



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Variabilidad espacial y temporal de la sequía meteorológica en el  
lago Titicaca al 2030**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

**AUTOR:**

Ochoa Portillo, Lenin Jerson (ORCID: 0000-0002-2921-7487)

**ASESOR:**

Dr. Ing. Ordoñez Galvez, Juan Julio (ORCID: 0000-0002-3419-7361)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión de Riesgo y Adaptación al Cambio climático

LIMA – PERÚ

2021

## **DEDICATORIA**

El Presente trabajo de investigación está dedicada a nuestro padre creador “Dios”, porque gracias a él he culminado mi carrera. De manera especial también a mis padres Gerardo Ochoa Morales y Margarita Portillo Huanca ya que siempre estuvieron junto a mi lado, proporcionándome su apoyo incondicional, consejos para formar de mi a una mejor persona.

A mi hermano por permitirme saber más de la vida a su lado.

A toda mi familia en general, amigos que me han brindado de una u otra manera la sabiduría para culminar esta tesis.

Esto es todo en cuanto puedo dedicar, gracias a ustedes.

## **AGRADECIMIENTO**

Al culminar una etapa de mi vida quiero dar un agradecimiento, a quienes hicieron que este sueño sea posible, quienes fueron mi inspiración y fortaleza, cabe mencionar las gracias a nuestro señor “Dios” por conferirme tener una hermosa familia, a mis padres por brindarme apoyo en cada decisión en el proyecto de mi vida. Mis muy sinceras gracias a todos ustedes por “Instruirme valores y poder encontrar lo bueno de la vida”.

Asimismo, quiero retribuir a mi tutor en un sincero agradecimiento, Dr. Ing. Ordoñez Gálvez Juan Julio, por brindarme los conocimientos necesarios para culminar la tesis, asimismo también por tenerme toda la paciencia, y por guiarme durante el tiempo que desarrollamos la tesis de Ingeniería Ambiental.

Por último, agradezco a mi universidad Cesar Vallejo a la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, por impartir sus conocimientos en todo el trayecto de preparación de nuestra carrera profesional.

Muchas gracias.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA</b> .....	2
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	3
<b>RESUMEN</b> .....	8
<b>ABSTRACT</b> .....	9
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	10
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	13
<b>III. METODOLOGÍA</b> .....	21
3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	21
3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN .....	21
3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO. ....	23
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	26
3.5. PROCEDIMIENTOS .....	27
3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS .....	31
3.7. ASPECTOS ÉTICOS .....	31
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	32
<b>V. DISCUSIÓN</b> .....	60
<b>VI. CONCLUSIONES</b> .....	64
<b>VII. RECOMENDACIONES</b> .....	65
<b>REFERENCIAS</b> .....	66
<b>ANEXOS</b> .....	69

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Identificación de años secos en unidades hidrográficas .....	16
<b>Tabla 2.</b>	Instrumentos de recolección de datos.....	26
<b>Tabla 3.</b>	Promedio de la validación de instrumento .....	27
<b>Tabla 4.</b>	Ubicación de las estaciones.....	29
<b>Tabla 5.</b>	Nivel de precipitación acumulada anual en desagadero .....	33
<b>Tabla 6.</b>	Nivel de temperatura anual en Desaguadero.....	34
<b>Tabla 7.</b>	Nivel de precipitación acumulada anual en llave .....	35
<b>Tabla 8.</b>	Niveles de temperatura anual llave.....	36
<b>Tabla 9.</b>	Nivel de precipitación acumulada anual en Puno.....	38
<b>Tabla 10.</b>	Nivel de temperatura anual en Puno.....	39
<b>Tabla 11.</b>	Nivel de precipitación acumulada en Juli .....	40
<b>Tabla 12.</b>	Niveles de temperatura anual Juli.....	41
<b>Tabla 13.</b>	Nivel de Precipitación acumulada en Yunguyo .....	43
<b>Tabla 14.</b>	Nivel de temperatura anual Yunguyo .....	44
<b>Tabla 15.</b>	Resumen de variación de precipitación de las estaciones.....	56
<b>Tabla 16.</b>	Resumen de variación de temperatura de las estaciones.....	57

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Precipitación anual cuenca Titica. ....	15
<b>Figura 2.</b>	Diagrama de del nivel hídrico mensual del LT entre 1914-2016 .....	16
<b>Figura 3.</b>	Variación temporal del SPI-3, para el departamento de amazonas, Tacna, San Martín y Puno.....	18
<b>Figura 4.</b>	Variabilidad de los niveles del Lago Titicaca entre 1915-2005.....	20
<b>Figura 5.</b>	Ubicación del Lago Titicaca.....	24
<b>Figura 6.</b>	Ubicación de las estaciones meteorológicas.....	25
<b>Figura 7.</b>	Proceso de etapas de la investigación .....	28
<b>Figura 8.</b>	Comportamiento Temporal de temperatura Desaguadero. ....	33
<b>Figura 9.</b>	Comportamiento temporal de la precipitación llave.....	35
<b>Figura 10.</b>	Comportamiento temporal de la temperatura llave.....	36
<b>Figura 11.</b>	Comportamiento temporal de la precipitación Puno .....	37
<b>Figura 12.</b>	Comportamiento temporal de la temperatura Puno.....	38
<b>Figura 13.</b>	Comportamiento temporal de la precipitación Juli .....	40
<b>Figura 14.</b>	Comportamiento temporal de la temperatura Juli.....	41
<b>Figura 15.</b>	Comportamiento temporal de la precipitación Yunguyo .....	42
<b>Figura 16.</b>	Comportamiento temporal de la temperatura Yunguyo .....	43
<b>Figura 17.</b>	Comportamiento de los eventos de sequía Desaguadero.....	45
<b>Figura 18.</b>	Comportamiento de los eventos de sequía llave.....	47
<b>Figura 19.</b>	Comportamiento de los eventos de sequía Puno .....	48
<b>Figura 20.</b>	Comportamiento de los eventos de sequía Juli.....	49
<b>Figura 21.</b>	Comportamiento de los eventos de sequía estación Yunguyo .....	50
<b>Figura 22.</b>	Comportamiento de la sequía meteorológica al 2030- Desaguadero	51
<b>Figura 23.</b>	Comportamiento de la sequía meteorológica al 2030 – llave.....	52
<b>Figura 24.</b>	Comportamiento de la sequía meteorológica al 2030 – Puno .....	53
<b>Figura 25.</b>	Comportamiento de la sequía meteorológica al 2030 - Juli.....	54
<b>Figura 26.</b>	Comportamiento de la sequía meteorológica al 2030 - Yunguyo .....	55
<b>Figura 27.</b>	Comportamiento anual de la precipitación de las estaciones.....	57
<b>Figura 28.</b>	Comportamiento anual de la temperatura de las estaciones.....	59

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo analizar la variabilidad espacial y temporal de la sequía meteorológica en el lago Titicaca. Se tomaron 5 estaciones como muestra de estudio. El resultado que se obtuvo respecta a la precipitación, las estaciones de Puno y Juli son las que tienen un alto incremento de la precipitación con valores que fluctúan de 0,18 y 5.53% respectivamente. De igual forma la estación de Desaguadero, disminuye en un 0.74 %, mientras la estación de Ilave disminuye en un 1.52 % respectivamente. Por último, la estación de Yunguyo disminuye en un 5.53 %. Respecto a la temperatura, las estaciones de Puno y Yunguyo son las que presentan una disminución de temperatura con un porcentaje de 0,012 y 0.009 % respectivamente. Por mientras, Desaguadero, tiende a incrementar en un 0.003 %, así mismo la estación de Ilave y Juli aumenta en un 0.008 % y 0.003% respectivamente. Por último, la estación de Yunguyo disminuye en un 5.53 %.

**Palabras Clave:** Estación, Precipitación, sequía, temperatura.

## ABSTRACT

The present research aimed to analyze the spatial and temporal variability of the meteorological drought in Lake Titicaca. 5 stations were taken as a study sample. The result obtained regarding precipitation, the stations of Puno and Juli are those with a high increase in precipitation with values that fluctuate 0.18 and 5.53% respectively. Similarly, the Desaguadero station decreases by 0.74%, while the Ilave station decreases by 1.52% respectively. Lastly, the Yunguyo station decreased by 5.53%. Regarding the temperature, the stations of Puno and Yunguyo are those that present a decrease in temperature with a percentage of 0.012 and 0.009% respectively. Meanwhile, Desaguadero, tends to increase by 0.003%, likewise the Ilave and Juli station increases by 0.008% and 0.003% respectively. Lastly, the Yunguyo station decreased by 5.53%.

**Keywords:** Season, Precipitation, Drought, Temperature.



## I. INTRODUCCIÓN

El lago Titicaca está ubicado geográficamente en Sudamérica, al sur del Perú y el noroeste de Bolivia, con una longitud al norte entre 14 ° 06' y 16° 51' de longitud norte y 68° 11' y 71° 06' longitud oeste (MINAM, 2013). Actualmente la cuenca del lago Titicaca esta con una extensión de 56,270 km<sup>2</sup>, tanto en el departamento de Puno en Perú y La Paz comprendida en Bolivia, donde 8 100 km<sup>2</sup> pertenece al Perú, correspondiente a ¾ partes del territorio del sistema fluvial (MINAM, 2014).

Grandes científicos del instituto de “Tecnología de Florida” y del Instituto de “Biología del Cambio Global”, indican que al incrementarse en 2 o 3 °C de temperatura, la tierra en los busiguientes años, la cuenca del lago Titicaca llegaría a convertirse en un extenso desierto (SPDA, 2010). El incremento de temperatura llegaría a afectar zonas del territorio boliviano y en ciertos puntos, localidades del territorio peruano. Los grandes expertos del Instituto de “Tecnología de Florida”, tras el análisis los datos históricos mencionan que surgirá cambios durante 370.000 años en la flora y el clima del entorno andino. La sequía en el Perú, es un problema crítico, especialmente en el Altiplano, dónde presenta deficiencias en cuanto al uso adecuado del recurso hídrico. Existe demasiada limitación con respecto al abastecimiento de agua y un creciente incremento en la demanda tanto en el espacio como tambien en el tiempo, haciendo que la sequía se transforme en una problemática requiriendo mayor atención e investigación.

La sequía es un fenómeno complejo que cambia espacial y temporalmente en su extensión, duración, frecuencia y gravedad. Como tal, en los estudios de caracterización de sequías, es preferible una metodología objetiva que identifique las condiciones de déficit en relación con la temporada y la ubicación bajo consideración, a fin de facilitar la intercomparación entre episodios de sequía a través de escalas espaciales y temporales (PARRY, y otros, 2010).

Las sequías se destaca por la poca presencia de precipitación, de las cuales es evaluada mediante el analisis de informacion de la precipitacion y un indicador estadistico de la serie temporal que generalmente es la media (GÁLVEZ, 2017). En especial en la vertiente andina occidental a 2200 m.s.n.m. en los valles de la cuenca del lago titicaca (TICONA, 2017). En dichos lugares se han presentado

diversas pérdidas humanas y económicas, debido a que, en el último siglo, las sequías han sido más seguidos y críticos, como es el caso del fenómeno del niño y su desplazamiento al sur del territorio peruano, que originó un periodo de sequía, afectando principalmente Moquegua, parte de Arequipa y en su totalidad Puno.

Estudios recientes, nos muestra que el 34% de la población se encuentra expuestas a las sequías, correspondiendo al país de Ecuador, el 19% en Bolivia y en Colombia, y el 10% en Perú. De acuerdo a MINAM (2015) aproximadamente el 47% de las zonas agropecuarias del Perú están expuestas al fenómeno de las sequias, directa e indirectamente.

El déficit de agua por la falta de precipitación afecta principalmente a los cultivos hasta llegar a un punto donde puedan perderse las cosechas, especialmente en las zonas rurales, que dependen altamente de los productos producidos en la tierra. En este contexto, es de vital importancia el monitoreo constante de las sequías. La sequía es considerado un fenómeno complejo por la Sociedad Meteorológica Americana de Estados unidos, categorizandolos en cuatro categorías: Sequía Agrícola, meteorológica, Hidrológica y Socioeconómica. En este caso se está tomando como estudio la sequía meteorológica, donde hace referencia al déficit de precipitación presentados durante un periodo de tiempo, mientras que la sequía agrícola se refiere al déficit en la composición total de suelo, la sequía hidrológica es la reducción de los caudales dados durante un periodo determinado de tiempo, y la sequía socioeconómica, hace referencia a la disminución de la económica debido a la afectación por los procesos de sequias naturales.

Para el desarrollo de la siguiente investigación, se plantea el siguiente problema general: ¿Cuál es la variabilidad espacial y temporal de la sequía meteorológica en el Lago Titicaca al 2030? también se enuncian las siguientes interrogantes específicas: ¿Cuál es el comportamiento de la variabilidad de la temperatura y la precipitación en el lago Titicaca?, ¿Cuál es el comportamiento eventos de sequía registrados en el Lago Titicaca? y ¿Cuál es la tendencia de la sequía en el lago Titicaca para un escenario al 2030?

Teniendo así, la razón que la sequía se encuentra en quinto lugar a nivel global, considerado como un desastre natural que ocasiona pérdidas económicas. Se

estima que las pérdidas económicas originadas por la sequía, podrían alcanzar US\$ 8 billones. Vega (2018) en su estudio realizado nos indica que la sequías en un fenómeno que afecta el sector económico principalmente la agricultura, ecosistemas y bosques; reduciendo los medios de vida de la humanidad. En el Perú el pronóstico de sequías se realiza en las zonas donde dependen altamente de los recursos hídricos para realizar sus actividades cotidianas. Siendo un estudio de vital importancia, puesto que socialmente se pondrá a disposición estadísticas climáticas de características confiables previniendo sobre la ocurrencia de eventos secos, económicamente proporcionará la información para la “prevención, diseño y gestión de los sistemas recursos hídricos”, previniendo pérdidas en el desarrollo de actividades económicas y ambientales, se colocara a disposición los conocimientos de los efectos destructivos de la sequías derivados del cambio climático, teniendo en cuenta la intensidad, severidad y duración.

En base a ello, el objetivo general de la investigación es analizar la variabilidad espacial y temporal de la sequía meteorológica en el lago Titicaca. De igual forma, los objetivos específicos son: Determinar el comportamiento de la variabilidad de la temperatura y la precipitación en el lago Titicaca, Analizar el comportamiento de eventos de sequías presentados en el lago Titicaca y Determinar las tendencias de la sequía meteorológica en el lago Titicaca en un escenario al año 2030.

La hipótesis general de la investigación es: El análisis de la variabilidad espacial y temporal, permitirá determinar el comportamiento de la sequía meteorológica en el lago Titicaca y El análisis de la variabilidad espacial y temporal, no permitirá determinar el comportamiento de la sequía meteorológica en el lago Titicaca. De igual forma, las hipótesis específicas son: La caracterización espacial y temporal, permitirá determinar el comportamiento de la variabilidad de la temperatura y la precipitación en el lago Titicaca, La identificación espacial y temporal, permitirá analizar el comportamiento de eventos de sequías presentados en el lago Titicaca y El análisis de la tendencia espacial y temporal, permitirá determinar las tendencias de la sequía meteorológica en el lago Titicaca en un escenario al año 2030.

## II. MARCO TEÓRICO

Para la elaboración del proyecto de investigación, se adoptó como referencia, los antecedentes internacionales, nacionales y regionales, donde se ha tenido un mayor entendimiento de la investigación propuesta y nos permitió compararlos con los resultados que se obtendrá de la presente investigación.

Para analizar espacio-temporal de la sequía meteorológica (CLEMENTE, y otros, 2019) utilizó el índice SPEI de sequía, determinó la variabilidad hidrológica de la región en estudio, analizando los patrones primordiales de teleconexión (AO, EA, NAO, SCAND, WeMO y EAWR). De las cuales determino que los patrones cuya repercusión en la variabilidad hidrológica es superior, son AO y la NAO, aunque la WeMO tiene demasiada importancia debido a que es el patrón con mayor repercusión en la sequía en el sureste del territorio peruano.

De acuerdo Serrano & Vicente (2016) en su estudio analizaron la variabilidad, espacio-temporal de sequías en la Cuenca PACICO del Norte de México entre 1961-2010. Determinaron que los principales incidentes de sequía se presentaron en 1980 y 2000, donde utilizaron el Índice Delaware Precipitación Estandarizada (SPI), como también el Índice de Precipitación Evapotranspiración Estandarizada (SPEI) para la determinación, aunque existe una escasa variabilidad espacial en toda la región.

Según Flores (2019) en su estudio se planteó determinar una regionalización de sequía para el periodo 1922-2016, utilizo la metodología el Índice Estandarizado de Precipitación (SPI), donde establecio como muestra para su estudio 17 estaciones distribuidas adecuadamente en la cuenca. En su resultado obtuvo que 15 estaciones se encontraban con promedios comunes, así mismo la sequias con mayor inclemencia, se registraron los años de 1950 y 2000. Mientras en su análisis espectral de coherencia de ondeletas entre el índice de El Niño y el SPI, 3.4. Nos indica que los años registrados en 1920, 1930, 1950 y de 1980 a 2005 existe una relación en los periodos secos y lluviosos, de las cuales influenciaron significativamente con un ( $p < 0.05$ ) por la frecuencia de ENSO en periodos de, 2 a 3 años, 2 a 7 años, y de 10 a 14 años, respectivamente.

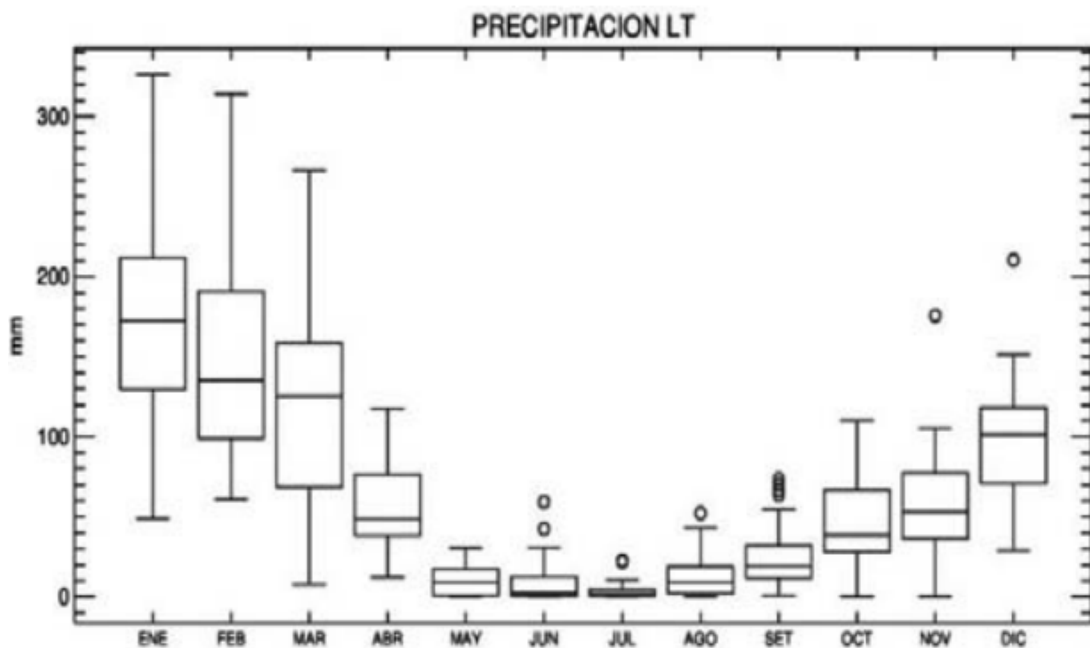
Vega (2018) en su investigación realizó la zonificación de las sequías en regiones, integrando el método de análisis de constituyentes principales con el

método de Cluster, donde determino las características de sequías de un total de 8 regiones, de las cuales muestran la variabilidad espacio y temporal de las sequías. Obteniendo como resultado un incremento en la vertiente de la cuenca del lago Titicaca, mayor intensidad y severidad en la zona alta de la vertiente de la cuenca del Amazonas, mientras en el norte de la Vertiente de la cuenca del Pacífico se obtuvo, una tendencia en la disminución de la duración y intensidad de las sequías.

