lima-Perú.p.21

VILLÓN BÉJAR, M. (2011). *Hidrología*. 3ªed.editorial Villon Lima-Perú, pp.73-81.

WILHITE, D.A. (2006). *Vigilancia y alerta temprana de la sequía.* Organización Mundial de Meteorología (OMM-N°1006). 1ªed. Editorial. Escuela de Recursos Naturales de la Universidad de Nebraska Estados Unidos de América, pp.8-11.

WILHITE, D.A. y GLANTZ, M.H. (1985). *Understanding the drought phenomenon*: the role of definitions.1ªed. Editorial Water International-Elsevier, pp.11-120.

WILHITE, DONALD. A. (2000).*Chapter 1 Drought as a Natural Hazard: Concepts and Definitions*. Drought Mitigation, Center Faculty Publications. 69. 1ªed. Editorial matter, University of Nebraska – Lincoln, pp.1-69.

YEVJEVICH, V. (1967). *An objetive approach to Definition and Investigations of Continental Hydrology Drought*, 1ªed. Editorial. Elviser.Colorado State Univeesity, Fort Collins, Colorado, U.S.A, pp.1-23.

ZARGAR, A, SADIQ, R, NASER, B y KHAN, F. I. (2011). *A review of drought indices*. 1ªed. Editorial.Environmental Reviews, pp.333-349.

LINKOGRAFÍA

Comité Técnico del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN). (2012). Definición operacional de los eventos el niño y la niña y sus magnitudes en la costa del Perú disponible en:

http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/informes/imarpe\_comenf\_not\_tecni\_enfen\_09abr12pdf.

Inventario histórico de desastres de Perú 1970-2018 disponible en:

https://online.desinventar.org/desinventar/?lang=spa

Resultados Definitivos de los Censos Nacional: XI de Población y VI de Vivienda, disponible en:

http://www.inei.gob.pe

Software. SPI SL.6 exe disponible en:

http://drought.unl.edu/MonitoringTools/Downloadable SPIProgram.aspx.

Inventario y Evaluación Nacional de las Aguas Superficiales. Lima. Oficina Nacional de Recursos Naturales ONERN Lima 1980 disponible en:

<http://repositorio.ana.gob.pe/handle/ANA/1063>

Seminario internacional sobre sequía y agricultura, disponible en:

<http://www.fao.org/3/a-bs902s.pdf>

Regionalización y caracterización de sequias en el Perú, disponible en:

<https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-69.pdf>

Decenio internacional para la acción “El agua fuente de vida” 2005-2015, disponible en:

<http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/scarcity.shtml>

Plan de gestión de riesgo y adaptación al cambio climático en el sector agrario periodo 2012-2021-PLANGRACC-A, disponible en:

<http://www.observatoriocambioclimatico.org/system/files/publicaciones/archivos/MINAG_2013_PlanGRACC2012-2021_diagnostico_region_Cajamarca.pdf>

###### ANEXOS

###### ANEXO 1: Estaciones climatológicas ordinarias en la cuenca Alto Jequetepeque.

Tabla 43: Estaciones climatológicas ordinarias tomadas en el estudio.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nombre | Cuenca | Departamento | Este | Norte | Altitud | Período |
| Magdalena | Jequetepeque | Cajamarca | 759203 | 9197562 | 1260 | 1969-2016 |
| San Juan | Jequetepeque | Cajamarca | 777024 | 9192589 | 2286 | 1969-2016 |
| Asunción | Jequetepeque | Cajamarca | 774269 | 9189447 | 2260 | 1969-2016 |
| Chilete | Jequetepeque | Cajamarca | 738736 | 9201402 | 852 | 1969-2016 |
| Contumaza | Jequetepeque | Cajamarca | 740345 | 9185288 | 2498 | 1969-2016 |
| San Pablo | Jequetepeque | Cajamarca | 739582 | 9212669 | 2340 | 1969-2016 |
| G Porcón | Jequetepeque | Cajamarca | 761442 | 9221441 | 3050 | 1969-2016 |
| Weberbauer | Crisnejas | Cajamarca | 776881 | 9206978 | 2536 | 1969-2016 |

###### ANEXO 2: Resultados del análisis estadístico de variables climáticas y meteorológicas.

Grupo 1. Análisis de doble masa de temperaturas máximas y mínimas.

Figura 12: Análisis de doble masa del grupo1.

Grupo 2. Análisis de doble masa de temperaturas máximas y mínimas.

Figura 13: Análisis de doble masa del grupo 2.

Figura 14: Variación mensual de temperatura media en la cuenca.

Figura 15: Variabilidad de la evapotranspiración mensual en la cuenca.

Grupo 1: Análisis de doble masa de precipitaciones mensuales.

Figura 16: Análisis de doble masa del grupo 1.

Figura 17: Serie histórica de precipitación mensual corregida y completa del grupo 1.

Grupo 2:.Análisis de doble masa de precipitaciones mensuales.

Figura 18: Análisis de doble masa del Grupo 2.

Figura 19: Serie histórica de precipitación mensual corregida y completa del grupo 2.

Grupo 3:.Análisis de doble masa de precipitaciones mensuales.

Figura 20: Análisis de doble masa del Grupo 3.

Figura 21: Serie histórica de precipitación mensual corregida y completa del grupo 3.

Figura 22: Serie histórica de precipitación mensual corregida y completa del grupo 3.

###### ANEXO 3: Resultados de SPI en escala mensual, período 1969-2016.

Tabla 44: Valores de SPI 1 de la estación climatológica ordinaria Asunción

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Año | SPI1 | Año | SPI1 | Año | SPI1 | Año | SPI1 | Año | SPI1 | Año | SPI1 |
| 1969 | -2.02 | 1972 | -1.58 | 1976 | -1.26 | 1980 | 1.24 | 1984 | -0.46 | 1988 | -0.54 |
| 1969 | -2.32 | 1973 | 1.69 | 1976 | -0.58 | 1980 | 1.38 | 1984 | -0.12 | 1988 | -0.03 |
| 1969 | 1 | 1973 | -1.01 | 1977 | 1.1 | 1980 | -0.03 | 1984 | -1.42 | 1988 | 0.52 |
| 1969 | 1.38 | 1973 | -0.29 | 1977 | 0.89 | 1981 | -1.1 | 1984 | -1.01 | 1988 | -0.33 |
| 1969 | -0.78 | 1973 | 2.63 | 1977 | -0.58 | 1981 | -0.7 | 1985 | -1.75 | 1989 | 0.48 |
| 1969 | 0.31 | 1973 | -0.5 | 1977 | 0.38 | 1981 | -0.1 | 1985 | -1.11 | 1989 | 1.03 |
| 1969 | 0.94 | 1973 | 0.31 | 1977 | -0.78 | 1981 | -1.73 | 1985 | -3.38 | 1989 | 0.21 |
| 1969 | 0.64 | 1973 | 0.94 | 1977 | 0.31 | 1981 | -0.78 | 1985 | -2.1 | 1989 | -0.27 |
| 1969 | -0.24 | 1973 | 0.64 | 1977 | 0.94 | 1981 | 0.31 | 1985 | -0.12 | 1989 | -0.7 |
| 1969 | 2.46 | 1973 | 2.13 | 1977 | 0.64 | 1981 | 0.94 | 1985 | -0.53 | 1989 | 0.14 |
| 1969 | 2.18 | 1973 | 0.21 | 1977 | 0.22 | 1981 | 0.64 | 1985 | -0.43 | 1989 | -0.43 |
| 1969 | 3.03 | 1973 | -0.35 | 1977 | -1.12 | 1981 | -0.24 | 1985 | 0.02 | 1989 | -0.07 |
| 1970 | 0.69 | 1973 | 1.06 | 1977 | -0.63 | 1981 | 0.29 | 1985 | 0.22 | 1989 | 0.17 |
| 1970 | -0.54 | 1974 | 0.32 | 1977 | -1.29 | 1981 | 0.1 | 1985 | -1.31 | 1989 | 0.77 |
| 1970 | -0.79 | 1974 | 1.04 | 1978 | -1.58 | 1981 | 0.16 | 1985 | -0.63 | 1989 | -1.16 |
| 1970 | 0.54 | 1974 | -0.29 | 1978 | -1.45 | 1982 | -1.04 | 1985 | 0.04 | 1989 | -2.04 |
| 1970 | 0.69 | 1974 | -0.3 | 1978 | -0.57 | 1982 | -0.74 | 1986 | 0.26 | 1990 | -0.4 |
| 1970 | 2.72 | 1974 | 0.99 | 1978 | -0.5 | 1982 | -2.12 | 1986 | -0.55 | 1990 | -0.25 |
| 1970 | 0.94 | 1974 | 0.31 | 1978 | -0.78 | 1982 | -2.22 | 1986 | -0.14 | 1990 | -0.51 |
| 1970 | 2.29 | 1974 | 0.94 | 1978 | 0.31 | 1982 | -0.78 | 1986 | 1.46 | 1990 | -0.99 |
| 1970 | 1.53 | 1974 | 0.64 | 1978 | 0.94 | 1982 | 0.31 | 1986 | -0.03 | 1990 | 0.27 |
| 1970 | 1.94 | 1974 | -0.24 | 1978 | 0.64 | 1982 | 0.94 | 1986 | 0.31 | 1990 | 1.03 |
| 1970 | 1.12 | 1974 | -0.08 | 1978 | -0.17 | 1982 | 0.64 | 1986 | 1.03 | 1990 | -0.43 |
| 1970 | -1.16 | 1974 | -1.26 | 1978 | 0.23 | 1982 | 1.74 | 1986 | 2.26 | 1990 | -0.43 |
| 1971 | -0.69 | 1974 | -0.93 | 1978 | -0.32 | 1982 | 1.77 | 1986 | -0.05 | 1990 | -2.04 |
| 1971 | -0.16 | 1975 | -0.25 | 1978 | -1.29 | 1982 | 2.53 | 1986 | -0.06 | 1990 | -0.06 |
| 1971 | 1.77 | 1975 | -0.07 | 1979 | -0.47 | 1982 | 0.5 | 1986 | 1.16 | 1990 | 0.36 |
| 1971 | 0.76 | 1975 | 1.53 | 1979 | -1.08 | 1983 | 0.27 | 1986 | 2.02 | 1990 | -0.48 |
| 1971 | -0.08 | 1975 | -0.9 | 1979 | 0.18 | 1983 | -0.81 | 1987 | 1.99 | 1991 | -1.14 |
| 1971 | 0.31 | 1975 | 0.15 | 1979 | -1.51 | 1983 | 0 | 1987 | 0.55 | 1991 | -0.91 |
| 1971 | 0.94 | 1975 | 1.7 | 1979 | -0.39 | 1983 | 0.5 | 1987 | 0.16 | 1991 | 0.33 |
| 1971 | 2.46 | 1975 | 0.94 | 1979 | 0.31 | 1983 | 2.26 | 1987 | 0.78 | 1991 | -0.35 |
| 1971 | 1.9 | 1975 | 1.37 | 1979 | 0.94 | 1983 | 0.31 | 1987 | 0.02 | 1991 | -0.08 |
| 1971 | 0.54 | 1975 | 1.72 | 1979 | 0.64 | 1983 | 0.94 | 1987 | 0.53 | 1991 | -0.85 |
| 1971 | -0.35 | 1975 | 2.44 | 1979 | -0.24 | 1983 | 0.64 | 1987 | 2.1 | 1991 | -0.43 |
| 1971 | 0.19 | 1975 | -1.26 | 1979 | -1.12 | 1983 | -0.24 | 1987 | 1.73 | 1991 | -0.43 |
| 1972 | 0.55 | 1975 | -0.29 | 1979 | -1.07 | 1983 | -0.92 | 1987 | 1.67 | 1991 | -1.45 |
| 1972 | 0.64 | 1976 | 0.93 | 1979 | -1.58 | 1983 | -0.57 | 1987 | -0.25 | 1991 | 0.12 |
| 1972 | 0.62 | 1976 | 1.16 | 1980 | -1.51 | 1983 | -0.19 | 1987 | 1.48 | 1991 | 0.02 |
| 1972 | -0.08 | 1976 | -1.06 | 1980 | -2.85 | 1984 | -1.64 | 1987 | 0.35 | 1991 | 0.23 |
| 1972 | 0.42 | 1976 | 0.23 | 1980 | -1.55 | 1984 | 0.84 | 1988 | 0.69 | 1992 | 0.15 |
| 1972 | 0.31 | 1976 | 0.1 | 1980 | -2.22 | 1984 | 0.02 | 1988 | -0.23 | 1992 | -1.19 |
| 1972 | 0.94 | 1976 | 0.31 | 1980 | -0.28 | 1984 | 0.58 | 1988 | -1.73 | 1992 | -0.78 |
| 1972 | 0.64 | 1976 | 0.94 | 1980 | 0.31 | 1984 | 1.35 | 1988 | 0.15 | 1992 | 1.04 |

Continuación

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1972 | 0.72 | 1976 | 0.64 | 1980 | 0.94 | 1984 | 1.98 | 1988 | -2.65 | 1992 | 0.62 |
| 1972 | -1.12 | 1976 | -0.24 | 1980 | 0.64 | 1984 | 1.46 | 1988 | -1.29 | 1992 | 1.09 |
| 1972 | 0.39 | 1976 | -1.12 | 1980 | -0.24 | 1984 | 0.02 | 1988 | -0.43 | 1992 | -0.39 |
| 1988 | -0.16 | 1992 | 0.11 | 1996 | -0.16 | 2000 | -0.07 | 2004 | 0.02 | 2012 | -0.43 |
| 1992 | 0.01 | 1996 | 0.86 | 2000 | 0.64 | 2004 | -0.24 | 2008 | 0.99 | 2008 | -0.07 |
| 1992 | 0.31 | 1996 | 0.05 | 2000 | -0.75 | 2004 | 0.21 | 2008 | 0.68 | 2012 | -0.96 |
| 1992 | -1.42 | 1996 | -0.87 | 2000 | -0.37 | 2004 | 0.39 | 2008 | 0.66 | 2012 | 0.98 |
| 1992 | -0.93 | 1996 | -1.29 | 2000 | 0.72 | 2004 | 0.74 | 2008 | -1.71 | 2012 | 1.05 |
| 1993 | -0.45 | 1997 | -0.89 | 2001 | 1.3 | 2005 | 0.23 | 2009 | 1.68 | 2012 | 0.02 |
| 1993 | 0.62 | 1997 | 0.16 | 2001 | 0 | 2005 | -0.03 | 2009 | 0.67 | 2013 | -0.41 |
| 1993 | 0.73 | 1997 | -1.41 | 2001 | 1.75 | 2005 | 0.82 | 2009 | 1.18 | 2013 | 0.67 |
| 1993 | 0.85 | 1997 | -0.18 | 2001 | -0.21 | 2005 | -1.39 | 2009 | 0.28 | 2013 | 1.02 |
| 1993 | 0.96 | 1997 | -0.5 | 2001 | 1.25 | 2005 | -2.65 | 2009 | 0.56 | 2013 | -0.02 |
| 1993 | -1.29 | 1997 | 0.04 | 2001 | -1.53 | 2005 | -1.53 | 2009 | -0.16 | 2013 | 1.1 |
| 1993 | -0.06 | 1997 | -0.43 | 2001 | -0.29 | 2005 | -0.43 | 2009 | 0.74 | 2013 | -0.39 |
| 1993 | -0.35 | 1997 | -0.43 | 2001 | -0.43 | 2005 | -0.43 | 2009 | -0.43 | 2013 | -0.43 |
| 1993 | 0.57 | 1997 | 0.72 | 2001 | -0.24 | 2005 | -1.09 | 2009 | -1.45 | 2013 | -0.07 |
| 1993 | 0.68 | 1997 | 0.21 | 2001 | -0.51 | 2005 | 0.07 | 2009 | 0.48 | 2013 | -1.7 |
| 1993 | 0.46 | 1997 | 1.06 | 2001 | 0.87 | 2005 | -1.03 | 2009 | 1.1 | 2013 | 0.89 |
| 1993 | 0.82 | 1997 | 1.89 | 2001 | -0.26 | 2005 | 0.35 | 2009 | 0.75 | 2013 | -2.04 |
| 1994 | 0.83 | 1998 | 1.88 | 2002 | -1.64 | 2006 | 0.24 | 2010 | -0.69 | 2013 | 0 |
| 1994 | 0.42 | 1998 | 1.99 | 2002 | 0.53 | 2006 | 0.41 | 2010 | 0.52 | 2014 | 0.15 |
| 1994 | 0.42 | 1998 | 1.24 | 2002 | 0.51 | 2006 | 1.26 | 2010 | -0.06 | 2014 | -0.65 |
| 1994 | 1.07 | 1998 | 0.82 | 2002 | 1 | 2006 | 0.72 | 2010 | 0.54 | 2014 | -0.08 |
| 1994 | 0.34 | 1998 | 0.87 | 2002 | -0.63 | 2006 | -1.6 | 2010 | 0.31 | 2014 | -0.9 |
| 1994 | -0.85 | 1998 | -0.53 | 2002 | -0.27 | 2006 | 1.34 | 2010 | -0.53 | 2014 | 1.56 |
| 1994 | -0.43 | 1998 | -0.43 | 2002 | -0.06 | 2006 | -0.18 | 2010 | -0.06 | 2014 | -0.68 |
| 1994 | -0.43 | 1998 | -0.16 | 2002 | -0.43 | 2006 | -0.26 | 2010 | -0.43 | 2014 | -0.39 |
| 1994 | -0.54 | 1998 | -0.73 | 2002 | 0.17 | 2006 | 0.26 | 2010 | 0.36 | 2014 | -0.43 |
| 1994 | -1.88 | 1998 | 0.07 | 2002 | 0.96 | 2006 | -2.25 | 2010 | -0.97 | 2014 | -0.05 |
| 1994 | 0 | 1998 | -0.79 | 2002 | 0.42 | 2006 | 0.23 | 2010 | -0.09 | 2014 | -0.44 |
| 1994 | 0.98 | 1998 | -0.2 | 2002 | 0.68 | 2006 | 0.97 | 2010 | -0.42 | 2014 | 0.69 |
| 1995 | -0.06 | 1999 | -0.01 | 2003 | -0.13 | 2007 | 0.48 | 2011 | 0.06 | 2014 | 0.5 |
| 1995 | 0.34 | 1999 | 2.32 | 2003 | -0.27 | 2007 | -1.19 | 2011 | -0.28 | 2015 | 0.33 |
| 1995 | -0.81 | 1999 | 0.08 | 2003 | -0.54 | 2007 | 0.64 | 2011 | -0.3 | 2015 | -0.58 |
| 1995 | -0.68 | 1999 | 0.17 | 2003 | -0.9 | 2007 | 0.29 | 2011 | 1.2 | 2015 | 1.39 |
| 1995 | -0.03 | 1999 | 1.35 | 2003 | 0.02 | 2007 | -0.94 | 2011 | -1.33 | 2015 | -0.55 |
| 1995 | -0.68 | 1999 | 1.62 | 2003 | 0.98 | 2007 | -1.53 | 2011 | -0.68 | 2015 | 0.66 |
| 1995 | -0.18 | 1999 | 0.64 | 2003 | -0.29 | 2007 | -0.43 | 2011 | 0.18 | 2015 | -1.29 |
| 1995 | -0.43 | 1999 | -0.43 | 2003 | -0.07 | 2007 | 0.02 | 2011 | -0.43 | 2015 | -0.43 |
| 1995 | -1.09 | 1999 | 1.5 | 2003 | -1.45 | 2007 | -1.45 | 2011 | 0.49 | 2015 | -0.43 |
| 1995 | -0.36 | 1999 | -0.28 | 2003 | -0.68 | 2007 | 0.49 | 2011 | -1.07 | 2015 | -0.31 |
| 1995 | -0.32 | 1999 | 0.37 | 2003 | -0.06 | 2007 | 0.34 | 2011 | -0.79 | 2015 | -0.88 |
| 1995 | 0.2 | 1999 | 0.52 | 2003 | 0.3 | 2007 | -0.36 | 2011 | 0.93 | 2015 | 0.69 |
| 1996 | 0.24 | 2000 | -0.05 | 2004 | -1.18 | 2008 | 1.1 | 2012 | 1.47 | 2015 | -0.34 |
| 1996 | 0.33 | 2000 | 1.27 | 2004 | 0.38 | 2008 | 1.58 | 2012 | 0.58 | 2016 | -0.05 |
| 1996 | 0.35 | 2000 | 0.61 | 2004 | -0.42 | 2008 | 0.37 | 2012 | 0.1 | 2016 | 0.23 |
| 1996 | -0.41 | 2000 | 0.39 | 2004 | -0.4 | 2008 | 1.02 | 2012 | 0.09 | 2016 | -0.26 |
| 1996 | -0.94 | 2000 | 1.47 | 2004 | -0.28 | 2008 | 0.1 | 2012 | 1.33 | 2016 | 0.11 |
| 1996 | 0.04 | 2000 | 1.14 | 2004 | -1.29 | 2008 | -0.85 | 2012 | -1.05 | 2016 | -0.85 |
| 1996 | -0.43 | 2000 | -0.39 | 2004 | 0.3 | 2008 | -0.43 | 2012 | -0.43 | 2016 | -0.05 |
| 2016 | -0.43 | 2016 | -0.43 | 2016 | -1.09 | 2016 | -1.18 | 2016 | -1.67 | 2016 | 0.27 |

Tabla 45: Valores de SPI1 de la estación pluviométrica Chilete

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Año | SPI1 | Año | SPI1 | Año | SPI1 | Año | SPI1 | Año | SPI1 | Año | SPI1 |
| 1969 | -1.03 | 1972 | 0.37 | 1976 | -0.55 | 1980 | 1.08 | 1984 | 0.27 | 1988 | 0.55 |
| 1969 | -0.09 | 1973 | 1.65 | 1976 | 0.31 | 1980 | -0.55 | 1984 | 1.21 | 1988 | -0.16 |
| 1969 | 0.6 | 1973 | -0.45 | 1977 | 0.83 | 1980 | 0.89 | 1984 | -0.55 | 1988 | -0.19 |
| 1969 | 1.25 | 1973 | 0.09 | 1977 | 1.85 | 1981 | 0.63 | 1984 | -0.44 | 1988 | -0.17 |
| 1969 | -0.48 | 1973 | 2.25 | 1977 | 0.27 | 1981 | 0.81 | 1985 | -1.3 | 1988 | -0.89 |
| 1969 | 0.49 | 1973 | 0.36 | 1977 | 0.48 | 1981 | -0.5 | 1985 | -1 | 1989 | 0.73 |
| 1969 | 0.74 | 1973 | 0.49 | 1977 | 0.5 | 1981 | -1.15 | 1985 | -2.87 | 1989 | 1.19 |
| 1969 | 0.55 | 1973 | 0.74 | 1977 | 0.49 | 1981 | -0.61 | 1985 | -1.34 | 1989 | -0.14 |
| 1969 | -0.05 | 1973 | 0.55 | 1977 | 0.74 | 1981 | 0.49 | 1985 | 0.99 | 1989 | 0.96 |
| 1969 | 0.24 | 1973 | 1.2 | 1977 | 0.55 | 1981 | 0.74 | 1985 | 0.49 | 1989 | 0.99 |
| 1969 | 0.62 | 1973 | -0.31 | 1977 | 0.42 | 1981 | 0.55 | 1985 | 0.74 | 1989 | 0.49 |
| 1969 | -0.36 | 1973 | -0.55 | 1977 | -0.87 | 1981 | -0.16 | 1985 | 1.3 | 1989 | 0.74 |
| 1970 | 0.1 | 1973 | 0.24 | 1977 | 0.62 | 1981 | 0.5 | 1985 | 0.96 | 1989 | 0.55 |
| 1970 | -1.91 | 1974 | 0.24 | 1977 | 0.1 | 1981 | 0.02 | 1985 | -0.73 | 1989 | 0.71 |
| 1970 | -0.62 | 1974 | -0.06 | 1978 | -1.38 | 1981 | -0.04 | 1985 | -0.55 | 1989 | 1.44 |
| 1970 | -0.08 | 1974 | -0.86 | 1978 | 0.17 | 1982 | -0.06 | 1985 | -0.04 | 1989 | -0.45 |
| 1970 | 1.1 | 1974 | -0.54 | 1978 | -0.31 | 1982 | -2.04 | 1986 | 1.31 | 1989 | -0.89 |
| 1970 | 0.84 | 1974 | -0.61 | 1978 | -1.34 | 1982 | -1.53 | 1986 | -1.27 | 1990 | 0.4 |
| 1970 | 0.74 | 1974 | 0.49 | 1978 | 0.63 | 1982 | 0.32 | 1986 | -0.56 | 1990 | -0.28 |
| 1970 | 0.73 | 1974 | 0.74 | 1978 | 0.49 | 1982 | -0.13 | 1986 | 1.69 | 1990 | -0.59 |
| 1970 | 0.71 | 1974 | 0.63 | 1978 | 0.74 | 1982 | 0.49 | 1986 | -0.13 | 1990 | -1.34 |
| 1970 | 2.46 | 1974 | 0.42 | 1978 | 0.55 | 1982 | 0.74 | 1986 | 0.49 | 1990 | -0.48 |
| 1970 | 0.46 | 1974 | -0.19 | 1978 | 0.71 | 1982 | 0.55 | 1986 | 0.74 | 1990 | 1.2 |
| 1970 | -0.12 | 1974 | 0.46 | 1978 | -0.97 | 1982 | 1.08 | 1986 | 0.85 | 1990 | 0.74 |
| 1971 | -0.79 | 1974 | -0.2 | 1978 | -0.55 | 1982 | 0.58 | 1986 | -0.16 | 1990 | 0.55 |
| 1971 | -0.34 | 1975 | 0.4 | 1978 | -0.04 | 1982 | 0.84 | 1986 | -0.31 | 1990 | -0.16 |
| 1971 | 1.3 | 1975 | 0.35 | 1979 | -0.73 | 1982 | 1.45 | 1986 | 0.02 | 1990 | 1.08 |
| 1971 | 0.28 | 1975 | 1.1 | 1979 | -0.09 | 1983 | 1.72 | 1986 | 0.31 | 1990 | 1.17 |
| 1971 | -0.13 | 1975 | 0.56 | 1979 | 0.81 | 1983 | -1.51 | 1987 | 0.86 | 1990 | -0.87 |
| 1971 | 0.49 | 1975 | -0.48 | 1979 | -1.54 | 1983 | 0.43 | 1987 | 0.67 | 1991 | -1.38 |
| 1971 | 0.74 | 1975 | 1.2 | 1979 | -0.61 | 1983 | 1.41 | 1987 | -1.39 | 1991 | -0.31 |
| 1971 | 0.73 | 1975 | 0.74 | 1979 | 0.49 | 1983 | 0.05 | 1987 | 0.2 | 1991 | 0.22 |
| 1971 | 0.11 | 1975 | 0.55 | 1979 | 0.84 | 1983 | 1.2 | 1987 | -0.61 | 1991 | 0.32 |
| 1971 | -0.44 | 1975 | 0.96 | 1979 | 0.55 | 1983 | 0.74 | 1987 | 0.49 | 1991 | -0.31 |
| 1971 | -0.17 | 1975 | 1.33 | 1979 | -0.16 | 1983 | 0.55 | 1987 | 1.06 | 1991 | 0.49 |
| 1971 | -0.28 | 1975 | 0.37 | 1979 | -0.97 | 1983 | -0.05 | 1987 | 1.69 | 1991 | 0.74 |
| 1972 | 0.2 | 1975 | -0.89 | 1979 | -0.55 | 1983 | -0.87 | 1987 | -0.16 | 1991 | 0.55 |
| 1972 | -0.21 | 1976 | 0.93 | 1979 | -0.76 | 1983 | -0.55 | 1987 | -0.97 | 1991 | -0.16 |
| 1972 | 0.57 | 1976 | 0.3 | 1980 | -1.21 | 1983 | -0.12 | 1987 | 0.37 | 1991 | 0.66 |
| 1972 | -0.9 | 1976 | -1.33 | 1980 | -1.78 | 1984 | -1.12 | 1987 | -0.89 | 1991 | 1.47 |
| 1972 | -0.13 | 1976 | -0.24 | 1980 | -0.44 | 1984 | 1.21 | 1988 | 0.71 | 1991 | 0.43 |
| 1972 | 0.49 | 1976 | 0.21 | 1980 | -1.73 | 1984 | -0.56 | 1988 | -0.77 | 1992 | -0.06 |
| 1972 | 0.84 | 1976 | 0.84 | 1980 | -0.61 | 1984 | 1.23 | 1988 | -1.46 | 1992 | -1.32 |
| 1972 | 0.55 | 1976 | 0.74 | 1980 | 0.49 | 1984 | 0.99 | 1988 | 0.9 | 1992 | -0.42 |
| 1972 | 0.11 | 1976 | 0.55 | 1980 | 0.74 | 1984 | 0.49 | 1988 | -0.48 | 1992 | 0.06 |
| 1972 | 0.04 | 1976 | -0.16 | 1980 | 0.55 | 1984 | 0.74 | 1988 | 0.49 | 1992 | 1.3 |

Continuación

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1972 | 0.46 | 1976 | -0.73 | 1980 | -0.16 | 1984 | 0.63 | 1988 | 0.74 | 1992 | 1.2 |
| 1992 | 0.74 | 1996 | 0.74 | 2000 | 1.27 | 2004 | 1.27 | 2008 | 0.74 | 2012 | 0.74 |
| 1992 | 0.55 | 1996 | 0.55 | 2000 | 1.08 | 2004 | 1.08 | 2008 | 0.55 | 2012 | 0.55 |
| 1992 | -0.16 | 1996 | -0.05 | 2000 | 0.57 | 2004 | 0.57 | 2008 | 0.96 | 2012 | -0.16 |
| 1992 | -0.07 | 1996 | -0.31 | 2000 | -0.31 | 2004 | -0.19 | 2008 | 0.5 | 2012 | 1.7 |
| 1992 | -0.55 | 1996 | -0.55 | 2000 | -0.17 | 2004 | -0.17 | 2008 | 1.53 | 2012 | 0.37 |
| 1992 | -0.89 | 1996 | -0.69 | 2000 | 0.49 | 2004 | -0.2 | 2008 | -0.89 | 2012 | -0.76 |
| 1993 | 0.17 | 1997 | -1.38 | 2001 | 1.04 | 2005 | 0.6 | 2009 | 1.58 | 2013 | -0.23 |
| 1993 | 1.04 | 1997 | 0.11 | 2001 | 0.17 | 2005 | -0.9 | 2009 | 0.83 | 2013 | 0.25 |
| 1993 | 1.43 | 1997 | -1.07 | 2001 | 2.12 | 2005 | 0.8 | 2009 | -0.14 | 2013 | 1.13 |
| 1993 | 0.96 | 1997 | -1.25 | 2001 | 0.01 | 2005 | -0.08 | 2009 | -0.98 | 2013 | -1.73 |
| 1993 | 0.05 | 1997 | -0.61 | 2001 | 0.21 | 2005 | 0.21 | 2009 | 1.3 | 2013 | 2.28 |
| 1993 | 0.49 | 1997 | 0.49 | 2001 | 0.96 | 2005 | 0.96 | 2009 | 0.49 | 2013 | 0.49 |
| 1993 | 0.74 | 1997 | 0.74 | 2001 | 1.27 | 2005 | 1.27 | 2009 | 0.74 | 2013 | 0.74 |
| 1993 | 0.55 | 1997 | 0.55 | 2001 | 1.08 | 2005 | 1.08 | 2009 | 0.55 | 2013 | 0.55 |
| 1993 | 0.27 | 1997 | 1.62 | 2001 | 1.89 | 2005 | 1.31 | 2009 | -0.16 | 2013 | -0.16 |
| 1993 | 1.21 | 1997 | 0.42 | 2001 | -0.31 | 2005 | 0.33 | 2009 | 0.14 | 2013 | 1.27 |
| 1993 | 0.11 | 1997 | 1.84 | 2001 | 0.46 | 2005 | 0.37 | 2009 | -0.27 | 2013 | -0.55 |
| 1993 | 1.23 | 1997 | 2.24 | 2001 | 0.1 | 2005 | 0.1 | 2009 | -0.89 | 2013 | 1.73 |
| 1994 | -0.1 | 1998 | 1.27 | 2002 | -0.66 | 2006 | 0.63 | 2010 | -1.38 | 2014 | -1.03 |
| 1994 | 0.19 | 1998 | 1.36 | 2002 | -0.03 | 2006 | 0.75 | 2010 | 1.26 | 2014 | 0.14 |
| 1994 | 0.6 | 1998 | 1.28 | 2002 | 0.29 | 2006 | 1.8 | 2010 | -1.22 | 2014 | 0.24 |
| 1994 | -0.19 | 1998 | 0.2 | 2002 | 0.24 | 2006 | 0.32 | 2010 | -0.41 | 2014 | -0.35 |
| 1994 | 0.05 | 1998 | -0.61 | 2002 | 0.21 | 2006 | -0.61 | 2010 | 0.36 | 2014 | -0.61 |
| 1994 | 0.53 | 1998 | 0.49 | 2002 | 0.96 | 2006 | 0.49 | 2010 | 0.49 | 2014 | 0.49 |
| 1994 | 0.74 | 1998 | 0.74 | 2002 | 1.27 | 2006 | 0.74 | 2010 | 0.74 | 2014 | 0.74 |
| 1994 | 0.55 | 1998 | 0.55 | 2002 | 1.08 | 2006 | 0.55 | 2010 | 0.55 | 2014 | 0.55 |
| 1994 | -0.05 | 1998 | -0.16 | 2002 | 0.57 | 2006 | -0.16 | 2010 | -0.16 | 2014 | -0.05 |
| 1994 | -0.97 | 1998 | -0.97 | 2002 | 0.81 | 2006 | -0.97 | 2010 | -0.73 | 2014 | -0.44 |
| 1994 | 0.02 | 1998 | -0.55 | 2002 | 2.09 | 2006 | 0.29 | 2010 | 0.54 | 2014 | -0.55 |
| 1994 | 0.55 | 1998 | -0.89 | 2002 | 0.31 | 2006 | 0.73 | 2010 | -0.89 | 2014 | 0.31 |
| 1995 | 0.24 | 1999 | 0.27 | 2003 | -0.38 | 2007 | 0.3 | 2011 | -1.3 | 2015 | 0.57 |
| 1995 | 1.01 | 1999 | -0.52 | 2003 | -0.95 | 2007 | -1.1 | 2011 | -0.31 | 2015 | -0.56 |
| 1995 | -0.5 | 1999 | -0.62 | 2003 | -0.62 | 2007 | 0.41 | 2011 | 0.07 | 2015 | -0.34 |
| 1995 | -0.47 | 1999 | 0.24 | 2003 | -1.06 | 2007 | 0.32 | 2011 | 2.15 | 2015 | 1.47 |
| 1995 | 0.5 | 1999 | 2.55 | 2003 | 0.21 | 2007 | -0.61 | 2011 | -0.61 | 2015 | 0.87 |
| 1995 | 0.49 | 1999 | 3.29 | 2003 | 0.96 | 2007 | 0.49 | 2011 | 0.49 | 2015 | 0.49 |
| 1995 | 0.84 | 1999 | 3.07 | 2003 | 1.27 | 2007 | 0.74 | 2011 | 0.74 | 2015 | 0.74 |
| 1995 | 0.55 | 1999 | 3.12 | 2003 | 1.08 | 2007 | 0.55 | 2011 | 0.55 | 2015 | 0.55 |
| 1995 | -0.16 | 1999 | 2.87 | 2003 | 0.57 | 2007 | -0.16 | 2011 | -0.16 | 2015 | -0.16 |
| 1995 | -0.58 | 1999 | 1.6 | 2003 | -0.31 | 2007 | 0.66 | 2011 | -0.97 | 2015 | 0.24 |
| 1995 | -0.45 | 1999 | 1.64 | 2003 | -0.17 | 2007 | 0.37 | 2011 | -0.52 | 2015 | 2.27 |
| 1995 | 1.09 | 1999 | 1.04 | 2003 | 0.49 | 2007 | -0.61 | 2011 | 2.17 | 2015 | 1.61 |
| 1996 | 0.65 | 2000 | -0.95 | 2004 | -0.95 | 2008 | 0.65 | 2012 | 1.08 | 2016 | 0.52 |
| 1996 | 0.03 | 2000 | 0.95 | 2004 | -0.68 | 2008 | 1.7 | 2012 | 2.08 | 2016 | 0.64 |
| 1996 | 0.66 | 2000 | 0.63 | 2004 | -1.39 | 2008 | 0.46 | 2012 | 1.9 | 2016 | 0.46 |
| 1996 | 0.24 | 2000 | -0.13 | 2004 | -0.98 | 2008 | -0.08 | 2012 | 0.56 | 2016 | -0.08 |
| 1996 | -0.61 | 2000 | 1.58 | 2004 | 0.21 | 2008 | -0.48 | 2012 | 1.1 | 2016 | -0.61 |
| 1996 | 0.49 | 2000 | 0.96 | 2004 | 0.96 | 2008 | 0.49 | 2012 | 0.49 | 2016 | 0.53 |
| 2016 | 0.74 | 2016 | 0.55 | 2016 | -0.16 | 2016 | -0.97 | 2016 | -0.55 | 2016 | 0.17 |

