

## Políticas públicas para afrontar sequías en el Perú

Jorge Luis Albarrán-Gil<sup>1</sup>, Zadith Garrido-Campaña<sup>2</sup>, Walter Jorge Mendizabal-Anticona<sup>1</sup>,  
Jackeline Bustamante-Fernández<sup>1</sup>, Yonathan Mario Gonzales-Ttito<sup>3</sup>,  
Pedro Arturo Barboza-Zelada<sup>1</sup>, José Manuel Delgado-Bardales<sup>1</sup>, Carlos Fabián-Falcón<sup>1</sup>,  
Erick Delgado-Bazan<sup>7</sup>, Juan Pedro Soplapuco-Montalvo<sup>1</sup>, Kelly Altez-Medina<sup>1</sup>,  
Joel Bravo-Ríos<sup>1</sup>, Paul Virú-Díaz<sup>4</sup>, Jorge Morales-Ramos<sup>5</sup>, Horus Virú-Flores<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Escuela de Postgrado Universidad César Vallejo, Perú.

<sup>2</sup>Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Jaén. Cajamarca. Perú.

<sup>3</sup>Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú.

<sup>4</sup>Escuela de Postgrado, Universidad Nacional Federico Villarreal, Perú.

<sup>5</sup>Universidad De San Martín de Porres Chiclayo, Perú.

<sup>6</sup>Universidad Privada San Juan Bautista, Lima, Perú.

<sup>7</sup>Facultad de Arquitectura, Universidad Tecnológica del Perú, Sede SJJ. Perú.

Autor para correspondencia: Jorge Albarrán-Gil, certifican@gmail.com

(Recibido: 27-04-2022. Publicado: 29-06-2022.)

### Resumen

*El presente estudio se refirió a las Políticas Públicas para afrontar sequías en el Perú, aludiendo a la Estrategia Nacional de Lucha Contra la Desertificación y la Sequía en el Perú (ENLCDS) por ser un importante instrumento de gestión que promueve la participación y movilización de actores públicos y privados, para ejecutar acciones orientadas a promover el manejo sostenible de la tierra (MST), siendo este artículo de valía porque trae acotación el llamado a las instituciones peruanas responsables de esta problemática a que puedan priorizarlo por ser el Perú uno de los países con mayor extensión de tierras secas en América del Sur, en donde la sequía puede causar mayores consecuencias; describiéndose las sequías meteorológicas en la provincia de Candarave, Departamento de Tacna; Perú. La información utilizada para el estudio se obtuvo del registro de datos meteorológicos, provenientes de series de precipitación mensual de la estación meteorológica automática "Candarave", para el período 1964-2021. Se utilizó el Índice Estandarizado de Precipitación (SPI), para una escala mensual del periodo bajo estudio, el cual permitió identificar y describir el fenómeno de sequía, precisando su intensidad, duración, magnitud y frecuencia de ocurrencia. De acuerdo con los valores de SPI obtenidos, se obtuvo que el nivel de intensidad de extrema sequía en la localidad fue muy bajo (0,57%) durante el período evaluado, siendo pocos frecuentes con magnitudes extremadamente fuerte; presentándose entre los meses de enero, febrero, marzo y diciembre. Sobre la base de esta información, el SPI permitió detectar los eventos de sequías en la zona bajo estudio; logrando así precisar intensidad, duración, magnitud y frecuencia de ocurrencia de estos, proporcionando información relevante para la gestión de los recursos hídricos y así poder evaluar la vulnerabilidad de la zona frente a los efectos del cambio climático; específicamente para afrontar sequías.*

**Palabras clave:** Políticas Públicas, Índice de sequía, sequía meteorológica, índice estandarizado de precipitación.

### Abstract

*This study referred to Public Policies to address droughts in Peru, alluding to the National Strategy to Combat Desertification and Drought in Peru (ENLCDS) as an important management instrument that promotes the participation and mobilization of public and private actors, to execute actions aimed at promoting sustainable land management (SLM), this article being of value because it brings dimension the call to the Peruvian institutions responsible for this problem to be able to prioritize it because Peru is one of the countries with the largest extension of drylands in South America, where drought can cause greater consequences; describing the meteorological droughts in the province of Candarave, Department of Tacna; Peru. The information used for the study was obtained from the meteorological data record, from monthly precipitation series of the automatic weather station “Candarave”, for the period 1964-2021. The Standardized Precipitation Index (SPI) was used for a monthly scale of the period under study, which allowed to identify and describe the drought phenomenon, specifying its intensity, duration, magnitude and frequency of occurrence. According to the RLS values obtained, it was obtained that the level of intensity of extreme drought in the locality was very low (0.57%) during the period evaluated, being few frequent with extremely strong magnitudes; occurring between the months of January, February, March and December. Based on this information, the SPI made it possible to detect drought events in the area under study; thus, managing to specify intensity, duration, magnitude and frequency of occurrence of these, providing relevant information for the management of water resources and thus be able to assess the vulnerability of the area to the effects of climate change; specifically, to cope with droughts.*

