

**FUERZA AÉREA DEL PERÚ**  
**ESCUELA DE OFICIALES**



**TESIS**

**TEMA:**

**GRADO DE CORRELACIÓN ENTRE EL CLIMA ANTÁRTICO CON  
LAS HELADAS EN LAS PROVINCIAS DE JULIACA Y PUNO  
ENTRE LOS AÑOS 2006-2016**

**PRESENTADO POR:**

**ALF. FAP DIONICIO HEREDIA EDWIN ALEJANDRO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO EN  
CIENCIAS DE LA ADMINISTRACIÓN AEROSPAZIAL**

**ASESOR:**

**MERCY NOELIA PALIZA CHAMPI**

**LIMA - PERÚ**

**2019**

**DEDICATORIA**

A Dios por darme la vida, a mis padres que siempre están cuando más los necesito y gracias a ellos soy lo que soy hasta el día de hoy. Finalmente a mis hermanos por ser fuente de motivación y superación.

### **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Plana Docente que desde los inicios fueron los que me encaminaron en mi formación profesional y a la Planta de Oficiales que me guiaron en mi formación militar con su experiencia y dedicación. Asimismo, agradezco al Señor Director que cumplió la razón de ser de esta gloriosa Institución formadora de futuros Oficiales de la Fuerza Aérea del Perú.

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>Dedicatoria</b>	II
<b>Agradecimiento</b>	III
<b>Índice</b>	IV
<b>Resumen</b>	VI
<b>Abstract and Keywords</b>	VII
<b>Índice de Tablas</b>	VIII
<b>Índice de Gráficos</b>	XII
<b>INTRODUCCIÓN</b>	17
<b>CAPÍTULO I: DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	
1.1 Planteamiento de la Situación Problemática .....	18
1.2 Formulación del Problema .....	22
1.3 Justificación e Importancia .....	23
1.4 Objetivos .....	25
1.5 Hipótesis .....	26
1.6 Variables.....	27
<b>CAPÍTULO II: DEL MARCO TEÓRICO</b>	
2.1 Antecedentes .....	29
2.2 Bases Teóricas .....	42
2.3 Definición de Términos Básicos .....	49

### **CAPÍTULO III: DEL MARCO METODOLÓGICO**

3.1	Metodología .....	58
3.2	Población y Muestra.....	59
3.3	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos .....	59
3.4	Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos .....	59

### **CAPÍTULO IV: DE LOS RESULTADOS**

4.1	Validez y Confiabilidad de los Instrumentos .....	61
4.2	Presentación y Análisis de Resultados .....	61
4.3	Prueba de Hipótesis .....	123
4.4	Discusión de Resultados .....	142

### **CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS**

5.1	Conclusiones .....	148
5.2	Recomendaciones o Sugerencias .....	150

<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>153</b>
--	------------

<b>ANEXO “A” Matriz de Consistencia.....</b>	<b>156</b>
--	------------

<b>ANEXO “B” Matriz de Conceptualización.....</b>	<b>158</b>
---	------------

<b>ANEXO “C” Matriz de Operacionalización.....</b>	<b>159</b>
--	------------

<b>ANEXO “D” Base de Datos Juliaca-Puno.....</b>	<b>160</b>
--	------------

## RESUMEN

El presente trabajo caracteriza las heladas meteorológicas en la región andina del Perú, a partir de la serie diaria de temperaturas mínimas de las base de datos de las estaciones Juliaca (Perú), Córdova (Argentina), Punta Arenas (Chile) y Jubany y King Sejong (isla Rey Jorge) que nos brinda la página web Tutiempo.net en la sección clima para el período 2006-2016. Se evalúa las fechas medias de la primera helada y la última helada para una temperatura crítica de 0°C, así como el período de heladas para 6°C. Las primeras heladas generalmente se presenta a inicio de otoño y las últimas heladas en primavera; sin embargo hacia mayores latitudes y altitudes, las primeras heladas pueden registrarse también entre enero y junio, y las últimas heladas entre setiembre y diciembre, afectando la actividad agrícola y la salud de la población. En promedio el período de heladas se reduce latitudinalmente hacia el sur y a medida que se incrementa la temperatura crítica, el período libre de heladas disminuye.

Palabras Clave: *Temperatura Mínima, Temperatura Media, Precipitación, Velocidad Máxima del Viento, Clima Antártico, Helada.*

## ABSTRACT

The present work characterizes the meteorological frosts in the Andean region of Peru, from the daily series of minimal temperatures of the base de datos of the stations Juliaca (Peru), Córdova (Argentina), Top Sands (Chile) and Jubany and King Sejong (island King Jorge) who offers to us the web page Tutiempo.net in the section climate for the period 2006-2016. It is evaluated the average dates of the first frost and the last frost for a critical temperature of 0°C, as well as the period of frosts for 6°C. The first frosts generally he appears to autumn beginning and the last frosts in spring; nevertheless towards major latitudes and altitudes, the first frosts can register also between January and June, and the last frosts between September and in December, affecting the agricultural activity and health of the poblation. On average the period of frosts is reduced latitudinally to the south and as the critical temperature increases, the free period of frost decreases.

*Key Words: Minimum Temperature, Average Temperature, Precipitation, Maximum Wind Speed, Antarctic Climate, Freezing.*

## INDICE DE TABLAS

	<b>Página</b>
<b>Tabla 1:</b> Estadísticas Descriptivas para la Temperatura Mínima Diaria en Juliaca– Puno, Período: May/2006 – Sep/2016.....	62
<b>Tabla 2:</b> Estadísticos Descriptivos de la Temperatura Mínima Mensual en Juliaca – Puno, Período: May/2006 – Sep/2016.....	64
<b>Tabla 3:</b> Promedio y Mediana de la Temperatura Mínima Anual en Juliaca – Puno, Período: May/2006 – Sep/2016.....	70
<b>Tabla 4:</b> Estadísticas Descriptivas para la Temperatura Promedio Diaria en Juliaca– Puno, Período: May/2006 – Sep/2016.....	72
<b>Tabla 5:</b> Estadísticos Descriptivos de la Temperatura Promedio Mensual en Juliaca – Puno, Período May/2006 – Sep/2016.....	75
<b>Tabla 6:</b> Promedio y Mediana de la Temperatura Promedio Anual en Juliaca – Puno, Período May/2006 – Sep/2016.....	81
<b>Tabla 7:</b> Estadísticas Descriptivas para la Precipitación Total Anual en Juliaca– Puno, Período: May/2006 – Sep/2016.....	84
<b>Tabla 8:</b> Estadísticos Descriptivos de las Precipitaciones Anuales en Juliaca – Puno, Período: May/2006 – Sep/2016.....	87

<b>Tabla 9:</b> Estadísticas Descriptivas para la Velocidad Máxima del Viento Diaria en Juliaca–Puno, Período: May/2006 – Sep/2016.....	88
<b>Tabla 10:</b> Estadísticos Descriptivos de las Velocidades Máximas del Viento en Juliaca – Puno, Período: May/2006 – Sep/2016.....	91
<b>Tabla 11:</b> Promedio y Mediana de la Velocidad Máxima del Viento Anual en Juliaca – Puno, Período May/2006 – Sep/2016.....	98
<b>Tabla 12:</b> Número de días de Heladas (Temp.Mín. $\leq 0^{\circ}\text{C}$ ) Registradas por Año (*) en Juliaca – Puno, Período: May/2006 – Sep/ 2016.....	101
<b>Tabla 13:</b> Temperatura Mínima Anual Promedio en Juliaca–Puno y otros Lugares del Sur, Período: May/2006 – Sep/2016.....	103
<b>Tabla 14:</b> Temperatura Promedio Anual Promedio en Juliaca–Puno y otros Lugares del Sur, Período: May/2006 – Sep/2016.....	107
<b>Tabla 15:</b> Precipitación Total Anual en Juliaca–Puno y otros Lugares del Sur, Período: May/2006Sep/2016.....	111
<b>Tabla 16:</b> Velocidad Máxima del Viento Anual Promedio en Juliaca–Puno y otros Lugares del Sur, Período: May/2006 – Sep/2016.....	115
<b>Tabla 17:</b> Mínima y Máxima Temperatura Mínima Anual en Juliaca–Puno y otros Lugares del Sur, Período: May/2006 – Sep/2016.....	119

<b>Tabla 18</b> Prueba de Normalidad para los Datos Registrados de las Variables Climatológicas en Juliaca – Puno, Período: May/2006 – Sep/2016.....	123
<b>Tabla 19:</b> Prueba de Correlación Lineal Bivariada para las Variables Climatológicas en Juliaca – Puno, Período: May/2006 – Sep/2016.....	125
<b>Tabla 20:</b> Coeficiente de Correlación Lineal Múltiple para las Variables Climatológicas en Juliaca – Puno, de Mayo a Setiembre, 2006 – 2016.....	128
<b>Tabla 21:</b> Coeficientes del Modelo Lineal Múltiple para las Variables Climatológicas en Juliaca – Puno, Período May/2006- Sep/2016 .....	128
<b>Tabla 22:</b> Significación del Modelo Lineal Múltiple para las Variables Climatológicas en Juliaca – Puno, de Mayo a Setiembre, 2006 – 2016.....	129
<b>Tabla 23:</b> Coeficiente de Correlación No Lineal Múltiple para las Variables Climatológicas en Juliaca – Puno, Período: May/2006 – Sep/2016.....	131
<b>Tabla 24:</b> Coeficientes del Modelo No Lineal Múltiple para las Variables Climatológicas en Juliaca – Puno, Período: May/2006 – Sep/2016.....	131

**Tabla 25:** Significación del Modelo No Lineal Múltiple para las Variables Climatológicas en Juliaca – Puno, Período: May/2006 – Sep/2016.....132

**Tabla 26.** Número de días de Heladas (Temp.Mín.  $\leq 0^{\circ}\text{C}$ ) Estimadas por Año (\*) en Juliaca – Puno, según Modelo No Lineal Múltiple, Período: May/2006 – Sep/.....133

## INDICE DE GRÁFICOS

	<b>Página</b>
<b>Figura 1:</b> Temperatura Mínima Diaria en Juliaca–Puno, Período: May/2006 – Sep/2016.....	62
<b>Figura 2:</b> Histograma de la Temperatura Mínima Diaria en Juliaca – Puno, Período: May/2006 – Sep/2016.....	63
<b>Figura 3:</b> Temperatura Mínima Promedio Mensual en Juliaca–Puno, Período: May/2006 – Sep/2016.....	66
<b>Figura 4:</b> Temperatura Mínima Mediana Mensual en Juliaca–Puno, Período: May/2006 – Sep/2016.....	67
<b>Figura 5:</b> Mínima Temperatura Mínima Mensual en Juliaca–Puno, Período: May/2006 – Sep/2016.....	68
<b>Figura 6:</b> Máxima Temperatura Mínima Mensual en Juliaca–Puno, Período: May/2006 – Sep/2016.....	69
<b>Figura 7:</b> Temperatura Mínima Promedio Anual en Juliaca–Puno, Período: May/2006 – Sep/2016.....	70
<b>Figura 8:</b> Temperatura Mínima Mediana Anual en Juliaca–Puno, Período: May/2006 – Sep/2016.....	71

- Figura 9:** Temperatura Promedio Diaria en Juliaca–Puno, Período: May/2006 – Sep/2016.....73
- Figura 10:** Histograma de la Temperatura Promedio Diaria en Juliaca – Puno, Período: May/2006 Sep/2016.....74
- Figura 11:** Promedio de la Temperatura Promedio Mensual en Juliaca–Puno, Período: May/2006 – Sep/2016.....77
- Figura 12:** Mediana de la Temperatura Promedio Mensual en Juliaca–Puno, Período: May/2006 – Sep/2016.....78
- Figura 13:** Mínima Temperatura Promedio Mensual en Juliaca–Puno, Período: May/2006 – Sep/2016.....79
- Figura 14:** Máxima Temperatura Promedio Mensual en Juliaca–Puno, Período: May/2006 – Sep/2016.....80
- Figura 15:** Promedio de las Temperaturas Promedio Anual en Juliaca–Puno, Período: May/2006 – Sep/2016.....82
- Figura 16:** Mediana de las Temperaturas Promedio Anual en Juliaca–Puno, Período: May/2006 – Sep/2016.....83
- Figura 17:** Precipitación Total Anual en Juliaca–Puno, Período: May/2006 – Sep/2016.....85

<b>Figura 18:</b> Histograma de la Precipitación Total Anual en Juliaca – Puno, Período: May/2006 – Sep/2016.....	86
<b>Figura 19:</b> Serie de las Velocidades Máximas del Viento en Juliaca – Puno, Período: May/2006 – Sep/ 2016.....	89
<b>Figura 20:</b> Histograma de las Velocidades Máximas del Viento Diaria en Juliaca – Puno, Período: May/2006 – Sep/2016.....	90
<b>Figura 21:</b> Velocidad Máxima del Viento Promedio de la Mensual en Juliaca–Puno, Período: May/2006 – Sep/2016.....	94
<b>Figura 22:</b> Velocidad Máxima del Viento Mediana Mensual en Juliaca–Puno, Período: May/2006 – Sep/2016.....	95
<b>Figura 23:</b> Mínimo de las Velocidades Máximas del Viento Mensual en Juliaca–Puno, Período: May/2006 – Sep/2016.....	96
<b>Figura 24:</b> Máximo de las Velocidades Máximas del Viento Mensual en Juliaca–Puno, Período: May/2006 – Sep/2016.....	97
<b>Figura 25:</b> Promedio de las Velocidades Máximas del Viento Anual en Juliaca–Puno, Período: May/2006 – Sep/2016.....	99
<b>Figura 26:</b> Mediana de las Velocidades Máximas del Viento Anual en Juliaca–Puno, Período: May/2006 – Sep/2016.....	100

- Figura 27:** Porcentaje de Heladas Registradas Anualmente en Juliaca-Puno, Período:  
May/2006 – Sep/ 2016.....102
- Figura 28:** Temperatura Mínima Anual Promedio en Juliaca–Puno y otros Lugares del Sur,  
Período: May/2006 – Sep/2016.....104
- Figura 29:** Diagrama de Cajas de la Temperatura Mínima Anual Promedio en Juliaca–Puno y  
otros Lugares del Sur, Período: May/2006 –  
Sep/2016.....105
- Figura 30:** Temperatura Promedio Anual Promedio en Juliaca–Puno y otros Lugares del Sur,  
Período: May/2006 –  
Sep/2016.....108
- Figura 31:** Diagrama de Cajas de la Temperatura Promedio Anual Promedio en Juliaca–Puno  
y otros Lugares del Sur, Período: May/2006 –  
Sep/2016.....109
- Figura 32:** Precipitación Total Anual en Juliaca–Puno y otros Lugares del Sur, Período:  
May/2006 – Sep/2016.....112
- Figura 33:** Diagrama de Cajas de la Precipitación Total Anual en Juliaca–Puno y otros  
Lugares del Sur, Período: May/2006 –  
Sep/2016.....113

- Figura 34:** Velocidad Máxima del Viento Anual Promedio en Juliaca–Puno y otros Lugares del Sur, Período: May/2006 – Sep/2016.....116
- Figura 35:** Diagrama de Cajas de la Velocidad Máxima del Viento Anual Promedio en Juliaca–Puno y otros Lugares del Sur, Período: May/2006– Sep/2016.....117
- Figura 36:** Mínima Temperatura Mínima Anual en Juliaca–Puno y otros Lugares del Sur, Período: May/2006 – Sep/2016.....120
- Figura 37:** Comportamiento de la Mínima Temperatura Mínima Anual en Juliaca–Puno y otros Lugares del Sur, Período: May/2006 – Sep/2016.....120
- Figura 38:** Máxima Temperatura Mínima Anual en Juliaca –Puno y otros lugares del sur, Período: May/2006 – Sep/2016.....121
- Figura 39:** Comportamiento de la Máxima Temperatura Mínima Anual en Juliaca–Puno y otros Lugares del Sur, Período: May/2006 – Sep/2016.....122
- Figura 40:** Porcentaje de Heladas Estimadas Anualmente en Juliaca-Puno, según Modelo No Lineal, Período: May/2006 - Sep/2016.....134

## INTRODUCCIÓN

La sierra peruana representa el 30.5% de la superficie total (MINAG, 2011), presenta diversos ecosistemas debido principalmente a la presencia de la cadena montañosa, principal factor climático que delimita la región andina, con mayores altitudes entre la región central y sur (3000 a 5000 msnm), responsable por los descensos de temperatura que limitan la actividad agrícola y afectan a la población en general. Estos descensos térmicos pueden llegar a originar las heladas meteorológicas o agronómicas; dependiendo de su intensidad, duración y fase fenológica en que afecten al cultivo pueden provocar grandes impactos. (Campos, 2005). Según INDECI, las heladas meteorológicas, consisten en un descenso de la temperatura ambiente a niveles inferiores al punto de congelación del agua, lo cual genera cobertura de hielo sobre el suelo y originadas por la invasión de masas de aire de origen Antártico. Según la FAO, durante la campaña agrícola 2007/2008, 35,262 hectáreas de terreno de cultivos en las regiones sur oriental y occidental del país fueron afectados por heladas, y 109,257 hectáreas llegaron a perderse (OXFAM, 2011).

El presente trabajo resume la caracterización de las heladas en la región andina del Perú en relación al clima antártico, información que permitirá implementar acciones de planificación de gestión del riesgo de desastres y toma de decisiones para atenuar su impacto a la actividad ganadera, la salud y otros beneficios que son afectados por las viviendas precarias y la pobreza, siendo los más perjudicados la población en general.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 Planteamiento de la situación problemática

América del Sur presenta una singular topografía debido a la presencia de la Cordillera de los Andes, ésta ejerce una marcada influencia sobre los sistemas meteorológicos en varias escalas espaciales y temporales. El efecto más claro e inmediato de este sistema orográfico es el bloqueo de los flujos zonales y canalización del flujo meridional en la baja tropósfera, propiciando un intenso intercambio de masas de aire entre los trópicos y los extra trópicos. Un episodio importante es, sin duda, la incursión de masas de aire frío y seco procedentes de la región antártica hacia latitudes tropicales, siendo la consecuencia más perjudicial de este tipo de incursiones la generación de heladas que dañan especialmente a los cultivos tropicales.

Existen diferencias entre los sistemas frontales que logran arribar hasta las latitudes tropicales en verano e invierno. En verano, éstos suelen estar acompañados con precipitaciones que con frecuencia alcanzan una gran intensidad, debido al alto contenido de humedad y a las condiciones de inestabilidad imperantes; estos sistemas pierden fuerza al tornarse lentos y finalmente tienden a confundirse con la Zona de Convergencia del atlántico Sur (SACZ) entre los 20-25°S. Durante el invierno, en cambio, los frentes fríos adquieren una mayor intensidad y velocidad pudiendo arribar en ocasiones hasta las latitudes ecuatoriales.

El Perú a diferencia de otros países ecuatoriales, no presenta un clima exclusivamente tropical; la influencia de los Andes y la corriente de Humboldt conceden una gran diversidad climática al territorio peruano. La costa central y sur del país presentan un clima subtropical árido o desértico, con una temperatura promedio de 18°C y precipitaciones anuales de 150 mm, por acción del mar frío de Humboldt. En cambio, la costa norte posee un clima árido tropical, debido al mar tropical, con una temperatura promedio por encima de los 24°C y lluvias durante el verano. Cuando hay una ocurrencia del fenómeno de El Niño, la temperatura promedio de toda la costa se eleva (con máximas mayores a 30°C) y las lluvias se incrementan de manera significativa en la costa norte y central. En la sierra se observan los siguiente climas: clima templado sub-húmedo, en áreas entre los 1000 y los 3000 msnm, con temperaturas alrededor de los 20°C y precipitaciones entre los 500 y 1200 mm al año; clima frío entre los 3000 y 4000 msnm, con temperaturas anuales promedio de 12°C y heladas durante el invierno; clima frígido o de puna, en áreas entre los 4000 y 5000 msnm con una temperatura promedio de 6°C y precipitaciones anuales de 700 mm; y clima de nieve o gélido en zonas por encima de los 5000 msnm con temperaturas debajo de los 0°C y nevadas. En la selva hay dos tipos de clima: clima semitropical muy húmedo en la selva alta, con precipitaciones mayores a los 2000 mm al año y temperaturas promedio alrededor de los 22°C; y el clima tropical húmedo en la selva baja, con precipitaciones que oscilan los 2000 mm al año y temperaturas promedio de 27°C.

En nuestro país la incursión de masas de aire polar proveniente de la zona antártica que tiene como característica su clima , siendo frío, seco y ventoso, es conocida como helada

y está asociada a los frentes fríos en disipación y al repentino descenso de la temperatura ambiente a niveles inferiores al punto de congelación del agua y hace que el agua o el vapor que está en el aire se congele depositándose en forma de hielo en diversos tipos de cobertura de hielo sobre el suelo, producidas por la deposición directa del vapor de agua. Son generados por la invasión de masas de aire de origen del clima Antártico que se caracteriza por ser extremadamente frío, seco, ventoso y escaso de precipitaciones. Los temporales son sordos, sin truenos ni relámpagos y arrastran la nieve endurecida. También es el lugar más seco de la Tierra. Es un desierto helado. Nunca llueve debido a sus temperaturas tan frías. Aparte de la invasión de las masas de aire de origen del clima Antártico, ocasionalmente también se genera por un exceso de enfriamiento del suelo durante cielos claros y secos. Es un fenómeno que se presenta en la sierra peruana. Esta invasión de masas de aire frío que se generan en el continente antártico, son desplazadas por ayuda de centros de alta presión que con su dinámica del viento que tienen como característica, trasladan las masas de aire mencionadas e ingresan a nuestro territorio. Ahora, vemos que la época de heladas, son entre los meses de mayo a setiembre, la cual las masas de aire frío hacen su incursión, provocando el fenómeno meteorológico. La presencia de estas masas de aire antártico en nuestro territorio, muy a parte del descenso de temperatura bajo 0°C, vuelve la zona afectada sin precipitaciones, es decir, predomina el clima seco; a la par vientos fuertes característicos de un clima ventoso. Tan igual el comportamiento en el continente antártico de donde provienen las masas de aire frío.

Podemos decir que se presenta en las zonas alto andinas ubicadas por encima de los 3 mil 500 metros sobre el nivel del mar (y hay casos en que se registran por debajo de esa altura), donde la temperatura llega a los valores extremos tales como los que se dan en los distritos de Mazo Cruz, Capazo, Conduriri, Piozacoma y otros del lado sur de la Región Puno, donde se estima que el frío alcance hasta los 27 grados bajo cero.

El Departamento de Puno se ubica al sureste del Perú, en la meseta del Collao. En este Departamento se ubica el lago más alto del mundo: El Titicaca. Cuenta con unidades geográficas de la superficie departamental y está conformada por el altiplano, laderas, áreas intermedias y la cordillera. La selva, que representa el 25% de su territorio, es poco habitada y está escasamente integrada a la economía departamental. El clima de la región es frío y seco, al ubicarse a orillas del lago el clima es temperado por la influencia del lago. Las precipitaciones pluviales son anuales y duran generalmente entre los meses de diciembre a abril, aunque suelen variar en ciclos anuales, originando inundaciones y sequías. También se originan raras y esporádicas caídas de nieve y aguanieve, generalmente las precipitaciones son menores a 700 mm. La temperatura es muy digna, con marcadas diferencias entre los mes de junio y noviembre y con oscilaciones entre una temperatura promedio máxima de 21°C y una mínima de -22°C.

Dentro del departamento de Puno, se encuentra la provincia de Juliaca, la cual, en lo referente al clima, presenta una amplia oscilación entre el día y la noche; aunque predomina el frío, siendo éste más intenso en el invierno, principalmente en los meses de

junio y julio, alcanzando inferiores a 0°C. Con ésta última información, podemos ir relacionando los meses más fríos de Juliaca con respecto a la época de las heladas. En cuanto a su temperatura media, esta es entre 4 a 10°C, la temperatura máxima se mantiene uniforme a lo largo del año durante todos los meses con un promedio de 18,08 °C, no de la misma manera la temperatura mínima que tiene como un promedio de -7,5°C, durante el mes de julio. Juliaca, al estar localizada en medio del Antiplano, accidente geográfico de relieve llano en casi su totalidad, está expuesta a los vientos propios de la región, los mismos que pueden alcanzar una velocidad de 40km/h, teniendo similar características al clima antártico, según la temporada.

Las heladas meteorológicas (temperaturas iguales o inferiores a 0°C) vienen afectando de manera significativa la vida y la salud de las personas, así como sus viviendas y bienes consignados en ganadería y agricultura. Los daños por bajas temperaturas pueden producirse en todas las plantas, pero los mecanismos y la topología del daño varían considerablemente. Es por ello que conocer las fechas medias de primera y última helada, así como la duración del período con heladas y sus corrimientos a través del tiempo, es de fundamental importancia para la toma de decisiones para la prevención de riesgos y desastres.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿Cuál será el grado de correlación entre clima antártico con las heladas en las provincias de Juliaca y Puno entre los años 2006-2016?

## **1.2.2 Problemas específicos**

1.2.21 ¿Cuál será el grado de correlación entre clima antártico con heladas en las provincias de Juliaca y de Puno entre los años 2006-2016, en la variable clima frío?

1.2.2.2 ¿Cuál será el grado de correlación entre clima antártico con heladas en las provincias de Juliaca y de Puno entre los años 2006-2016, en la variable clima seco?

1.2.2.3 ¿Cuál será el grado de correlación entre clima antártico con heladas en las provincias de Juliaca y de Puno entre los años 2006-2016, en la variable clima ventoso?

## **1.3 Justificación e importancia del problema**

El presente trabajo de investigación va a determinar la relación existente entre el clima antártico y su efecto en las heladas en Departamento de Puno a lo largo del tiempo (del año 2006 al 2016) dichos hallazgos podrían considerarse de base para el diseño de políticas sanitarias para la prevención de afecciones en la salud y calidad de vida de los pobladores (muertes por neumonía, anemia, viviendas inhabitables, cultivos afectados, entre otros efectos adversos).

Es importante el estudio porque al mantener un periódico monitoreo sobre el desarrollo de las heladas, fortaleceríamos el sistema de información a la comunidad, logrando con ello, no solo prevenir a la población sobre los efectos del clima, sino que también, contribuiríamos operativamente en las acciones de búsqueda y rescate de la población más vulnerable (niños, ancianos, enfermos, personas con discapacidad, etc.) vinculando a la población con nuestra institución y por ende al Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD) y el Plan Nacional de Gestión del riesgo de Desastres (PLANAGERD).

El motivo clave para su desarrollo es para que los hallazgos obtenidos, puedan servir de base de trabajos complementarios de investigación, que habrán de mejorar la metodología aquí utilizada, contando entonces con datos más relevantes y precisos en beneficio de la población y del desarrollo de la especialidad de Meteorología FAP.

Tendremos en cuenta para su realización, la data estadística de la página web Tutiempo.net y la época que el fenómeno meteorológico helada afecta a la población de Juliaca, para determinar el grado de correlación y así tener información importante para el beneficio de la población y las autoridades involucradas en la ejecución de medidas sostenibles que permita la mejora de las actividades de respuesta en caso de emergencia y/o desastre.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Determinar el grado de relación entre el clima antártico y las heladas en las provincias de Juliaca y Puno entre los años 2006-2016.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

1.4.2.1 Determinar el grado de relación entre el clima antártico y las heladas en las provincias de Juliaca y Puno entre los años 2006-2016, en la variable clima frío.

1.4.2.2 Determinar el grado de relación entre el clima antártico y las heladas en las provincias de Juliaca y Puno entre los años 2006-2016, en la variable clima seco.

1.4.2.3 Determinar el grado de relación entre el clima antártico y las heladas en las provincias de Juliaca y Puno entre los años 2006-2016, en la variable clima ventoso.

## **1.5 Hipótesis**

### **1.5.1 Hipótesis general**

Existe un grado de correlación significativo entre el clima antártico y las heladas en las provincias de Juliaca y Puno entre los años 2006-2016.

### **1.5.2 Hipótesis específicas.**

1.5.2.1 Existe un grado de correlación significativo entre el clima antártico y las heladas en las provincias de Juliaca y Puno entre los años 2006-2016, en la variable clima frío.

1.5.2.2 Existe un grado de correlación significativo entre el clima antártico y las heladas en las provincias de Juliaca y Puno entre los años 2006-2016, en la variable clima seco.

1.5.2.3 Existe un grado de correlación significativo entre el clima antártico y las heladas en las provincias de Juliaca y Puno entre los años 2006-2016, en la variable clima ventoso.

## 1.6 Variables

VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	DATOS
<b>Clima antártico</b> Clima frío, seco y ventoso característico de las regiones polares.	Clima Frío	T: Temperatura Promedio $0^{\circ}\text{C} < T < 10^{\circ}\text{C}$	Termómetro	Corresponden a cifras del clima, publicadas en la Web <sup>(*)</sup>
	Clima Seco	PP: Precipitaciones Anuales $\text{PP} < 400 \text{ mm}$	Pluviómetro	
	Clima Ventoso	VMV: Veloc.Máx.Viento $\text{VMV} \geq 39 \text{ Km/h}$	Anemómetro	
<b>Heladas</b> Fenómeno meteorológico donde el descenso de temperatura es menor o igual a $0^{\circ}\text{C}$ .	Descenso de temperatura	Tm: Temperatura Mínima $\text{Tm} \leq 0^{\circ}\text{C}$	Termómetro	Corresponden a cifras del clima, publicadas en la Web <sup>(*)</sup>

(\*)Tu tiempo Network S.L. (2001), Información para mantener a la población al día sobre el tiempo diario. Basado en temperatura, precipitación y vientos. Recuperado de <http://www.tutiempo.net/clima/Juliaca/859340.htm>

## **CAPÍTULO II**

### **DEL MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes**

##### **2.1.1 Internacionales**

Jennifer Francis (2010) en su investigación denominado “Las Heladas en Estados Unidos y en Canadá: ¿Culpa del hombre?” evaluó que el objetivo principal está orientado al desplazamiento de la corriente en chorro que determina el clima en el norte de Europa y en América del Norte, podría estar cambiando. Lo cual se brinda la información a la población de los Estados Unidos a prepararse para temperaturas de menos 50 grados por resultado que el clima se quede “pegado” sobre algunas áreas por semanas, implicando más frío hacia el sur y temperaturas cálidas hacia el hemisferio norte.

El Servicio Meteorológico Nacional de México (2016) en su estudio denominado “Pronóstico de heladas en 20 estados de la república” evaluó que su objetivo está orientado a informar a la población que el sistema frío extenderá desde el noreste del Golfo de México hasta el sur de Veracruz, internándose sobre los estados del oriente y norte del país. En este sentido los estados que se les pronostica este evento meteorológico deben de tener en

cuenta el inicio de temperaturas mínimas menores a  $-5^{\circ}\text{C}$  con heladas en zonas montañosas de Sonora, Chihuahua y Durango.

El medio de comunicación “El Diario” de Bolivia (2014) en su estudio denominado “Helada afecta a tres departamentos de Bolivia” evaluó que su objetivo está orientado a informar a la población de La Paz, Potosí y Oruro que sufren afectaciones en sus viviendas y en el ganado característico de esta región producto de la intensa helada ocasionado por el frente frío. En tal sentido los departamentos afectados deben de tener presente que se encuentran en los días más fríos del periodo del invierno, las temperaturas son muy bajas, pero desde el mes de mayo varios municipios sufren heladas, que perjudican su cosecha y la crianza de ganado.

La Bolsa de Cereales de Buenos Aires (2016), en su estudio denominado “Perspectiva Agroclimática Estacional” evaluó que la finalidad de dar a conocer a la población que es probable que se presente un invierno con heladas intensas y frecuentes, que podría extender su acción hasta llega al sur de Bolivia y el sur de Paraguay, manteniendo este riesgo hasta mediados de la primavera. Por lo tanto la sociedad de Buenos Aires debe de estar preparada para este fenómeno meteorológico para prever y reducir las consecuencias.