Paredes (2016) en su estudio analizó la variabilidad espacio-temporal de las sequías intensas y extremas en todo el territorio venezolano en el periodo 1901-2013. En su resultado respecto a la duración y la magnitud, determino que no existe tendencias a largo plazo; así mismo los subperiodos de sequías severas, extensas y persistentes varían irregularmente, cuándo dichos eventos representan un mínimo de incidencia; donde las cuencas que fueron afectados por sequías severas son los ríos Caura en el estado Bolívar y Caroní, Uribante y sur del estado de Táchira, y caparo en el estado de Mérida.

Espino (2017) en su estudio analizó el nivel hídrico (1914-2016) y las precipitaciones (1981-2016) en el Lago Titicaca con el propósito de determinar la variabilidad interanual, decenal y multidecenal. En su estudio nos muestra que el tiempo de variación del nivel hídrico es de dos a tres meses, también en los análisis estadísticos y la técnica de ondeletas (WAVELETS), nos indican que la precipitación presenta periodos anuales y el nivel del lago obedece a periodos decenales.

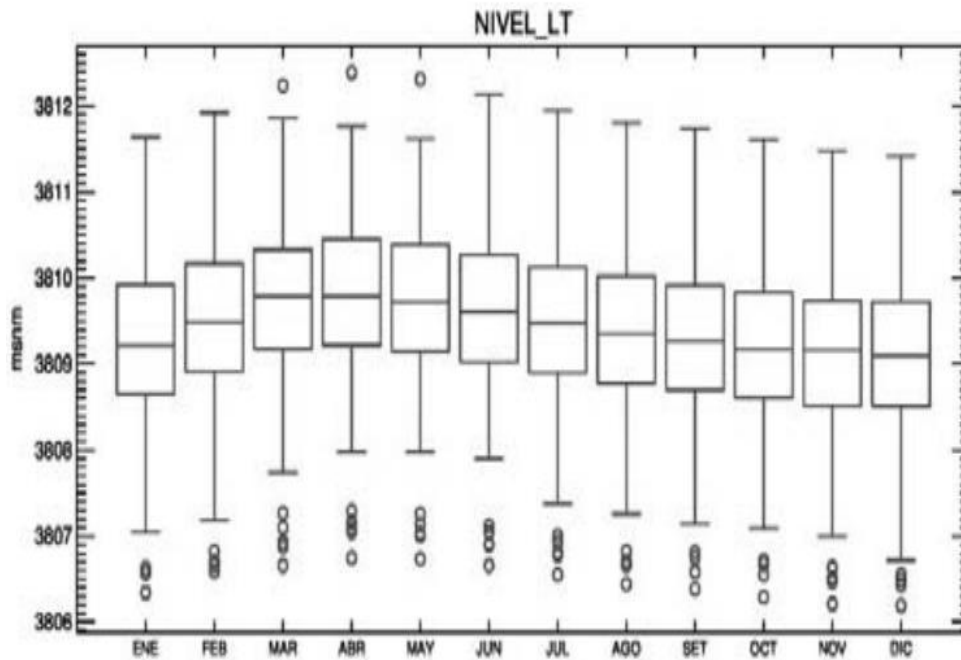
Las precipitaciones en la vertiente del Lago Titicaca, representan el 55% de volumen entre 1981 al 2016, de las cuales presentan periodos de alta frecuencia. Los periodos de precipitación se incrementan en los últimos trimestres del año y disminuye a fines del primer trimestre del año siguiente como se puede apreciar en la Figura 1, pues nos muestra que el mes de enero evidencia una mayor precipitación y el mes julio el valor mínimo de precipitación, en estos instantes también ocurren grandes variaciones por repercusiones de fenomenos del Niño y la Niña (ESPINO, y otros, 2017).



*Fuente.* Espino (2017)

**Figura 1.** Precipitación anual cuenca Titica.

En la **Figura 2**, las cajas no indican los límites máximos y mínimos (primer y tercer cuartil, relativamente) de las precipitaciones. La línea horizontal nos muestra la precipitación mediana. La figura no muestra que en mes de enero se registran la mayor cantidad de precipitaciones y dispersión, mientras que en el mes de Julio se registra menor precipitación (SATGÉ, y otros, 2018). Así mismo mayor nivel hídrico se evidencio en los meses, de marzo y abril, pues nos muestra la correlación después del iniciado del período de lluvias, con un retraso de 2 o 3 meses. Finalmente nos expone una disminución hacia fines de año. En los periodos de 1940 logro alcanzar el nivel más bajo y en 1980 fue el mayor nivel.



Fuente. Espino (2017)

**Figura 2.** Diagrama de del nivel hídrico mensual del LT entre 1914-2016

La data histórica de la ODP indica una etapa cálida prácticamente desde 1925 a 1946 y de 1977 a 1995.

La sequía es un problema natural que se desarrolla de forma irregular en el tiempo y el espacio. La sequía tiende ser lento en el desarrollo temporal y amplia en la cobertura espacial, pues condiciona las operaciones de los sistemas de recursos hídricos asignando muchas veces escenarios más desafiantes que las de diseño con graves secuelas económicas y sociales (GÁLVEZ, 2017).

El centro nacional de mitigación de sequías de los Estados Unidos (NDMC) define a la sequía como al déficit de precipitación sobre un periodo de tiempo determinado y extendido, para alguna actividad, o sector ambiental.

La sequía es un riesgo natural, donde existe la falta de precipitación que conduce a la escasez temporal de agua natural. Así mismo se recurre a este recurso en mayor medida en tierras caracterizadas por una precipitación por debajo de lo normal durante un período de meses a años.

Aramayo (2019) en su investigación nos muestra los años secos presentados durante el periodo 1982-2016. Ver tabla 1.

**Tabla 1.** Identificación de años secos en unidades hidrográficas

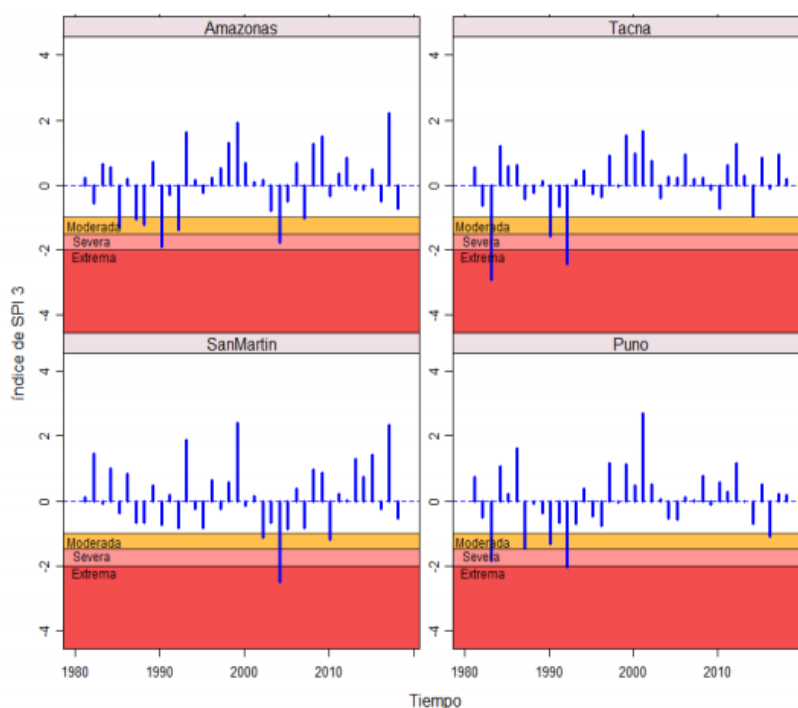
<b>Años</b>	<b>Sequía Moderada (-1.0 ≤ SPI ≤ -1.49)</b>	<b>Sequía Severa (-1.50 ≤ SPI ≤ -1.99)</b>	<b>Sequía Extrema (SPI ≤ -2.00)</b>
1982	Intercuenca 0175	---	---
1983	Cuenca Callaccame y Intercuenca 0157	Cuenca Ilave, Azángaro, Mauri Chico, Huancané y intercuenca 0171	Cuenca Ilpa, Coata, Mauri, Pucará, Intercuenca 0155, 0175, 0173 y Ramis.
1987	Cuenca Coata, Azángaro y Pucará	---	---
1989	Cuenca Suches y Intercuenca 0171	---	---
1990	Cuenca Pucará	Cuenca Ilpa, Callaccame, Coata, Mauri Chico, Huancané, Intercuenca 0155, 0157, 0175, 0171, 0173 y Ramis,	Cuenca Ilave, Azángaro, Mauri y Suches
1992	Cuenca Callaccame, Mauri Chico, Suches, Huancané, Intercuenca 0171 y 0155	Cuenca Ilpa, Azángaro, Intercuenca 0157, 0175, 0173 y Ramis.	Cuenca Ilave, Coata, Mauri y Pucará
1993	Cuenca Suches	---	---
1995	Cuenca Mauri	---	---
1998	Cuenca Azángaro	---	---
2005	Cuenca Azángaro	---	---
2009	Cuenca Suches	Cuenca Huancané y Intercuenca 0171	---
2014	Cuenca Ilpa, Ilave, Mauri, Intercuenca 0171 y 0175	---	---
2016	Cuenca Ilpa, Callaccame, Ilave, Pucará, Huancané, Intercuenca 0155, 0157 y 0173.	---	---

Fuente: Aramayo, (2019)



En 1981-2018 SENAMHI realizó un estudio de caracterización espacio temporal de la sequía en las regiones altoandinas del territorio peruano, las regiones con menor número de episodios secos fueron: Arequipa, Ayacucho, Tumbes, Tacna, Moquegua y San Martín (un total de 3 episodios). Por otro lado, el departamento con mayor número de episodios secos fue Amazonas (con un total de 7 episodios). El mayor número de episodios secos en la REG se dio en la categoría Moderadamente seco (SENAMHI, 2019).

Las Figura 3 se muestran la variación temporal de SPI de 3 meses para cada departamento, en el período de 1980 al 2010. Donde rojo = Extremadamente seco, rosado=Severamente seco y naranja=Moderadamente seco.



Fuente: SENAMHI, 2019

**Figura 3.** Variación temporal del SPI-3, para el departamento de Amazonas, Tacna, San Martín y Puno

La reducción de la producción agrícola en la sierra, se evidencia en su tercer año consecutivo, donde logró afectar negativamente a su rendimiento y áreas perdidas, de los cultivos de maíz y papa en un 57 % de la superficie sembrada en la región y el 31 % a nivel nacional. Con respecto al cultivo de la papa, las regiones que redujeron su producción de forma considerable fueron Ancash, Puno y Junín. Así mismo la sequía en regiones de la sierra no permitió

el adecuado almacenamiento de agua en los reservorios para el riego de los cultivos de la costa.

Sequia meteorológica, se refiere a la insuficiente presencia de agua, de las cuales es evaluada mediante el análisis de información de la precipitación y un indicador estadístico de la serie temporal que generalmente es la media (GÁLVEZ, 2017).

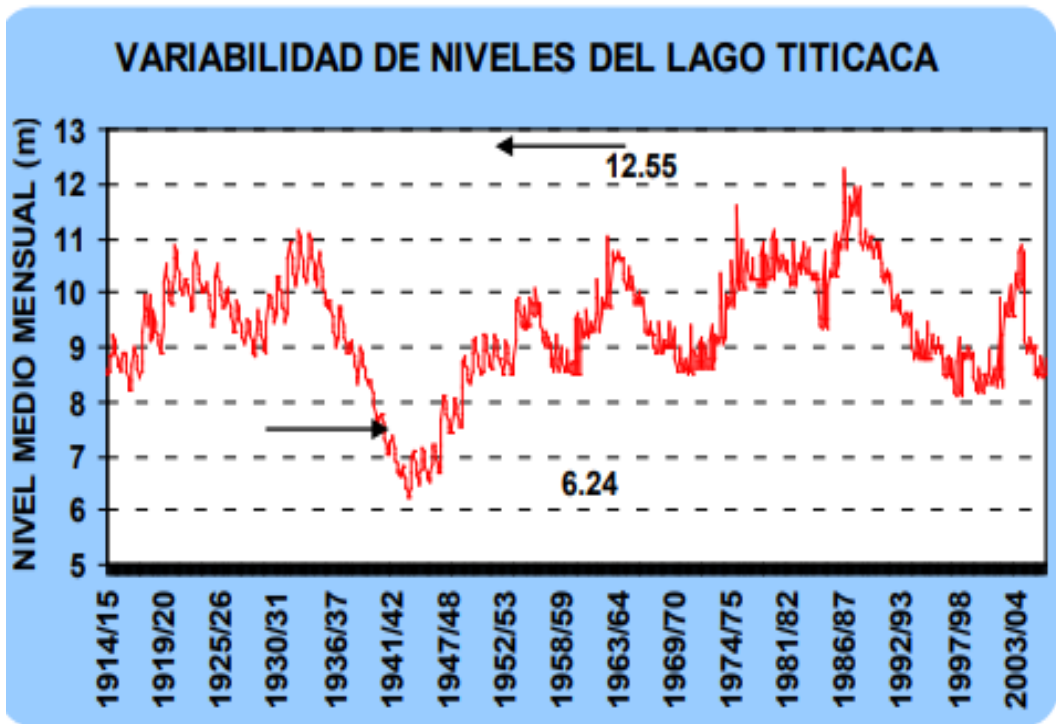
La duración es un indicador que nos muestra el periodo continuo de los eventos de sequía, que son registrados en un periodo de tiempo relativamente largo (VEGA, 2018).

La intensidad es un parámetro que nos precisa el máximo promedio de sequía presentado durante ese periodo, conocido como intensidad o magnitud máxima de déficit de precipitación, de las cuales se utiliza en la caracterización (VEGA, 2018).

La severidad, nos indica el déficit acumulado de precipitación pluvial, por debajo de un umbral durante un suceso de sequía; el cual se considera mediante la acumulación de la sucesión negativa (VEGA, 2018).

De acuerdo al MINAM (2012) la temperatura máxima estuvo por encima de sus rangos normales en 0,9°C; asimismo, las temperaturas mínimas también se presentaron por encima de sus valores normales en 0,7°C; así mismo las precipitaciones han registrado un acumulado total con un ligero superávit para la temporada en la región de Puno en el orden del 25,8%.

Vera (2011) es su estudio nos muestra la Variabilidad del lago Titicaca, donde en la Figura 5 se puede apreciar que la banda de oscilaciones es de 6,31 metros, donde el nivel mínimo se ostentó en octubre 1943 con 6,24 metros y el nivel máximo es de 12,55 metros que ocurrió en abril de 1986. Se puede apreciar la gran variabilidad (Figura 4), pero los niveles dependen de los aportes de los corrientes naturales de agua (río) en años precederos, evaporación las lluvias y, desde hace algunos años se encuentra influenciada por la regulación del río Desaguadero que transporta sus aguas hacia el lago Poopó.



*Fuente: Vera (2011)*

**Figura 4.** Variabilidad de los niveles del Lago Titicaca entre 1915-2005

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

La presente investigación es presentada como tipo aplicada, puesto que el trabajo comprendió la recopilación de datos y consulta bibliográfica (COLOTTI, y otros, 2013). Donde se aplicó los conocimientos y teorías para determinar la variabilidad espacial y temporal de la sequía meteorológica del lago Titicaca, con el objetivo de estimar la proyección del fenómeno de la sequía en un escenario al 2030.

Su diseño de investigación es de tipo no experimental, debido que no se manipula deliberadamente las variables (HERNÁNDEZ, y otros, 2010).

Esta investigación es de enfoque cuantitativo (del latín “quantitas”) que se vincula a métodos matemáticos y conteos numéricos (HERNÁNDEZ, y otros, 2018). Puesto que en la presente investigación se adoptó métodos matemáticos para disponer de los resultados.

Un estudio prospectivo se refiere a aquel estudio, en el cual la información se va registrando a lo largo de que va ocurriendo el fenómeno o los hechos programados para apreciar un suceso o evento (TORRES, 2018). La presente investigación se considera estudio retro prospectivo-prospectivo, porque se generó escenarios climáticos para identificar los posibles eventos extremos hacia el 2030 en base a datos recopilados de temperatura y precipitación desde el período de 1991 a 2030.

#### 3.2. Variables y operacionalización

Para la recopilación de información respecto al tema, se estructura la matriz de operacionalización de variables, donde se adjuntaron informaciones que se observan en el marco teórico, ver ANEXO 2

- **Univariable**

Variabilidad espacial y temporal

- **Definición conceptual:** Identifica los patrones de variabilidad homogénea y su comportamiento en el dominio de la frecuencia, así como cuantificar la variación espacial de algunos parámetros estadísticos

asociados a la sequía como el número de eventos y la duración y magnitud media y máxima (Zuluaga, 2009).

- **Definición operacional:** Esta variable se evaluará en base al comportamiento de la precipitación, temperatura, nivel de lago y el comportamiento de los eventos de sequias. Posterior a ello se determinará la tendencia de las sequias al 2030.

Las variables precipitación y temperatura serán los indicadores para el comportamiento de los eventos de sequias.