Tabla 46: Valores de SPI 1 de la estación climatológica ordinaria Contumaza

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Año | SPI1 | Año | SPI1 | Año | SPI1 | Año | SPI1 | Año | SPI1 | Año | SPI1 |
| 1969 | -0.86 | 1972 | 0.19 | 1976 | -1.26 | 1980 | 3.2 | 1984 | 0.44 | 1988 | 0.43 |
| 1969 | -0.27 | 1973 | 1.56 | 1976 | -0.19 | 1980 | 2.55 | 1984 | 1.34 | 1988 | -0.46 |
| 1969 | 0.19 | 1973 | -0.41 | 1977 | 1.17 | 1980 | -0.31 | 1984 | 0.31 | 1988 | -0.15 |
| 1969 | -0.19 | 1973 | -0.2 | 1977 | 0.65 | 1981 | 0.14 | 1984 | 0.42 | 1988 | 0.34 |
| 1969 | -0.49 | 1973 | 0.75 | 1977 | 0.34 | 1981 | 0.53 | 1985 | -0.44 | 1988 | -1.06 |
| 1969 | 0.83 | 1973 | 0.36 | 1977 | -0.11 | 1981 | -0.33 | 1985 | -0.38 | 1989 | 0.41 |
| 1969 | 0.49 | 1973 | 1.1 | 1977 | -0.97 | 1981 | -1.29 | 1985 | -1.16 | 1989 | 0.97 |
| 1969 | 0.43 | 1973 | 1.46 | 1977 | -0.21 | 1981 | -0.97 | 1985 | -1.06 | 1989 | 0.11 |
| 1969 | -0.37 | 1973 | 0.43 | 1977 | 0.49 | 1981 | -0.21 | 1985 | 0.31 | 1989 | 0.9 |
| 1969 | 0.16 | 1973 | 1.26 | 1977 | 0.43 | 1981 | 0.49 | 1985 | -0.21 | 1989 | -0.41 |
| 1969 | 1.16 | 1973 | -0.31 | 1977 | -0.67 | 1981 | 0.79 | 1985 | 2.21 | 1989 | 0.83 |
| 1969 | 0.79 | 1973 | -1.26 | 1977 | -0.97 | 1981 | -0.67 | 1985 | 1.78 | 1989 | 0.49 |
| 1970 | -0.15 | 1973 | -0.56 | 1977 | 2.05 | 1981 | 0.46 | 1985 | 1.89 | 1989 | 0.43 |
| 1970 | -1.33 | 1974 | -0.21 | 1977 | 2.44 | 1981 | -0.27 | 1985 | -0.23 | 1989 | 0.39 |
| 1970 | -0.62 | 1974 | 0.64 | 1978 | -2 | 1981 | -0.28 | 1985 | -0.64 | 1989 | 0.65 |
| 1970 | 0.06 | 1974 | -1.7 | 1978 | -1.72 | 1982 | -0.4 | 1985 | -0.56 | 1989 | -0.02 |
| 1970 | 0.93 | 1974 | -0.19 | 1978 | -1.26 | 1982 | -1.04 | 1986 | 0.29 | 1989 | -1.53 |
| 1970 | 0.38 | 1974 | -0.97 | 1978 | 0.26 | 1982 | -3.19 | 1986 | -2.15 | 1990 | -0.46 |
| 1970 | 0.49 | 1974 | -0.06 | 1978 | 2.23 | 1982 | -0.29 | 1986 | 0.13 | 1990 | -0.68 |
| 1970 | 0.95 | 1974 | 0.49 | 1978 | -0.21 | 1982 | -0.57 | 1986 | 1.16 | 1990 | -0.57 |
| 1970 | 0.39 | 1974 | 0.43 | 1978 | 0.78 | 1982 | -0.21 | 1986 | 1.29 | 1990 | -1.43 |
| 1970 | 1.02 | 1974 | 2.07 | 1978 | 0.43 | 1982 | 0.49 | 1986 | -0.21 | 1990 | -0.91 |
| 1970 | -0.32 | 1974 | -1.15 | 1978 | 2.6 | 1982 | 0.43 | 1986 | 1.09 | 1990 | 1.71 |
| 1970 | -0.68 | 1974 | -1.26 | 1978 | 1.03 | 1982 | 0.07 | 1986 | 0.43 | 1990 | 0.49 |
| 1971 | -0.95 | 1974 | -0.16 | 1978 | 1.16 | 1982 | -0.15 | 1986 | -0.67 | 1990 | 0.43 |
| 1971 | -0.6 | 1975 | -0.06 | 1978 | 0.68 | 1982 | -0.06 | 1986 | -1.15 | 1990 | -0.67 |
| 1971 | 0.83 | 1975 | 0.57 | 1979 | -0.48 | 1982 | 1.64 | 1986 | -1.26 | 1990 | 0.16 |
| 1971 | -0.4 | 1975 | -0.38 | 1979 | 1.72 | 1983 | 2.25 | 1986 | 1.09 | 1990 | 0.4 |
| 1971 | -0.65 | 1975 | -2.04 | 1979 | 0.55 | 1983 | -0.87 | 1987 | 2.55 | 1990 | -1.12 |
| 1971 | -0.21 | 1975 | -0.97 | 1979 | 0.43 | 1983 | 2.19 | 1987 | 1.22 | 1991 | -1.88 |
| 1971 | 0.49 | 1975 | -0.21 | 1979 | 0.26 | 1983 | 2.84 | 1987 | 0.53 | 1991 | -0.41 |
| 1971 | 1 | 1975 | 0.49 | 1979 | -0.21 | 1983 | -0.97 | 1987 | -1.53 | 1991 | 0.08 |
| 1971 | 0.86 | 1975 | 2.82 | 1979 | 1.09 | 1983 | 0.07 | 1987 | -0.97 | 1991 | 0.52 |
| 1971 | 0.91 | 1975 | 0.49 | 1979 | 2.11 | 1983 | 0.49 | 1987 | -0.21 | 1991 | 0.62 |
| 1971 | 0.49 | 1975 | 2.37 | 1979 | 1.52 | 1983 | 0.43 | 1987 | 0.57 | 1991 | -0.21 |
| 1971 | 0.14 | 1975 | -1.26 | 1979 | -1.15 | 1983 | -0.67 | 1987 | 0.79 | 1991 | 0.49 |
| 1972 | 0.37 | 1975 | -1.53 | 1979 | -0.71 | 1983 | 0.77 | 1987 | 0 | 1991 | 0.43 |
| 1972 | 0.15 | 1976 | 1.41 | 1979 | -0.52 | 1983 | 0.06 | 1987 | -0.97 | 1991 | -0.46 |
| 1972 | 1.9 | 1976 | 0.41 | 1980 | 0.23 | 1983 | 0.77 | 1987 | 0.27 | 1991 | 0.34 |
| 1972 | -0.36 | 1976 | -0.95 | 1980 | -0.93 | 1984 | -0.29 | 1987 | -1.12 | 1991 | 0.82 |
| 1972 | -0.74 | 1976 | 0.37 | 1980 | -1.5 | 1984 | 1.83 | 1988 | 0.12 | 1991 | -0.28 |
| 1972 | -0.06 | 1976 | -0.01 | 1980 | -2.03 | 1984 | -1.11 | 1988 | -0.6 | 1992 | -0.38 |
| 1972 | 0.78 | 1976 | 0.38 | 1980 | 0.1 | 1984 | 0.14 | 1988 | -1.41 | 1992 | -1.19 |
| 1972 | 0.43 | 1976 | 0.49 | 1980 | -0.21 | 1984 | -0.57 | 1988 | 0.05 | 1992 | 0.21 |
| 1972 | -0.21 | 1976 | 0.43 | 1980 | 0.49 | 1984 | 0.83 | 1988 | 0.1 | 1992 | 1.16 |
| 1972 | -0.44 | 1976 | -0.67 | 1980 | 0.43 | 1984 | 2.08 | 1988 | -0.21 | 1992 | -0.14 |

Continuación

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1972 | 0.02 | 1976 | -1.15 | 1980 | -0.67 | 1984 | 0.43 | 1988 | 0.49 | 1992 | 0.97 |
| 1992 | 0.49 | 1996 | 0.49 | 2000 | 0.49 | 2004 | 0.78 | 2008 | 0.49 | 2012 | 0.49 |
| 1992 | 0.43 | 1996 | 0.58 | 2000 | 0.9 | 2004 | 0.43 | 2008 | 1.08 | 2012 | 0.43 |
| 1992 | 0.66 | 1996 | -0.13 | 2000 | 0.78 | 2004 | 0.18 | 2008 | 0.07 | 2012 | -0.57 |
| 1992 | -0.9 | 1996 | 0.01 | 2000 | -0.64 | 2004 | 0.16 | 2008 | 0.53 | 2012 | 0.93 |
| 1992 | -0.98 | 1996 | -1.2 | 2000 | 0.43 | 2004 | -0.14 | 2008 | 0.82 | 2012 | 0.49 |
| 1992 | -1.53 | 1996 | -1.41 | 2000 | 0.88 | 2004 | -0.02 | 2008 | -1.41 | 2012 | 0.37 |
| 1993 | -0.29 | 1997 | -1.7 | 2001 | 1.16 | 2005 | -0.61 | 2009 | 1.28 | 2013 | -0.8 |
| 1993 | 1.23 | 1997 | 0.44 | 2001 | 0.27 | 2005 | -1.21 | 2009 | 0.49 | 2013 | 0.26 |
| 1993 | 1.08 | 1997 | -1.03 | 2001 | 1.58 | 2005 | -0.53 | 2009 | 0.66 | 2013 | 0.79 |
| 1993 | 0.72 | 1997 | 0.5 | 2001 | 0.85 | 2005 | -0.78 | 2009 | -0.19 | 2013 | -1.46 |
| 1993 | 0.36 | 1997 | 0.04 | 2001 | 0.54 | 2005 | -0.97 | 2009 | 0.78 | 2013 | 0.97 |
| 1993 | -0.21 | 1997 | 0.68 | 2001 | 0.97 | 2005 | -0.21 | 2009 | 0.07 | 2013 | 0.07 |
| 1993 | 0.49 | 1997 | 0.49 | 2001 | 0.49 | 2005 | 0.49 | 2009 | 0.99 | 2013 | 0.49 |
| 1993 | 0.73 | 1997 | 0.43 | 2001 | 0.43 | 2005 | 0.43 | 2009 | 0.43 | 2013 | 0.58 |
| 1993 | 1.1 | 1997 | 0.97 | 2001 | 0.53 | 2005 | -0.46 | 2009 | -0.13 | 2013 | -0.67 |
| 1993 | 0.79 | 1997 | -0.23 | 2001 | -0.09 | 2005 | -0.27 | 2009 | 0.95 | 2013 | 0.81 |
| 1993 | 0.27 | 1997 | 1.59 | 2001 | 0.63 | 2005 | -0.53 | 2009 | 0.79 | 2013 | -1.2 |
| 1993 | 0.31 | 1997 | 3.15 | 2001 | 0.14 | 2005 | -0.52 | 2009 | -0.6 | 2013 | 0.7 |
| 1994 | 0.46 | 1998 | 2.21 | 2002 | -1.12 | 2006 | 0.1 | 2010 | -0.86 | 2014 | -0.38 |
| 1994 | -0.1 | 1998 | 2.4 | 2002 | 0.53 | 2006 | 0.59 | 2010 | 0.42 | 2014 | -1.46 |
| 1994 | 0.19 | 1998 | 1.5 | 2002 | 0.22 | 2006 | 1.37 | 2010 | 0.03 | 2014 | 0.11 |
| 1994 | -0.55 | 1998 | 0.73 | 2002 | 1.72 | 2006 | -0.36 | 2010 | -0.1 | 2014 | -0.33 |
| 1994 | 0.45 | 1998 | 0.49 | 2002 | 0.36 | 2006 | -0.65 | 2010 | 0.62 | 2014 | 1.29 |
| 1994 | -0.21 | 1998 | 1.1 | 2002 | 0.97 | 2006 | 1.71 | 2010 | 0.38 | 2014 | -0.17 |
| 1994 | 0.57 | 1998 | 0.49 | 2002 | 0.57 | 2006 | 0.49 | 2010 | 0.49 | 2014 | 0.49 |
| 1994 | 0.43 | 1998 | 0.66 | 2002 | 0.43 | 2006 | 0.58 | 2010 | 0.43 | 2014 | 0.43 |
| 1994 | -0.13 | 1998 | -0.21 | 2002 | -0.21 | 2006 | 0.07 | 2010 | 0.13 | 2014 | 0.49 |
| 1994 | -1.15 | 1998 | -0.27 | 2002 | 0.29 | 2006 | -1.15 | 2010 | -0.44 | 2014 | 0.48 |
| 1994 | 0.17 | 1998 | -0.71 | 2002 | 1.5 | 2006 | 0.31 | 2010 | -0.23 | 2014 | 0.1 |
| 1994 | -0.22 | 1998 | -0.64 | 2002 | 0.14 | 2006 | 0.75 | 2010 | -0.1 | 2014 | 1.03 |
| 1995 | 0.42 | 1999 | -0.02 | 2003 | 0.08 | 2007 | 0.17 | 2011 | -0.03 | 2015 | 0.25 |
| 1995 | -0.33 | 1999 | 1.29 | 2003 | -0.38 | 2007 | -1.28 | 2011 | -1.61 | 2015 | -0.71 |
| 1995 | -0.49 | 1999 | 0.11 | 2003 | -0.79 | 2007 | 0.63 | 2011 | -0.48 | 2015 | 0.92 |
| 1995 | -0.42 | 1999 | 0.08 | 2003 | -0.51 | 2007 | 0.26 | 2011 | 0.99 | 2015 | -0.05 |
| 1995 | -0.49 | 1999 | 2.26 | 2003 | 0.26 | 2007 | -0.2 | 2011 | -0.57 | 2015 | 1.41 |
| 1995 | -0.06 | 1999 | 2.59 | 2003 | 0.68 | 2007 | -0.21 | 2011 | -0.17 | 2015 | -0.21 |
| 1995 | 0.99 | 1999 | 2.14 | 2003 | 0.49 | 2007 | 0.49 | 2011 | 0.49 | 2015 | 0.78 |
| 1995 | 0.43 | 1999 | 0.43 | 2003 | 0.58 | 2007 | 0.79 | 2011 | 0.43 | 2015 | 0.43 |
| 1995 | -0.67 | 1999 | 1.38 | 2003 | -0.57 | 2007 | -0.67 | 2011 | 0 | 2015 | -0.67 |
| 1995 | -0.23 | 1999 | -0.31 | 2003 | -0.97 | 2007 | 0.77 | 2011 | -0.9 | 2015 | -0.48 |
| 1995 | 0.46 | 1999 | -0.14 | 2003 | -0.64 | 2007 | 0.24 | 2011 | -0.58 | 2015 | 1.05 |
| 1995 | 0.5 | 1999 | 0.09 | 2003 | 0.9 | 2007 | -0.49 | 2011 | 0.06 | 2015 | 0.64 |
| 1996 | 0.24 | 2000 | -0.92 | 2004 | -2.14 | 2008 | 0.17 | 2012 | -0.02 | 2016 | -0.03 |
| 1996 | 0.34 | 2000 | 0.78 | 2004 | -0.27 | 2008 | 1.56 | 2012 | 0.53 | 2016 | 0.03 |
| 1996 | 0.34 | 2000 | 1.25 | 2004 | -0.4 | 2008 | 0.36 | 2012 | 0.59 | 2016 | -0.36 |
| 1996 | -0.31 | 2000 | 0.73 | 2004 | -0.26 | 2008 | 1.18 | 2012 | 0.79 | 2016 | 0.64 |
| 1996 | -0.49 | 2000 | 1.84 | 2004 | 0.4 | 2008 | -0.82 | 2012 | 1.04 | 2016 | -0.97 |
| 1996 | 0.83 | 2000 | 0.83 | 2004 | -0.21 | 2008 | 0.38 | 2012 | -0.21 | 2016 | 0.97 |
| 2016 | 0.49 | 2016 | 0.43 | 2016 | -0.67 | 2016 | -0.48 | 2016 | -1.13 | 2016 | -0.35 |

Tabla 47: Valores de SPI 1 de la estación climatológica ordinaria Magdalena.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Año | SPI1 | Año | SPI1 | Año | SPI1 | Año | SPI1 | Año | SPI1 | Año | SPI1 |
| 1969 | -1.59 | 1972 | 0.07 | 1976 | 0.12 | 1980 | 1.85 | 1984 | 0.64 | 1988 | 0.61 |
| 1969 | -0.29 | 1973 | 1.39 | 1976 | 0.44 | 1980 | 0.39 | 1984 | 1.29 | 1988 | -0.33 |
| 1969 | 0.36 | 1973 | -0.29 | 1977 | 1.73 | 1980 | 0.41 | 1984 | -1.29 | 1988 | -0.19 |
| 1969 | 1.05 | 1973 | 0 | 1977 | 1.43 | 1981 | 0.06 | 1984 | -1.15 | 1988 | 0.06 |
| 1969 | -0.97 | 1973 | 1.49 | 1977 | -0.94 | 1981 | 1.26 | 1985 | -1.59 | 1988 | -0.46 |
| 1969 | 0.13 | 1973 | 0.27 | 1977 | 0.17 | 1981 | -0.51 | 1985 | -1.16 | 1989 | -0.24 |
| 1969 | 1.15 | 1973 | 1.3 | 1977 | -0.97 | 1981 | -3.13 | 1985 | -2.07 | 1989 | -0.07 |
| 1969 | 0.61 | 1973 | 1.15 | 1977 | -0.1 | 1981 | -0.19 | 1985 | -2.25 | 1989 | -1.46 |
| 1969 | -0.74 | 1973 | 0.61 | 1977 | 1.15 | 1981 | -0.1 | 1985 | -0.82 | 1989 | -0.13 |
| 1969 | 0.07 | 1973 | 1.59 | 1977 | 0.61 | 1981 | 1.15 | 1985 | -0.1 | 1989 | -0.69 |
| 1969 | 0.87 | 1973 | 0.24 | 1977 | 0.21 | 1981 | 0.61 | 1985 | 1.15 | 1989 | -0.1 |
| 1969 | 0.82 | 1973 | -0.34 | 1977 | -0.94 | 1981 | -0.74 | 1985 | 0.88 | 1989 | 1.15 |
| 1970 | -0.21 | 1973 | -0.03 | 1977 | 0.06 | 1981 | 0.44 | 1985 | 0.33 | 1989 | 0.61 |
| 1970 | -1.16 | 1974 | 0.17 | 1977 | 0.54 | 1981 | -1.15 | 1985 | -1.15 | 1989 | -0.74 |
| 1970 | -0.77 | 1974 | 0.26 | 1978 | -2.04 | 1981 | -0.8 | 1985 | -1.43 | 1989 | -1.38 |
| 1970 | 0.56 | 1974 | -1.04 | 1978 | -0.05 | 1982 | -0.17 | 1985 | -0.8 | 1989 | -1.53 |
| 1970 | 1.1 | 1974 | -0.46 | 1978 | -0.86 | 1982 | -0.94 | 1986 | 0.62 | 1989 | -1.15 |
| 1970 | 1.58 | 1974 | -0.82 | 1978 | -1.53 | 1982 | -1.35 | 1986 | -1.04 | 1990 | -1.1 |
| 1970 | 1.15 | 1974 | 1 | 1978 | 0.92 | 1982 | -0.27 | 1986 | -0.09 | 1990 | -1.53 |
| 1970 | 0.88 | 1974 | 1.15 | 1978 | -0.1 | 1982 | -0.97 | 1986 | 2.46 | 1990 | -1.22 |
| 1970 | 0.44 | 1974 | 0.61 | 1978 | 1.15 | 1982 | -0.1 | 1986 | 2.08 | 1990 | -1.44 |
| 1970 | 2.32 | 1974 | 1 | 1978 | 0.61 | 1982 | 1.15 | 1986 | -0.1 | 1990 | -0.19 |
| 1970 | -0.34 | 1974 | 0.01 | 1978 | 0.64 | 1982 | 0.61 | 1986 | 1.15 | 1990 | 0.31 |
| 1970 | -0.09 | 1974 | 0.23 | 1978 | -1.38 | 1982 | 1.31 | 1986 | 0.61 | 1990 | 1.15 |
| 1971 | -0.53 | 1974 | -0.75 | 1978 | -0.69 | 1982 | 0.24 | 1986 | -0.74 | 1990 | 0.61 |
| 1971 | -0.15 | 1975 | 0.35 | 1978 | -0.84 | 1982 | 1.16 | 1986 | -0.57 | 1990 | -0.74 |
| 1971 | 1.24 | 1975 | 0.33 | 1979 | -0.57 | 1982 | -0.03 | 1986 | -1.53 | 1990 | -1.04 |
| 1971 | 0.14 | 1975 | 0.93 | 1979 | 0.64 | 1983 | -0.88 | 1986 | 1.51 | 1990 | -0.27 |
| 1971 | -0.28 | 1975 | 0.58 | 1979 | 0.42 | 1983 | -0.52 | 1987 | -0.49 | 1990 | -0.8 |
| 1971 | 0.67 | 1975 | -0.28 | 1979 | -1.53 | 1983 | 1.04 | 1987 | -0.24 | 1991 | -1.76 |
| 1971 | 1.22 | 1975 | 0.67 | 1979 | -0.04 | 1983 | 1.95 | 1987 | -2.3 | 1991 | -1.76 |
| 1971 | 1.45 | 1975 | 1.15 | 1979 | -0.1 | 1983 | 1.13 | 1987 | -1.03 | 1991 | -1.5 |
| 1971 | 0.33 | 1975 | 1.45 | 1979 | 1.57 | 1983 | 2.18 | 1987 | -0.97 | 1991 | 0.08 |
| 1971 | 0.24 | 1975 | 1.72 | 1979 | 1.26 | 1983 | 1.15 | 1987 | -0.1 | 1991 | -0.69 |
| 1971 | 0.48 | 1975 | 1.39 | 1979 | -0.18 | 1983 | 0.61 | 1987 | 1.15 | 1991 | -0.1 |
| 1971 | 0.46 | 1975 | -0.13 | 1979 | -1.38 | 1983 | 0.54 | 1987 | 2.45 | 1991 | 1.15 |
| 1972 | 0.01 | 1975 | -1.09 | 1979 | -1.02 | 1983 | -0.65 | 1987 | -0.18 | 1991 | 0.61 |
| 1972 | -0.36 | 1976 | 0.82 | 1979 | -1.15 | 1983 | -0.34 | 1987 | -0.94 | 1991 | -0.63 |
| 1972 | 0.27 | 1976 | -0.49 | 1980 | -1.59 | 1983 | 1.88 | 1987 | -0.42 | 1991 | -0.19 |
| 1972 | -0.5 | 1976 | -0.46 | 1980 | -2.13 | 1984 | -1.04 | 1987 | -1.15 | 1991 | 0.83 |
| 1972 | 0.09 | 1976 | -0.77 | 1980 | -0.28 | 1984 | 2.62 | 1988 | 0.46 | 1991 | -0.2 |
| 1972 | -0.1 | 1976 | 0.33 | 1980 | -1.22 | 1984 | -1.13 | 1988 | -1.16 | 1992 | 0.15 |
| 1972 | 1.15 | 1976 | 1 | 1980 | -0.19 | 1984 | 0.58 | 1988 | -1.07 | 1992 | -1.12 |
| 1972 | 0.61 | 1976 | 1.15 | 1980 | 0.13 | 1984 | 2.76 | 1988 | 0.72 | 1992 | -0.26 |
| 1972 | 0.21 | 1976 | 0.61 | 1980 | 1.15 | 1984 | -0.1 | 1988 | -0.97 | 1992 | -0.27 |
| 1972 | -0.06 | 1976 | -0.74 | 1980 | 0.61 | 1984 | 1.15 | 1988 | -0.1 | 1992 | 0.84 |

Continuación

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1972 | 0.58 | 1976 | -0.57 | 1980 | -0.74 | 1984 | 2.14 | 1988 | 1.15 | 1992 | 0.84 |
| 1992 | 1.15 | 1996 | 1.15 | 2000 | 1.15 | 2004 | 1.57 | 2008 | 1.22 | 2012 | 1.15 |
| 1992 | 0.61 | 1996 | 0.71 | 2000 | 0.88 | 2004 | 0.71 | 2008 | 0.61 | 2012 | 0.61 |
| 1992 | 0.44 | 1996 | 0.09 | 2000 | 0.21 | 2004 | -0.33 | 2008 | 0.92 | 2012 | -0.63 |
| 1992 | 0.29 | 1996 | 0.01 | 2000 | -0.65 | 2004 | 0.34 | 2008 | 0.34 | 2012 | 1.19 |
| 1992 | -1.29 | 1996 | -0.51 | 2000 | 0.95 | 2004 | 0.06 | 2008 | 1.39 | 2012 | 1.36 |
| 1992 | -1.12 | 1996 | -1.15 | 2000 | 1.97 | 2004 | 0.07 | 2008 | -1.15 | 2012 | 0.41 |
| 1993 | 0.3 | 1997 | -1.1 | 2001 | 1.68 | 2005 | 0.49 | 2009 | 2.16 | 2013 | -0.24 |
| 1993 | 0.43 | 1997 | 0.31 | 2001 | -0.27 | 2005 | -1.01 | 2009 | 0.71 | 2013 | 0.91 |
| 1993 | 1.28 | 1997 | -1.25 | 2001 | 1.68 | 2005 | 0.57 | 2009 | 0.59 | 2013 | 1.27 |
| 1993 | 0.97 | 1997 | -0.01 | 2001 | 0.41 | 2005 | -0.98 | 2009 | -0.24 | 2013 | -0.54 |
| 1993 | 0.58 | 1997 | -0.97 | 2001 | 0.75 | 2005 | -0.82 | 2009 | 0.48 | 2013 | 0.99 |
| 1993 | -0.1 | 1997 | -0.1 | 2001 | -0.1 | 2005 | -0.02 | 2009 | 1.15 | 2013 | -0.02 |
| 1993 | 1.15 | 1997 | 1.15 | 2001 | 1.15 | 2005 | 1.15 | 2009 | 2.37 | 2013 | 1.15 |
| 1993 | 0.61 | 1997 | 0.61 | 2001 | 0.61 | 2005 | 0.61 | 2009 | 0.71 | 2013 | 0.61 |
| 1993 | 0.33 | 1997 | 2.91 | 2001 | 0.83 | 2005 | 0.09 | 2009 | -0.74 | 2013 | -0.74 |
| 1993 | 1.29 | 1997 | 0.85 | 2001 | -0.26 | 2005 | -0.19 | 2009 | 1 | 2013 | 1.71 |
| 1993 | 0.44 | 1997 | 2.24 | 2001 | 1.16 | 2005 | -0.79 | 2009 | 0.62 | 2013 | -1.53 |
| 1993 | 0.41 | 1997 | 2.2 | 2001 | 0.19 | 2005 | -0.06 | 2009 | 0.13 | 2013 | 0.84 |
| 1994 | 0.51 | 1998 | 1.62 | 2002 | -0.41 | 2006 | 0.97 | 2010 | -0.41 | 2014 | -0.17 |
| 1994 | 0.64 | 1998 | 1.73 | 2002 | 0.17 | 2006 | 0.74 | 2010 | 0.81 | 2014 | -0.13 |
| 1994 | 0.5 | 1998 | 1.84 | 2002 | 0.79 | 2006 | 1.43 | 2010 | 0.43 | 2014 | 0.48 |
| 1994 | 0.31 | 1998 | 0.6 | 2002 | 0.14 | 2006 | 0.63 | 2010 | 0.14 | 2014 | -0.38 |
| 1994 | -0.28 | 1998 | 0.27 | 2002 | -0.97 | 2006 | -0.97 | 2010 | -0.04 | 2014 | 0.67 |
| 1994 | -0.1 | 1998 | -0.1 | 2002 | 0.49 | 2006 | 1.3 | 2010 | -0.1 | 2014 | 0.31 |
| 1994 | 1.15 | 1998 | 1.15 | 2002 | 1.15 | 2006 | 1.15 | 2010 | 1.15 | 2014 | 1.15 |
| 1994 | 0.61 | 1998 | 0.61 | 2002 | 0.61 | 2006 | 1.45 | 2010 | 0.61 | 2014 | 0.61 |
| 1994 | 0.21 | 1998 | 0.21 | 2002 | 0.33 | 2006 | 0.33 | 2010 | -0.48 | 2014 | -0.04 |
| 1994 | -1.15 | 1998 | 0.13 | 2002 | 1.12 | 2006 | -1.38 | 2010 | -0.65 | 2014 | 1.29 |
| 1994 | 0.18 | 1998 | -0.42 | 2002 | 2.08 | 2006 | 0.34 | 2010 | 0.18 | 2014 | 0.53 |
| 1994 | 0.56 | 1998 | -0.93 | 2002 | 0.9 | 2006 | 1.16 | 2010 | -0.2 | 2014 | 1.03 |
| 1995 | -0.41 | 1999 | 0.82 | 2003 | -0.45 | 2007 | 0.72 | 2011 | 0.4 | 2015 | 1.01 |
| 1995 | 0.26 | 1999 | 1.64 | 2003 | -0.27 | 2007 | -1.69 | 2011 | -0.63 | 2015 | -0.74 |
| 1995 | 0.07 | 1999 | -0.91 | 2003 | -0.03 | 2007 | 1.35 | 2011 | -0.12 | 2015 | 1.09 |
| 1995 | 0.17 | 1999 | 0.41 | 2003 | -0.67 | 2007 | 0.46 | 2011 | 1.68 | 2015 | 0.2 |
| 1995 | 0.21 | 1999 | 1.36 | 2003 | 0.71 | 2007 | 0.03 | 2011 | 0.03 | 2015 | 0.48 |
| 1995 | 0.13 | 1999 | 2.7 | 2003 | 0.49 | 2007 | 0.49 | 2011 | -0.1 | 2015 | -0.1 |
| 1995 | 1.15 | 1999 | 1.97 | 2003 | 1.15 | 2007 | 1.15 | 2011 | 1.15 | 2015 | 1.15 |
| 1995 | 0.61 | 1999 | 0.61 | 2003 | 0.61 | 2007 | 0.88 | 2011 | 0.61 | 2015 | 0.61 |
| 1995 | -0.33 | 1999 | 2.08 | 2003 | -0.63 | 2007 | -0.74 | 2011 | 0.54 | 2015 | -0.74 |
| 1995 | 0.07 | 1999 | -0.74 | 2003 | -1.25 | 2007 | 1.08 | 2011 | -0.48 | 2015 | 0.29 |
| 1995 | -0.27 | 1999 | 0.34 | 2003 | 0.18 | 2007 | 0.34 | 2011 | -0.51 | 2015 | 1.69 |
| 1995 | 0.41 | 1999 | 0.22 | 2003 | 0.27 | 2007 | 0.13 | 2011 | 1.07 | 2015 | 0.66 |
| 1996 | 0.6 | 2000 | -0.24 | 2004 | -1.51 | 2008 | 1.18 | 2012 | 1.15 | 2016 | -0.24 |
| 1996 | 0.61 | 2000 | 0.76 | 2004 | 0.07 | 2008 | 1.21 | 2012 | 1.53 | 2016 | -0.01 |
| 1996 | 0.43 | 2000 | 0.64 | 2004 | -0.53 | 2008 | 0.36 | 2012 | 0.65 | 2016 | 0.54 |
| 1996 | 0.51 | 2000 | 0.63 | 2004 | -0.13 | 2008 | -0.1 | 2012 | 0.6 | 2016 | 0.33 |
| 1996 | -0.69 | 2000 | 1.91 | 2004 | 0.15 | 2008 | 0.03 | 2012 | 0.03 | 2016 | -0.82 |
| 1996 | 0.49 | 2000 | 0.67 | 2004 | -0.1 | 2008 | 0.13 | 2012 | -0.02 | 2016 | 0.67 |
| 2016 | 1.15 | 2016 | 0.61 | 2016 | -0.63 | 2016 | -0.48 | 2016 | -1.43 | 2016 | -0.27 |