**Keywords:** Public Policies, Drought Index, Meteorological Drought, Standardized Precipitation Index.

## 1. Introducción

Desde hace varias décadas se ha venido alertando sobre los efectos del cambio climático a nivel mundial, La sequía es uno de los fenómenos naturales más complejos, como consecuencia de dichos cambios climáticos con efectos negativos de gran dimensión sobre la población y su economía, pudiendo acrecentar su magnitud por la presencia del ENOS (El Niño Oscilación del Sur) y el cambio climático CENEPRED (2021). Por su naturaleza, la sequía tiene la característica de afectar el suministro de agua para el uso poblacional y agropecuario, ocasionando emigración, desestabilidad política como consecuencia de ello masivas hambrunas, lo cual es menester su prioritaria atención de los responsables de dirigir las políticas públicas, para que agenden estas problemáticas, para tomar las prevenciones respectivas y hacer los nexos con las instituciones correspondientes para interactuar de forma adecuada, debido a que es la forma eficaz de como enfrentar las sequías. En los últimos años, el comportamiento de las diferentes instituciones y de la población respecto de la forma de enfrentar los desastres ha cambiado considerablemente. Actualmente ante la presencia de desastres, la ayuda humanitaria es necesaria y debe seguir prestándose, pero también que el riesgo y la vulnerabilidad son factores decisivos que se deben conocer para reducir los efectos adversos de los peligros y, en consecuencia, alcanzar el desarrollo sostenible CENEPRED (2021). En ese sentido, se tiene la iniciativa de haber planificado dichas políticas para algunos lugares del sur del Perú, por ello el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), en cumplimiento de las funciones otorgadas por la Ley N° 29664 y su Reglamento, elaboró el “Escenario de riesgo por sequías meteorológicas del departamento de Puno” CENEPRED (2021). También según Proyecto Especial Tacna (2017)

El Gobierno Regional de Tacna está mostrando evidencias de enfrentar a la sequía, expresado

en el marco del trabajo articulado con las instituciones que conforman el Consejo de Recursos Hídricos y la empresa Southern Perú, dando inicio a las acciones de elaboración del Primer Plan de Gestión de Sequías para Tacna, un instrumento de gestión del recurso hídrico que será elaborado por la empresa Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO) del gobierno australiano. El trabajo desarrollado por la empresa australiana será evaluado por el Comité de Coordinación y Seguimiento del Plan de Gestión de Sequías, designado mediante Resolución Ejecutiva Regional Nro.876-2016-GR/GOB.REG.TACNA, el cual está integrado por el Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca Caplina Locumba, Proyecto Especial Tacna, Gerencia de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente, SENAMHI y la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann; además de un equipo de especialistas de la ANA siendo los supervisores de dicho estudio. En tal sentido ha considerado condiciones de sequías meteorológicas basado en el Índice de Precipitación Estandarizado - SPI, ya que solo requiere de datos de precipitación mensual para ser dichos estimados CENEPRED (2021), por ello el presente estudio se trata de dicha temática, dado la imperiosa necesidad que dicha problemática deberá considerarse en la agenda de las políticas públicas; además por considerarse que al poder enfrentar de manera consistente a las sequías, se estará protegiendo a la población dedicada a las actividades del agrícolas, ganaderas; además por considerar a la agricultura como la actividad económica altamente dependiente de los recursos hídricos, así como la calidad de vida y su supervivencia de la población.