### 2.1.2 Nacionales

Ariana Lira (2015) en su estudio denominado “Las consecuencias de las heladas en el Perú” evaluó que las provincias del departamento de Puno (Azángaro, Carabaya, Chucuito, El Collao, Lampa, Melgar, Moho, San Román, Sandía y Yunguyo), donde la temperatura puede llegar debajo de los  $-20^{\circ}\text{C}$ . Otras regiones fuertemente afectadas son Apurímac, Arequipa, Cusco, Junín y Tacna. Coincidentemente, las zonas que más sufren por las heladas muestran severos problemas en las condiciones de vida de su población. La pobreza es extrema y los niveles de desnutrición infantil y de analfabetismo son altos. En ese sentido las razones de que estas secuelas se repitan se encuentran en las deficientes políticas de salud (baja cobertura de vacunación, desnutrición crónica, altos índices de anemia) y en la falta de una infraestructura adecuada (acceso a vías de transporte, electricidad, agua y desagüe). Si estos problemas no son abordados de manera frontal e integral, seguiremos sufriendo siendo afectados por estas situaciones periódicamente.

Carlos Gómez (2010) en su investigación denominado “Las heladas en el Perú y en el mundo” evaluó que pretende contribuir al conocimiento de heladas y sus riesgos asociados a la población y actividad productivas, principalmente a la agricultura y ganadería, razón de ello, los cambios de tecnología, la variabilidad climática y las nuevas opciones de variedades de los cultivos implican un requerimiento mayor de información del clima por parte de los productores. La agricultura es una de las actividades más vulnerables a la variabilidad. Es este

sentido tenemos que la frecuencia de las heladas ocasiona tras año pérdidas económicas, cuya gravedad está relacionada con la intensidad y duración del evento meteorológico.

García (2016) en su estudio denominado “Heladas y Friaje en el Perú: Gobierno evalúa ampliar emergencia” evaluó el ampliar el estado de emergencia por las heladas y el Friaje con cobertura geográfica, es decir, atender más distritos con ayuda humanitaria como alimentos y kits veterinarios para el ganado. En conclusión en las localidades por encima de los 4.400 metros de la sierra sur del Perú, se espera una temperatura mínima promedio de 11 grados bajo cero esta semana.

Zanabria (2016) en su estudio denominado “Arequipa: 30 distritos soportan temperaturas de 18° bajo cero” evaluó que debe de informar a la población que 24.500 personas son afectadas por las temperaturas de hasta 18 grados bajo cero que soportan 30 distritos de la región Arequipa. En este sentido el titular del sector Salud, explicó que llevaron médicos desde Lima y Arequipa para atender a los enfermos y vacunar a los pobladores. También entregaron ropa de abrigo y frazadas.

La Presidencia del Consejo de Ministros (2016) en su estudio “Plan multisectorial ante heladas y Friaje 2017”, realizó una serie de intervenciones

en atención a las Heladas y Friaje en diversas zonas de nuestro país, de donde, a partir de información compilada y publicada por este organismo se pudo establecer que:

- En el 2013, mediante Decreto Supremo N° 064–2013-PCM, la Presidencia del Consejo de Ministros, como ente rector del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), aprobó el “Plan Multisectorial para la atención de Heladas y Friaje 2013”; cuyo objetivo fue articular esfuerzos multisectoriales para la preparación, repuesta y rehabilitación frente a la temporada de heladas y friaje, desarrollando estrategias de intervención del Gobierno Nacional, contando para ello con los propios presupuestos institucionales, no habiendo sido necesario la aprobación de trasferencias de partidas que sí se tuvo que hacer en el año 2012.

En ese sentido se articuló la ejecución de intervenciones en 175 localidades identificadas con nivel de riesgo alto y muy alto de ser afectadas por heladas (zonas altoandinas) y friaje (zonas de la selva).

Asimismo, en el marco de sus competencias, la PCM, a través de la Secretaría de Gestión del Riesgo de Desastres realizó el seguimiento y monitoreo de la articulación y ejecución de la intervenciones en seis (06) departamentos (Piura, La Libertad, Madre de Dios, Arequipa, Junín y Cusco) considerados en el Plan Multisectorial para la atención de Heladas y Friaje 2013, incluyendo las coordinaciones con los respectivos

Gobernadores y Tenientes Gobernadores, encargados de la verificación de la población beneficiaria, así como del llenado de las Fichas de Empadronamiento.

- En el 2014, mediante Resolución de Secretaría de Gestión del Riesgo de Desastres N° 001-2014-PCM/SGRD de fecha 02 de mayo y sus modificatorias<sup>1</sup>, se aprobó el “Plan Multisectorial ante Heladas y Frijaje 2014”, para el desarrollo de estrategias de intervención multisectorial del Gobierno Nacional en las zonas vulnerables, siendo su objetivo articular los esfuerzos de los Ministerios de la Mujer y Poblaciones Vulnerables, Ministerio de Salud, Ministerio de Agricultura y Riego, Ministerio de Educación, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Ministerio de Energía y Minas, la Oficina Nacional de Gobierno Interior del Ministerio del Interior y Ministerio de Economía y Finanzas; el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI, el Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI y el Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas.

El Plan Multisectorial ante Heladas y Frijaje 2014 incluyó la ejecución de intervenciones en zonas priorizadas, en un marco de 190 distritos, de los cuales 181 correspondieron a zonas expuestas a heladas en los Departamentos de Puno (74), Ayacucho (19), Cusco (16), Huancavelica (15), Junín (12), Huánuco (11), Arequipa (07), Apurímac (06), Cajamarca (06), Pasco (05), Ancash (04), La Libertad (02), Lima (02), Piura (01) y

Tacna (01), y 9 a zonas expuestas a friaje en los Departamentos de Loreto (04), Ucayali (03) y Amazonas (02).

- En el 2015, mediante Decreto Supremo N° 030–2015-PCM, la Presidencia del Consejo de Ministros se aprobó el “Plan Multisectorial ante Heladas y Friaje 2015”, para el desarrollo de estrategias de intervención multisectorial del Gobierno Nacional en las zonas vulnerables, siendo su objetivo articular los esfuerzos de los Ministerios de la Mujer y Poblaciones Vulnerables, Ministerio de Salud, Ministerio de Agricultura y Riego, Ministerio de Educación, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Ministerio de Energía y Minas, la Oficina Nacional de Gobierno Interior del Ministerio del Interior y Ministerio de Economía y Finanzas; el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI, el Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI.

El Plan Multisectorial ante Heladas y Friaje 2015 incluyó la ejecución de intervenciones en zonas priorizadas, en un marco de 225 distritos, de los cuales 193 correspondieron a zonas expuestas a heladas en los Departamentos de Puno (41), Ayacucho (10), Cusco (33), Huancavelica (28), Junín (12), Huánuco (14), Arequipa (18), Apurímac (06), Cajamarca (03), Pasco (06), Ancash (05), La Libertad (04), Lima (07), Piura (01) y

Tacna (06), y 32 en zonas expuestas a friaje en los Departamentos de Loreto (19), Ucayali (09), Amazonas (02) y Madre de Dios (02).

- En el año 2016, mediante Decreto Supremo N° 028–2016-PCM, se aprobó el “Plan Multisectorial ante Heladas y Friaje 2016”, para el desarrollo de estrategias de intervención multisectorial del Gobierno Nacional en las zonas vulnerables, siendo su objetivo articular los esfuerzos de los Ministerios de la Mujer y Poblaciones Vulnerables, Ministerio de Salud, Ministerio de Agricultura y Riego, Ministerio de Educación, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Ministerio de Energía y Minas, la Oficina Nacional de Gobierno Interior del Ministerio del Interior, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI y el Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI.

El Plan Multisectorial ante Heladas y Friaje 2016 incluyó la ejecución de intervenciones en zonas priorizadas, en un marco de 259 distritos, de los cuales 227 correspondieron a zonas expuestas a heladas en los Departamentos de Puno (49), Ayacucho (25), Cusco (37), Huancavelica (42), Junín (09), Huánuco (13), Arequipa (08), Apurímac (20), Cajamarca (05), Pasco (05), Ancash (04), La Libertad (02), Lima (06) y Tacna (02), y 32 en zonas expuestas a friaje en los Departamentos de Loreto (18), Ucayali (03), Amazonas (03), Madre de Dios (04) y San Martín (04).

- En el 2016-2017, como actividades previas, para la elaboración del Plan Multisectorial ante Heladas y Friaaje 2017, la Presidencia del Consejo de Ministros a través de la Secretaría de Gestión del Riesgo de Desastres, inició acciones de articulación y coordinaciones con los sectores intervinientes, a efectos de lograr la inclusión de actividades de reducción del riesgo así como de preparación ante las heladas y friaje, considerando las actividades establecidas en los presupuestos institucionales para el año fiscal 2017, a través del Programa Presupuestal Multisectorial 068, Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres, y los programas presupuestales sectoriales, así como en el caso del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, a través de su Programa Nacional Tambos y otros. Con la información proporcionada por SENAMHI, Ministerios de Salud, Vivienda, Construcción y Saneamiento, Educación, Agricultura y Riego (Agrorural) y el INEI, el CENEPRED elaboró los escenarios de riesgo ante heladas y friaje, teniendo en consideración como principales indicadores: rangos de temperatura, índice de daños de salud (tasa de mortalidad por neumonías y tasa de neumonías), desnutrición crónica infantil en niños menores de 5 años, indicador del material predominante de las viviendas, Porcentaje de Instituciones Educativas con escasa capacitación, Número de locales escolares sin acondicionamiento térmico, Número de locales escolares con infraestructura en riesgo ante heladas (para instalación de aulas

prefabricadas), pobreza extrema y analfabetismo, así como la dificultad de accesibilidad del Estado.

Del mismo modo se llevó a cabo coordinaciones con el INDECI y el Programa Nacional Tambos para que de manera articulada y coordinada incluyan actividades de simulación y distribución de Bienes de Ayuda Humanitaria, entre otros, con el objeto de fortalecer capacidades para la respuesta en caso de emergencias o desastres que puedan producirse en dicha temporada de heladas y friaje.

Finalmente, se incorpora al Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social (MIDIS) en el grupo de trabajo responsable de elaborar e implementar el Plan Multisectorial ante Heladas y Friaje 2017, acogiendo la propuesta de intervención articulada para la reducción de la vulnerabilidad de las poblaciones viviendo en pobreza y pobreza extrema frente al fenómeno de heladas.

El Plan Multisectorial ante Heladas y Friaje 2017, tiene el objetivo de reducir la vulnerabilidad de las personas frente a la exposición a los fenómenos de heladas y friaje por medio del accionar articulado del Estado y el diseño e implementación de estrategias del Gobierno Nacional de reducción del riesgo y de preparación, orientadas a intervenir en las zonas críticas para proteger la vida e integridad física de la población, así como sus medios de subsistencia. Considerando que gran parte de la población indígena y campesina se ubica en

zonas expuestas ante heladas y friaje en el país y son poblaciones especialmente vulnerables al depender, en muchos casos, de los recursos naturales para su subsistencia y autoconsumo, cualquier intervención para la reducción del riesgo y preparación ante la temporada de heladas y friaje en el marco del Plan Multisectorial debe realizarse incorporando el enfoque intercultural, de manera que genere un espacio de intercambio y diálogo, a partir reconocimiento y valoración de las creencias, costumbres, lenguas y modos de vida de las poblaciones que habitan en dichas zonas, incorporando herramientas comunicacionales u otros mensajes dirigidos a la población en riesgo que aseguren la mejor comprensión de sus contenidos, garantizando así su identidad cultural.

La Presidencia del Consejo de Ministros, a través de la Secretaría de Gestión del Riesgo de Desastres, articula la participación de diversos sectores en la entrega de bienes y ejecución de intervenciones, varias de ellas con un enfoque de sostenibilidad, en beneficio de las poblaciones que se encuentran en situación de alta vulnerabilidad, sea por su condición social (pobreza y pobreza extrema), por su edad (niños, niñas, adultos mayores, etc.) y sobre todo por su ubicación territorial que dificulta la presencia del Estado, existiendo además la alta probabilidad de que se produzcan emergencias o desastres originados por dichos fenómenos naturales recurrentes (heladas y friaje), produciendo daños tanto en la vida, salud como en sus medios de vida.

Entre los fenómenos meteorológicos recurrentes sobre bajas temperaturas, en el Perú tenemos las heladas (zonas alto andinas) y el friaje (selva), producidos por descensos bruscos de temperaturas que se presentan principalmente entre los meses de abril a setiembre de cada año.

El CENEPRED elaboró el “Escenario de Riesgo por Bajas Temperaturas” el cual se basa en: la caracterización de los fenómenos que actúan durante esta temporada así como las causas, su génesis, el tipo y el nivel de daños que se pueden presentar; la identificación de los principales ámbitos geográficos que requieren intervención; las medidas posibles a aplicar y los actores que deben intervenir en la toma de decisiones.

La elaboración de este escenario de riesgos, se inicia con la recopilación de información técnico científica (mapas temáticos) y registros de datos estadísticos y/o históricos de los impactos y daños ocasionados, proporcionados por el MINSA, MINEDU, MVCS, MINAGRI (Agrorural), SENAMHI, INEI e INDECI.

El análisis de esta información permite la caracterización de dichos fenómenos; asimismo este análisis dará como producto los ámbitos geográficos (representados a nivel distrital) expuestos ante la recurrencia de dichos fenómenos que, relacionados a los indicadores determinantes de la vulnerabilidad, se obtendrá finalmente el Escenario de Riesgo por Bajas Temperaturas.

Una vez identificado los niveles de susceptibilidad de los ámbitos expuestos a heladas y friaje, así como los niveles de exposición socioeconómica de la población a nivel distrital, se procede a la conjunción de ambos factores para el cálculo de la probabilidad del riesgo por distrito. Luego de haberse analizado la situación de riesgo de las zonas alto andinas y de la selva, por CENEPRED en conjunto con las entidades participantes en el Plan Multisectorial ante Heladas y Friaje 2017, se han priorizado 16 departamentos, que serán beneficiados con acciones de reducción del riesgo, así como de preparación en el marco del presente plan para el año 2017.

El análisis y evaluación de las áreas geográficas con temperaturas mínimas muy severas y los indicadores señalados en el Plan, permitió identificar los 193 distritos con zonas más críticas ante heladas en 13 departamentos de la zona altoandina de nuestro país.

## 2.2 Bases teóricas

### 2.2.1 Clima antártico

Según el Instituto de Antártico de Argentina (2010) se caracteriza por ser extremadamente frío, seco, ventoso y escaso de precipitaciones. En la práctica no existe el verano. La temperatura mínima registrada fue de  $-89.3^{\circ}\text{C}$  y la velocidad del viento de hasta  $320\text{km/h}$ . Los temporales son sordos, sin truenos ni relámpagos y arrastran la nieve endurecida.

#### a. Clima frío

Según Koppen (2016) el clima frío se caracteriza por el hecho que la temperatura media mensual no llega a los  $10^{\circ}\text{C}$  en ninguno de los meses del año. Veamos a continuación sus características:

Las precipitaciones suelen ser muy escasas en los casquetes polares y en la mayoría de la tundra, pero en esta hay lugares muy lluviosos como ocurre en la parte occidental de la tundra de Islandia. La humedad relativa del aire suele ser muy baja especialmente en los casquetes polares, lugar donde también puede haber fuertes vientos de tipo catabático.

En los polos las temperaturas son muy bajas en otros factores porque los rayos solares llegan muy inclinados respecto a la superficie terrestre, además del albedo de la nieve y el hielo es muy alto y gran parte de la energía solar incidente es reflejada y no calienta mucho la superficie.

**b. Clima seco**

Según Koppen (2014) es un tipo de clima que incluye todos aquellos terrenos con precipitaciones inferiores a 400 mm anuales. El clima seco se divide en el clima semiárido, cuando las precipitaciones son entre 400 y 250 mm y el clima árido si son inferiores a esta cifra, formando regiones desérticas o semidesérticas.

El clima seco desértico se desarrolla entre los 15° y el 55 ° de latitud, en el interior de las grandes masas continentales, alejado de la influencia de las masas de aire polar marítimo. También está afectado por las oscilaciones del frente polar, pero las masas de aire que domina, casi en exclusiva, son del tipo polar continental, frío y seco. En inviernos queda bajo el dominio de un potente anticiclón térmico, origen de las masas de aire polar continental, que actúa en verano. Las lluvias son esporádicas y se deben a la advección de aire polar marítimo ocasional, que puede tener lugar en verano. El verano es la época más lluviosa. Los inviernos son fríos y rigurosos, y los veranos pueden ser más calurosos. La amplitud térmica anual es muy acusada, y puede serlo también la diaria.

**c. Clima ventoso**

Clima que se caracteriza por tener fuertes corrientes de aire. Los vientos en este lugar corren libres y sin control, inclementes y poseedores de fuerzas desconocidas que llegan a generar fenómenos increíbles.

Temperaturas de  $-89.5^{\circ}\text{C}$  y vientos de 320 km/h han sido registrados en la Antártida que es considerada, probablemente, el continente más ventoso del planeta.

Ocurre que el aire denso se desliza desde el interior de los campos de hielo, las tierras mediterráneas, hacia las costas continentales; al llegar al borde de las costas congeladas estos vientos aceleran de una manera llamativa y levantan hielo endurecido creando tormentas enteras que son gigantes nubes de hielo.

### **2.2.2 Helada**

Muchos autores en diferentes estudios referentes al fenómeno meteorológico de la helada han llegado a la conclusión de que es la incursión de masas de aire polar de origen del clima Antártico que se caracteriza por ser extremadamente frío, seco, ventoso asociado a los frentes fríos en disipación y el repentino descenso de la temperatura ambiente a niveles inferiores al punto de congelación del agua y hace que el agua o el vapor que está en el aire se congele depositándose en forma de hielo en diversos tipos de cobertura de hielo sobre el suelo, producidas por la deposición directa del vapor de agua.

Según Carlos Gómez (2010) las heladas se clasifican:

#### **a. Por su génesis**

- 1) Heladas de advección de viento frío

Provocadas por la ocurrencia de vientos fuertes, constantes, con temperaturas muy bajas por muchas horas seguidas siendo los causantes de los daños a las plantas.

Se pueden presentar en cualquier hora del día, con independencia del estado del cielo. Tiene su origen en una invasión de aire frío, con una temperatura inferior al punto de congelación. Suelen afectar a amplias zonas y por sus características los métodos de lucha contra este tipo de helada acostumbran a ser eficaces.

Las heladas de advección se producen cuando el aire frío fluye en un área para reemplazar el aire más caliente que estaba presente antes del cambio meteorológico. Está asociada con condiciones de nubosidad, vientos de moderados a fuertes sin inversión de temperatura y baja humedad.

## 2) Heladas por radiación

Ocurre cuando hay enfriamiento intenso de la superficie, que pierde energía durante las noches con cielo despejado, sin viento y con dominio de un anticiclón estacionario de alta presión (masa polar de aire frío), con baja concentración de vapor de agua (seca).

Son acontecimientos usuales. Se caracterizan por un cielo despejado, en calma o con poco viento, inversión de temperatura, temperaturas del punto de rocío bajas y temperaturas del aire que

normalmente caen por debajo de  $0^{\circ}\text{C}$  durante la noche pero que están por encima de  $0^{\circ}\text{C}$  durante el día.

3) Heladas por evaporación

Se produce al evaporarse el agua depositada sobre las plantas, con el consiguiente enfriamiento al ser absorbido del aire el calor latente necesario para la evaporación. Si después de una precipitación desciende la humedad relativa del aire, lo que es frecuente después del paso de un frente frío, el agua que recubre los vegetales se evapora rápidamente. La intensidad de estas heladas depende de la cantidad de agua que se evapora, de la temperatura del aire y de la humedad relativa.

**b. Por la época que ocurren**

De acuerdo con la estación del año en que se presenta, se tiene tres clases de heladas:

1) Heladas primaverales

Este tipo de helada afecta principalmente a los cultivos de ciclo anual (como el maíz) cuando se encuentran en la etapa de brotación de ramas o con pocos días de crecimiento. Se presentan cuando en el ambiente se genera un descenso de temperatura.

2) Heladas otoñales

También llamadas heladas tempranas, son perjudiciales para los cultivos porque pueden interrumpir bruscamente el proceso de formación de botones de las flores y la maduración de frutos. A estas heladas se le atribuye la reducción de la producción agrícola de una región. Se forman por la llegada de las primeras masas de aire frío de origen polar sobre el país durante los meses de marzo y abril.

3) Heladas invernales

Se forman durante el invierno si la temperatura ambiente disminuye notablemente. Estas heladas afectan principalmente a los árboles perennes con frutos y especies forestales, especialmente cuando encuentran su periodo de reposo, lapso en el que las plantas disponen de mayores posibilidades de soportar bajas temperaturas.

**c. Por su aspecto visual**

Atendiendo a la apariencia de los cultivos expuestos a las bajas temperaturas del aire se tienen dos tipos de heladas: la blanca y la negra. El contenido de humedad en las masas de aire determina estos tipos de heladas.

1) Helada negra

Ocurre cuando una atmósfera tiene baja concentración de vapor de agua y una pérdida intensa de radiación, causando enfriamiento acentuado de la vegetación, llegando a la temperatura letal. En función de baja lectura de humedad de aire, no hay deposición de hielo por falta de agua. Este tipo de helada es el más severo, pues una baja humedad del aire permite la ocurrencia de temperaturas bastante menores.

2) Helada blanca

Ocurre cuando un intenso enfriamiento nocturno produce condensación de vapor de agua y su congelamiento sobre las plantas. En ese caso, una concentración de vapor de agua en la atmósfera adyacente a la superficie es más elevada que una helada negra. Cuando se tiene más humedad en el aire, primero ocurre una condensación con liberación de calor latente, hecho que ayuda a reducir la caída de la temperatura. Por lo tanto, una helada blanca es menos severa que una negra.

## 2.3 Definición de términos básicos

### **Anticiclón del Atlántico sur (AAS)**

Zona subtropical situada en el océano Atlántico meridional, en torno a las coordenadas de latitud 25°S y longitud 15°O, donde por lo general se encuentra una amplia zona de alta presión atmosférica o anticiclón.

### **Alta Humedad**

Alta concentración de vapor de agua que se encuentra presente en la atmósfera. Este vapor procede de la evaporación de los mares, océanos, de los ríos, los lagos, las plantas y otros seres vivos.

### **Alta presión**

Área de presión relativa máxima con vientos divergentes rotando en sentido opuesto a la rotación de la tierra. Se desplaza en sentido del reloj en el hemisferio norte y viceversa en el hemisferio sur. Conocido también como anticiclón, es lo opuesto a un área de baja presión o ciclón.

### **Antártida**

Continente en el cual se encuentra el Polo sur. Tiene una forma casi circular de 4500 km de diámetro de la que sobresale una angosta península en forma de ese, proyectada hacia el extremo austral de Sudamérica.

**Anticiclón del Pacífico sur (APS)**

Zona de alta presión, con circulación de vientos de sur a norte, que recogen la humedad existente y la llevan a la costa, donde se condensan en forma de nubes bajas y persistentes de mayo a octubre, con alto contenido de humedad atmosférica.

**Baja presión**

Área de presión relativa mínima con vientos convergentes. Se desplaza en sentido contrario a las manecillas del reloj en el hemisferio norte y viceversa en el hemisferio sur. Conocido también como ciclón, es lo opuesto a un área de alta presión o anticiclón.

**Baja tropósfera**

Capa de la atmósfera terrestre que está en contacto con la superficie de la tierra. En ella ocurren todos los fenómenos meteorológicos y concentra la mayor parte del oxígeno y del vapor de agua.

**Bajas temperaturas**

Propiedad adjetiva de un cuerpo, sin aportar una definición del sustantivo. Relacionado con el frío o la ausencia de una temperatura elevada.

**Clima antártico**

Vientos helados, fuertes que bajan desde la mitad de la Antártida hacia la costa.

**Clima frío**

Clima que se caracteriza por el hecho de que la temperatura media mensual no llega a los 10°C en ninguno de los meses del año.

**Clima seco**

Clima que incluye todos los terrenos con precipitaciones inferiores a 400 mm anuales.

**Clima ventoso**

Clima que se caracteriza por tener fuertes corrientes de aire.

**Cobertura de hielo**

Áreas extensas mesetas rocosas cubiertas por un manto de hielo, cuyos márgenes forman glaciares y ventisqueros, que desembocan, a través de canales o al mar.

**Congelación del agua**

Proceso en el cual la temperatura del agua llega a 0°C.

**Cordillera de los andes**

Cadena de montañas que ocupa la zona occidental de América del Sur que contornea la costa del océano Pacífico y parte del mar Caribe.

**Corriente de Humboldt**

Corriente oceánica fría que fluye en dirección norte a lo largo de la costa occidental de Sudamérica; también se la conoce como corriente peruana o del Perú.

**Cultivos tropicales**

Son los que se dan entre el trópico de Cáncer y el de Capricornio. Se consideran cuyas exigencias de temperaturas hacen que no resistan las heladas.

**Desnutrición crónica**

Proceso por el cual las reservas orgánicas que el cuerpo ha ido acumulando mediante la ingesta alimentaria se agotan debido a una carencia calórico-protéica. Retrasando el crecimiento de fetos, infantes, niños y adolescentes.

**Diversidad climática**

País que tiene climas variados: cálidos, templados, fríos, húmedos, áridos y semiáridos.

**Escala espacial**

Escala que provee una forma corta de presentar longitudes relativas, áreas, distancias y tamaños.

**Escala temporal**

Escala de tiempo geológico o tabla cronoestratigrafía internacional es el marco de referencia para representar los eventos de la historia de la Tierra y de la vida ordenados cronológicamente.

**Fenómeno del niño**

Fenómeno climático relacionado con el calentamiento del Pacífico oriental ecuatorial, el cual se manifiesta erráticamente cíclico.

**Fenómenos meteorológicos**

Fenómenos que ocurren en la atmósfera, vientos, nubes, precipitaciones y fenómenos eléctricos.

**Flujos zonales**

Corrientes de aire del oeste convencionalmente usado para describir un flujo a gran escala que no es ni ciclónico ni anticiclónico.

**Frente cálido**

Franja de masa de aire caliente, que el frente frío está curvando, choca contra una masa de aire fresco y da lugar a un frente cálido. Se mueven más lentamente que los fríos.

**Frente frío**

Franja de inestabilidad que ocurre cuando una masa de aire frío se acerca a una masa de aire caliente. El aire frío, siendo más denso, genera una cuña y se mete por debajo del aire cálido y menos denso.

**Friaje**

Fenómeno climático caracterizado por la caída repentina y brusca de la temperatura, acompañada de fuertes vientos a consecuencia de la penetración de masas de aire polar desde el Atlántico, a través de la cuenca de la Plata, cuando recibe el aire frío desde las regiones templadas de América del Sur.

**Heladas**

Fenómeno climático que consiste en un descenso de la temperatura ambiente a niveles inferiores al punto de congelación del agua y hace que el agua o el vapor que está en el aire se congele depositándose en forma de hielo en las superficies.

**Inundaciones**

Es la ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de esta, bien por desbordamiento de ríos ramblas por lluvias torrenciales o deshielo, o mares por subida de las mareas por encima del nivel habitual.

**Latitudes tropicales**

Áreas que se ubican entre los 10° y los 30° de latitud norte y de latitud sur.

**Latitudes ecuatoriales**

Áreas que se ubican entre el 0 ° y los 10° de latitud norte y de latitud sur.

**Masas de aire frío**

Masas que al descender a latitudes más templadas contactan con superficies calientes dando lugar a la inestabilidad y a un gradiente vertical de temperatura que a su vez da origen a nubosidad de tipo de desarrollo vertical, vientos y chubascos.

**Precipitación**

Es cualquier forma de hidrometeoro que cae de la atmósfera y llega a la superficie terrestre. Incluye lluvia, llovizna, nieve que son formas de condensación y no de precipitación.

**Sequías**

Déficit de lluvias durante un período de tiempo prolongado, una temporada, un año o varios años en relación con la media estadística multianual de la región en cuestión.

**Sistemas frontales**

Franja de separación entre dos masas de aire de diferentes temperaturas produciendo una actividad dinámica similar a una batalla con tormentas eléctricas, ráfagas de viento y aguaceros.

**Sistemas meteorológicos**

Sistemas que se determinan con las masas de aire que lo componen, es decir se necesitará conocer tanto la circulación hidrodinámica de la masa de aire y su comportamiento termodinámico.

**Temperatura promedio**

Promedio de lecturas de temperatura tomadas durante un período de tiempo determinado. Po lo general, es el promedio entre las temperaturas máximas y mínima.

**Variabilidad climática**

Promedios de temperatura, dirección y velocidad del viento, presión atmosférica, humedad y otros parámetros meteorológicos, calculados a lo largo de un período lo suficientemente largo.

**Zona de Convergencia del Atlántico Sur (ZCAS)**

Evento del verano austral en América del Sur con frecuencia que se extiende entre la cuenca de la Amazonas y el Atlántico Sur.

**Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT)**

Región del globo terrestre donde convergen los vientos alisios del hemisferio norte con los del hemisferio sur.

## **CAPÍTULO III**

### **DEL MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1 Metodología**

##### **3.1.1 Alcance**

El alcance de la investigación es descriptivo – correlacional

Según Hernández (2014), la investigación es descriptiva porque busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población y es correlacional porque tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables de una muestra o contexto en particular.

##### **3.1.2 Diseño de investigación**

El diseño de la investigación es No experimental, longitudinal.

Según Hernández (2014) la investigación es no experimental porque se trata de un estudio que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos y es longitudinal porque recaba datos en diferentes puntos del tiempo, para realizar inferencias acerca de la evolución del problema de la investigación o fenómeno, sus causas y efectos.

### **3.2 Población y muestra**

#### **Muestra**

Según Hernández (2014) la muestra es un subgrupo del universo o población del cual se recolectan los datos y que debe de ser representativo de ésta.

La muestra está conformada por las cifras que corresponden a mediciones realizadas diariamente, en los meses de junio a setiembre del 2006 al 2016, sobre el clima en Juliaca – Puno que han sido publicadas en la Web, período en el cual existe una alta probabilidad de ocurrencia del fenómeno meteorológico denominado helada.

### **3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Para el presente trabajo de investigación, los datos fueron recolectados de fuentes secundarias que han sido publicadas en la Web ([www.tutiempo.net/clima/Juliaca/](http://www.tutiempo.net/clima/Juliaca/)), sobre los registros de la Temperatura mínima, Temperatura Promedio, Precipitación y Velocidad Máxima del Viento en Juliaca-Puno.

### **3.4 Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Corresponden al diseño de una base de datos con series de tiempo del 2006 al 2016, la obtención de estadísticas descriptivas, así como la aplicación de métodos de la estadística inferencial como pruebas de hipótesis para la normalidad, análisis correlacional, análisis de regresión lineal y no lineal múltiple, y prueba de hipótesis para

la diferencia de medias entre los residuales obtenido por el modelo de regresión formulado.

## **CAPÍTULO IV**

### **DE LOS RESULTADOS**

#### **4.1 Validez y confiabilidad de los instrumentos**

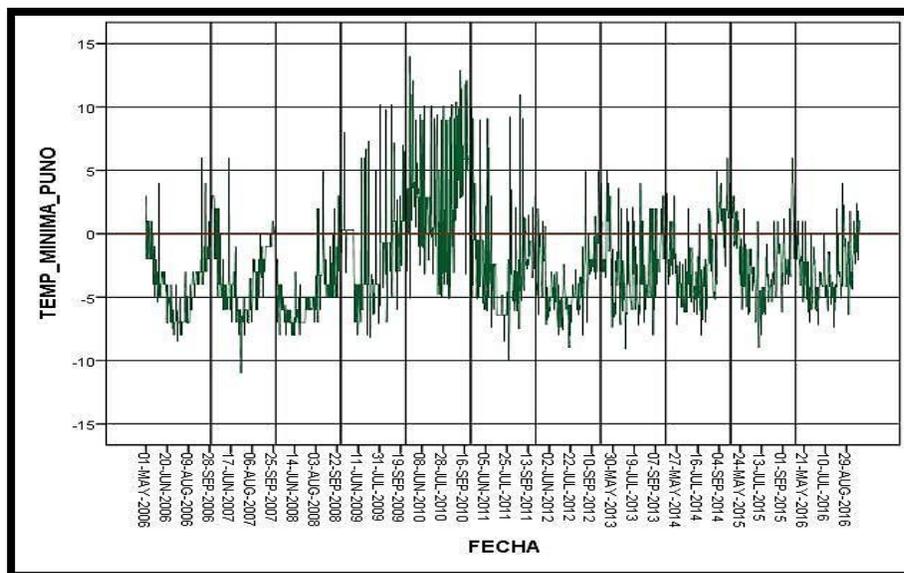
Dado que los datos provienen de una institución que realiza mediciones de diversos fenómenos meteorológicos publicados en la Web, se considera que fueron obtenidas con instrumentos calibrados y confiables, tales como el Termómetro para la temperatura, el Pluviómetro para las lluvias y el Anemómetro para la Velocidad Máxima del Viento, de donde los datos proporcionados también se consideran confiables. Sin embargo, por algún motivo desconocido tales mediciones del clima no se realizaron en su totalidad diariamente, generando datos faltantes en la base de datos, los cuales debieron ser estimados en un trabajo previo, empleando el promedio de las mediciones observadas en el mes y año al que correspondían.