Tabla 48: Valores de SPI 1 de la estación climatológica ordinaria Granja Porcón

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Año | SPI1 | Año | SPI1 | Año | SPI1 | Año | SPI1 | Año | SPI1 | Año | SPI1 |
| 1969 | -1.03 | 1972 | 0.37 | 1976 | -1.35 | 1980 | 2.03 | 1984 | 1.84 | 1988 | -0.75 |
| 1969 | 0.03 | 1973 | 0.92 | 1976 | -0.31 | 1980 | 1.61 | 1984 | -2.1 | 1988 | -0.98 |
| 1969 | -0.32 | 1973 | -0.17 | 1977 | 1.02 | 1980 | 0.92 | 1984 | -0.16 | 1988 | 0.14 |
| 1969 | 0.01 | 1973 | 0.53 | 1977 | 1.24 | 1981 | -0.18 | 1984 | -0.9 | 1988 | -0.26 |
| 1969 | -1.74 | 1973 | 1.35 | 1977 | 0.28 | 1981 | 1.4 | 1985 | -1.36 | 1988 | -0.27 |
| 1969 | 1.14 | 1973 | 0.25 | 1977 | -0.13 | 1981 | 0.41 | 1985 | -1.93 | 1989 | 0.21 |
| 1969 | -0.48 | 1973 | 2.1 | 1977 | -0.62 | 1981 | 0.74 | 1985 | 0.62 | 1989 | 0.35 |
| 1969 | -0.22 | 1973 | 1.56 | 1977 | 0.11 | 1981 | 0.34 | 1985 | 2.11 | 1989 | -1.34 |
| 1969 | -0.61 | 1973 | 2.52 | 1977 | 0.25 | 1981 | -0.87 | 1985 | 1.34 | 1989 | -1.18 |
| 1969 | -0.22 | 1973 | 2.11 | 1977 | -0.3 | 1981 | -0.22 | 1985 | -0.54 | 1989 | -1.74 |
| 1969 | 0.71 | 1973 | -1.36 | 1977 | 0.67 | 1981 | -0.45 | 1985 | -0.22 | 1989 | -1.73 |
| 1969 | 0.35 | 1973 | 1.14 | 1977 | 0.33 | 1981 | -1.51 | 1985 | -0.45 | 1989 | -0.89 |
| 1970 | -0.64 | 1973 | 0.39 | 1977 | 0.87 | 1981 | 1.17 | 1985 | -2.03 | 1989 | -1.26 |
| 1970 | -0.49 | 1974 | 0.5 | 1977 | -0.2 | 1981 | -0.46 | 1985 | -2.2 | 1989 | -0.46 |
| 1970 | -0.69 | 1974 | -0.04 | 1978 | -1.23 | 1981 | -0.1 | 1985 | -2.74 | 1989 | -0.64 |
| 1970 | -0.56 | 1974 | 0.13 | 1978 | -0.09 | 1982 | -0.83 | 1985 | -2.03 | 1989 | -1.25 |
| 1970 | 0.11 | 1974 | 1.43 | 1978 | -1.34 | 1982 | -1.9 | 1986 | 0.59 | 1989 | -2.04 |
| 1970 | 0.29 | 1974 | 0 | 1978 | -0.38 | 1982 | -0.96 | 1986 | -1.21 | 1990 | -2.12 |
| 1970 | 0.43 | 1974 | 1.82 | 1978 | 0.79 | 1982 | -1.9 | 1986 | -2.89 | 1990 | -0.98 |
| 1970 | 0.13 | 1974 | 0.9 | 1978 | -0.87 | 1982 | -0.48 | 1986 | -1.51 | 1990 | -1.29 |
| 1970 | 0.17 | 1974 | 1.48 | 1978 | 1.24 | 1982 | 1.43 | 1986 | 1.1 | 1990 | -0.56 |
| 1970 | 0.01 | 1974 | 0.19 | 1978 | -0.45 | 1982 | -0.22 | 1986 | -0.87 | 1990 | -1.18 |
| 1970 | 0.7 | 1974 | 0.06 | 1978 | 0.77 | 1982 | -0.22 | 1986 | -0.22 | 1990 | 0.36 |
| 1970 | -0.4 | 1974 | -0.42 | 1978 | -0.11 | 1982 | -0.58 | 1986 | 1.3 | 1990 | -0.84 |
| 1971 | -0.26 | 1974 | 0.13 | 1978 | 1.32 | 1982 | 1.64 | 1986 | -1.17 | 1990 | -1.11 |
| 1971 | -0.41 | 1975 | 0.02 | 1978 | 1.25 | 1982 | 1.69 | 1986 | -0.99 | 1990 | 1.25 |
| 1971 | 1.37 | 1975 | -1.72 | 1979 | 0.03 | 1982 | 0.79 | 1986 | -0.64 | 1990 | 1.31 |
| 1971 | -0.17 | 1975 | 0.28 | 1979 | 0.38 | 1983 | 1.15 | 1986 | 0.55 | 1990 | 1.04 |
| 1971 | 0.51 | 1975 | 1.67 | 1979 | 1.68 | 1983 | 0.97 | 1987 | 1.98 | 1990 | -0.59 |
| 1971 | 1.16 | 1975 | 0.25 | 1979 | -1 | 1983 | -0.86 | 1987 | 0.08 | 1991 | -0.86 |
| 1971 | 1.86 | 1975 | 0.97 | 1979 | 0.08 | 1983 | 1.99 | 1987 | -0.22 | 1991 | 1.24 |
| 1971 | 0.47 | 1975 | 0.01 | 1979 | -0.05 | 1983 | -2.02 | 1987 | -0.45 | 1991 | 1.51 |
| 1971 | 0.21 | 1975 | 1.37 | 1979 | 1.56 | 1983 | -0.38 | 1987 | 0.4 | 1991 | 0.89 |
| 1971 | 0.98 | 1975 | -0.9 | 1979 | 1.08 | 1983 | -0.16 | 1987 | -0.87 | 1991 | 2.21 |
| 1971 | 0.3 | 1975 | 0.63 | 1979 | 1.76 | 1983 | 0.79 | 1987 | 0.97 | 1991 | -1.19 |
| 1971 | 0.17 | 1975 | 0.09 | 1979 | -0.59 | 1983 | -0.77 | 1987 | -0.45 | 1991 | -0.89 |
| 1972 | -0.03 | 1975 | -1.7 | 1979 | -1.3 | 1983 | 1.12 | 1987 | 0.62 | 1991 | -1.26 |
| 1972 | 0.44 | 1976 | 0.94 | 1979 | 0.19 | 1983 | 0.36 | 1987 | 0.71 | 1991 | 0.27 |
| 1972 | 0.94 | 1976 | 0.28 | 1980 | -0.58 | 1983 | -1.79 | 1987 | 1.01 | 1991 | 0.4 |
| 1972 | 0.69 | 1976 | 0.37 | 1980 | -1.32 | 1984 | -3.08 | 1987 | -0.25 | 1991 | 0.73 |
| 1972 | 0.1 | 1976 | -1.02 | 1980 | 0.2 | 1984 | -2.96 | 1988 | 1.07 | 1991 | 0.96 |
| 1972 | 0.22 | 1976 | 0.16 | 1980 | -0.81 | 1984 | -2.94 | 1988 | 0.03 | 1992 | 0.04 |
| 1972 | 0.16 | 1976 | 0.87 | 1980 | 0.5 | 1984 | 0.45 | 1988 | -1.67 | 1992 | -1.15 |
| 1972 | 1.22 | 1976 | -0.22 | 1980 | 0.03 | 1984 | -2.31 | 1988 | -0.01 | 1992 | -0.73 |
| 1972 | 0.42 | 1976 | 0.19 | 1980 | -0.22 | 1984 | -0.87 | 1988 | -1.74 | 1992 | -0.68 |
| 1972 | -1.1 | 1976 | -0.41 | 1980 | -0.1 | 1984 | 2.37 | 1988 | -0.49 | 1992 | 0.37 |

Continuación

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1972 | 1.14 | 1976 | -0.29 | 1980 | -1.88 | 1984 | 3.54 | 1988 | -0.48 | 1992 | 1.09 |
| 1992 | -0.89 | 1996 | -0.89 | 2000 | -0.77 | 2004 | 1.06 | 2008 | 0.11 | 2012 | -0.89 |
| 1992 | 0.1 | 1996 | -0.03 | 2000 | -0.18 | 2004 | -0.07 | 2008 | -0.4 | 2012 | 0.65 |
| 1992 | 1.2 | 1996 | -0.41 | 2000 | 1.01 | 2004 | 0.39 | 2008 | 0.83 | 2012 | -0.87 |
| 1992 | -0.04 | 1996 | 1.08 | 2000 | -2.15 | 2004 | 0.29 | 2008 | 0.65 | 2012 | 0.19 |
| 1992 | -0.8 | 1996 | -0.71 | 2000 | -1.03 | 2004 | 0.35 | 2008 | -0.02 | 2012 | 0.66 |
| 1992 | 0.26 | 1996 | -1.33 | 2000 | 0.85 | 2004 | 0.88 | 2008 | -1.2 | 2012 | -1.17 |
| 1993 | 0.04 | 1997 | 0.19 | 2001 | 1.29 | 2005 | -0.07 | 2009 | 1.31 | 2013 | -0.25 |
| 1993 | -1.15 | 1997 | 0.14 | 2001 | 0.44 | 2005 | 0.46 | 2009 | 0.2 | 2013 | 0.79 |
| 1993 | 0.89 | 1997 | -0.88 | 2001 | 1.11 | 2005 | 0.73 | 2009 | 0.53 | 2013 | 0.77 |
| 1993 | 2.4 | 1997 | 0.99 | 2001 | -1.13 | 2005 | -1.13 | 2009 | -0.23 | 2013 | 0.34 |
| 1993 | 0.3 | 1997 | -0.06 | 2001 | 0.08 | 2005 | 0.13 | 2009 | 0.64 | 2013 | 1.38 |
| 1993 | -0.28 | 1997 | -0.33 | 2001 | -0.38 | 2005 | 0.89 | 2009 | 0.18 | 2013 | 0.26 |
| 1993 | -0.89 | 1997 | 1 | 2001 | 0.06 | 2005 | -0.89 | 2009 | 0.2 | 2013 | 0.2 |
| 1993 | -0.1 | 1997 | -0.45 | 2001 | -1.26 | 2005 | -0.61 | 2009 | -0.55 | 2013 | 0.38 |
| 1993 | 0.35 | 1997 | 0.31 | 2001 | 1.32 | 2005 | -0.28 | 2009 | -1.13 | 2013 | -1.01 |
| 1993 | 0.19 | 1997 | 0.51 | 2001 | 0.52 | 2005 | 0.35 | 2009 | 0.66 | 2013 | 0.57 |
| 1993 | 0.69 | 1997 | 1.41 | 2001 | 0.23 | 2005 | -1.88 | 2009 | 0.53 | 2013 | -1.75 |
| 1993 | 2.34 | 1997 | 1.39 | 2001 | 0.23 | 2005 | 0.16 | 2009 | 0.83 | 2013 | 0.87 |
| 1994 | 2 | 1998 | 0.03 | 2002 | -1.09 | 2006 | -0.19 | 2010 | -0.63 | 2014 | -0.29 |
| 1994 | 1.34 | 1998 | 1.38 | 2002 | 0.13 | 2006 | 0.12 | 2010 | -0.03 | 2014 | 0.14 |
| 1994 | 1.6 | 1998 | 0.48 | 2002 | 0.97 | 2006 | 0.74 | 2010 | 0.34 | 2014 | 0.02 |
| 1994 | 1.08 | 1998 | 0.83 | 2002 | -0.11 | 2006 | 0.21 | 2010 | -0.04 | 2014 | -0.95 |
| 1994 | 2.52 | 1998 | 0.01 | 2002 | -1.02 | 2006 | -0.4 | 2010 | -0.02 | 2014 | -0.09 |
| 1994 | -0.33 | 1998 | -1.73 | 2002 | 0.07 | 2006 | 1.09 | 2010 | 0.46 | 2014 | -1.28 |
| 1994 | -0.89 | 1998 | -0.89 | 2002 | 0.06 | 2006 | -0.55 | 2010 | 1.15 | 2014 | -0.22 |
| 1994 | 0.04 | 1998 | -0.22 | 2002 | -0.91 | 2006 | -0.18 | 2010 | 0.38 | 2014 | -0.4 |
| 1994 | 0.73 | 1998 | 0.05 | 2002 | -0.3 | 2006 | 0.92 | 2010 | -0.98 | 2014 | 0 |
| 1994 | 1.24 | 1998 | 1.02 | 2002 | 0.82 | 2006 | -1.42 | 2010 | -0.54 | 2014 | -0.33 |
| 1994 | 0.73 | 1998 | 0.26 | 2002 | 0.86 | 2006 | 0.26 | 2010 | -0.47 | 2014 | -0.56 |
| 1994 | -0.09 | 1998 | -0.67 | 2002 | 0.9 | 2006 | 0.36 | 2010 | 0.35 | 2014 | 0.6 |
| 1995 | -0.26 | 1999 | 0.39 | 2003 | -0.68 | 2007 | 0.67 | 2011 | 0.74 | 2015 | 1.46 |
| 1995 | 0.44 | 1999 | 1.93 | 2003 | -0.38 | 2007 | -1.3 | 2011 | -0.23 | 2015 | -0.12 |
| 1995 | -0.05 | 1999 | 0.2 | 2003 | -0.86 | 2007 | 0.77 | 2011 | 0.4 | 2015 | 0.4 |
| 1995 | -0.54 | 1999 | -0.57 | 2003 | -1.36 | 2007 | 0.66 | 2011 | 1.08 | 2015 | -0.84 |
| 1995 | 0.45 | 1999 | 1.11 | 2003 | -0.15 | 2007 | -0.51 | 2011 | -1.64 | 2015 | 1.01 |
| 1995 | -0.67 | 1999 | 0.89 | 2003 | 0.89 | 2007 | -1.68 | 2011 | -0.94 | 2015 | -1.58 |
| 1995 | 1.38 | 1999 | 0.3 | 2003 | 0.66 | 2007 | 1.12 | 2011 | 0.01 | 2015 | -0.22 |
| 1995 | 0.71 | 1999 | -0.68 | 2003 | -0.18 | 2007 | -0.03 | 2011 | -0.75 | 2015 | -1.26 |
| 1995 | -0.25 | 1999 | 2.26 | 2003 | -0.46 | 2007 | -0.9 | 2011 | -0.25 | 2015 | -1.22 |
| 1995 | -0.33 | 1999 | -0.85 | 2003 | -0.26 | 2007 | 0.54 | 2011 | -0.51 | 2015 | -0.46 |
| 1995 | -0.1 | 1999 | 0.05 | 2003 | -0.26 | 2007 | 0.73 | 2011 | -0.53 | 2015 | -0.1 |
| 1995 | 0.91 | 1999 | 0.17 | 2003 | -0.65 | 2007 | 0.21 | 2011 | 1.08 | 2015 | -0.54 |
| 1996 | 0.3 | 2000 | -1.28 | 2004 | -1.19 | 2008 | 0.23 | 2012 | 1.2 | 2016 | 0.01 |
| 1996 | 1.52 | 2000 | 0.5 | 2004 | 0.45 | 2008 | 0.86 | 2012 | 1.04 | 2016 | -0.39 |
| 1996 | 0.56 | 2000 | -0.02 | 2004 | -0.44 | 2008 | 0.19 | 2012 | -0.55 | 2016 | -0.48 |
| 1996 | -0.35 | 2000 | 0.02 | 2004 | -1.34 | 2008 | -0.23 | 2012 | 0.5 | 2016 | -0.41 |
| 1996 | -0.46 | 2000 | 1.05 | 2004 | -0.16 | 2008 | -0.15 | 2012 | 0.4 | 2016 | -1.05 |
| 1996 | 0.79 | 2000 | 0.52 | 2004 | -0.73 | 2008 | 1.35 | 2012 | 0.22 | 2016 | 0.64 |
| 2016 | -0.84 | 2016 | -1.26 | 2016 | -0.49 | 2016 | -2.36 | 2016 | -2.32 | 2016 | -0.57 |

Tabla 49: Valores de SPI 1 de la estación climatológica ordinaria San Juan.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Año | SPI1 | Año | SPI1 | Año | SPI1 | Año | SPI1 | Año | SPI1 | Año | SPI1 |
| 1969 | -1.58 | 1972 | 0.06 | 1976 | -0.5 | 1980 | 1.31 | 1984 | -1.26 | 1988 | 0.54 |
| 1969 | -0.19 | 1973 | 0.97 | 1976 | -0.25 | 1980 | 0.42 | 1984 | -0.25 | 1988 | -0.11 |
| 1969 | -0.07 | 1973 | -0.08 | 1977 | 1.4 | 1980 | -0.19 | 1984 | -1.73 | 1988 | 0.22 |
| 1969 | 0.17 | 1973 | 0.73 | 1977 | 2 | 1981 | 0.12 | 1984 | -1.17 | 1988 | 0.94 |
| 1969 | -1.66 | 1973 | 1.91 | 1977 | -0.12 | 1981 | 1.25 | 1985 | -1.64 | 1988 | -0.54 |
| 1969 | 0.87 | 1973 | 0.34 | 1977 | -0.54 | 1981 | -0.25 | 1985 | -1.58 | 1989 | 0.4 |
| 1969 | 0.75 | 1973 | 1.53 | 1977 | -1.21 | 1981 | -2.34 | 1985 | -3.15 | 1989 | 1.08 |
| 1969 | 0.88 | 1973 | 0.13 | 1977 | -0.63 | 1981 | -0.8 | 1985 | -2.4 | 1989 | 0.32 |
| 1969 | -0.88 | 1973 | 0.28 | 1977 | -0.1 | 1981 | -1.05 | 1985 | -0.37 | 1989 | -0.17 |
| 1969 | 0.26 | 1973 | 1.68 | 1977 | -0.37 | 1981 | -0.1 | 1985 | -1.05 | 1989 | -0.37 |
| 1969 | 1.43 | 1973 | 0.42 | 1977 | 0.11 | 1981 | 0.42 | 1985 | -0.1 | 1989 | -1.05 |
| 1969 | 1.06 | 1973 | 0.23 | 1977 | -0.81 | 1981 | -1.26 | 1985 | -0.37 | 1989 | -0.1 |
| 1970 | 0.43 | 1973 | 0.58 | 1977 | 0.03 | 1981 | 0.8 | 1985 | 0.2 | 1989 | -0.03 |
| 1970 | -1.02 | 1974 | 0.26 | 1977 | -0.29 | 1981 | 0.51 | 1985 | -1.71 | 1989 | 1 |
| 1970 | -0.98 | 1974 | 0.69 | 1978 | -2.38 | 1981 | 0.13 | 1985 | -1.16 | 1989 | 1.31 |
| 1970 | 0.5 | 1974 | -0.84 | 1978 | -0.5 | 1982 | -0.32 | 1985 | -0.04 | 1989 | -1.62 |
| 1970 | 0.3 | 1974 | -0.44 | 1978 | -1.01 | 1982 | -0.78 | 1986 | 0.23 | 1989 | -2.04 |
| 1970 | 1.18 | 1974 | -1.21 | 1978 | -0.95 | 1982 | -1.05 | 1986 | -0.83 | 1990 | 0.04 |
| 1970 | 0.13 | 1974 | 1.32 | 1978 | 1.23 | 1982 | -1.11 | 1986 | -0.24 | 1990 | -0.72 |
| 1970 | 1.07 | 1974 | 0.55 | 1978 | -1.05 | 1982 | -2.04 | 1986 | 1.77 | 1990 | -0.51 |
| 1970 | 0.61 | 1974 | 1.42 | 1978 | 0.75 | 1982 | -1.05 | 1986 | -0.31 | 1990 | -1.24 |
| 1970 | 1.2 | 1974 | 1 | 1978 | -0.37 | 1982 | -0.1 | 1986 | -1.05 | 1990 | 0.38 |
| 1970 | 0.13 | 1974 | -0.09 | 1978 | 0.68 | 1982 | -0.37 | 1986 | -0.1 | 1990 | 1.27 |
| 1970 | -0.13 | 1974 | 0.23 | 1978 | -0.66 | 1982 | -0.05 | 1986 | 0.98 | 1990 | 0.34 |
| 1971 | -0.34 | 1974 | -0.5 | 1978 | -0.7 | 1982 | 0.64 | 1986 | -1.26 | 1990 | -0.2 |
| 1971 | -0.42 | 1975 | -0.27 | 1978 | -0.56 | 1982 | -0.53 | 1986 | -0.31 | 1990 | -1.13 |
| 1971 | 1.12 | 1975 | 0.9 | 1979 | -0.31 | 1982 | 0.26 | 1986 | 1.05 | 1990 | 0.58 |
| 1971 | 0.94 | 1975 | 0.72 | 1979 | -0.57 | 1983 | 0 | 1986 | 2.25 | 1990 | 1.57 |
| 1971 | -0.44 | 1975 | 0.59 | 1979 | 0.61 | 1983 | -1.45 | 1987 | 1.12 | 1990 | 0.08 |
| 1971 | 0.69 | 1975 | 0.52 | 1979 | -1.89 | 1983 | 0.57 | 1987 | 0.1 | 1991 | -1.88 |
| 1971 | 0.75 | 1975 | 1.69 | 1979 | -0.99 | 1983 | 1.22 | 1987 | -1.51 | 1991 | -1.08 |
| 1971 | 2.23 | 1975 | 1.95 | 1979 | -0.82 | 1983 | -0.8 | 1987 | -0.04 | 1991 | -0.12 |
| 1971 | 0.94 | 1975 | 3.45 | 1979 | -0.1 | 1983 | -0.09 | 1987 | -1.49 | 1991 | -0.39 |
| 1971 | 0.64 | 1975 | 1.7 | 1979 | 0.42 | 1983 | -0.1 | 1987 | -1.05 | 1991 | -0.89 |
| 1971 | -0.63 | 1975 | 1.5 | 1979 | 0.42 | 1983 | -0.37 | 1987 | -0.1 | 1991 | -0.63 |
| 1971 | 0.8 | 1975 | 0.16 | 1979 | -1.73 | 1983 | -1.26 | 1987 | 0.88 | 1991 | -0.1 |
| 1972 | -0.6 | 1975 | -1.92 | 1979 | -1.2 | 1983 | -1.73 | 1987 | -0.11 | 1991 | -0.37 |
| 1972 | -0.32 | 1976 | 1.49 | 1979 | -1.64 | 1983 | -1.73 | 1987 | -1.22 | 1991 | -0.78 |
| 1972 | 0.7 | 1976 | -0.1 | 1980 | -1.55 | 1983 | 0.12 | 1987 | 0.21 | 1991 | 0.09 |
| 1972 | 0.25 | 1976 | -0.26 | 1980 | -1.93 | 1984 | -1.14 | 1987 | -0.59 | 1991 | -0.53 |
| 1972 | 0.63 | 1976 | -0.02 | 1980 | -0.74 | 1984 | 1.3 | 1988 | 0.66 | 1991 | -0.06 |
| 1972 | -0.82 | 1976 | 0.96 | 1980 | -0.59 | 1984 | -0.23 | 1988 | 0 | 1992 | 0.19 |
| 1972 | 0.13 | 1976 | -0.21 | 1980 | -1.66 | 1984 | -1.11 | 1988 | -2.05 | 1992 | -1.81 |
| 1972 | -0.37 | 1976 | -0.1 | 1980 | -0.09 | 1984 | 1.23 | 1988 | 0.5 | 1992 | -0.67 |
| 1972 | 0.85 | 1976 | -0.37 | 1980 | -0.1 | 1984 | 0.69 | 1988 | -1.34 | 1992 | 1.39 |
| 1972 | -0.62 | 1976 | -1.26 | 1980 | 0.13 | 1984 | 1.49 | 1988 | -0.33 | 1992 | 0.91 |

Continuación

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1972 | -0.25 | 1976 | -0.81 | 1980 | -0.88 | 1984 | -0.37 | 1988 | -0.1 | 1992 | 1.41 |
| 1992 | -0.03 | 1996 | -0.1 | 2000 | 0.13 | 2004 | 0.95 | 2008 | -0.03 | 2012 | -0.1 |
| 1992 | -0.03 | 1996 | 0.54 | 2000 | 0.54 | 2004 | -0.2 | 2008 | 1.07 | 2012 | -0.03 |
| 1992 | 2.16 | 1996 | -0.17 | 2000 | 1.57 | 2004 | -0.05 | 2008 | 0.75 | 2012 | -0.78 |
| 1992 | 1.72 | 1996 | 0.38 | 2000 | -1.07 | 2004 | 0.57 | 2008 | 0.48 | 2012 | 1.37 |
| 1992 | -0.25 | 1996 | -0.7 | 2000 | -0.16 | 2004 | 0.4 | 2008 | 1.01 | 2012 | 1.46 |
| 1992 | -1.38 | 1996 | -1.35 | 2000 | 0.97 | 2004 | 0.61 | 2008 | -1.84 | 2012 | 0.01 |
| 1993 | -0.25 | 1997 | -0.8 | 2001 | 1.77 | 2005 | 0.15 | 2009 | 1.83 | 2013 | -0.38 |
| 1993 | 0.29 | 1997 | 0.1 | 2001 | -0.53 | 2005 | -0.74 | 2009 | 0.91 | 2013 | 0.8 |
| 1993 | 0.64 | 1997 | -1.79 | 2001 | 1.73 | 2005 | 0.63 | 2009 | 1.33 | 2013 | 1.29 |
| 1993 | 0.8 | 1997 | 0.17 | 2001 | -0.75 | 2005 | -1.45 | 2009 | 0.41 | 2013 | -0.31 |
| 1993 | 0.26 | 1997 | -0.05 | 2001 | 0.79 | 2005 | -0.8 | 2009 | 1.02 | 2013 | 1.2 |
| 1993 | -0.82 | 1997 | 0.43 | 2001 | -0.82 | 2005 | -0.33 | 2009 | 0.27 | 2013 | -0.21 |
| 1993 | 0.75 | 1997 | -0.1 | 2001 | -0.1 | 2005 | -0.1 | 2009 | 1.8 | 2013 | 0.55 |
| 1993 | -0.03 | 1997 | -0.37 | 2001 | -0.37 | 2005 | -0.03 | 2009 | -0.03 | 2013 | 0.98 |
| 1993 | 0.78 | 1997 | 1.22 | 2001 | -0.05 | 2005 | -0.23 | 2009 | -1 | 2013 | -1.13 |
| 1993 | 1.11 | 1997 | 0.67 | 2001 | 0.05 | 2005 | 0.53 | 2009 | 1.04 | 2013 | 0.91 |
| 1993 | 0.58 | 1997 | 1.59 | 2001 | 1.43 | 2005 | -1.04 | 2009 | 1.23 | 2013 | -1.7 |
| 1993 | 1.2 | 1997 | 2.18 | 2001 | -0.41 | 2005 | 0.31 | 2009 | 0.55 | 2013 | 0.05 |
| 1994 | 0.76 | 1998 | 1.61 | 2002 | -1.64 | 2006 | 0.39 | 2010 | -0.6 | 2014 | -0.12 |
| 1994 | 0.29 | 1998 | 1.99 | 2002 | 0.4 | 2006 | 0.24 | 2010 | 0.17 | 2014 | -0.9 |
| 1994 | 0.52 | 1998 | 1.13 | 2002 | 0.99 | 2006 | 1.65 | 2010 | 0.11 | 2014 | 0.2 |
| 1994 | 1.03 | 1998 | 1 | 2002 | 0.19 | 2006 | 0.63 | 2010 | 0.07 | 2014 | -1.14 |
| 1994 | 0.66 | 1998 | 0.91 | 2002 | -0.5 | 2006 | -1.21 | 2010 | 0.76 | 2014 | 1.71 |
| 1994 | -0.33 | 1998 | 0.43 | 2002 | 0.19 | 2006 | 1.13 | 2010 | 0.27 | 2014 | -0.09 |
| 1994 | -0.1 | 1998 | -0.1 | 2002 | 1.65 | 2006 | 0.75 | 2010 | 0.75 | 2014 | -0.1 |
| 1994 | -0.37 | 1998 | 0.42 | 2002 | -0.37 | 2006 | 0.54 | 2010 | -0.37 | 2014 | -0.03 |
| 1994 | -0.05 | 1998 | -0.17 | 2002 | -0.51 | 2006 | 0.91 | 2010 | 0.5 | 2014 | 0.38 |
| 1994 | -1.22 | 1998 | 0.24 | 2002 | 1.36 | 2006 | -1.38 | 2010 | -0.69 | 2014 | -0.36 |
| 1994 | 0.23 | 1998 | -1.2 | 2002 | 1.11 | 2006 | 0.51 | 2010 | 0.21 | 2014 | 0.68 |
| 1994 | 1.65 | 1998 | -0.7 | 2002 | 1.29 | 2006 | 0.95 | 2010 | -0.48 | 2014 | 0.44 |
| 1995 | -0.03 | 1999 | -0.05 | 2003 | -0.24 | 2007 | 0.54 | 2011 | 0.16 | 2015 | 0.39 |
| 1995 | 0.4 | 1999 | 2.56 | 2003 | -0.68 | 2007 | -1.45 | 2011 | -0.68 | 2015 | -0.92 |
| 1995 | -0.86 | 1999 | -0.55 | 2003 | -0.33 | 2007 | 1.18 | 2011 | -0.02 | 2015 | 1.38 |
| 1995 | -0.46 | 1999 | -0.08 | 2003 | -0.44 | 2007 | 0.63 | 2011 | 1.81 | 2015 | -0.13 |
| 1995 | 0.18 | 1999 | 1.45 | 2003 | 0.63 | 2007 | -0.44 | 2011 | -0.89 | 2015 | 1.4 |
| 1995 | -0.47 | 1999 | 2.08 | 2003 | 1.41 | 2007 | -0.63 | 2011 | -0.09 | 2015 | -0.82 |
| 1995 | 0.34 | 1999 | 2.1 | 2003 | 0.75 | 2007 | 0.13 | 2011 | 1.49 | 2015 | -0.03 |
| 1995 | -0.37 | 1999 | -0.2 | 2003 | -0.03 | 2007 | 0.54 | 2011 | -0.37 | 2015 | -0.03 |
| 1995 | -0.51 | 1999 | 1.5 | 2003 | -0.68 | 2007 | -1 | 2011 | 0.5 | 2015 | 0.06 |
| 1995 | 0.2 | 1999 | -0.73 | 2003 | -0.49 | 2007 | 0.89 | 2011 | -1.02 | 2015 | -1.12 |
| 1995 | -0.1 | 1999 | 0.44 | 2003 | -0.19 | 2007 | 0.7 | 2011 | -0.67 | 2015 | 1 |
| 1995 | 0.48 | 1999 | 0.76 | 2003 | -0.01 | 2007 | -0.68 | 2011 | 1.13 | 2015 | -0.75 |
| 1996 | 0.46 | 2000 | -0.12 | 2004 | -1.64 | 2008 | 1.4 | 2012 | 1.6 | 2016 | -0.38 |
| 1996 | 0.34 | 2000 | 1.18 | 2004 | 0.55 | 2008 | 1.18 | 2012 | 0.61 | 2016 | -0.19 |
| 1996 | 0.74 | 2000 | 0.68 | 2004 | -1.18 | 2008 | 0.19 | 2012 | -0.44 | 2016 | 0.05 |
| 1996 | -0.54 | 2000 | 0.87 | 2004 | -0.2 | 2008 | 1.64 | 2012 | 0.09 | 2016 | 0.21 |
| 1996 | -0.72 | 2000 | 1.54 | 2004 | 0.56 | 2008 | 0.34 | 2012 | 1.33 | 2016 | -0.8 |
| 1996 | 0.5 | 2000 | 1.91 | 2004 | -0.47 | 2008 | -0.21 | 2012 | -0.47 | 2016 | 0.19 |
| 2016 | -0.1 | 2016 | -0.37 | 2016 | -0.68 | 2016 | -0.98 | 2016 | -1.28 | 2016 | 0.26 |