Es decir, generándose un escenario de aumento general en la severidad de las sequías tanto meteorológicas como hidrológicas, como consecuencia de la reducción de las precipitaciones y el incremento de la evapotranspiración (García et al., 2017). A su vez, este fenómeno de sequía según Campos (2014), se ha extendido por varios años causando déficit en el abastecimiento del recurso hídrico para una determinada actividad, grupo o sector ambiental; considerándolo como uno de los grandes desastres naturales que amenazan a la población mundial, convirtiéndose en eventos temporales y recurrentes (Organización Meteorológica Mundial, 2012). En el caso particular de Perú, en los últimos años diversas zonas han confrontado serios problemas derivados de la falta de lluvias, dando lugar a la escasez de agua en los valles. Este fenómeno ha afectado de manera sensible a la ganadería, agricultura y a las familias campesinas, y por ende el desarrollo económico del país. Es así, que entre los años 2000 y 2010 se reportaron a nivel nacional varios eventos de sequías, siendo mayor en la vertiente del Pacífico, seguidos por la vertiente del Titicaca y la vertiente del Atlántico. En consecuencia, de acuerdo con la información aportada por SENAMHI (2016), en el año 2011 se reportaron eventos de sequías que afectaron a los departamentos de Arequipa, Cajamarca, Lambayeque, Piura, La Libertad, Lima, Moquegua, Amazonas, Huánuco, San Martín, Junín, Puno y Tacna; siendo este último, una región que posee cierto interés desde el punto de vista agrícola y económico, el cual aporta el 1,2% del PIB nacional (Alvarado et al., 2020). En vista de lo anterior, resulta conveniente analizar estos eventos de sequías con fin de mitigar los efectos provocados por el cambio climático, mediante el conocimiento de las zonas más susceptibles, ante su intensidad y periodicidad, para hacerle frente a través de medidas preventivas (Colotti et al., 2013). Por consiguiente, la cuantificación exacta, oportuna y consistente de estas sequías se empleen para minimizar sus daños a través de la aplicación de índices de sequía (Ntale y Gan, 2003). Entre los índices disponibles, el Índice Estandarizado de Precipitación (SPI) es el más apropiado para monitorear tal tipo de sequías, propuesto por McKee et al. (1993) y ampliamente usado en estudios de caracterización de sequías en cuencas hidrológicas. Como resultado, se ha convertido en uno de los más utilizados por los expertos para el seguimiento y monitoreo de sequías meteorológicas. Es así, como varios autores han analizado la evolución espacio temporal del SPI a diferentes escalas de tiempo; así como también para identificar tendencias y periodicidades de eventos secos y húmedos en series temporales mediante índices secos/húmedos. En este sentido, para facilitar su análisis se han agrupado en diversas categorías, como meteorológicas, hidrológicas, agrícolas, de abastecimiento

hídrico y subterráneas, las cuales hacen referencia tanto al momento en que se observa un déficit en la precipitación como en el lapso para la percepción de los efectos de éste por los diferentes sectores (Pereira et al., 2009). Entre los índices disponibles, el Índice Estandarizado de Precipitación (SPI) ha sido por años el más apropiado para monitorear estos eventos, propuesto por McKee et al. (1993) y ampliamente usado en estudios de caracterización de sequías en cuencas hidrológicas. Varios estudios han analizado la evolución espacio temporal del SPI a diferentes escalas de tiempo; así como también para identificar tendencias y periodicidades de eventos secos y húmedos en series temporales mediante índices secos/húmedos. Dentro de los estudios más destacados en cuanto al estudio de las sequías meteorológicas en Sur América, se encuentran los aportes realizados por Loaiza et al, (2015); Paredes et al, (2008); Paredes y Guevara (2010); Gocic y Trajkovic (2014); Esquivel et al. (2019) y Parra et al. (2018); entre otros. De ahí que, el objetivo principal de esta investigación se basó en la caracterización de las sequías meteorológicas en el departamento de Tacna, Perú; para el período 1964-2021; mediante la aplicación del Índice Estandarizado de Precipitación (SPI), el cual permitirá identificar y describir convenientemente el fenómeno, precisando intensidad, duración, magnitud y frecuencia de ocurrencia.

## 2. Metodología

### 2.1 Zona de estudio

El estudio se desarrolló en el distrito Candarave, siendo uno de los seis que conforman la provincia de Candarave, ubicada en el departamento de Tacna en el Sur del Perú; situado a 3.415 m s. n. m. y comprendida entre los paralelos 70° 12 15 de longitud Oeste, y 17° 15 30 de latitud Sur. La provincia de Candarave limita al norte con la provincia de Mariscal Nieto del departamento de Moquegua, al este con la provincia de El Collao del departamento de Puno, al sur con la provincia de Tarata y al oeste con la provincia de Jorge Basadre. Según el Mapa de clasificación climática del Perú (SENAMHI, 1988), la región presenta un clima semiárido, sin humedad en invierno y primavera, y varía entre frío y semifrío, con una temperatura máxima y mínima de 15,5 °C y 3,4 °C, respectivamente; y una precipitación media anual de 159,7 mm. Los datos provienen de registros de series de precipitación mensual de la estación meteorológica automática Candarave, situada en la provincia de Candarave; para el período 1964-2021.