#### **4.2 Presentación y análisis de resultados**

La base de datos estuvo compuesta de las observaciones diarias del mayo a Setiembre de 2006 a 2016, con un registro de 153 observaciones por año, haciendo un total de 1683 datos para cada una de las cuatro (4) variables en estudio. A partir de ellos se pudieron obtener los resultados que se presentan y analizan a continuación.

#### 4.2.1 Para la Temperatura Mínima de Juliaca - Puno

**Fig. 1: Temperatura Mínima Diaria en Juliaca–Puno, Período: May/2006 – Sep/2016**



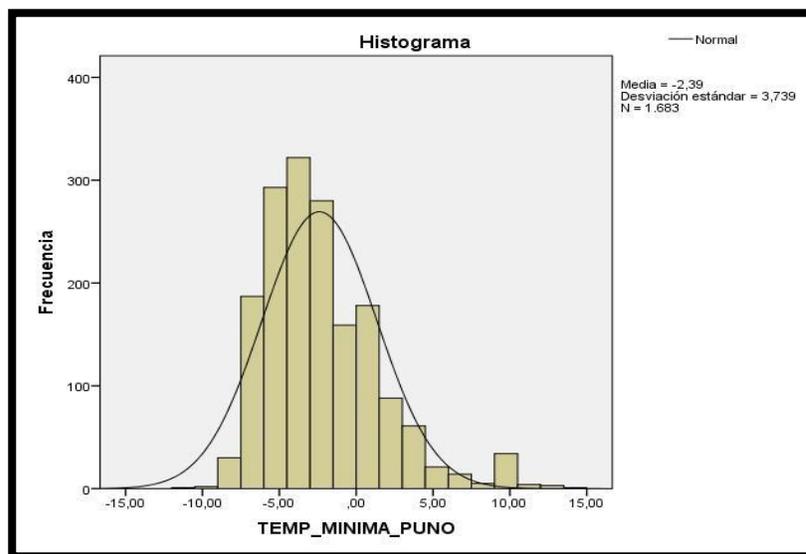
En la figura N°1, nos permite observar que durante el período de estudio, la Temperatura Mínima diaria en su mayor parte se ubicó por debajo de 0 °C.

**Tabla 1: Estadísticas Descriptivas para la Temperatura Mínima Diaria en Juliaca–Puno, Período: May/2006 – Sep/2016**

		Estadístico	Error estándar
TEMP_MINIMA_PUNO	Media	-2,39	,09
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior: -2,57 Límite superior: -2,21	
	Media recortada al 5%	-2,68	
	Mediana	-3,00	
	Varianza	13,98	
	Desviación estándar	3,74	
	Mínimo	-11,00	
	Máximo	14,00	
	Rango	25,00	
	Rango intercuartil	4,50	
	Asimetría	1,16	,06
	Curtosis	1,73	,12

La Tabla N°1 podemos advertir que durante el período de observación, que la Temperatura Mínima alcanzó un valor Promedio de  $-2.39\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; el 50% éstas registró un valor de  $-3.00\text{ }^{\circ}\text{C}$  o menos; una desviación estándar de  $3.74\text{ }^{\circ}\text{C}$  que indicaba una fuerte variabilidad entre estas temperaturas; registró un valor mínimo de  $-11.00\text{ }^{\circ}\text{C}$  y uno máximo de  $14.00\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; y, bajo condiciones meteorológicas similares puede estimarse que el 95% de tales temperaturas tomaran valores entre  $-2.57\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $-2.21\text{ }^{\circ}\text{C}$  o presencia de helada.

**Fig. 2: Histograma de la Temperatura Mínima Diaria en Juliaca – Puno, Período: May/2006 – Sep/2016**



De la Tabla 1 y Fig. 2, se puede establecer que, durante el período de observación, el Coeficiente de Asimetría fue de 1.16 indicando que la distribución tenía un sesgo positivo, esto es, presentó un sesgo a la derecha, mientras que su Coeficiente de

Curtosis de 1.73 nos indica que tal distribución era más apuntada que una Distribución Normal.

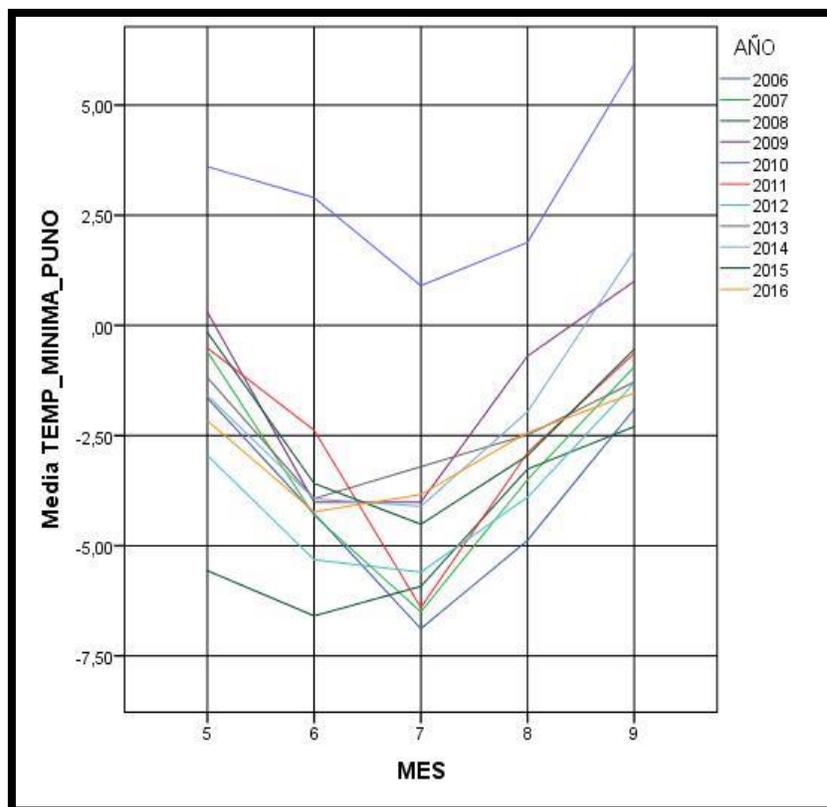
**Tabla 2: Estadísticos Descriptivos de la Temperatura Mínima Mensual en Juliaca -Puno, Período: May/2006 – Sep/2016**

TEMP MINIMA PUNO								
AÑO	MES	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Asimetría	Curtosis
2006	5	-1,65	-2,00	-5,40	3,00	2,15	,10	-,70
	6	-4,27	-4,00	-7,00	4,00	1,95	2,47	10,88
	7	-6,88	-7,00	-8,50	-4,00	,84	1,45	4,48
	8	-4,88	-4,90	-7,00	-3,00	1,57	-,20	-1,49
	9	-1,90	-2,50	-4,00	6,00	2,20	2,33	6,17
	Total	-3,93	-4,00	-8,50	6,00	2,66	,81	1,05
2007	5	-,60	,00	-6,00	3,00	3,21	-,23	-1,68
	6	-4,32	-4,50	-7,00	6,00	2,33	3,14	13,44
	7	-6,50	-6,50	-11,00	-4,00	1,16	-1,70	7,19
	8	-3,50	-3,00	-7,00	,00	1,66	-,37	-,26
	9	-,94	-1,00	-5,00	1,00	1,24	-1,21	2,89
	Total	-3,18	-3,80	-11,00	6,00	3,01	,50	-,19
2008	5	-5,57	-6,00	-8,00	-2,00	1,50	,65	,35
	6	-6,59	-7,00	-8,00	-3,00	1,15	1,40	2,56
	7	-5,92	-5,90	-7,00	-5,00	,85	-,18	-1,62
	8	-3,26	-3,30	-7,00	5,00	2,61	1,41	2,60
	9	-2,30	-2,65	-5,00	3,00	2,65	,79	-,46
	Total	-4,73	-5,00	-8,00	5,00	2,50	1,46	2,37
2009	5	,30	,30	-3,10	8,00	1,64	3,22	17,68
	6	-4,01	-4,00	-8,00	6,70	3,70	2,18	4,32
	7	-4,01	-4,00	-8,20	7,30	3,07	2,36	7,66
	8	-,69	-,70	-7,00	10,20	4,04	1,67	3,38
	9	1,00	1,00	-6,00	7,20	2,97	,22	,69
	Total	-1,48	-,70	-8,20	10,20	3,80	,79	,87
2010	5	3,60	3,60	-5,10	14,00	4,45	,58	,20
	6	2,90	2,90	-3,20	10,10	4,22	,60	-,78
	7	,90	,50	-5,00	10,10	4,71	,79	-,44
	8	1,88	1,10	-5,10	10,40	5,23	,43	-1,24
	9	5,93	5,90	-3,20	12,90	3,70	-,10	,40
	Total	3,03	2,80	-5,10	14,00	4,75	,26	-,85
2011	5	-,51	-,50	-5,50	10,00	4,31	1,07	,69
	6	-2,38	-2,40	-7,40	9,10	3,68	1,62	3,02
	7	-6,40	-6,40	-10,00	-2,00	1,22	,72	7,24
	8	-2,89	-4,10	-7,50	11,00	4,13	2,30	5,37
	9	-,63	-,65	-4,50	9,10	2,64	1,74	5,24
	Total	-2,58	-3,00	-10,00	11,00	3,98	1,34	2,02

2012	5	-2,95	-3,90	-7,20	2,00	2,45	,32	-,78
	6	-5,32	-5,25	-8,00	-3,00	1,44	,09	-,96
	7	-5,60	-5,00	-9,00	-2,40	1,44	-,42	,21
	8	-3,90	-4,00	-8,00	5,00	2,66	1,60	3,79
	9	-1,31	-2,00	-4,00	5,00	2,24	1,40	1,50
	Total	-3,82	-4,00	-9,00	5,00	2,61	,94	1,21
2013	5	-1,19	-2,00	-7,40	5,00	3,09	,24	-,23
	6	-3,93	-4,05	-9,10	3,60	3,01	,74	,38
	7	-3,21	-4,00	-7,20	2,10	2,83	,60	-,85
	8	-2,48	-3,00	-7,00	4,00	2,73	,63	-,42
	9	-1,29	-1,65	-8,00	3,00	2,68	-,36	,03
	Total	-2,42	-2,80	-9,10	5,00	3,03	,30	-,58
2014	5	-1,59	-2,00	-7,20	3,20	2,26	,31	,59
	6	-3,93	-3,90	-6,20	2,00	1,82	1,18	2,40
	7	-4,11	-4,10	-8,00	,80	2,01	,61	,61
	8	-1,96	-2,20	-7,00	5,00	2,96	,52	-,26
	9	1,69	1,80	-2,60	6,00	1,72	-,07	1,14
	Total	-1,99	-2,50	-8,00	6,00	3,02	,39	-,68
2015	5	-,16	,20	-6,00	3,00	2,32	-,65	-,11
	6	-3,59	-3,90	-7,00	2,00	1,93	,69	1,04
	7	-4,51	-4,50	-9,00	1,00	2,12	,31	,85
	8	-2,95	-3,20	-6,20	1,00	1,87	,45	-,53
	9	-,54	-1,40	-4,10	6,00	2,80	,67	-,49
	Total	-2,35	-3,00	-9,00	6,00	2,79	,44	-,14
2016	5	-2,16	-2,20	-5,40	1,00	1,88	,09	-,58
	6	-4,23	-4,20	-7,20	,00	1,73	,48	,05
	7	-3,84	-4,10	-7,40	,00	1,60	,74	1,28
	8	-2,43	-3,20	-6,10	4,00	2,53	,92	,13
	9	-1,54	-1,50	-6,40	2,40	2,42	-,28	-,78
	Total	-2,84	-3,20	-7,40	4,00	2,28	,54	-,22
Total	5	-1,13	-1,20	-8,00	14,00	3,52	,88	1,86
	6	-3,61	-4,00	-9,10	10,10	3,46	1,88	4,18
	7	-4,55	-5,00	-11,00	10,10	3,07	2,13	6,44
	8	-2,46	-3,10	-8,00	11,00	3,51	1,70	3,59
	9	-,17	-1,00	-8,00	12,90	3,37	1,03	1,61
	Total	-2,39	-3,00	-11,00	14,00	3,74	1,16	1,73

La tabla N°2 permite apreciar temperatura Mínima Promedio Mensual, Temperatura Mínima Mediana Mensual, Mínima Temperatura Mínima Mensual y la Máxima Temperatura Mínima Mensual en Juliaca–Puno, Período: May/2006 – Sep/2016.

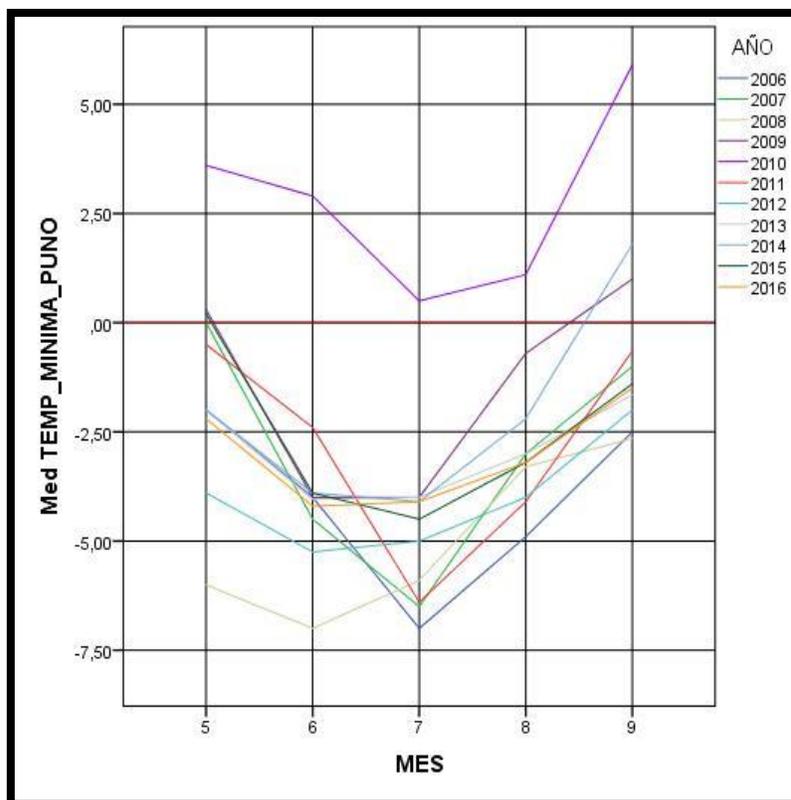
**Fig. 3: Temperatura Mínima Promedio Mensual en Juliaca–Puno, Período: May/2006 – Sep/2016**



De la Tabla 2 y Fig. 3, podemos afirmar que, durante el período de observación, las Temperaturas Mínimas Promedio Mensuales tomaron valores de 0 °C o menos, con excepción del año 2010 en el que de mayo a setiembre registraron un valor por encima de 0 °C.

**Fig. 4: Temperatura Mínima Mediana Mensual en Juliaca–Puno, Período: May/2006 –**

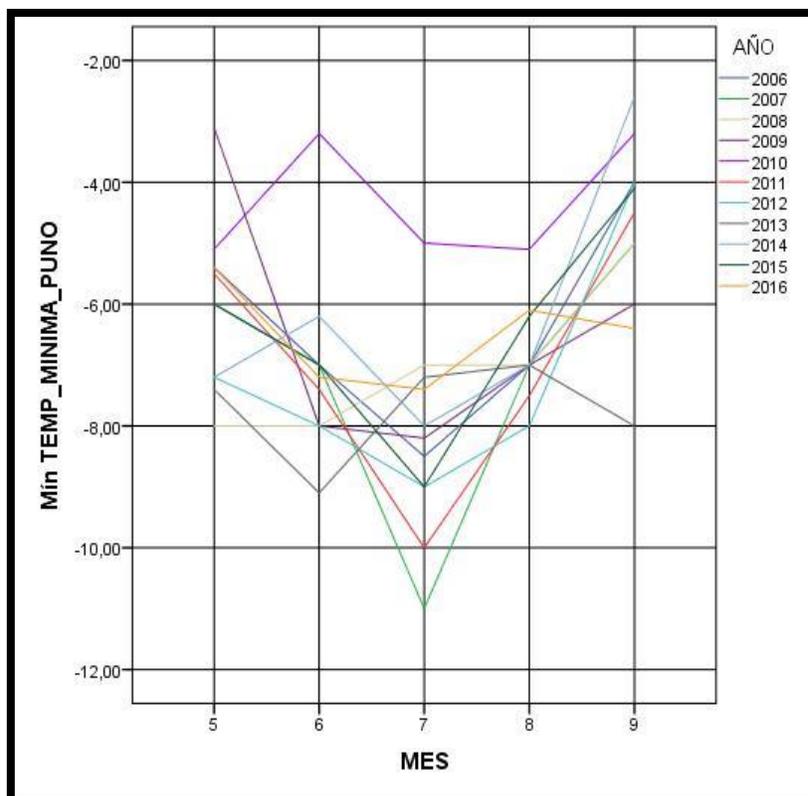
**Sep/2016**



De la Tabla 2 y Fig. 4, se puede establecer que, durante el período de observación, el 50% de las Temperaturas Mínimas Mensuales tomaron valores de 0 °C o menos en casi todos los años, con excepción del año 2010 en el que de mayo a setiembre se registraron todos los registros por encima de 0 °C.

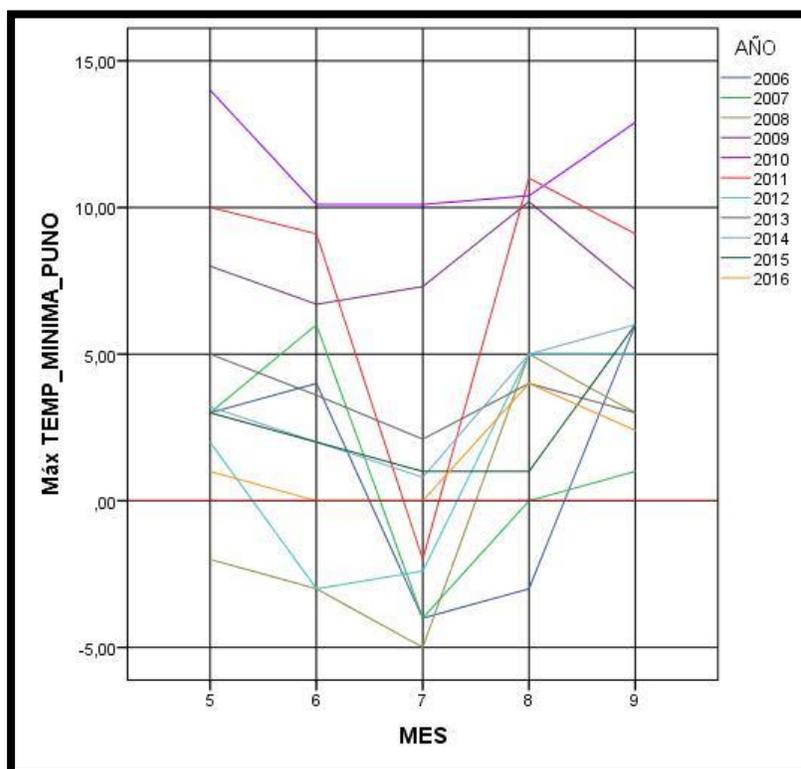
**Fig. 5: Mínima Temperatura Mínima Mensual en Juliaca–Puno, Período: May/2006 –**

**Sep/2016**



De la Tabla 2 y Fig. 5, se puede establecer que, durante el período de observación, la Mínima de las Temperaturas Mínimas Mensuales también tomaron todas valores de 0 °C o menos, esto es, presencia de helada.

**Fig. 6: Máxima Temperatura Mínima Mensual en Juliaca–Puno, Período: May/2006 – Sep/2016**



De la Tabla 2 y Fig. 6, se puede establecer que, durante el período de observación, la Máxima de las Temperaturas Mínimas Mensuales tomaron todos valores por encima de 0 °C durante los años 2009, 2010, 2013, 2014 y 2015 durante todos los meses de mayo a setiembre respectivamente. Asimismo, se observó que durante el año 2010 la Máxima de las Temperaturas Mínimas tomaron valores de 10.10 °C a 14.00 °C.

**Tabla 3: Promedio y Mediana de la Temperatura Mínima Anual en Juliaca – Puno,**

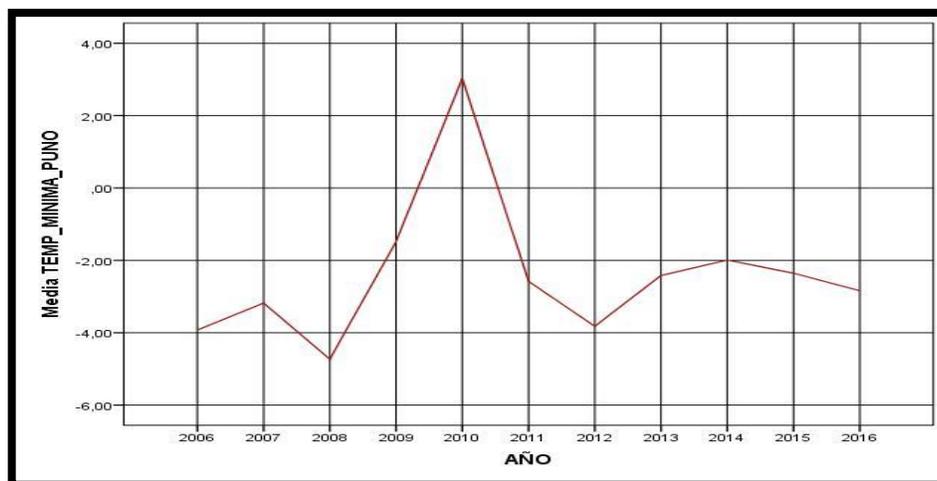
**Período: May/2006 – Sep/2016**

TEMP MINIMA PUNO		
AÑO	Media	Mediana
2006	-3,93	-4,00
2007	-3,18	-3,80
2008	-4,73	-5,00
2009	-1,48	-,70
2010	3,03	2,80
2011	-2,58	-3,00
2012	-3,82	-4,00
2013	-2,42	-2,80
2014	-1,99	-2,50
2015	-2,35	-3,00
2016	-2,84	-3,20
Total	-2,39	-3,00

En la tabla N°3, evidencia el período de observación, las Temperaturas Mínimas Promedios Anuales en Juliaca – Puno, en el período: May/2006 – Sep/2016.

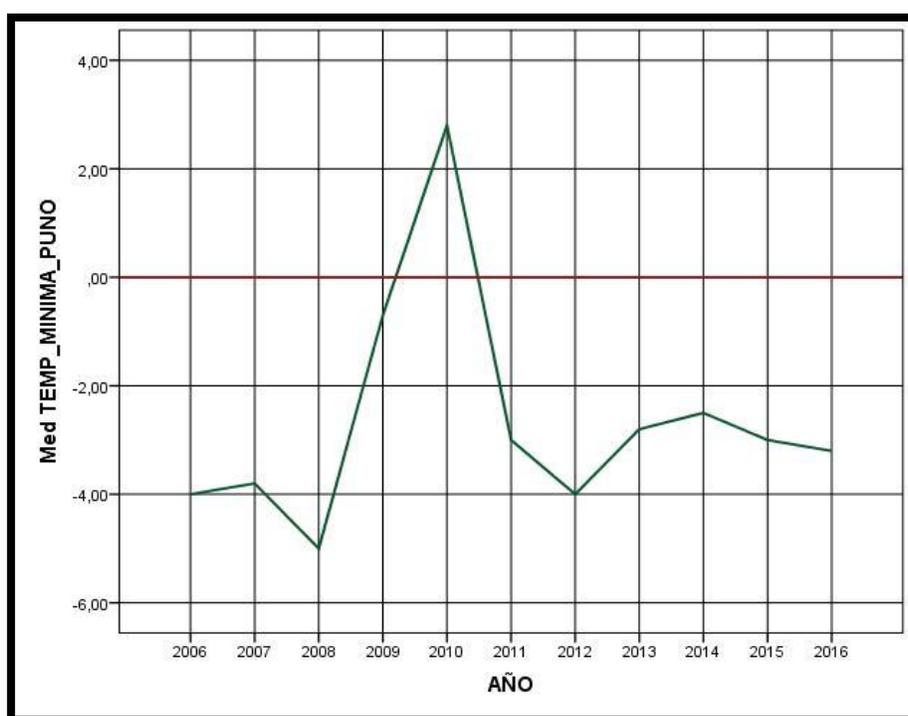
**Fig. 7: Temperatura Mínima Promedio Anual en Juliaca–Puno, Período: May/2006 –**

**Sep/2016**



De la Tabla 3 y Fig. 7, se puede establecer que, durante el período de observación, las Temperaturas Mínimas Promedios Anuales tomaron todas valores por debajo de 0 °C, con excepción del año 2010 en el que se observó que el promedio anual, de los meses de mayo a setiembre, alcanzó un valor de 3.03 °C.

**Fig. 8: Temperatura Mínima Mediana Anual en Juliaca–Puno, Período: May/2006 – Sep/2016**



De la Tabla 3 y Fig. 8, se puede establecer que, durante el período de observación, el 50% o más de las Temperaturas Mínimas Promedios Anuales tomaron todas valores por debajo de 0 °C, con excepción del año 2010 en el que se observó que el 50%, de los meses de mayo a setiembre, alcanzó un valor de 2.80 °C o más.

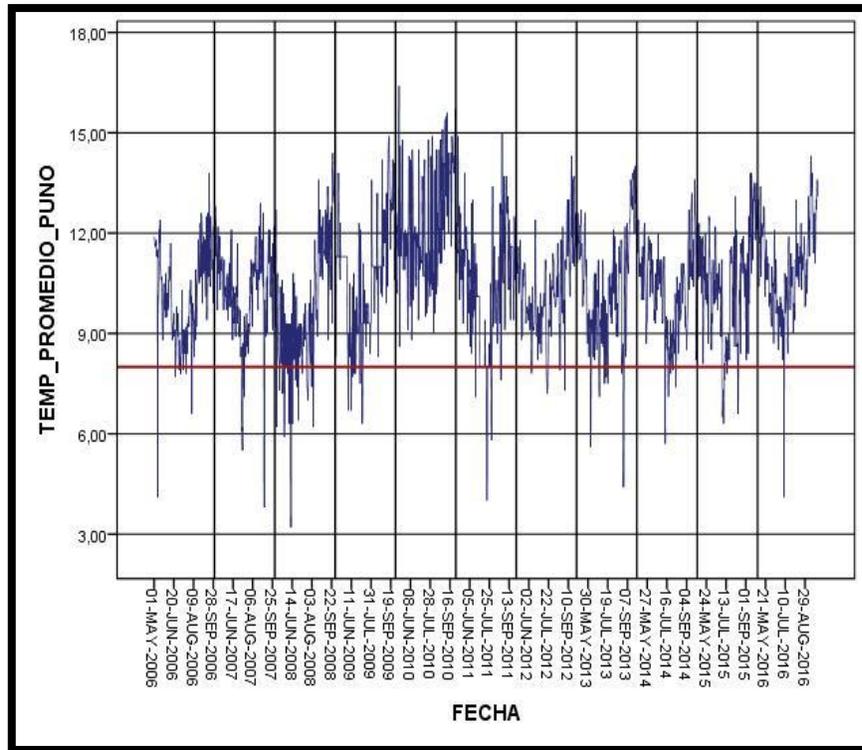
#### 4.2.2 Para la Temperatura Promedio de Juliaca - Puno

**Tabla 4: Estadísticas Descriptivas para la Temperatura Promedio Diaria en Juliaca–  
Puno, Período: May/2006 – Sep/2016**

		Estadístico	Error estándar
TEMP_PROMEDIO_PUNO	Media	10,52	,04125
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	10,44
		Límite superior	10,60
	Media recortada al 5%	10,52	
	Mediana	10,60	
	Varianza	2,86	
	Desviación estándar	1,69	
	Mínimo	3,20	
	Máximo	16,40	
	Rango	13,20	
	Rango intercuartil	2,20	
	Asimetría	-,04	,060
	Curtosis	,70	,119

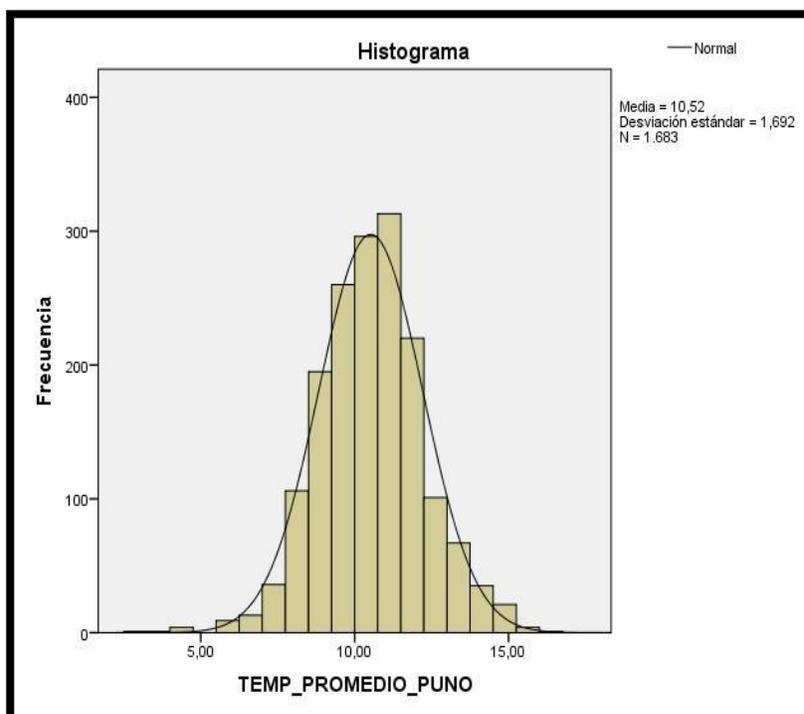
De la Tabla 4, podemos advertir que durante el período de observación, la Temperatura Promedio alcanzó un valor Promedio de 10.52 °C; el 50% éstas registraron un valor de 10.60 °C o menos; una desviación estándar de 1.69 °C que indica una variabilidad moderada entre estas temperaturas; tomó un valor mínimo de 3.20 °C y uno máximo de 16.40 °C; y, bajo condiciones meteorológicas similares puede estimarse que el 95% de tales registros tomarán valores entre 10.44 °C y 10.60 °C.

**Fig. 9: Temperatura Promedio Diaria en Juliaca–Puno, Período: May/2006 – Sep/2016**



De la Tabla 4 y Fig. 9, logramos observar que durante el período de estudio, la Temperatura Promedio diaria en su mayor se ubicó por encima de 8.00 °C.

**Fig. 10: Histograma de la Temperatura Promedio Diaria en Juliaca – Puno, Período:  
May/2006 – Sep/2016**



De la Tabla 4 y Fig. 10, se puede establecer que, durante el período de observación, el Coeficiente de Asimetría fue de -0.04 indicando que la distribución era aproximadamente simétrica, esto es, tenía sesgo a la derecha, mientras que su Coeficiente de Curtosis de 0.70 nos indica que tal distribución es ligeramente más apuntada que la Distribución Normal.