Tabla 50: Valores de SPI 1 de la estación climatológica ordinaria San Pablo

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Año | SPI1 | Año | SPI1 | Año | SPI1 | Año | SPI1 | Año | SPI1 | Año | SPI1 |
| 1969 | -0.62 | 1972 | -2.04 | 1976 | -0.49 | 1980 | -3.11 | 1984 | 0.85 | 1988 | -0.3 |
| 1969 | 0.75 | 1973 | 1.89 | 1976 | -1.39 | 1980 | -2.4 | 1984 | 1.46 | 1988 | -0.2 |
| 1969 | -0.34 | 1973 | 1.39 | 1977 | -1.35 | 1980 | 1.27 | 1984 | 0.51 | 1988 | -0.13 |
| 1969 | -0.51 | 1973 | -0.64 | 1977 | 0.31 | 1981 | -0.16 | 1984 | 0.77 | 1988 | 0.98 |
| 1969 | -1.56 | 1973 | 0.52 | 1977 | -1.37 | 1981 | 1.59 | 1985 | 0.68 | 1988 | 1.02 |
| 1969 | 0.04 | 1973 | -2.86 | 1977 | -1.85 | 1981 | -1.74 | 1985 | 1.67 | 1989 | -1.4 |
| 1969 | -0.17 | 1973 | 1.05 | 1977 | 0.63 | 1981 | -0.89 | 1985 | 0.93 | 1989 | -0.96 |
| 1969 | 0.34 | 1973 | -0.14 | 1977 | 0.95 | 1981 | -1.05 | 1985 | 0.26 | 1989 | -0.24 |
| 1969 | 0.79 | 1973 | -0.69 | 1977 | 0.98 | 1981 | 0.57 | 1985 | 1.04 | 1989 | -0.28 |
| 1969 | -0.42 | 1973 | -0.18 | 1977 | 1.03 | 1981 | 0.74 | 1985 | 0.34 | 1989 | -0.29 |
| 1969 | -0.72 | 1973 | 0.83 | 1977 | 0.45 | 1981 | 0.22 | 1985 | 0.9 | 1989 | -0.45 |
| 1969 | 1 | 1973 | -2.3 | 1977 | 0.19 | 1981 | -1.03 | 1985 | 1.52 | 1989 | -0.89 |
| 1970 | 1.51 | 1973 | 0.28 | 1977 | 0.33 | 1981 | -1.96 | 1985 | 0.4 | 1989 | 0.12 |
| 1970 | -1.17 | 1974 | -1.22 | 1977 | 0.32 | 1981 | 0.49 | 1985 | 1.06 | 1989 | 0.35 |
| 1970 | 0.47 | 1974 | -2.04 | 1978 | 1.34 | 1981 | 0.59 | 1985 | 1.08 | 1989 | -0.94 |
| 1970 | 0.17 | 1974 | -1.01 | 1978 | -0.4 | 1982 | 1.42 | 1985 | -0.84 | 1989 | -0.7 |
| 1970 | 1.02 | 1974 | 0.41 | 1978 | 1.43 | 1982 | -0.19 | 1986 | 0.48 | 1989 | -1.87 |
| 1970 | -1.46 | 1974 | -0.47 | 1978 | 2.49 | 1982 | -0.82 | 1986 | -0.17 | 1990 | -0.43 |
| 1970 | -0.36 | 1974 | -0.25 | 1978 | 0.14 | 1982 | -0.91 | 1986 | -0.78 | 1990 | -1.98 |
| 1970 | -2.54 | 1974 | 1.49 | 1978 | 0.76 | 1982 | 1.26 | 1986 | 1.41 | 1990 | -0.14 |
| 1970 | 1.48 | 1974 | -0.8 | 1978 | 1.36 | 1982 | -0.25 | 1986 | 0.66 | 1990 | 0.19 |
| 1970 | -0.89 | 1974 | -0.65 | 1978 | 0.32 | 1982 | 0.31 | 1986 | -1.46 | 1990 | -0.15 |
| 1970 | 1.79 | 1974 | -0.94 | 1978 | -1.13 | 1982 | 0.41 | 1986 | -0.36 | 1990 | 1.87 |
| 1970 | -1.49 | 1974 | -1.82 | 1978 | -0.44 | 1982 | -0.57 | 1986 | 1.66 | 1990 | 0.54 |
| 1971 | -2.02 | 1974 | -0.22 | 1978 | 0.36 | 1982 | 0.32 | 1986 | 0.75 | 1990 | 0.96 |
| 1971 | -0.78 | 1975 | -0.26 | 1978 | 0.08 | 1982 | 0.15 | 1986 | 0.34 | 1990 | -0.2 |
| 1971 | 0.68 | 1975 | 0.66 | 1979 | -0.59 | 1982 | -0.57 | 1986 | -1.56 | 1990 | 0.82 |
| 1971 | 0.7 | 1975 | 0.68 | 1979 | -0.32 | 1983 | -1.44 | 1986 | 1.12 | 1990 | 1.3 |
| 1971 | -0.15 | 1975 | -0.84 | 1979 | -1.22 | 1983 | -1.29 | 1987 | 1.08 | 1990 | 1.8 |
| 1971 | -0.77 | 1975 | -0.32 | 1979 | -0.21 | 1983 | 1.23 | 1987 | 0.69 | 1991 | -1.76 |
| 1971 | -0.97 | 1975 | -0.84 | 1979 | -0.87 | 1983 | 0.48 | 1987 | -1.04 | 1991 | -0.17 |
| 1971 | 0.04 | 1975 | 1.81 | 1979 | 1.12 | 1983 | 1.61 | 1987 | 0.43 | 1991 | 0.82 |
| 1971 | -1.17 | 1975 | 1.65 | 1979 | 1.62 | 1983 | -0.05 | 1987 | -0.77 | 1991 | -1.38 |
| 1971 | 0.27 | 1975 | -0.48 | 1979 | -0.55 | 1983 | 0.16 | 1987 | 0.58 | 1991 | -1.35 |
| 1971 | 1.16 | 1975 | -1.63 | 1979 | 0.06 | 1983 | -0.3 | 1987 | 0.57 | 1991 | -0.08 |
| 1971 | -1.36 | 1975 | -0.56 | 1979 | -0.68 | 1983 | 0.61 | 1987 | -0.59 | 1991 | -0.89 |
| 1972 | 0.76 | 1975 | -0.3 | 1979 | 0.44 | 1983 | 0.83 | 1987 | -0.79 | 1991 | 1.57 |
| 1972 | 0.35 | 1976 | 0.86 | 1979 | 0.47 | 1983 | 0.31 | 1987 | -0.94 | 1991 | -0.06 |
| 1972 | 0.94 | 1976 | 1.06 | 1980 | -0.33 | 1983 | 0.03 | 1987 | 0.22 | 1991 | 0.42 |
| 1972 | -2.3 | 1976 | -1.37 | 1980 | -0.93 | 1984 | 0.91 | 1987 | -1.72 | 1991 | -0.17 |
| 1972 | -1.01 | 1976 | -0.21 | 1980 | -0.99 | 1984 | 0.25 | 1988 | -0.51 | 1991 | -0.64 |
| 1972 | 0.67 | 1976 | 0.75 | 1980 | -1.32 | 1984 | -0.62 | 1988 | -0.34 | 1992 | -0.48 |
| 1972 | -0.68 | 1976 | -0.42 | 1980 | -0.83 | 1984 | 1.41 | 1988 | -0.97 | 1992 | -0.71 |
| 1972 | -2.54 | 1976 | -2.74 | 1980 | -0.36 | 1984 | 1.19 | 1988 | -1.38 | 1992 | -0.7 |
| 1972 | 0.73 | 1976 | 0.8 | 1980 | -1.77 | 1984 | 1.22 | 1988 | 0.2 | 1992 | -2.15 |
| 1972 | 1.42 | 1976 | 0.81 | 1980 | -1.33 | 1984 | -0.61 | 1988 | -1.12 | 1992 | -0.37 |

Continuación

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1972 | 0.11 | 1976 | 0.45 | 1980 | -3.14 | 1984 | 1.76 | 1988 | -1.32 | 1992 | -0.84 |
| 1992 | 0.68 | 1996 | 0.54 | 2000 | 1.32 | 2004 | 0.05 | 2008 | -0.8 | 2012 | -1.16 |
| 1992 | 0.12 | 1996 | 0.82 | 2000 | -0.15 | 2004 | 0.44 | 2008 | 0.68 | 2012 | -1.28 |
| 1992 | 0.89 | 1996 | 0.25 | 2000 | 0.73 | 2004 | -0.94 | 2008 | 0.45 | 2012 | -2.22 |
| 1992 | 0.02 | 1996 | 1.54 | 2000 | -0.09 | 2004 | 1.41 | 2008 | -0.05 | 2012 | 0.98 |
| 1992 | -0.82 | 1996 | -0.72 | 2000 | -1.67 | 2004 | 0.76 | 2008 | -0.23 | 2012 | 0.79 |
| 1992 | 0.4 | 1996 | 1.03 | 2000 | 0.79 | 2004 | 0.17 | 2008 | 1.24 | 2012 | 1.3 |
| 1993 | 0.68 | 1997 | -1.22 | 2001 | 0.15 | 2005 | 0.71 | 2009 | 1.38 | 2013 | 1.45 |
| 1993 | 2.1 | 1997 | 1.26 | 2001 | 0.34 | 2005 | -0.11 | 2009 | -0.2 | 2013 | 1.08 |
| 1993 | 1.82 | 1997 | -0.4 | 2001 | 1.18 | 2005 | -0.82 | 2009 | 0.44 | 2013 | 1.7 |
| 1993 | -0.26 | 1997 | -0.34 | 2001 | 1.18 | 2005 | 1.16 | 2009 | 2.09 | 2013 | 0.23 |
| 1993 | 0.55 | 1997 | 0.75 | 2001 | -0.47 | 2005 | -0.67 | 2009 | 1.08 | 2013 | 0.8 |
| 1993 | 0.57 | 1997 | -2.74 | 2001 | -1.46 | 2005 | -0.31 | 2009 | 0.45 | 2013 | 0.77 |
| 1993 | 0 | 1997 | -1.27 | 2001 | 0.48 | 2005 | -0.64 | 2009 | -0.76 | 2013 | -1.02 |
| 1993 | -0.3 | 1997 | 0.12 | 2001 | 0.25 | 2005 | -0.8 | 2009 | -0.8 | 2013 | 0.32 |
| 1993 | -1.52 | 1997 | 1.43 | 2001 | -0.55 | 2005 | -1.65 | 2009 | 0.93 | 2013 | 1.02 |
| 1993 | 0.72 | 1997 | -2 | 2001 | 1.04 | 2005 | -0.05 | 2009 | -0.2 | 2013 | 0.68 |
| 1993 | -0.61 | 1997 | 0.13 | 2001 | 0.11 | 2005 | 1.93 | 2009 | -0.49 | 2013 | -0.17 |
| 1993 | 0.46 | 1997 | -0.71 | 2001 | 0.93 | 2005 | 1.11 | 2009 | -1.03 | 2013 | -0.32 |
| 1994 | -0.07 | 1998 | -0.21 | 2002 | -1.64 | 2006 | -0.01 | 2010 | -1.44 | 2014 | -0.28 |
| 1994 | -0.38 | 1998 | 0.66 | 2002 | -1.5 | 2006 | 0.23 | 2010 | 0.31 | 2014 | 0.74 |
| 1994 | 1.02 | 1998 | 1.62 | 2002 | -1.45 | 2006 | 0.39 | 2010 | -0.38 | 2014 | 0.24 |
| 1994 | 0.88 | 1998 | -0.75 | 2002 | -0.11 | 2006 | 0 | 2010 | -0.28 | 2014 | 0.78 |
| 1994 | -0.24 | 1998 | 0.69 | 2002 | 0.02 | 2006 | -0.77 | 2010 | -0.42 | 2014 | -1.56 |
| 1994 | 2.62 | 1998 | 0.02 | 2002 | 0.44 | 2006 | 1.09 | 2010 | -0.25 | 2014 | -1.64 |
| 1994 | 2.26 | 1998 | 0.11 | 2002 | 1.34 | 2006 | 0.26 | 2010 | -0.72 | 2014 | 0.63 |
| 1994 | 0.76 | 1998 | 1 | 2002 | -0.04 | 2006 | -0.66 | 2010 | -0.69 | 2014 | -0.15 |
| 1994 | 0.89 | 1998 | 0.64 | 2002 | -0.14 | 2006 | 0.81 | 2010 | 0.95 | 2014 | 0.85 |
| 1994 | -0.05 | 1998 | 0.72 | 2002 | -0.7 | 2006 | 0.23 | 2010 | -1.29 | 2014 | 1.09 |
| 1994 | 1.74 | 1998 | -1.52 | 2002 | -0.95 | 2006 | -0.15 | 2010 | 0.82 | 2014 | 0.31 |
| 1994 | 0.7 | 1998 | -0.84 | 2002 | -0.84 | 2006 | -0.84 | 2010 | 0.28 | 2014 | -0.89 |
| 1995 | -0.51 | 1999 | 0.95 | 2003 | 0.27 | 2007 | 0.79 | 2011 | -0.33 | 2015 | 1.16 |
| 1995 | -0.83 | 1999 | 0.59 | 2003 | 0.28 | 2007 | -1.71 | 2011 | -1.26 | 2015 | 1.01 |
| 1995 | 1.88 | 1999 | -0.56 | 2003 | -0.31 | 2007 | 1.78 | 2011 | 0.71 | 2015 | -0.26 |
| 1995 | -0.89 | 1999 | 0.33 | 2003 | 0.29 | 2007 | -0.69 | 2011 | 0.7 | 2015 | 1.48 |
| 1995 | -0.06 | 1999 | 2.38 | 2003 | 0.22 | 2007 | 1.74 | 2011 | 1.44 | 2015 | 1.01 |
| 1995 | -1.12 | 1999 | 0.49 | 2003 | 1.31 | 2007 | -0.91 | 2011 | 0.51 | 2015 | 0.04 |
| 1995 | -0.3 | 1999 | 0.94 | 2003 | -0.64 | 2007 | -0.97 | 2011 | -0.4 | 2015 | 0.05 |
| 1995 | -1.85 | 1999 | 1.02 | 2003 | 0.74 | 2007 | -0.33 | 2011 | -1.43 | 2015 | -0.8 |
| 1995 | -0.38 | 1999 | -0.63 | 2003 | 0.12 | 2007 | 0.23 | 2011 | 1.95 | 2015 | -1.47 |
| 1995 | -0.79 | 1999 | -0.68 | 2003 | 0.27 | 2007 | 1.06 | 2011 | -0.82 | 2015 | 1.1 |
| 1995 | -0.68 | 1999 | 0.76 | 2003 | 0.64 | 2007 | 0.73 | 2011 | 0.51 | 2015 | 0.99 |
| 1995 | -0.57 | 1999 | -0.84 | 2003 | 1.92 | 2007 | -0.45 | 2011 | 1.04 | 2015 | -0.12 |
| 1996 | 0.77 | 2000 | -0.74 | 2004 | -0.62 | 2008 | 0.28 | 2012 | 1.06 | 2016 | -0.93 |
| 1996 | -0.32 | 2000 | 1.52 | 2004 | -0.53 | 2008 | -0.22 | 2012 | 0.15 | 2016 | 0.31 |
| 1996 | -1.15 | 2000 | -0.19 | 2004 | -1.22 | 2008 | 0.11 | 2012 | 0.71 | 2016 | -0.14 |
| 1996 | -0.21 | 2000 | 0.2 | 2004 | -0.53 | 2008 | -0.18 | 2012 | 0.87 | 2016 | -0.2 |
| 1996 | -0.27 | 2000 | -1.26 | 2004 | -0.7 | 2008 | -0.06 | 2012 | -0.8 | 2016 | 0.24 |
| 1996 | -1.31 | 2000 | 0.19 | 2004 | 0.65 | 2008 | -1.03 | 2012 | 0.62 | 2016 | 0.3 |
| 2016 | 0.48 | 2016 | 0.44 | 2016 | 0.06 | 2016 | -0.28 | 2016 | -0.58 | 2016 | 0.27 |

Tabla 51: Valores de SPI 1 de la estación. MAP Augusto Weberbauer.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Año | SPI1 | Año | SPI1 | Año | SPI1 | Año | SPI1 | Año | SPI1 | Año | SPI1 |
| 1969 | -0.82 | 1972 | -0.33 | 1976 | 0.43 | 1980 | 1.64 | 1984 | 0.56 | 1988 | 2.22 |
| 1969 | -0.31 | 1973 | 0.57 | 1976 | -0.51 | 1980 | 1.38 | 1984 | 0.33 | 1988 | 1.58 |
| 1969 | -0.44 | 1973 | -0.38 | 1977 | 1.22 | 1980 | 0.94 | 1984 | 1.09 | 1988 | 0.22 |
| 1969 | 0.84 | 1973 | -0.28 | 1977 | 1.06 | 1981 | 0.2 | 1984 | 0.89 | 1988 | 0.17 |
| 1969 | -2.29 | 1973 | 1.22 | 1977 | 0.56 | 1981 | 1.64 | 1985 | -1.54 | 1988 | 0.29 |
| 1969 | 1.08 | 1973 | 0.24 | 1977 | -0.89 | 1981 | -0.01 | 1985 | -1.24 | 1989 | 0.41 |
| 1969 | -1.05 | 1973 | 1.64 | 1977 | 0.19 | 1981 | -1.4 | 1985 | -1.71 | 1989 | 1.25 |
| 1969 | 0.65 | 1973 | 0.58 | 1977 | 0.01 | 1981 | -0.5 | 1985 | -0.95 | 1989 | -1.46 |
| 1969 | -0.37 | 1973 | 1.13 | 1977 | 0.58 | 1981 | -0.11 | 1985 | 1.28 | 1989 | 0.81 |
| 1969 | -0.07 | 1973 | 2.02 | 1977 | -1.05 | 1981 | 0.44 | 1985 | -1.73 | 1989 | -0.22 |
| 1969 | 1.27 | 1973 | 0.25 | 1977 | -0.5 | 1981 | 0.65 | 1985 | 0.12 | 1989 | 0.87 |
| 1969 | 1.79 | 1973 | 0.32 | 1977 | -0.14 | 1981 | -0.13 | 1985 | 1.13 | 1989 | -0.27 |
| 1970 | 0.04 | 1973 | 0.24 | 1977 | -0.09 | 1981 | 1.3 | 1985 | 0.56 | 1989 | -0.22 |
| 1970 | -1.24 | 1974 | -0.14 | 1977 | 0.15 | 1981 | -0.41 | 1985 | -0.23 | 1989 | 1.15 |
| 1970 | -0.52 | 1974 | 0.77 | 1978 | -2.32 | 1981 | 1.01 | 1985 | -1.45 | 1989 | 1.2 |
| 1970 | -0.32 | 1974 | -0.22 | 1978 | -1.55 | 1982 | 0.06 | 1985 | -0.64 | 1989 | -0.38 |
| 1970 | 0.57 | 1974 | -0.15 | 1978 | -1.31 | 1982 | 0.32 | 1986 | 0.34 | 1989 | -3.25 |
| 1970 | 1.08 | 1974 | -1.58 | 1978 | -1.22 | 1982 | -0.61 | 1986 | -1.04 | 1990 | 0.71 |
| 1970 | -0.27 | 1974 | 0.87 | 1978 | 1.68 | 1982 | 0.94 | 1986 | -0.18 | 1990 | -0.43 |
| 1970 | -0.7 | 1974 | 0.44 | 1978 | -0.58 | 1982 | 0.74 | 1986 | 1.83 | 1990 | -1.05 |
| 1970 | -0.37 | 1974 | 1.61 | 1978 | -0.06 | 1982 | 0.01 | 1986 | -0.42 | 1990 | -1.87 |
| 1970 | 1.12 | 1974 | 0.64 | 1978 | -0.53 | 1982 | -0.51 | 1986 | -1.36 | 1990 | 0.82 |
| 1970 | -0.23 | 1974 | 0.38 | 1978 | -0.02 | 1982 | -0.07 | 1986 | -0.79 | 1990 | 1.41 |
| 1970 | -0.21 | 1974 | -0.13 | 1978 | -1.32 | 1982 | 0.82 | 1986 | 0.86 | 1990 | -0.79 |
| 1971 | -0.31 | 1974 | 0.33 | 1978 | -0.13 | 1982 | 1.55 | 1986 | -2.74 | 1990 | -0.07 |
| 1971 | 0.22 | 1975 | 0.51 | 1978 | -0.48 | 1982 | 0.29 | 1986 | -0.44 | 1990 | -0.25 |
| 1971 | 2.12 | 1975 | 1.24 | 1979 | 0.34 | 1982 | 0.57 | 1986 | 0.26 | 1990 | 0.8 |
| 1971 | -0.32 | 1975 | 1.31 | 1979 | -0.12 | 1983 | 1 | 1986 | -0.27 | 1990 | 1.11 |
| 1971 | -1.15 | 1975 | 0.32 | 1979 | 0.82 | 1983 | -0.29 | 1987 | 0.64 | 1990 | 0.24 |
| 1971 | 0.44 | 1975 | 1.71 | 1979 | -1.22 | 1983 | 0.71 | 1987 | 0.16 | 1991 | -0.75 |
| 1971 | 1.64 | 1975 | 0.24 | 1979 | -0.42 | 1983 | 1.45 | 1987 | -1.64 | 1991 | 0.05 |
| 1971 | 1.04 | 1975 | 0.44 | 1979 | -1.04 | 1983 | 0.43 | 1987 | -0.46 | 1991 | 0.44 |
| 1971 | 0.17 | 1975 | 1.22 | 1979 | 0.58 | 1983 | 0.24 | 1987 | -0.84 | 1991 | -0.32 |
| 1971 | 0.84 | 1975 | 0.86 | 1979 | 0.95 | 1983 | 0.84 | 1987 | -0.58 | 1991 | -0.28 |
| 1971 | -0.41 | 1975 | 0.61 | 1979 | 0.44 | 1983 | -0.7 | 1987 | 0.96 | 1991 | -1.36 |
| 1971 | 0.12 | 1975 | 0.23 | 1979 | -1.32 | 1983 | -0.31 | 1987 | 0.55 | 1991 | -1.05 |
| 1972 | -0.37 | 1975 | -4.01 | 1979 | -1.33 | 1983 | 0.77 | 1987 | 0.68 | 1991 | -1.05 |
| 1972 | -0.46 | 1976 | 1.22 | 1979 | -0.42 | 1983 | -1.22 | 1987 | -0.71 | 1991 | -0.99 |
| 1972 | 0.12 | 1976 | -0.59 | 1980 | -1.08 | 1983 | 1.13 | 1987 | 0.49 | 1991 | -1.11 |
| 1972 | 0.5 | 1976 | -0.5 | 1980 | -1.24 | 1984 | -1.54 | 1987 | -0.02 | 1991 | -0.09 |
| 1972 | -0.28 | 1976 | -0.32 | 1980 | -0.87 | 1984 | 2.22 | 1988 | 0.87 | 1991 | 0.24 |
| 1972 | -0.58 | 1976 | 0.93 | 1980 | -1.72 | 1984 | 0.29 | 1988 | 0.37 | 1992 | -0.46 |
| 1972 | -0.27 | 1976 | 1.28 | 1980 | -1.28 | 1984 | 0.64 | 1988 | -1.43 | 1992 | -1.64 |
| 1972 | 1.38 | 1976 | -1.05 | 1980 | 0.71 | 1984 | 1.79 | 1988 | 1.16 | 1992 | -0.82 |
| 1972 | 0.22 | 1976 | -0.53 | 1980 | -0.27 | 1984 | 1.41 | 1988 | -0.84 | 1992 | -0.69 |
| 1972 | -0.97 | 1976 | -0.81 | 1980 | -0.22 | 1984 | 2.04 | 1988 | -0.41 | 1992 | -0.22 |

Continuación

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1972 | 0.29 | 1976 | -0.92 | 1980 | -2.3 | 1984 | 1.22 | 1988 | -1.05 | 1992 | 1.15 |
| 1992 | 0.12 | 1996 | -0.79 | 2000 | -0.51 | 2004 | 2.46 | 2008 | -0.51 | 2012 | -1.05 |
| 1992 | 0.32 | 1996 | 0.95 | 2000 | 0.65 | 2004 | 1.22 | 2008 | 0.55 | 2012 | -1.05 |
| 1992 | 0.71 | 1996 | -0.65 | 2000 | 1.24 | 2004 | 1.41 | 2008 | 0.48 | 2012 | -0.31 |
| 1992 | 0.19 | 1996 | 0.51 | 2000 | -2.37 | 2004 | 0.91 | 2008 | 0.99 | 2012 | -0.27 |
| 1992 | -1.01 | 1996 | 0.34 | 2000 | -0.45 | 2004 | 1.65 | 2008 | 0.43 | 2012 | -0.45 |
| 1992 | -0.86 | 1996 | -0.86 | 2000 | 1.2 | 2004 | 0.85 | 2008 | -0.86 | 2012 | -1.45 |
| 1993 | -0.23 | 1997 | -0.14 | 2001 | 2.12 | 2005 | 0.36 | 2009 | 1.98 | 2013 | -2.23 |
| 1993 | 0.49 | 1997 | 1.17 | 2001 | 0.28 | 2005 | 0.61 | 2009 | -0.29 | 2013 | -0.82 |
| 1993 | 1.82 | 1997 | -2.13 | 2001 | 1.66 | 2005 | 0.47 | 2009 | 0.07 | 2013 | 0.12 |
| 1993 | 1.36 | 1997 | -1.05 | 2001 | -0.24 | 2005 | -0.37 | 2009 | 0.61 | 2013 | -1.05 |
| 1993 | 0.39 | 1997 | -0.35 | 2001 | 1.11 | 2005 | -1.28 | 2009 | 0.89 | 2013 | 0.48 |
| 1993 | -1.04 | 1997 | 0.71 | 2001 | -1.04 | 2005 | -0.41 | 2009 | 0.87 | 2013 | 0.01 |
| 1993 | -0.27 | 1997 | -1.05 | 2001 | 1.27 | 2005 | -0.79 | 2009 | 1.07 | 2013 | -1.05 |
| 1993 | -0.7 | 1997 | -1.05 | 2001 | -1.05 | 2005 | -0.53 | 2009 | -0.53 | 2013 | -0.53 |
| 1993 | 1.06 | 1997 | 0.13 | 2001 | 0.44 | 2005 | 0.31 | 2009 | -0.81 | 2013 | -2.01 |
| 1993 | 1.18 | 1997 | -0.2 | 2001 | -0.37 | 2005 | 0.89 | 2009 | 0.58 | 2013 | 0.58 |
| 1993 | 0.4 | 1997 | 1.4 | 2001 | 0.97 | 2005 | -1.12 | 2009 | 1.34 | 2013 | -1.92 |
| 1993 | 0.5 | 1997 | 1.31 | 2001 | 0.65 | 2005 | 0.59 | 2009 | 0.29 | 2013 | -0.79 |
| 1994 | 1 | 1998 | 0.77 | 2002 | -1.44 | 2006 | 0.32 | 2010 | -0.55 | 2014 | -0.31 |
| 1994 | 0.32 | 1998 | 0.58 | 2002 | -0.65 | 2006 | 0.3 | 2010 | 0.5 | 2014 | -1.47 |
| 1994 | 0.95 | 1998 | 1.94 | 2002 | 0.43 | 2006 | 1.31 | 2010 | 0.73 | 2014 | -0.2 |
| 1994 | 2.45 | 1998 | 0.77 | 2002 | 0.54 | 2006 | 0.57 | 2010 | 0.91 | 2014 | -1.28 |
| 1994 | 0.39 | 1998 | -0.15 | 2002 | 0.02 | 2006 | -1.15 | 2010 | -0.28 | 2014 | 0.34 |
| 1994 | 0.35 | 1998 | -0.41 | 2002 | 0.13 | 2006 | 1.34 | 2010 | -0.41 | 2014 | -0.41 |
| 1994 | 0.29 | 1998 | -0.79 | 2002 | 0.96 | 2006 | -0.51 | 2010 | -0.51 | 2014 | -0.51 |
| 1994 | 0.32 | 1998 | -0.37 | 2002 | -0.7 | 2006 | -0.22 | 2010 | -0.99 | 2014 | -0.53 |
| 1994 | 0.35 | 1998 | -0.37 | 2002 | -0.58 | 2006 | 0.44 | 2010 | -2.3 | 2014 | 0.22 |
| 1994 | 0.36 | 1998 | 0.61 | 2002 | 0.84 | 2006 | -2.08 | 2010 | -1.06 | 2014 | -1.16 |
| 1994 | 0.1 | 1998 | -1.17 | 2002 | 1.14 | 2006 | 0.07 | 2010 | -1.45 | 2014 | -0.41 |
| 1994 | 0.1 | 1998 | -0.39 | 2002 | 0.54 | 2006 | 0.46 | 2010 | -0.08 | 2014 | 1.12 |
| 1995 | -0.71 | 1999 | 0.57 | 2003 | -0.52 | 2007 | 0.57 | 2011 | -1.76 | 2015 | 1.94 |
| 1995 | 0.41 | 1999 | 2.32 | 2003 | -0.65 | 2007 | -2.39 | 2011 | -1.21 | 2015 | -0.65 |
| 1995 | -0.61 | 1999 | -0.75 | 2003 | -0.05 | 2007 | 1.1 | 2011 | -0.84 | 2015 | 1.26 |
| 1995 | -0.55 | 1999 | 0.05 | 2003 | -0.95 | 2007 | 1.62 | 2011 | -0.84 | 2015 | 0.17 |
| 1995 | -0.09 | 1999 | 1.31 | 2003 | 0.43 | 2007 | 0.08 | 2011 | -1.42 | 2015 | 1.95 |
| 1995 | -1.04 | 1999 | 1.28 | 2003 | 1.22 | 2007 | -1.36 | 2011 | -1.73 | 2015 | -0.79 |
| 1995 | 1.17 | 1999 | 1.97 | 2003 | -0.51 | 2007 | 0.96 | 2011 | 0.58 | 2015 | -0.06 |
| 1995 | 0.44 | 1999 | -0.99 | 2003 | 0.44 | 2007 | -0.22 | 2011 | -1.05 | 2015 | -1.05 |
| 1995 | -0.81 | 1999 | 1.88 | 2003 | -0.58 | 2007 | -0.81 | 2011 | 0.08 | 2015 | 0.13 |
| 1995 | -0.17 | 1999 | -1.44 | 2003 | -0.37 | 2007 | 1.43 | 2011 | -1.56 | 2015 | -1.76 |
| 1995 | -0.23 | 1999 | 0.57 | 2003 | 0.2 | 2007 | 1.09 | 2011 | -2.58 | 2015 | 1.89 |
| 1995 | 0.33 | 1999 | 0.17 | 2003 | 0.44 | 2007 | 0.17 | 2011 | 0.42 | 2015 | -0.61 |
| 1996 | -0.12 | 2000 | -0.68 | 2004 | -1.04 | 2008 | 0.25 | 2012 | 0.79 | 2016 | 0.32 |
| 1996 | 0.7 | 2000 | 1.28 | 2004 | -0.76 | 2008 | 0.85 | 2012 | 0.35 | 2016 | -0.06 |
| 1996 | 0.24 | 2000 | 0.32 | 2004 | -1.43 | 2008 | 0.19 | 2012 | -0.2 | 2016 | 0.21 |
| 1996 | -0.55 | 2000 | 0.54 | 2004 | -0.95 | 2008 | 1.25 | 2012 | -0.74 | 2016 | -0.15 |
| 1996 | -0.57 | 2000 | 0.85 | 2004 | -2.29 | 2008 | 0.02 | 2012 | 0.65 | 2016 | -1.28 |
| 1996 | -1.36 | 2000 | 0.79 | 2004 | 1.01 | 2008 | 0.71 | 2012 | -1.36 | 2016 | -1.04 |
| 2016 | -0.51 | 2016 | 0.95 | 2016 | -0.08 | 2016 | 0.14 | 2016 | -2.09 | 2016 | 0.05 |

###### ANEXO 4: Resultados de SPEI en escala mensual, período 1969-2016.

Tabla 52: Valores de SPEI 1 de la estación climatológica ordinaria Asunción

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Año | SPEI1 | Año | SPEI1 | Año | SPEI1 | Año | SPEI1 | Año | SPEI1 | Año | SPEI1 |
| 1969 | -0.93 | 1972 | -0.79 | 1976 | -1.10 | 1980 | 0.76 | 1984 | -1.05 | 1988 | -1.62 |
| 1969 | -0.23 | 1973 | 1.95 | 1976 | -0.38 | 1980 | 0.92 | 1984 | -0.52 | 1988 | -1.26 |
| 1969 | 2.02 | 1973 | 0.56 | 1977 | 1.63 | 1980 | 0.20 | 1984 | -1.40 | 1988 | -0.34 |
| 1969 | 1.57 | 1973 | 1.24 | 1977 | 1.68 | 1981 | -0.23 | 1984 | -0.64 | 1988 | 0.31 |
| 1969 | -0.45 | 1973 | 2.10 | 1977 | 0.93 | 1981 | 0.77 | 1985 | -0.61 | 1988 | 0.04 |
| 1969 | -0.28 | 1973 | -0.22 | 1977 | 0.97 | 1981 | 1.32 | 1985 | 0.18 | 1989 | 1.21 |
| 1969 | -0.61 | 1973 | -0.24 | 1977 | -0.51 | 1981 | -0.33 | 1985 | -1.35 | 1989 | 1.76 |
| 1969 | -0.64 | 1973 | -0.44 | 1977 | -0.39 | 1981 | -0.59 | 1985 | -0.57 | 1989 | 1.59 |
| 1969 | -0.89 | 1973 | -0.65 | 1977 | -0.62 | 1981 | -0.47 | 1985 | -0.52 | 1989 | 0.60 |
| 1969 | 1.50 | 1973 | 0.43 | 1977 | -0.86 | 1981 | -0.56 | 1985 | -0.82 | 1989 | -0.75 |
| 1969 | 1.40 | 1973 | 0.11 | 1977 | -0.81 | 1981 | -0.93 | 1985 | -1.10 | 1989 | -0.45 |
| 1969 | 2.11 | 1973 | -0.13 | 1977 | -1.29 | 1981 | -1.02 | 1985 | -1.10 | 1989 | -1.50 |
| 1970 | 1.37 | 1973 | 1.15 | 1977 | -0.54 | 1981 | -0.14 | 1985 | -0.92 | 1989 | -1.62 |
| 1970 | 0.77 | 1974 | 1.08 | 1977 | -0.83 | 1981 | -0.17 | 1985 | -1.51 | 1989 | -1.15 |
| 1970 | 0.78 | 1974 | 1.76 | 1978 | -0.44 | 1981 | 0.33 | 1985 | -0.98 | 1989 | 0.28 |
| 1970 | 1.08 | 1974 | 1.20 | 1978 | 0.30 | 1982 | -0.26 | 1985 | 0.14 | 1989 | -1.11 |
| 1970 | 0.19 | 1974 | 0.52 | 1978 | 1.00 | 1982 | 0.56 | 1986 | 0.99 | 1989 | -1.55 |
| 1970 | 0.40 | 1974 | 0.18 | 1978 | 0.41 | 1982 | -0.46 | 1986 | 0.74 | 1990 | 0.36 |
| 1970 | -0.72 | 1974 | -0.24 | 1978 | -0.54 | 1982 | -0.66 | 1986 | 1.21 | 1990 | 0.92 |
| 1970 | -0.07 | 1974 | -0.47 | 1978 | -0.45 | 1982 | -0.52 | 1986 | 1.56 | 1990 | 0.95 |
| 1970 | -0.09 | 1974 | -0.64 | 1978 | -0.67 | 1982 | -0.55 | 1986 | -0.29 | 1990 | -0.01 |
| 1970 | 1.23 | 1974 | -0.79 | 1978 | -0.85 | 1982 | -0.74 | 1986 | -0.61 | 1990 | -0.37 |
| 1970 | 0.82 | 1974 | -0.28 | 1978 | -1.06 | 1982 | -1.06 | 1986 | -0.78 | 1990 | -0.66 |
| 1970 | -0.38 | 1974 | -0.96 | 1978 | -0.08 | 1982 | 0.00 | 1986 | -0.10 | 1990 | -1.68 |
| 1971 | 0.16 | 1974 | -0.53 | 1978 | -0.50 | 1982 | 1.09 | 1986 | -0.87 | 1990 | -1.47 |
| 1971 | 1.06 | 1975 | 0.56 | 1978 | -0.96 | 1982 | 1.55 | 1986 | -0.56 | 1990 | -2.33 |
| 1971 | 2.38 | 1975 | 1.15 | 1979 | 0.38 | 1982 | 0.66 | 1986 | 0.69 | 1990 | -0.53 |
| 1971 | 1.25 | 1975 | 2.25 | 1979 | 0.50 | 1983 | 0.95 | 1986 | 1.65 | 1990 | 0.04 |
| 1971 | -0.10 | 1975 | 0.20 | 1979 | 1.53 | 1983 | 0.51 | 1987 | 2.09 | 1990 | -0.81 |
| 1971 | -0.22 | 1975 | -0.04 | 1979 | -0.16 | 1983 | 1.36 | 1987 | 1.48 | 1991 | -0.59 |
| 1971 | -0.50 | 1975 | 0.08 | 1979 | -0.41 | 1983 | 1.00 | 1987 | 1.47 | 1991 | 0.31 |
| 1971 | 0.11 | 1975 | -0.51 | 1979 | -0.42 | 1983 | 0.75 | 1987 | 1.17 | 1991 | 1.56 |
| 1971 | 0.35 | 1975 | -0.41 | 1979 | -0.62 | 1983 | -0.50 | 1987 | -0.46 | 1991 | 0.36 |
| 1971 | 0.30 | 1975 | 0.21 | 1979 | -0.89 | 1983 | -0.66 | 1987 | -0.60 | 1991 | -0.40 |
| 1971 | -0.29 | 1975 | 1.53 | 1979 | -1.08 | 1983 | -0.88 | 1987 | -0.46 | 1991 | -0.84 |
| 1971 | 0.47 | 1975 | -0.85 | 1979 | -0.96 | 1983 | -0.87 | 1987 | -0.74 | 1991 | -1.23 |
| 1972 | 1.23 | 1975 | -0.04 | 1979 | -0.97 | 1983 | -0.93 | 1987 | -0.16 | 1991 | -1.54 |
| 1972 | 1.53 | 1976 | 1.52 | 1979 | -1.14 | 1983 | -0.70 | 1987 | -0.81 | 1991 | -1.66 |
| 1972 | 1.82 | 1976 | 1.81 | 1980 | -0.77 | 1983 | 0.15 | 1987 | 0.97 | 1991 | -0.38 |
| 1972 | 0.71 | 1976 | 0.59 | 1980 | -0.74 | 1984 | -0.74 | 1987 | 0.48 | 1991 | -0.30 |
| 1972 | 0.03 | 1976 | 0.83 | 1980 | -0.03 | 1984 | 1.64 | 1988 | 1.34 | 1991 | 0.34 |
| 1972 | -0.31 | 1976 | -0.18 | 1980 | -0.74 | 1984 | 1.39 | 1988 | 1.07 | 1992 | 0.79 |
| 1972 | -0.56 | 1976 | -0.35 | 1980 | -0.46 | 1984 | 1.06 | 1988 | -0.10 | 1992 | 0.15 |
| 1972 | -0.70 | 1976 | -0.62 | 1980 | -0.55 | 1984 | 0.35 | 1988 | 0.86 | 1992 | 0.61 |
| 1972 | -0.38 | 1976 | -0.91 | 1980 | -0.67 | 1984 | 0.13 | 1988 | -0.91 | 1992 | 1.29 |
| 1972 | -1.12 | 1976 | -1.05 | 1980 | -0.92 | 1984 | -0.52 | 1988 | -0.92 | 1992 | -0.07 |
| 1972 | 0.20 | 1976 | -1.21 | 1980 | -1.09 | 1984 | -1.13 | 1988 | -1.28 | 1992 | -0.37 |