- **Indicadores**

Precipitación

Temperatura

Numero de eventos

Escenario al 2030 de precipitación

Escenario al 2030 de temperatura

Escenarios al 2030 de sequia

- **Escala de medición**

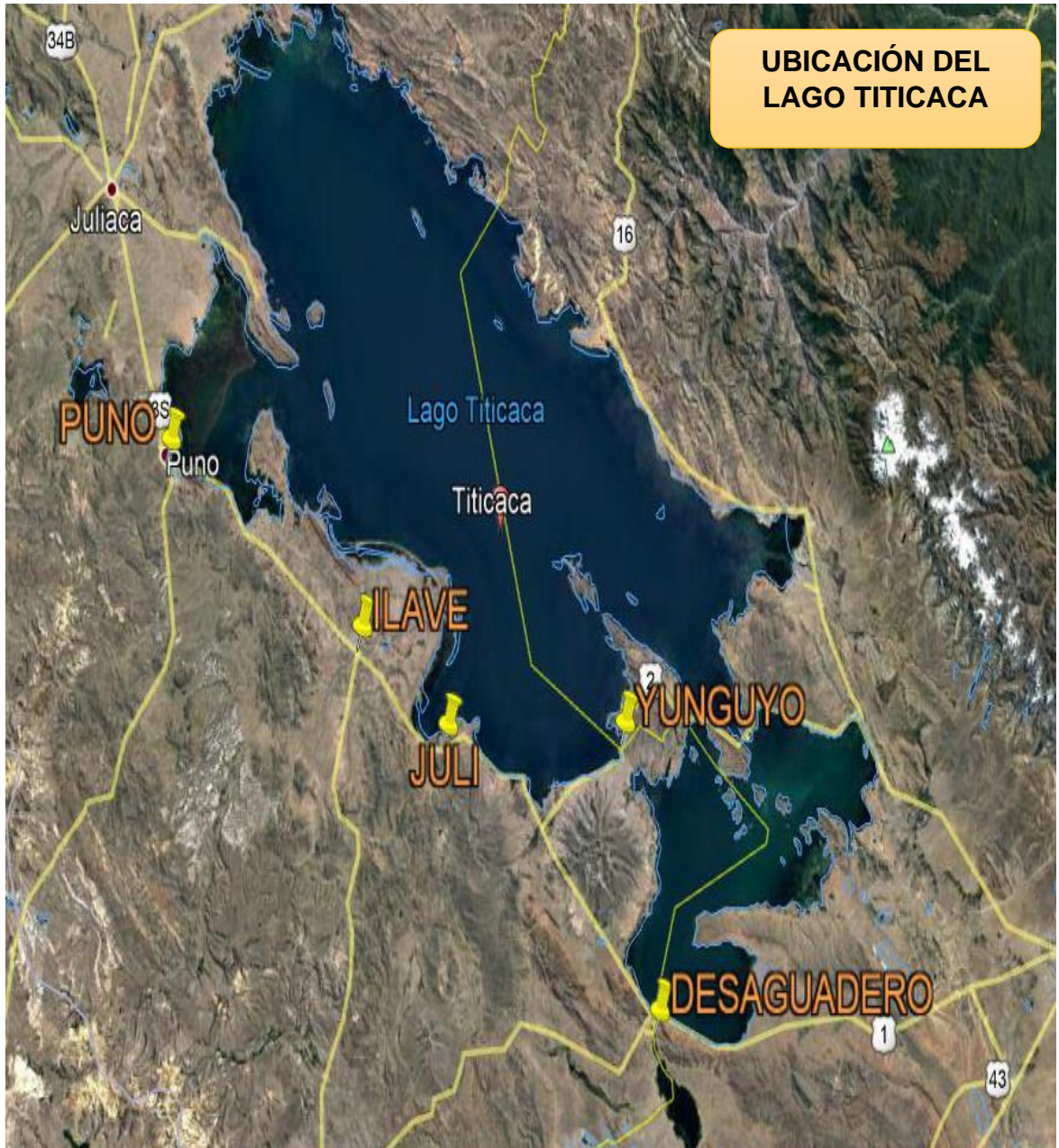
mm, °C y número de eventos

### 3.3. Población, muestra y muestreo

En la presente investigación de tesis se ha considerado como **población** a la cuenca de la vertiente del lago Titicaca, de las cuales posee una superficie total de 56,271 km<sup>2</sup>, en el departamento de Puno - Perú y La Paz en Bolivia; del cual  $\frac{3}{4}$  partes del territorio del sistema fluvial corresponde al territorio peruano (MINAM, 2014). Abarcando una extensión solo en el Perú de 8 100 km<sup>2</sup>, alcanzando una profundidad máxima de 285 m, con un volumen total de agua de unos 867 km<sup>3</sup> y sus orillas cubren una superficie terrestre de unos 1 140 km. Ver figura 5.

Según Hernández & Fernández (2010) señala que es, “parte de una población que se tiene en cuenta de representación de la misma”. Si la muestra es igual con toda la población, por ende, recibe el nombre de censo y con el paso dos ya se lograría alcanzar el objetivo final de los datos estadísticos. Por lo tanto, se ha considerado como muestra a 5 estaciones circundantes al lago Titicaca, donde se recabaron información de temperatura y precipitación de: Puno, Ilave, Juli, Yunguyo y Desaguadero. Ver figura 6.

El muestreo es un método no probabilístico que el investigador selecciona la muestra y busca que sea representativa, por eso mismo el tamaño de la muestra va depender del acceso a la información y del investigador por ello es considerada subjetiva (ESCOBAR, y otros, 2020). Respecto a lo mencionado en la presente investigación se utilizó el muestreo no probabilístico por ser más conveniente.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 5.** Ubicación del Lago Titicaca





**Figura 6. Ubicación de las estaciones meteorológicas**

Fuente : SENAMHI



### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Hernández & Fernández (2010) las técnicas de estudio incluyen (Encuesta, Entrevista, Observación o análisis documental) e materiales de recolección de datos (guía de entrevista, cuestionario, guía de observación de campo o ficha de investigación); así mismo, si es necesario, se precisa la validez y confiabilidad de los instrumentos, observar tabla 3 .

Por lo tanto, la presente investigación se aplicó la técnica observacional o análisis documental, donde se generó la ficha de campo para el reconocimiento del lugar y la ficha recolección de datos históricos meteorológicos - periodo 1991-2020 , ver tabla 2, donde se recopiló la data meteorológica de precipitación y temperatura de la base de datos del Servicio Nacional de Meteorología del Perú (SENAMHI). La técnica observacional y análisis documental nos permitió identificar la información más relevante para la investigación.

**Tabla 2.** Instrumentos de recolección de datos.

Nº	Nombre de instrumento	Variable
01	Ficha de reconocimiento del lugar	Lago Titicaca
02	Ficha de recolección de datos históricos meteorológicos periodo 1991-2020	Precipitación y temperatura

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.** Promedio de la validación de instrumento

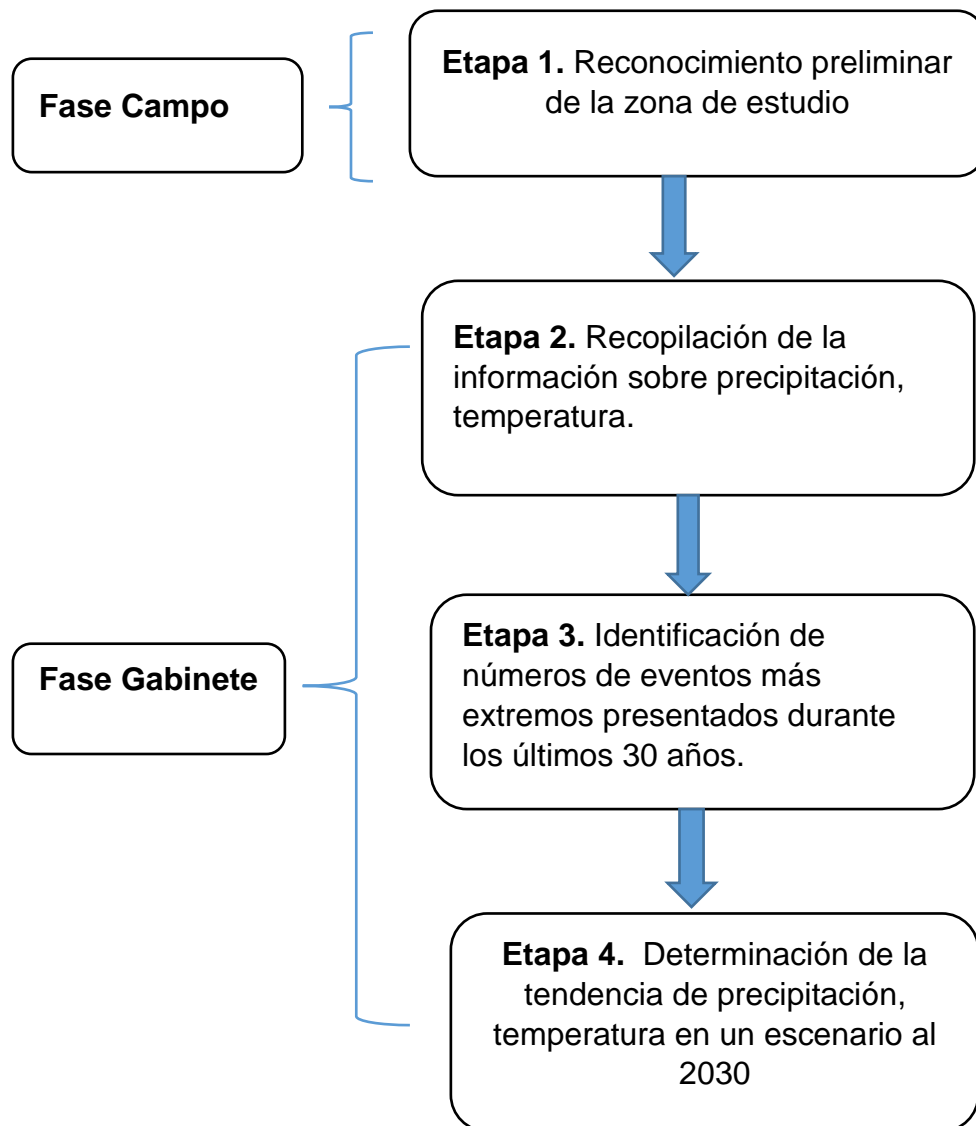
Apellidos y Nombres	Especialidad	Nº CIP / DNI	Promedio de valoración
Dr. Ing. Ordoñez Gálvez Juan Julio	Hidrólogo Ambiental	08447308	90 %
Ing. Benites Alfaro Elmer	Gestión Ambiental/ Calidad y Gestión de RRNN	71998	85 %

Fuente: Elaboración propia

### 3.5. Procedimientos

En la presente investigación, se detalla una metodología que permitirá el correcto análisis de los datos y lo que conlleve. A continuación, se presenta una estructura que comprende el estudio una fase de campo y una de gabinete, de las cuales se encuentran relacionadas entre sí con la finalidad de entender la variabilidad temporal y espacial de la sequía meteorológica.

## Proceso de etapas para la investigación



**Figura 7.** Proceso de etapas de la investigación

Fuente: Elaboración propia

### Etapa 1: Reconocimiento preliminar de la zona de estudio

Se efectuó el reconocimiento de la zona en estudio, donde se recopiló información relevante a las condiciones geográficas o de relieve en el lago, los cuales se aprecian u observan en la Tabla 4.

**Tabla 4 .** Ubicación de las estaciones

Estación	Coordenadas		Altitud	Departamento	Provincia	Distrito
	x	y				
Desaguadero	163353	690250	3832 m s. n. m.	Puno	Chucuito	Desaguadero
Ilave	160457	693829	3847 m s. n. m.	Puno	El Collao	Ilave
Puno	155036	700125	3810 m s.n.m	Puno	Puno	Puno
Juli	161245	692737	3888 m s.n.m	Puno	Chucuito	Juli
Yunguyo	161439	690534	3847 m s.n.m	Puno	Yunguyo	Yunguyo

Fuente: Elaboración propia

### Etapa 2: Recopilación de información

Esta etapa comprende a la fase gabinete la cual es muy importante para comprender los términos climáticos que sean necesarios para la investigación. Se consideran los siguientes puntos:

Información meteorológica: Se selecciono las 5 estaciones para la recolección de información, donde se recabaron información de precipitación y temperatura de un periodo de 30 años, posterior a ello se determinó el patrón de comportamiento de la precipitación y temperatura.

La información meteorológica proviene de una solicitud realizada a SENAMHI quien provee de estaciones de sequía meteorológicas durante el periodo de 1991-2020.

**Etapas 3: Identificación de números de eventos de sequía más extremos presentados durante los últimos 30 años.**

Para la identificación de los números de eventos de sequía, se contempló aquellos años que se localizaron por debajo de la línea de tendencia, de las cuales se realizó el estudio del comportamiento de los eventos de sequía presentados desde el año 1991 hasta 2020.

**Etapas 4: Determinación de la tendencia de precipitación y temperatura un escenario al 2030.**

En esta última etapa, se analizó la información obtenida por SENAMHI y se realizó las proyecciones al 2030 para analizar los escenarios probables de afecciones a la población, de las cuales se planteó las conclusiones y recomendaciones al respecto. Para ello se creó de la base de datos, donde se recabo datos de Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Posterior a ello se realizó el análisis y procesamiento de toda información: Análisis de los datos obtenidos en los resultados.

Generación de los escenarios al 2030: cálculo de los indicadores a un escenario al 2030: Precipitación a un escenario al 2030

Identificar y evaluar el comportamiento de las sequías, de las cuales se determinó la variabilidad espacial y temporal de sequía meteorológica al 2030 en la cuenca del Lago Titicaca.

### **3.5. Método de análisis de datos**

Microsoft Excel es un programa con múltiples opciones y una buena opción para los investigadores, esta te permite organizar y graficar los datos de acuerdo a la investigación, aplicar análisis estadísticos como otras funciones aparte de las comunes, de la misma manera te permiten la organización de datos por grupos, entre otras funciones. En la presente investigación la organización de los datos se efectuó con el programa Microsoft Excel por su facilidad para la organización de los datos, en función al tiempo (ESCOBAR, y otros, 2020).

### **3.6. Aspectos éticos**

Esta investigación sigue los lineamientos del código de ética especificada en la resolución del consejo universitario N° 0126-2017/UCV. Tomando en consideración los criterios y conocimientos que rigen la ciencia no son propiedad nuestra como investigadores y la presente investigación hace uso de los libros, artículos e investigaciones las cuales son consultadas, citadas y referenciadas correctamente empleando las normas ISO, con el fin de evidenciar todo aquello que no es de nuestra posesión. La investigación fue puesta a prueba para conocer el porcentaje de similitud utilizando el Turnitin. Como también la veracidad de los datos del de SENAMHI es evidenciada con las certificaciones correspondientes de los equipos empleados para la obtención de muestreas. Como evidencia del cumplimiento del código de ética de la universidad César Vallejo se muestra en los anexos los siguientes documentos:

- Instrumentos de evaluación y evaluación de conformidad de los expertos.
- Resultado de porcentaje de similitud emitido por Turnitin.

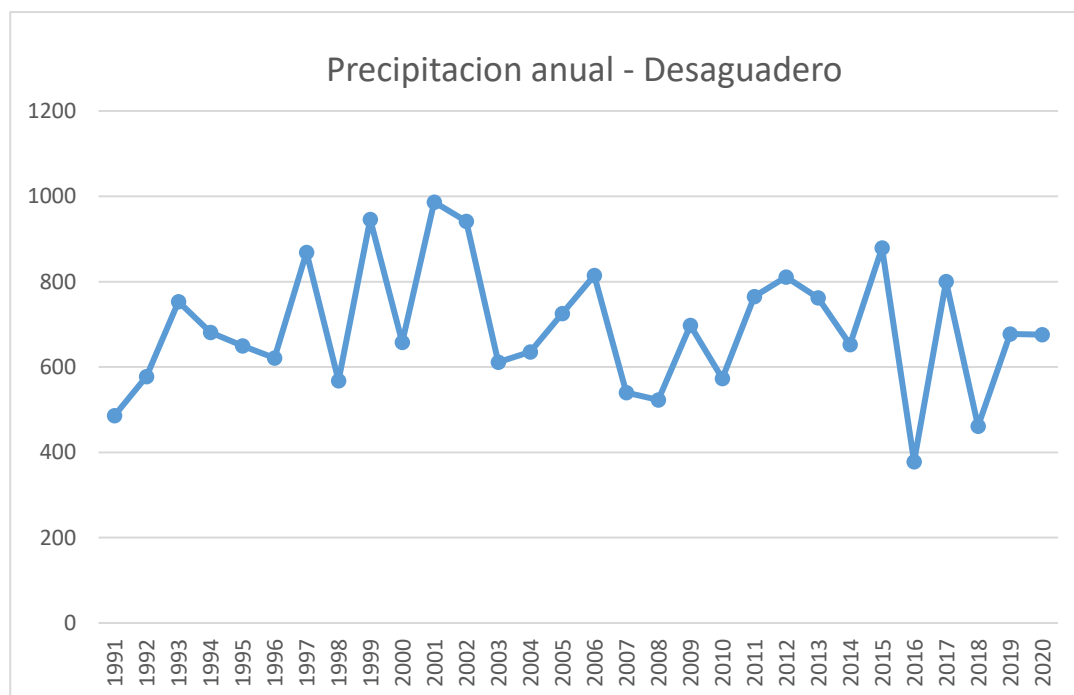
#### IV. RESULTADOS

De acuerdo con los análisis desarrollados durante la fase de campo como también en el de gabinete, se generaron los resultados con relación a los objetivos trazados en la investigación.

En relación con la variabilidad del régimen de precipitaciones y temperatura, se logró detallar el comportamiento temporal en relación con las estaciones priorizadas en la zona en estudio, para lo cual tenemos:

##### a) Estación Desaguadero

En la figura 7, se aprecia el comportamiento temporal de la precipitación anual para el periodo 1991 a 2020, donde observamos la presencia de contribuciones de pluviométricos estacionales con valores superiores e inferiores que indicaría, que la zona de influencia está expuesta a recurrencias de años húmedos y secos. Donde, nos muestra el año con mayor cantidad de precipitación reportada en 2001, asimismo en 2016 la precipitación ha disminuido respectivamente.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 7.** Comportamiento temporal de la precipitación Desaguadero

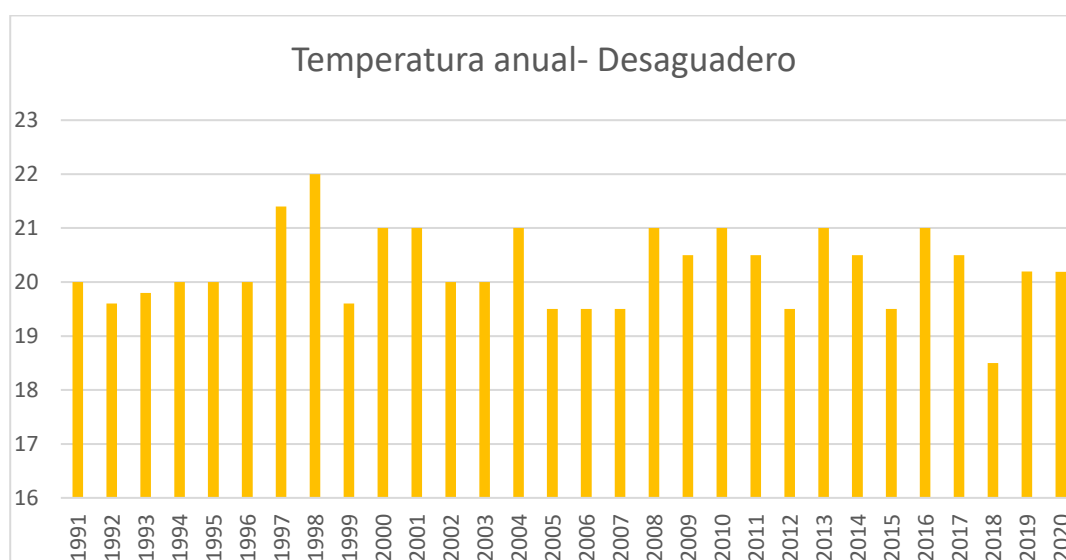
En la tabla 5, se presentan los valores de los principales parámetros estadísticos descritos entre los cuales tenemos: La precipitación mínima se presentó en 2016 con 378 mm; máxima en 2001 con 987 mm; promedio 691 y una desviación estándar de 149.