**Tabla 5: Estadísticos Descriptivos de la Temperatura Promedio Mensual en Juliaca  
Puno, Período May/2006 – Sep/2016**

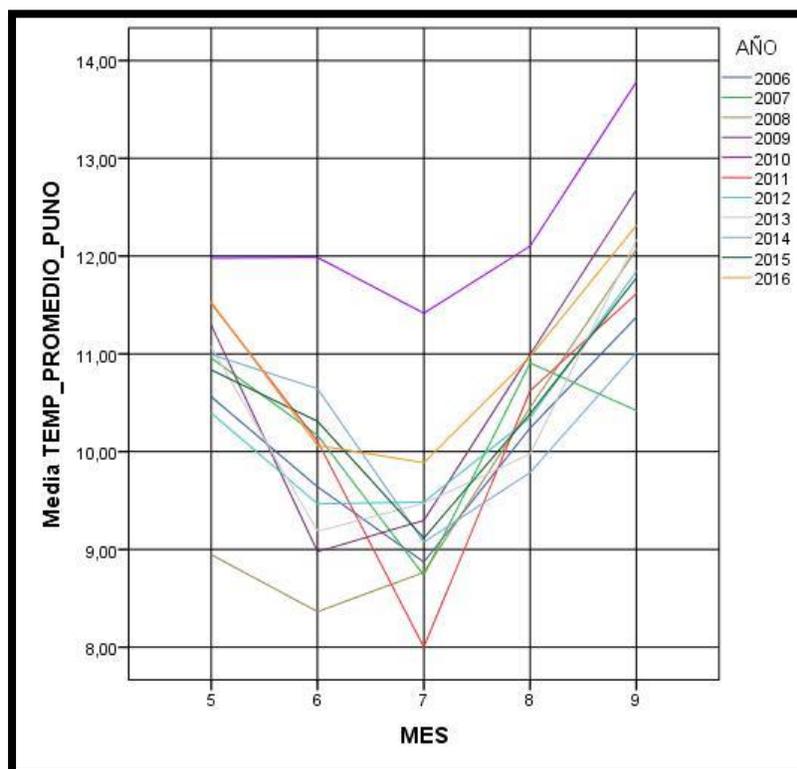
TEMP PROMEDIO PUNO								
AÑO	MES	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Asimetría	Curtosis
2006	5	10,56	10,70	4,10	12,40	1,53	-2,57	10,02
	6	9,64	9,55	7,70	11,70	,87	,22	,19
	7	8,87	8,80	7,80	10,30	,72	,36	-,38
	8	10,24	10,30	6,60	12,60	1,30	-,41	,81
	9	11,38	11,20	9,40	13,80	,95	,25	,26
	Total	10,13	10,20	4,10	13,80	1,39	-,41	1,39
2007	5	10,96	11,10	9,70	12,80	,85	,29	-,67
	6	10,17	10,10	8,80	12,10	,82	,61	,21
	7	8,74	8,90	5,50	10,70	1,13	-1,43	2,32
	8	10,91	10,90	9,20	12,90	,86	,37	,63
	9	10,42	10,60	3,80	12,60	1,61	-2,40	9,27
	Total	10,24	10,30	3,80	12,90	1,35	-1,18	3,83
2008	5	8,95	9,10	5,90	12,70	1,42	,16	,74
	6	8,36	8,85	3,20	10,80	1,62	-1,16	2,09
	7	8,76	8,70	7,00	10,60	,87	-,22	-,28
	8	10,45	10,70	6,20	13,60	1,64	-,41	,28
	9	12,07	11,85	8,80	14,40	1,30	-,47	,51
	Total	9,71	9,30	3,20	14,40	1,94	,10	,14
2009	5	11,29	11,30	8,30	13,80	,75	-,89	12,51
	6	8,98	9,00	6,70	12,30	1,15	,49	1,75
	7	9,30	9,30	6,30	12,10	1,02	-,22	3,33
	8	10,99	11,00	8,30	14,20	1,10	,86	3,45
	9	12,68	12,70	9,90	14,90	1,25	-,38	,06
	Total	10,65	11,00	6,30	14,90	1,72	,12	-,13
2010	5	11,98	12,00	8,60	16,40	1,53	,88	1,90
	6	11,99	12,00	8,80	14,50	1,55	-,31	-,29
	7	11,42	11,20	9,50	14,80	1,38	1,08	,66
	8	12,10	12,10	9,00	15,10	1,76	,29	-1,06
	9	13,78	13,80	11,50	15,70	1,18	-,29	-,49
	Total	12,25	12,00	8,60	16,40	1,68	,22	-,67
2011	5	11,52	11,50	9,00	14,90	1,18	,39	1,96
	6	10,11	10,10	7,10	13,00	1,18	,32	1,98
	7	8,00	8,00	4,00	10,50	1,02	-1,85	9,04
	8	10,62	10,40	7,60	15,00	1,54	,79	1,16
	9	11,62	11,60	9,10	13,70	1,20	-,33	-,13
	Total	10,37	10,40	4,00	15,00	1,80	-,18	,27

TEMP PROMEDIO PUNO								
AÑO	MES	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Asimetría	Curtosis
2012	5	10,39	10,70	8,80	11,80	,77	-,37	-,64
	6	9,47	9,25	7,80	12,40	,84	1,26	4,27
	7	9,48	9,80	7,20	11,20	1,08	-,65	-,27
	8	10,35	10,20	7,90	12,20	,94	-,20	,26
	9	11,84	11,80	7,30	14,30	1,36	-,99	3,11
	Total	10,30	10,20	7,20	14,30	1,32	,32	,45
2013	5	11,07	11,20	8,70	12,70	1,12	-,54	-,52
	6	9,19	9,40	5,60	11,20	1,21	-,90	1,42
	7	9,47	9,60	7,50	11,20	,98	-,60	-,11
	8	9,98	10,20	4,40	12,10	1,73	-1,35	2,37
	9	12,16	12,40	8,30	14,00	1,47	-1,28	1,35
	Total	10,37	10,30	4,40	14,00	1,71	-,26	,30
2014	5	10,99	11,10	8,70	12,70	,97	-,47	-,14
	6	10,64	10,75	9,30	12,00	,70	-,03	-,55
	7	9,07	9,00	5,70	11,30	1,26	-,30	,41
	8	9,79	9,90	7,40	11,10	,96	-,57	-,43
	9	11,01	11,25	8,20	13,60	1,49	-,21	-,97
	Total	10,30	10,40	5,70	13,60	1,34	-,29	,22
2015	5	10,84	10,80	8,10	12,50	1,11	-,73	,03
	6	10,31	10,25	8,50	12,20	,81	,08	,19
	7	9,12	8,90	6,30	11,60	1,57	,15	-1,04
	8	10,39	10,60	6,60	13,10	1,55	-,65	-,03
	9	11,78	12,10	8,20	13,80	1,67	-,78	-,39
	Total	10,48	10,60	6,30	13,80	1,61	-,26	-,28
2016	5	11,53	11,70	9,80	13,40	,93	,02	-,83
	6	10,06	9,95	8,50	12,10	,88	,37	-,16
	7	9,89	10,00	4,10	11,90	1,39	-2,40	9,48
	8	10,97	11,10	9,40	13,00	,80	,08	,36
	9	12,31	12,35	10,20	14,30	1,04	-,15	-,84
	Total	10,95	11,00	4,10	14,30	1,36	-,59	3,23
Total	5	10,92	11,10	4,10	16,40	1,35	-,57	3,20
	6	9,90	9,85	3,20	14,50	1,42	-,04	2,33
	7	9,28	9,30	4,00	14,80	1,40	,19	2,04
	8	10,62	10,70	4,40	15,10	1,45	-,03	1,88
	9	11,91	11,90	3,80	15,70	1,56	-,60	1,75
	Total	10,52	10,60	3,20	16,40	1,69	-,04	,70

En la tabla N° 5 permite apreciar los datos Estadísticos Descriptivos de la Temperatura Promedio Mensual en Juliaca Puno, Período May/2006 – Sep/2016.

**Fig. 11: Promedio de la Temperatura Promedio Mensual en Juliaca–Puno, Período:**

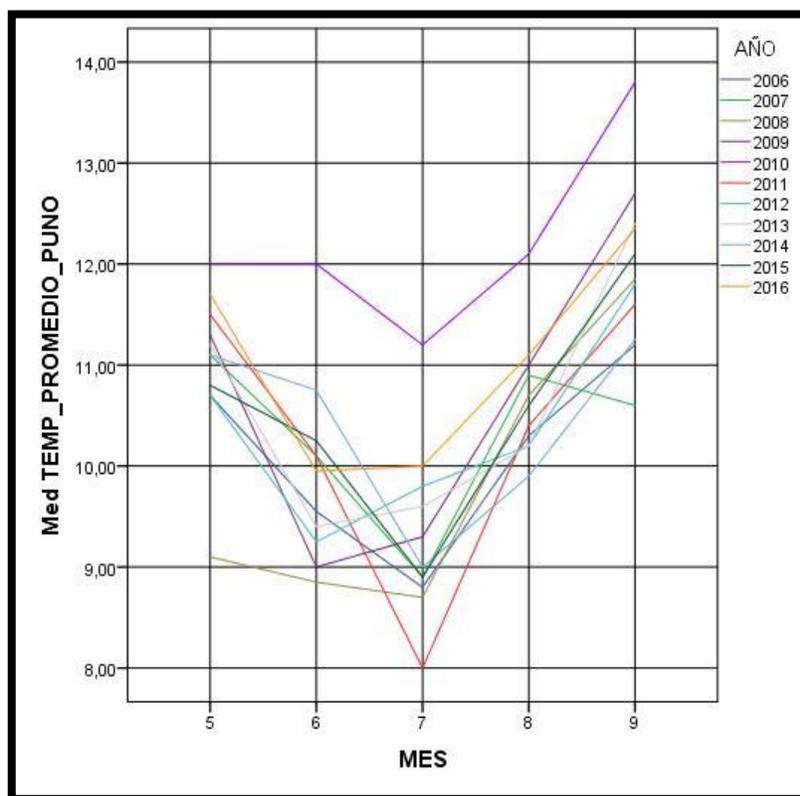
**May/2006 – Sep/2016**



De la Tabla 5 y Fig. 11, podemos afirmar que, durante el período de observación, los Promedios de las Temperaturas Promedio Mensuales tomaron valores de 8.00 °C o más, registrándose específicamente en el año 2010 de mayo a setiembre valores por encima de 11.42 °C.

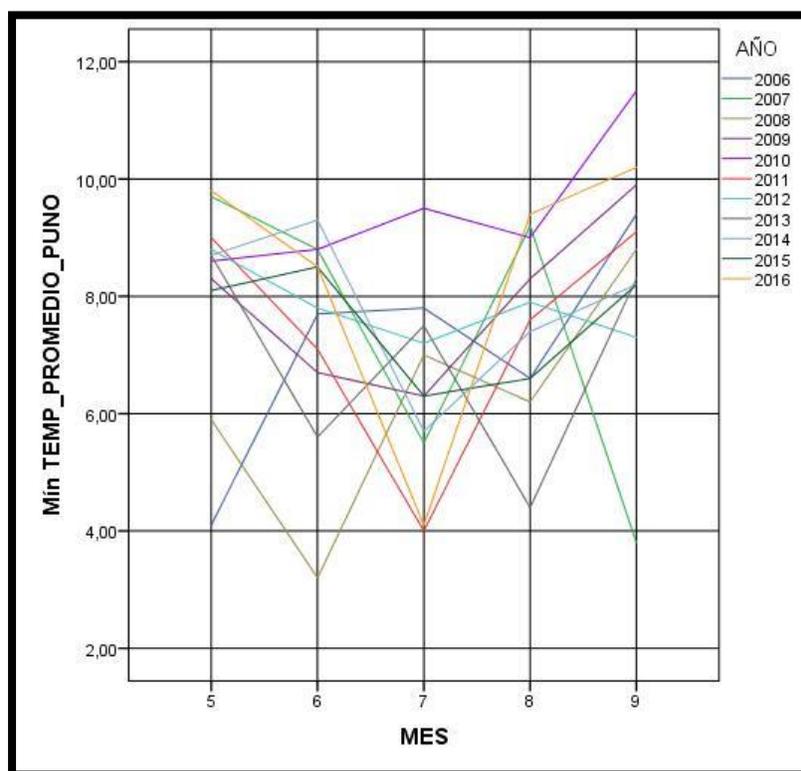
**Fig. 12: Mediana de la Temperatura Promedio Mensual en Juliaca–Puno, Período:**

**May/2006 – Sep/2016**



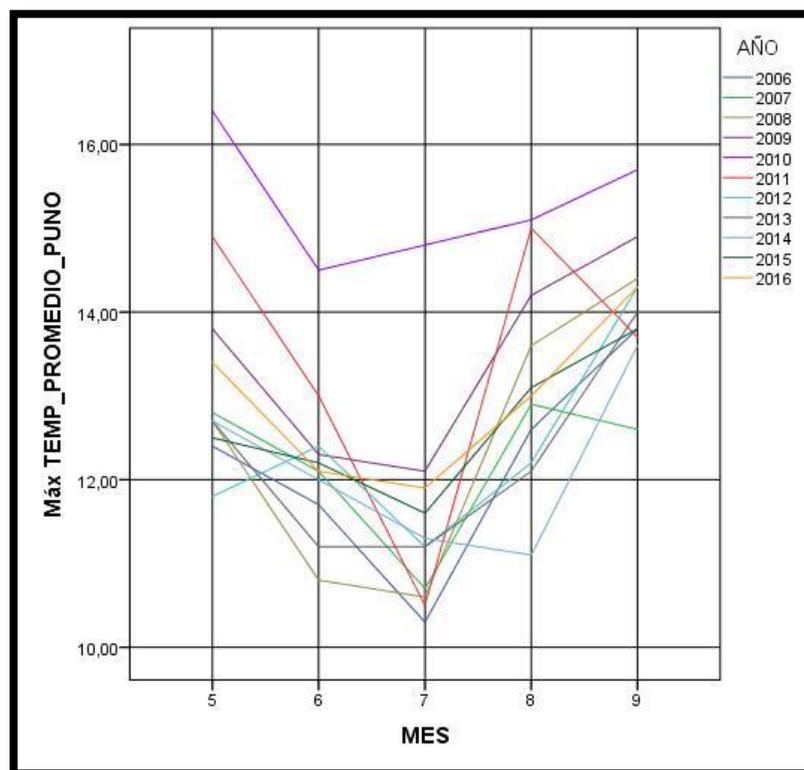
De la Tabla 5 y Fig. 12, se puede establecer que, durante el período de observación, las Medianas de las Temperaturas Mínimas Mensuales tomaron valores de 8.00 °C o más en casi todos los años, con excepción del año 2010 en el que de mayo a setiembre se registraron valores por encima de 11.20 °C.

**Fig. 13: Mínima Temperatura Promedio Mensual en Juliaca–Puno, Período: May/2006 – Sep/2016**



De la Tabla 5 y Fig. 13, se puede establecer que, durante el período de observación, la Mínima de las Temperaturas Promedio Mensuales tomaron todas valores de 3.20 °C o más, registrándose en el año 2010 para los meses de mayo a setiembre valores de 8.60 °C a 11.50 °C.

**Fig. 14: Máxima Temperatura Promedio Mensual en Juliaca–Puno, Período: May/2006 – Sep/2016**



De la Tabla 5 y Fig. 14, se puede observar que durante el período de observación, la Máxima de las Temperaturas Promedio Mensuales tomaron todos valores por encima de 10.50 °C o más. Asimismo, se determinó que durante el año 2010 la Máxima de las Temperaturas Promedio Mensual tomaron valores de 14.50 °C a 16.40 °C.

**Tabla 6: Promedio y Mediana de la Temperatura Promedio Anual en Juliaca – Puno,**

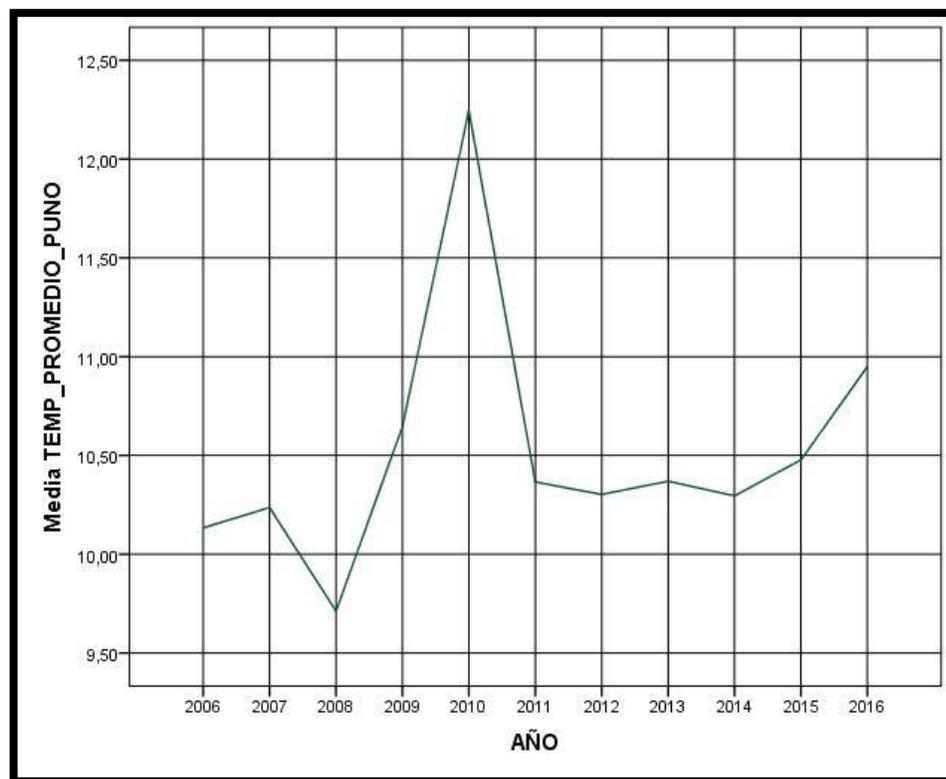
**Período May/2006 – Sep/2016**

TEMP PROMEDIO PUNO		
AÑO	Media	Mediana
2006	10,13	10,20
2007	10,24	10,30
2008	9,71	9,30
2009	10,65	11,00
2010	12,25	12,00
2011	10,37	10,40
2012	10,30	10,20
2013	10,37	10,30
2014	10,30	10,40
2015	10,48	10,60
2016	10,95	11,00
Total	10,52	10,60

En la tabla N°6, evidencia el Promedio y Mediana de la Temperatura Promedio Anual en Juliaca – Puno en el período May/2006 – Sep/2016.

**Fig. 15: Promedio de las Temperaturas Promedio Anual en Juliaca–Puno, Período:**

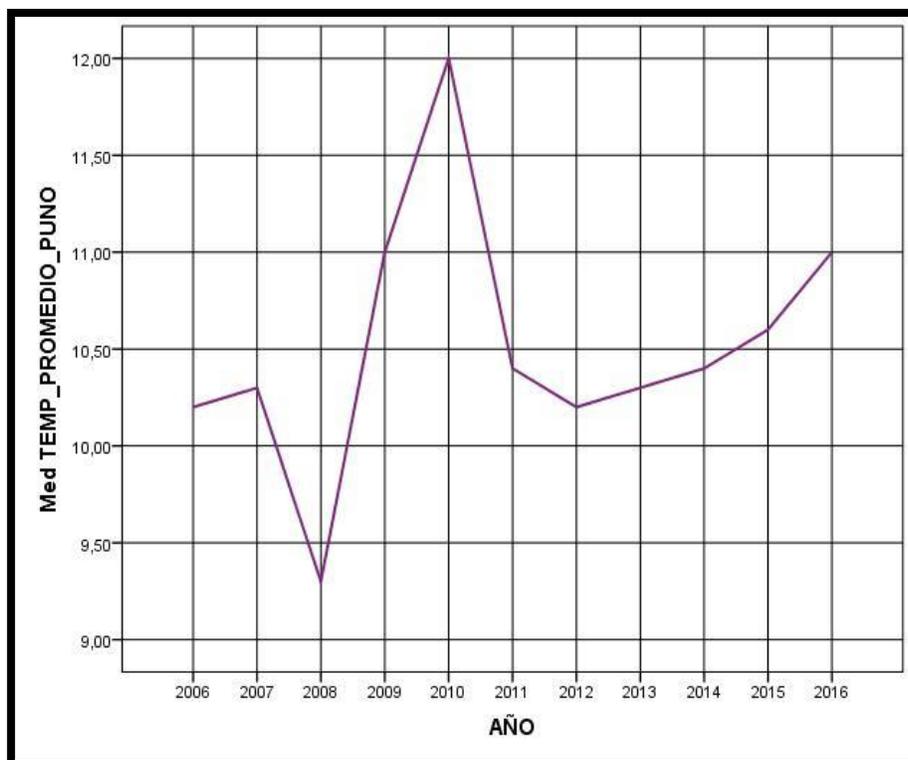
**May/2006 – Sep/2016**



De la Tabla 6 y Fig. 15, se puede establecer que, durante el período de observación, los Promedios de las Temperaturas Promedio Anuales tomaron todas valores de 9.30 °C o más, registrándose en el año 2010 la mayor temperatura promedio anual, en los meses de mayo a setiembre, alcanzando un valor de 16.40 °C.

**Fig. 16: Mediana de las Temperaturas Promedio Anual en Juliaca–Puno, Período:**

**May/2006 – Sep/2016**



De la Tabla 6 y Fig. 16, se puede establecer que, durante el período de observación, el 50% de las Temperaturas Promedio Anuales tomaron todos valores de 9.30 °C o más, observándose que en el año 2010 el 50%, de los meses de mayo a setiembre, alcanzando un valor de 12.00 °C o más.

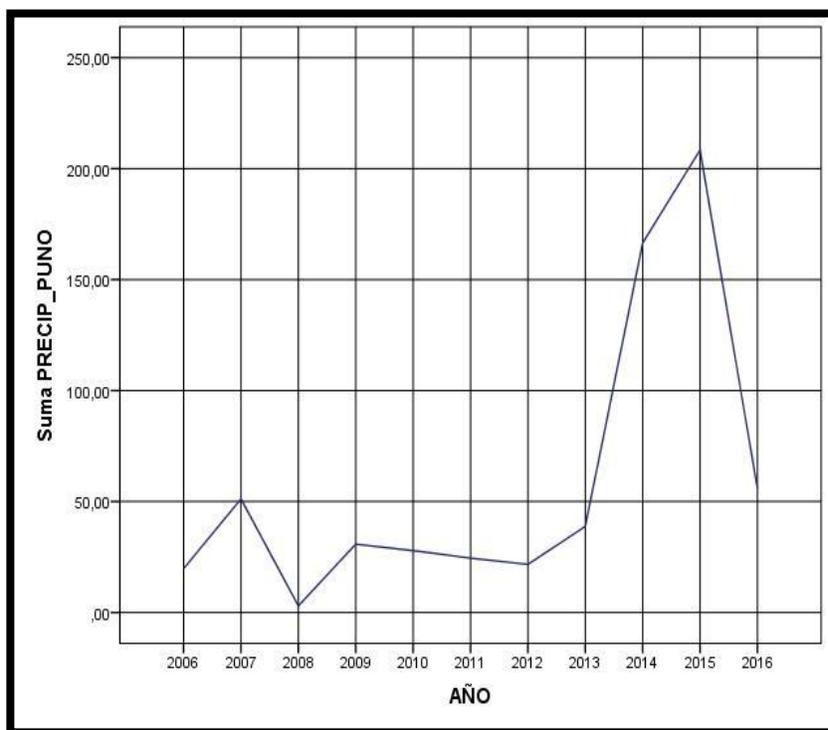
### 4.2.3 Para la Precipitación Total Anual de Juliaca – Puno

**Tabla 7: Estadísticas Descriptivas para la Precipitación Total Anual en Juliaca– Puno, Período: May/2006 – Sep/2016**

		Estadístico	Error estándar
PRECIP_PUNO_ANUAL	Media	58,94	19,85698
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	14,69 103,18
	Media recortada al 5%	53,74	
	Mediana	30,80	
	Varianza	4337,30	
	Desviación estándar	65,86	
	Mínimo	3,00	
	Máximo	208,40	
	Rango	205,40	
	Rango intercuartil	34,00	
	Asimetría	1,80	,661
	Curtosis	2,17	1,279

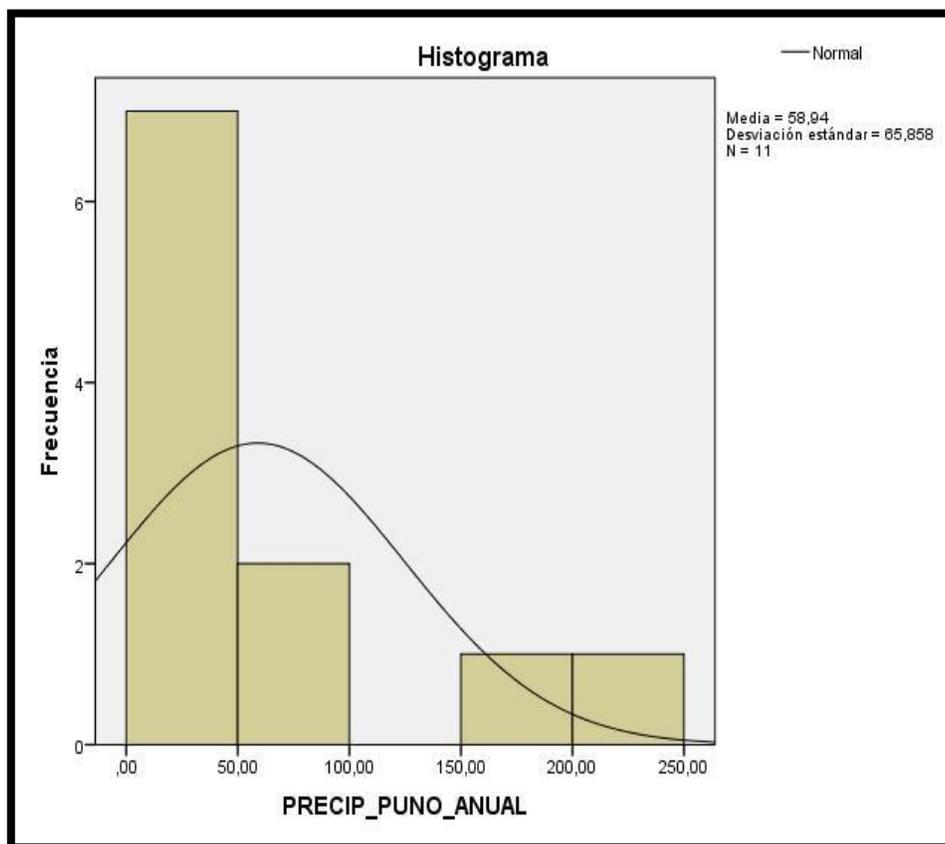
De la Tabla 7, podemos establecer que durante el período de observación, la Precipitación Total Anual alcanzó un valor Promedio de 58.94 mm; el 50% éstas registró un valor de 30.80 mm o menos; una desviación estándar de 65.86 mm que indica una fuerte variabilidad entre estas precipitaciones; toma un valor mínimo 3.00 mm y un máximo de 208.40 mm; y, bajo condiciones meteorológicas similares puede estimarse que el 95% de tales registros tomarán valores entre 14.69 mm y 103.18 mm anualmente, indicando la presencia de un clima seco.

**Fig. 17: Precipitación Total Anual en Juliaca–Puno, Período: May/2006 – Sep/2016**



De la Tabla 7 y Fig. 17, se puede observar que, durante el período de estudio, la Precipitación Total Anual tomaba valores menores de 400 mm, indicando la presencia de un clima seco.

**Fig. 18: Histograma de la Precipitación Total Anual en Juliaca – Puno, Período:  
May/2006 – Sep/2016**



De la Tabla 7 y Fig. 18, se puede establecer que, durante el período de observación, el Coeficiente de Asimetría fue de 1.80 indicando que la distribución tiene sesgo positivo, esto es, presentó un sesgo a la derecha, mientras que su Coeficiente de Curtosis de 2.17 nos indicaba que tal distribución es bastante más apuntada que la Distribución Normal.

**Tabla 8: Estadísticos Descriptivos de las Precipitaciones Anuales en Juliaca – Puno,  
Período: May/2006 – Sep/2016**

PRECIP PUNO								
AÑO	Suma	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Asimetría	Curtosis
2006	19,80	,13	,00	,00	14,00	1,18	11,09	128,62
2007	51,20	,33	,00	,00	20,10	1,87	8,85	87,27
2008	3,00	,02	,00	,00	2,00	,18	9,90	102,54
2009	30,80	,20	,00	,00	9,90	1,16	7,93	65,02
2010	27,90	,18	,00	,00	9,90	,96	8,08	74,15
2011	24,50	,16	,00	,00	8,90	,85	8,18	76,51
2012	21,70	,14	,00	,00	19,10	1,55	12,25	151,02
2013	38,80	,25	,00	,00	18,00	1,54	10,37	117,53
2014	166,50	1,09	,00	,00	80,00	6,63	11,29	134,49
2015	208,40	1,36	,00	,00	140,00	11,54	11,61	139,45
2016	55,70	,36	,00	,00	41,90	3,46	11,61	138,89
Total	648,30	,39	,00	,00	140,00	4,29	25,21	743,42

De la Tabla 8, podemos observar que, durante el período de estudio, la Precipitación Total Anual tomaba valores menores de 400.00 mm, lo cual indicaba la presencia de un clima seco. Asimismo, el promedio de las precipitaciones mensuales tomó valores de 0.02 mm a 1.36 mm; la máxima de las precipitaciones mensuales osciló de 2.00 mm a 140.00 mm; en ningún año la distribución de las precipitaciones tuvo un comportamiento simétrico y presentaron una forma bastante más apuntada que una distribución Normal.