Continuación

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1992 | -1.17 | 1996 | -1.13 | 2000 | -0.84 | 2004 | -0.65 | 2008 | -0.79 | 2012 | -1.30 |
| 1992 | -1.35 | 1996 | -1.28 | 2000 | -1.11 | 2004 | -1.31 | 2008 | -0.75 | 2012 | -1.40 |
| 1992 | -0.86 | 1996 | -0.58 | 2000 | -0.38 | 2004 | -1.03 | 2008 | -0.37 | 2012 | -1.68 |
| 1992 | -0.14 | 1996 | -0.31 | 2000 | -0.97 | 2004 | -0.01 | 2008 | 0.26 | 2012 | 0.55 |
| 1992 | -1.08 | 1996 | -1.12 | 2000 | -0.42 | 2004 | 0.28 | 2008 | 0.49 | 2012 | 0.77 |
| 1992 | -0.70 | 1996 | -1.01 | 2000 | 0.92 | 2004 | 0.92 | 2008 | -1.08 | 2012 | 0.29 |
| 1993 | 0.22 | 1997 | -0.18 | 2001 | 1.78 | 2005 | 1.01 | 2009 | 1.96 | 2013 | 0.48 |
| 1993 | 1.46 | 1997 | 1.25 | 2001 | 1.21 | 2005 | 1.16 | 2009 | 1.58 | 2013 | 1.55 |
| 1993 | 1.82 | 1997 | 0.11 | 2001 | 2.36 | 2005 | 1.92 | 2009 | 2.11 | 2013 | 2.01 |
| 1993 | 1.21 | 1997 | 0.53 | 2001 | 0.59 | 2005 | -0.12 | 2009 | 0.95 | 2013 | 0.66 |
| 1993 | 0.09 | 1997 | -0.61 | 2001 | 0.40 | 2005 | -1.00 | 2009 | 0.06 | 2013 | 0.26 |
| 1993 | -0.75 | 1997 | -0.49 | 2001 | -0.70 | 2005 | -0.74 | 2009 | -0.50 | 2013 | -0.67 |
| 1993 | -0.97 | 1997 | -1.24 | 2001 | -0.73 | 2005 | -1.12 | 2009 | -0.67 | 2013 | -1.05 |
| 1993 | -1.40 | 1997 | -1.55 | 2001 | -1.49 | 2005 | -1.23 | 2009 | -1.36 | 2013 | -1.22 |
| 1993 | -0.51 | 1997 | -0.53 | 2001 | -0.75 | 2005 | -1.15 | 2009 | -1.96 | 2013 | -1.57 |
| 1993 | 0.25 | 1997 | -0.20 | 2001 | -0.69 | 2005 | -0.07 | 2009 | 0.23 | 2013 | 0.47 |
| 1993 | 0.24 | 1997 | 0.77 | 2001 | 0.68 | 2005 | -0.76 | 2009 | 0.79 | 2013 | -1.48 |
| 1993 | 0.98 | 1997 | 1.59 | 2001 | 0.12 | 2005 | 0.65 | 2009 | 0.94 | 2013 | 0.21 |
| 1994 | 1.44 | 1998 | 2.02 | 2002 | -0.70 | 2006 | 1.01 | 2010 | 0.18 | 2014 | 0.89 |
| 1994 | 1.41 | 1998 | 2.14 | 2002 | 1.52 | 2006 | 1.50 | 2010 | 1.43 | 2014 | 0.67 |
| 1994 | 1.65 | 1998 | 2.11 | 2002 | 1.76 | 2006 | 2.16 | 2010 | 1.36 | 2014 | 1.33 |
| 1994 | 1.37 | 1998 | 1.25 | 2002 | 1.37 | 2006 | 1.23 | 2010 | 1.02 | 2014 | -0.06 |
| 1994 | -0.21 | 1998 | 0.09 | 2002 | -0.54 | 2006 | -0.67 | 2010 | -0.36 | 2014 | 0.43 |
| 1994 | -0.81 | 1998 | -0.64 | 2002 | -0.63 | 2006 | -0.04 | 2010 | -0.78 | 2014 | -0.81 |
| 1994 | -1.22 | 1998 | -0.93 | 2002 | -0.75 | 2006 | -1.00 | 2010 | -0.64 | 2014 | -1.30 |
| 1994 | -1.68 | 1998 | -1.05 | 2002 | -1.50 | 2006 | -1.23 | 2010 | -1.24 | 2014 | -1.45 |
| 1994 | -1.69 | 1998 | -0.96 | 2002 | -0.77 | 2006 | -0.70 | 2010 | -0.78 | 2014 | -0.98 |
| 1994 | -2.07 | 1998 | -0.18 | 2002 | 0.57 | 2006 | -1.18 | 2010 | -0.98 | 2014 | -0.95 |
| 1994 | -0.43 | 1998 | -0.72 | 2002 | 0.33 | 2006 | 0.15 | 2010 | -0.09 | 2014 | 0.39 |
| 1994 | 0.91 | 1998 | -0.06 | 2002 | 0.87 | 2006 | 1.09 | 2010 | 0.08 | 2014 | 0.68 |
| 1995 | 0.51 | 1999 | 0.77 | 2003 | 0.70 | 2007 | 1.24 | 2011 | 0.85 | 2015 | 1.06 |
| 1995 | 1.30 | 1999 | 2.29 | 2003 | 1.00 | 2007 | 0.42 | 2011 | 0.98 | 2015 | 0.75 |
| 1995 | 0.60 | 1999 | 1.47 | 2003 | 1.05 | 2007 | 1.83 | 2011 | 1.16 | 2015 | 2.20 |
| 1995 | -0.05 | 1999 | 0.88 | 2003 | 0.17 | 2007 | 0.96 | 2011 | 1.47 | 2015 | 0.37 |
| 1995 | -0.64 | 1999 | 0.40 | 2003 | -0.27 | 2007 | -0.45 | 2011 | -0.82 | 2015 | 0.10 |
| 1995 | -0.72 | 1999 | 0.08 | 2003 | -0.19 | 2007 | -0.80 | 2011 | -0.76 | 2015 | -0.86 |
| 1995 | -0.85 | 1999 | -0.67 | 2003 | -0.92 | 2007 | -0.93 | 2011 | -0.84 | 2015 | -0.96 |
| 1995 | -1.28 | 1999 | -1.19 | 2003 | -1.17 | 2007 | -0.88 | 2011 | -1.36 | 2015 | -1.40 |
| 1995 | -1.28 | 1999 | 0.08 | 2003 | -1.22 | 2007 | -1.37 | 2011 | -0.69 | 2015 | -1.26 |
| 1995 | -0.64 | 1999 | -0.57 | 2003 | -0.81 | 2007 | 0.18 | 2011 | -0.90 | 2015 | -0.94 |
| 1995 | -0.38 | 1999 | 0.10 | 2003 | -0.15 | 2007 | 0.30 | 2011 | -0.61 | 2015 | 0.46 |
| 1995 | 0.42 | 1999 | 0.78 | 2003 | 0.62 | 2007 | 0.00 | 2011 | 1.08 | 2015 | -0.14 |
| 1996 | 0.98 | 2000 | 0.72 | 2004 | -0.34 | 2008 | 1.66 | 2012 | 1.86 | 2016 | 0.64 |
| 1996 | 1.35 | 2000 | 1.85 | 2004 | 1.41 | 2008 | 2.01 | 2012 | 1.52 | 2016 | 1.28 |
| 1996 | 1.64 | 2000 | 1.80 | 2004 | 1.08 | 2008 | 1.67 | 2012 | 1.44 | 2016 | 1.19 |
| 1996 | 0.45 | 2000 | 1.02 | 2004 | 0.44 | 2008 | 1.38 | 2012 | 0.76 | 2016 | 0.76 |
| 1996 | -0.62 | 2000 | 0.48 | 2004 | -0.36 | 2008 | -0.14 | 2012 | 0.22 | 2016 | -0.67 |
| 1996 | -0.61 | 2000 | -0.08 | 2004 | -0.92 | 2008 | -0.59 | 2012 | -0.91 | 2016 | -0.60 |
| 2016 | -0.97 | 2016 | -1.32 | 2016 | -1.35 | 2016 | -1.18 | 2016 | -1.39 | 2016 | 0.51 |

Tabla 53: Valores de SPEI 1de la estación climatológica ordinaria Contumaza.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Año | SPEI1 | Año | SPEI1 | Año | SPEI1 | Año | SPEI1 | Año | SPEI1 | Año | SPEI1 |
| 1969 | -0.31 | 1972 | 0.12 | 1976 | -1.22 | 1980 | 1.85 | 1984 | -0.97 | 1988 | -1.10 |
| 1969 | 1.01 | 1973 | 1.77 | 1976 | 0.02 | 1980 | 1.29 | 1984 | 0.50 | 1988 | -1.16 |
| 1969 | 1.53 | 1973 | 0.94 | 1977 | 1.62 | 1980 | -0.32 | 1984 | -0.65 | 1988 | -0.64 |
| 1969 | 0.82 | 1973 | 1.29 | 1977 | 1.71 | 1981 | 0.71 | 1984 | 0.00 | 1988 | -0.08 |
| 1969 | -0.63 | 1973 | 1.40 | 1977 | 1.70 | 1981 | 1.58 | 1985 | -0.17 | 1988 | -0.68 |
| 1969 | -0.28 | 1973 | 0.02 | 1977 | 0.87 | 1981 | 1.12 | 1985 | 0.78 | 1989 | 1.05 |
| 1969 | -0.88 | 1973 | -0.13 | 1977 | -0.57 | 1981 | -0.09 | 1985 | 0.17 | 1989 | 1.83 |
| 1969 | -0.82 | 1973 | -0.68 | 1977 | -0.45 | 1981 | -0.77 | 1985 | -0.24 | 1989 | 1.53 |
| 1969 | -1.37 | 1973 | -1.43 | 1977 | -0.70 | 1981 | -0.53 | 1985 | -0.41 | 1989 | 1.49 |
| 1969 | -0.17 | 1973 | -0.14 | 1977 | -0.96 | 1981 | -0.71 | 1985 | -0.74 | 1989 | -0.43 |
| 1969 | 0.54 | 1973 | -1.04 | 1977 | -1.06 | 1981 | -1.05 | 1985 | -0.28 | 1989 | -0.13 |
| 1969 | 0.73 | 1973 | -1.36 | 1977 | -1.23 | 1981 | -1.51 | 1985 | -0.27 | 1989 | -0.77 |
| 1970 | 0.59 | 1973 | -0.48 | 1977 | 1.06 | 1981 | -0.25 | 1985 | 0.32 | 1989 | -0.90 |
| 1970 | 0.32 | 1974 | 0.49 | 1977 | 1.57 | 1981 | -0.79 | 1985 | -0.56 | 1989 | -0.40 |
| 1970 | 0.97 | 1974 | 1.65 | 1978 | -0.77 | 1981 | -0.32 | 1985 | -0.78 | 1989 | 0.31 |
| 1970 | 1.01 | 1974 | 0.18 | 1978 | 0.00 | 1982 | 0.16 | 1985 | -0.33 | 1989 | -0.52 |
| 1970 | 0.44 | 1974 | 0.73 | 1978 | 0.31 | 1982 | 0.37 | 1986 | 0.92 | 1989 | -1.32 |
| 1970 | -0.17 | 1974 | -0.87 | 1978 | 1.11 | 1982 | -0.89 | 1986 | -0.09 | 1990 | 0.17 |
| 1970 | -0.51 | 1974 | -0.44 | 1978 | 0.85 | 1982 | 0.71 | 1986 | 1.48 | 1990 | 0.82 |
| 1970 | -0.66 | 1974 | -0.82 | 1978 | -0.58 | 1982 | -0.32 | 1986 | 1.63 | 1990 | 0.95 |
| 1970 | -0.33 | 1974 | -1.32 | 1978 | -1.22 | 1982 | -0.45 | 1986 | 0.56 | 1990 | -0.14 |
| 1970 | 0.68 | 1974 | 0.41 | 1978 | -1.72 | 1982 | -0.52 | 1986 | -0.22 | 1990 | -0.68 |
| 1970 | -0.07 | 1974 | -1.30 | 1978 | 0.74 | 1982 | -0.91 | 1986 | -0.28 | 1990 | -0.14 |
| 1970 | -0.22 | 1974 | -1.01 | 1978 | 0.51 | 1982 | -0.64 | 1986 | -0.47 | 1990 | -0.89 |
| 1971 | 0.03 | 1974 | -0.27 | 1978 | 0.53 | 1982 | -0.46 | 1986 | -0.70 | 1990 | -1.31 |
| 1971 | 0.88 | 1975 | 0.51 | 1978 | 0.56 | 1982 | -0.35 | 1986 | -2.82 | 1990 | -1.45 |
| 1971 | 1.97 | 1975 | 1.57 | 1979 | 0.18 | 1982 | 1.16 | 1986 | -3.19 | 1990 | -0.41 |
| 1971 | 0.78 | 1975 | 1.13 | 1979 | 2.13 | 1983 | 2.12 | 1986 | 0.47 | 1990 | -0.15 |
| 1971 | -0.26 | 1975 | -0.71 | 1979 | 1.80 | 1983 | 0.56 | 1987 | 2.20 | 1990 | -1.43 |
| 1971 | -0.17 | 1975 | -0.59 | 1979 | 1.19 | 1983 | 2.52 | 1987 | 1.85 | 1991 | -1.56 |
| 1971 | -0.63 | 1975 | -0.36 | 1979 | -0.02 | 1983 | 2.28 | 1987 | 1.71 | 1991 | 0.79 |
| 1971 | -0.44 | 1975 | -0.89 | 1979 | -0.45 | 1983 | -0.43 | 1987 | -0.38 | 1991 | 1.42 |
| 1971 | -0.01 | 1975 | 0.73 | 1979 | -0.47 | 1983 | -0.22 | 1987 | -1.24 | 1991 | 1.18 |
| 1971 | 0.57 | 1975 | -0.57 | 1979 | 0.27 | 1983 | -1.09 | 1987 | -0.87 | 1991 | -0.09 |
| 1971 | 0.11 | 1975 | 1.43 | 1979 | 0.23 | 1983 | -0.92 | 1987 | -1.17 | 1991 | -0.70 |
| 1971 | 0.26 | 1975 | -1.49 | 1979 | -1.75 | 1983 | -1.02 | 1987 | -1.50 | 1991 | -1.23 |
| 1972 | 1.07 | 1975 | -1.24 | 1979 | -1.11 | 1983 | 0.33 | 1987 | -1.60 | 1991 | -1.49 |
| 1972 | 1.38 | 1976 | 1.74 | 1979 | -0.76 | 1983 | -0.41 | 1987 | -2.57 | 1991 | -1.71 |
| 1972 | 2.42 | 1976 | 1.56 | 1980 | 0.69 | 1983 | 0.62 | 1987 | -0.26 | 1991 | -0.37 |
| 1972 | 0.74 | 1976 | 0.70 | 1980 | 0.40 | 1984 | 0.34 | 1987 | -1.21 | 1991 | 0.11 |
| 1972 | -0.34 | 1976 | 1.16 | 1980 | -0.02 | 1984 | 2.19 | 1988 | 0.64 | 1991 | -0.40 |
| 1972 | -0.40 | 1976 | -0.15 | 1980 | -0.77 | 1984 | 0.44 | 1988 | 0.74 | 1992 | -0.07 |
| 1972 | -0.91 | 1976 | -0.23 | 1980 | -0.20 | 1984 | 1.02 | 1988 | -0.08 | 1992 | 0.10 |
| 1972 | -0.90 | 1976 | -0.85 | 1980 | -0.53 | 1984 | -0.41 | 1988 | 0.82 | 1992 | 1.51 |
| 1972 | -0.64 | 1976 | -0.79 | 1980 | -0.70 | 1984 | -0.32 | 1988 | -0.65 | 1992 | 1.55 |
| 1972 | -0.98 | 1976 | -1.00 | 1980 | -1.09 | 1984 | -0.15 | 1988 | -0.89 | 1992 | -0.69 |

Continuación

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1972 | -0.47 | 1976 | -1.27 | 1980 | -1.37 | 1984 | -1.33 | 1988 | -0.83 | 1992 | -0.55 |
| 1992 | -1.01 | 1996 | -1.04 | 2000 | -0.53 | 2004 | -0.38 | 2008 | -0.59 | 2012 | -0.91 |
| 1992 | -1.38 | 1996 | -1.22 | 2000 | -0.71 | 2004 | -1.06 | 2008 | -0.38 | 2012 | -0.90 |
| 1992 | -0.48 | 1996 | -1.10 | 2000 | 0.03 | 2004 | -0.51 | 2008 | -0.56 | 2012 | -1.12 |
| 1992 | -1.72 | 1996 | -0.59 | 2000 | -0.92 | 2004 | -0.07 | 2008 | 0.26 | 2012 | 0.61 |
| 1992 | -1.38 | 1996 | -1.80 | 2000 | -0.15 | 2004 | -0.25 | 2008 | 0.44 | 2012 | 0.22 |
| 1992 | -2.55 | 1996 | -1.37 | 2000 | 0.82 | 2004 | 0.25 | 2008 | -0.84 | 2012 | 0.42 |
| 1993 | 0.13 | 1997 | -1.03 | 2001 | 1.62 | 2005 | 0.19 | 2009 | 1.67 | 2013 | -0.05 |
| 1993 | 1.92 | 1997 | 1.51 | 2001 | 1.46 | 2005 | 0.45 | 2009 | 1.58 | 2013 | 1.43 |
| 1993 | 2.06 | 1997 | 0.52 | 2001 | 2.30 | 2005 | 1.09 | 2009 | 1.87 | 2013 | 1.93 |
| 1993 | 1.36 | 1997 | 1.20 | 2001 | 1.44 | 2005 | 0.39 | 2009 | 0.85 | 2013 | 0.03 |
| 1993 | -0.13 | 1997 | -0.52 | 2001 | 0.09 | 2005 | -0.89 | 2009 | 0.21 | 2013 | 0.34 |
| 1993 | -0.79 | 1997 | -0.65 | 2001 | -0.19 | 2005 | -0.49 | 2009 | -0.42 | 2013 | -0.42 |
| 1993 | -1.10 | 1997 | -1.28 | 2001 | -0.63 | 2005 | -0.85 | 2009 | -0.52 | 2013 | -0.73 |
| 1993 | -1.16 | 1997 | -1.43 | 2001 | -1.14 | 2005 | -0.99 | 2009 | -0.93 | 2013 | -0.87 |
| 1993 | -0.07 | 1997 | -0.20 | 2001 | -0.21 | 2005 | -0.99 | 2009 | -1.01 | 2013 | -1.05 |
| 1993 | 0.24 | 1997 | -0.87 | 2001 | -0.40 | 2005 | -0.39 | 2009 | 0.53 | 2013 | 0.55 |
| 1993 | -0.26 | 1997 | 0.81 | 2001 | 0.30 | 2005 | -0.67 | 2009 | 0.26 | 2013 | -1.06 |
| 1993 | 0.27 | 1997 | 1.88 | 2001 | 0.23 | 2005 | -0.21 | 2009 | -0.26 | 2013 | 0.68 |
| 1994 | 1.07 | 1998 | 2.09 | 2002 | -0.37 | 2006 | 0.79 | 2010 | -0.32 | 2014 | 0.43 |
| 1994 | 1.17 | 1998 | 2.38 | 2002 | 1.60 | 2006 | 1.67 | 2010 | 1.49 | 2014 | 0.26 |
| 1994 | 1.55 | 1998 | 2.23 | 2002 | 1.59 | 2006 | 2.20 | 2010 | 1.45 | 2014 | 1.54 |
| 1994 | 0.52 | 1998 | 1.34 | 2002 | 1.87 | 2006 | 0.73 | 2010 | 0.87 | 2014 | 0.64 |
| 1994 | -0.14 | 1998 | -0.14 | 2002 | -0.14 | 2006 | -0.48 | 2010 | 0.12 | 2014 | 0.46 |
| 1994 | -0.73 | 1998 | -0.29 | 2002 | -0.30 | 2006 | -0.06 | 2010 | -0.26 | 2014 | -0.55 |
| 1994 | -1.05 | 1998 | -0.76 | 2002 | -0.57 | 2006 | -0.76 | 2010 | -0.58 | 2014 | -1.01 |
| 1994 | -1.56 | 1998 | -0.97 | 2002 | -1.14 | 2006 | -1.03 | 2010 | -0.98 | 2014 | -1.06 |
| 1994 | -1.35 | 1998 | -0.85 | 2002 | -0.72 | 2006 | -0.69 | 2010 | -0.58 | 2014 | -0.46 |
| 1994 | -2.18 | 1998 | -0.81 | 2002 | 0.10 | 2006 | -1.27 | 2010 | -0.89 | 2014 | 0.07 |
| 1994 | -0.34 | 1998 | -1.08 | 2002 | 0.84 | 2006 | -0.18 | 2010 | -0.32 | 2014 | -0.23 |
| 1994 | -0.21 | 1998 | -0.68 | 2002 | 0.29 | 2006 | 0.71 | 2010 | 0.16 | 2014 | 0.79 |
| 1995 | 0.92 | 1999 | 0.64 | 2003 | 0.74 | 2007 | 0.85 | 2011 | 0.70 | 2015 | 0.91 |
| 1995 | 0.95 | 1999 | 1.98 | 2003 | 1.01 | 2007 | 0.36 | 2011 | 0.16 | 2015 | 0.80 |
| 1995 | 1.03 | 1999 | 1.48 | 2003 | 0.86 | 2007 | 1.84 | 2011 | 1.10 | 2015 | 1.99 |
| 1995 | 0.51 | 1999 | 0.97 | 2003 | 0.58 | 2007 | 1.12 | 2011 | 1.53 | 2015 | 0.88 |
| 1995 | -0.68 | 1999 | 0.91 | 2003 | -0.09 | 2007 | -0.19 | 2011 | -0.34 | 2015 | 0.47 |
| 1995 | -0.68 | 1999 | 0.17 | 2003 | -0.23 | 2007 | -0.52 | 2011 | -0.30 | 2015 | -0.70 |
| 1995 | -0.62 | 1999 | -0.30 | 2003 | -0.74 | 2007 | -0.73 | 2011 | -0.42 | 2015 | -0.74 |
| 1995 | -1.36 | 1999 | -1.06 | 2003 | -0.90 | 2007 | -0.70 | 2011 | -0.73 | 2015 | -1.35 |
| 1995 | -1.73 | 1999 | 0.25 | 2003 | -0.98 | 2007 | -1.21 | 2011 | -0.64 | 2015 | -1.38 |
| 1995 | -0.81 | 1999 | -0.68 | 2003 | -1.06 | 2007 | 0.41 | 2011 | -0.85 | 2015 | -0.89 |
| 1995 | 0.03 | 1999 | -0.30 | 2003 | -0.66 | 2007 | -0.05 | 2011 | -0.55 | 2015 | 0.40 |
| 1995 | 0.43 | 1999 | 0.39 | 2003 | 0.80 | 2007 | -0.12 | 2011 | 0.20 | 2015 | 0.34 |
| 1996 | 0.83 | 2000 | -0.12 | 2004 | -0.86 | 2008 | 0.95 | 2012 | 0.70 | 2016 | 0.52 |
| 1996 | 1.46 | 2000 | 1.74 | 2004 | 1.13 | 2008 | 2.10 | 2012 | 1.58 | 2016 | 1.25 |
| 1996 | 1.65 | 2000 | 2.15 | 2004 | 1.12 | 2008 | 1.71 | 2012 | 1.76 | 2016 | 1.11 |
| 1996 | 0.64 | 2000 | 1.44 | 2004 | 0.76 | 2008 | 1.64 | 2012 | 1.40 | 2016 | 1.27 |
| 1996 | -0.74 | 2000 | 0.78 | 2004 | -0.04 | 2008 | -0.36 | 2012 | 0.25 | 2016 | -0.85 |
| 1996 | -0.53 | 2000 | -0.08 | 2004 | -0.66 | 2008 | -0.29 | 2012 | -0.52 | 2016 | -0.34 |
| 2016 | -0.79 | 2016 | -1.24 | 2016 | -1.13 | 2016 | -1.02 | 2016 | -1.48 | 2016 | -0.13 |

Tabla 54: Valores de SPEI 1 de la estación climatológica ordinaria Magdalena.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Año | SPEI1 | Año | SPEI1 | Año | SPEI1 | Año | SPEI1 | Año | SPEI1 | Año | SPEI1 |
| 1969 | -1.23 | 1972 | 0.13 | 1976 | -0.53 | 1980 | 0.87 | 1984 | -0.58 | 1988 | -0.93 |
| 1969 | 0.99 | 1973 | 1.52 | 1976 | 0.31 | 1980 | -0.12 | 1984 | 0.33 | 1988 | -1.03 |
| 1969 | 1.62 | 1973 | 1.02 | 1977 | 1.73 | 1980 | 0.40 | 1984 | -1.49 | 1988 | -0.76 |
| 1969 | 1.47 | 1973 | 1.36 | 1977 | 2.02 | 1981 | 0.37 | 1984 | -1.72 | 1988 | -0.37 |
| 1969 | -0.26 | 1973 | 1.68 | 1977 | 0.40 | 1981 | 1.94 | 1985 | -1.04 | 1988 | -0.60 |
| 1969 | 0.20 | 1973 | 0.31 | 1977 | 0.91 | 1981 | 0.84 | 1985 | 0.10 | 1989 | 0.15 |
| 1969 | -0.27 | 1973 | 0.42 | 1977 | -0.30 | 1981 | -0.47 | 1985 | -1.10 | 1989 | 1.15 |
| 1969 | -0.59 | 1973 | -0.13 | 1977 | 0.06 | 1981 | -0.11 | 1985 | -0.44 | 1989 | -0.11 |
| 1969 | -1.06 | 1973 | -0.63 | 1977 | -0.30 | 1981 | -0.03 | 1985 | -0.48 | 1989 | 0.68 |
| 1969 | -0.56 | 1973 | 0.15 | 1977 | -0.81 | 1981 | -0.26 | 1985 | -0.16 | 1989 | -0.48 |
| 1969 | 0.25 | 1973 | -0.17 | 1977 | -0.78 | 1981 | -0.86 | 1985 | -0.48 | 1989 | -0.01 |
| 1969 | 0.88 | 1973 | -0.54 | 1977 | -1.65 | 1981 | -1.20 | 1985 | -0.75 | 1989 | -0.36 |
| 1970 | 0.31 | 1973 | 0.18 | 1977 | -0.41 | 1981 | -0.35 | 1985 | -0.86 | 1989 | -0.78 |
| 1970 | 0.34 | 1974 | 0.57 | 1977 | 0.45 | 1981 | -1.41 | 1985 | -2.05 | 1989 | -1.05 |
| 1970 | 0.60 | 1974 | 1.40 | 1978 | -1.31 | 1981 | -1.02 | 1985 | -1.96 | 1989 | -1.74 |
| 1970 | 1.15 | 1974 | 0.40 | 1978 | 1.19 | 1982 | 0.08 | 1985 | -1.20 | 1989 | -1.72 |
| 1970 | 0.79 | 1974 | 0.49 | 1978 | 0.56 | 1982 | 0.39 | 1986 | 0.91 | 1989 | -2.27 |
| 1970 | 0.39 | 1974 | -0.26 | 1978 | -0.05 | 1982 | -0.15 | 1986 | 0.38 | 1990 | -0.92 |
| 1970 | -0.19 | 1974 | 0.37 | 1978 | 0.54 | 1982 | 0.51 | 1986 | 1.15 | 1990 | -0.03 |
| 1970 | -0.60 | 1974 | -0.16 | 1978 | 0.00 | 1982 | -0.32 | 1986 | 2.08 | 1990 | -0.06 |
| 1970 | -0.46 | 1974 | -0.57 | 1978 | -0.32 | 1982 | -0.07 | 1986 | 1.24 | 1990 | -0.14 |
| 1970 | 1.15 | 1974 | -0.24 | 1978 | -0.79 | 1982 | -0.40 | 1986 | -0.14 | 1990 | -0.17 |
| 1970 | -0.46 | 1974 | -0.55 | 1978 | -0.67 | 1982 | -1.01 | 1986 | -0.44 | 1990 | 0.05 |
| 1970 | 0.07 | 1974 | -0.38 | 1978 | -1.56 | 1982 | -0.24 | 1986 | -0.69 | 1990 | -0.39 |
| 1971 | -0.15 | 1974 | -0.96 | 1978 | -1.08 | 1982 | -0.40 | 1986 | -1.12 | 1990 | -1.06 |
| 1971 | 1.08 | 1975 | 0.70 | 1978 | -1.27 | 1982 | 0.39 | 1986 | -1.37 | 1990 | -1.40 |
| 1971 | 2.17 | 1975 | 1.43 | 1979 | -0.27 | 1982 | -0.01 | 1986 | -1.54 | 1990 | -1.44 |
| 1971 | 0.95 | 1975 | 1.97 | 1979 | 1.58 | 1983 | -0.56 | 1986 | 1.35 | 1990 | -0.81 |
| 1971 | 0.10 | 1975 | 1.17 | 1979 | 1.65 | 1983 | 0.72 | 1987 | -0.04 | 1990 | -1.32 |
| 1971 | 0.31 | 1975 | 0.06 | 1979 | -0.15 | 1983 | 2.02 | 1987 | 0.95 | 1991 | -1.81 |
| 1971 | -0.13 | 1975 | 0.26 | 1979 | -0.04 | 1983 | 1.85 | 1987 | -1.02 | 1991 | -0.39 |
| 1971 | -0.29 | 1975 | -0.23 | 1979 | -0.03 | 1983 | 0.69 | 1987 | 0.01 | 1991 | -0.33 |
| 1971 | -0.35 | 1975 | -0.38 | 1979 | -0.13 | 1983 | 0.46 | 1987 | -0.60 | 1991 | 0.75 |
| 1971 | -0.23 | 1975 | 0.22 | 1979 | -0.63 | 1983 | -0.34 | 1987 | -0.09 | 1991 | -0.34 |
| 1971 | -0.05 | 1975 | 0.58 | 1979 | -0.81 | 1983 | -0.82 | 1987 | -0.32 | 1991 | -0.16 |
| 1971 | 0.53 | 1975 | -0.56 | 1979 | -2.13 | 1983 | -0.53 | 1987 | -0.36 | 1991 | -0.58 |
| 1972 | 0.41 | 1975 | -1.52 | 1979 | -1.28 | 1983 | -1.12 | 1987 | -1.01 | 1991 | -1.19 |
| 1972 | 0.94 | 1976 | 1.13 | 1979 | -2.00 | 1983 | -0.86 | 1987 | -1.64 | 1991 | -1.52 |
| 1972 | 1.57 | 1976 | 0.89 | 1980 | -1.44 | 1983 | 1.56 | 1987 | -0.78 | 1991 | -1.06 |
| 1972 | 0.51 | 1976 | 0.92 | 1980 | -0.36 | 1984 | -0.85 | 1987 | -1.67 | 1991 | -0.03 |
| 1972 | 0.22 | 1976 | 0.24 | 1980 | 0.99 | 1984 | 2.50 | 1988 | 0.80 | 1991 | -0.35 |
| 1972 | 0.13 | 1976 | 0.24 | 1980 | -0.13 | 1984 | 0.23 | 1988 | 0.37 | 1992 | 0.34 |
| 1972 | -0.22 | 1976 | 0.27 | 1980 | -0.14 | 1984 | 1.13 | 1988 | 0.15 | 1992 | 0.19 |
| 1972 | -0.65 | 1976 | -0.27 | 1980 | 0.01 | 1984 | 1.60 | 1988 | 1.21 | 1992 | 0.93 |
| 1972 | -0.54 | 1976 | -0.76 | 1980 | -0.34 | 1984 | 0.08 | 1988 | -0.37 | 1992 | 0.49 |
| 1972 | -0.82 | 1976 | -1.21 | 1980 | -0.88 | 1984 | -0.33 | 1988 | -0.06 | 1992 | 0.46 |