**Tabla 5.** Nivel de precipitación acumulada anual en Desaguadero

Precipitación anual					
Año	Precipitación Min	Año	Precipitación Max	Promedio	Desv. Estándar
2016	378	2001	987	691	149

Fuente: Elaboración propia

En la figura 8, se observa el comportamiento transitorio de la temperatura anual para el periodo 1991 a 2020, donde observamos la presencia de elevadas temperaturas con valores superiores e inferiores que indicaría, que la zona de influencia está expuesta a recurrencias de años de calor y frío. Donde, nos muestra el año con mayor temperatura de las cuales fue reportada en 1998, asimismo en 2016 la temperatura ha disminuido respectivamente.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 8.** Comportamiento Temporal de temperatura Desaguadero.



En la tabla 6, se contrastan los valores de los principales parámetros estadísticos descritos entre los cuales tenemos: la temperatura mínima se presentó en 2018 con 19 °C; máxima en 1998 con 22 °C; promedio 20 °C y una desviación estándar de 0.74.

**Tabla 6.** Nivel de temperatura anual en Desaguadero

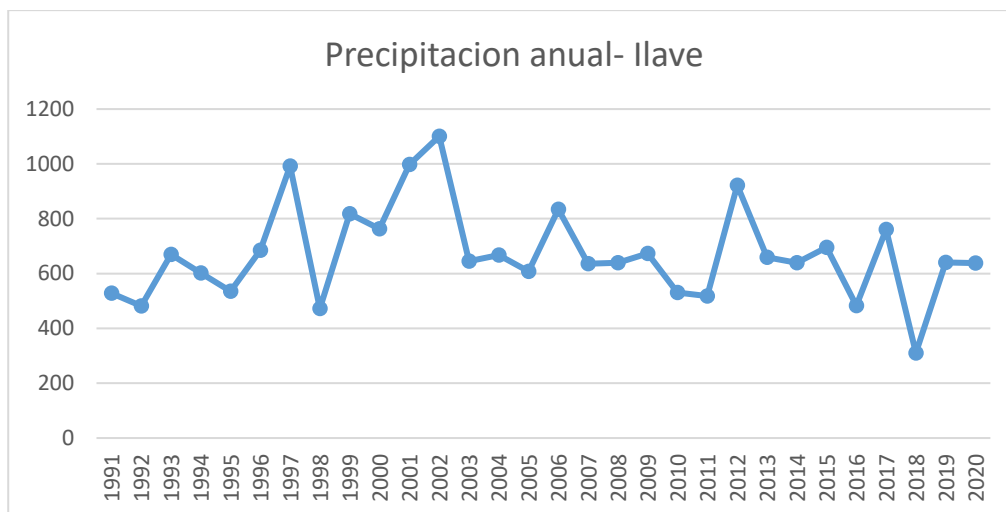
Temperatura					
Año	Temperatura Min	Año	Temperatura Max	Promedio	Desv. Estándar
2018	19 °C	1998	22 °C	20 °C	0.74

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la hipótesis específicas 01: La descripción espacial y temporal, permitió identificar la conducta en la variabilidad de la temperatura y la precipitación del lago Titicaca, de ahí que la hipótesis es válida, para la estación desaguadero, por lo tanto podemos indicar que existe una influencia muy significativa de la variabilidad en la precipitación y la temperatura durante los últimos 30 años dentro del ámbito de estudio; por lo que validamos las variables predictoras de la precipitación y temperatura media anual realizados en la presente investigación.

**b) Estación llave:**

En la figura 9, se aprecia el comportamiento temporal de la precipitación anual para el periodo 1991 a 2020, donde observamos la presencia de contribuciones de pluviométricos estacionales con valores superiores e inferiores que indicaría, que la zona de influencia está expuesta a recurrencias de años húmedos y secos. Donde, nos muestra el año con mayor cantidad de precipitación reportada en 2002, asimismo en 2018 la precipitación ha disminuido respectivamente.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 9.** Comportamiento temporal de la precipitación llave

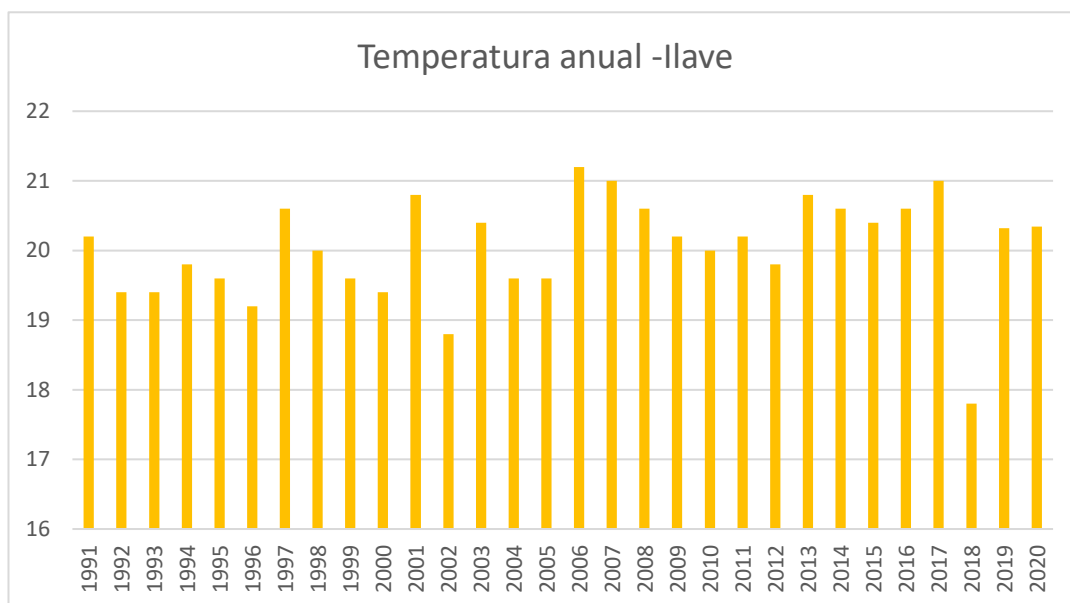
En la tabla 7, se contrastan los valores de los principales parámetros estadísticos descritos entre los cuales tenemos: la precipitación mínima se presentó en 2018 con 311 mm; máxima en 2002 con 1101 mm; promedio 672 y una desviación estándar de 172.

**Tabla 7.** Nivel de precipitación acumulada anual en llave

Precipitación						
Año	Precipitación Min	Año	Precipitación Max	Promedio	Desv. Estándar	
	2018	311	2002	1101	672	172

Fuente: Elaboración propia

En la figura 10, se aprecia el comportamiento temporal de la temperatura anual para el periodo 1991 a 2020, donde observamos la presencia de aportes de temperatura con valores superiores e inferiores que indicaría, que la zona de influencia está expuesta a recurrencias de años de calor y frío. Donde, nos muestra el año con mayor temperatura fue reportada en 1997, 2001, 2006, 2007, 2008, 2013, 2014, 2016 y 2017, asimismo en 2018 la temperatura ha disminuido respectivamente.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 10.** Comportamiento temporal de la temperatura llave

En la tabla 8, se contrastan los valores de los principales parámetros estadísticos descritos entre los cuales tenemos: la temperatura mínima se presentó en 2018 con 18 °C; máxima en 1997, 2001, 2006, 2007, 2008, 2013, 2014, 2016 y 2017 con 21 °C; promedio 20 °C y una desviación estándar de 0.73.

**Tabla 8.** Niveles de temperatura anual llave

Temperatura					
Año	Temperatura Min	Año	Temperatura Max	Promedio	Desv. Estándar
2018	18 °C	1997	21 °C	20 °C	0.73
		2001			
		2006			
		2007			
		2008			
		2013			
		2014			
		2016			
		2017			

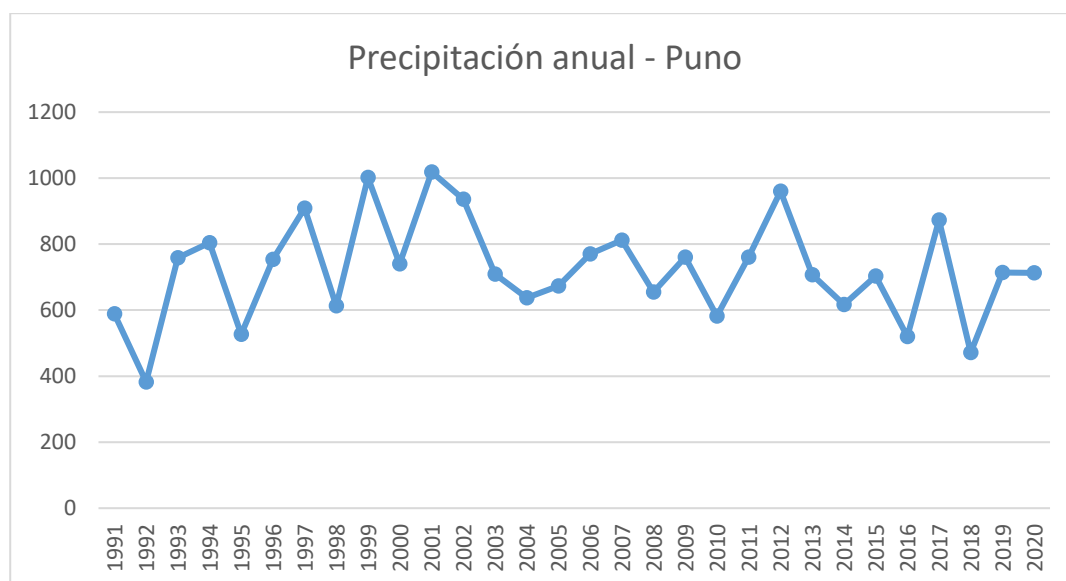
Fuente: Elaboración propia

Respecto a la hipótesis específicas 01: La caracterización espacial y temporal, permitirá determinar el comportamiento de la variabilidad de la temperatura y la precipitación en la cuenca del lago Titicaca, por lo que la

hipótesis es válida, para la estación llave , por ende podemos indicar que existe una influencia significativa de la variabilidad sobre la precipitación y la temperatura en los últimos 30 años dentro del ámbito de estudio; por lo que validamos las variables predictoras de la precipitación y temperatura media anual realizados en la presente investigación.

### c) Estación Puno

En la figura 11, se aprecia el comportamiento temporal de la precipitación anual para el periodo 1991 a 2020, donde observamos la presencia de aportes de pluviométricos estacionales con valores superiores e inferiores que indicaría, que la zona de influencia está expuesta a recurrencias de años húmedos y secos. Donde, nos muestra el año con mayor cantidad de precipitación reportada en 2001, asimismo en 1992 la precipitación ha disminuido respectivamente.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 11.** Comportamiento temporal de la precipitación Puno

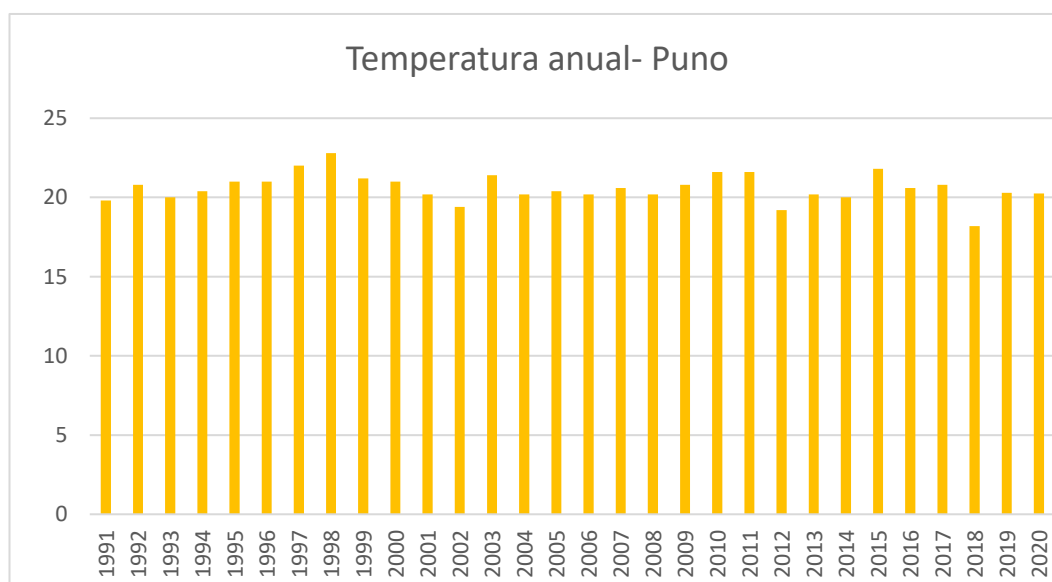
En la tabla 9, se contrastan los valores de los principales parámetros estadísticos descritos entre los cuales tenemos: la precipitación mínima que se presentó en 1992 con 383 mm; máxima en 2001 con 1019 mm; promedio 721 y una desviación estándar de 153.

**Tabla 9.** Nivel de precipitación acumulada anual en Puno

Precipitación					
Año	Precipitación Min	Año	Precipitación Max	Promedio	Desv. Estándar
1992	383	2001	1019	721	153

Fuente: Elaboración propia

En la figura 12, se aprecia el comportamiento temporal de la temperatura anual para el periodo 1991 a 2020, donde observamos la presencia de contribuciones de temperatura con valores altos y mínimos el cual nos indica, que la zona de influencia está expuesta a recurrencias de años de frío y calor. Donde, nos muestra el año con mayor temperatura fue reportada en 1998, asimismo en 2018 la temperatura ha disminuido respectivamente.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 12.** Comportamiento temporal de la temperatura Puno

En la tabla 10, se contrastan los valores de los principales parámetros estadísticos descritos entre los cuales tenemos: la temperatura mínima que comprende en el 2018 con 18 °C; máxima en 1998 con 23 °C; promedio 21 °C y una desviación estándar de 1.

**Tabla 10.** Nivel de temperatura anual en Puno

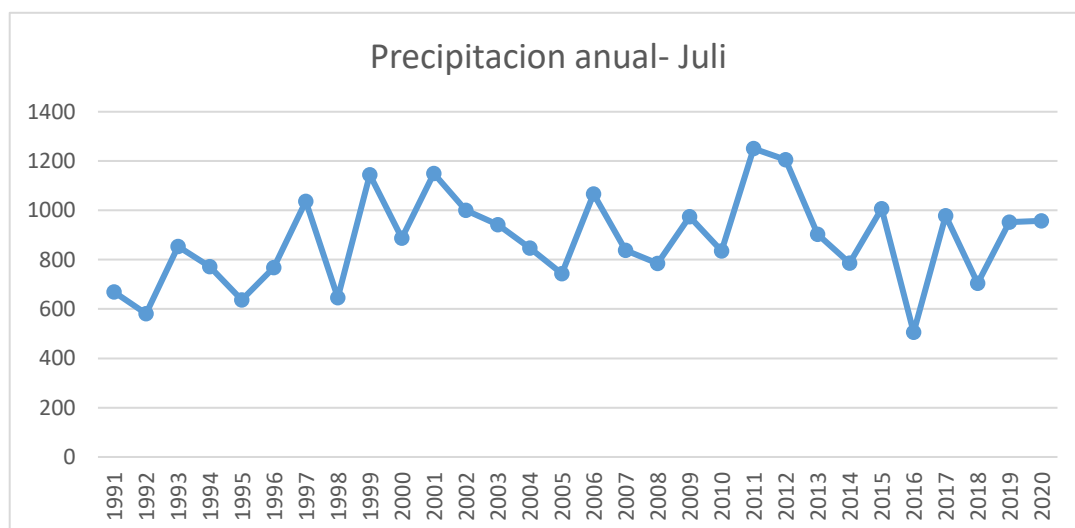
Temperatura					
Año	Temperatura Min	Año	Temperatura Max	Promedio	Desv. Estándar
2018	18 °C	1998	23 °C	21 °C	1

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la hipótesis específicas 01: La descripción y especificación espacial y temporal, consentirá la determinación del comportamiento de la variabilidad ya sea de la temperatura y así también como el de la precipitación en el lago Titicaca, de ahí que la hipótesis es válida, para la estación Puno , por ende podemos indicar que existe una influencia significativa de la variabilidad sobre la precipitación y la temperatura durante los últimos 30 años dentro del ámbito de estudio; por lo que validamos las variables predictoras de la precipitación y temperatura media anual realizados en la presente investigación.

#### **d) Estación Juli**

En la figura 13, se aprecia el comportamiento temporal de la precipitación anual para el periodo 1991 a 2020, donde observamos la presencia de aportes de pluviométricos estacionales con valores superiores e inferiores que indicaría, que la zona de influencia está expuesta a recurrencias de años húmedos y secos. Donde, nos muestra el año con mayor cantidad de precipitación reportada en 2011, asimismo en 2016 la precipitación ha disminuido respectivamente.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 13.** Comportamiento temporal de la precipitación Juli

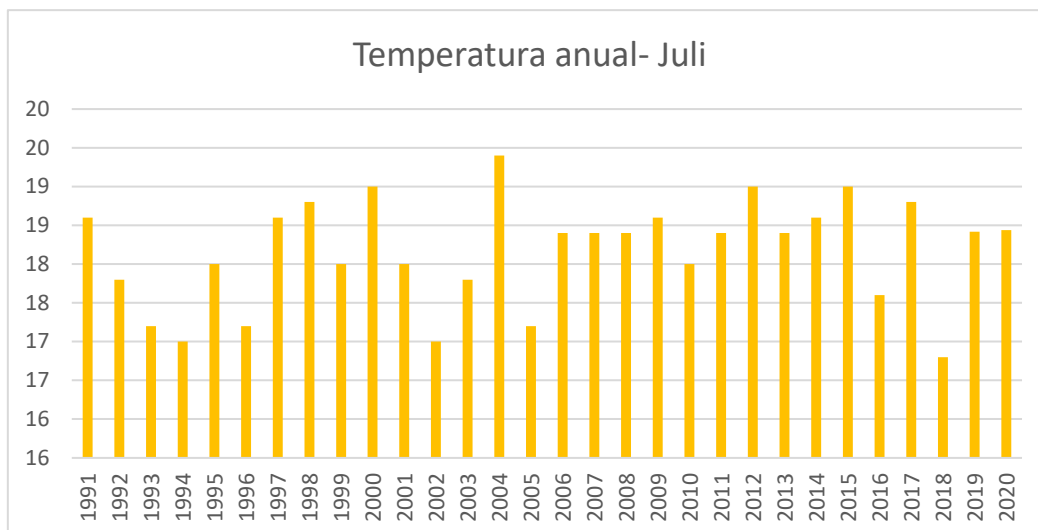
En la tabla 11, se contrastan los valores de los principales parámetros estadísticos descritos entre los cuales tenemos: la precipitación mínima se presentó en 2016 con 505 mm; máxima en 2011 con 1251 mm; promedio 881 y una desviación estándar de 185.