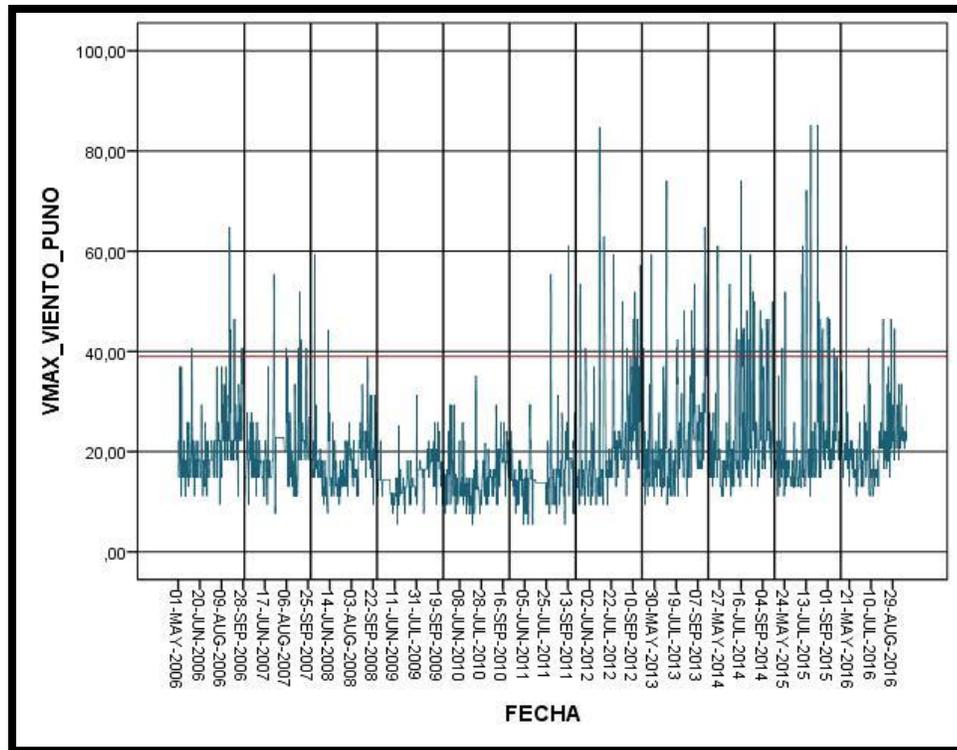
#### 4.2.4 Para la Velocidad Máxima del Viento de Juliaca – Puno

**Tabla 9: Estadísticas Descriptivas para la Velocidad Máxima del Viento Diaria en Juliaca– Puno, Período: May/2006 – Sep/2016**

		Estadístico	Error estándar	
VMAX_VIENTO_PUNO	Media	20,03	,23	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	19,57	
		Límite superior	20,49	
	Media recortada al 5%	18,95		
	Mediana	18,30		
	Varianza	92,41		
	Desviación estándar	9,61		
	Mínimo	5,40		
	Máximo	85,20		
	Rango	79,80		
	Rango intercuartil	7,40		
	Asimetría	2,36	,06	
	Curtosis	8,17	,12	

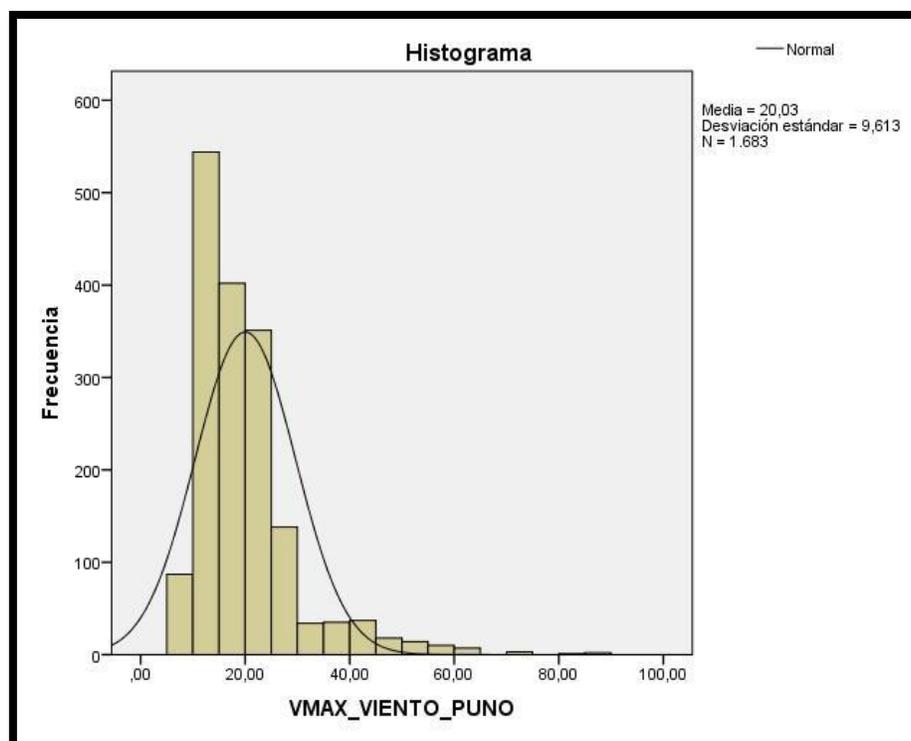
De la Tabla 9, podemos establecer que durante el período de observación, la Velocidad Máxima del Viento diaria alcanzó un valor Promedio de 20.03 Km/h; el 50% éstos registró un valor de 18.30 Km/h o menos; una desviación estándar de 9.61 Km/h que indica una alta variabilidad entre estas velocidades; tomó un valor mínimo de 5.40 Km/h y uno máximo de 85.20 Km/h; y, bajo condiciones meteorológicas similares puede estimarse que el 95% de tales registros tomarán valores promedio entre 19.57 Km/h y 20.49 Km/h.

**Fig. 19: Serie de las Velocidades Máximas del Viento en Juliaca – Puno, Período:  
May/2006 – Sep/ 2016**



De la Tabla 9 y Fig. 19, se puede observar que durante el período de estudio, las Velocidades Máximas del Viento diarias registraron baja frecuencia de valores mayores que 39.00 Km/h, indicando la poca presencia de clima ventoso.

**Fig. 20: Histograma de las Velocidades Máximas del Viento Diaria en Juliaca – Puno, Período: May/2006 – Sep/2016**



De la Tabla 9 y Fig. 20, se puede establecer que, durante el período de observación, el Coeficiente de Asimetría fue de 2.36 indicando que la distribución tiene un sesgo positivo, esto es, presentó un fuertemente sesgo positivo, esto es, sesgada fuerte a la derecha, mientras que su Coeficiente de Curtosis de 8.17 nos indica que tal distribución era bastante más apuntada que la Distribución Normal.

**Tabla 10: Estadísticos Descriptivos de las Velocidades Máximas del Viento en Juliaca – Puno, Período: May/2006 – Sep/2016**

VMAX VIENTO PUNO								
AÑO	MES	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Asimetría	Curtosis
2006	5	18,97	18,30	11,10	37,00	6,13	1,61	3,34
	6	18,84	18,30	11,10	40,70	5,70	2,21	6,98
	7	19,35	18,30	11,10	37,00	4,66	1,65	5,97
	8	25,81	22,20	9,40	64,80	10,17	2,03	6,50
	9	26,36	24,05	11,10	46,50	7,96	,71	,34
	Total	21,86	18,30	9,40	64,80	7,90	1,85	5,76
2007	5	17,97	18,30	9,40	27,80	4,98	,50	-,38
	6	17,71	18,00	9,40	37,00	5,13	1,83	6,06
	7	22,81	22,80	7,60	55,40	7,56	2,54	11,77
	8	20,03	20,00	11,10	40,70	7,86	1,10	,84
	9	26,89	25,00	14,80	51,90	8,72	1,21	1,04
	Total	21,07	20,00	7,60	55,40	7,72	1,55	3,82
2008	5	18,37	18,30	9,40	59,40	8,40	4,14	20,10
	6	17,01	14,80	7,60	44,30	7,54	1,98	5,02
	7	15,72	14,80	9,40	25,90	4,16	,72	-,23
	8	18,66	18,30	11,10	33,50	4,65	,93	2,08
	9	22,64	22,20	9,40	38,90	5,78	,53	1,56
	Total	18,46	18,30	7,60	59,40	6,65	2,28	10,02
2009	5	14,39	14,40	11,10	22,20	1,68	3,02	16,93
	6	11,69	11,70	5,40	25,20	3,30	2,31	9,57
	7	12,99	13,00	7,60	18,30	2,17	,07	2,20
	8	16,50	16,50	7,60	31,30	3,83	1,45	7,90
	9	17,99	18,00	9,40	25,90	3,92	-,19	,73
	Total	14,71	14,40	5,40	31,30	3,82	,95	2,50

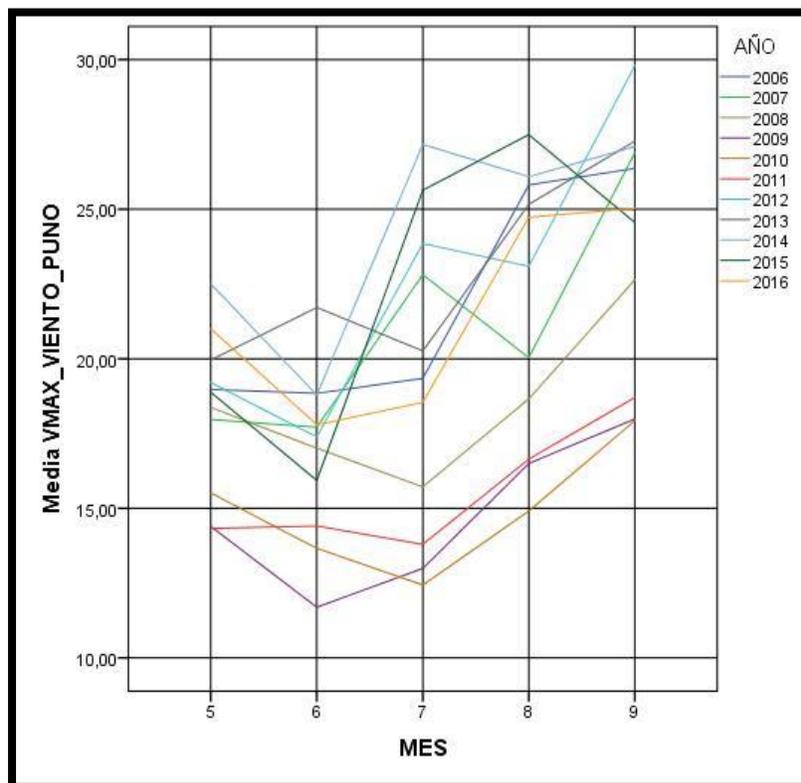
VMAX VIENTO PUNO								
AÑO	MES	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Asimetría	Curtosis
2010	5	15,51	15,50	7,60	29,40	5,87	1,15	1,21
	6	13,66	13,70	7,60	25,90	3,99	1,52	2,74
	7	12,44	12,40	5,40	35,20	5,38	2,60	10,18
	8	14,91	14,80	9,40	29,40	3,86	1,86	5,87
	9	17,93	17,90	9,40	25,90	4,21	-,18	,02
	Total	14,88	14,80	5,40	35,20	5,03	1,16	2,07
2011	5	14,33	14,30	7,60	24,10	3,42	,56	1,32
	6	14,41	14,40	5,40	29,40	6,23	,85	,91
	7	13,79	13,80	9,40	22,20	1,92	2,13	13,78
	8	16,65	14,80	7,60	55,40	9,35	2,61	9,27
	9	18,70	18,30	5,40	61,10	9,55	3,01	13,60
	Total	15,56	14,30	5,40	61,10	6,96	3,27	17,79
2012	5	19,20	14,80	9,40	53,50	11,50	1,85	2,41
	6	17,39	14,80	9,40	84,80	14,01	4,18	19,63
	7	23,85	18,30	9,40	63,00	14,59	1,50	1,26
	8	23,09	22,20	11,10	50,00	7,89	1,68	3,94
	9	29,80	25,90	14,80	57,20	11,19	,96	,02
	Total	22,65	18,30	9,40	84,80	12,65	1,84	4,13
2013	5	19,95	18,30	9,40	59,40	10,12	2,35	7,13
	6	21,71	17,40	9,40	74,10	12,58	2,76	9,87
	7	20,26	20,60	11,10	42,40	7,94	1,25	1,73
	8	25,16	22,20	11,10	53,50	10,47	1,34	1,38
	9	27,27	25,90	16,50	64,80	11,20	1,84	4,10
	Total	22,85	20,60	9,40	74,10	10,80	1,92	4,94
2014	5	22,50	18,30	11,10	61,10	12,08	2,17	4,39
	6	18,79	16,50	11,10	53,50	9,13	2,76	8,34
	7	27,16	18,30	13,00	74,10	14,40	1,40	2,07
	8	26,09	22,20	13,00	59,40	12,36	1,40	1,02
	9	27,09	24,10	14,80	50,00	10,54	,96	-,39
	Total	24,35	20,60	11,10	74,10	12,14	1,57	2,04
2015	5	18,88	16,50	11,10	51,90	8,66	2,67	7,54
	6	15,93	14,80	13,00	25,90	2,93	1,45	3,15
	7	25,64	18,30	11,10	85,20	19,31	1,91	2,70
	8	27,49	22,20	14,80	85,20	14,60	2,41	7,28
	9	24,55	22,20	16,50	46,90	8,68	1,61	1,55
	Total	22,53	18,30	11,10	85,20	12,87	2,67	8,18
2016	5	21,00	18,30	13,00	61,10	8,54	3,80	16,91
	6	17,79	16,50	11,10	29,40	4,51	,90	,18
	7	18,54	16,50	11,10	40,70	6,74	1,66	3,04
	8	24,73	22,20	14,80	46,50	7,66	1,61	2,68
	9	25,03	22,20	18,30	44,60	5,66	1,73	3,69
	Total	21,42	20,60	11,10	61,10	7,35	1,99	6,50

VMAX VIENTO PUNO								
AÑO	MES	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Asimetría	Curtosis
Total	5	18,28	16,50	7,60	61,10	8,30	2,84	10,06
	6	16,81	14,80	5,40	84,80	8,01	3,89	24,72
	7	19,32	16,50	5,40	85,20	10,75	2,75	9,58
	8	21,74	20,00	7,60	85,20	9,90	2,14	7,05
	9	24,02	22,20	5,40	64,80	9,12	1,50	2,92
	Total	20,03	18,30	5,40	85,20	9,61	2,36	8,17

De la tabla N°10 nos permite apreciar la Velocidad Máxima del Viento Promedio de la Mensual, la Velocidad Máxima del Viento Mediana Mensual, el Mínimo de las Velocidades Máximas del Viento Mensual y el Máximo de las Velocidades Máximas del Viento Mensual en Juliaca–Puno, Período: May/2006 – Sep/2016.

**Fig. 21: Velocidad Máxima del Viento Promedio de la Mensual en Juliaca–Puno,**

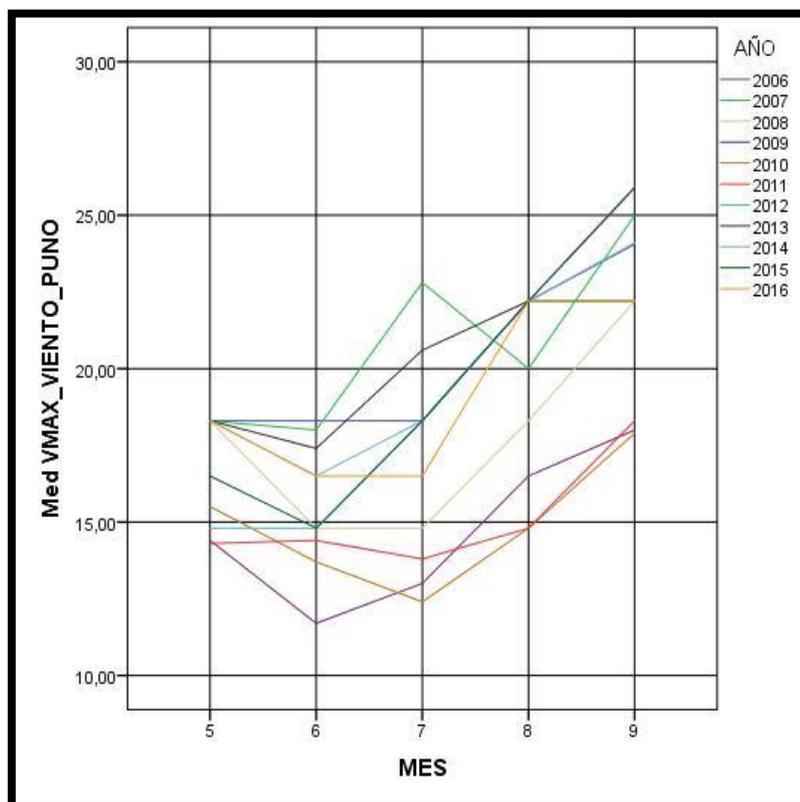
**Período: May/2006 – Sep/2016**



De la Tabla 10 y Fig. 21, podemos afirmar que, durante el período de observación, las Velocidades Máximas Viento Promedio Mensual tomaron valores de 11.69 Km/h o más.

**Fig. 22: Velocidad Máxima del Viento Mediana Mensual en Juliaca–Puno, Período:**

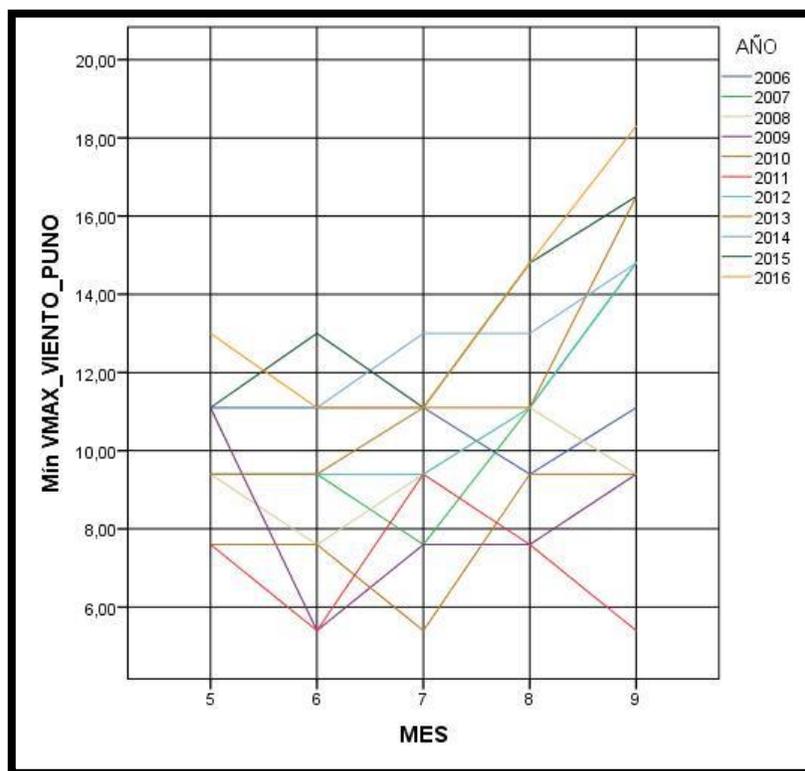
**May/2006 – Sep/2016**



De la Tabla 10 y Fig. 22, se puede establecer que, durante el período de observación, el 50% de la Velocidades Máximas del Viento Mensuales tomaron valores de 11.70 Km/h o mayores.

**Fig. 23: Mínimo de las Velocidades Máximas del Viento Mensual en Juliaca–Puno,**

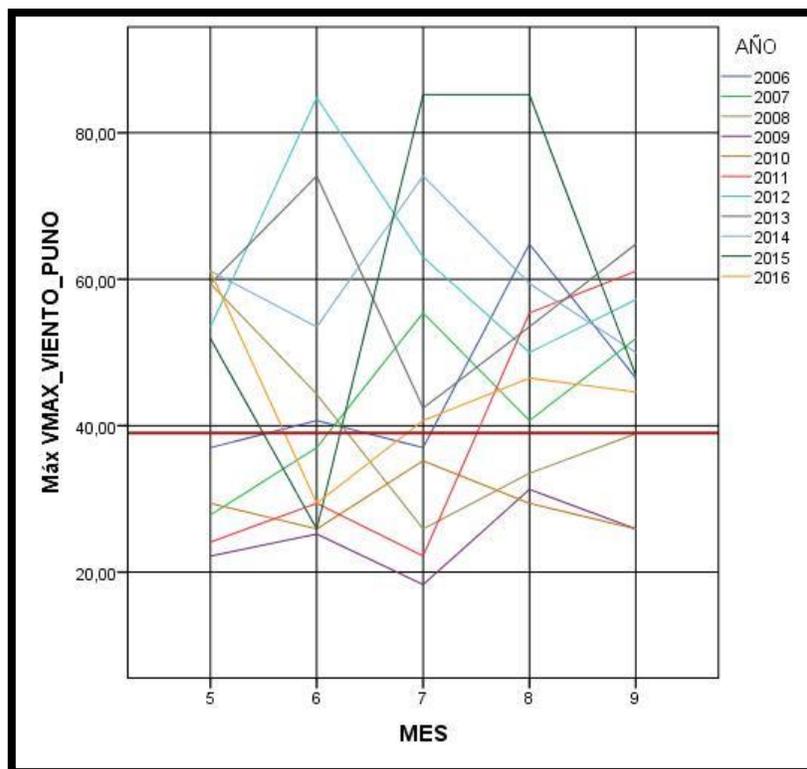
**Período: May/2006 – Sep/2016**



De la Tabla 10 y Fig. 23, se puede establecer que, durante el período de observación, la Mínima de las Velocidades Máximas del Viento Mensuales tomaron todas valores de 5.40 Km/h o superiores.

**Fig. 24: Máximo de las Velocidades Máximas del Viento Mensual en Juliaca–Puno,**

**Período: May/2006 – Sep/2016**



De la Tabla 10 y Fig. 24, se puede observar que, durante el período de observación, la Máxima de las Velocidades Máximas del Viento alcanzó un valor de 85.20 Km/h o menos. Asimismo, se determinó que durante el año 2015 la máxima de tales velocidades se presentó de forma similar durante los meses de julio y agosto.

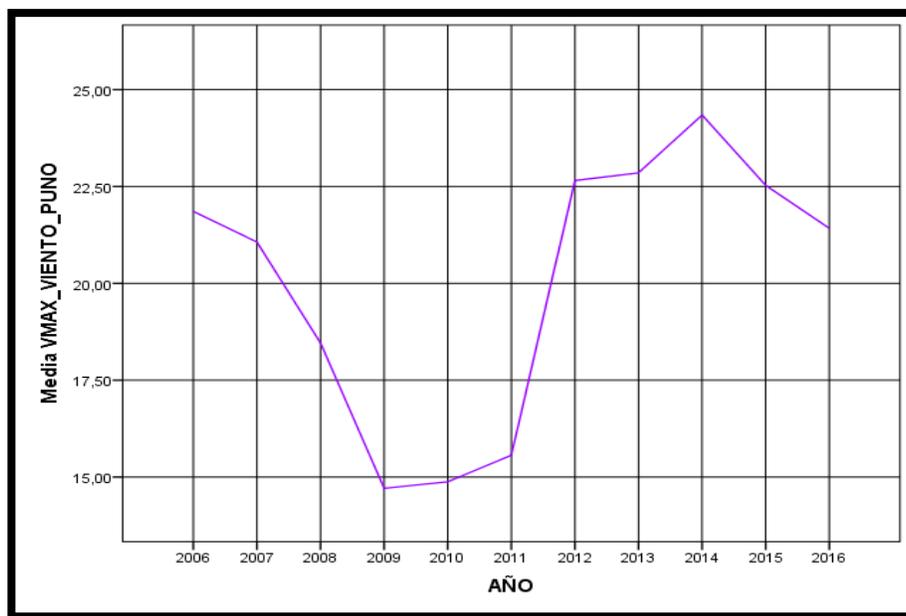
**Tabla 11: Promedio y Mediana de la Velocidad Máxima del Viento Anual en Juliaca – Puno, Período May/2006 – Sep/2016**

VMAX VIENTO PUNO		
AÑO	Media	Mediana
2006	21,86	18,30
2007	21,07	20,00
2008	18,46	18,30
2009	14,71	14,40
2010	14,88	14,80
2011	15,56	14,30
2012	22,65	18,30
2013	22,85	20,60
2014	24,35	20,60
2015	22,53	18,30
2016	21,42	20,60
Total	20,03	18,30

En la tabla N°11 evidencia el Promedio y Mediana de la Velocidad Máxima del Viento Anual en Juliaca – Puno, Período May/2006 – Sep/2016.

**Fig. 25: Promedio de las Velocidades Máximas del Viento Anual en Juliaca–Puno,**

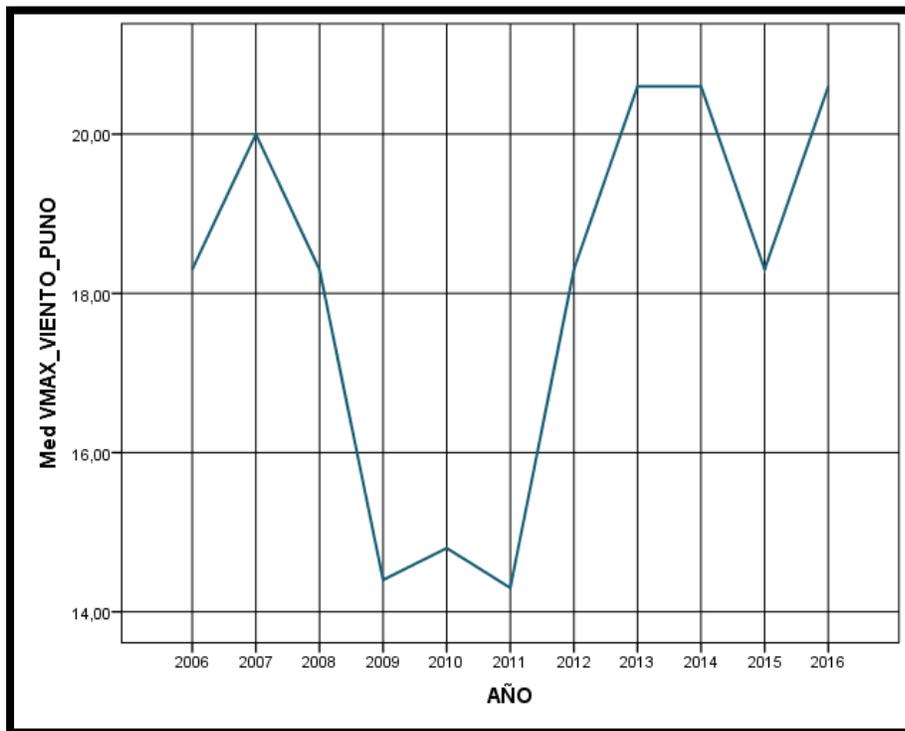
**Período: May/2006 – Sep/2016**



De la Tabla 11 y Fig. 25, se puede establecer que, durante el período de observación, los Promedios de las Velocidades Máximas del Viento Anuales tomaron todas valores de 14.71 Km/h o más, registrándose en el año 2009 tal velocidad máxima en el viento.

**Fig. 26: Mediana de las Velocidades Máximas del Viento Anual en Juliaca–Puno,**

**Período: May/2006 – Sep/2016**



De la Tabla 11 y Fig. 26, se puede establecer que, durante el período de observación, el 50% de las Velocidades Máximas del Viento Anuales tomaron todas valores de 14.30 Km/h o más, registrándose en el año 2011 tal velocidad máxima en el viento.

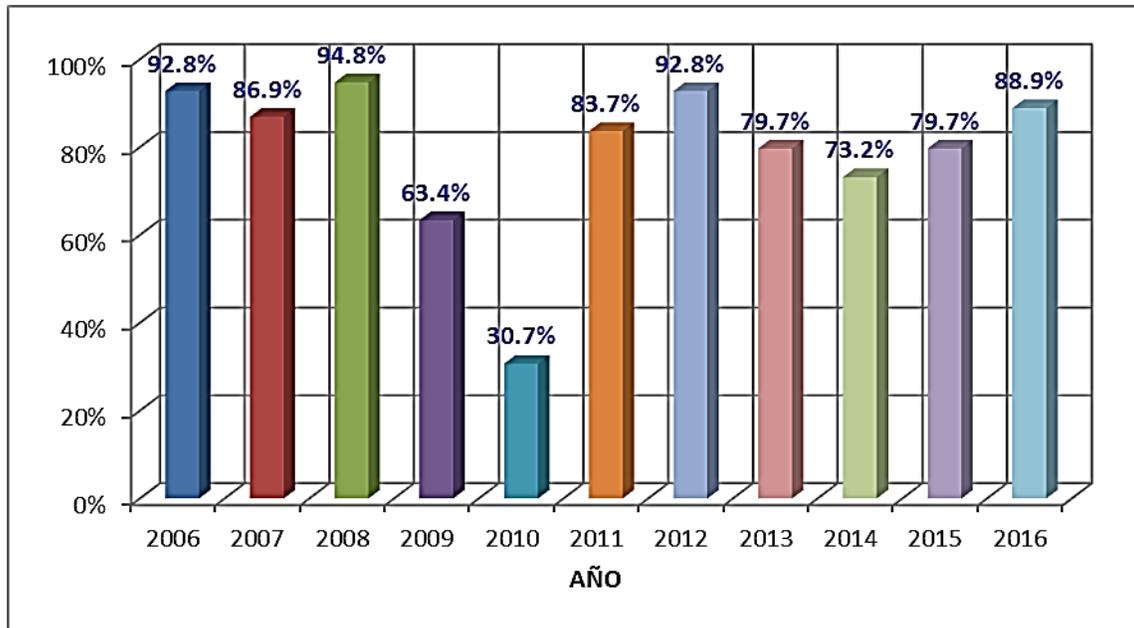
**Tabla 12: Número de días de Heladas (Temp.Mín.  $\leq 0^{\circ}\text{C}$ ) Registradas por Año (\*) en****Juliaca – Puno, Período: May/2006 – Sep/ 2016**

<b>AÑO</b>	<b>HELADA-R</b>	<b>% HELADA-R</b>
2006	142	92.8%
2007	133	86.9%
2008	145	94.8%
2009	97	63.4%
2010	47	30.7%
2011	128	83.7%
2012	142	92.8%
2013	122	79.7%
2014	112	73.2%
2015	122	79.7%
2016	136	88.9%
-----	<b>1326</b>	<b>78.8%</b>

(\*) En cada año de Mayo a Setiembre hay 153 días, haciendo un total de 1683 datos en 11 años bajo estudio.

En la tabla N°12 permite apreciar el número de días de Heladas registradas por año en Juliaca – Puno en el período de May/2006 – Sep/2016.

**Fig. 27: Porcentaje de Heladas Registradas Anualmente en Juliaca-Puno, Período:  
May/2006 – Sep/ 2016**



De la Tabla 12 y Fig. 27, podemos establecer que, durante el período de estudio, en el año 2008 se registraron heladas durante 145 días de los 153 observados, esto es, en un 94.8% de tales días. Asimismo, en el año 2010 solamente se registraron heladas en 30.7% de los días de tal año.

En general, con excepción del 2010, del 2006 al 2016 se registraron heladas anualmente en el 63.4% de días o más. Del mismo modo, podemos establecer que desde el 2014 la presencia de días de helada viene incrementándose hasta el 2016 en Juliaca – Puno.

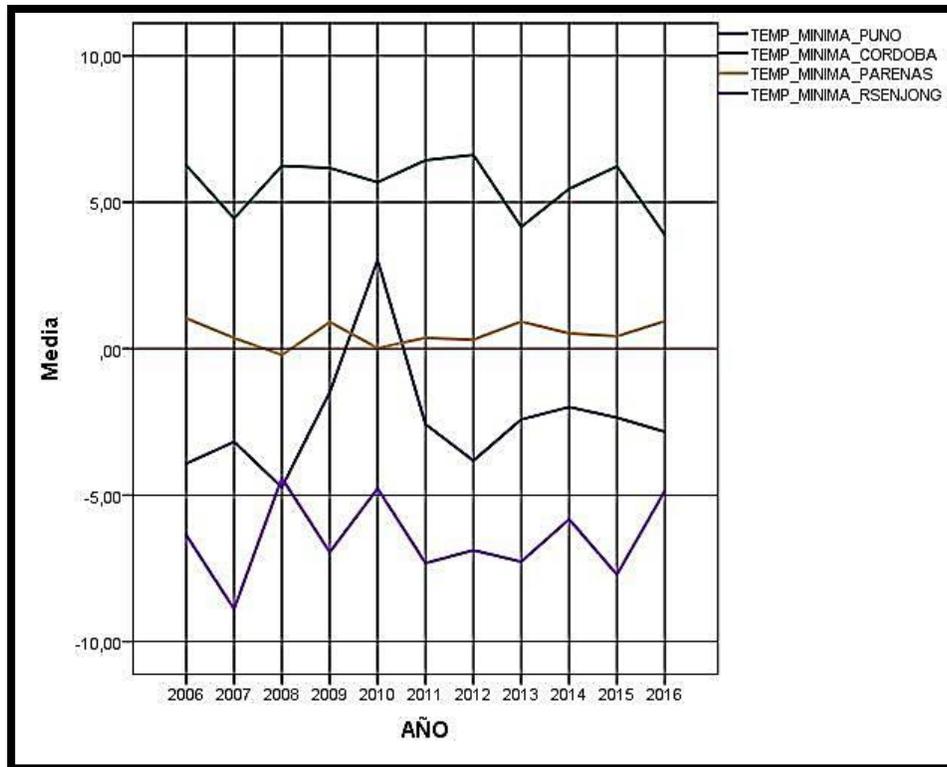
#### 4.2.5 Ocurrencia de Heladas en Juliaca–Puno y otros Lugares del Sur

Como hemos podido observar la ocurrencia de helada en Juliaca-Puno en los últimos tres (3) años viene incrementándose del mes de mayo a septiembre. Sin embargo, estos fenómenos climatológicos no se presentan aisladamente en nuestro país, ya que complementariamente al análisis realizado podemos evaluar comparativamente el comportamiento promedio de las Temperaturas Mínimas, Temperatura Promedio, Volumen de Precipitaciones Anuales y Velocidad Máxima del Viento, así como los valores mínimos y máximos de las Temperaturas Mínimas, durante el mismo período May/2006 - Sep/2016, en otros lugares hacia el sur, considerando para tal efecto a Córdoba-Argentina, Punta Arenas-Chile y Rey Senjong-Corea del Sur.