Continuación

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1972 | -0.03 | 1976 | -1.24 | 1980 | -1.24 | 1984 | -0.50 | 1988 | -0.40 | 1992 | 0.08 |
| 1992 | -0.55 | 1996 | -0.48 | 2000 | -0.06 | 2004 | 0.13 | 2008 | 0.00 | 2012 | -0.69 |
| 1992 | -1.19 | 1996 | -1.04 | 2000 | -0.77 | 2004 | -0.83 | 2008 | -0.42 | 2012 | -1.56 |
| 1992 | -0.67 | 1996 | -1.26 | 2000 | -0.79 | 2004 | -0.76 | 2008 | -0.46 | 2012 | -1.72 |
| 1992 | -0.51 | 1996 | -1.41 | 2000 | -2.07 | 2004 | -0.21 | 2008 | -0.29 | 2012 | 0.46 |
| 1992 | -1.38 | 1996 | -2.27 | 2000 | -0.26 | 2004 | -0.40 | 2008 | 0.55 | 2012 | 0.63 |
| 1992 | -1.82 | 1996 | -4.01 | 2000 | 1.69 | 2004 | -0.08 | 2008 | -2.61 | 2012 | 0.44 |
| 1993 | 0.51 | 1997 | -1.02 | 2001 | 1.80 | 2005 | 0.85 | 2009 | 1.97 | 2013 | 0.36 |
| 1993 | 1.44 | 1997 | 1.39 | 2001 | 1.10 | 2005 | 0.57 | 2009 | 1.76 | 2013 | 1.77 |
| 1993 | 2.17 | 1997 | -0.50 | 2001 | 2.43 | 2005 | 1.82 | 2009 | 1.87 | 2013 | 2.23 |
| 1993 | 1.33 | 1997 | 0.60 | 2001 | 1.14 | 2005 | 0.19 | 2009 | 0.81 | 2013 | 0.42 |
| 1993 | 0.37 | 1997 | -0.57 | 2001 | 0.62 | 2005 | -0.29 | 2009 | 0.33 | 2013 | 0.76 |
| 1993 | -0.05 | 1997 | -0.06 | 2001 | -0.05 | 2005 | -0.10 | 2009 | 0.22 | 2013 | 0.09 |
| 1993 | -0.31 | 1997 | -0.45 | 2001 | -0.11 | 2005 | -0.52 | 2009 | -0.18 | 2013 | -0.63 |
| 1993 | -0.84 | 1997 | -1.03 | 2001 | -1.48 | 2005 | -1.10 | 2009 | -1.15 | 2013 | -1.13 |
| 1993 | -0.59 | 1997 | 0.53 | 2001 | -0.40 | 2005 | -0.95 | 2009 | -1.46 | 2013 | -1.34 |
| 1993 | 0.49 | 1997 | -0.17 | 2001 | -1.29 | 2005 | -0.54 | 2009 | -0.01 | 2013 | 0.82 |
| 1993 | -0.16 | 1997 | 1.13 | 2001 | 0.50 | 2005 | -0.95 | 2009 | -0.26 | 2013 | -1.49 |
| 1993 | 0.51 | 1997 | 1.79 | 2001 | 0.16 | 2005 | -0.04 | 2009 | 0.05 | 2013 | 0.86 |
| 1994 | 0.90 | 1998 | 1.59 | 2002 | -0.43 | 2006 | 1.17 | 2010 | -0.37 | 2014 | 0.29 |
| 1994 | 1.61 | 1998 | 2.11 | 2002 | 1.42 | 2006 | 1.73 | 2010 | 1.64 | 2014 | 1.18 |
| 1994 | 1.70 | 1998 | 2.44 | 2002 | 1.99 | 2006 | 2.33 | 2010 | 1.68 | 2014 | 1.81 |
| 1994 | 0.99 | 1998 | 1.15 | 2002 | 1.12 | 2006 | 1.38 | 2010 | 0.82 | 2014 | 0.43 |
| 1994 | -0.27 | 1998 | 0.04 | 2002 | -0.20 | 2006 | -0.26 | 2010 | -0.04 | 2014 | 0.62 |
| 1994 | -0.08 | 1998 | -0.24 | 2002 | 0.21 | 2006 | 0.31 | 2010 | 0.05 | 2014 | -0.01 |
| 1994 | -0.54 | 1998 | -0.49 | 2002 | -0.01 | 2006 | -0.38 | 2010 | -0.34 | 2014 | -0.81 |
| 1994 | -1.17 | 1998 | -0.94 | 2002 | -0.72 | 2006 | -1.06 | 2010 | -1.13 | 2014 | -0.84 |
| 1994 | -1.35 | 1998 | -0.88 | 2002 | -0.57 | 2006 | -0.76 | 2010 | -0.93 | 2014 | -0.86 |
| 1994 | -4.15 | 1998 | -0.65 | 2002 | 0.43 | 2006 | -1.99 | 2010 | -1.56 | 2014 | 0.35 |
| 1994 | -1.42 | 1998 | -1.62 | 2002 | 1.09 | 2006 | -0.60 | 2010 | -0.69 | 2014 | -0.08 |
| 1994 | 0.26 | 1998 | -2.11 | 2002 | 0.91 | 2006 | 1.10 | 2010 | 0.14 | 2014 | 1.01 |
| 1995 | -1.15 | 1999 | 0.88 | 2003 | -0.21 | 2007 | 1.03 | 2011 | 0.86 | 2015 | 1.27 |
| 1995 | 1.36 | 1999 | 2.10 | 2003 | 1.02 | 2007 | 0.09 | 2011 | 0.88 | 2015 | 0.82 |
| 1995 | 1.29 | 1999 | 0.31 | 2003 | 1.32 | 2007 | 2.26 | 2011 | 1.28 | 2015 | 2.14 |
| 1995 | 0.61 | 1999 | 1.04 | 2003 | 0.39 | 2007 | 1.24 | 2011 | 1.82 | 2015 | 1.12 |
| 1995 | -0.19 | 1999 | 0.88 | 2003 | 0.43 | 2007 | 0.20 | 2011 | 0.01 | 2015 | 0.36 |
| 1995 | -0.15 | 1999 | 0.61 | 2003 | 0.30 | 2007 | 0.23 | 2011 | -0.20 | 2015 | -0.35 |
| 1995 | -0.44 | 1999 | 0.02 | 2003 | -0.35 | 2007 | -0.32 | 2011 | -0.36 | 2015 | -0.48 |
| 1995 | -1.28 | 1999 | -0.83 | 2003 | -0.63 | 2007 | -0.36 | 2011 | -1.40 | 2015 | -1.23 |
| 1995 | -1.62 | 1999 | 0.24 | 2003 | -1.35 | 2007 | -0.89 | 2011 | -0.65 | 2015 | -1.55 |
| 1995 | -1.49 | 1999 | -1.79 | 2003 | -2.11 | 2007 | 0.33 | 2011 | -0.92 | 2015 | -0.64 |
| 1995 | -1.75 | 1999 | -0.43 | 2003 | -0.39 | 2007 | 0.06 | 2011 | -1.02 | 2015 | 0.70 |
| 1995 | 0.14 | 1999 | 0.27 | 2003 | 0.34 | 2007 | 0.60 | 2011 | 1.28 | 2015 | 0.41 |
| 1996 | 0.72 | 2000 | -0.10 | 2004 | -1.49 | 2008 | 1.69 | 2012 | 1.53 | 2016 | -0.24 |
| 1996 | 1.52 | 2000 | 1.73 | 2004 | 1.29 | 2008 | 2.03 | 2012 | 2.15 | 2016 | 1.25 |
| 1996 | 1.66 | 2000 | 1.83 | 2004 | 0.74 | 2008 | 1.80 | 2012 | 1.87 | 2016 | 1.71 |
| 1996 | 1.00 | 2000 | 1.29 | 2004 | 0.54 | 2008 | 1.14 | 2012 | 1.25 | 2016 | 0.91 |
| 1996 | -0.72 | 2000 | 1.29 | 2004 | 0.10 | 2008 | 0.27 | 2012 | -0.14 | 2016 | -0.76 |
| 1996 | -0.20 | 2000 | 0.28 | 2004 | 0.11 | 2008 | 0.28 | 2012 | -0.24 | 2016 | -0.19 |
| 2016 | -0.45 | 2016 | -0.95 | 2016 | -1.40 | 2016 | -1.25 | 2016 | -2.27 | 2016 | -0.17 |

Tabla 55: Valores de SPEI 1 de la estación climatológica ordinaria Granja Porcón.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Año | SPEI1 | Año | SPEI1 | Año | SPEI1 | Año | SPEI1 | Año | SPEI1 | Año | SPEI1 |
| 1969 | -0.42 | 1972 | 0.73 | 1976 | -0.87 | 1980 | 1.77 | 1984 | 0.74 | 1988 | -1.48 |
| 1969 | 0.78 | 1973 | 1.45 | 1976 | 0.15 | 1980 | 1.65 | 1984 | -1.39 | 1988 | -1.19 |
| 1969 | 0.75 | 1973 | 0.61 | 1977 | 1.48 | 1980 | 1.15 | 1984 | 0.01 | 1988 | 0.09 |
| 1969 | 0.73 | 1973 | 1.57 | 1977 | 1.79 | 1981 | 0.31 | 1984 | -0.42 | 1988 | -0.13 |
| 1969 | -1.10 | 1973 | 1.60 | 1977 | 1.30 | 1981 | 1.90 | 1985 | -0.73 | 1988 | 0.01 |
| 1969 | -0.32 | 1973 | 0.12 | 1977 | 0.54 | 1981 | 1.41 | 1985 | -0.94 | 1989 | 0.63 |
| 1969 | -1.18 | 1973 | 0.31 | 1977 | -0.58 | 1981 | 1.13 | 1985 | 1.53 | 1989 | 0.95 |
| 1969 | -1.19 | 1973 | -0.33 | 1977 | -0.76 | 1981 | 0.03 | 1985 | 1.91 | 1989 | -0.34 |
| 1969 | -0.91 | 1973 | 0.91 | 1977 | -1.06 | 1981 | -1.16 | 1985 | 0.83 | 1989 | -0.13 |
| 1969 | -0.10 | 1973 | 1.06 | 1977 | -1.31 | 1981 | -1.21 | 1985 | -1.00 | 1989 | -1.01 |
| 1969 | 0.92 | 1973 | -0.87 | 1977 | -0.09 | 1981 | -1.47 | 1985 | -1.30 | 1989 | -1.18 |
| 1969 | 0.71 | 1973 | 1.30 | 1977 | 0.38 | 1981 | -1.33 | 1985 | -1.34 | 1989 | -1.46 |
| 1970 | -0.05 | 1973 | 0.77 | 1977 | 1.04 | 1981 | 1.12 | 1985 | -1.44 | 1989 | -1.41 |
| 1970 | 0.20 | 1974 | 1.10 | 1977 | 0.20 | 1981 | -0.18 | 1985 | -1.51 | 1989 | -0.90 |
| 1970 | 0.34 | 1974 | 0.75 | 1978 | -0.62 | 1981 | 0.23 | 1985 | -1.53 | 1989 | -0.50 |
| 1970 | 0.25 | 1974 | 1.24 | 1978 | 0.59 | 1982 | -0.34 | 1985 | -1.72 | 1989 | -0.86 |
| 1970 | -0.06 | 1974 | 1.63 | 1978 | -0.32 | 1982 | -1.01 | 1986 | 1.04 | 1989 | -1.86 |
| 1970 | -0.72 | 1974 | -0.06 | 1978 | 0.47 | 1982 | -0.09 | 1986 | -0.55 | 1990 | -1.44 |
| 1970 | -0.96 | 1974 | 0.15 | 1978 | 0.44 | 1982 | -0.69 | 1986 | -1.47 | 1990 | -0.34 |
| 1970 | -1.13 | 1974 | -0.66 | 1978 | -1.11 | 1982 | -0.51 | 1986 | -0.48 | 1990 | -0.36 |
| 1970 | -0.42 | 1974 | -0.02 | 1978 | -0.56 | 1982 | -0.24 | 1986 | 0.68 | 1990 | 0.26 |
| 1970 | 0.10 | 1974 | -0.28 | 1978 | -1.28 | 1982 | -1.27 | 1986 | -1.17 | 1990 | -0.90 |
| 1970 | 0.90 | 1974 | 0.34 | 1978 | 0.04 | 1982 | -1.31 | 1986 | -1.24 | 1990 | -0.73 |
| 1970 | 0.01 | 1974 | -0.06 | 1978 | 0.00 | 1982 | -0.94 | 1986 | -0.34 | 1990 | -1.44 |
| 1971 | 0.28 | 1974 | 0.53 | 1978 | 1.42 | 1982 | 1.52 | 1986 | -1.27 | 1990 | -1.56 |
| 1971 | 0.37 | 1975 | 0.68 | 1978 | 1.41 | 1982 | 1.68 | 1986 | -0.92 | 1990 | 0.22 |
| 1971 | 2.18 | 1975 | -0.81 | 1979 | 0.52 | 1982 | 1.03 | 1986 | -0.47 | 1990 | 1.21 |
| 1971 | 0.60 | 1975 | 1.32 | 1979 | 1.08 | 1983 | 1.53 | 1986 | 0.75 | 1990 | 1.17 |
| 1971 | 0.25 | 1975 | 1.77 | 1979 | 2.35 | 1983 | 1.52 | 1987 | 2.08 | 1990 | -0.29 |
| 1971 | -0.25 | 1975 | 0.19 | 1979 | -0.07 | 1983 | 0.09 | 1987 | 0.63 | 1991 | -0.37 |
| 1971 | -0.21 | 1975 | -0.28 | 1979 | -0.22 | 1983 | 1.86 | 1987 | 0.67 | 1991 | 1.74 |
| 1971 | -0.75 | 1975 | -0.99 | 1979 | -0.21 | 1983 | -1.20 | 1987 | 0.20 | 1991 | 2.23 |
| 1971 | -0.36 | 1975 | -0.09 | 1979 | -0.46 | 1983 | -1.07 | 1987 | 0.08 | 1991 | 1.20 |
| 1971 | 0.98 | 1975 | -0.89 | 1979 | -0.51 | 1983 | -1.29 | 1987 | -1.28 | 1991 | 1.45 |
| 1971 | 0.50 | 1975 | 0.76 | 1979 | 0.72 | 1983 | -0.77 | 1987 | -0.82 | 1991 | -1.33 |
| 1971 | 0.53 | 1975 | 0.43 | 1979 | -0.56 | 1983 | -1.02 | 1987 | -1.30 | 1991 | -1.40 |
| 1972 | 0.48 | 1975 | -0.95 | 1979 | -0.95 | 1983 | 1.07 | 1987 | -0.20 | 1991 | -1.51 |
| 1972 | 1.10 | 1976 | 1.46 | 1979 | 0.46 | 1983 | 0.50 | 1987 | 0.69 | 1991 | -0.38 |
| 1972 | 1.85 | 1976 | 1.06 | 1980 | -0.13 | 1983 | -1.09 | 1987 | 1.14 | 1991 | 0.39 |
| 1972 | 1.14 | 1976 | 1.41 | 1980 | -0.66 | 1984 | -1.56 | 1987 | 0.10 | 1991 | 0.84 |
| 1972 | -0.06 | 1976 | 0.06 | 1980 | 1.15 | 1984 | -1.20 | 1988 | 1.43 | 1991 | 1.10 |
| 1972 | -0.73 | 1976 | 0.02 | 1980 | 0.03 | 1984 | -1.21 | 1988 | 0.72 | 1992 | 0.49 |
| 1972 | -1.10 | 1976 | -0.38 | 1980 | 0.15 | 1984 | 1.02 | 1988 | -0.73 | 1992 | -0.47 |
| 1972 | -0.35 | 1976 | -1.10 | 1980 | -0.94 | 1984 | -1.00 | 1988 | 0.59 | 1992 | 0.17 |
| 1972 | -0.30 | 1976 | -0.96 | 1980 | -1.29 | 1984 | -0.79 | 1988 | -1.25 | 1992 | 0.09 |
| 1972 | -0.75 | 1976 | -0.75 | 1980 | -1.33 | 1984 | 0.15 | 1988 | -1.15 | 1992 | 0.02 |

Continuación

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1972 | 1.29 | 1976 | -0.21 | 1980 | -1.44 | 1984 | 1.60 | 1988 | -1.38 | 1992 | -0.35 |
| 1992 | -1.34 | 1996 | -1.49 | 2000 | -1.31 | 2004 | -0.64 | 2008 | -1.12 | 2012 | -1.44 |
| 1992 | -1.20 | 1996 | -1.28 | 2000 | -1.20 | 2004 | -1.22 | 2008 | -1.31 | 2012 | -0.82 |
| 1992 | 0.23 | 1996 | -0.91 | 2000 | 0.23 | 2004 | -0.29 | 2008 | 0.01 | 2012 | -1.08 |
| 1992 | -0.05 | 1996 | 0.99 | 2000 | -1.48 | 2004 | 0.39 | 2008 | 0.75 | 2012 | 0.29 |
| 1992 | -0.61 | 1996 | -0.67 | 2000 | -0.80 | 2004 | 0.63 | 2008 | 0.26 | 2012 | 0.91 |
| 1992 | 0.46 | 1996 | -0.84 | 2000 | 1.14 | 2004 | 1.17 | 2008 | -0.69 | 2012 | -0.64 |
| 1993 | 0.40 | 1997 | 0.64 | 2001 | 1.74 | 2005 | 0.47 | 2009 | 1.69 | 2013 | 0.25 |
| 1993 | -0.51 | 1997 | 0.83 | 2001 | 1.17 | 2005 | 1.16 | 2009 | 0.91 | 2013 | 1.41 |
| 1993 | 1.78 | 1997 | -0.08 | 2001 | 2.03 | 2005 | 1.74 | 2009 | 1.53 | 2013 | 1.75 |
| 1993 | 2.04 | 1997 | 1.31 | 2001 | -0.09 | 2005 | -0.10 | 2009 | 0.53 | 2013 | 0.87 |
| 1993 | -0.04 | 1997 | -0.24 | 2001 | -0.05 | 2005 | -0.12 | 2009 | 0.30 | 2013 | 0.91 |
| 1993 | -1.05 | 1997 | -1.07 | 2001 | -0.96 | 2005 | -0.52 | 2009 | -0.80 | 2013 | -0.77 |
| 1993 | -1.54 | 1997 | -0.82 | 2001 | -1.07 | 2005 | -1.43 | 2009 | -1.08 | 2013 | -1.08 |
| 1993 | -1.39 | 1997 | -1.37 | 2001 | -1.54 | 2005 | -1.47 | 2009 | -1.41 | 2013 | -0.98 |
| 1993 | -0.42 | 1997 | -0.45 | 2001 | 0.44 | 2005 | -0.74 | 2009 | -1.30 | 2013 | -1.24 |
| 1993 | 0.13 | 1997 | 0.51 | 2001 | 0.57 | 2005 | 0.47 | 2009 | 0.69 | 2013 | 0.62 |
| 1993 | 0.75 | 1997 | 1.47 | 2001 | 0.55 | 2005 | -1.27 | 2009 | 0.71 | 2013 | -1.22 |
| 1993 | 2.04 | 1997 | 1.49 | 2001 | 0.59 | 2005 | 0.58 | 2009 | 1.09 | 2013 | 1.10 |
| 1994 | 2.10 | 1998 | 0.52 | 2002 | -0.49 | 2006 | 0.34 | 2010 | -0.12 | 2014 | 0.21 |
| 1994 | 1.79 | 1998 | 1.85 | 2002 | 0.91 | 2006 | 0.91 | 2010 | 0.64 | 2014 | 0.85 |
| 1994 | 2.27 | 1998 | 1.46 | 2002 | 1.90 | 2006 | 1.75 | 2010 | 1.33 | 2014 | 1.09 |
| 1994 | 1.30 | 1998 | 1.20 | 2002 | 0.63 | 2006 | 0.80 | 2010 | 0.57 | 2014 | -0.06 |
| 1994 | 1.64 | 1998 | -0.23 | 2002 | -0.73 | 2006 | -0.52 | 2010 | -0.27 | 2014 | -0.19 |
| 1994 | -1.13 | 1998 | -1.37 | 2002 | -0.84 | 2006 | -0.31 | 2010 | -0.77 | 2014 | -1.28 |
| 1994 | -1.54 | 1998 | -1.52 | 2002 | -1.08 | 2006 | -1.29 | 2010 | -0.78 | 2014 | -1.28 |
| 1994 | -1.32 | 1998 | -1.38 | 2002 | -1.48 | 2006 | -1.23 | 2010 | -1.10 | 2014 | -1.35 |
| 1994 | -0.23 | 1998 | -0.64 | 2002 | -0.83 | 2006 | 0.05 | 2010 | -1.12 | 2014 | -0.57 |
| 1994 | 1.09 | 1998 | 0.95 | 2002 | 0.89 | 2006 | -1.07 | 2010 | -0.54 | 2014 | -0.23 |
| 1994 | 0.80 | 1998 | 0.34 | 2002 | 1.08 | 2006 | 0.50 | 2010 | -0.24 | 2014 | -0.29 |
| 1994 | 0.11 | 1998 | -0.46 | 2002 | 1.18 | 2006 | 0.75 | 2010 | 0.75 | 2014 | 0.92 |
| 1995 | 0.04 | 1999 | 0.87 | 2003 | -0.11 | 2007 | 1.19 | 2011 | 1.21 | 2015 | 1.80 |
| 1995 | 1.00 | 1999 | 2.25 | 2003 | 0.37 | 2007 | -0.49 | 2011 | 0.45 | 2015 | 0.54 |
| 1995 | 0.92 | 1999 | 1.24 | 2003 | 0.15 | 2007 | 1.75 | 2011 | 1.41 | 2015 | 1.44 |
| 1995 | 0.18 | 1999 | 0.31 | 2003 | -0.25 | 2007 | 1.14 | 2011 | 1.38 | 2015 | 0.09 |
| 1995 | 0.06 | 1999 | 0.73 | 2003 | -0.26 | 2007 | -0.57 | 2011 | -1.05 | 2015 | 0.58 |
| 1995 | -1.16 | 1999 | -0.43 | 2003 | -0.49 | 2007 | -1.30 | 2011 | -1.13 | 2015 | -1.28 |
| 1995 | -0.64 | 1999 | -1.05 | 2003 | -0.90 | 2007 | -0.70 | 2011 | -1.05 | 2015 | -1.40 |
| 1995 | -0.89 | 1999 | -1.52 | 2003 | -1.30 | 2007 | -1.20 | 2011 | -1.38 | 2015 | -1.80 |
| 1995 | -0.84 | 1999 | 1.09 | 2003 | -0.85 | 2007 | -1.07 | 2011 | -0.64 | 2015 | -1.47 |
| 1995 | -0.42 | 1999 | -0.67 | 2003 | -0.22 | 2007 | 0.57 | 2011 | -0.34 | 2015 | -0.60 |
| 1995 | -0.01 | 1999 | 0.30 | 2003 | -0.01 | 2007 | 1.00 | 2011 | -0.23 | 2015 | -0.03 |
| 1995 | 1.08 | 1999 | 0.63 | 2003 | -0.17 | 2007 | 0.59 | 2011 | 1.29 | 2015 | -0.36 |
| 1996 | 0.77 | 2000 | -0.61 | 2004 | -0.71 | 2008 | 0.87 | 2012 | 1.61 | 2016 | 0.36 |
| 1996 | 1.95 | 2000 | 1.25 | 2004 | 1.18 | 2008 | 1.53 | 2012 | 1.62 | 2016 | 0.20 |
| 1996 | 1.54 | 2000 | 1.11 | 2004 | 0.59 | 2008 | 1.28 | 2012 | 0.38 | 2016 | 0.38 |
| 1996 | 0.42 | 2000 | 0.76 | 2004 | -0.25 | 2008 | 0.59 | 2012 | 0.97 | 2016 | 0.26 |
| 1996 | -0.50 | 2000 | 0.68 | 2004 | -0.31 | 2008 | -0.25 | 2012 | 0.10 | 2016 | -1.09 |
| 1996 | -0.58 | 2000 | -0.59 | 2004 | -1.04 | 2008 | -0.23 | 2012 | -0.85 | 2016 | -0.81 |
| 2016 | -1.61 | 2016 | -1.77 | 2016 | -1.04 | 2016 | 0.18 | 2016 | -1.31 | 2016 | 0.53 |

Tabla 56: Valores de SPEI 1 de la estación climatológica ordinaria San Juan.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Año | SPEI1 | Año | SPEI1 | Año | SPEI1 | Año | SPEI1 | Año | SPEI1 | Año | SPEI1 |
| 1969 | -0.47 | 1972 | 0.48 | 1976 | -0.54 | 1980 | 0.77 | 1984 | -1.32 | 1988 | -1.13 |
| 1969 | 1.18 | 1973 | 1.50 | 1976 | 0.08 | 1980 | 0.19 | 1984 | -0.72 | 1988 | -1.02 |
| 1969 | 1.43 | 1973 | 1.27 | 1977 | 1.75 | 1980 | 0.21 | 1984 | 0.09 | 1988 | -0.12 |
| 1969 | 0.88 | 1973 | 1.86 | 1977 | 2.22 | 1981 | 0.87 | 1984 | -0.47 | 1988 | 0.51 |
| 1969 | -0.71 | 1973 | 1.55 | 1977 | 1.33 | 1981 | 1.92 | 1985 | -0.35 | 1988 | -0.01 |
| 1969 | -0.22 | 1973 | -0.04 | 1977 | 0.46 | 1981 | 1.27 | 1985 | 0.07 | 1989 | 1.12 |
| 1969 | -0.83 | 1973 | 0.06 | 1977 | -0.69 | 1981 | -0.30 | 1985 | -0.98 | 1989 | 1.83 |
| 1969 | -0.74 | 1973 | -0.60 | 1977 | -0.63 | 1981 | -0.69 | 1985 | -0.40 | 1989 | 1.56 |
| 1969 | -1.14 | 1973 | -0.81 | 1977 | -0.89 | 1981 | -0.76 | 1985 | -0.64 | 1989 | 0.60 |
| 1969 | -0.12 | 1973 | 0.24 | 1977 | -1.15 | 1981 | -0.87 | 1985 | -0.99 | 1989 | -0.73 |
| 1969 | 0.81 | 1973 | 0.23 | 1977 | -0.89 | 1981 | -1.14 | 1985 | -1.10 | 1989 | -0.75 |
| 1969 | 1.15 | 1973 | 0.23 | 1977 | -1.13 | 1981 | -1.36 | 1985 | -1.23 | 1989 | -1.00 |
| 1970 | 1.19 | 1973 | 0.93 | 1977 | -0.08 | 1981 | 0.23 | 1985 | -0.93 | 1989 | -1.13 |
| 1970 | 0.64 | 1974 | 1.05 | 1977 | 0.11 | 1981 | 0.09 | 1985 | -1.74 | 1989 | -0.33 |
| 1970 | 0.78 | 1974 | 1.68 | 1978 | -0.98 | 1981 | 0.44 | 1985 | -1.18 | 1989 | 0.68 |
| 1970 | 0.95 | 1974 | 0.94 | 1978 | 0.92 | 1982 | 0.47 | 1985 | 0.22 | 1989 | -1.29 |
| 1970 | -0.04 | 1974 | 0.50 | 1978 | 0.69 | 1982 | 0.71 | 1986 | 0.97 | 1989 | -1.70 |
| 1970 | -0.17 | 1974 | -0.69 | 1978 | 0.29 | 1982 | 0.63 | 1986 | 0.73 | 1990 | 0.73 |
| 1970 | -0.76 | 1974 | -0.02 | 1978 | 0.24 | 1982 | 0.06 | 1986 | 1.20 | 1990 | 0.77 |
| 1970 | -0.79 | 1974 | -0.68 | 1978 | -0.80 | 1982 | -0.81 | 1986 | 1.46 | 1990 | 0.99 |
| 1970 | -0.66 | 1974 | -0.63 | 1978 | -0.74 | 1982 | -0.86 | 1986 | -0.49 | 1990 | 0.06 |
| 1970 | 0.69 | 1974 | -0.25 | 1978 | -1.19 | 1982 | -1.05 | 1986 | -0.93 | 1990 | -0.35 |
| 1970 | 0.19 | 1974 | -0.34 | 1978 | -0.48 | 1982 | -1.38 | 1986 | -1.11 | 1990 | -0.29 |
| 1970 | 0.45 | 1974 | 0.01 | 1978 | -0.99 | 1982 | -1.04 | 1986 | -0.84 | 1990 | -0.95 |
| 1971 | 0.56 | 1974 | -0.01 | 1978 | -0.66 | 1982 | 0.19 | 1986 | -1.30 | 1990 | -1.38 |
| 1971 | 1.05 | 1975 | 0.63 | 1978 | -0.09 | 1982 | -0.47 | 1986 | -0.77 | 1990 | -1.52 |
| 1971 | 2.07 | 1975 | 1.76 | 1979 | 0.52 | 1982 | 0.58 | 1986 | 0.46 | 1990 | 0.10 |
| 1971 | 1.20 | 1975 | 1.83 | 1979 | 0.95 | 1983 | 0.75 | 1986 | 1.72 | 1990 | 0.80 |
| 1971 | -0.32 | 1975 | 0.99 | 1979 | 1.78 | 1983 | 0.26 | 1987 | 1.57 | 1990 | 0.29 |
| 1971 | -0.20 | 1975 | 0.02 | 1979 | -0.22 | 1983 | 1.71 | 1987 | 1.28 | 1991 | -0.87 |
| 1971 | -0.68 | 1975 | 0.07 | 1979 | -0.70 | 1983 | 1.20 | 1987 | 0.24 | 1991 | 0.38 |
| 1971 | -0.30 | 1975 | -0.57 | 1979 | -0.78 | 1983 | -0.63 | 1987 | 0.57 | 1991 | 1.29 |
| 1971 | -0.14 | 1975 | 0.00 | 1979 | -0.89 | 1983 | -0.67 | 1987 | -1.04 | 1991 | 0.40 |
| 1971 | 0.34 | 1975 | 0.26 | 1979 | -1.06 | 1983 | -0.98 | 1987 | -0.89 | 1991 | -0.77 |
| 1971 | -0.37 | 1975 | 0.94 | 1979 | -0.64 | 1983 | -1.21 | 1987 | -0.98 | 1991 | -0.87 |
| 1971 | 0.97 | 1975 | 0.04 | 1979 | -1.70 | 1983 | -1.20 | 1987 | -1.05 | 1991 | -1.22 |
| 1972 | 0.42 | 1975 | -0.98 | 1979 | -0.96 | 1983 | -1.39 | 1987 | -1.04 | 1991 | -1.50 |
| 1972 | 1.10 | 1976 | 1.79 | 1979 | -1.00 | 1983 | -1.44 | 1987 | -1.38 | 1991 | -1.57 |
| 1972 | 1.84 | 1976 | 1.27 | 1980 | -0.59 | 1983 | 0.45 | 1987 | 0.02 | 1991 | -0.47 |
| 1972 | 0.86 | 1976 | 1.29 | 1980 | -0.08 | 1984 | -0.19 | 1987 | -0.06 | 1991 | -0.63 |
| 1972 | 0.04 | 1976 | 0.64 | 1980 | 0.83 | 1984 | 1.93 | 1988 | 1.28 | 1991 | 0.23 |
| 1972 | -0.56 | 1976 | 0.10 | 1980 | 0.25 | 1984 | 1.27 | 1988 | 1.28 | 1992 | 0.85 |
| 1972 | -0.82 | 1976 | -0.55 | 1980 | -0.89 | 1984 | 0.17 | 1988 | -0.10 | 1992 | -0.05 |
| 1972 | -1.02 | 1976 | -0.93 | 1980 | -0.72 | 1984 | 0.25 | 1988 | 0.90 | 1992 | 0.83 |
| 1972 | -0.37 | 1976 | -1.25 | 1980 | -1.00 | 1984 | -0.32 | 1988 | -0.77 | 1992 | 1.23 |
| 1972 | -0.89 | 1976 | -1.38 | 1980 | -1.18 | 1984 | -0.74 | 1988 | -0.75 | 1992 | -0.02 |