**Tabla 11.** Nivel de precipitación acumulada en Juli

Precipitación					
Año	Precipitación Min	Año	Precipitación Max	Promedio	Desv. estándar
2016	505	2011	1251	881	185

Fuente: Elaboración propia

En la figura 14, se aprecia el comportamiento temporal de la temperatura anual para el periodo 1991 a 2020, donde observamos la presencia de aportes de temperatura con valores superiores e inferiores que indicaría, que la zona de influencia está expuesta a recurrencias de años de calor y frío. Donde, nos muestra el año con mayor temperatura fue reportada en 1998, asimismo en 2018 la temperatura ha disminuido respectivamente.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 14.** Comportamiento temporal de la temperatura Juli

En la tabla 12, se contrastan los valores de los principales parámetros estadísticos descritos entre los cuales tenemos: la temperatura mínima se presentó en 1993,1994,1996,2002,2005 y 2018 con 17 °C; máxima en 1991,1997,1998,2000,2004,2009,2012,2014,2015 y 2017 con 19 °C; promedio 18 °C y una desviación estándar de 0.69.

**Tabla 12.** Niveles de temperatura anual Juli

Temperatura					
Año	Temperatura Min	Año	Temperatura Max	Promedio	Desv. Estándar
1993	17 °C	1991	19 °C	18 °C	0.69
1994		1997			
1996		1998			
2002		2000			
2005		2004			
2018		2009			
		2012			
		2014			
		2015			
		2017			

Fuente: Elaboración propia

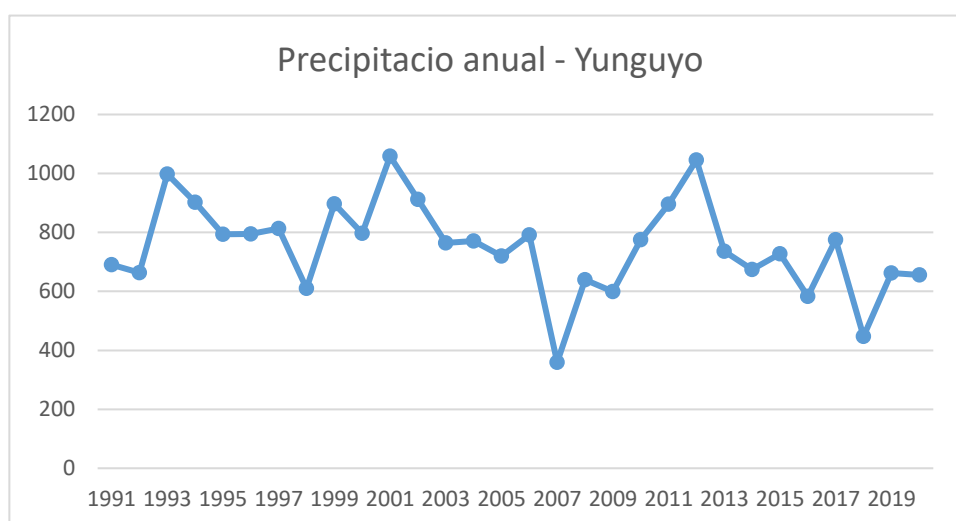
Respecto a la hipótesis específicas 01: La caracterización espacial y temporal, permitirá determinar el comportamiento de la variabilidad de la precipitación y temperatura del lago Titicaca, por lo que la hipótesis es válida, para la estación Juli , por ende podemos indicar que existe una



influencia significativa de la variabilidad como es de la precipitación y también sobre la temperatura durante los últimos 30 años dentro del ámbito de estudio; por lo que validamos las variables predictoras de la precipitación y temperatura media anual realizados en la presente investigación.

#### e) Estación Yunguyo

En la figura 15, se aprecia el comportamiento temporal de la precipitación anual para el periodo 1991 a 2020, donde observamos la presencia de aportes de pluviométricos estacionales con valores superiores e inferiores que indicaría, que la zona de influencia se encuentra expuesta a intermitencias de años húmedos y secos. Donde, nos muestra el año con mayor cantidad de precipitación reportada en 2001, asimismo en 2007 la precipitación ha disminuido respectivamente.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 15.** Comportamiento temporal de la precipitación Yunguyo

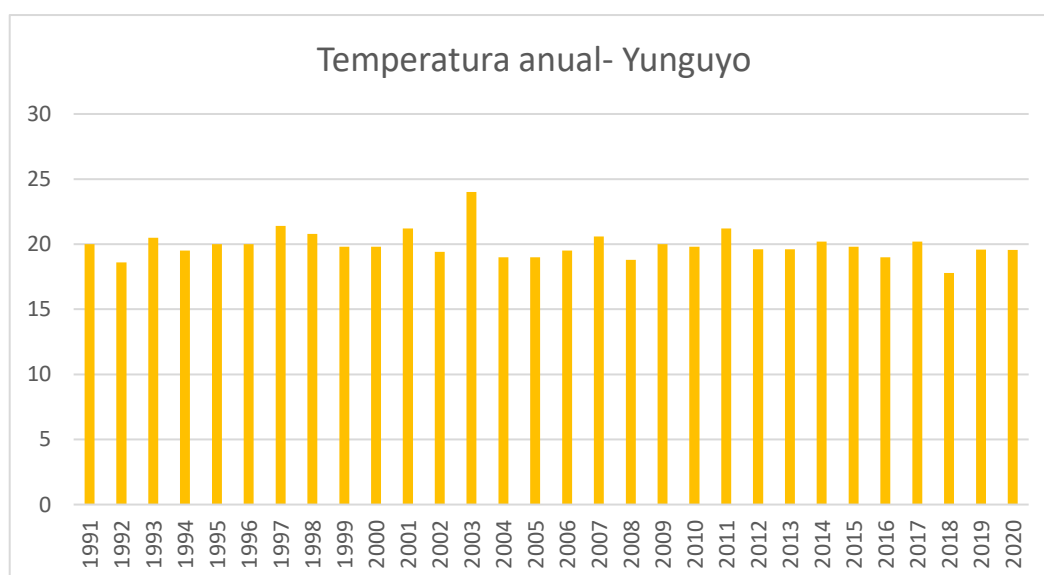
En la Tabla 13, se contrastan los valores de los principales parámetros estadísticos descritos entre los cuales tenemos: la precipitación mínima se presentó en 2007 con 359 mm; máxima en 2001 con 1058 mm; promedio 752 y una desviación estándar de 156.

**Tabla 13.** Nivel de Precipitación acumulada en Yunguyo

Precipitación					
Año	Precipitación Min	Año	Precipitación Max	Promedio	Desv. Estándar
2007	359	2001	1058	752	156

Fuente: Elaboración propia

En la figura 16, se aprecia el comportamiento temporal de la temperatura anual para el periodo 1991 a 2020, donde observamos la presencia de aportes de temperatura con valores superiores e inferiores que indicaría, que la zona de influencia está expuesta a recurrencias de años de calor y frío. Donde, nos muestra el año con mayor temperatura fue reportada en 2003, de igual forma en el 2018 la temperatura ha disminuido respectivamente.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 16.** Comportamiento temporal de la temperatura Yunguyo

En la tabla 14, se contrastan los valores de los principales parámetros estadísticos descritos entre los cuales tenemos: la temperatura mínima se presentó en 2018 con 18 °C; máxima en 2003 con 24 °C; promedio 20°C y una desviación estándar de 1.10

**Tabla 14.** Nivel de temperatura anual Yunguyo

<b>Temperatura</b>					
Año	Temperatura Min	Año	Temperatura Max	Promedio	Desv. Estándar
2018	18 °C	2003	24 °C	20 °C	1.10

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la hipótesis específicas 01: La caracterización espacial y temporal, permitirá determinar el comportamiento de la variabilidad de la temperatura y la precipitación en el lago Titicaca, por lo que la hipótesis es válida, para la estación Yunguyo , por ende podemos indicar que existe una influencia significativa de la variabilidad sobre la precipitación y la temperatura en los últimos 30 años dentro del ámbito de estudio; por lo que validamos las variables predictoras de la precipitación y temperatura media anual realizados en la presente investigación.

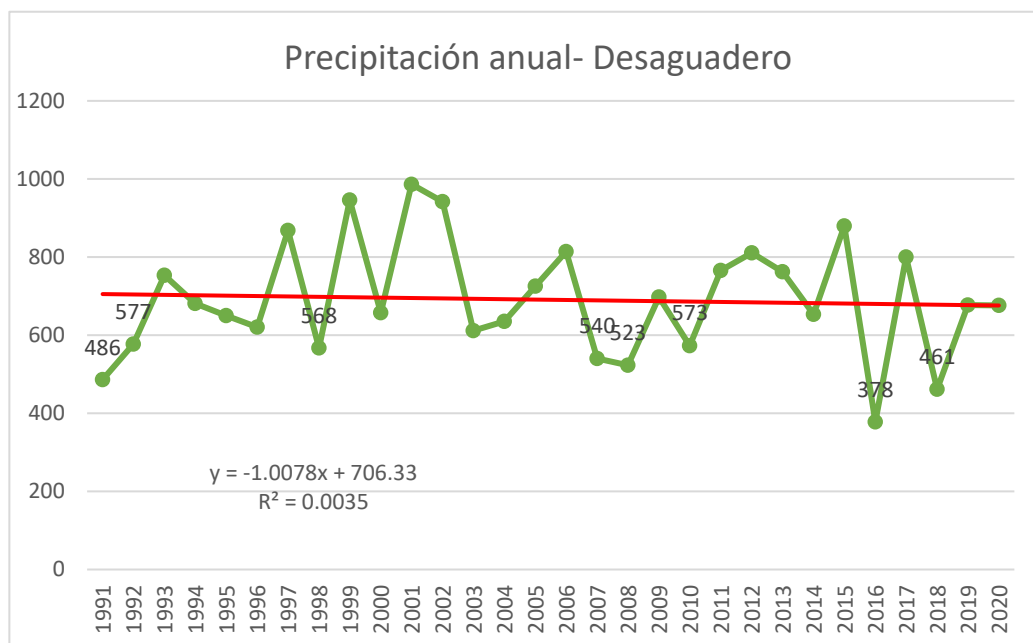
En relación al objetivo dos: Comportamiento de los eventos de sequía presentados en el lago Titicaca, Se ha logrado determinar los eventos de sequía más extremos en relación a las estaciones priorizadas de la zona, para lo cual se tiene:

**a) Estación Desaguadero**

En la figura 17. Nos muestra una caída de precipitación con un valor mínimo de 378 mm presentado en 2016, respecto a los demás es el año, se evidencio menos precipitación, considerándose como una sequía extrema presentado durante los últimos 30 años (1992-2020). Respecto a 1991 y 2018 se evidencio una precipitación de (486 mm) y (461 mm) considerado como sequía severa. Mientras que en 2008 se observa una sequía moderada con (523 mm). Así mismo 1992 se presentó una precipitación de (577 mm), 1998 (568 mm), 2007 (540 mm) y 2010 (573 mm) considerándose como una sequía Leve. Respondiendo al objetivo numero dos estos serían los eventos más extremos de sequía presentados en el lago Titicaca, ya que estos años se hallan por debajo de la línea de tendencia.

Respecto a la hipótesis específicos 02: La identificación espacial y temporal permitirá analizar el comportamiento de eventos de sequías presentados en el lago Titicaca.

La figura 17, Nos muestra el comportamiento anual de la precipitación en la estación meteorológica “Desaguadero” la cual presenta una tendencia a disminuir a un porcentaje 1 % anual. Así mismo, la línea de tendencia nos indica qué, los años que se hallan por debajo de la línea, son aquellos eventos de sequía presentado a lo largo de los últimos 30 años (1991 a 2020). Donde se aprecia que los índices de precipitación fluctúan entre 577 – 378.



Fuente: Elaboración propia.

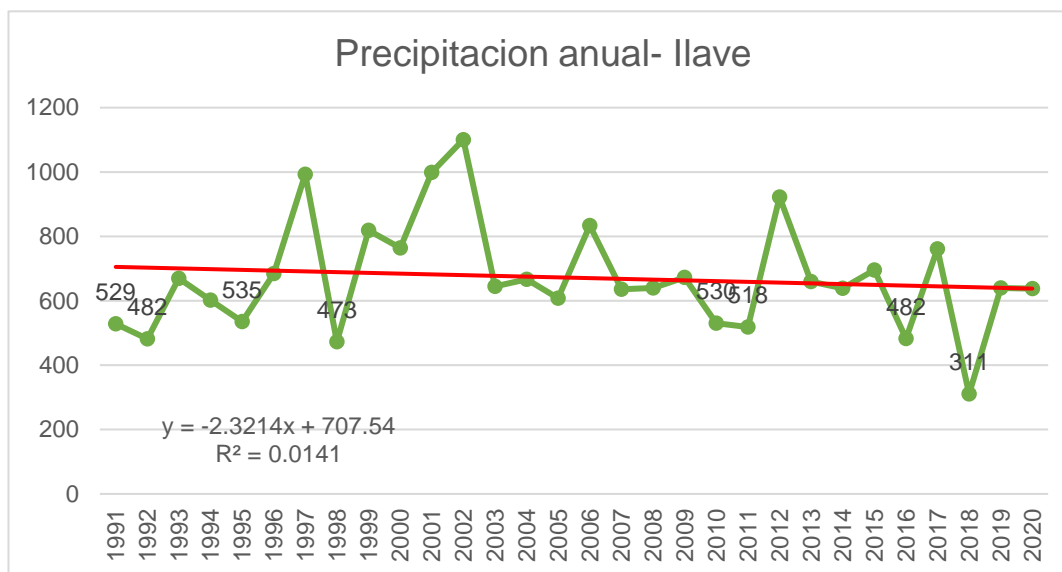
**Figura 17.** Comportamiento de los eventos de sequía Desaguadero.

## **b) Estación llave**

En la figura 18. Nos muestra una caída de precipitación con un valor mínimo de 311 mm presentado en el 2018, respecto a los otros años es el periodo donde se evidencio menos precipitación considerándose como una sequía extrema presentado durante los últimos 30 años (1992-2020). Respecto a 1992 y 2016 se evidencio un índice de precipitación de (482 mm) y en 1998 (473 mm) considerado como una sequía severa. Mientras que en 2011 se observa una sequía moderada con (518 mm). Así mismo 1991 se presentó una precipitación de (529 mm), 1995 (535 mm) y 2010 (530 mm) considerándose como una sequía leve. Respondiendo al objetivo numero dos estos serían los eventos más extremos de sequía presentados en el lago Titicaca, ya que estos años se encuentran por debajo de la línea de tendencia.

Respecto a la hipótesis específicos 02 : La identificación espacial y temporal permitirá analizar el comportamiento de eventos de sequías presentados en el lago Titicaca.

La figura 18, nos muestra el comportamiento anual de la precipitación en la estación meteorológica “Desaguadero” la cual presenta una tendencia a reducir a un porcentaje 2.32 % anual. Así mismo, la línea de tendencia nos indica qué, los años que se encuentran por debajo de la línea son aquellos eventos de sequía presentado durante los últimos 30 años (1991 a 2020). Donde se aprecia que los índices de precipitación fluctúan entre 535 – 311.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 18** . Comportamiento de los eventos de sequía llave

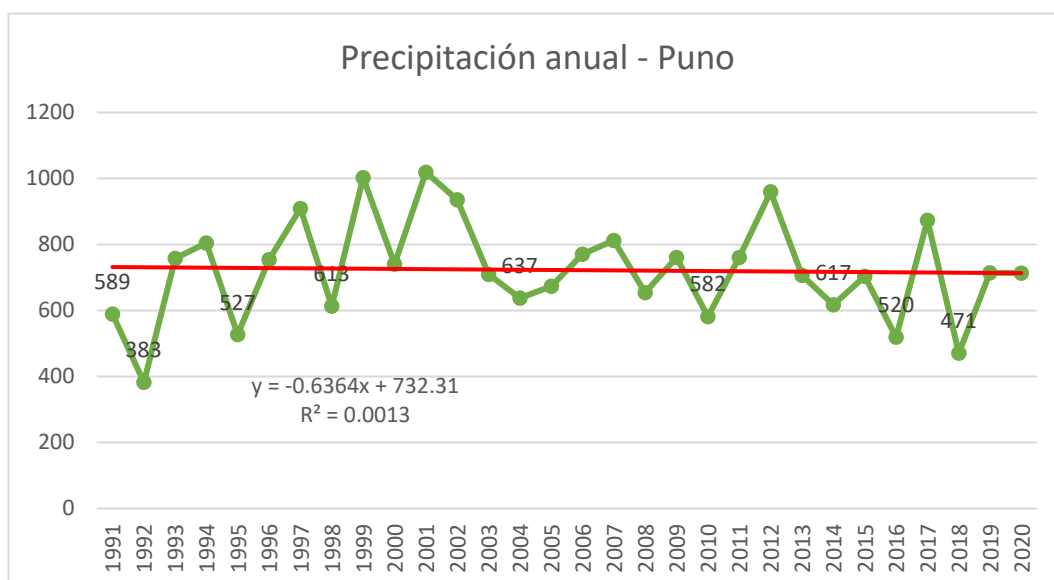
### c) Estación Puno

En la figura 19. Nos muestra una caída de precipitación con un valor mínimo de 383 mm presentado en 1992, respecto a los demás años es el periodo donde se evidencio menos precipitación considerándose como una sequía extrema presentado durante los últimos 30 años (1992-2020). Respecto a 2018 se evidencio un índice de precipitación de (471 mm) considerado como una sequía severa. Mientras que en 1995 y 2016 se observa una sequía moderada con (520 y 527 mm). Así mismo 1991 se presentó una precipitación de (589 mm), 1998 (613 mm), 2004 (637 mm), 2010 (582 mm) y 2014 (617 mm), considerándose como una sequía leve. Respondiendo al objetivo numero dos estos serían los eventos más extremos de sequía presentados en el lago Titicaca, ya que estos años se hallan por debajo de la línea de tendencia.

Respecto a la hipótesis específicos 02: La identificación espacial y temporal permitirá analizar el comportamiento de eventos de sequías presentados en el lago Titicaca.

La figura 19, muestra el comportamiento anual de la precipitación en la estación meteorológica “Puno” la cual presenta una tendencia a disminuir a un porcentaje 0.63 % anual. Así mismo, la línea de tendencia nos indica qué,

los años que se encuentran por debajo de la línea son aquellos eventos de sequía presentado durante los últimos 30 años (1991 a 2020). Donde se aprecia que los índices de precipitación fluctúan entre 637 – 383.