**Tabla 13: Temperatura Mínima Anual Promedio en Juliaca–Puno y otros Lugares del Sur, Período: May/2006 – Sep/2016**

Media				
AÑO	TEMP_MINIM A_PUNO	TEMP_MINIM A_CORDOBA	TEMP_MINIM A_PARENAS	TEMP_MINIM A_RSENJON G
2006	-3,93	6,27	1,04	-6,36
2007	-3,18	4,44	,37	-8,88
2008	-4,73	6,24	-,21	-4,42
2009	-1,48	6,17	,91	-6,95
2010	3,03	5,68	,02	-4,77
2011	-2,58	6,43	,37	-7,32
2012	-3,82	6,62	,31	-6,88
2013	-2,42	4,16	,93	-7,27
2014	-1,99	5,46	,52	-5,82
2015	-2,35	6,23	,42	-7,71
2016	-2,84	3,88	,94	-4,85
Total	-2,39	5,60	,51	-6,48

**Fig. 28: Temperatura Mínima Anual Promedio en Juliaca–Puno y otros Lugares del Sur,  
Período: May/2006 – Sep/2016**

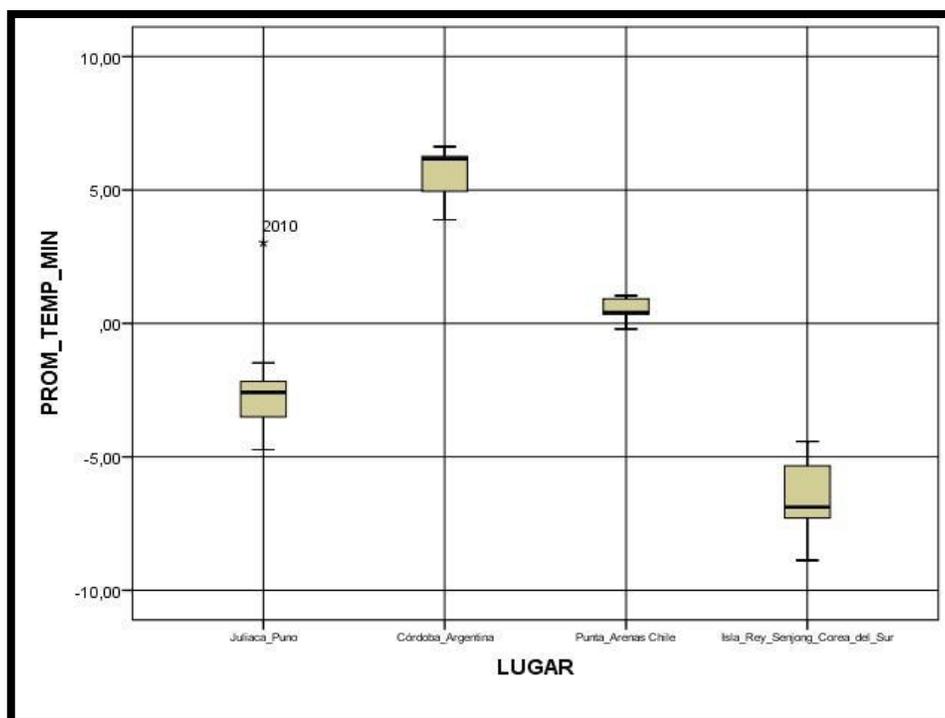


De la Tabla 13 y Fig. 28, con respecto a las Temperaturas Mínimas, podemos establecer lo siguiente:

- Los promedios de las Temperaturas Mínimas indicaban la presencia de heladas en Juliaca-Puno en todos los años de estudio con excepción del 2010, en Punta Arenas-Chile solo en el año 2008 y en la Isla Rey Senjong-Corea del Sur durante todo el período de estudio. Sin embargo, en Córdoba-Argentina no se registraron heladas en ningún año en promedio.

- El promedio más bajo de Temperaturas Mínimas, en Juliaca-Puno se registró en el 2008 con un valor de  $-4.73\text{ }^{\circ}\text{C}$ , en Córdoba-Argentina en el 2016 con  $3.88\text{ }^{\circ}\text{C}$ , en Punta Arenas-Chile en el 2008 con  $-0.21\text{ }^{\circ}\text{C}$  y en la Isla Rey Senjong-Corea del Sur en el 2007 con  $-8.88\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- El promedio más alto de Temperaturas Mínimas, en Juliaca-Puno se registró en el 2010 con un valor de  $3.03\text{ }^{\circ}\text{C}$ , en Córdoba-Argentina en el 2012 con  $6.62\text{ }^{\circ}\text{C}$ , en Punta Arenas-Chile el 2006 con  $1.04\text{ }^{\circ}\text{C}$  y en la Isla Rey Senjong-Corea del Sur en el 2008 con un valor de  $-4.42\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**Fig. 29: Diagrama de Cajas de la Temperatura Mínima Anual Promedio en Juliaca–Puno y otros Lugares del Sur, Período: May/2006 – Sep/2016**



De la Tabla 13 y Fig. 29, con respecto a las Temperaturas Mínimas, según lugar geográfico, podemos establecer lo siguiente:

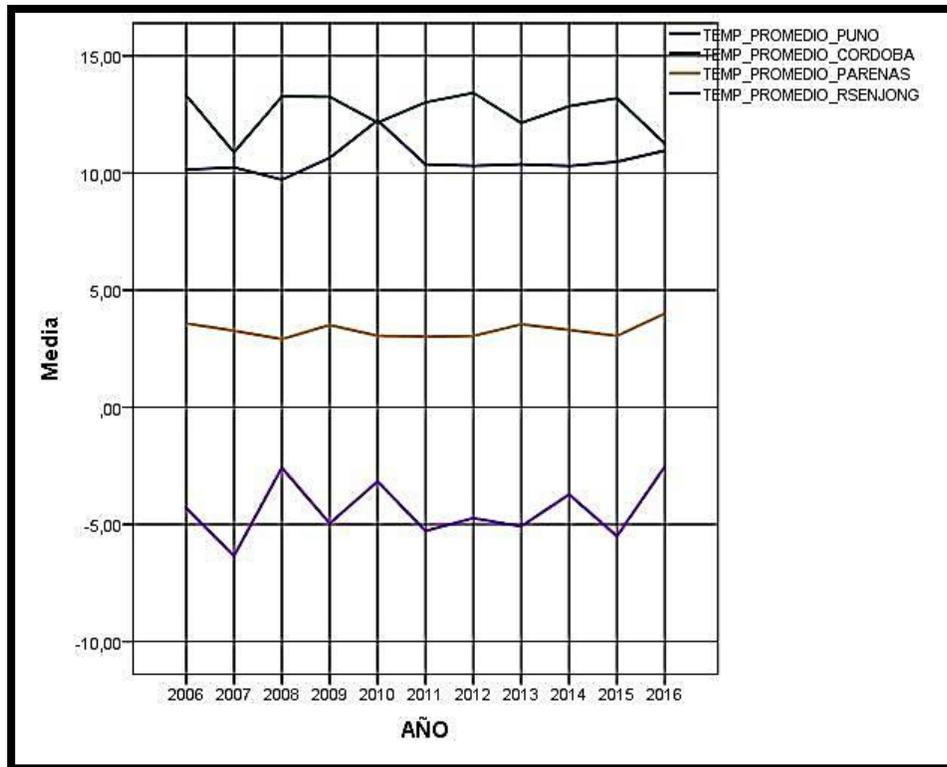
- La Temperatura Mínima Anual en Promedio, en el periodo de estudio, tiende a aumentar de Juliaca-Puno hacia Córdoba-Argentina para luego descender con dirección al Sur en Punta Arenas-Chile y baja aún más hacia la Isla Rey Senjong-Corea del Sur.
- La Temperatura Mínima Anual Promedio en Punta Arenas-Chile es más estable u homogénea que la observada en Juliaca-Puno, Córdoba-Argentina y la Isla Rey Senjong-Corea del Sur.
- La Temperatura Mínima Anual Promedio en Juliaca-Puno toma valores por debajo de 0 °C, confirmando la ocurrencia de helada, mientras que en Córdoba-Argentina tiende a registrar valores por encima de 3 °C, esto es, hay ausencia de helada en tal lugar; sin embargo, en Punta Arenas-Chile la temperatura está por debajo de 2 °C y muy rara veces registra la presencia de heladas, en tanto que en la Isla Rey Senjong-Corea del Sur la presencia de helada fue continua al registrar temperaturas mínimas promedio de – 4 °C o menos anualmente.

**Tabla 14: Temperatura Promedio Anual Promedio en Juliaca–Puno y otros Lugares del Sur, Período: May/2006 – Sep/2016**

Media				
AÑO	TEMP_PROM EDIO_PUNO	TEMP_PROM EDIO_CORD OBA	TEMP_PROM EDIO_PAREN AS	TEMP_PROM EDIO_RSENJ ONG
2006	10,13	13,31	3,58	-4,30
2007	10,24	10,88	3,26	-6,34
2008	9,71	13,26	2,91	-2,58
2009	10,65	13,25	3,51	-4,96
2010	12,25	12,15	3,05	-3,17
2011	10,37	13,01	3,02	-5,27
2012	10,30	13,42	3,04	-4,73
2013	10,37	12,13	3,54	-5,08
2014	10,30	12,85	3,30	-3,72
2015	10,48	13,19	3,05	-5,50
2016	10,95	11,25	4,00	-2,53
Total	10,52	12,61	3,30	-4,38

En la tabla N°14, evidencia la Temperatura Promedio Anual Promedio en Juliaca – Puno y en otras lugares del Sur, como Córdoba (Argentina), Punta Arenas (Chile) y Rey Sejong (Base Meteorológica de Corea en la Antártida).

**Fig. 30: Temperatura Promedio Anual Promedio en Juliaca–Puno y otros Lugares del Sur, Período: May/2006 – Sep/2016**

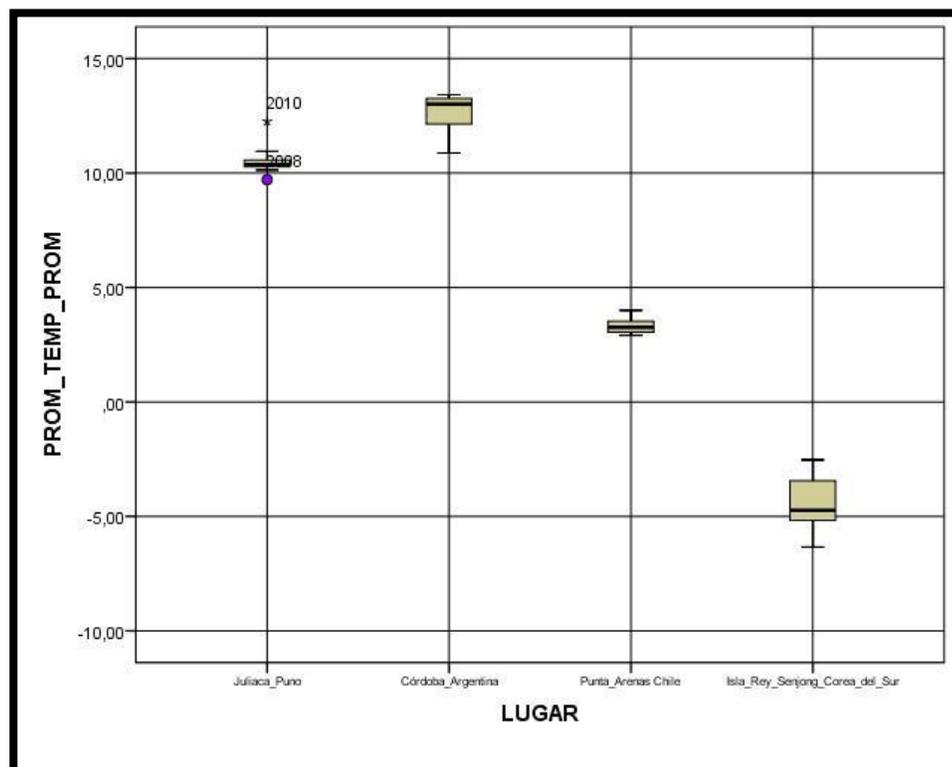


De la Tabla 14 y Fig. 30, con respecto a las Temperaturas Promedios, podemos establecer lo siguiente:

- Los promedios de las Temperaturas Promedio indicaban la presencia muy cercana de clima frío en Juliaca-Puno durante todo el período de estudio con excepción del año 2010 y en Córdoba-Argentina no se evidenció el clima frío en todo el período de estudio, contrariamente a lo que se observó en Punta Arenas-Chile en donde el clima frío se mantuvo presente. Sin embargo, en la Isla Rey Senjong-Corea del Sur se pudo establecer que el promedio de todas las temperaturas promedio anuales registraron valores por debajo de  $^{\circ}\text{C}$ .

- El promedio más bajo de Temperaturas Promedio, en Juliaca-Puno se registró en el 2008 con un valor de 9.71 °C, en Córdoba-Argentina en el 2007 con 10.88 °C, en Punta Arenas-Chile en el 2008 con 2.91 °C y en la Isla Rey Senjong-Corea del Sur en el 2007 con -6.34 °C.
- El promedio más alto de Temperaturas Promedio, en Juliaca-Pun se registró en el 2010 con un valor de 12.25 °C, en Córdoba-Argentina en el 2012 con 13.42 °C, en Punta Arenas-Chile el 2016 con 4.00 °C y en la Isla Rey Senjong-Corea del Sur en el 2016 con un valor de -2.53 °C.

**Fig. 31: Diagrama de Cajas de la Temperatura Promedio Anual Promedio en Juliaca–Puno y otros Lugares del Sur, Período: May/2006 – Sep/2016**



De la Tabla 14 y Fig. 31, con respecto a las Temperaturas Promedio, según lugar, podemos establecer lo siguiente:

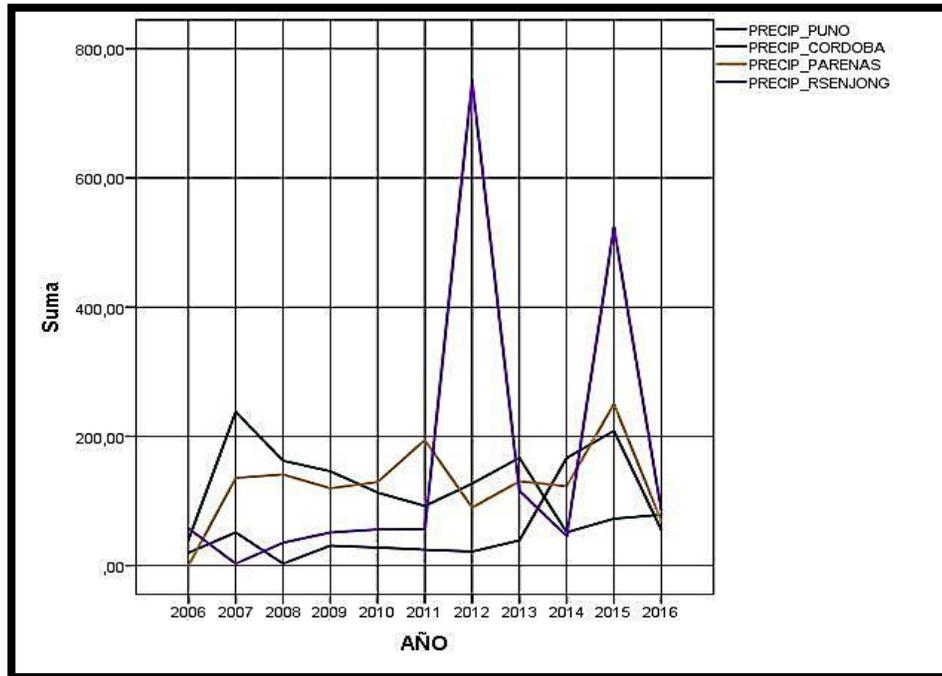
- La Temperatura Promedio Anual en Promedio, en el periodo de estudio, tiende a aumentar de Juliaca-Puno hacia Córdoba-Argentina para luego descender con dirección al Sur en Punta Arenas-Chile, no registrando ocurrencia de helada, sin embargo, hacia la Isla Rey Senjong-Corea del Sur la presencia de este fenómeno es continua.
- La Temperatura Promedio Anual Promedio en Juliaca-Puno y Punta Arenas-Chile es más estable u homogénea que la observada en Córdoba-Argentina y la Isla Rey Senjong-Corea del Sur, en donde esta última fue más variada en su comportamiento.
- La Temperatura Promedio Anual Promedio en Juliaca-Puno, Córdoba-Argentina y Punta Arenas-Chile toman valores por encima de 2.5 °C, con un comportamiento atípico en el 2010 en Juliaca-Puno; mientras que en la Isla Rey Senjong-Corea del Sur esta temperatura se presentó por debajo de 0 °C advirtiendo la presencia de helada continuamente.

**Tabla 15: Precipitación Total Anual en Juliaca–Puno y otros Lugares del Sur, Período:****May/2006 – Sep/2016**

Suma				
AÑO	PRECIP_PU NO	PRECIP_CO RDOBA	PRECIP_PAR ENAS	PRECIP_RSE NJONG
2006	19,80	40,01	,00	57,54
2007	51,20	237,87	135,55	2,84
2008	3,00	162,27	140,92	35,34
2009	30,80	145,88	119,57	51,19
2010	27,90	112,94	129,26	55,96
2011	24,50	92,27	194,30	56,33
2012	21,70	126,75	89,92	749,76
2013	38,80	166,73	130,30	115,84
2014	166,50	51,50	122,91	45,59
2015	208,40	72,51	249,87	523,32
2016	55,70	78,81	68,98	86,36
Total	648,30	1287,54	1381,58	1780,07

En la tabla N°15, nos permite apreciar los datos de Precipitación Total Anual en Juliaca – Puno en el período May/2006 – Sep/2016.

**Fig. 32: Precipitación Total Anual en Juliaca–Puno y otros Lugares del Sur, Período:  
May/2006 – Sep/2016**



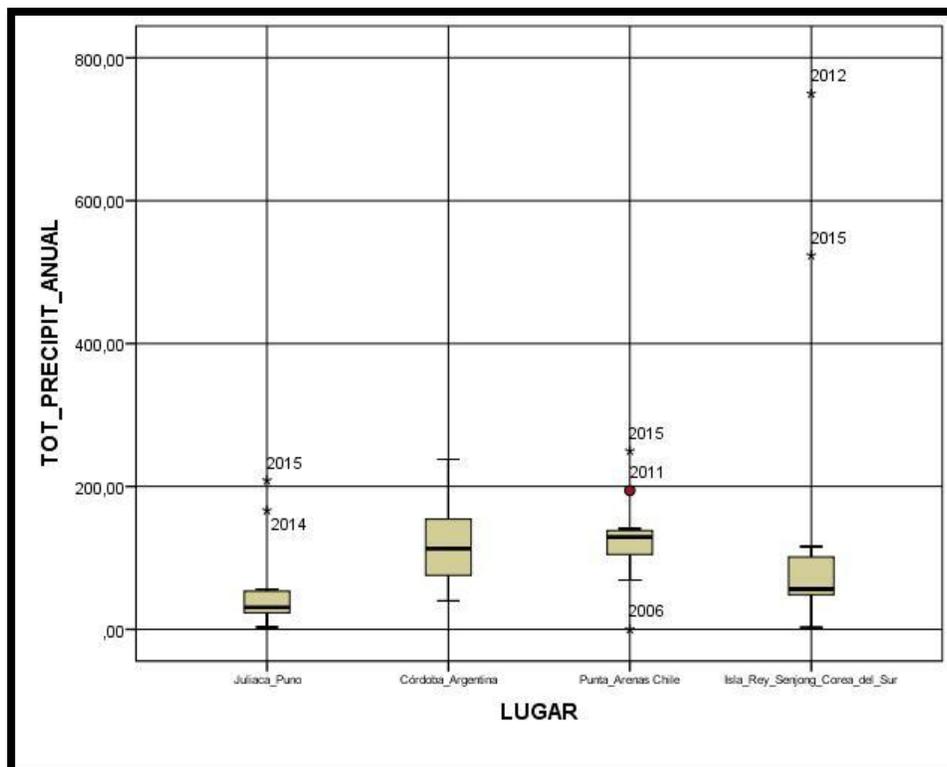
De la Tabla 15 y Fig. 32, con respecto a las Precipitaciones Totales Anuales, podemos establecer lo siguiente:

- Las Precipitaciones Totales Anuales indicaban la ocurrencia de clima seco en Juliaca-Puno, Córdoba-Argentina y en Punta Arenas-Chile durante todo el período de estudio. Sin embargo, en la Isla Rey Senjong-Corea del Sur se pudo establecer tal clima no se presentó particularmente en los años 2012 y 2015.
- La más baja de las Precipitaciones Totales Anuales en Juliaca-Puno se registró en el 2008 con un valor de 3.00 mm, en Córdoba-Argentina en

el 2006 con 40.01 mm, en Punta Arenas-Chile en el 2006 con 0.00 mm y en la Isla Rey Senjong-Corea del Sur en el 2007 con 2.84 mm.

- La más alta de la Precipitaciones Totales Anuales en Juliaca-Puno se registró en el 2015 con un valor de 208.40 mm, en Córdoba-Argentina en el 2007 con 237.87 mm, en Punta Arenas-Chile el 2015 con 249.87 mm y en la Isla Rey Senjong-Corea del Sur en el 2012 con un valor de 749.76 mm.

**Fig. 33: Diagrama de Cajas de la Precipitación Total Anual en Juliaca-Puno y otros Lugares del Sur, Período: May/2006 – Sep/2016**



De la Tabla 15 y Fig. 33, con respecto a las Precipitaciones Totales, según lugar, podemos establecer lo siguiente:

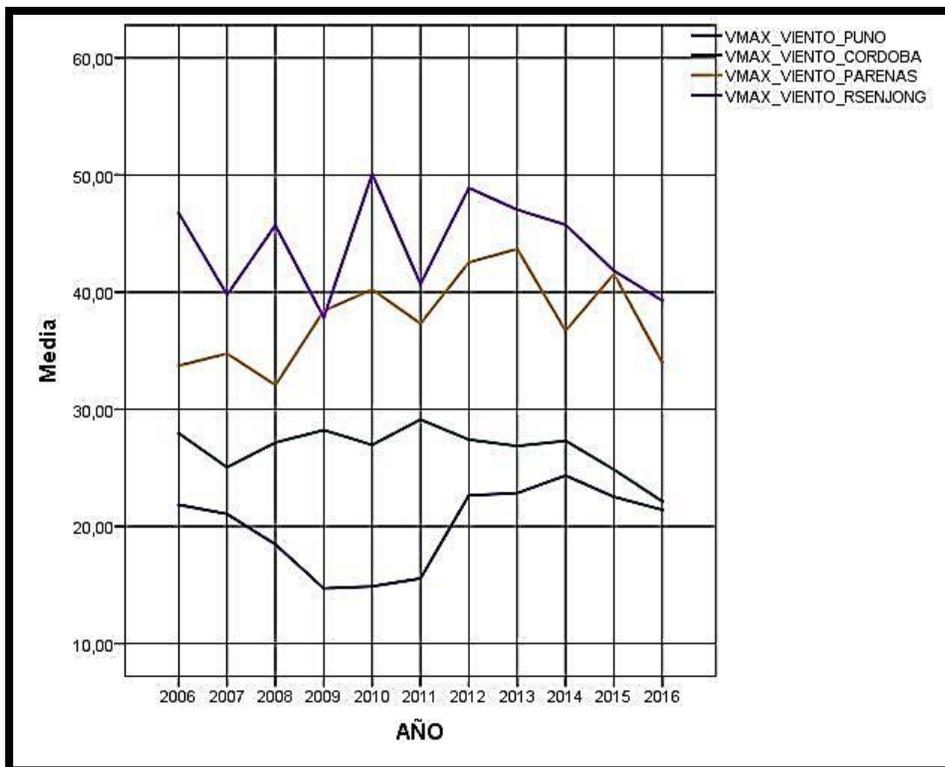
- La Precipitación Total Anual, en el periodo de estudio, para estos lugares es en su mayor parte menor que 400 mm, indicando la ocurrencia de clima seco, con excepción del año 2015 en la Isla Rey Senjong-Corea del Sur que presentó precipitaciones por encima de tal valor.
- La Precipitación Total Anual en Juliaca-Puno y Punta Arenas-Chile es más estable u homogénea que la observada en la Isla Rey Senjong-Corea del Sur y Córdoba-Argentina, en donde esta última es fue más variada en su comportamiento.
- La Precipitación Total Anual en Juliaca-Puno y Punta Arenas-Chile presentaron comportamientos atípicos en el 2014 y 2015, así como en el 2011 y 2015, respectivamente, sin alcanzar niveles que cambien su comportamiento de clima seco; sin embargo, en la Isla Rey Senjong-Corea del Sur se observaron precipitaciones atípicas en los años 2012 y 2015, por encima de 400 mm indicando un cambio en el comportamiento del clima.

**Tabla 16: Velocidad Máxima del Viento Anual Promedio en Juliaca–Puno y otros****Lugares del Sur, Período: May/2006 – Sep/2016**

Media				
AÑO	VMAX_VIENT O_PUNO	VMAX_VIENT O_CORDOBA	VMAX_VIENT O_PARENAS	VMAX_VIENT O_RSENJON G
2006	21,86	27,95	33,72	46,74
2007	21,07	25,05	34,75	39,77
2008	18,46	27,16	32,07	45,71
2009	14,71	28,23	38,41	37,83
2010	14,88	26,96	40,23	50,07
2011	15,56	29,12	37,31	40,69
2012	22,65	27,41	42,54	48,89
2013	22,85	26,87	43,68	47,03
2014	24,35	27,31	36,69	45,75
2015	22,53	24,85	41,55	41,83
2016	21,42	22,14	33,98	39,27
Total	20,03	26,64	37,72	43,96

La tabla N°16, permite apreciar la Velocidad Máxima del Viento Anual Promedio en Juliaca – Puno y en otras estaciones como Córdoba (Argentina), Punta Arenas (Chile) y Rey Senjong (Base Meteorológica de Corea del Sur en la Antártida).

**Fig. 34: Velocidad Máxima del Viento Anual Promedio en Juliaca–Puno y otros Lugares del Sur, Período: May/2006 – Sep/2016**

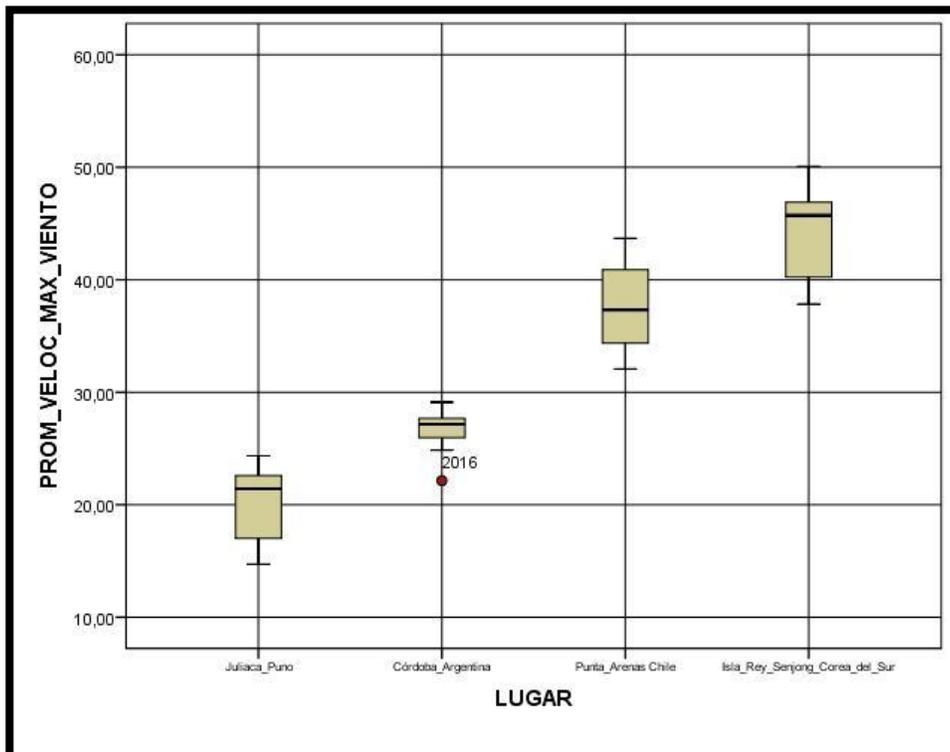


De la Tabla 16 y Fig. 34, con respecto a la Velocidad Máxima del Viento, podemos establecer lo siguiente:

- Los promedios de las Velocidades Máximas del Viento no indicaban la presencia de clima ventoso en Juliaca-Puno, en Córdoba-Argentina y Punta Arenas-Chile, con excepción para este último lugar para los años 2010, 2012, 2013 y 2015 en donde se observó la ocurrencia de clima ventoso. Sin embargo, en la Isla Rey Senjong-Corea del Sur se observó la manifestación de este clima con excepción del año 2009.

- El promedio más bajo de la Velocidad Máxima del Viento en Juliaca-Puno se registró en el 2009 con un valor de 14.71 km/h, en Córdoba-Argentina en el 2016 con 22.14 km/h, en Punta Arenas-Chile en el 2008 con 32.07 km/h y en la Isla Rey Senjong-Corea del Sur en el 2009 con 37.83 km/h.
- El promedio más alto de la Velocidad Máxima del Viento en Juliaca-Puno se registró en el 2014 con un valor de 24.35 km/h, en Córdoba-Argentina en el 2011 con 29.12 km/h, en Punta Arenas-Chile el 2013 con 43.68 km/h y en la Isla Rey Senjong-Corea del Sur en el 2010 con un valor de 50.07 km/h.

**Fig. 35: Diagrama de Cajas de la Velocidad Máxima del Viento Anual Promedio en Juliaca–Puno y otros Lugares del Sur, Período: May/2006 – Sep/2016**



De la Tabla 16 y Fig. 35, con respecto a las Velocidades Máximas del Viento, según lugar, podemos establecer lo siguiente:

- La Velocidad Máxima del Viento en promedio, en el periodo de estudio, para Juliaca-Puno y Córdoba-Argentina fueron menores que 30 Km/h, contrariamente a lo observado en Punta Arenas-Chile y la Isla Rey Senjong-Corea del Sur con presencia más frecuente de clima ventoso en este último lugar.
- La Velocidad Máxima del Viento en promedio, en Córdoba-Argentina es más estable u homogénea que la observada en Juliaca-Puno, Punta Arenas-Chile y la Isla Rey Senjong-Corea del Sur y, en donde esta última es fue un poco variada en su comportamiento.
- La Velocidad Máxima del Viento en Córdoba-Argentina presentó en el año 2016 un valor atípico muy próximo a 20 Km/h, en tanto que en Juliaca-Puno, Punta Arenas-Chile y la Isla Rey Senjong-Corea del Sur presentaron un comportamiento más homogéneo.