Continuación

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1972 | -0.21 | 1976 | -1.06 | 1980 | -1.34 | 1984 | -1.27 | 1988 | -1.04 | 1992 | -0.29 |
| 1992 | -1.19 | 1996 | -0.98 | 2000 | -0.84 | 2004 | -0.66 | 2008 | -0.79 | 2012 | -1.39 |
| 1992 | -1.44 | 1996 | -1.06 | 2000 | -1.08 | 2004 | -1.23 | 2008 | -0.73 | 2012 | -1.63 |
| 1992 | 0.38 | 1996 | -1.12 | 2000 | 0.10 | 2004 | -0.97 | 2008 | -0.62 | 2012 | -2.17 |
| 1992 | 0.96 | 1996 | 0.02 | 2000 | -1.35 | 2004 | 0.16 | 2008 | 0.01 | 2012 | 0.72 |
| 1992 | -0.35 | 1996 | -0.71 | 2000 | -0.46 | 2004 | 0.19 | 2008 | 0.60 | 2012 | 0.85 |
| 1992 | -0.80 | 1996 | -0.72 | 2000 | 1.06 | 2004 | 0.82 | 2008 | -1.04 | 2012 | 0.39 |
| 1993 | 0.48 | 1997 | 0.12 | 2001 | 1.94 | 2005 | 0.90 | 2009 | 1.96 | 2013 | 0.56 |
| 1993 | 1.41 | 1997 | 1.33 | 2001 | 0.98 | 2005 | 0.85 | 2009 | 1.79 | 2013 | 1.69 |
| 1993 | 1.78 | 1997 | 0.06 | 2001 | 2.28 | 2005 | 1.81 | 2009 | 2.12 | 2013 | 2.11 |
| 1993 | 0.98 | 1997 | 0.75 | 2001 | 0.26 | 2005 | 0.00 | 2009 | 0.90 | 2013 | 0.50 |
| 1993 | -0.24 | 1997 | -0.51 | 2001 | 0.07 | 2005 | -0.77 | 2009 | 0.11 | 2013 | 0.32 |
| 1993 | -0.79 | 1997 | -0.47 | 2001 | -0.70 | 2005 | -0.70 | 2009 | -0.64 | 2013 | -0.79 |
| 1993 | -0.83 | 1997 | -1.06 | 2001 | -0.85 | 2005 | -0.99 | 2009 | -0.84 | 2013 | -1.11 |
| 1993 | -1.20 | 1997 | -1.32 | 2001 | -1.31 | 2005 | -1.21 | 2009 | -1.40 | 2013 | -1.24 |
| 1993 | -0.47 | 1997 | -0.30 | 2001 | -0.80 | 2005 | -1.09 | 2009 | -2.04 | 2013 | -1.88 |
| 1993 | 0.64 | 1997 | 0.12 | 2001 | -0.42 | 2005 | 0.16 | 2009 | 0.39 | 2013 | 0.44 |
| 1993 | 0.26 | 1997 | 0.92 | 2001 | 0.83 | 2005 | -0.79 | 2009 | 0.65 | 2013 | -1.31 |
| 1993 | 1.22 | 1997 | 1.71 | 2001 | 0.11 | 2005 | 0.61 | 2009 | 0.80 | 2013 | 0.39 |
| 1994 | 1.39 | 1998 | 1.80 | 2002 | -0.61 | 2006 | 1.07 | 2010 | 0.28 | 2014 | 0.73 |
| 1994 | 1.47 | 1998 | 2.20 | 2002 | 1.52 | 2006 | 1.48 | 2010 | 1.31 | 2014 | 0.70 |
| 1994 | 1.72 | 1998 | 2.02 | 2002 | 1.95 | 2006 | 2.26 | 2010 | 1.49 | 2014 | 1.58 |
| 1994 | 1.18 | 1998 | 1.17 | 2002 | 0.83 | 2006 | 1.03 | 2010 | 0.73 | 2014 | 0.02 |
| 1994 | -0.06 | 1998 | 0.02 | 2002 | -0.61 | 2006 | -0.73 | 2010 | -0.07 | 2014 | 0.55 |
| 1994 | -0.66 | 1998 | -0.48 | 2002 | -0.56 | 2006 | -0.16 | 2010 | -0.65 | 2014 | -0.76 |
| 1994 | -1.00 | 1998 | -0.90 | 2002 | -0.63 | 2006 | -0.82 | 2010 | -0.80 | 2014 | -1.41 |
| 1994 | -1.31 | 1998 | -0.99 | 2002 | -1.31 | 2006 | -1.06 | 2010 | -1.43 | 2014 | -1.50 |
| 1994 | -1.16 | 1998 | -0.89 | 2002 | -1.14 | 2006 | -0.47 | 2010 | -0.85 | 2014 | -0.92 |
| 1994 | -1.36 | 1998 | -0.13 | 2002 | 0.80 | 2006 | -1.28 | 2010 | -1.14 | 2014 | -0.89 |
| 1994 | -0.01 | 1998 | -0.91 | 2002 | 0.64 | 2006 | 0.24 | 2010 | -0.01 | 2014 | 0.27 |
| 1994 | 1.41 | 1998 | -0.25 | 2002 | 1.28 | 2006 | 1.06 | 2010 | 0.11 | 2014 | 0.66 |
| 1995 | 0.72 | 1999 | 0.73 | 2003 | 0.65 | 2007 | 1.24 | 2011 | 0.95 | 2015 | 1.07 |
| 1995 | 1.49 | 1999 | 2.42 | 2003 | 0.84 | 2007 | 0.34 | 2011 | 0.87 | 2015 | 0.70 |
| 1995 | 0.86 | 1999 | 1.07 | 2003 | 1.26 | 2007 | 2.06 | 2011 | 1.40 | 2015 | 2.14 |
| 1995 | 0.44 | 1999 | 0.71 | 2003 | 0.51 | 2007 | 1.01 | 2011 | 1.50 | 2015 | 0.65 |
| 1995 | -0.33 | 1999 | 0.42 | 2003 | -0.11 | 2007 | -0.45 | 2011 | -0.74 | 2015 | 0.46 |
| 1995 | -0.66 | 1999 | 0.24 | 2003 | -0.10 | 2007 | -0.75 | 2011 | -0.66 | 2015 | -0.95 |
| 1995 | -0.76 | 1999 | -0.56 | 2003 | -0.81 | 2007 | -0.82 | 2011 | -0.77 | 2015 | -1.06 |
| 1995 | -1.17 | 1999 | -1.13 | 2003 | -1.18 | 2007 | -0.89 | 2011 | -1.54 | 2015 | -1.57 |
| 1995 | -1.12 | 1999 | 0.09 | 2003 | -1.15 | 2007 | -1.36 | 2011 | -1.07 | 2015 | -1.47 |
| 1995 | -0.19 | 1999 | -1.01 | 2003 | -0.81 | 2007 | 0.41 | 2011 | -1.06 | 2015 | -1.44 |
| 1995 | -0.16 | 1999 | 0.14 | 2003 | -0.25 | 2007 | 0.47 | 2011 | -0.59 | 2015 | 0.47 |
| 1995 | 0.74 | 1999 | 0.97 | 2003 | 0.42 | 2007 | -0.11 | 2011 | 1.18 | 2015 | -0.48 |
| 1996 | 1.15 | 2000 | 0.67 | 2004 | -0.59 | 2008 | 1.76 | 2012 | 1.85 | 2016 | 0.33 |
| 1996 | 1.47 | 2000 | 1.89 | 2004 | 1.58 | 2008 | 1.89 | 2012 | 1.63 | 2016 | 1.12 |
| 1996 | 1.85 | 2000 | 1.81 | 2004 | 0.61 | 2008 | 1.57 | 2012 | 1.05 | 2016 | 1.43 |
| 1996 | 0.45 | 2000 | 1.14 | 2004 | 0.58 | 2008 | 1.45 | 2012 | 0.76 | 2016 | 0.74 |
| 1996 | -0.62 | 2000 | 0.49 | 2004 | -0.12 | 2008 | -0.14 | 2012 | 0.24 | 2016 | -0.93 |
| 1996 | -0.46 | 2000 | 0.14 | 2004 | -0.74 | 2008 | -0.53 | 2012 | -0.89 | 2016 | -0.79 |
| 2016 | -1.32 | 2016 | -1.75 | 2016 | -1.60 | 2016 | -1.32 | 2016 | -1.38 | 2016 | 0.55 |

Tabla 57: Valores de SPEI 1 de la estación climatológica ordinaria San Pablo.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Año | SPEI1 | Año | SPEI1 | Año | SPEI1 | Año | SPEI1 | Año | SPEI1 | Año | SPEI1 |
| 1969 | -1.21 | 1972 | -2.25 | 1976 | -0.34 | 1980 | -1.87 | 1984 | 0.69 | 1988 | -0.86 |
| 1969 | 1.01 | 1973 | 1.62 | 1976 | -1.70 | 1980 | -1.57 | 1984 | 1.64 | 1988 | -0.52 |
| 1969 | 0.49 | 1973 | 1.65 | 1977 | -1.47 | 1980 | 1.22 | 1984 | 0.69 | 1988 | 0.22 |
| 1969 | 0.14 | 1973 | 0.22 | 1977 | 0.59 | 1981 | -0.72 | 1984 | 0.63 | 1988 | 1.21 |
| 1969 | -1.43 | 1973 | 1.16 | 1977 | -0.65 | 1981 | 1.83 | 1985 | 0.28 | 1988 | 0.96 |
| 1969 | -0.14 | 1973 | -1.61 | 1977 | -1.10 | 1981 | -0.89 | 1985 | 1.79 | 1989 | -1.60 |
| 1969 | -0.68 | 1973 | 0.89 | 1977 | 0.40 | 1981 | -0.41 | 1985 | 1.51 | 1989 | -0.74 |
| 1969 | -0.17 | 1973 | -0.55 | 1977 | 0.74 | 1981 | -1.23 | 1985 | 0.80 | 1989 | 0.52 |
| 1969 | 0.64 | 1973 | -1.00 | 1977 | 0.34 | 1981 | 0.29 | 1985 | 0.78 | 1989 | 0.24 |
| 1969 | -0.13 | 1973 | -0.32 | 1977 | 0.39 | 1981 | 0.15 | 1985 | -0.04 | 1989 | -0.73 |
| 1969 | -0.42 | 1973 | 1.25 | 1977 | 0.22 | 1981 | -0.42 | 1985 | 0.21 | 1989 | -0.64 |
| 1969 | 1.03 | 1973 | -1.45 | 1977 | 0.41 | 1981 | -1.28 | 1985 | 0.84 | 1989 | -1.17 |
| 1970 | 1.29 | 1973 | 0.27 | 1977 | 0.58 | 1981 | -1.47 | 1985 | 0.13 | 1989 | -0.46 |
| 1970 | -1.04 | 1974 | -1.43 | 1977 | 0.07 | 1981 | 0.67 | 1985 | 1.26 | 1989 | 0.16 |
| 1970 | 1.22 | 1974 | -1.76 | 1978 | 1.16 | 1981 | 0.44 | 1985 | 1.16 | 1989 | -0.66 |
| 1970 | 0.77 | 1974 | -0.17 | 1978 | -0.03 | 1982 | 1.06 | 1985 | -1.26 | 1989 | -0.56 |
| 1970 | 0.94 | 1974 | 1.00 | 1978 | 2.08 | 1982 | -0.14 | 1986 | 0.04 | 1989 | -2.17 |
| 1970 | -1.21 | 1974 | -0.75 | 1978 | 2.69 | 1982 | -0.19 | 1986 | -0.06 | 1990 | -1.07 |
| 1970 | -0.75 | 1974 | -0.35 | 1978 | -0.04 | 1982 | -0.48 | 1986 | -0.15 | 1990 | -1.78 |
| 1970 | -1.79 | 1974 | 0.90 | 1978 | 0.60 | 1982 | 1.10 | 1986 | 1.91 | 1990 | 0.51 |
| 1970 | 1.41 | 1974 | -1.06 | 1978 | 0.79 | 1982 | -0.55 | 1986 | 0.43 | 1990 | 0.73 |
| 1970 | -0.51 | 1974 | -0.86 | 1978 | -0.16 | 1982 | -0.32 | 1986 | -1.37 | 1990 | -0.54 |
| 1970 | 1.91 | 1974 | -0.57 | 1978 | -1.21 | 1982 | -0.30 | 1986 | -0.92 | 1990 | 1.56 |
| 1970 | -1.51 | 1974 | -1.32 | 1978 | 0.04 | 1982 | -0.90 | 1986 | 1.02 | 1990 | -0.10 |
| 1971 | -1.89 | 1974 | -0.54 | 1978 | 0.68 | 1982 | 0.65 | 1986 | 0.58 | 1990 | 0.24 |
| 1971 | -0.60 | 1975 | -0.74 | 1978 | -0.09 | 1982 | 0.37 | 1986 | 0.56 | 1990 | -0.60 |
| 1971 | 1.51 | 1975 | 0.96 | 1979 | -1.13 | 1982 | -0.88 | 1986 | -1.22 | 1990 | 1.11 |
| 1971 | 1.36 | 1975 | 1.43 | 1979 | -0.17 | 1983 | -1.72 | 1986 | 1.11 | 1990 | 1.45 |
| 1971 | -0.34 | 1975 | -0.28 | 1979 | -0.37 | 1983 | -1.23 | 1987 | 0.77 | 1990 | 1.69 |
| 1971 | -0.73 | 1975 | -0.50 | 1979 | 0.28 | 1983 | 1.82 | 1987 | 0.86 | 1991 | -2.03 |
| 1971 | -1.10 | 1975 | -0.83 | 1979 | -1.10 | 1983 | 1.04 | 1987 | -0.43 | 1991 | -0.22 |
| 1971 | -0.37 | 1975 | 1.18 | 1979 | 0.85 | 1983 | 1.45 | 1987 | 0.94 | 1991 | 1.47 |
| 1971 | -1.14 | 1975 | 1.03 | 1979 | 0.97 | 1983 | -0.35 | 1987 | -1.15 | 1991 | -0.91 |
| 1971 | 0.70 | 1975 | -0.60 | 1979 | -1.01 | 1983 | -0.42 | 1987 | 0.24 | 1991 | -1.43 |
| 1971 | 1.39 | 1975 | -1.06 | 1979 | -0.14 | 1983 | -0.85 | 1987 | -0.05 | 1991 | -0.43 |
| 1971 | -1.46 | 1975 | -0.28 | 1979 | -0.55 | 1983 | 0.45 | 1987 | -1.07 | 1991 | -1.28 |
| 1972 | 0.41 | 1975 | -0.63 | 1979 | 0.62 | 1983 | 1.12 | 1987 | -1.08 | 1991 | 0.79 |
| 1972 | 0.61 | 1976 | 0.60 | 1979 | 0.20 | 1983 | 0.48 | 1987 | -0.78 | 1991 | -0.50 |
| 1972 | 1.68 | 1976 | 1.36 | 1980 | -1.04 | 1983 | -0.24 | 1987 | 0.47 | 1991 | 0.66 |
| 1972 | -1.30 | 1976 | -0.56 | 1980 | -0.93 | 1984 | 0.45 | 1987 | -1.86 | 1991 | -0.06 |
| 1972 | -1.05 | 1976 | 0.29 | 1980 | -0.38 | 1984 | 0.51 | 1988 | -0.99 | 1991 | -1.04 |
| 1972 | 0.48 | 1976 | 0.55 | 1980 | -0.88 | 1984 | 0.12 | 1988 | -0.17 | 1992 | -1.12 |
| 1972 | -0.98 | 1976 | -0.55 | 1980 | -1.11 | 1984 | 1.90 | 1988 | -0.32 | 1992 | -0.76 |
| 1972 | -1.80 | 1976 | -1.74 | 1980 | -0.64 | 1984 | 1.05 | 1988 | -0.81 | 1992 | -0.15 |
| 1972 | 0.61 | 1976 | 0.16 | 1980 | -1.55 | 1984 | 1.01 | 1988 | -0.12 | 1992 | -1.41 |
| 1972 | 1.63 | 1976 | 0.62 | 1980 | -1.50 | 1984 | -0.98 | 1988 | -1.12 | 1992 | -0.71 |

Continuación

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1972 | 0.37 | 1976 | 0.71 | 1980 | -2.16 | 1984 | 1.04 | 1988 | -1.42 | 1992 | -1.01 |
| 1992 | -0.04 | 1996 | -0.11 | 2000 | 0.71 | 2004 | -0.44 | 2008 | -1.02 | 2012 | -1.52 |
| 1992 | -0.62 | 1996 | 0.13 | 2000 | -0.72 | 2004 | -0.31 | 2008 | 0.14 | 2012 | -1.69 |
| 1992 | 0.73 | 1996 | -0.07 | 2000 | 0.67 | 2004 | -1.18 | 2008 | 0.22 | 2012 | -2.28 |
| 1992 | 0.27 | 1996 | 1.74 | 2000 | 0.11 | 2004 | 1.64 | 2008 | 0.24 | 2012 | 1.26 |
| 1992 | -0.63 | 1996 | -0.61 | 2000 | -1.37 | 2004 | 0.96 | 2008 | -0.01 | 2012 | 1.07 |
| 1992 | 0.11 | 1996 | 0.91 | 2000 | 0.83 | 2004 | -0.05 | 2008 | 1.13 | 2012 | 1.18 |
| 1993 | 0.15 | 1997 | -1.62 | 2001 | -0.08 | 2005 | 0.28 | 2009 | 1.18 | 2013 | 1.16 |
| 1993 | 2.19 | 1997 | 1.56 | 2001 | 0.65 | 2005 | 0.10 | 2009 | 0.12 | 2013 | 1.30 |
| 1993 | 2.28 | 1997 | 0.31 | 2001 | 1.88 | 2005 | 0.05 | 2009 | 1.25 | 2013 | 2.20 |
| 1993 | 0.18 | 1997 | 0.25 | 2001 | 1.73 | 2005 | 1.67 | 2009 | 2.42 | 2013 | 0.72 |
| 1993 | 0.32 | 1997 | 0.54 | 2001 | -0.65 | 2005 | -1.07 | 2009 | 0.90 | 2013 | 0.64 |
| 1993 | 0.26 | 1997 | -1.55 | 2001 | -1.22 | 2005 | -0.60 | 2009 | 0.18 | 2013 | 0.47 |
| 1993 | -0.55 | 1997 | -1.44 | 2001 | -0.02 | 2005 | -1.07 | 2009 | -1.07 | 2013 | -1.26 |
| 1993 | -0.85 | 1997 | -0.47 | 2001 | -0.38 | 2005 | -1.24 | 2009 | -1.16 | 2013 | -0.34 |
| 1993 | -1.51 | 1997 | 1.36 | 2001 | -0.66 | 2005 | -1.71 | 2009 | 0.76 | 2013 | 0.75 |
| 1993 | 1.08 | 1997 | -1.46 | 2001 | 1.31 | 2005 | 0.29 | 2009 | 0.02 | 2013 | 0.97 |
| 1993 | -0.34 | 1997 | 0.44 | 2001 | 0.43 | 2005 | 1.88 | 2009 | -0.31 | 2013 | -0.17 |
| 1993 | 0.39 | 1997 | -0.84 | 2001 | 0.84 | 2005 | 0.97 | 2009 | -1.41 | 2013 | -0.76 |
| 1994 | -0.46 | 1998 | -0.71 | 2002 | -1.91 | 2006 | -0.67 | 2010 | -1.76 | 2014 | -0.84 |
| 1994 | -0.15 | 1998 | 0.93 | 2002 | -1.05 | 2006 | 0.61 | 2010 | 0.44 | 2014 | 0.92 |
| 1994 | 1.71 | 1998 | 2.14 | 2002 | -0.53 | 2006 | 1.21 | 2010 | 0.37 | 2014 | 1.04 |
| 1994 | 1.47 | 1998 | -0.24 | 2002 | 0.58 | 2006 | 0.60 | 2010 | 0.21 | 2014 | 1.27 |
| 1994 | -0.53 | 1998 | 0.45 | 2002 | -0.25 | 2006 | -1.05 | 2010 | -0.81 | 2014 | -1.38 |
| 1994 | 2.17 | 1998 | -0.38 | 2002 | 0.21 | 2006 | 0.86 | 2010 | -0.54 | 2014 | -1.43 |
| 1994 | 1.49 | 1998 | -0.43 | 2002 | 0.75 | 2006 | -0.32 | 2010 | -1.01 | 2014 | -0.15 |
| 1994 | 0.06 | 1998 | 0.41 | 2002 | -0.62 | 2006 | -1.05 | 2010 | -1.18 | 2014 | -0.77 |
| 1994 | 0.67 | 1998 | 0.51 | 2002 | -0.45 | 2006 | 0.67 | 2010 | 0.82 | 2014 | 0.64 |
| 1994 | 0.14 | 1998 | 1.07 | 2002 | -0.37 | 2006 | 0.45 | 2010 | -1.11 | 2014 | 1.27 |
| 1994 | 1.79 | 1998 | -1.27 | 2002 | -0.56 | 2006 | 0.06 | 2010 | 0.98 | 2014 | 0.38 |
| 1994 | 0.58 | 1998 | -1.26 | 2002 | -1.03 | 2006 | -1.11 | 2010 | 0.16 | 2014 | -1.39 |
| 1995 | -1.09 | 1999 | 0.57 | 2003 | -0.19 | 2007 | 0.31 | 2011 | -0.79 | 2015 | 0.76 |
| 1995 | -0.68 | 1999 | 1.03 | 2003 | 0.53 | 2007 | -1.65 | 2011 | -1.06 | 2015 | 1.24 |
| 1995 | 2.30 | 1999 | 0.31 | 2003 | 0.48 | 2007 | 2.22 | 2011 | 1.43 | 2015 | 0.55 |
| 1995 | -0.40 | 1999 | 1.00 | 2003 | 0.88 | 2007 | -0.27 | 2011 | 1.33 | 2015 | 1.97 |
| 1995 | -0.38 | 1999 | 2.18 | 2003 | -0.07 | 2007 | 1.52 | 2011 | 1.25 | 2015 | 0.80 |
| 1995 | -1.08 | 1999 | 0.35 | 2003 | 1.10 | 2007 | -1.10 | 2011 | 0.22 | 2015 | -0.30 |
| 1995 | -0.71 | 1999 | 0.39 | 2003 | -0.96 | 2007 | -1.24 | 2011 | -0.87 | 2015 | -0.57 |
| 1995 | -1.67 | 1999 | 0.43 | 2003 | 0.10 | 2007 | -0.85 | 2011 | -1.67 | 2015 | -1.34 |
| 1995 | -0.69 | 1999 | -0.80 | 2003 | -0.18 | 2007 | -0.14 | 2011 | 1.72 | 2015 | -1.78 |
| 1995 | -0.49 | 1999 | -0.45 | 2003 | 0.52 | 2007 | 1.28 | 2011 | -0.55 | 2015 | 1.24 |
| 1995 | -0.43 | 1999 | 0.95 | 2003 | 0.80 | 2007 | 0.95 | 2011 | 0.72 | 2015 | 1.06 |
| 1995 | -0.86 | 1999 | -1.03 | 2003 | 1.83 | 2007 | -0.82 | 2011 | 1.06 | 2015 | -0.71 |
| 1996 | 0.40 | 2000 | -1.23 | 2004 | -1.32 | 2008 | 0.05 | 2012 | 0.82 | 2016 | -1.72 |
| 1996 | -0.14 | 2000 | 1.83 | 2004 | -0.30 | 2008 | 0.11 | 2012 | 0.41 | 2016 | 0.41 |
| 1996 | -0.28 | 2000 | 0.73 | 2004 | -0.49 | 2008 | 0.97 | 2012 | 1.35 | 2016 | 0.51 |
| 1996 | 0.34 | 2000 | 0.90 | 2004 | -0.07 | 2008 | 0.50 | 2012 | 1.45 | 2016 | 0.24 |
| 1996 | -0.60 | 2000 | -1.14 | 2004 | -0.96 | 2008 | -0.27 | 2012 | -1.07 | 2016 | -0.08 |
| 1996 | -1.03 | 2000 | 0.00 | 2004 | 0.35 | 2008 | -0.98 | 2012 | 0.26 | 2016 | -0.11 |
| 2016 | -0.21 | 2016 | -0.27 | 2016 | -0.46 | 2016 | -0.31 | 2016 | -0.81 | 2016 | -0.11 |

Tabla 58: Valores de SPEI 1 de la estación. MAP Augusto Weberbauer.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Año | SPI1 | Año | SPI1 | Año | SPI1 | Año | SPI1 | Año | SPI1 | Año | SPI1 |
| 1969 | -0.44 | 1972 | -0.21 | 1976 | 0.33 | 1980 | 1.52 | 1984 | -0.39 | 1988 | -0.67 |
| 1969 | 0.87 | 1973 | 1.10 | 1976 | -0.45 | 1980 | 1.31 | 1984 | 0.33 | 1988 | 0.48 |
| 1969 | 0.89 | 1973 | 0.77 | 1977 | 1.48 | 1980 | 1.13 | 1984 | 0.90 | 1988 | 0.20 |
| 1969 | 1.06 | 1973 | 1.01 | 1977 | 1.83 | 1981 | 0.62 | 1984 | 1.08 | 1988 | 0.36 |
| 1969 | -1.16 | 1973 | 1.27 | 1977 | 1.65 | 1981 | 2.11 | 1985 | -0.79 | 1988 | 0.51 |
| 1969 | -0.05 | 1973 | -0.26 | 1977 | 0.17 | 1981 | 1.20 | 1985 | 0.33 | 1989 | 0.89 |
| 1969 | -1.03 | 1973 | 0.01 | 1977 | -0.33 | 1981 | -0.08 | 1985 | -0.69 | 1989 | 1.90 |
| 1969 | -0.60 | 1973 | -0.72 | 1977 | -0.51 | 1981 | -0.78 | 1985 | -0.01 | 1989 | 0.02 |
| 1969 | -0.99 | 1973 | -0.78 | 1977 | -0.83 | 1981 | -0.89 | 1985 | 0.37 | 1989 | 1.07 |
| 1969 | 0.22 | 1973 | 0.94 | 1977 | -1.59 | 1981 | -1.03 | 1985 | -0.99 | 1989 | -0.79 |
| 1969 | 1.25 | 1973 | 0.48 | 1977 | -1.03 | 1981 | -1.18 | 1985 | -1.00 | 1989 | -0.30 |
| 1969 | 1.79 | 1973 | 0.51 | 1977 | -0.16 | 1981 | -1.06 | 1985 | -0.80 | 1989 | -1.24 |
| 1970 | 0.76 | 1973 | 0.64 | 1977 | 0.20 | 1981 | 1.17 | 1985 | -0.37 | 1989 | -1.38 |
| 1970 | 0.13 | 1974 | 0.47 | 1977 | 0.34 | 1981 | -0.15 | 1985 | -0.50 | 1989 | 0.24 |
| 1970 | 0.80 | 1974 | 1.64 | 1978 | -1.55 | 1981 | 1.12 | 1985 | -1.43 | 1989 | 1.14 |
| 1970 | 0.52 | 1974 | 1.03 | 1978 | -0.48 | 1982 | 0.38 | 1985 | -0.58 | 1989 | -0.56 |
| 1970 | 0.23 | 1974 | 0.43 | 1978 | -0.34 | 1982 | 1.11 | 1986 | 0.71 | 1989 | -3.11 |
| 1970 | -0.07 | 1974 | -1.14 | 1978 | -0.04 | 1982 | 0.61 | 1986 | 0.14 | 1990 | 1.04 |
| 1970 | -0.80 | 1974 | -0.15 | 1978 | 0.67 | 1982 | 1.01 | 1986 | 0.93 | 1990 | 0.57 |
| 1970 | -1.38 | 1974 | -0.88 | 1978 | -0.89 | 1982 | -0.04 | 1986 | 1.51 | 1990 | 0.17 |
| 1970 | -0.78 | 1974 | -0.48 | 1978 | -0.95 | 1982 | -0.78 | 1986 | -0.73 | 1990 | -0.40 |
| 1970 | 1.13 | 1974 | -0.09 | 1978 | -1.39 | 1982 | -1.22 | 1986 | -1.13 | 1990 | -0.02 |
| 1970 | 0.37 | 1974 | 0.54 | 1978 | -0.70 | 1982 | -1.40 | 1986 | -1.16 | 1990 | 0.03 |
| 1970 | 0.25 | 1974 | 0.04 | 1978 | -1.45 | 1982 | -0.17 | 1986 | -0.78 | 1990 | -1.26 |
| 1971 | 0.28 | 1974 | 0.54 | 1978 | 0.03 | 1982 | 1.40 | 1986 | -1.93 | 1990 | -1.51 |
| 1971 | 1.32 | 1975 | 0.88 | 1978 | -0.39 | 1982 | 0.44 | 1986 | -0.66 | 1990 | -1.19 |
| 1971 | 2.55 | 1975 | 1.82 | 1979 | 0.60 | 1982 | 0.87 | 1986 | 0.24 | 1990 | 0.77 |
| 1971 | 0.74 | 1975 | 2.07 | 1979 | 1.09 | 1983 | 1.24 | 1986 | -0.14 | 1990 | 1.08 |
| 1971 | -0.47 | 1975 | 0.77 | 1979 | 1.87 | 1983 | 0.67 | 1987 | 1.09 | 1990 | 0.27 |
| 1971 | -0.12 | 1975 | 0.80 | 1979 | 0.02 | 1983 | 1.68 | 1987 | 1.14 | 1991 | -0.38 |
| 1971 | -0.35 | 1975 | -0.43 | 1979 | -0.73 | 1983 | 1.33 | 1987 | -0.64 | 1991 | 1.02 |
| 1971 | -0.48 | 1975 | -0.86 | 1979 | -1.08 | 1983 | -0.14 | 1987 | 0.25 | 1991 | 1.52 |
| 1971 | -0.25 | 1975 | -0.73 | 1979 | -0.86 | 1983 | -0.77 | 1987 | -1.07 | 1991 | 0.33 |
| 1971 | 1.02 | 1975 | -0.02 | 1979 | -1.04 | 1983 | -1.12 | 1987 | -1.16 | 1991 | -0.73 |
| 1971 | 0.00 | 1975 | 0.62 | 1979 | -0.44 | 1983 | -1.74 | 1987 | -0.95 | 1991 | -1.38 |
| 1971 | 0.57 | 1975 | 0.38 | 1979 | -1.52 | 1983 | -0.97 | 1987 | -1.32 | 1991 | -1.74 |
| 1972 | 0.26 | 1975 | -2.25 | 1979 | -1.21 | 1983 | 0.76 | 1987 | -0.41 | 1991 | -1.71 |
| 1972 | 0.71 | 1976 | 1.60 | 1979 | -0.64 | 1983 | -1.05 | 1987 | -0.93 | 1991 | -1.69 |
| 1972 | 1.44 | 1976 | 0.70 | 1980 | -0.67 | 1983 | 1.34 | 1987 | 0.56 | 1991 | -0.99 |
| 1972 | 1.06 | 1976 | 0.83 | 1980 | -0.20 | 1984 | -0.98 | 1987 | 0.05 | 1991 | -0.22 |
| 1972 | -0.26 | 1976 | 0.45 | 1980 | 0.45 | 1984 | 2.38 | 1988 | 1.24 | 1991 | 0.15 |
| 1972 | -0.58 | 1976 | 0.33 | 1980 | -0.36 | 1984 | 1.49 | 1988 | 1.28 | 1992 | -0.12 |
| 1972 | -0.94 | 1976 | -0.01 | 1980 | -1.28 | 1984 | 0.98 | 1988 | -0.13 | 1992 | -0.50 |
| 1972 | -0.73 | 1976 | -0.96 | 1980 | -0.55 | 1984 | 0.86 | 1988 | 1.18 | 1992 | 0.25 |
| 1972 | -0.61 | 1976 | -1.15 | 1980 | -1.12 | 1984 | 0.08 | 1988 | -0.90 | 1992 | 0.15 |
| 1972 | -0.89 | 1976 | -1.30 | 1980 | -1.44 | 1984 | -0.22 | 1988 | -1.04 | 1992 | -0.92 |

Continuación

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1972 | 0.22 | 1976 | -1.13 | 1980 | -1.87 | 1984 | -0.80 | 1988 | -1.51 | 1992 | -0.32 |
| 1992 | -1.07 | 1996 | -1.20 | 2000 | -1.01 | 2004 | 0.02 | 2008 | -0.95 | 2012 | -0.93 |
| 1992 | -1.32 | 1996 | -0.81 | 2000 | -0.97 | 2004 | -0.79 | 2008 | -0.96 | 2012 | -1.25 |
| 1992 | -0.43 | 1996 | -1.10 | 2000 | 0.31 | 2004 | 0.24 | 2008 | -0.28 | 2012 | -0.76 |
| 1992 | 0.24 | 1996 | 0.58 | 2000 | -1.98 | 2004 | 0.89 | 2008 | 1.06 | 2012 | 0.05 |
| 1992 | -0.98 | 1996 | 0.15 | 2000 | -0.72 | 2004 | 1.39 | 2008 | 0.57 | 2012 | 0.03 |
| 1992 | -1.12 | 1996 | -0.59 | 2000 | 1.39 | 2004 | 1.12 | 2008 | -0.59 | 2012 | -0.97 |
| 1993 | 0.16 | 1997 | 0.19 | 2001 | 2.09 | 2005 | 0.71 | 2009 | 1.98 | 2013 | -1.21 |
| 1993 | 1.38 | 1997 | 1.87 | 2001 | 1.37 | 2005 | 1.46 | 2009 | 0.94 | 2013 | 0.39 |
| 1993 | 2.38 | 1997 | -1.09 | 2001 | 2.31 | 2005 | 1.59 | 2009 | 1.36 | 2013 | 1.47 |
| 1993 | 1.38 | 1997 | 0.01 | 2001 | 0.55 | 2005 | 0.41 | 2009 | 1.03 | 2013 | 0.16 |
| 1993 | -0.16 | 1997 | -0.69 | 2001 | 0.35 | 2005 | -1.20 | 2009 | 0.21 | 2013 | 0.10 |
| 1993 | -0.96 | 1997 | -0.61 | 2001 | -0.71 | 2005 | -0.73 | 2009 | -0.33 | 2013 | -0.42 |
| 1993 | -1.19 | 1997 | -1.17 | 2001 | -0.61 | 2005 | -1.40 | 2009 | -0.47 | 2013 | -0.88 |
| 1993 | -1.45 | 1997 | -1.40 | 2001 | -1.70 | 2005 | -1.56 | 2009 | -1.34 | 2013 | -1.09 |
| 1993 | 0.15 | 1997 | -0.73 | 2001 | -0.42 | 2005 | -0.59 | 2009 | -1.23 | 2013 | -1.67 |
| 1993 | 1.17 | 1997 | -0.24 | 2001 | -0.31 | 2005 | 0.98 | 2009 | 0.61 | 2013 | 0.83 |
| 1993 | 0.56 | 1997 | 1.30 | 2001 | 1.03 | 2005 | -0.96 | 2009 | 1.20 | 2013 | -1.24 |
| 1993 | 0.95 | 1997 | 1.53 | 2001 | 0.80 | 2005 | 0.86 | 2009 | 0.65 | 2013 | -0.27 |
| 1994 | 1.38 | 1998 | 1.21 | 2002 | -0.95 | 2006 | 0.77 | 2010 | 0.02 | 2014 | 0.31 |
| 1994 | 1.36 | 1998 | 1.45 | 2002 | 0.71 | 2006 | 1.36 | 2010 | 1.36 | 2014 | 0.04 |
| 1994 | 1.89 | 1998 | 2.43 | 2002 | 1.56 | 2006 | 2.12 | 2010 | 1.71 | 2014 | 1.23 |
| 1994 | 1.77 | 1998 | 1.01 | 2002 | 0.93 | 2006 | 0.87 | 2010 | 0.96 | 2014 | 0.10 |
| 1994 | -0.04 | 1998 | -0.75 | 2002 | -0.34 | 2006 | -1.06 | 2010 | -0.55 | 2014 | 0.11 |
| 1994 | -0.37 | 1998 | -0.79 | 2002 | -0.58 | 2006 | 0.06 | 2010 | -0.66 | 2014 | -0.68 |
| 1994 | -0.86 | 1998 | -1.21 | 2002 | -0.60 | 2006 | -1.27 | 2010 | -1.28 | 2014 | -0.94 |
| 1994 | -1.08 | 1998 | -1.36 | 2002 | -1.46 | 2006 | -1.19 | 2010 | -1.75 | 2014 | -1.09 |
| 1994 | -0.57 | 1998 | -1.18 | 2002 | -1.35 | 2006 | -0.51 | 2010 | -1.63 | 2014 | -0.58 |
| 1994 | 0.22 | 1998 | 0.64 | 2002 | 0.93 | 2006 | -1.51 | 2010 | -0.96 | 2014 | -0.73 |
| 1994 | 0.27 | 1998 | -0.95 | 2002 | 1.19 | 2006 | 0.29 | 2010 | -0.96 | 2014 | 0.00 |
| 1994 | 0.59 | 1998 | -0.48 | 2002 | 0.88 | 2006 | 0.85 | 2010 | 0.44 | 2014 | 1.39 |
| 1995 | -0.35 | 1999 | 0.96 | 2003 | 0.09 | 2007 | 1.01 | 2011 | -0.96 | 2015 | 2.00 |
| 1995 | 1.36 | 1999 | 2.43 | 2003 | 0.55 | 2007 | -0.63 | 2011 | 0.10 | 2015 | 0.65 |
| 1995 | 0.78 | 1999 | 0.63 | 2003 | 1.17 | 2007 | 2.00 | 2011 | 0.47 | 2015 | 2.12 |
| 1995 | 0.21 | 1999 | 0.78 | 2003 | 0.24 | 2007 | 1.42 | 2011 | 0.25 | 2015 | 0.89 |
| 1995 | -0.52 | 1999 | 0.60 | 2003 | -0.14 | 2007 | -0.29 | 2011 | -0.72 | 2015 | 1.08 |
| 1995 | -1.01 | 1999 | 0.01 | 2003 | -0.15 | 2007 | -0.88 | 2011 | -0.62 | 2015 | -0.54 |
| 1995 | -0.62 | 1999 | -0.21 | 2003 | -1.12 | 2007 | -0.75 | 2011 | -0.50 | 2015 | -0.87 |
| 1995 | -1.31 | 1999 | -1.58 | 2003 | -1.26 | 2007 | -1.28 | 2011 | -1.18 | 2015 | -1.57 |
| 1995 | -1.22 | 1999 | 0.86 | 2003 | -1.34 | 2007 | -1.10 | 2011 | -0.42 | 2015 | -0.69 |
| 1995 | -0.11 | 1999 | -1.12 | 2003 | -0.51 | 2007 | 1.30 | 2011 | -0.92 | 2015 | -1.14 |
| 1995 | 0.08 | 1999 | 0.58 | 2003 | 0.27 | 2007 | 1.19 | 2011 | -1.28 | 2015 | 1.52 |
| 1995 | 0.55 | 1999 | 0.60 | 2003 | 0.74 | 2007 | 0.46 | 2011 | 0.71 | 2015 | -0.31 |
| 1996 | 0.53 | 2000 | -0.23 | 2004 | -0.92 | 2008 | 0.91 | 2012 | 1.11 | 2016 | 0.63 |
| 1996 | 1.57 | 2000 | 1.93 | 2004 | 0.60 | 2008 | 1.69 | 2012 | 1.25 | 2016 | 1.23 |
| 1996 | 1.48 | 2000 | 1.53 | 2004 | -0.09 | 2008 | 1.46 | 2012 | 0.98 | 2016 | 1.32 |
| 1996 | 0.47 | 2000 | 0.99 | 2004 | -0.01 | 2008 | 1.31 | 2012 | 0.21 | 2016 | 0.51 |
| 1996 | -0.66 | 2000 | 0.26 | 2004 | -1.35 | 2008 | -0.30 | 2012 | 0.15 | 2016 | -1.04 |
| 1996 | -0.99 | 2000 | -0.22 | 2004 | -0.24 | 2008 | -0.37 | 2012 | -0.67 | 2016 | -0.77 |
| 2016 | -1.11 | 2016 | -0.92 | 2016 | -0.72 | 2016 | 0.13 | 2016 | -1.83 | 2016 | 0.53 |

###### ANEXO 5: Evolución temporal y frecuencia de ocurrencia de SPI y SPEI.

***SPI***

Estación climatológica ordinaria Asunción.