Fuente: Elaboración propia

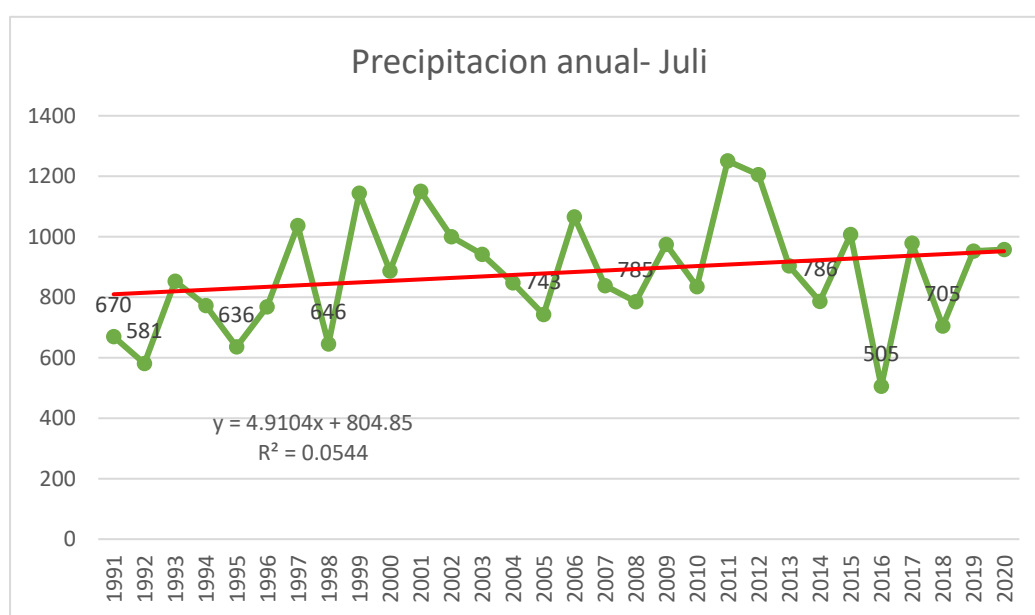
**Figura 19.** Comportamiento de los eventos de sequía Puno

#### d) Estación Juli

En la figura 20. Nos muestra una caída de precipitación con un valor mínimo de 505 mm presentado en 2016, respecto a los demás años es el periodo donde se evidencio menos precipitación considerándose como una sequía extrema presentado durante los últimos 30 años (1992-2020). Respecto a 1992 se evidencio un índice de precipitación de (581 mm) siendo considerado como una sequía severa. Mientras que, en 1991, 1995 y 1998, se observa una sequía moderada con fluctuación de (636 a 670 mm). Así mismo 2005 se presentó una precipitación de (743 mm), 2008 (785 mm), 2014 (786 mm) y 2018 (705 mm), considerándose como una sequía leve. Respondiendo al objetivo numero dos estos serían los eventos más extremos de sequía presentados en el lago Titicaca, ya que estos años se hallan por debajo de la línea de tendencia.

Respecto a la hipótesis específicos 02: La identificación espacial y temporal permitirá analizar el comportamiento de eventos de sequías presentados en el lago Titicaca.

La figura 20, muestra el comportamiento anual de la precipitación en la estación meteorológica “Juli” la cual presenta una tendencia a aumentar a un porcentaje 4.91 % anual. Así mismo, la línea de tendencia nos indica que, los años que se encuentran por debajo de la línea son aquellos eventos de sequía presentado durante los últimos 30 años (1991 a 2020). Donde se aprecia que los índices de precipitación oscilan entre 786 – 505.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 20.** Comportamiento de los eventos de sequía Juli

**e) Estación Yunguyo**

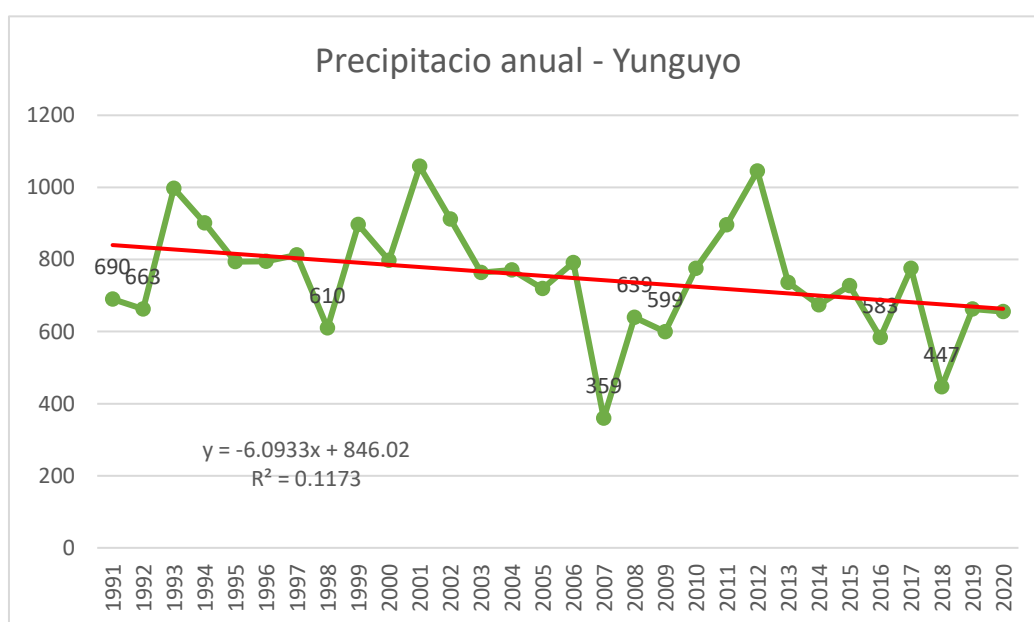
En la figura 21. Nos muestra una caída de precipitación con un valor mínimo de 359 mm presentado en 2007, con respecto a los otros años es el periodo donde se evidencio menos precipitación considerándose como una sequía extrema presentado durante los últimos 30 años (1992-2020). Respecto a 2018 se evidencio un índice de precipitación de (447 mm) considerado como una sequía severa. Mientras que, en 2009 y 2016, se observa una sequía moderada con fluctuación de (599 a 583 mm). Así mismo 1991 se presentó una precipitación de (690 mm), 1992 (668 mm), 1998 (610 mm) y 2008 (639



mm), considerándose como una sequía leve. Respondiendo al objetivo número dos estos serían los eventos más extremos de sequía presentados en el lago Titicaca, ya que estos años se encuentran por debajo de la línea de tendencia.

Respecto a la hipótesis específicos 02: La identificación espacial y temporal permitirá analizar el comportamiento de eventos de sequías presentados en el lago Titicaca.

La figura 21, nos muestra el comportamiento anual de la precipitación en la estación meteorológica “Juli” la cual presenta una tendencia a disminuir a un porcentaje 6 % anual. Así mismo, la línea de tendencia nos indica que, los años que se hallan por debajo de la línea son aquellos eventos de sequía presentado durante los últimos 30 años (1991 a 2020). Donde se aprecia que los índices de precipitación fluctúan entre 690 – 359.



Fuente: Elaboración propia

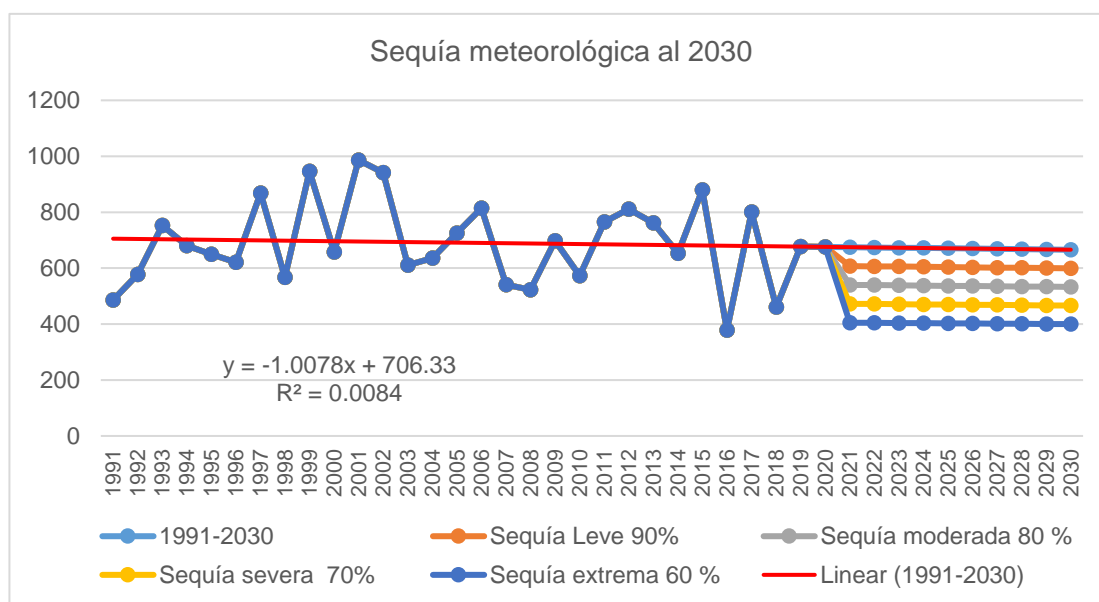
**Figura 21** . Comportamiento de los eventos de sequía estación Yunguyo

En relación al objetivo específico tres, los análisis generados para conocer los escenarios probables de eventos de sequias en las estaciones seleccionada fueron:

**a) Estación Desaguadero:**

En la figura 22, se muestra gráficamente la variación de precipitación histórica pero también se proyectó al 2030. Donde presenta la disminución de la precipitación anual, teniendo un porcentaje de disminución de 1 %. Para el año 2030, considerando la ecuación con un 90 % de confiabilidad tendremos una sequía leve, para dicho año, la precipitación estará entre un rango de 613 mm a 609 mm ; así mismo a un 80 % la precipitación será de 545 mm a 541 mm, considerándose como una sequía moderada ; posteriormente a 70 % tendremos una precipitación entre 477 mm a 473 mm, considerándose como sequía severa; por ultimo a un 60 % de confiabilidad se tendrá una sequía extrema, donde el rango de precipitación estará entre 409 mm a 406 mm para el 2030 aproximadamente.

Respecto a la hipótesis específicos 03: El análisis de la tendencia espacial y temporal, posibilitara determinar las tendencias de la sequía meteorológica en el lago Titicaca en un escenario al año 2030, se acepta la hipótesis, puesto que la precipitación anual en la estación Desaguadero, nos muestra una tendencia negativa lo que indica una disminución de lluvias 1%.



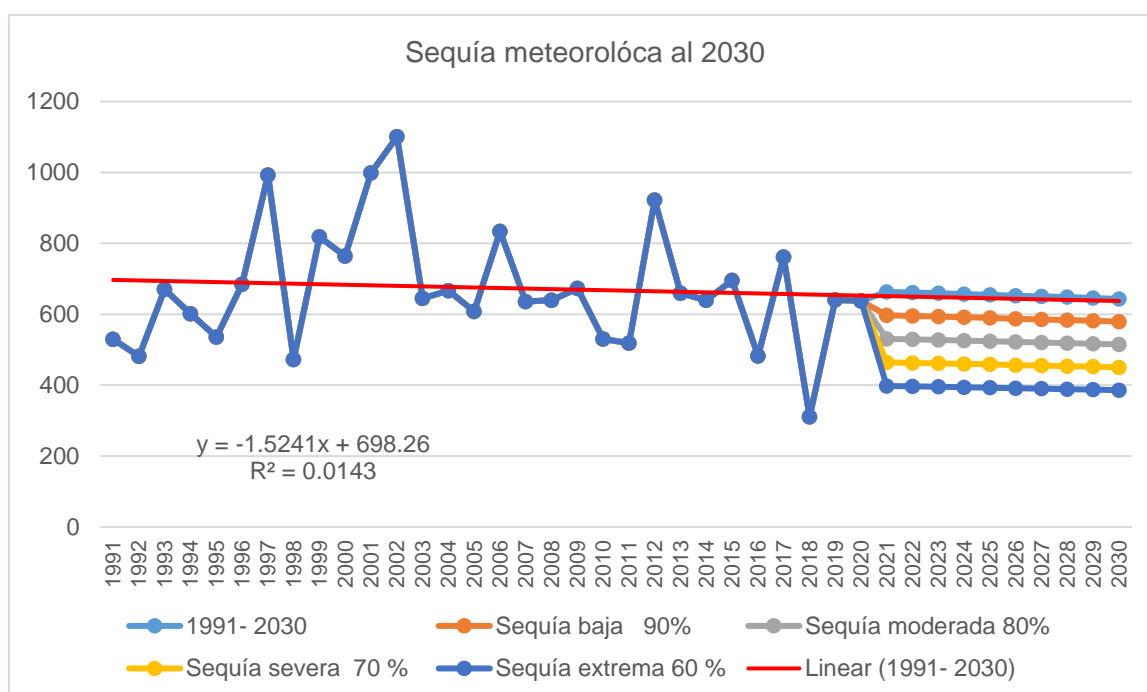
Fuente: Elaboración propia

**Figura 22 . Comportamiento de la sequía meteorológica al 2030- Desaguadero**

## b) Estación llave

En la figura 23, se muestra gráficamente la variación de precipitación histórica pero también se proyectó al 2030. Donde presenta la disminución de la precipitación anual, teniendo un porcentaje de disminución de 1,5 %. Para el año 2030, considerando la ecuación con un 90 % de confiabilidad tendremos una sequía leve, para dicho año, la precipitación estará entre un rango de 597 mm a 574 mm ; así mismo a un 80 % la precipitación será de 530 mm a 510 mm, considerándose como una sequía moderada ; posteriormente a 70 % tendremos una precipitación entre 464 mm a 447 mm, considerándose como sequía severa; por ultimo a un 60 % de confiabilidad se tendrá una sequía extrema, donde el rango de precipitación estará entre 398 mm a 383 mm para el 2030 aproximadamente.

Respecto a la hipótesis específicos 03: El análisis de la tendencia espacial y temporal, permitirá determinar las tendencias de la sequía meteorológica en el lago Titicaca en un escenario al año 2030, se acepta la hipótesis, puesto que la precipitación anual en la estación llave, nos muestra una tendencia negativa lo que indica una disminución de lluvias 1.5 %.



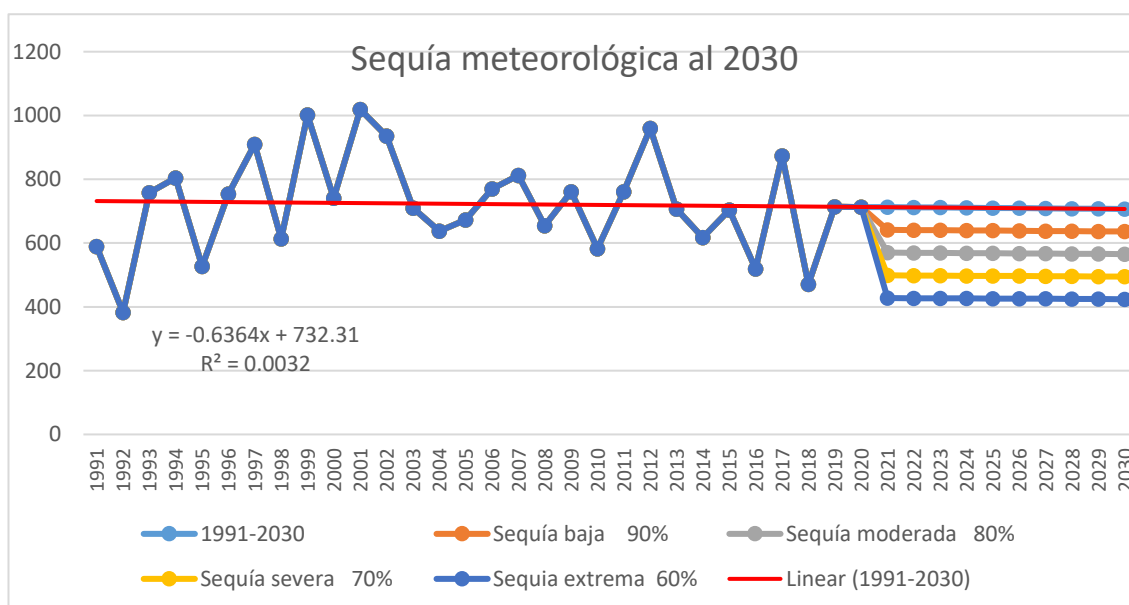
Fuente: Elaboración propia

**Figura 23 .** Comportamiento de la sequía meteorológica al 2030 – llave

### c) Estación Puno

En la figura 24, se nos muestra gráficamente la variación de precipitación histórica pero también se proyectó al 2030. Donde presenta la disminución de la precipitación anual, teniendo un porcentaje de disminución de 0,63 %. Para el año 2030, considerando la ecuación con un 90 % de confiabilidad tendremos una sequía leve, para dicho año, la precipitación estará entre un rango de 600 mm a 700 mm ; así mismo a un 80 % la precipitación será de 600 mm a 500 mm, considerándose como una sequía moderada ; posteriormente a 70 % tendremos una precipitación entre 500 mm a 550 mm, contemplándose como sequía severa; por ultimo a un 60 % de confiabilidad se tendrá una sequía extrema, donde el rango de precipitación estará entre 550 mm a 400 mm para el 2030 aproximadamente.

Respecto a la hipótesis específicos 03: El análisis de la tendencia espacial y temporal, permitirá determinar las tendencias de la sequía meteorológica en el lago Titicaca en un escenario al año 2030, se acepta la hipótesis, puesto que la precipitación anual en la estación Puno, nos muestra una tendencia negativa lo que indica una disminución de lluvias 0.6 %.



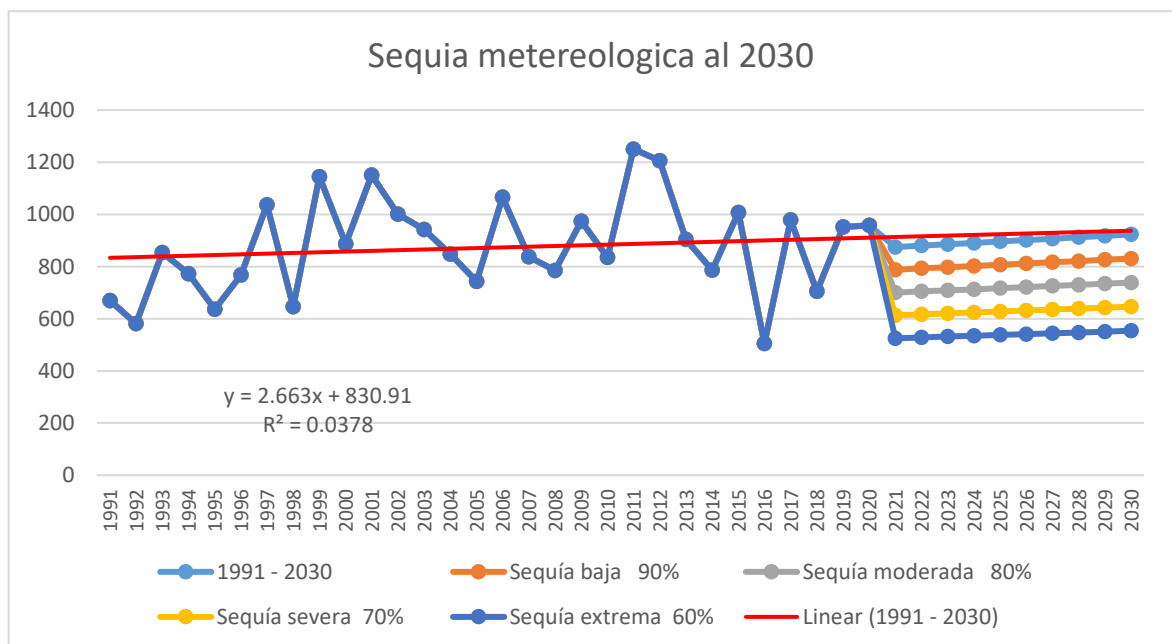
Fuente: Elaboración propia

**Figura 24.** Comportamiento de la sequía meteorológica al 2030 – Puno

#### d) Estación Juli

En la figura 25, Nos muestra gráficamente la variación de precipitación histórica pero también se proyectó al 2030. Donde presenta la disminución de la precipitación anual, teniendo un porcentaje de disminución de 2,66 %. Para el año 2030, considerando la ecuación con un 90 % de confiabilidad tendremos una sequía leve, para dicho año, la precipitación estará entre un rango de 826 mm a 788 mm ; así mismo a un 80 % la precipitación será de 738 mm a 700 mm, considerándose como una sequía moderada ; posteriormente a 70 % tendremos una precipitación entre 646 mm a 613 mm, considerándose como sequía severa; por ultimo a un 60 % de confiabilidad se tendrá una sequía extrema, donde el rango de precipitación estará entre 554 mm a 525 mm para el 2030 aproximadamente.