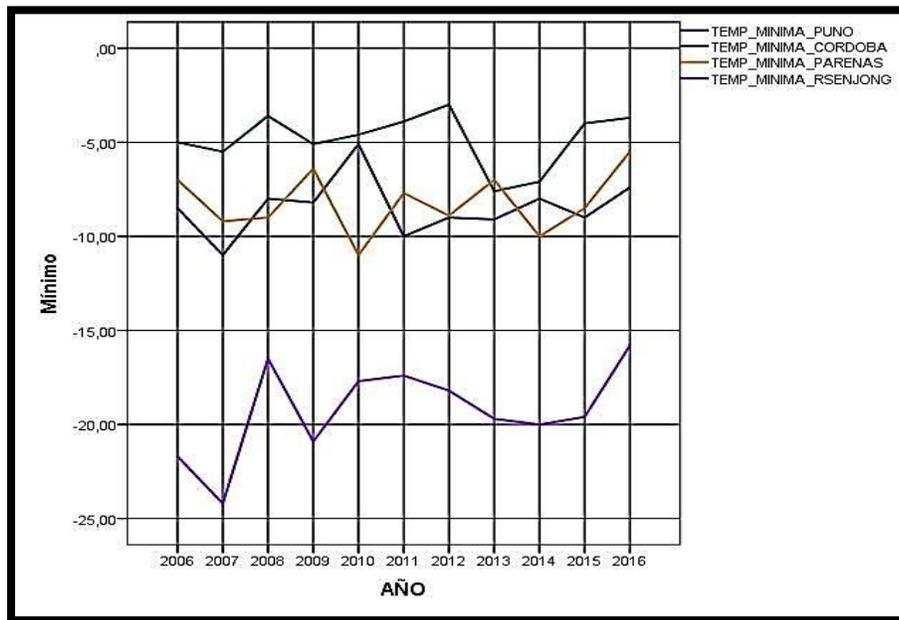
**Tabla 17: Mínima y Máxima Temperatura Mínima Anual en Juliaca–Puno y otros**

**Lugares del Sur, Período: May/2006 – Sep/2016**

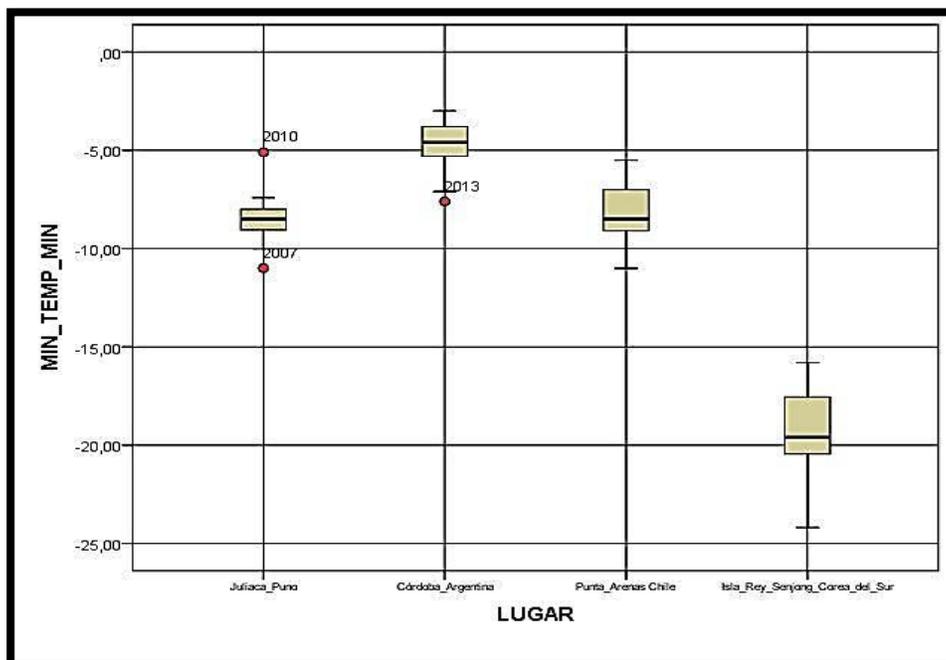
AÑO		TEMP_MINIM A_PUNO	TEMP_MINIM A_CORDOBA	TEMP_MINIM A_PARENAS	TEMP_MINIM A_RSENJON G
2006	Mínimo	-8,50	-5,00	-7,00	-21,70
	Máximo	6,00	17,30	8,00	1,70
2007	Mínimo	-11,00	-5,50	-9,20	-24,20
	Máximo	6,00	17,00	7,00	,30
2008	Mínimo	-8,00	-3,60	-9,00	-16,50
	Máximo	5,00	15,80	6,30	1,60
2009	Mínimo	-8,20	-5,10	-6,40	-20,90
	Máximo	10,20	18,80	7,30	,70
2010	Mínimo	-5,10	-4,60	-11,00	-17,70
	Máximo	14,00	14,90	6,00	1,60
2011	Mínimo	-10,00	-3,90	-7,70	-17,40
	Máximo	11,00	18,40	6,00	1,70
2012	Mínimo	-9,00	-3,00	-8,90	-18,20
	Máximo	5,00	17,90	7,00	1,30
2013	Mínimo	-9,10	-7,60	-7,00	-19,70
	Máximo	5,00	25,00	7,00	1,40
2014	Mínimo	-8,00	-7,10	-10,00	-20,00
	Máximo	6,00	14,90	7,70	2,50
2015	Mínimo	-9,00	-4,00	-8,50	-19,60
	Máximo	6,00	16,50	7,00	,90
2016	Mínimo	-7,40	-3,70	-5,50	-15,80
	Máximo	4,00	14,00	7,00	-,30
Total	Mínimo	-11,00	-7,60	-11,00	-24,20
	Máximo	14,00	25,00	8,00	2,50

La tabla N°17, evidencia la Mínima Temperatura Mínima y la Máxima Temperatura Mínima Anual en Juliaca – Puno y otros lugares como Córdoba (Argentina), Punta Arenas (Chile) y Rey Sejong (Base Meteorológica de Corea en la Antártida).

**Fig. 36: Mínima Temperatura Mínima Anual en Juliaca–Puno y otros Lugares del Sur, Período: May/2006 – Sep/2016**

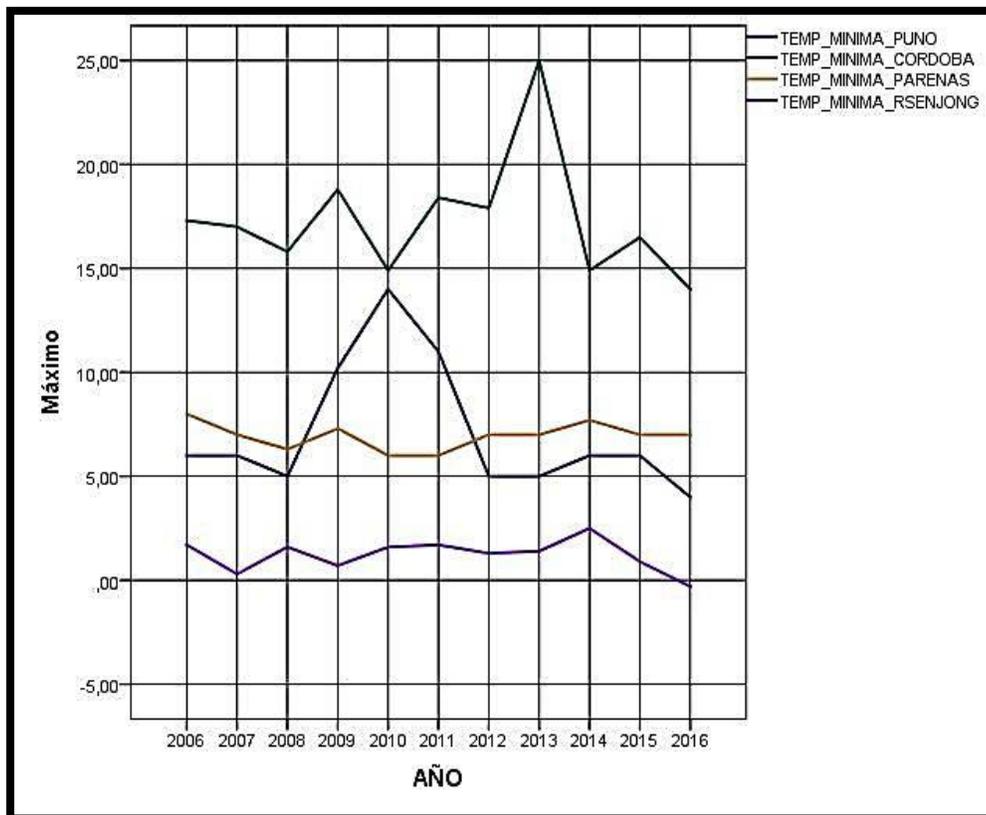


**Fig. 37: Comportamiento de la Mínima Temperatura Mínima Anual en Juliaca–Puno y otros Lugares del Sur, Período: May/2006 – Sep/2016**

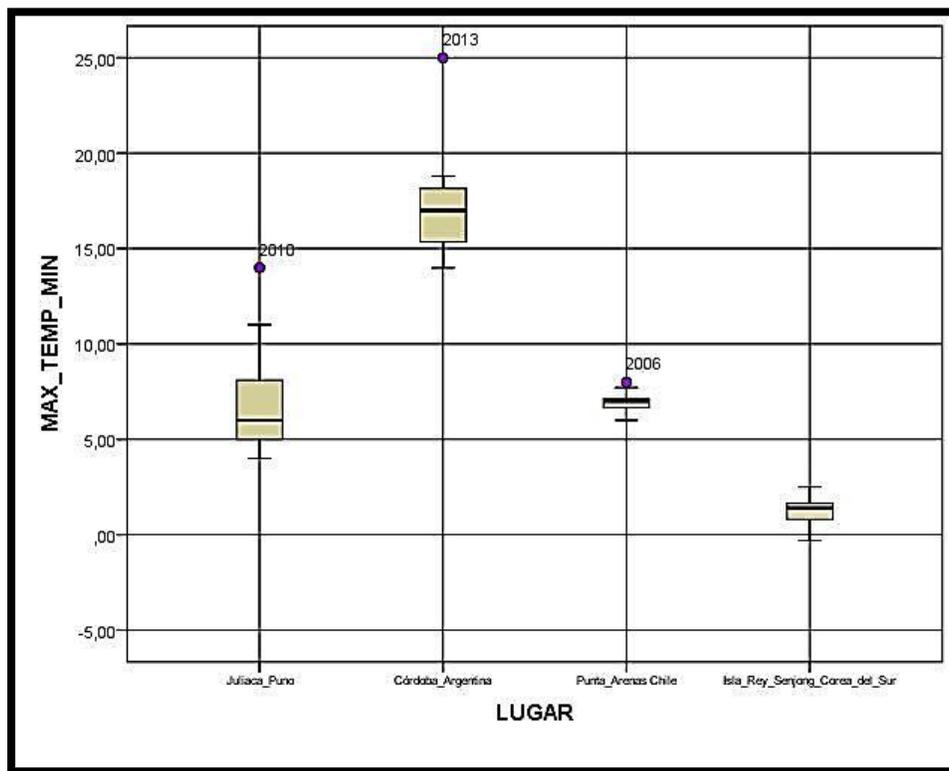


De la Tabla 17, Fig. 36 y Fig. 37, con respecto a la Temperatura Mínima, podemos observar que la más baja de las Temperaturas Mínimas Anuales en Juliaca-Puno se presentó en el año 2007 con un valor de  $-11.00\text{ }^{\circ}\text{C}$ , en Córdoba-Argentina en el 2013 con  $-7.60\text{ }^{\circ}\text{C}$ , en Punta Arenas-Chile en el 2010 con  $-11.00\text{ }^{\circ}\text{C}$  y en la Isla Rey Senjong-Corea del Sur en el 2007 con un valor de  $-24.20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**Fig. 38: Máxima Temperatura Mínima Anual en Juliaca-Puno y otros Lugares del Sur, Período: May/2006 – Sep/2016**



**Fig. 39: Comportamiento de la Máxima Temperatura Mínima Anual en Juliaca–Puno y otros Lugares del Sur, Período: May/2006 – Sep/2016**



De la Tabla 17, Fig. 38 y Fig. 39, con respecto a la Temperatura Mínima, podemos advertir que la más alta de las Temperaturas Mínimas Anuales en Juliaca-Puno se presentó en el año 2010 con un valor de 14.00 °C, en Córdoba-Argentina en el 2013 con 25.00 °C, en Punta Arenas-Chile en el 2006 con 8.00 °C y en la Isla Rey Senjong-Corea del Sur en el 2014 con un valor de 2.50 °C.

### 4.3 Prueba de hipótesis

#### 4.3.1 Prueba de Normalidad

– Hipótesis Estadística:

H<sub>0</sub>: Los Datos Registrados de la Variable Climatológica provienen de un Población con Distribución Normal.

H<sub>1</sub>: Los Datos Registrados de la Variable Climatológica NO provienen de un Población con Distribución Normal.

– Nivel de Significación:  $\alpha = 0.05$  ó  $0.01$

– Prueba Estadística: Kolmogorov-Smirnov (n = 1683)

– Regla de Decisión: Si el valor de Sig. (Tabla) < 0.05, entonces, se rechaza H<sub>0</sub>, en caso contrario, se acepta H<sub>0</sub>.

**Tabla 18: Prueba de Normalidad para los Datos Registrados de las Variables Climatológicas en Juliaca – Puno, Período: May/2006 – Sep/ 2016**

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TEMP_MINIMA_PUNO	,117	1683	,000	,924	1683	,000
TEMP_PROMEDIO_PUNO	,035	1683	,000	,994	1683	,000
PRECIP_PUNO	,464	1683	,000	,059	1683	,000
VMAX_VIENTO_PUNO	,185	1683	,000	,792	1683	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

De la Tabla 18, durante el período de estudio, se pudo establecer que NO existe evidencia para afirmar que las variables climatológicas (4) bajo estudio provienen de una Población con Distribución Normal.

#### 4.3.2 Prueba de Correlación Lineal Bivariada

– Hipótesis Estadística:

H<sub>0</sub>: La Variable Climatológica “A”, NO tiene una relación lineal significativa con la Variable Climatológica “B” ( $\rho_{AB} = 0$ ).

H<sub>1</sub>: La Variable Climatológica “A”, tiene una relación lineal significativa con la Variable Climatológica “B” ( $\rho_{AB} \neq 0$ ).

– Nivel de Significación:  $\alpha = 0.05$  ó  $0.01$

– Prueba Estadística: t-Student para la Correlación de Pearson

– Regla de Decisión: Si el valor de Sig. (Tabla)  $< 0.05$ , entonces, se rechaza H<sub>0</sub>, en caso contrario, se acepta H<sub>0</sub>.

**Tabla 19: Prueba de Correlación Lineal Bivariada para las Variables Climatológicas en Juliaca – Puno, Período: May/2006 – Sep/ 2016**

		TEMP_MINIMA_PUN O	TEMP_PROMEDIO_ PUNO	PRECIP_PUNO	VMAX_VIENTO_PUN O
TEMP_MINIMA_PUNO	Correlación de Pearson	1	<b>,660**</b>	<b>,081*</b>	,012
	Sig. (bilateral)		,000	,001	,611
	N	1683	1683	1683	1683
TEMP_PROMEDIO_PUNO	Correlación de Pearson	,660**	1	<b>-,056*</b>	,027
	Sig. (bilateral)	,000		,022	,269
	N	1683	1683	1683	1683
PRECIP_PUNO	Correlación de Pearson	,081**	-,056*	1	,013
	Sig. (bilateral)	,001	,022		,582
	N	1683	1683	1683	1683
VMAX_VIENTO_PUNO	Correlación de Pearson	,012	,027	,013	1
	Sig. (bilateral)	,611	,269	,582	
	N	1683	1683	1683	1683

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).  
\* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

De la Tabla 19, muestra las pruebas de hipótesis para la correlación lineal bivariada durante el período de estudio, a partir de las cuales se pudo establecer que:

- ✓ Existe evidencia para afirmar la presencia de una correlación lineal significativa entre la Temperatura Mínima y la Temperatura Promedio en Juliaca-Puno (Sig.=0.000 < 0.01).
- ✓ Existe evidencia para afirmar la presencia de una correlación lineal significativa entre la Temperatura Mínima y la Precipitación en Juliaca-Puno (Sig.=0.001 < 0.01).

- ✓ Existe evidencia para afirmar la presencia de una correlación lineal significativa entre la Temperatura Promedio y la Precipitación en Juliaca-Puno (Sig.=0.022 < 0.05).
  
- ✓ NO existe evidencia para afirmar la presencia de una correlación lineal significativa entre la Temperatura Mínima y la Velocidad Máxima del Viento en Juliaca-Puno (Sig.=0.611 > 0.05), lo cual no implica que no pueda existir una correlación no lineal entre ellas.
  
- ✓ NO existe evidencia para afirmar la presencia de una correlación lineal significativa entre la Temperatura Promedio y la Velocidad Máxima del Viento en Juliaca-Puno. (Sig.=0.269 > 0.05), lo cual no implica que no pueda existir una correlación no lineal entre ellas.
  
- ✓ NO existe evidencia para afirmar la presencia de una correlación lineal significativa entre la Precipitación y la Velocidad Máxima del Viento en Juliaca-Puno. (Sig.=0.582 > 0.05), lo cual no implica que no pueda existir una correlación no lineal entre ellas.

### 4.3.3 Construcción y Validación del Modelo

Para la construcción de un modelo que explique la relación entre el Clima Antártico y las Heladas en Juliaca-Puno, debemos considerar como variables independientes a la Temperatura Promedio ( $X_1$ ), la Precipitación ( $X_2$ ) y la Velocidad Mínima del Viento ( $X_3$ ), y variable dependiente a la Temperatura Mínima ( $Y$ ), esto es, postular un modelo de regresión lineal múltiple:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \varepsilon, \text{ donde } \varepsilon = \text{Error Aleatorio}$$

De modo que, al aplicar del método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), nos permite estimar los Coeficientes  $\beta_i$  y dados los valores de las variables independientes  $X_1, X_2, X_3$ , podemos estimar  $Y$ , esto es:

$$\hat{Y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_1 + \hat{\beta}_2 X_2 + \hat{\beta}_3 X_3$$

Empleando el aplicativo SPSS Ver. 23.0, se procesaron los datos y se pudieron obtener los siguientes resultados:

**Tabla 20: Coeficiente de Correlación Lineal Múltiple para las Variables Climatológicas en Juliaca – Puno, de Mayo a Setiembre, 2006 – 2016**

Resumen del modelo <sup>b</sup>				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	<b>,671<sup>a</sup></b>	,450	,449	2,77635

a. Predictores: (Constante), VMAX\_VIENTO\_PUNO, PRECIP\_PUNO, TEMP\_PROMEDIO\_PUNO  
b. Variable dependiente: TEMP\_MINIMA\_PUNO

De la Tabla 20, podemos establecer que existe una correlación moderada positiva de 0.671 entre la Temperatura Mínima y las respectivas Temperatura Promedio, Volumen de Precipitaciones y Velocidad Máxima del Viento en Juliaca – Puno.

**Tabla 21: Coeficientes del Modelo Lineal Múltiple para las Variables Climatológicas en Juliaca – Puno, Período May/2006 – Sep/ 2016**

Coeficientes <sup>a</sup>						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		
		B	Error estándar	Beta	t	Sig.
1	(Constante)	-17,880	,446		-40,045	,000
	TEMP_PROMEDIO_PUNO	1,474	,040	,667	36,765	,000
	PRECIP_PUNO	,103	,016	,119	6,536	,000
	VMAX_VIENTO_PUNO	-,003	,007	-,007	-,394	<b>,694</b>

a. Variable dependiente: TEMP\_MINIMA\_PUNO

De la Tabla 21, podemos determinar que en el modelo lineal múltiple planteado  $\beta_0 = -17.880$ ,  $\beta_1 = 1.474$ ,  $\beta_2 = 0.103$ , y,  $\beta_3 = -0.003$ , en donde, a partir del valor del Sig. se puede establecer que solo  $\beta_0, \beta_1$  y  $\beta_2$  son significativos, es decir, distintos de cero a un nivel de confianza del 99% o más. Sin embargo, el Sig.=0.694 nos indica que  $\beta_3$  tiene un aporte casi nulo en el modelo propuesto, lo cual debe ser evaluado.

**Tabla 22: Significación del Modelo Lineal Múltiple para las Variables Climatológicas en Juliaca – Puno, de Mayo a Setiembre, 2006 – 2016**

ANOVA <sup>a</sup>						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	10576,731	3	3525,577	457,386	,000 <sup>b</sup>
	Residuo	12941,888	1679	7,708		
	Total	23518,620	1682			

a. Variable dependiente: TEMP\_MINIMA\_PUNO

b. Predictores: (Constante), VMAX\_VIENTO\_PUNO, PRECIP\_PUNO, TEMP\_PROMEDIO\_PUNO

De la Tabla 22, se puede advertir que el modelo lineal múltiple planteado:

$$\widehat{Temp.Mínima} = -17.880 + 1.474 * \widehat{Temp.Promedio} + 0.103 * \widehat{Vol.Precipitación} - 0.003 * \widehat{Veloc.Máx.Viento}$$

Resulta ser adecuado con un Sig.= 99% o más, a pesar que  $\beta_3$  no es significativo, para propósitos de estimación de la Temperatura Mínima y detección de presencia de heladas en Juliaca – Puno, lo cual nos conduce a replantear este modelo.

Por otro lado, podemos postular otro modelo múltiple que mejor se ajuste a los datos observados, lo cual puede conseguirse con una transformación de una o más variable no significativas, esto es,

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 \ln(X_3) + \varepsilon, \text{ donde } \varepsilon = \text{Error Aleatorio}$$

De donde, al aplicar del método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), nos permite estimar los Coeficientes  $\beta_i$  y dados los valores de las variables independientes  $X_1, X_2, \ln(X_3)$ , podemos estimar  $Y$ , esto es:

$$\hat{Y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_1 + \hat{\beta}_2 X_2 + \hat{\beta}_3 \ln(X_3)$$

Del mismo modo, al utilizar el aplicativo SPSS Ver. 23.0, se procesaron los datos y se lograron obtener los siguientes resultados:

**Tabla 23: Coeficiente de Correlación No Lineal Múltiple para las Variables Climatológicas en Juliaca – Puno, Período: May/2006 – Sep/ 2016**

Resumen del modelo <sup>b</sup>				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	<b>,671<sup>a</sup></b>	,451	,450	2,77372
a. Predictores: (Constante), LN_VMAX_VIENTO_PUNO, PRECIP_PUNO, TEMP_PROMEDIO_PUNO				
b. Variable dependiente: TEMP_MINIMA_PUNO				

De la Tabla 23, podemos establecer similarmente que existe una correlación múltiple moderada positiva de 0.671 entre la Temperatura Mínima y las respectivas Temperatura Promedio, Volumen de Precipitaciones y Ln (Velocidad Máxima del Viento) en Juliaca – Puno.

**Tabla 24: Coeficientes del Modelo No Lineal Múltiple para las Variables Climatológicas en Juliaca – Puno, Período: May/2006 – Sep/ 2016**

Coeficientes <sup>a</sup>						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		
		B	Error estándar	Beta	t	Sig.
1	(Constante)	-17,072	,635		-26,873	,000
	TEMP_PROMEDIO_PUNO	1,477	,040	,669	36,847	,000
	PRECIP_PUNO	,104	,016	,119	6,572	,000
	LN_VMAX_VIENTO_PUNO	-,310	,170	-,033	-1,825	<b>,068</b>

a. Variable dependiente: TEMP\_MINIMA\_PUNO

De la Tabla 24, podemos determinar que en el modelo No lineal múltiple planteado  $\beta_0 = -17.072$ ,  $\beta_1 = 1.477$ ,  $\beta_2 = 0.104$ , y  $\beta_3 = -0.310$ , en donde, a partir del valor del Sig. se puede establecer que solo  $\beta_0, \beta_1$  y  $\beta_2$  son significativos, es decir, distintos de cero a un nivel de confianza del 99% o más. Sin embargo, el Sig.=0.068 ó 6.8% nos indica que  $\beta_3$  tiene un aporte significativo del 93.2% en el modelo propuesto empleando  $Ln(X_3)$  en lugar que  $X_3$  simplemente, lo cual puede ser considerado como aceptable para el estudio de estimación.

**Tabla 25: Significación del Modelo No Lineal Múltiple para las Variables Climatológicas en Juliaca – Puno, Período: May/2006 – Sep/ 2016**

ANOVA <sup>a</sup>						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	10601,165	3	3533,722	459,310	,000 <sup>b</sup>
	Residuo	12917,455	1679	7,694		
	Total	23518,620	1682			

a. Variable dependiente: TEMP\_MINIMA\_PUNO  
b. Predictores: (Constante), LN\_VMAX\_VIENTO\_PUNO, PRECIP\_PUNO, TEMP\_PROMEDIO\_PUNO

De la Tabla 25, se puede observar que el modelo no lineal múltiple planteado:

$$\widehat{Temp. M\acute{in}ima} = -17.880 + 1.474 * \widehat{Temp. Promedio} + 0.103 * \widehat{Vol. Precipitaci\acute{o}n} - 0.310 * \widehat{Ln(Veloc. M\acute{a}x. Viento)}$$

Resulta ser adecuado con un Sig.= 99% o más, en donde,  $\beta_3$  aporta significativamente para propósitos de estimación de la Temperatura Mínima y detección de presencia de heladas en Juliaca – Puno.

De otro lado, a partir del Modelo No Lineal Múltiple determinado se pudieron obtener, durante el período en estudio, los días de heladas estimadas, así:

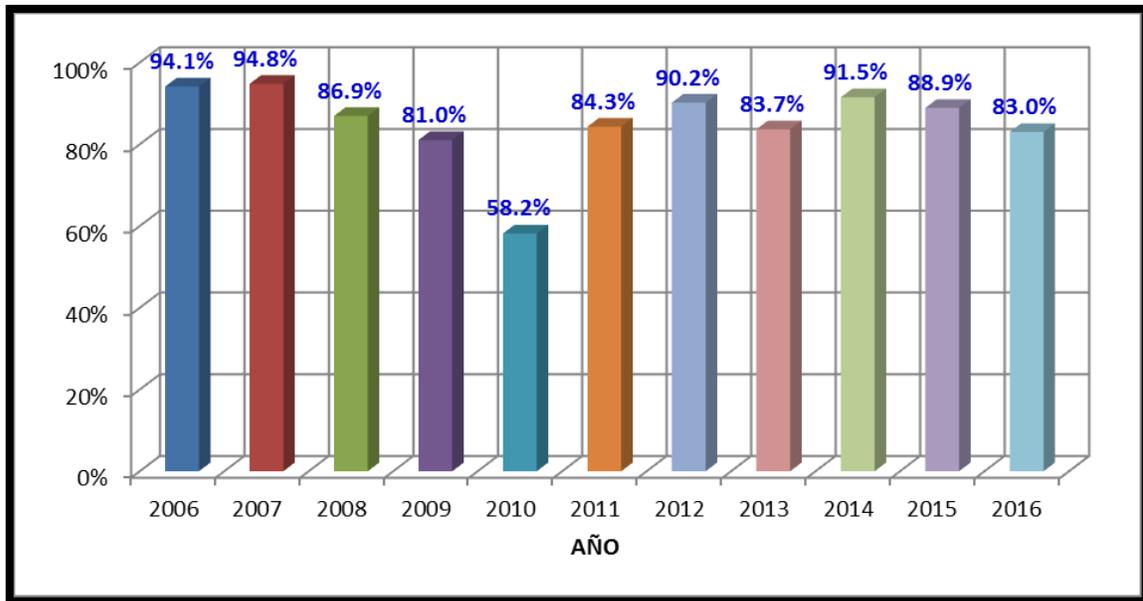
**Tabla 26: Número de días de Heladas (Temp.Mín.  $\leq 0^\circ\text{C}$ ) Estimadas por Año (\*) en Juliaca – Puno, según Modelo No Lineal Múltiple, Período: May/2006 – Sep/2016**

AÑO	HELADA-E	% HELADA-E
2006	144	94.1%
2007	145	94.8%
2008	133	86.9%
2009	124	81.0%
2010	89	58.2%
2011	129	84.3%
2012	138	90.2%
2013	128	83.7%
2014	140	91.5%
2015	136	88.9%
2016	127	83.0%

(\*) En cada año de Mayo a Setiembre hay 153 días, haciendo un total de 1683 datos en 11 años bajo estudio.

En la tabla N°26, nos permite apreciar el Número de días de Heladas estimadas por año en Juliaca – Puno según Modelo No Lineal Múltiple, en el Período de May/2006 – Sept/2016.

**Fig. 40: Porcentaje de Heladas Estimadas Anualmente en Juliaca-Puno, según Modelo No Lineal, Período: May/2006 - Sep/2016**



En la figura 40, evidencia el Porcentaje de Heladas Estimadas Anualmente en Juliaca-Puno, según el Modelo No Lineal en el período May/2006-Sep/2019, teniendo como resultado que en el año 2007 se produjo mayor porcentaje de Heladas y en el año 2010, menor porcentaje de este fenómeno meteorológico.

Para evaluar si existe diferencia significativa entre las heladas observadas anualmente y las heladas estimadas, a partir del Modelo No Lineal utilizado, aplicaremos una prueba de hipótesis para la diferencia de medias, esto es,

– Hipótesis Estadística:

$H_0$ : El Promedio de Heladas Observadas Anualmente es igual al Promedio de Heladas Estimadas, según el Modelo.

H<sub>1</sub>: El Promedio de Heladas Observadas Anualmente difiere del Promedio de Heladas Estimadas, según el Modelo.

En principio se probará la Normalidad de las Variables Heladas Observadas, de la Tabla 12, y Heladas Estimadas según el Modelo, de la Tabla 26, para determinar si la prueba a aplicar para la diferencia de medias es de tipo Paramétrica o NO Paramétrica. Tal como veremos a continuación:

– Hipótesis Estadística ( Heladas Observadas):

H<sub>0</sub>: El Promedio de Heladas Observadas Anualmente, proviene de una Distribución Normal.

H<sub>1</sub>: El Promedio de Heladas Observadas Anualmente, NO proviene de una Distribución Normal.

– Nivel de Significación:  $\alpha = 0.05$  ó  $0.01$

– Prueba Estadística: Shapiro-Wilk, por ser  $n=11$  (años).

– Regla de Decisión: Si el valor de Sig. (Tabla)  $< 0.05$ , entonces, se rechaza H<sub>0</sub>, en caso contrario, se acepta H<sub>0</sub>.

Del reporte proporcionado por el SPSS V.23.0, se pudo obtener el siguiente resultado:

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
HELAD_ANUAL	,248	11	,058	,786	11	<b>,006</b>

a. Corrección de significación de Lilliefors

Por lo tanto, dado que el  $\text{Sig.}=0.006 < 0.05$ , podemos afirmar que NO existe evidencia suficiente para aceptar  $H_0$ , entonces, el Promedio de Heladas Observadas Anualmente, NO proviene de una Distribución Normal.

Asimismo,

– Hipótesis Estadística (Heladas Estimadas):

$H_0$ : El Promedio de Heladas Estimadas Anualmente, proviene de una Distribución Normal.

$H_1$ : El Promedio de Heladas Estimadas Anualmente, NO proviene de una Distribución Normal.

– Nivel de Significación:  $\alpha = 0.05$  ó  $0.01$

– Prueba Estadística: Shapiro-Wilk, por ser  $n=11$  (años).

– Regla de Decisión: Si el valor de Sig. (Tabla)  $< 0.05$ , entonces, se rechaza  $H_0$ , en caso contrario, se acepta  $H_0$ .

Igualmente, del reporte proporcionado por el SPSS V.23.0, se pudieron determinar los siguientes resultados:

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
HELAD_ANUAL	,251	11	,052	,778	11	<b>,005</b>

a. Corrección de significación de Lilliefors

Donde, dado que el  $\text{Sig.}=0.005 < 0.05$ , podemos afirmar que NO existe

evidencia suficiente para aceptar  $H_0$ , entonces, el Promedio de Heladas Estimadas Anualmente, NO proviene de una Distribución Normal.

Por cuanto, se ha probado que ninguna de las dos variables, Heladas Registradas y Heladas Estimadas, provienen de una distribución Normal, lo que nos indica que NO podemos utilizar la prueba paramétrica t-Student para establecer la existencia de diferencia de medias o no.

En este caso, una prueba NO paramétrica apropiada a aplicar corresponde a la prueba de Mann-Whitney, tal como se muestra a continuación:

– Hipótesis Estadística:

$H_0$ : El Promedio de Heladas Observadas Anualmente es igual al Promedio de Heladas Estimadas, según el Modelo.

$H_1$ : El Promedio de Heladas Observadas Anualmente difiere del Promedio de Heladas Estimadas, según el Modelo.

– Nivel de Significación:  $\alpha = 0.05$  ó  $0.01$

– Prueba Estadística: Mann-Whitney (NO paramétrica).

– Regla de Decisión: Si el valor de Sig. (Tabla)  $< 0.05$ , entonces, se rechaza  $H_0$ , en caso contrario, se acepta  $H_0$ .

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	HELAD_ANUAL
U de Mann-Whitney	48,000
W de Wilcoxon	114,000
Z	-,822
Sig. asintótica (bilateral)	,411
Significación exacta [2* (sig. unilateral)]	,438 <sup>b</sup>

a. Variable de agrupación:  
TIPO\_DATO

b. No corregido para empates.