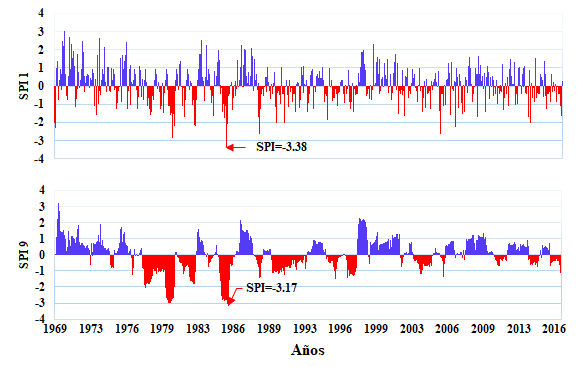


Figura 23: Evolución de SPI en escalas de 1 y 9 meses de la estación.CO Asunción.

Figura 24: Frecuencia de sequías según su intensidad de la estación.CO Asunción.

Estación pluviométrica Chilete.

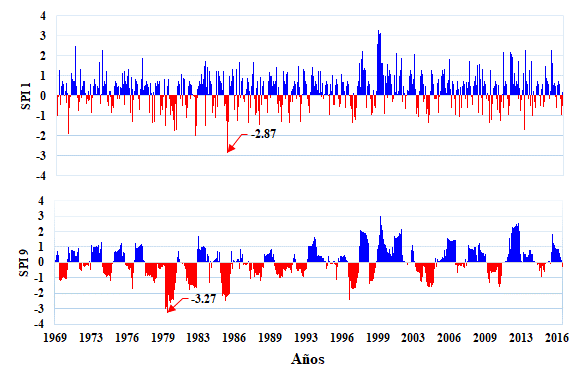


Figura 25: Evolución de SPI en escalas de 1 y 9 meses de la estación. Plu Chilete.

Figura 26: Frecuencia de sequías según su intensidad de la estación. Plu Chilete.

Estación climatológica ordinaria Contumaza.

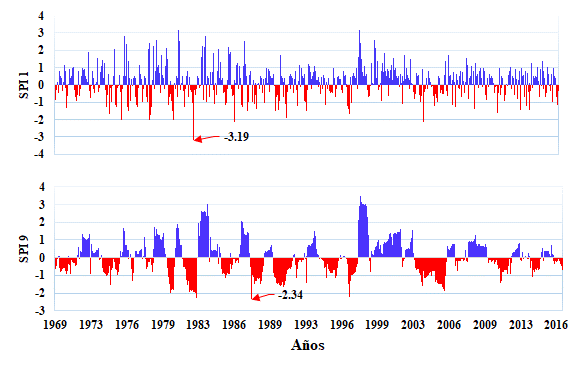


Figura 27: Evolución de SPI en escalas de 1 y 9 meses de la estación.CO Contumaza.

Figura 28: Frecuencia de sequías según su intensidad de la estación.CO Contumaza.

Estación climatológica ordinaria Magdalena.

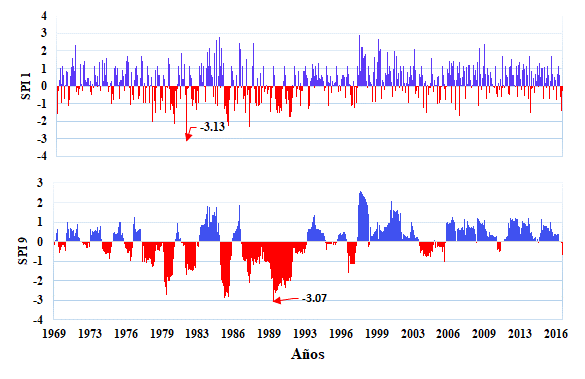


Figura 29: Evolución de SPI en escalas de 1 y 9 meses de la estación.CO Magdalena.

Figura 30: Frecuencia de sequías según su intensidad de la estación.CO Magadalena.

Estación climatológica ordinaria Granja Porcón.

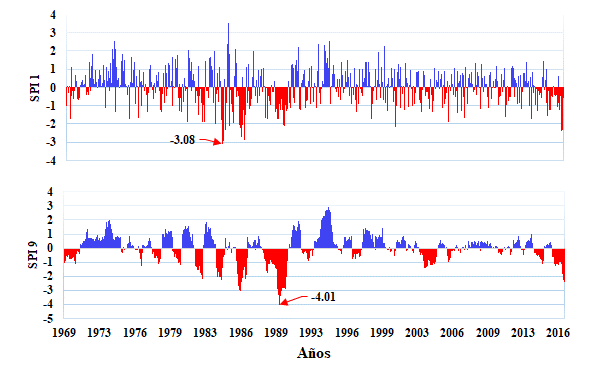


Figura 31: Evolución de SPI en escalas de 1 y 9 meses de la estación.CO Porcón.

Figura 32: Frecuencia de sequías según su intensidad de la estación.CO Porcón.

Estación climatológica ordinaria San Juan.

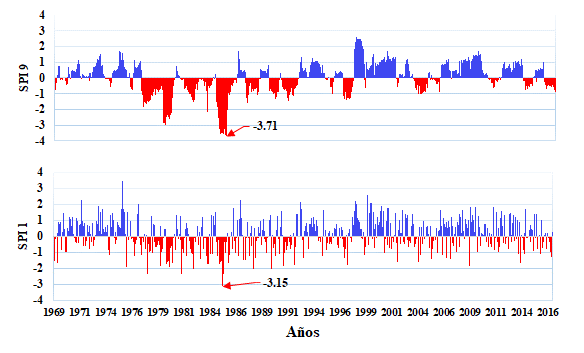


Figura 33: Evolución de SPI en escalas de 1 y 9 meses de la estación.CO San Juan.

Figura 34: Frecuencia de sequías según su intensidad de la estación.CO San Juan.

Estación climatológica ordinaria San Pablo.

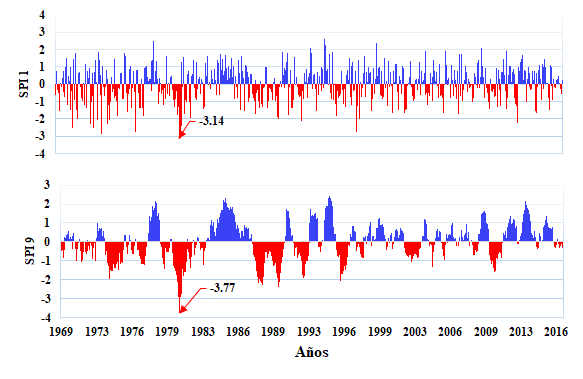


Figura 35: Evolución de SPI en escalas de1 y 9 meses de la estación.CO San Pablo.

Figura 36: Frecuencia de sequías según su intensidad de la estación.CO San Pablo.

Estación meteorológica agrícola principal Augusto Weberbauer.

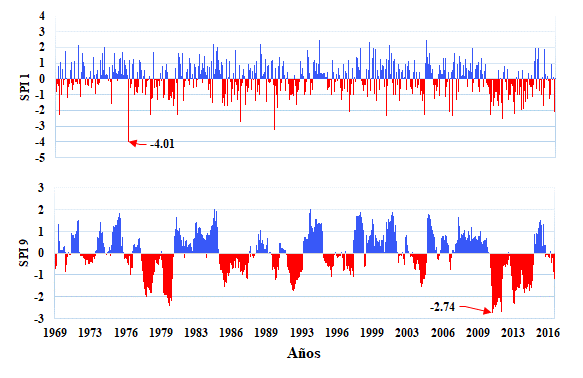


Figura 37: Evolución de SPI en escalas de 1 y 9 meses de la estación. Augusto W.

Figura 38: Frecuencia de sequías según su intensidad de la estación. Augusto W.

***SPEI***

Estación climatológica ordinaria Asunción.

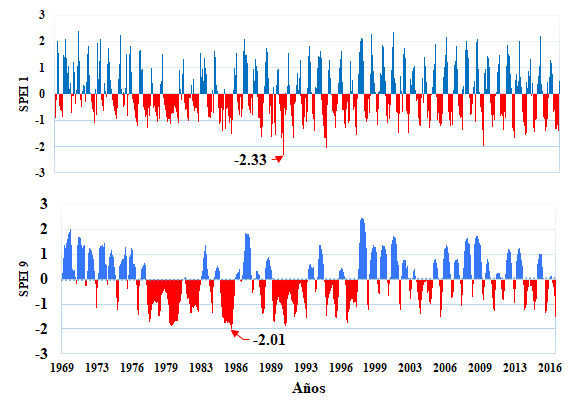


Figura 39: Evolución de SPI en escalas de 1 y 9 meses de estación.CO Asunción.

Figura 40: Frecuencia de sequías según su intensidad de la estación.CO Asunción.

Estación climatológica ordinaria Contumaza.

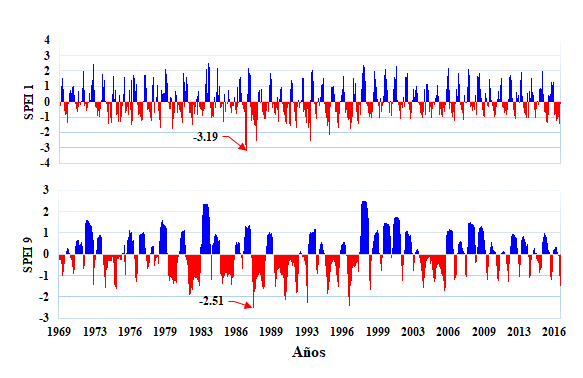


Figura 41: Evolución de SPEI en escalas de 1 y 9 meses de la estación.CO Contumaza.

Figura 42: Frecuencia de sequías según su intensidad de la estación.CO Contumaza.

Estación climatológica ordinaria Magdalena.

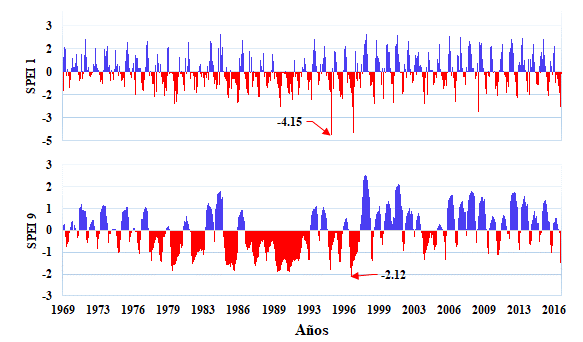


Figura 43: Evolución de SPEI en escalas 1 y 9 meses de la estación.CO Magdalena.

Figura 44: Frecuencia de sequías según su intensidad de la estación.CO Magdalena.

Estación climatológica ordinaria Granja Porcón.

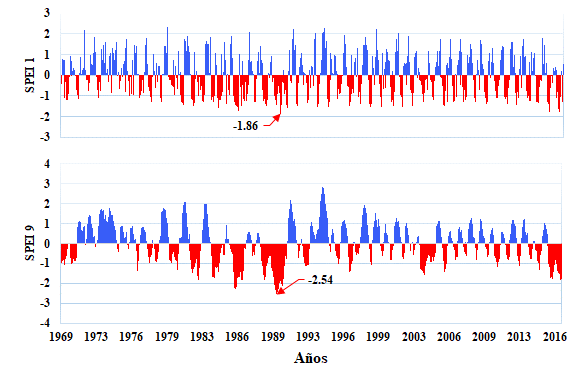


Figura 45: Evolución de SPEI en escalas de 1 y 9 meses de la estación.CO Porcón.

Figura 46: Frecuencia de sequías según su intensidad de la estación.CO Porcón.

Estación climatológica ordinaria San Juan.

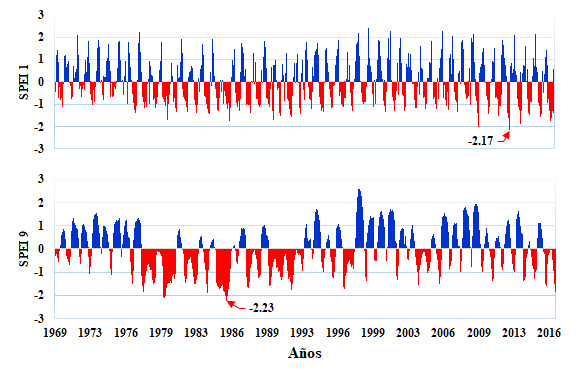


Figura 47: Evolución de SPEI en escalas de 1 y 9 meses de la estación.CO San Juan.

Figura 48: Frecuencia de sequías según su intensidad de la estación.CO San Juan.

Estación climatológica ordinaria San pablo.

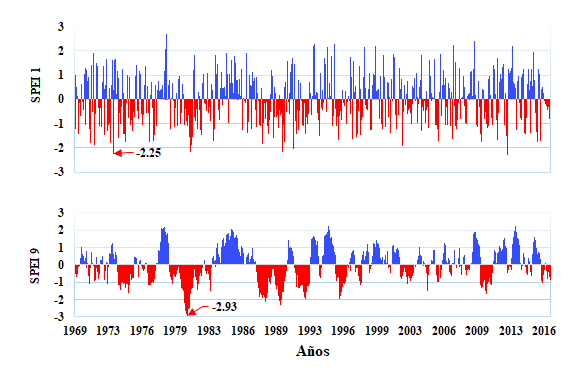


Figura 49: Evolución de SPEI en escalas de 1 y 9 meses de la estación.CO San Pablo.

Figura 50: Frecuencia de sequías según su intensidad de la estación.CO San Pablo.

Estación meteorológica agrícola principal Augusto Weberbauer.

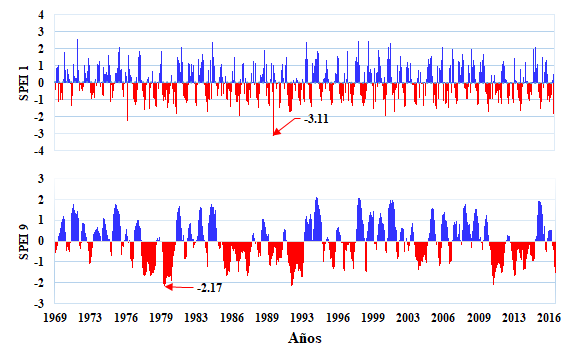


Figura 51: Evolución de SPEI en escalas de 1 y 9 meses de la estación. Augusto W.

Figura 52: Frecuencia de sequías según su intensidad de la estación. Augusto W.

###### ANEXO 6: Inventario de estación climatológica ordinaria Magdalena.

CARACTERIZACIÓN DE SEQUÍAS METEOROLÓGICAS EN LA CUENCA ALTO JEQUETEPEQUE MEDIANTE ÍNDICE ESTANDARIZADO DE PRECIPITACIÓN Y EVAPOTRASPIRACIÓN

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nombre:** | | | | | | | |
| Magdalena | | | | | | | |
| **Cuenca:** | | | **Río/quebrada:** | | | | **ALA:** |
| Jequetepeque | | |  | | | | Jequetepeque |
| **Departamento:** | | | **Provincia:** | | | | **Distrito:** |
| Cajamarca | | | Cajamarca | | | | Magdalena |
| **Código de estación:** | | | **Tipo de estación:** | | | | **Altitud (msnm):** |
| 107017 | | | CO | | | | 1260 |
| **Instrumentación:** | | | | | | | **Entidad responsable:** |
| Termómetro de máxima (mercurio) y mínima (alcohol), pluviómetro, heliógrafo, anemómetro, tanque tipo A, veleta Wild. | | | | | | | Senamhi |
| **Inicio de operación:** | | | **Año final:** | | | | **Estado:** |
| 1963 | | | 2018 | | | | Bueno |
| **Telecomunicaciones:** | | | **Fuente de energía:** | | | | **Frecuencia de mediciones:** |
| Celular | | | No | | | | Tres registros diarios |
| **Precipitación** | **Temperatura** | | | **Humedad Relativa** | | | **Evaporación** |
| **Radiación solar** | **Horas de sol** | | | | | | **Dirección del viento** |
| **X (UTM):** | | **Y (UTM):** | | | | **Zonificación UTM:** | |
| 759203 | | 9197562 | | | | UTM WGS84 17S | |
| **Observaciones:** | | | | | | | |
| El operador de la estación es la señora Elita Narro Valdivia (Teléf.: 989064215) quien realiza tres registros diarios a las: 7 am, 13pm y 19 pm. | | | | | | | |
| **Accesibilidad:** | | | | | **Fecha visita:** | | |
| Carretera asfaltada | | | | | 15/10/2017 | | |
|  | | | | | | | |

ANEXO 7**:** Inventario de estación climatológica ordinaria San Juan.

CARACTERIZACIÓN DE SEQUÍAS METEOROLÓGICAS EN LA CUENCA ALTO JEQUETEPEQUE MEDIANTE ÍNDICE ESTANDARIZADO DE PRECIPITACIÓN Y EVAPOTRASPIRACIÓN

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nombre:** | | | | | | | |
| San Juan | | | | | | | |
| **Cuenca:** | | | **Río/quebrada:** | | | | **ALA:** |
| Jequetepeque | | |  | | | | Jequetepeque |
| **Departamento:** | | | **Provincia:** | | | | **Distrito:** |
| Cajamarca | | | Cajamarca | | | | San Juan |
| **Código de estación:** | | | **Tipo de estación:** | | | | **Altitud (msnm):** |
| 107005 | | | CO | | | | 2286 |
| **Instrumentación:** | | | | | | | **Entidad responsable:** |
| Tanque tipo A, pluviómetro, termómetros de bulbo seco y húmedo, termómetro de máximas y mínima. | | | | | | | Senamhi |
| **Inicio de operación:** | | | **Año final:** | | | | **Estado:** |
| 1964 | | | 2018 | | | | Bueno |
| **Telecomunicaciones:** | | | **Fuente de energía:** | | | | **Frecuencia de mediciones:** |
| Celular | | | No | | | | Tres registros diarios |
| **Precipitación** | **Temperatura** | | | **Humedad Relativa** | | | **Evaporación** |
| **Velocidad del Viento** | | | | | | | **Dirección del viento** |
| **X (UTM):** | | **Y (UTM):** | | | | **Zonificación UTM:** | |
| 777024 | | 9192589 | | | | UTM WGS84 17S | |
| **Observaciones:** | | | | | | | |
| Cuenta con una estación automática, en el año 2005 se cambió de ubicación, el señor Francisco Huamán León (teléf.: 996471564) está a cargo de los registros diarios: 7am, 13 pm, 19pm. | | | | | | | |
| **Accesibilidad:** | | | | | **Fecha visita:** | | |
| Carretera ripiada | | | | | 24/10/2017 | | |
|  | | | | | | | |

###### ANEXO 8: Inventario de estación climatológica ordinaria Asunción.

CARACTERIZACIÓN DE SEQUÍAS METEOROLÓGICAS EN LA CUENCA ALTO JEQUETEPEQUE MEDIANTE ÍNDICE ESTANDARIZADO DE PRECIPITACIÓN Y EVAPOTRASPIRACIÓN

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nombre:** | | | | | | |
| Asunción | | | | | | |
| **Cuenca:** | | | **Río/quebrada:** | | | **ALA:** |
| Jequetepeque | | |  | | | Jequetepeque |
| **Departamento:** | | | **Provincia:** | | | **Distrito:** |
| Cajamarca | | | Cajamarca | | | Asunción |
| **Código de estación:** | | | **Tipo de estación:** | | | **Altitud (msnm):** |
| 107018 | | | CO | | | 2260 |
| **Instrumentación:** | | | | | | **Entidad responsable:** |
| Termómetro de máxima (mercurio) y mínima (alcohol), pluviómetro, heliógrafo, tensiómetros a 30cm y 60cm, Piche. | | | | | | Senamhi |
| **Inicio de operación:** | | | **Año final:** | | | **Estado:** |
| 1963 | | | 2018 | | | Bueno |
| **Telecomunicaciones:** | | | **Fuente de energía:** | | | **Frecuencia de mediciones:** |
| Celular | | | No | | | Tres registros diarios |
| **Precipitación** | **Temperatura** | | **Humedad Relativa** | | | **Evaporación** |
| **radiación solar** | **Horas de sol** | | | | | **Dirección del viento** |
| **X (UTM):** | | **Y (UTM):** | | | **Zonificación UTM:** | |
| 774269 | | 9189447 | | | UTM WGS84 17S | |
| **Observaciones:** | | | | | | |
| El operador de la estación es la señora Mirian Violeta Chávez Muñoz quien realiza tres registros diarios a las: 7,13 y 19 horas. | | | | | | |
| **Accesibilidad:** | | | | **Fecha visita:** | | |
| Carretera ripiada | | | | 18/10/2017 | | |
|  | | | | | | |

ANEXO 9: Inventario de estación pluviométrica Chilete.

CARACTERIZACIÓN DE SEQUÍAS METEOROLÓGICAS EN LA CUENCA ALTO JEQUETEPEQUE MEDIANTE ÍNDICE ESTANDARIZADO DE PRECIPITACIÓN Y EVAPOTRASPIRACIÓN

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nombre:** | | | | | |
| Chilete | | | | | |
| **Cuenca:** | | **Río/quebrada:** | | | **ALA:** |
| Jequetepeque | | Jequetepeque | | | Jequetepeque |
| **Departamento:** | | **Provincia:** | | | **Distrito:** |
| Cajamarca | | Contumaza | | | Chilete |
| **Código de estación:** | | **Tipo de estación:** | | | **Altitud (msnm):** |
| 201707 | | Plu | | | 852 |
| **Instrumentación:** | | | | | **Entidad responsable:** |
| Pluviómetro. | | | | | Senamhi |
| **Inicio de operación:** | | **Año final:** | | | **Estado:** |
| 1963 | | 2018 | | | Bueno |
| **Telecomunicaciones:** | | **Fuente de energía:** | | | **Frecuencia de mediciones:** |
| Celular | | No | | | Tres registros diarios |
| **Precipitación** | | | | | |
| **X (UTM):** | **Y (UTM):** | | | **Zonificación UTM:** | |
| 738736 | 9201402 | | | UTM WGS84 17S | |
| **Observaciones:** | | | | | |
| Se registran tres mediciones diarias: 7,13 y 19 horas. | | | | | |
| **Accesibilidad:** | | | **Fecha visita:** | | |
| Carretera asfaltada | | | 26/10/2017 | | |
|  | | | | | |

ANEXO 10: Inventario de estación climatológica ordinaria Contumaza.

CARACTERIZACIÓN DE SEQUÍAS METEOROLÓGICAS EN LA CUENCA ALTO JEQUETEPEQUE MEDIANTE ÍNDICE ESTANDARIZADO DE PRECIPITACIÓN Y EVAPOTRASPIRACIÓN

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nombre:** | | | | | | |
| Contumaza | | | | | | |
| **Cuenca:** | | | **Río/quebrada:** | | | **ALA:** |
| Jequetepeque | | |  | | | Jequetepeque |
| **Departamento:** | | | **Provincia:** | | | **Distrito:** |
| Cajamarca | | | Contumaza | | | Contumaza |
| **Código de estación:** | | | **Tipo de estación:** | | | **Altitud (msnm):** |
| 306006 | | | CO | | | 2498 |
| **Instrumentación:** | | | | | | **Entidad responsable:** |
| Tanque tipo A, pluviómetro, termómetros, veleta Wild, tensiómetros 15cm,30cm. | | | | | | Senamhi |
| **Inicio de operación:** | | | **Año final:** | | | **Estado:** |
| 1964 | | | 2018 | | | Bueno |
| **Telecomunicaciones:** | | | **Fuente de energía:** | | | **Frecuencia de mediciones:** |
| Celular | | | No | | | Tres registros diarios |
| **Precipitación** | **Temperatura** | | **Humedad Relativa** | | | **Evaporación** |
| **Velocidad del Viento** | | | **Dirección del viento** | | | |
| **X (UTM):** | | **Y (UTM):** | | | **Zonificación UTM:** | |
| 740345 | | 9185288 | | | UTM WGS84 17S | |
| **Observaciones:** | | | | | | |
| EL operador realiza los registros diarios a las 7,13 y 19 horas es el señor: Nain Quiroz Díaz (teléf.: 986608529), en el año 1998 se cambió de ubicación. | | | | | | |
| **Accesibilidad:** | | | | **Fecha visita:** | | |
| Carretera ripiada | | | | 02/01/2018 | | |
|  | | | | | | |

###### ANEXO 11: Inventario de estación climatológica ordinaria San Pablo.

CARACTERIZACIÓN DE SEQUÍAS METEOROLÓGICAS EN LA CUENCA ALTO JEQUETEPEQUE MEDIANTE ÍNDICE ESTANDARIZADO DE PRECIPITACIÓN Y EVAPOTRASPIRACIÓN

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nombre:** | | | | | |
| San Pablo | | | | | |
| **Cuenca:** | | | **Río/quebrada:** | | **ALA:** |
| Jequetepeque | | |  | | Jequetepeque |
| **Departamento:** | | | **Provincia:** | | **Distrito:** |
| Cajamarca | | | San Pablo | | San Pablo |
| **Código de estación:** | | | **Tipo de estación:** | | **Altitud (msnm):** |
| SN | | | CO | | 2340 |
| **Instrumentación:** | | | | | **Entidad responsable:** |
| Tanque de evaporación tipo A, termómetros de Bulbo Seco y húmedo, pluviómetro, heliógrafo, veleta Wild. | | | | | Senamhi |
| **Inicio de operación:** | | | **Año final:** | | **Estado:** |
| 1967 | | | 2018 | | Bueno |
| **Telecomunicaciones:** | | | **Fuente de energía:** | | **Frecuencia de mediciones:** |
| Celular | | | No | | Tres registros diarios |
| **Precipitación** | **Temperatura** | | **Humedad Relativa** | | **Evaporación** |
| **Radiación solar** | **Horas de sol** | | **Velocidad del Viento** | | **Dirección del viento** |
| **X (UTM):** | | **Y (UTM):** | | | **Zonificación UTM:** |
| 739582 | | 9212669 | | | UTM WGS84 17S |
| **Observaciones:** | | | | | |
| Operador Soriano Palomino Víctor (Teléf.: 994539609) realiza los registros diarios a las 7,13 y 19 horas, desde el 2013 dejo de funcionar el evaporímetro Piche. | | | | | |
| **Accesibilidad:** | | | | **Fecha visita:** | |
| Carretera asfaltada | | | | 02/01/2018 | |
|  | | | | | |

###### ANEXO 12: Inventario de estación climatológica ordinaria Granja Porcón.

CARACTERIZACIÓN DE SEQUÍAS METEOROLÓGICAS EN LA CUENCA ALTO JEQUETEPEQUE MEDIANTE ÍNDICE ESTANDARIZADO DE PRECIPITACIÓN Y EVAPOTRASPIRACIÓN

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nombre:** | | | | | | |
| Granja Porcón | | | | | | |
| **Cuenca:** | | | **Río/quebrada:** | | **ALA:** | |
| Jequetepeque | | |  | | Jequetepeque | |
| **Departamento:** | | | **Provincia:** | | **Distrito:** | |
| Cajamarca | | | Cajamarca | | Cajamarca | |
| **Código de estación:** | | | **Tipo de estación:** | | **Altitud (msnm):** | |
| 107002 | | | CO | | 3050 | |
| **Instrumentación:** | | | | | **Entidad responsable:** | |
| Termómetros de bulbo seco y húmedo, de máximas y mínimas, pluviómetro 1.20m, anemómetro a 0.70 heliógrafo. | | | | | Senamhi | |
| **Inicio de operación:** | | | **Año final:** | | **Estado:** | |
| 1966 | | | 2018 | | Bueno | |
| **Telecomunicaciones:** | | | **Fuente de energía:** | | **Frecuencia de mediciones:** | |
| Celular | | | No | | Tres registros diarios | |
| **Precipitación** | **Temperatura** | | **Humedad Relativa** | | | **Evaporación** |
| **Radiación solar** | **Horas de sol** | | **Velocidad del Viento** | | | **Dirección del viento** |
| **X (UTM):** | | **Y (UTM):** | | | | **Zonificación UTM:** |
| 761442 | | 9221441 | | | | UTM WGS84 17S |
| **Observaciones:** | | | | | | |
| El operador realiza los registros diarios a las 7,13 y 19 horas de la estación es la Señora Clara Quispe (teléf. 941526516). | | | | | | |
| **Accesibilidad:** | | | | **Fecha visita:** | | |
| Carretera asfaltada | | | | 07/01/2018 | | |
|  | | | | | | |

###### ANEXO 13: Inventario de estación meteorológica Augusto Weberbauer.

CARACTERIZACIÓN DE SEQUIAS METEOROLOGICAS EN LA CUENCA ALTO JEQUETEPEQUE MEDIANTE ÍNDICE ESTANDARIZADO DE PRECIPITACIÓN Y EVAPOTRASPIRACIÓN

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nombre:** | | | | | | | | | |
| Augusto Weberbauer | | | | | | | | | |
| **Cuenca:** | | | **Río/quebrada:** | | | | | **ALA:** | |
| Crisnejas | | |  | | | | | Cajamarca | |
| **Departamento:** | | | **Provincia:** | | | | | **Distrito:** | |
| Cajamarca | | | Cajamarca | | | | | Cajamarca | |
| **Código de estación:** | | | **Tipo de estación:** | | | | | **Altitud (msnm):** | |
| 107028 | | | MAP | | | | | 2536 | |
| **Instrumentación:** | | | | | | | | **Entidad responsable:** | |
| Tanque tipo A, termómetro de bulbo seco y húmedo, pluviómetro, pluviografo, veleta Wild, etc. | | | | | | | | Senamhi | |
| **Inicio de operación:** | | | **Año final:** | | | | | **Estado:** | |
| 1970 | | | 2018 | | | | | Bueno | |
| **Telecomunicaciones:** | | | **Fuente de energía:** | | | | | **Frecuencia de mediciones:** | |
| Celular | | | No | | | | | Tres registros diarios | |
| **Precipitación** | **Temperatura** | | | **Humedad Relativa** | | | | | **Evaporación** |
| **Radiación solar** | **Velocidad del Viento** | | | **horas de sol** | | | **Dirección del viento** | | |
| **X (UTM):** | | **Y (UTM):** | | | | **Zonificación UTM:** | | | |
| 776880.86 | | 9206978.38 | | | | UTM WGS84 17S | | | |
| **Observaciones:** | | | | | | | | | |
| Desde el año 2013 cuenta con una estación automática quien está a cargo es el señor Luis Barboza Carrión (teléf.954054499, #054850). | | | | | | | | | |
| **Accesibilidad:** | | | | | **Fecha visita:** | | | | |
| Carretera asfaltada | | | | | 23/02/2018 | | | | |
|  | | | | | | | | | |

###### ANEXO 14: Plano de ubicación política de la cuenca Alto Jequetepeque.

###### ANEXO 15: Plano de ubicación de las estaciones climatológicas.

###### ANEXO 16: Plano de isoyetas.

###### ANEXO 17: Plano de isotermas.

###### ANEXO 18: Plano de intensidades máximas de SPI 1.

###### ANEXO 19: Plano de magnitudes máximas de SPI 1.

###### ANEXO 20: Plano de intensidades máximas de SPEI 1.

###### ANEXO 21: Plano de magnitudes máximas de SPEI 1.