### 2.2 Políticas Públicas para afrontar sequías

Las Políticas Públicas para afrontar sequías en el Perú son exiguas y propuestas aisladas carentes de articulación, en tal sentido el Ministerio del Ambiente del Perú (MINAM, 2016) menciona que la Estrategia Nacional de Lucha Contra la Desertificación y la Sequía en el Perú con sus siglas (ENLCDS) constituye un importante instrumento de gestión que promueve la participación y movilización de los diversos actores públicos, privados, de la sociedad civil, de organizaciones sociales de base, de instituciones científicas y académicas y de la cooperación al desarrollo para ejecutar acciones orientadas a promover el manejo sostenible de la tierra (MST), considerando que dicha propuesta es una de las pocas, siendo este artículo de bastante valía porque trae aco-tación el llamada a las instituciones públicas peruanas responsables de esta problemática a que puedan priorizarlo por existir en el Perú antecedentes de que se ocasionaron los mencionados desastres naturales. (MINAM, 2016) hace alusión a Este enfoque indicando que es coherente con los principios y alcances de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación en los países afectados por Sequía Grave o Desertificación, en particular en África (CNULDS), que enfatizan una definición de degradación de las tierras en zonas áridas, semi-

áridas y sub-húmedas secas, como resultado de factores humanos y climáticos. Según (MINAM, 2016) Esta estrategia ha sido elaborada teniendo en cuenta los lineamientos de objetivos, metas e indicadores nacionales e internacionales asociados a la lucha contra la desertificación y la sequía (LCDS), como base de lineamientos nacionales se ha tomado en cuenta el Plan Nacional de Acción Ambiental 2011-2021 y como base de lineamientos internacionales se ha tomado lo establecido en el Plan Estratégico Decenal 2008-2018 de la CNUCLDS, aprobado en la Octava Conferencia de las Partes (COP 8) en Madrid en Septiembre 2007. La Asamblea General de las Naciones Unidas declaró al año 2015 como el Año internacional de los Suelos, mediante la resolución A/RES/68/232, aprobada el 20 de diciembre de 2013, destacando que "la desertificación, la degradación de la tierra y la sequía son problemas de dimensión mundial y que siguen suponiendo un serio desafío para el desarrollo sostenible de todos los países, en particular los países en desarrollo" (ONU, 2014, p.2) y que existe "la necesidad urgente a todos los niveles de crear conciencia en la población y de promover la sostenibilidad de los recursos limitados del suelo mediante la mejor información científica disponible y las dimensiones del desarrollo sostenible" (ONU, 2014, p. 2) es decir que es un intento de comprometer y gestionar la prioridad de atención a dichas problemáticas, por ser el Perú proclive a tales desastres naturales. Asimismo, conforme a la 'Cuarta Comunicación Nacional del Perú a la CNUCLDS' (MINAM, 2011b), el Perú ocupa el tercer lugar, después de Argentina y Brasil, entre los países con mayor extensión de tierras secas en América del Sur.

### 2.3 Categorización de la intensidad del SPI

McKee et al. (1993) utilizaron el sistema de clasificación mostrado en la tabla de valores de SPI que se muestra en la Tabla 1, 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, mas no constituyen una condición de aridez (Colotti et al. 2013).

**Tabla 1:** Clasificación del SPI.

SPI	Categoría
2,0 y más	Extremadamente húmedo
1,5 a 1,9	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 et al. 1993.

#### 2.3.1 Determinación de la magnitud, duración y frecuencia de ocurrencia de la sequia

Para calcular la magnitud del periodo seco durante un año cualquiera, en una estación determinada, se empleó una variante del método original propuesto por Edwards y Mckee (1997) donde

se acumularon los SPI mensuales cuya magnitud era igual o inferior a -1, y cuando el SPI era mayor a -1 se sustituyó por un cero. Bajo este enfoque, un valor de SPI  $i-1$  indica una condición normal o húmeda (ecuación 1).

$$MS = -\sum_{I=1}^{12} SPI_i \iff SPI_i < 0 \quad (1)$$

Donde (MS): representa la magnitud de la sequía para el período evaluado, (SPI): es el índice SPI para series de lluvia acumulada mensual. La Tabla 2 muestra las categorías de la magnitud de la sequía.

**Tabla 2:** Magnitud de la sequía.

MS	Categoría
0,1-0,99	Normal
1-1,99	Leve
2-2,99	Poco fuerte
3-3,99	Fuerte
4-4,99	Muy fuerte
>5	Extremadamente fuerte

Fuente: Hernández, 2008.