Respecto a la hipótesis específicos 03: El análisis de la tendencia espacial y temporal, permitirá determinar las tendencias de la sequía meteorológica en el lago Titicaca en un escenario al año 2030, se acepta la hipótesis, puesto que la precipitación anual en la estación Juli, nos muestra una tendencia positiva lo que indica un aumento de lluvias 2.6 %.



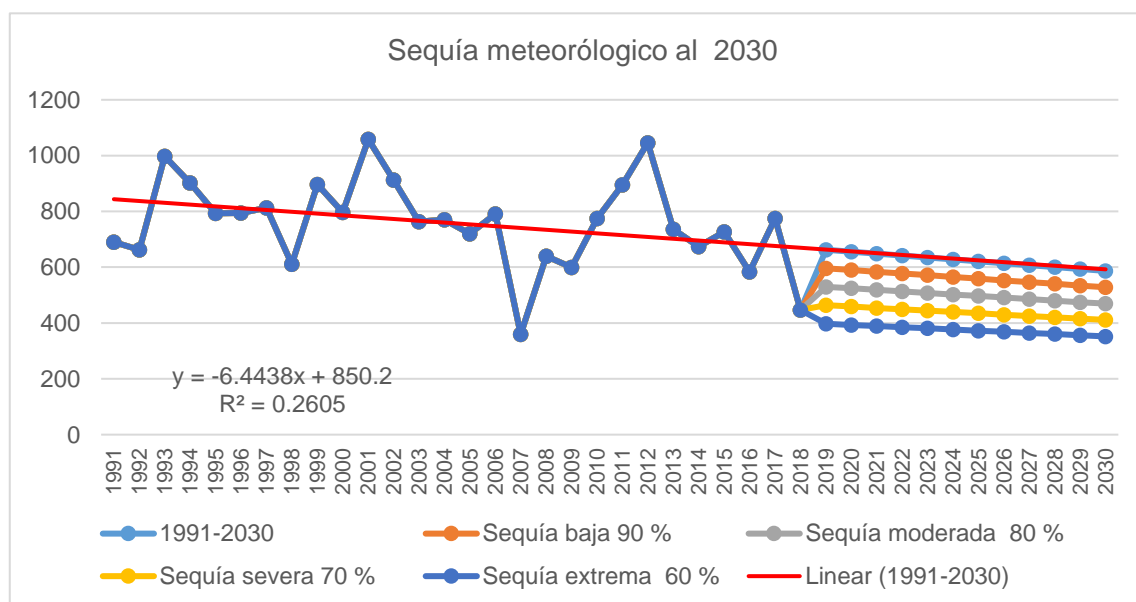
Fuente: Elaboración propia

**Figura 25 .** Comportamiento de la sequía meteorológica al 2030 - Juli

### e) Estación Yunguyo

En la figura 26, Nos muestra gráficamente la variación de precipitación histórica pero también se proyectó al 2030. Donde presenta la disminución de la precipitación anual, teniendo un porcentaje de disminución de 6.4 %. Para el año 2030, considerando la ecuación con un 90 % de confiabilidad tendremos una sequía leve, para dicho año, la precipitación estará entre un rango de 639 mm a 584 mm ; así mismo a un 80 % la precipitación será de 568 mm a 519 mm, contemplándose como una sequía moderada ; posteriormente a 70 % tendremos una precipitación entre 597 mm a 454 mm, considerándose como sequía severa; por ultimo a un 60 % de confiabilidad se tendrá una sequía extrema, donde el rango de precipitación estará entre 426 mm a 389 mm para el 2030 aproximadamente.

Respecto a la hipótesis específicos 03: El análisis de la tendencia espacial y temporal, permitirá determinar las tendencias de la sequía meteorológica en el lago Titicaca en un escenario al año 2030, se acepta la hipótesis, puesto que la precipitación anual en la estación Yunguyo, nos muestra una tendencia negativa lo que indica una disminución de lluvias 6.4 %.



Fuente: Elaboración propia

Figura 26 . Comportamiento de la sequía meteorológica al 2030 - Yunguyo

## Resumen general

En relación al objetivo general, análisis de la variabilidad espacial y temporal de la sequía meteorológica en el lago Titicaca.

Finalmente, en resumen, en la tabla 16 se muestra que las estaciones de Puno y Juli son las que presentan un mayor aumento de la precipitación con un porcentaje de 0,18 y 5.53% respectivamente. Asimismo, Desaguadero, disminuye en 0.74 %, mientras la estación de llave disminuye en un 1.52 % respectivamente. Por último, la estación de Yunguyo disminuye en un 5.53 %.

**Tabla 15 .** Resumen de variación de precipitación de las estaciones

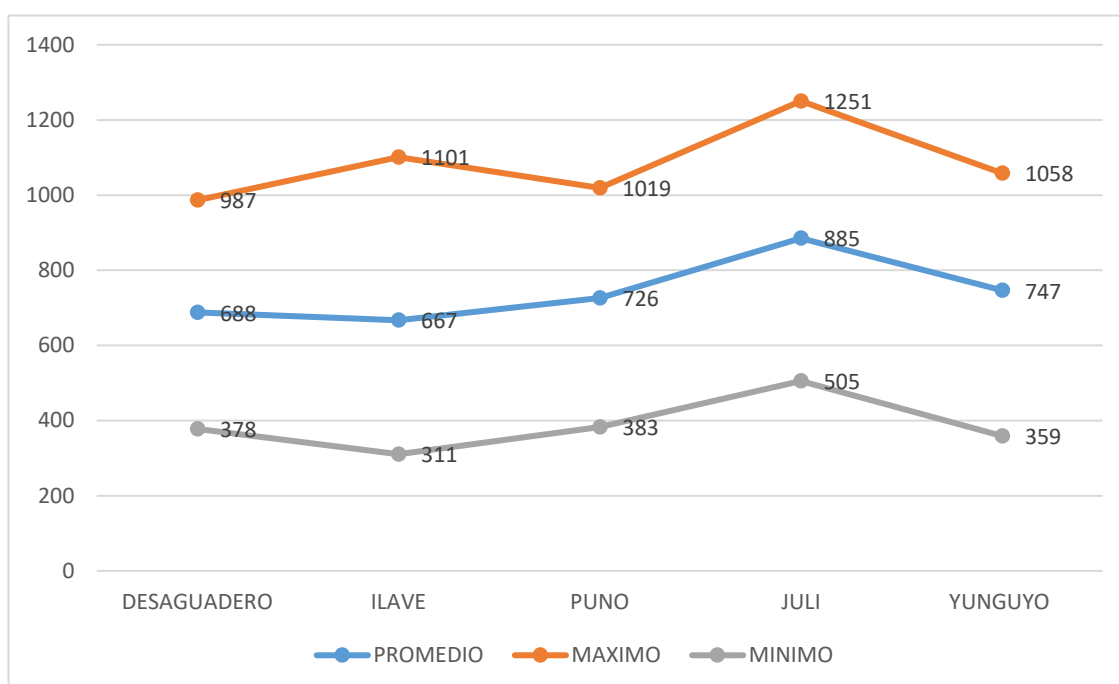
ESTACIÓN	FUNCIÓN	VARIACIÓN	%	MIN PP	MAX PP	PROMEDIO PP
Desaguadero	$Y = -0.7499X + 703.38$	Disminuye	0.74%	378	987	688
llave	$y = -1.5241X + 698.26$	Disminuye	1.52%	311	1101	667
Puno	$y = 0.1844x + 722.55$	Aumenta	0.18%	383	1019	726
Juli	$y = 2.6407x + 831.03$	Aumenta	2.64%	505	1251	885
Yunguyo	$Y = -5.5302X + 859.96$	Disminuye	5.53%	359	1058	747

Fuente: Elaboración propia

En la figura 27 se puede apreciar que, para la estación de Juli, específicamente para la precipitación máxima tiene un ligero aumento de 1252 mm, así mismo la precipitación promedio es de 885 mm, mientras que la precipitación mínima anual es de 505 mm. Para la estación llave, la precipitación máxima es de 1101 mm anual, y con un promedio anual de 667 mm, mientras que para la precipitación mínima la tendencia disminuye a 311 mm. Para la estación Yunguyo, la precipitación máxima es de 1058 mm anual, con un promedio anual de 747 mm, mientras que para la precipitación mínima la tendencia disminuye a 359 mm. Para la estación Puno, la precipitación máxima es de 1019 mm anual, con un promedio anual de 726 mm, mientras que para la precipitación mínima la tendencia disminuye a 383 mm. Finalmente, para la estación Desaguadero,

la precipitación máxima presenta una precipitación de 987 mm, así mismo el promedio es de 688 mm anual, mientras que la precipitación mínima es de 378 mm.

La hipótesis general de la investigación es: El análisis de la variabilidad espacial y temporal, el cual nos permitirá identificar el comportamiento de la sequía meteorológica en el lago Titicaca. Aceptamos la hipótesis, ya que el análisis de la variabilidad espacial y temporal nos confirió determinar el comportamiento de la sequía meteorológica en el lago Titicaca.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 27 .** Comportamiento anual de la precipitación de las estaciones

En relación al objetivo general, análisis de la variabilidad espacial y temporal de la sequía meteorológica en el lago Titicaca.

Finalmente, de la tabla 14 se muestra que las estaciones de Puno y Yunguyo son las que presentan una disminución de temperatura con un porcentaje de 0,012 y 0.009 % respectivamente. Mientras, Desaguadero, aumenta en 0.003 %, así mismo la estación de Ilave y Juli aumenta en un 0.008 % y 0.003% respectivamente. Por último, la estación de Yunguyo disminuye en un 5.53 %.

**Tabla 16 .** Resumen de variación de temperatura de las estaciones

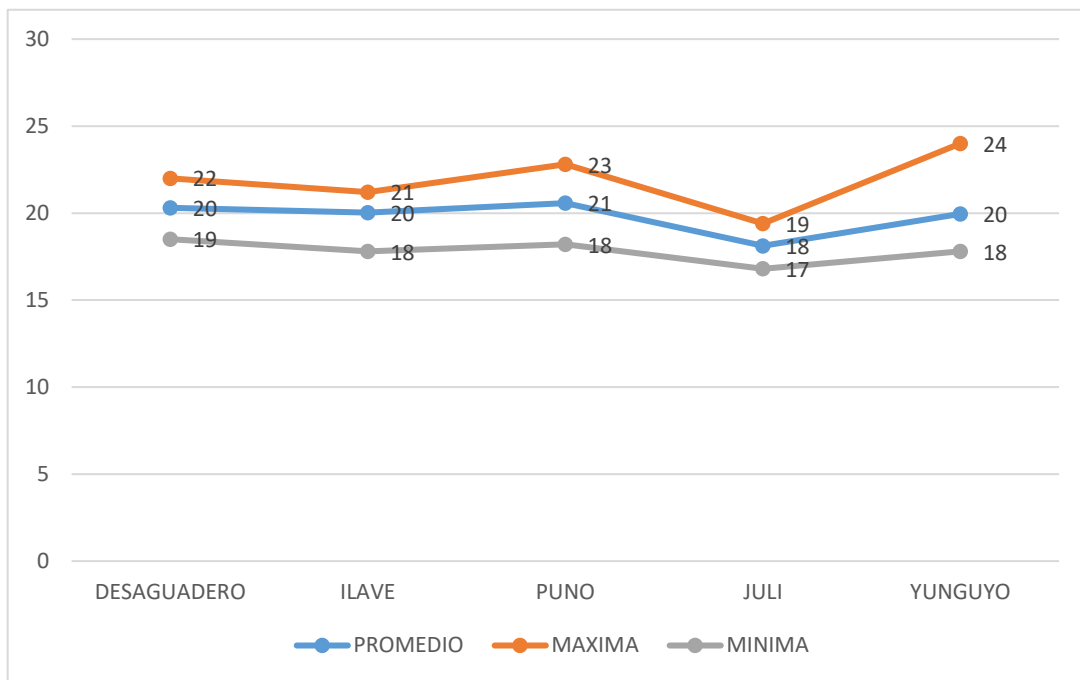


Estación	Función	Variación	%	Tem. Min	Tem. Max	Promedio T
Desaguadero	$Y = 0.0027x + 20.244$	Aumenta	0.003%	19	22	20
llave	$y = 0.0076x + 19.877$	Aumento	0.008%	18	21	20
Puno	$y = -0.0128x + 20.835$	Disminuyo	0.012%	18	23	21
Juli	$y = 0.0031x + 18.057$	Aumento	0.003%	17	19	18
Yunguyo	$y = -0.0093x + 20.147$	Disminuyo	0.009%	18	24	20

*Fuente: Elaboración propia*

En la figura 28 se puede apreciar que, para la estación de Yunguyo, específicamente para la temperatura máxima tiene un ligero aumento de 24°C, así mismo la temperatura promedio es de 20°C, mientras que la temperatura mínima anual es de 18°C. Para la estación Puno, la temperatura máxima es de 23°C anual, con un promedio anual de 21°C, mientras que para la temperatura mínima la tendencia tiende a disminuir a 18°C. Para la estación Desaguadero, la temperatura máxima es de 22° anual, con un promedio de 20°C, mientras que para la temperatura mínima la tendencia disminuye a 19°C. Para la estación llave, la temperatura máxima es de 21°C anual, con un promedio anual de 20°C, mientras que para la temperatura mínima la tendencia disminuye a 18°C. Finalmente, para la estación Juli, la temperatura máxima presenta una temperatura de 19 ° C, así mismo el promedio es de 18°C anual, mientras que la temperatura mínima es de 17°C.

La hipótesis general de la investigación es: El análisis de la variabilidad espacial y temporal, permitirá determinar el comportamiento de la sequía meteorológica en el lago Titicaca. Aceptamos la hipótesis, ya que el análisis de la variabilidad espacial y temporal nos permitió determinar el comportamiento de la sequía meteorológica en el lago Titicaca.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 28 .** Comportamiento anual de la temperatura de las estaciones

## V. DISCUSIÓN

El Objetivo general de la investigación, en la tabla 15 y 16 nos muestra que para la estación desaguadero se ha obtenido una disminución de precipitación de 0.74 %; estación llave una disminución de 1.52 % de precipitación; para Puno un aumento de 0.18 %; del mismo modo para la estación Juli se obtuvo un aumento de 2.64 %; Finalmente para Yunguyo una disminución de 5.53%. Respecto a temperatura se ha obtenido un aumento de temperatura de 0.003%, para Desaguadero; llave un aumento de 0.008%; Puno un descenso de 0.012%; Juli un aumento de 0.003 % y una disminución de 0.009 %, para un escenario al 2030 en el Lago Titicaca. Estos resultados comparados con Huaroma (2018), en su estudio nos muestra que, la subcuenca Chamacna presenta un aporte de precipitación a los años 2025 y 2050 tiene una estrecha relación con sus características hidrogeomorfológicas de la presente cuenca. La parte superior de la cuenca Chamacna es caracterizada por contar con una pendiente de 30% a más, la parte baja tiene pendientes que van de 5 a 15%. Otra característica que guarda relación con el comportamiento de la precipitación es la altitud. Mediante el gradiente de precipitación, se pudo determinar que, a una mayor altitud, es aún mayor la precipitación. Para Chamacna la ecuación que concatena la altitud con la precipitación es  $y=0.253x-404.13$  obteniendo un coeficiente de correlación de 0.73 siendo este un indicador que existe una relación entre la precipitación y la altitud.

Conforme al objetivo específico 1, Para la estación desaguadero, la precipitación máx. se presentó 2001 y 2016 la precipitación min, respecto a la temperatura en 1998 se presentó la temperatura máx. y 2018 una temperatura mínima. Para la estación llave, la precipitación máxima. Se presentó 2002 y 2018, con respecto a la temperatura en 1997, 2001, 2006, 2007, 2008, 2013, 2014, 2016 y 2017 se presentó la temperatura máxima y 2018 una temperatura mínima. Para la estación puno, la precipitación máx. se presentó 2001 y 2018 una precipitación min, respecto a la temperatura en 1998 se presentó la temperatura máx. y 2018 una temperatura mín. Para la estación Juli, la precipitación máx. se presentó 2011 y 2016 una precipitación min, respecto a la temperatura en 1991, 1997, 1998, 2000, 2004, 2009, 2012,

2014, 2015 y 2017 se presentó la temperatura máxima y 1993, 1994, 1996, 2002, 2005 y 2018 una temperatura mínima. Finalmente, para la estación Yunguyo, la precipitación máx. se presentó 2001 y 2007 una precipitación min, respecto a la temperatura máx. se presentó 2018 una temperatura mínima. Estos valores comparados Flores (2019) en su estudio una regionalización de sequía para el periodo 1922-2016, donde en su resultado determino que en 15 estaciones obtuvo resultados comunes de las 17 estaciones, de la cual las sequías de mayor severidad en la cuenca del lago Titicaca se registraron en las décadas de 1950 y 2000. Mientras que en el análisis espectral de coherencia de ondeletas entre el SPI y el índice de El Niño 3.4 nos indica que existe una relación en los periodos secos y lluviosos que fueron registrados en 1920-1930, 1950 y de 1980 a 2005. Mientras que Serrano & Vicente (2016) en su estudio analizaron la variabilidad espaciotemporal de las sequías en la Cuenca Pacífico Norte de México entre 1961-2010. Donde determinaron que los principales episodios de sequía se presentaron en 1980 y 2000.

Conforme al objetivo específico 2, se determinó que los eventos de sequía en la estación Desaguadero, los valores de precipitación oscilan entre 577 a 378. Para llave, los valores de precipitación fluctúan entre 535 a 311. Para la estación Puno, la precipitación fluctúan entre 637 a 383. Para la estación Juli, se detectó que la variabilidad de la precipitación los valores oscilan entre 786 a 505. Finalmente, para la estación Yunguyo se detectó que la variabilidad de la precipitación los valores fluctúan entre 690 a 359. Estos valores comparados con León (2017) nos muestra valores de IPE de menores a  $-2.00$  se ha detectado 05, 15, 21, 17, 25, 20 22 y 17 eventos con características de sequía extrema, para la escala de valores de IPE de  $-1.50$  a  $-2.00$  se ha detectado 24, 24, 19, 32, 36, 36,16 y 36 eventos con características de sequía severa y para la escala de valores de IPE de  $-1.00$  a  $-1.50$  se ha identificado 58, 85, 58, 66, 26, 44, 63 y 43 eventos con características de sequía moderada que corresponden a las estaciones Capazo, Pizacoma, Mazocruz, Desaguadero, Yunguyo, Juli, llave y Laraqueri, respectivamente; para la primera escala; estos eventos influyen significativamente en la actividad agropecuaria y es necesario dotar agua al

suelo con riego, para la segunda escala; así mismo influyen un poco en la actividad agropecuaria, hay la necesidad de complementar la humedad del suelo a través del riego y para la tercera escala; los mismos que no influyen a la actividad agropecuaria. Mientras que Paredes (2016), analizó la variabilidad entre el espacio y el tiempo de las duras sequías en Venezuela durante los años de 1901 al 2013. Donde se ha obtenido resultados más notables los cuales indican de que: no hay tendencias a largo plazo en la duración, la magnitud o la extensión de este tipo de sequías; subperiodos con sequías muy severas, amplias y persistentes las cuales se alternan discontinuamente con sub-periodos donde estos eventos muestran un mínimo de incidencia; la fase cálida o positiva de ENSO (El Niño) no es el primordial mecanismo modulador de estas sequías; las cuencas de los ríos Caroní y Caura en el estado Bolívar, Uribante y Sarare al sur del estado Táchira, y Caparo en el estado Mérida han sido habitualmente afectadas por las sequías severas.

Conforme al objetivo específico 3, en las 5 estaciones, para el 2030, en una ecuación de 90 % de confianza tendremos una sequía leve; así mismo a un 80 % tendremos una sequía moderada; posteriormente a 70 % tendremos una sequía severa; por último, a un 60 % de confianza se tendrá una sequía extrema. Estos valores comparados con Carbajal (2017) en su estudio encontró que los años 2004 y 2005, fueron años donde se presentaron de sequía, donde nos indica valores menores a 0.4 correspondiente a sequía extrema, severa y moderada. Mientras Huaroma (2018) en su estudio de proyección realizada, nos expone que la precipitación para el año 2025 tiende a aumentar en un 0.29% anual. Así mismo la precipitación para el 2025 y 2050 presenta un promedio de 1.19 m<sup>3</sup>/s y 1.32 m<sup>3</sup>/s respectivamente. Así mismo WANG, y otros (2014) en su estudio determinó que la sequía leve, moderada y la sequía severa y extrema se presentó en 1962 a 2008 en la provincia de Shandong. La sequía leve generalmente ocurrió en el noroeste y suroeste, pero se observaron sequías de otros grados en diferentes áreas en diferentes escalas de tiempo. De las cuales, los grados mayores se evidencian en primavera, pero los menores en invierno, lo que fue consistente con las estadísticas de los parámetros de

sequía calculados y, por lo tanto, reveló además que la sequía de primavera fue mucho más grave que en las otras tres temporadas. Finalmente, Gálvez (2017) en su estudio encontró que a largo plazo (IPE-12), los eventos con un alto número se presentó en la región 1 (noroeste de la CRM), siendo una de los con mayor duración en la región 2, mientras que, de manera similar al comportamiento a corto plazo, las demás características fueron mayores en la región 4. A largo plazo, la mayoría de las regiones evidenciarían un mayor número de eventos de sequía y con mayor duración en la región 2 (RCP4.5) y región 4 (ambos escenarios) y elevada intensidad y severidad, a cotejo de las sequías históricas; además de una menor probabilidad de ocurrencia de sequías severas en todas las regiones. Finalmente, no se encontraron tendencias considerables en la ocurrencia de fenómenos de sequías a corto plazo, mientras que a largo plazo sólo la región 2 muestra tendencia al incremento en el número de eventos secos.

## VI. CONCLUSIONES

En relación a la variabilidad espacial y temporal en el Lago Titicaca. Se llega a la conclusión que, para la estación Desaguadero se ha obtenido una disminución de precipitación de 0.74 % ;Ilave una disminución de 1.52 % de precipitación; Puno un aumento de 0.18 %;Juli un aumento de 2.64 % y Yunguyo una disminución de 5.53%. Respecto a temperatura se ha obtenido un aumento de temperatura de 0.003%, para Desaguadero; Ilave un aumento de 0.008%; Puno un descenso de 0.012%; Juli un aumento de 0.003 % y una disminución de 0.009 %, para un escenario al 2030 en el Lago Titicaca.

En relación al comportamiento de la variabilidad de la temperatura y precipitación. Se determinó que la precipitación máximas y mínimas, a nivel de décadas, muestra una variabilidad, con valores que fluctúan entre 311 mm y 1251 mm. A nivel de precipitación máxima, se ha determinado que la mayor precipitación se registra en la estación Juli ; mientras que la menor precipitación se presentó en la estación Ilave. Para la temperatura mínima, los mayores valores se presentan en Yunguyo, mientras que las mínimas se registran en Juli, se ha detectado que la variabilidad térmica, fluctúan entre 17°C y 24°C.

Respecto al comportamiento eventos de sequía registrados. Se puede señalar qué, de las 5 estaciones analizadas. Se determinó que el comportamiento de las sequias, entre sequía extrema y sequia leve, a nivel de décadas, nos muestra valores que estuvieron entre los 311 mm y 786 mm, presentados durante los años 1991, 1992, 1995, 1998, 2004, 2005, 2007, 2008, 2009, 2010 ,2014, 2016 y 2018.

Finalmente, el objetivo de esta investigación fue conocer cuál es la tendencia de la sequía a futuro. Los resultados indican que la lluvia disminuirá de 826 mm a 574 mm ocasionando una sequía leve, en una ecuación de 90%; así mismo a un 80 % tendremos una sequía moderada, con una disminución de 738 mm a 500 mm; posteriormente a 70 % tendremos una sequía severa, con un descenso de 646 mm a 447 mm; por último, a un 60 % , de las cuales se tendrá una sequía extrema, con una disminución de 554 mm a 383 mm, a un escenario al 2030.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Durante toda la investigación se ha tomado en cuenta la precipitación y la temperatura para determinar la variabilidad de la sequía. Sin embargo, es importante tomar en cuenta otros indicadores que influyen en la sequía. Por lo que se recomienda que tomando como base la investigación se elaboren estudios que sirvan como complemento, el nivel de agua en el lago Titicaca.

Si bien es cierto, en la cuenca del Lago Titicaca existe una estación meteorológica, pero al evaluar los resultados, la tendencia en la precipitación va disminuyendo, de las cuales es importante y de gran necesidad la sequía meteorológica de la cuenca. Para ello, se debería incorporar 15 estaciones de estudio, donde se realicen análisis mensuales para evaluar la variabilidad de la precipitación y la temperatura.

Realizar estudios de determinación de sequías meteorológicas utilizando modelos estocásticos y realizar comparaciones con los resultados obtenidos en esta investigación.



## REFERENCIAS

**ARAMAYO, Wendy. 2019.** *Distribución espacial del riesgo de sequía en la región Andina de Puno, Perú.* Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima : s.n., 2019. Tesis.

**CARBAJAL, Gisell. 2017.** *Estimación del índice de sequía a partir de datos imágenes NDVI Y LST del sensor MODIS Y TRMM para las regiones de Lambayeque, Piura y Cajamarca- Perú, durante el periodo 2000 - 2013.* Universidad Nacional Mayor de San Marcos . Lima : s.n., 2017. Tesis.

**CLEMENTE, Miguel y MARTÍN, María. 2019.** *Análisis espacio-temporal de la sequía en España Peninsular. influencia de los principales patrones de teleconexión.* España : s.n., 2019. págs. 1-11.

**COLOTTI, Eva y CEDEÑO, Margareth. 2013.** *La sequía meteorológica y la variación de la superficie agrícola en la Isla de Margarita, estado Nueva Esparta, Venezuela periodo 1972-2004.* 2013. págs. 8- 44.

**ESCOBAR, Luis y SARA, Joha. 2020.** *Correlación del comportamiento de las variables meteorológicas y el comportamiento del material particulado en el aire Carabayllo, 2020.* Universidad Cesar Vallejo . Lima : s.n., 2020. tesis.

**ESPINO, Marco y SEGURA, Marceliano. 2017.** *Nivel hídrico y precipitaciones del Lago Titicaca en relación con las variables de macroescala del océano Pacífico.* 2017. págs. 36-43.

**ESQUIVEL, Gerardo y CERANO, Julian. 2019.** *Análisis temporal de sequía (1922-2016) en la cuenca alta del río Nazas usando el SPI y su relación con ENSO.* 2019.

**GÁLVEZ, Pedro. 2017.** *Caracterización de las sequías históricas y proyectadas bajo escenarios de cambio climático en la cuenca del río Mantaro.* Lima : Universidad Nacional Agraria la Molina, 2017. Tesis.

—. **2017.** *Caracterización de las sequías históricas y proyectadas bajo escenarios de cambio climático en la cuenca del río Mantaro.* Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima : s.n., 2017. Tesis.

- HERNÁNDEZ, Roberto y FERNÁNDEZ, Carlos. 2010.** *Metodología de la investigación*. 2010. q.
- HERNÁNDEZ, Roberto y MENDOZA, Christian. 2018.** *Metodología de la investigación : Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mexico : McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V, 2018.
- HUAROMA, Yngrid. 2018.** *Variabilidad climática en la disponibilidad hídrica al 2025 y 2050 de la Subcuenca Chamacna - Cuenca media alta del río Lurín - 2018*. Universidad César Vallejo. Lima : s.n., 2018.
- LEON, Armando. 2017.** *Determinación de las frecuencias de sequías en la subcuenca del río Huenque con fines de planeamiento de los recursos hídricos para usos en actividades agropecuarias*. Puno : s.n., 2017. Tesis.
- MINAM. 2014.** *Estado de la calidad ambiental de la cuenca del lago Titicaca ámbito Peruano*. 2014. pág. 162.
- MINAM. 2012.** *Evaluación meteorológica*. Puno : s.n., 2012.
- MINAM. 2013.** *Línea base ambiental de la cuenca del Lago Titicaca*. Ministerio Ambiente. Lima : s.n., 2013.
- MINAM. 2015.** *Validación de indicadores de sequía utilizando sensoramiento remoto en el departamento de Puno*. Lima : s.n., 2015.
- PAREDES, Franklin. 2016.** *Variabilidad espacio-temporal de las sequías en Venezuela*. Venezuela : s.n., 2016.
- PARRY, Simon y PRUDHOMME, Christel. 2010.** *Examining the spatio-temporal evolution and characteristics of large-scale European droughts*. 2010. págs. 1-8.
- SATGÉ, Frédéric y RUELLAND, Denis. 2018.** *Consistency of satellite precipitation estimates in space and over time compared with gauge observations and snow - hydrological modelling in the lake titicaca region*. Bolivia : EGU, 2018. págs. 2-41.
- SENAMHI. 2019.** *Caracterización espacio temporal de la sequía en los departamentos altoandinos del Perú (1981-2018)*. Lima : s.n., 2019.

**SOSA, Jesús. 2016.** *Análisis de la sequía hidrológica en el Perú.* Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima : s.n., 2016.

**SPDA. 2010.** *Sequía catastrófica podría amenazar lago Titicaca para el 2050.* Lima : s.n., 2010.

**TICONA, Armando. 2017.** *Determinación de las frecuencias de sequías en la subcuenca del río Huenque con fines de planeamiento de los recursos hídricos para uso en actividades agropecuarias.* Universidad Nacional del Altiplano Puno. Puno : s.n., 2017. Tesis.

**TORRES, Rosa. 2018.** *Escenarios climatológicos al 2030 para la identificación de los eventos extremos en la cuenca media y alta del río Chillón-2018.* Universidad César Vallejo. Lima : s.n., 2018.

*Variabilidad espacio-temporal de las sequías en la cuenca punacéfica norte de México (1961-2010).* **SERRANO, Luis y VICENTE, Sergio. 2016.** Mexico : s.n., 2016, págs. 1-21.

**VEGA, Fiorella. 2018.** *Variabilidad espacio-temporal de las sequías en el Perú y el peligro asociado al fenómeno del niño.* Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima : s.n., 2018.

**VERA, Héctor. 2011.** *El niño y los Caudales en la vertiente del Titicaca.* Lima : s.n., 2011.

**WANG, Xiaoli y HOU, Xiyong. 2014.** *Spatial and temporal Characteristics of meteorological drought in Shandong province, China, from 1961 to 2008.* 2014. págs. 2-12.

**YACOUB, Ely y TAYFUR, Gokmen. 2020.** *Spatial and temporal of variation of meteorological drought and precipitation trend analysis over whole Mauritania.* 2020.

**Zuluaga, J. 2009.** *Análisis de la variabilidad espacio-temporal de la sequía en Colombia.* Colombia : s.n., 2009.

**ZULUAGA, Julián. 2009.** *Análisis de la variabilidad espacio-temporal de la sequía en Colombia.* Colombia : s.n., 2009.

## ANEXOS


### ANEXO 1 : Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES
<p><b>General</b></p> <p>¿Cuál es la variabilidad espacial y temporal de la sequía meteorológica en el Lago Titicaca al 2030?</p>	<p><b>General</b></p> <p>Analizar la variabilidad espacial y temporal de la sequía meteorológica en el lago Titicaca.</p>	<p><b>General</b></p> <p>El análisis de la variabilidad espacial y temporal, permitirá determinar el comportamiento de la sequía meteorológica en el lago Titicaca</p> <p>El análisis de la variabilidad espacial y temporal, no permitirá determinar el comportamiento de la sequía meteorológica en el lago Titicaca.</p>	<p><b>Variable independiente.</b></p> <p>Variabilidad espacial y temporal</p>	<p>Comportamiento de la Precipitación, temperatura y nivel de llago</p> <p>Comportamiento de los eventos de sequias</p> <p>Tendencia de las sequias al 2030</p>
<p><b>Específicas</b></p> <p>¿Cuál es el comportamiento de la variabilidad de la temperatura y la precipitación en el lago Titicaca?</p> <p>¿Cuál es el comportamiento de eventos de sequía registrados en el Lago Titicaca?</p> <p>¿Cuál es la tendencia de la sequía en el lago Titicaca para un escenario al 2030?</p>	<p><b>Específicas</b></p> <p>Determinar el comportamiento de la variabilidad de la temperatura y la precipitación en el lago Titicaca.</p> <p>Analizar el comportamiento de eventos de sequías presentados en el lago Titicaca.</p> <p>Determinar las tendencias de la sequía meteorológica en el lago Titicaca en un escenario al año 2030 .</p>	<p><b>Específicas</b></p> <p>La caracterización espacial y temporal, permitirá determinar el comportamiento de la variabilidad de la temperatura y la precipitación en el lago Titicaca.</p> <p>La identificación espacial y temporal, permitirá analizar el comportamiento de eventos de sequías presentados en el lago Titicaca.</p> <p>El análisis de la tendencia espacial y temporal, permitirá determinar las tendencias de la sequía meteorológica en el lago Titicaca en un escenario al año 2030.</p>		

ANEXO 2 : Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA/ UNIDADE MEDIDA
<b>Variabilidad espacial y temporal de la sequía</b>	Identifica los patrones de variabilidad homogénea y su comportamiento en el dominio de la frecuencia, así como cuantificar la variación espacial de algunos parámetros estadísticos asociados a la sequía como el número de eventos y la duración y magnitud media y máxima (ZULUAGA, 2009).	Esta variable se evaluará en base al comportamiento de la precipitación, temperatura, nivel de lago y el comportamiento de los eventos de sequías. Posterior a ello se determinará la tendencia de las sequías al 2030.	Comportamiento de la Precipitación y temperatura.	Precipitación	mm
				Temperatura	°C
		Las variables precipitación y temperatura serán los indicadores para el comportamiento de los eventos de sequías.	Comportamiento de los eventos de sequías.	Numero de eventos	---
			Tendencia de las sequías al 2030.	Escenarios al 2030 de Precipitación	mm
				Escenario al 2030 de Temperatura	°C
				Escenarios al 2030 de sequías	Numero de eventos

ANEXO 3 : Ficha de recolección de datos históricos meteorológicos

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
FICHA DE RECOLECCION DE DATOS HISTORICOS METEOROLÓGICOS - PERIODO 1991-2020

NOMBRE DE LA ESTACION : \_\_\_\_\_ TIPO \_\_\_\_\_

AÑO	MESES												TOTAL
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1991													
1992													
1993													
1994													
1995													
1996													
1997													
1998													
1999													
2000													
2001													
2002													
2003													
2004													
2005													
2006													
2007													
2008													
2009													
2010													
2011													
2012													
2013													
2014													
2015													
2016													
2017													
2018													
2019													
2020													
<b>TOTAL</b>													

Acertamiento  
  
 Juan Julio Cordero Galvez  
 DNI: 08447308

  
 DR. BENITES ALFARO E  
 CIP 71998

# ANEXO 4 : Ficha de reconocimiento del lugar



## FICHA DE RECONOCIMIENTO DEL LUGAR

Lugar de estudio : \_\_\_\_\_

Responsable (s) : \_\_\_\_\_

Distrito: \_\_\_\_\_ Provincia : \_\_\_\_\_ Región: \_\_\_\_\_

Nº	Fecha de visita	Observación	Coordenadas	
			Este (x)	Norte (y)

Atentamente,  
  
CIP: \_\_\_\_\_  
Juan Julio Oñedera Galvez  
DNI: 08447308

  
CIP: \_\_\_\_\_  
DR. BENITES ALFARO E  
CIP 71998

CIP : \_\_\_\_\_

## ANEXO 5 : Validación del instrumento, ficha de reconocimiento de lugar



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Ordoñez Galvez, Juan Julio
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Hidrólogo ambiental
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de reconocimiento de lugar
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: OCHOA PORTILLO LENIN JERSON

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

SI
-----

90%

Lima, 05 de febrero de 2021

Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308



**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**
**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: Benites Alfaro Elmer
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ing. Química/ Gestión Ambiental/ Calidad y gestión de RRNN
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de reconocimiento de lugar**
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: **OCHOA PORTILLO LENIN JERSON**

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

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

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

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

Si
-----

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN**

85%
-----

Lima, 05 de febrero de 2021



ELMER GONZALES BENITES ALFARO  
INGENIERO QUÍMICO  
Reg. CIP n° 7788

## ANEXO 6 : Validación de instrumento de ficha de recolección de datos históricos

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### V. DATOS GENERALES

1.6. Apellidos y Nombres: Ordoñez Galvez, Juan Julio

1.7. Cargo e Institución donde labora: Docente de la UCV

1.8. Especialidad o línea de investigación: Hidrólogo ambiental

1.9. Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Ficha de recolección de datos histórico

1.10. Autor(A) de Instrumento: OCHOA PORTILLO LENIN JERSON

#### VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

#### VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI
_____

#### VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90%

Atentamente,  
Lima, 05 de febrero de 2021

Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 06447308

**V. DATOS GENERALES**

- 1.6. Apellidos y Nombres: Benites Alfaro Elmer
- 1.7. Cargo e institución donde labora: Docente de la UCV
- 1.8. Especialidad o línea de investigación: Ing. Química/ Gestión Ambiental/ Calidad y gestión de RRNN
- 1.9. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de recolección de datos histórico**
- 1.10. Autor(A) de Instrumento: **OCHOA PORTILLO LENIN JERSON**

**VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

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

**VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

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

SI

**VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN**

85%

Lima, 05 de febrero de 2021

*Elmer Benites Alfaro*  
**ELMER GONZALEZ BENITES ALFARO**  
 INGENIERO QUIMICO  
 Reg. CP N° 71996