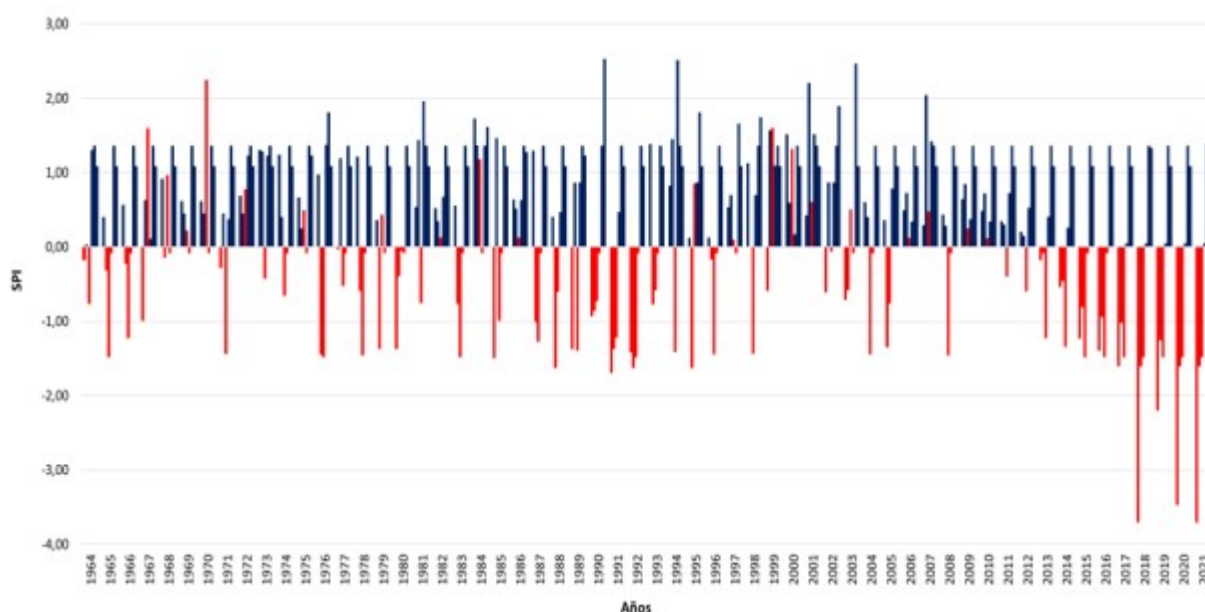
Según McKee et al. (1993) los valores del SPI continuamente negativos alcanzando el valor (-1) o inferior, son considerados una secuencia seca significativa relacionada con la deficiencia suficientemente importante de agua, mientras que los valores positivos se identifican con la categoría normal o húmeda. La frecuencia de ocurrencia se determinó mediante el número de casos de sequía que se producen durante un periodo determinado, estableciendo así, la probabilidad empírica de que ocurra una sequía de determinada magnitud. Para la realización de todos los cálculos se utilizó el programa R Studio.

### 3. Resultados

#### 3.1 Intensidad de la sequía

En la Figura 1 se presenta la intensidad de sequía para el período 1964-2021 en la provincia de Candarave del Departamento de Tacna. De acuerdo con los registros de lluvia y los valores de SPI obtenidos, se presentó una baja intensidad de sequías extremas, mientras que la intensidad predominante es la sequía normal. Asimismo, desde el año 2014 en adelante se produjo un incremento de los eventos de sequías, observándose valores de SPI por debajo de -2 producto de la baja cantidad de lluvia. Cabe destacar que en los últimos años la cantidad de lluvia caída fue considerablemente menor y muy distinta, en comparación con el comportamiento ocurrido en los años anteriores al 2014. La Tabla 3 muestra que el 55,46% de los índices calculados se encuentran en la categoría normal o aproximadamente normal, entre los meses de enero, febrero,

marzo, abril, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre. Los valores de sequía moderada representan el 6,90 % y 1,15 % de sequía severa; mientras que la intensidad de sequía extrema es de apenas 0,57 % del total de los SPI mensuales.



**Figura 1:** Transcurso del SPI mensual para el período 1964-2021, en la provincia de Candarave, Departamento de Tacna; Perú.

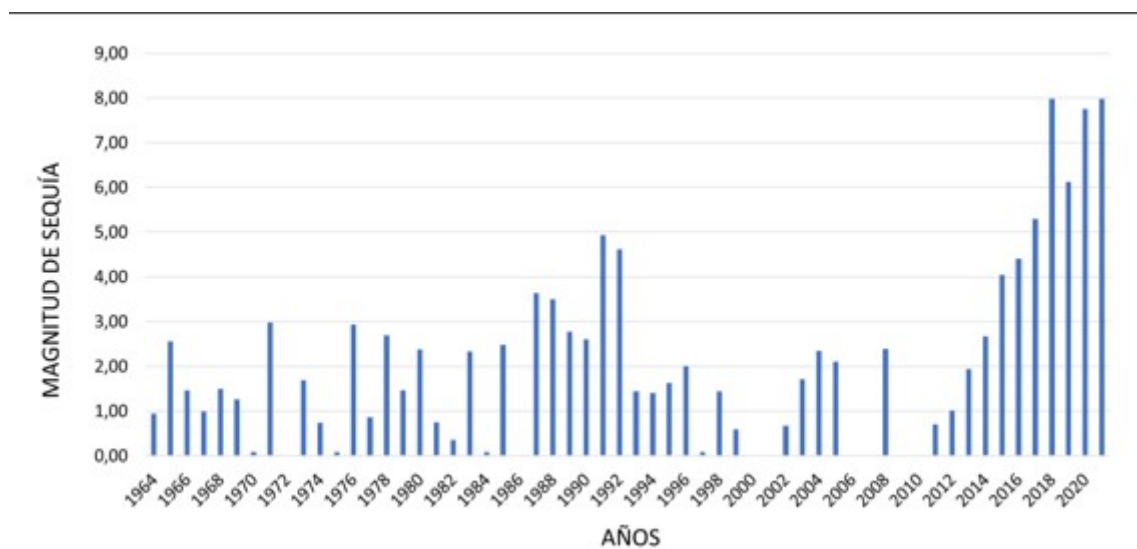
**Tabla 3:** Intensidad de la sequía para el período 1964-2021, en la provincia de Candarave, Departamento de Tacna; Perú.

SPI	Categoría	%
2,0 y más	Extremadamente húmedo	2,16
1,5 a 1,9	Muy húmedo	3,88
1,0 a 1,49	Moderadamente húmedo	29,89
-0,99 a 0,99	Normal o aproximadamente normal	55,46
-1,0 a -1,49	Moderadamente seco	6,90
-1,5 a -1,99	Severamente seco	1,15
-2 y menos	Extremadamente seco	0,57

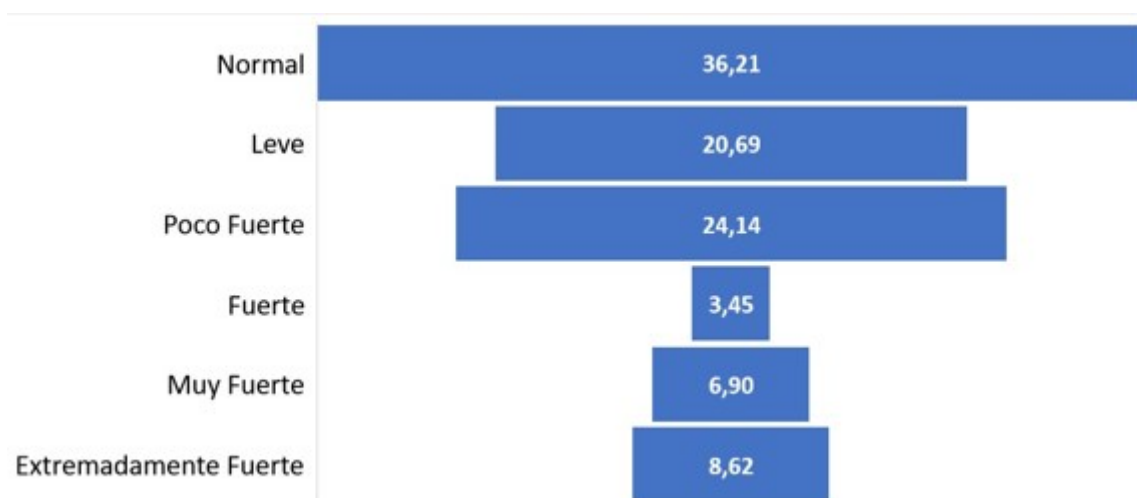
### 3.2 Magnitud de la sequía

En relación con la magnitud de los eventos de sequía, en la Figura 2 se muestran los valores obtenidos mediante el SPI, donde se evidencia que el 43,10 % de los años evaluados presentaron valores de magnitud de 2 o más, traduciéndose en una magnitud de sequía que va desde un nivel poco fuerte hasta el nivel extremadamente fuerte. Tal situación permite establecer que los episodios sequias en la zona bajo estudio son pocos recurrentes y tienden a ser de alta magnitud. La Figura 3 muestra los resultados en la frecuencia de ocurrencias de eventos de sequias, denotando una distribución de 8,62 % para la frecuencia extremadamente fuerte, manifestada en los últimos 5 años del período evaluado, que van desde el 2017 al 2021. En este sentido, un reporte realizado

por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI, 2016), indicó que el departamento de Tacna es considerado como una de las regiones del sur del país más susceptible a incrementar el riesgo de sequía, por la mayor ocurrencia de eventos secos, con tendencia a una mayor intensidad, pero de corta duración. Finalmente, los resultados demuestran un nivel de frecuencia muy fuerte del 6,90 % y un nivel de frecuencia leve y normal del 56,9 % entre ambas.



**Figura 2:** Distribución de las magnitudes de las sequías para el período 1964-2021, en la provincia de Candarave, Departamento de Tacna; Perú.



**Figura 3:** Frecuencia de ocurrencia de eventos de sequía según las clases de magnitudes (SPI mensual) para el período 1964-2021, en la provincia de Candarave, Departamento de Tacna; Perú.

### 3.3 Duración de las magnitudes máximas de las sequías

En la Tabla 4 se muestran las tres magnitudes máximas de sequía detectadas en la zona de estudio para el período 1964-2021, observándose que la mayor magnitud de sequía se presentó en los años 2018 y 2021; con un valor de 7,98 para ambos y un nivel de precipitación anual de 1 y 0,96 mm respectivamente; distribuidos entre los meses de enero, febrero, marzo y diciembre. Asimismo, la segunda magnitud máxima reflejada tuvo un valor de 7,75 para los meses de enero,



febrero, marzo y diciembre en el año 2020, con un valor anual de precipitación de 0,58 mm.

**Tabla 4:** Duración de las magnitudes máximas detectadas para el período 1964-2021, en la provincia de Candarave, Departamento de Tacna; Perú.

Magnitud	Duración Período	Año	Lluvia Total Anual (mm)
7,98	Enero, febrero, Marzo y Diciembre	2018	1
7,75	Enero, febrero, Marzo y Diciembre	2020	0,58
7,98	Enero, febrero, Marzo y Diciembre	2021	0,96

#### 4. Conclusiones

Las Políticas Públicas para afrontar sequías en el Perú son exiguas y propuestas aisladas carentes de articulación, en tal sentido el Ministerio del Ambiente del Perú (MINAM, 2016) menciona que la Estrategia Nacional de Lucha Contra la Desertificación y la Sequía en el Perú con sus siglas (ENLCDS) constituye un importante instrumento de gestión que promueve la participación y movilización de los diversos actores públicos, privados, de la sociedad civil, de organizaciones sociales de base, de instituciones científicas y académicas y de la cooperación al desarrollo para ejecutar acciones orientadas a promover el manejo sostenible de la tierra (MST), considerando que dicha propuesta es una de las pocas, siendo este artículo de bastante valía porque trae acotación el llamada a las instituciones públicas peruanas responsables de esta problemática a que puedan priorizarlo por existir en el Perú antecedentes de que se ocasionaron los mencionados desastres naturales; además la Asamblea General de las Naciones Unidas declaró al año 2015 como el Año internacional de los Suelos, indicando que la sequía es uno de los problemas de dimensión mundial y que sigue siendo un serio desafío para el desarrollo sostenible de todos los países, en particular los países en desarrollo” (ONU, 2014, p.2) y que existe “la necesidad urgente a todos los niveles de crear conciencia en la población y de promover la sostenibilidad de los recursos limitados del suelo mediante la mejor información científica disponible y las dimensiones del desarrollo sostenible” (ONU, 2014, p. 2) es decir que es un intento de comprometer y gestionar la prioridad de atención a dichas problemáticas, por ser el Perú proclive a tales desastres naturales. Además por el hecho que el Perú es uno de los países con mayor extensión de tierras secas en América del Sur; por ello surge este estudio que mediante la aplicación del Índice Estandarizado de Precipitación (SPI), se detectaron los eventos de sequías meteorológicas en cuanto a la intensidad, magnitud y duración; ocurridos en la provincia de Candarave del Departamento de Tacna, Perú. Los resultados de esta investigación evidenciaron que el nivel de intensidad de extrema sequía en la localidad fue muy bajo (0,57%) durante el período de 1964-2021, siendo pocos frecuentes con magnitudes extremadamente fuerte; presentándose entre los meses de enero, febrero, marzo y diciembre. Sobre la base de esta información, el SPI permitió detectar los eventos de sequías en la zona bajo estudio; logrando así precisar intensidad, duración, magnitud y frecuencia de ocurrencia de estos, proporcionando información relevante para la gestión de los recursos hídricos y así poder evaluar la vulnerabilidad de la zona frente a los efectos del cambio climático.

## Referencias bibliográficas

Alvarado A, Capristán S, Corahua C, Ruiz C, Velázquez G (2020): Variación del área agrícola en el distrito La Yarada Los Palos, Tacna, Perú. *Espacio y Desarrollo* 35:99-120. <https://doi.org/10.18800/espacioydesarrollo.202001.004>

Campos D (2014): Comparación de tres métodos estadísticos para detección y monitoreo de sequías meteorológicas. *Agrociencia*, 48:463-476.

CENEPRED (2021): Escenario de riesgo por sequías meteorológicas para el subsector agrícola del departamento de Puno [https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//11611\\_escenario-de-riesgo-por-sequias-meteorologicas-para-el-subsector-agricola-del-departamento-de-puno.pdf](https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//11611_escenario-de-riesgo-por-sequias-meteorologicas-para-el-subsector-agricola-del-departamento-de-puno.pdf)

Colotti E, Cedeño M, Montañez C (2013): La sequía meteorológica y la variación de la superficie agrícola en la Isla de Margarita, estado Nueva Esparta, Venezuela período 1972-2004. *Terra. Nueva Etapa*, XXIX 45:11-53. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72130180002>

Edwards DC, McKee T (1997): Characteristics of 20th Century drought in the United States at multiple time scales. Atmospheric Science Paper No. 634. *Climatology Report* 97-2.

Esquivel G, Cerano J, Sánchez I, Velásquez M, Flores F, Bueno P (2019): Análisis temporal de sequías (1922-2016) en la cuenca alta del río Nazas usando el SPI y su relación con ENSO. *Tecnología y ciencias del agua*, (10)3:126-153. DOI: 10.24850/j-tyca-2019-05-05

García P, Nicolas A, Velásquez M (2017): Combined use of relative drought indices to analyze climate change impact on meteorological and hydrological droughts in a Mediterranean basin. *Journal of Hydrology*, 554:292-305, DOI: 10.1016/j.jhydrol.2017.09.028.

Gocic M, Trajkovic S (2014): Spatio-temporal characteristics of drought in Serbia. *J. Hydrol.* 510:110-123.

Hernández R (2008): Caracterización de la sequía meteorológica en los climas Árido, Semiárido y Subhúmedo seco en los Llanos Centro Orientales de Venezuela, para el manejo de los recursos hídricos. Trabajo de Grado. Centro de Investigación y Postgrado. UNEFA-CIP. Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada, Maracay, Venezuela.

Loaiza W, Carvajal Y, Baquero O (2015): Índice estandarizado de precipitación (SPI) para la caracterización de sequías meteorológicas en la cuenca del río Dagua-Colombia. Programa editorial de la Universidad del Valle. Vol. LXXVI, 279, pp. 557-578. DOI: 10.3989/estgeogr.201520

McKee TB, Doesken NJ, Kleist J (1993): The relationship of drought frequency and duration to time scale. In: Proceedings of the Eighth Conference on Applied Climatology (pp. 179-184).

MINAM (2016): menciona que la Estrategia Nacional de Lucha Contra la Desertificación y la Sequía <https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/archivos/public/docs/luchacontraladeserti>

ficacion.pdf

MINAM (20f 1b): La deseñificación en el Perú. Cuajta Comunicación Nacional a la Convención de Lucha contra la desertificación y sequía 2011.

Ntale K, Gan Y (2003): Drought indices and their application to East Africa. *International Journal of Climatology*, (23)11:1335-1357.

Olivares B, Cortez A, Rodríguez M, Parra M, Lobo L, Rey J (2016): Análisis temporal de la sequía meteorológica en localidades semiáridas de Venezuela. *UGCiencia* 22:11-24.

Organización de las Naciones Unidas (2014): 68/232 Dfa Mundial del Suelo y Año Intemacional de /os Sue/os. Disponible en [http://www.un.org/en/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RE5/68/232&Lang=S](http://www.un.org/en/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RE5/68/232&Lang=S).

Organización Meteorológica Mundial (2012): Índice normalizado de precipitación. Guía del usuario. Ginebra, Suiza: Organización Meteorológica Mundial. Recuperado de [http://www.droughtmanagement.info/literature/WMO\\_standardized\\_precipitation\\_index\\_user\\_guide\\_es\\_2012.pdf](http://www.droughtmanagement.info/literature/WMO_standardized_precipitation_index_user_guide_es_2012.pdf).

Paredes F, Millano JL, Guevara E (2008): Análisis espacial de las sequías meteorológicas en la región de Los Llanos de Venezuela durante el período 1961-1996. *Revista de Climatología*, 8:15-27.

Paredes F, Guevara E (2010): Desarrollo y evaluación de un modelo para predecir sequías meteorológicas en Los Llanos de Venezuela. *Revista Bioagro*, (22)1:3-10.

Parra R, Olivares B, Cortez A, Lobo D, Rey J, Rodríguez M (2018): Características de la sequía meteorológica (1980-2014) en dos localidades agrícolas de los Andes Venezolanos.

Pereira LS, Cordery I, Iacovides I (2009): Coping with water scarcity: Addressing the challenges. Dordrecht, The Netherlands: Springer.

Proyecto Especial Tacna (2017): Inician elaboración de primer plan de gestión de sequías para la región Tacna con participación de expertos australianos <https://www.pet.gob.pe/noticias/97-inician-elaboracion-de-primer-plan-de-gestion-de-sequias-para-la-region-tacna>

SENAMHI PERÚ (1988): Mapa de clasificación climática del Perú. Método de Thornthwaite. Eds. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, Lima. 9 pp.

SENAMHI PERÚ (2016): Regionalización y caracterización de sequías en el Perú. Eds. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, Lima, Perú.

Thom H (1971): Some methods of climatological analysis. Nota técnica No 81, OMM No 199, TP 103, Secretaría de la OMM, Ginebra, Suiza, pp. 1-11.

---

Wu H, Hayes M, Wilhite D, Svoboda M (2005): The effect of the length of record on the standardized precipitation index calculation. *Int. J. Climatol.* 25:505-520.