De este modo, dado que el  $\text{Sig.} = 0.411 > 0.05$ , podemos afirmar que el Promedio de Heladas Observadas Anualmente “es igual” al Promedio de Heladas Estimadas Anualmente, según el Modelo No Lineal Múltiple determinado, esto es, el modelo posee una adecuada capacidad predictiva para la ocurrencia de heladas en Juliaca - Puno.

Por ejemplo, si para un año dado en una secuencia de días del mes de mayo a septiembre, digamos 5 días, se observa que en Juliaca - Puno:

- ✓ Temperatura Promedio = 8.5 °C (Clima Frio)
- ✓ Volumen Precipitaciones Promedio = 0.20 mm (Clima Seco)
- ✓ Veloc.Máx.del Viento Promedio = 40.7 Km/h (Clima Ventoso)

entonces, al reemplazar estos valores en el Modelo No Lineal Múltiple, podemos determinar:

Temperatura Mínima Estimada = -5.64 °C (Helada)

De este modo, el modelo nos permite estimar la ocurrencia de helada, basado en datos previos correspondientes a las tres variables independientes.

#### **4.3.4 Prueba para la Diferencia de Medias de las Mínimas Temperaturas Mínimas de Juliaca-Puno y Otros Lugares**

Debido a que inicialmente se estableció que las Temperaturas Mínimas de Juliaca-Puno NO provienen de una Población Normal, entonces, para probar la diferencia significativa entre las Medias de las Mínimas Temperaturas Mínimas de este y los otros tres (3) lugares, tenemos que aplicar la prueba NO paramétrica denominada Kruskal-Wallis, tal como se muestra a continuación:

– Hipótesis Estadística:

H<sub>0</sub>: El Promedio de las Mínimas Temperaturas Mínimas entre Juliaca-Puno y los otros tres (3) lugares son iguales.

H<sub>1</sub>: El Promedio de las Mínimas Temperaturas Mínimas entre Juliaca-Puno y los otros tres (3) lugares difieren significativamente.

– Nivel de Significación:  $\alpha = 0.05$  ó  $0.01$

– Prueba Estadística: Kruskal-Wallis (NO paramétrica).

- Regla de Decisión: Si el valor de Sig. (Tabla) < 0.05, entonces, se rechaza  $H_0$ , en caso contrario, se acepta  $H_0$ .

<b>Rangos</b>			
	LUGAR	N	Rango promedio
MIN_TEMP_MIN	Juliaca_Puno	11	22,27
	Córdoba_Argentina	11	37,82
	Punta_Arenas_Chile	11	23,91
	Isla_Rey_Senjong_Corea_del_Sur	11	6,00
	Total	44	

<b>Estadísticos de prueba<sup>a,b</sup></b>	
MIN_TEMP_MIN	
Chi-cuadrado	33,955
gl	3
Sig. asintótica	,000
a. Prueba de Kruskal Wallis	
b. Variable de agrupación: LUGAR	

De este modo, dado que el Sig.  $\approx 0.00 < 0.05$ , entonces, rechazamos  $H_0$ , esto es, existe evidencia para afirmar que el Promedio de las más bajas Temperaturas Mínimas de Juliaca-Puno, Córdoba-Argentina, Punta Arenas-Chile y la Isla Rey Senjong, difieren significativamente.

#### **4.3.5 Prueba para la Diferencia de Medias para las Máximas Temperaturas Mínimas de Juliaca-Puno y Otros Lugares**

Similarmente, debido a que inicialmente se probó que las Temperaturas Mínimas de Juliaca-Puno NO provienen de una Población Normal, entonces,

para probar la diferencia significativa entre las Medias de las Máximas Temperaturas Mínimas de este y los otros tres (3) lugares, tenemos que aplicar la prueba NO paramétrica de Kruskal-Wallis, tal como se veremos a continuación:

– Hipótesis Estadística:

$H_0$ : El Promedio de las Máximas Temperaturas Mínimas entre Juliaca-Puno y los otros tres (3) lugares son iguales.

$H_1$ : El Promedio de las Máximas Temperaturas Mínimas entre Juliaca-Puno y los otros tres (3) lugares difieren significativamente.

– Nivel de Significación:  $\alpha = 0.05$  ó  $0.01$

– Prueba Estadística: Kruskal-Wallis (NO paramétrica).

– Regla de Decisión: Si el valor de Sig. (Tabla)  $< 0.05$ , entonces, se rechaza  $H_0$ , en caso contrario, se acepta  $H_0$ .

Rangos			
	LUGAR	N	Rango promedio
MAX_TEMP_MIN	Juliaca_Puno	11	20,41
	Córdoba_Argentina	11	38,95
	Punta_Arenas Chile	11	24,64
	Isla_Rey_Senjong_Core a_del_Sur	11	6,00
	Total	44	

Estadísticos de prueba <sup>a,b</sup>	
MAX_TEMP_MIN	
Chi-cuadrado	36,960
gl	3
Sig. asintótica	,000

a. Prueba de Kruskal Wallis  
b. Variable de agrupación: LUGAR

De este modo, dado que el Sig.  $\approx 0.00 < 0.05$ , entonces, rechazamos  $H_0$ , esto es, existe evidencia para afirmar que el Promedio de las más altas Temperaturas Mínimas de Juliaca-Puno, Córdoba-Argentina, Punta Arenas-Chile y la Isla Rey Senjong-Corea del Sur, difieren significativamente.

#### 4.4 Discusión de resultados

A partir del análisis de resultados, durante el período de estudio, podemos discutir aquellos relevantes con las hipótesis planteadas, de modo que ofrezcan una respuesta al problema planteado.

En Juliaca-Puno, las Temperaturas Mínimas diarias registraron un promedio de  $-2.39\text{ }^{\circ}\text{C}$ , en tanto que el 50% tales temperaturas tomaron valores de  $-3.00\text{ }^{\circ}\text{C}$  o menos, indicando en ambos casos la presencia de helada, mostrando una distribución asimétrica derecha con mayor tendencia a la ocurrencia de heladas. Durante el año 2010 las Temperaturas Mínimas promedio mensuales alcanzaron valores superiores a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , sin embargo, en todos los demás años de estudio se observó incidencia de helada; las Mínimas y

Máximas Temperaturas Mínimas mensuales alcanzaron valores menores que 0.00 °C y mayores que 10.10 °C, respectivamente. Asimismo, las Temperaturas Mínimas Promedio Anuales tomaron su promedio más bajo en el año 2008 con presencia de helada, mientras que el más alto se observó en el 2010. Estos indicadores estadísticos referidos a los cambios climatológicos en Juliaca-Puno guardan correspondencia con los mencionados por Lira (2015) en la evaluación realizada en algunas las provincias del Departamento de Puno, en donde señala que la temperatura puede llegar por debajo de los -20 °C, generando serios problemas en las condiciones de vida de su población. Por su parte Gómez (2010), advierte que debido a la frecuencia de heladas la agricultura es una de las actividades más vulnerables ocasionando pérdidas económicas año tras año; en tanto que, García (2016) manifiesta que las localidades por encima de los 4400 msnm como Puno tendrán una temperatura mínima promedio de -11 °C.

En Juliaca-Puno, las Temperaturas Promedios diarias registraron un promedio de -8.00 °C, indicando en ambos casos la presencia de helada, en tanto que el 50% tales temperaturas tomaron valores de 10.60 °C o menos, mostrando una distribución asimétrica derecha con mayor tendencia a temperaturas promedio de 11.00 °C o menos. De igual modo, las Temperaturas Promedio mensuales alcanzaron valores promedios superiores a 8 °C, registrando los valores más altos en el 2010 con temperaturas por encima de 11.42 °C; las Mínimas y Máximas Temperaturas Promedio mensuales alcanzaron valores mayores que 3.20 °C y menores que 16.40 °C, respectivamente; y, tales Temperaturas Promedio registraron valores Promedio Anuales más bajo en el año 2008, mientras que el más alto se observó en el 2010; por cuanto su población se ha

visto afectada en su salud especialmente con enfermedades respiratorias agudas tal como sucedió en Arequipa y fuera revelados por Zanabria (2016), quien sugiere la prevención, atención y vacunación a los pobladores de ese Departamento.

En Juliaca-Puno, las Precipitaciones Totales Anuales registraron el valor más bajo el 2008 con 3.00 mm y el más alto en el 2015 alcanzando 208.40 mm, indicando la presencia de clima seco, manifestando una distribución asimétrica derecha con mayor tendencia precipitaciones de 51.20 mm o menos. Asimismo, las Precipitaciones Totales Mensuales alcanzaron valores promedios inferiores a 1.36 mm., en tanto que las máximas registraron valores inferiores a 140.00 mm o menos, mostrando distribuciones asimétricas derechas en todos los años, correspondiente a un clima seco señalado por Koppen (2014).

En Juliaca-Puno, las Velocidades Máximas del Viento diarias registraron un promedio de 20.3 Km/h, con baja frecuencia de clima ventoso, en tanto que el 50% tales velocidades tomaron valores de 18.30 Km/h o menos, mostrando una distribución asimétrica derecha con mayor tendencia a velocidades de 22 Km/h o menos; las Velocidades Máximas del Viento promedio mensuales alcanzaron valores promedios superiores a 11.69 Km/h, registrándose en el 50% de éstas valores de 11.70 Km/h o superiores; las Mínimas y Máximas Velocidades Máximas del Viento mensuales alcanzaron valores mayores que 5.40 Km/h, pero menores que 85.20 Km/h, respectivamente, registrándose la más alta de éstas en el año 2015 y revelando la

presencia de algunos meses con Clima ventoso; y, las Velocidades Máximas del Viento Promedio Anuales registraron valores mayores que 14.71 Km/h y menores que 24.35 Km/h, observando este valor máximo promedio anual en el año 2014, correspondiente a las características de un clima ventoso señalado por Instituto de Antártico de Argentina (2010).

En Juliaca-Puno, durante el período de estudio, se observó una alta frecuencia de días con presencia de helada en el año 2008 y una muy baja en el año 2010, con un comportamiento ascendente desde el año 2014 hasta el 2016. Estas manifestaciones en la ocurrencia de heladas y friaje han sido afrontadas por el Estado a partir de su Presidencia del Consejos de Ministros en el estudio realizado en el 2016 denominado “Plan Multisectorial ante Heladas y Friaje” para el 2017.

Al comparar la Temperatura Mínima Promedio Anual de los cuatro (4) lugares considerados en el estudio, vemos que esta temperatura tiende a incrementarse de Juliaca-Puno hacia Córdoba-Argentina, descendiendo notablemente de Punta Arenas-Chile a la Isla de Rey Senjong-Corea del Sur. Al comparar la Temperatura Promedio Anual de los cuatro (4) lugares considerados en el estudio, vemos que esta temperatura está por encima de 2.5 °C en Juliaca-Puno, Córdoba-Argentina y Punta Arenas-Chile, en tanto que en la Isla de Rey Senjong-Corea del Sur continuamente se observaron por debajo de 0 °C.

De otro lado, al comparar la Precipitación Total Anual de los cuatro (4) lugares considerados en el estudio, vemos que en general todos tomaron valores por debajo de 400 mm, advirtiendo la presencia de Clima Seco, con excepción a lo observado en la Isla de Rey Senjong-Corea del Sur en el año 2015. Asimismo, al comparar la Velocidad Máxima del Viento Promedio Anual de los cuatro (4) lugares considerados en el estudio, vemos que esta velocidad tomó valores menores que 39 Km/h en Juliaca-Puno y Córdoba-Argentina, advirtiendo en general la ausencia de clima ventoso, mientras que en Punta Arenas-Chile y la Isla de Rey Senjong-Corea del Sur mostraba un tendencia a incrementarse, especialmente en este último lugar. A su vez, Al comparar la Mínima y Máxima Temperatura Mínima Promedio Anual de los cuatro (4) lugares considerados en el estudio, vemos que la más baja se presentó en la Isla Rey Senjong-Corea del Sur en el 2007 con un valor de  $-24.20\text{ }^{\circ}\text{C}$  y la más alta de estas temperaturas se observó en Córdoba-Argentina en el 2013 con  $25.00\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Al aplicar la prueba de Normalidad a las variables climatológicas estudiadas para Juliaca-Puno, se determinó que ninguna de ellas provenía de una población con distribución Normal; la prueba bivariada de Correlación de Spearman a las variables climatológicas estudiadas para Juliaca-Puno, se observó que solamente existía correlación significativa directa entre la Temperatura Mínima y la Temperatura Promedio, la Temperatura Mínima y la Precipitación Total, así como entre la Temperatura Promedio y la Precipitación.

En la construcción del modelo de regresión entre las variables climatológicas estudiadas para Juliaca-Puno, se advirtió que las tres (3) variables Temperatura Promedio, la Precipitación Total y la Velocidad Máxima del Viento explicaban significativamente el comportamiento de la Temperatura Mínima a través de un Modelo No Lineal, que considera en su formulación el Logaritmo Natural (LN) de la Velocidad Máxima del Viento, con un aporte inverso del 93.2% a la estimación.

A partir de los datos, al aplicar la prueba No Paramétrica de Mann-Whitney, con un Sig.= 0.411, se pudo establecer que las Temperaturas Mínimas Estimadas mediante el Modelo No Lineal NO difieren significativamente de aquella Temperaturas Mínimas Observadas, ante la ausencia de Normalidad en los datos, confirmando que el Modelo No Lineal determinado es bastante adecuado para fines de estimación de la Temperatura Mínima; al aplicar la prueba No Paramétrica de Kruskal-Wallis, con un Sig. $\approx$  0.0, se pudo determinar que las más bajas de las Temperaturas Mínimas de Juliaca-Puno, Córdoba-Argentina, Punta Arenas-Chile y la Isla Rey Senjong, difieren significativamente; en tanto que, al aplicar la prueba No Paramétrica de Kruskal-Wallis, con un Sig. $\approx$  0.0, se pudo determinar que las más altas de las Temperaturas Mínimas de Juliaca-Puno, Córdoba-Argentina, Punta Arenas-Chile y la Isla Rey Senjong, difieren significativamente.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

#### 5.1 Conclusiones

Se confirmó que existe una relación lineal significativa entre la temperatura promedio bajo condiciones de clima antártico, con respecto a la temperatura mínima con presencia de helada en el Departamento de Puno entre los años 2006-2016 en la variable clima frío. Esta relación nos reafirma sobre la similitud de temperaturas mínimas que lleva a la presencia de heladas en el Departamento de Puno tras la incursión de masas de aire polar del continente antártico en la época que se da el fenómeno meteorológico en nuestro país. Nos lleva a tener en cuenta que esta masa de aire originada de la zona polar, lleva el aporte de aire frío, característico del clima antártico.

Se confirmó que existe una relación lineal significativa entre la precipitación anual bajo condiciones de clima antártico con respecto a la temperatura mínima con presencia de helada en el Departamento de Puno entre los años 2006-2016 en la variable clima seco. Esta relación nos brinda, que el comportamiento de la precipitación en el Departamento de Puno tras la incursión de masas de aire polar del continente antártico, en la época que se da el fenómeno meteorológico en nuestro país, es similar en la misma época en el continente antártico. Esto se debe a que esta masa de aire originada de la zona polar, lleva el aporte de aire frío y seco característico del clima antártico, lo cual produce el carecimiento de precipitación ya que no hay presencia de humedad en el aire.

Se confirmó que NO existe una relación lineal significativa entre la velocidad máxima del viento bajo condiciones de clima antártico, con respecto a la temperatura mínima con presencia de helada en el Departamento de Puno entre los años 2006-2016 en la variable clima ventoso. Esta relación confirma que el clima ventoso tiene como característica el comportamiento de viento constante a una determinada intensidad durante el día. La velocidad máxima aparece en un determinado momento del día con mayor intensidad y de corta duración denominándose ráfaga de viento. Podemos analizar que los vientos varían por diversos factores, siendo uno de ellos la latitud y longitud del lugar, debido a que en la celda que se ubiquen para la circulación general de vientos, la dirección e intensidad son muy diferentes.

Se confirmó que existe una relación no lineal múltiple significativa entre la temperatura promedio, la precipitación y el Logaritmo Natural (LN) de la velocidad máxima del viento bajo condiciones de clima antártico, con respecto a la temperatura mínima con ocurrencia de helada en el Departamento de Puno entre los años 2006-2016. Comprobando que el clima seco y frío tiene mayor incidencia en la formación de los frentes fríos que ingresan al Departamento de Puno, por su aporte de masas de aire frío y seco haciendo referencia a las características del clima antártico, donde se originan estos frentes.

Se confirmó que las más bajas y más altas de las temperaturas mínimas de Juliaca-Puno, Córdoba-Argentina, Punta Arenas-Chile y la Isla Rey Senjong, difieren

significativamente, con una mayor probabilidad de ocurrencia de helada mientras la dirección sea más al sur, como en el caso de la Isla Rey Senjong. Esta relación confirma que el frente frío proviene de la zona polar que ocasiona el fenómeno de la helada, a tener en cuenta que mientras más al sur sea su génesis, será más frío y devastador sus efectos. Difiere significativamente, por el recorrido que tiene la incursión de la masa, ya que, muchas veces no logra pasar por las zonas como es Córdoba-Argentina, Punta Arenas-Chile, variando así las temperaturas en mencionadas zonas, no teniendo relación en algunos días. Lo que si podemos determinar es que en nuestro país, la incursión de la masa de aire frío y seco que produce el fenómeno meteorológico, es un hecho.

## **5.2 Recomendaciones o sugerencias**

Que, se utilice el Modelo No Lineal Múltiple planteado en esta investigación para estimar la ocurrencia de helada en Juliaca-Puno, a partir de los valores promedios observados de la temperatura promedio, la precipitación y la velocidad máxima del viento. Este modelo nos permitió, obtener durante el período de estudio los días de heladas estimadas y resulta ser adecuado para propósitos de estimación de la temperatura mínima y detección de presencia de heladas en Juliaca – Puno. Esto corrobora la incursión de la masa de aire frío y seco que produce el fenómeno meteorológico y perjudica a la población en sus valores de baja temperatura.

Qué, se monitoree periódicamente (por ejemplo, cada 6 meses), la validez del modelo en el tiempo para su reformulación en caso necesario, a fin de continuar obteniendo estimaciones confiables sobre la ocurrencia de heladas en Juliaca-Puno, para tomar las previsiones necesarias en las poblaciones afectadas a fin de mitigar el riesgo en tales zonas geográficas. Así poder notar si hay alguna anomalía tanto con los valores de la temperatura mínima, en relación al aumento o disminución y con los valores de precipitación si hay incremento o no, teniendo en consideración algunos factores que podrían afectar y poner en alerta a la población.

Que se siga manteniendo las expediciones antárticas con presencia de personal especialista de la Fuerza Aérea del Perú para continuar con los estudios climatológicos y poder tener mayor conocimiento sobre su génesis del fenómeno meteorológico “helada”. Así tener una mayor credibilidad de los datos obtenidos con los instrumentos meteorológicos empleados por el personal especializado en el lugar del origen de las masas de aire que originan este fenómeno, descartar hasta incluso otros factores que no requieren de mayor análisis para tomar decisiones y trabajar conjuntamente con otras entidades públicas, cumpliendo nuestra misión como institución.

Emplear y trabajar conjuntamente con la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – PLANAGERD 2014-2021 para fortalecer el desarrollo de capacidades en todas las instancias del sistema, para la toma de decisiones en los tres niveles de gobierno ya

teniendo como conocimiento que el clima frío y el clima seco son los que más afectan ante la incursión de la masa de aire polar al momento que ingresa a nuestro territorio.

Fortalecer el convenio con el Ministerio de Salud para el apoyo de nuestro país, en cuento al desarrollo social y económico a través de las operaciones aéreas cuando sea requerido. Así proteger la vida, la salud y la integridad de las personas, así como el patrimonio público y privado, promoviendo y velando por la ubicación de la población para reducir los daños y tener un enfoque en reducción del riesgo y respuesta ante emergencias y desastres. Con las conclusiones anteriores, podemos ya determinar que todos los años, este fenómeno meteorológico sucede en nuestro país, sabemos la época en la que van a ocurrir y los que nos queda es tomar acción para prevenir los daños que año tras año van en incremento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Amiel, J. (1993). *Metodología de la Investigación Científica*. Lima: CONCYTEC.
- Ander-Egg, E. (1993). *Técnicas de Investigación Social*. Buenos Aires: Editorial Humanistas.
- Bunge, M. (1980). *Epistemología*. Barcelona: Editorial Ariel.
- Caballero, A. (1987). *Metodología de la Investigación Científica*. Bogotá: Universidad Santo Tomás de Aquino.
- Castañeda, J. (1996). *Métodos de Investigación 2*. México: Mc Graw-Hill.
- Cousiño, E. (2008). *Las heladas y sus efectos*. Recuperado de <http://www.abc.com.py/edicion-impres/suplementos/abc-rural/las-heladas-y-sus-efectos-999186.html>.
- GeoEnciclopedia. (2016). *Tipos de Clima*. Recuperado de <http://www.geoenciclopedia.com/tipos-de-clima/>
- Hernández, R. (2014). Metodología de la Investigación. (6.<sup>a</sup> ed.). *Selección de la Muestra*. (pp. 172-191). México: Mc Graw-Hill / Interamericana Editores S.A.

Kelinger, F. (1989). *Enfoque Conceptual de la Investigación del Comportamiento*. México: Nueva Editorial Interamericana.

López, D. (2011), *El clima antártico*. Recuperado de [http://www.tutiempo.net /articulos/el-clima-antartico.html](http://www.tutiempo.net/articulos/el-clima-antartico.html)

López, J. (1992). *Método e Hipótesis Científicos*. (2.<sup>a</sup> ed. Reimpresión). México: Editorial Trillas S.A.

López-Rey, D. (2006). *El clima antártico*. Recuperado de <https://www.tutiempo.net/meteorologia/articulos/el-clima-antartico.html>

Muñoz, C. (1998). *Como Elaborar y Asesorar una Investigación de Tesis*. México: Editorial Pretince Hall Hispanoamericana S.A.

Müller, G. (2006). Variabilidad interanual de las heladas en la Pampa húmeda. *Bras Meteor*, 21, 135-141.

Piscoya, L. (1987). *Investigación Científica y Educacional*. Lima: Amaru Editores.

¿Qué es el/la...? Encuentra todas las respuestas. (2016). *Clima Frío*. Recuperado de <http://queesela.net/clima-frio-polar/>

RPP-Noticias (08 de julio del 2015). *Heladas y friajes en el Perú: ¿qué son y cómo protegerse?* Recuperado de <http://rpp.pe/lima/actualidad/heladas-y-friajes-en-el-peru-que-son-y-como-protegerse-noticia-814885>.

Silva, J. (20 de julio de 2008). ¿Qué es el Friaje y cuáles son sus causas? [Mensaje en un Blog] Recuperado de <http://sanignacio-2008.blogspot.pe/2008/07/20-qu-es-el-fraje-y-cules-son-las.html>

The free dictionary by Farlex. (2016). *Ventoso*. Recuperado de <http://es.thefreedictionary.com/ventoso>

Tutiempo Network S.L. (2001). *Información para mantener a la población al día sobre el tiempo diario. Basado en temperatura, precipitación y vientos*. Recuperado de [http://www.tutiempo.net/clima/Punta\\_Arenas/859340.htm](http://www.tutiempo.net/clima/Punta_Arenas/859340.htm)

## Anexo “A”

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

CLIMA ANTÁRTICO Y SU RELACIÓN CON LAS HELADAS EN EL DEPARTAMENTO DE PUNO ENTRE LOS AÑOS 2006-2016						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	TECNICA E INSTRUMENTO	METODOLOGÍA	POBLACIÓN Y MUESTRA
GENERAL: ¿Cuál será el grado de correlación entre el clima antártico con las heladas en las provincias de Juliaca y Puno entre los años 2006-2016?	GENERAL: Determinar el grado de correlación entre el clima antártico con las heladas en las provincias de Juliaca y Puno entre los años 2006-2016.	GENERAL: Existe un grado de correlación significativo entre el clima antártico con las heladas en las provincias de Juliaca y Puno entre los años 2006-2016.	VARIABLE DEPENDIENTE (Y): Heladas	TÉCNICA: Observación por medición  INSTRUMENTO: Termómetro	TIPO Y NIVEL: descriptiva – correlacional	POBLACIÓN: Conformada por las mediciones realizadas diariamente hasta diciembre del 2016, sobre el clima en Juliaca – Puno y publicadas en la Web.
ESPECÍFICOS: ¿Cuál será el grado de correlación entre el clima antártico con las heladas en las provincias de Juliaca y Puno entre los años 2006-2016 en la variable clima frío?  ¿Cuál será grado de correlación entre el clima antártico con las heladas en las provincias de Juliaca y Puno	ESPECÍFICOS: Determinar el grado de correlación entre el clima antártico con las heladas en las provincias de Juliaca y Puno entre los años 2006-2016 en la variable clima frío  Determinar el grado de correlación entre el clima antártico con las heladas en las provincias de Juliaca y Puno	ESPECÍFICOS: Existe un grado de correlación significativo entre el clima antártico con las heladas en las provincias de Juliaca y Puno entre los años 2006-2016 en la variable clima frío.  Existe un grado de correlación significativo entre el clima antártico con las heladas en las provincias de Juliaca y Puno	VARIABLE INDEPENDIENTE (X): Clima Antártico  DIMENSIONES: Clima Frío Clima Seco Clima Ventoso	TÉCNICA: Observación por medición  INSTRUMENTOS: Termómetro Pluviómetro Anemómetro	DISEÑO: No experimental	MUESTRA: Conformada por las mediciones realizadas en diariamente, en los meses de junio a setiembre del 2006 al 2016, sobre el clima en Juliaca – Puno que han sido publicadas en la Web.

entre los años 2006-2016 en la variable clima seco?	entre los años 2006-2016 en la variable clima seco.	entre los años 2006-2016 en la variable clima seco.				
¿Cuál será grado de correlación entre el clima antártico con las heladas en las provincias de Juliaca y Puno entre los años 2006-2016 en la variable clima ventoso?	Determina el grado de correlación entre el clima antártico con las heladas en las provincias de Departamento de Puno entre los años 2006-2016 en la variable clima ventoso.	Existe una Existe un grado de correlación significativo entre el clima antártico con las heladas en las provincias de entre los años 2006-2016 en la variable clima ventoso.				

## Anexo “B”

## MATRIZ DE CONCEPTUALIZACIÓN

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL
INDEPENDIENTE (X): CLIMA ANTÁRTICO	LÓPEZ (2011) define el clima antártico con promedios de climas fríos, como clima polar. Y en cuanto a las precipitaciones pertenece a los climas secos.	Se refiere a los vientos helados, fuertes que bajan desde la mitad de la Antártida hacia la costa.	CLIMA FRIO	KOPPEN (2016) define el clima frío las temperaturas pocas veces están por encima del punto de congelación	Se refiere al clima que se caracteriza por el hecho de que la temperatura media mensual no llega a los 10°C en ninguno de los meses del año.
			CLIMA SECO	KOPPEN (2016) define el clima seco donde los veranos son calientes y los inviernos son frescos o templados. Las precipitaciones son bajas.	Se refiere al clima que incluye todos los terrenos con precipitaciones inferiores a 400 mm anuales.
			CLIMA VENTOSO	K Dictionaries Ltd. (2013) clima que se caracteriza por tener fuertes corrientes de aire	Se refiere al clima que se caracteriza por tener fuertes corrientes de aire, con velocidades máximas superiores o iguales a 39 Km/h.
DEPENDIENTE (Y): HELADA	Organización Meteorológica Mundial (1981), define helada como temperatura mínima es igual o menor que 0°C	Se refiere a la temperatura al punto de congelación del agua y hace que el agua o el vapor que está en el aire se congele depositándose en forma de hielo en las superficies.	HELADA	Organización Meteorológica Mundial (1981), define helada como temperatura mínima es igual o menor que 0°C	Se refiere al fenómeno climático que consiste en un descenso de la temperatura ambiente a niveles inferiores a 0°C.

## Anexo "C"

## MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	DATOS FUENTE
INDEPENDIENTE (X): Clima Antártico	Clima Frió	T: Temperatura Promedio $0^{\circ}\text{C} < T < 10^{\circ}\text{C}$	Termómetro	Corresponden a cifras del clima, publicadas en la Web <sup>(*)</sup>
	Clima Seco	PP: Precipitaciones Anuales $PP < 400 \text{ mm}$	Pluviómetro	
	Clima Ventoso	VMV: Velocidad Máxima del Viento $VMV \geq 39 \text{ Km/h}$	Anemómetro	
DEPENDIENTE (Y): Helada	Helada	Tm: Temperatura Mínima $Tm \leq 0^{\circ}\text{C}$	Termómetro	Corresponden a cifras del clima, publicadas en la Web <sup>(*)</sup>

(\*) <http://www.tutiempo.net/meteorologia/articulos/el-clima-antartico.html>

## Anexo "D"

## BASE DE DATOS: JULIACA-PUNO

BD-Puno-ALF ADionicio.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Marketing directo Gráficos Utilidades Ventana Ayuda



	Nº	FECHA	MES	AÑO	TEMP_MINIMA_PU NO	TEMP_PROMEDIO PUNO	PRECIP_PUNO	VMAX_VIENTO_PU NO	LN_VMAX_VIENTO_PUNO	PRE_1	RES_1	HELAD_ANU AL
1	1	01-May-2006	5	2006	3,00	11,90	,00	22,20	3,10	-,45	3,45	142
2	2	02-May-2006	5	2006	-1,00	11,80	,00	22,20	3,10	-,60	-,40	133
3	3	03-May-2006	5	2006	-2,00	11,60	,00	14,80	2,69	-,77	-1,23	145
4	4	04-May-2006	5	2006	1,00	11,60	,00	37,00	3,61	-1,05	2,05	97
5	5	05-May-2006	5	2006	1,00	11,70	,00	20,60	3,03	-,72	1,72	47
6	6	06-May-2006	5	2006	-2,00	11,70	,00	18,30	2,91	-,69	-1,31	128
7	7	07-May-2006	5	2006	-2,00	11,80	,00	18,30	2,91	-,54	-1,46	142
8	8	08-May-2006	5	2006	1,00	11,30	,00	11,10	2,41	-1,12	2,12	122
9	9	09-May-2006	5	2006	1,00	11,50	,00	37,00	3,61	-1,20	2,20	112
10	10	10-May-2006	5	2006	1,00	4,10	,00	18,30	2,91	-11,92	12,92	122
11	11	11-May-2006	5	2006	-2,00	9,80	,00	14,80	2,69	-3,43	1,43	136
12	12	12-May-2006	5	2006	-1,00	10,20	,00	18,30	2,91	-2,90	1,90	144
13	13	13-May-2006	5	2006	-1,00	10,70	,00	14,80	2,69	-2,10	1,10	145
14	14	14-May-2006	5	2006	1,00	12,10	,00	22,20	3,10	-,16	1,16	133
15	15	15-May-2006	5	2006	-2,00	11,70	,00	18,30	2,91	-,69	-1,31	124
16	16	16-May-2006	5	2006	,00	12,40	,00	18,30	2,91	,35	-,35	89
17	17	17-May-2006	5	2006	,00	11,10	,00	11,10	2,41	-1,42	1,42	129
18	18	18-May-2006	5	2006	-3,00	10,80	,00	11,10	2,41	-1,86	-1,14	138
19	19	19-May-2006	5	2006	-4,00	10,60	,00	18,30	2,91	-2,31	-1,69	128
20	20	20-May-2006	5	2006	-1,00	10,70	,00	18,30	2,91	-2,17	1,17	140
21	21	21-May-2006	5	2006	-1,00	10,20	,00	14,80	2,69	-2,84	1,84	136
22	22	22-May-2006	5	2006	-5,00	9,20	,00	25,90	3,25	-4,49	-,51	127
23	23	23-May-2006	5	2006	-4,00	8,80	,00	16,50	2,80	-4,94	,94	.
24	24	24-May-2006	5	2006	-3,60	9,60	,00	13,00	2,56	-3,68	,08	.
25	25	25-May-2006	5	2006	-2,00	10,30	,00	14,80	2,69	-2,69	,69	.
26	26	26-May-2006	5	2006	-4,00	10,50	,00	25,90	3,25	-2,57	-1,43	.
27	27	27-May-2006	5	2006	-3,00	9,70	,00	22,20	3,10	-3,70	,70	.
28	28	28-May-2006	5	2006	-4,10	10,20	,00	18,30	2,91	-2,90	-1,20	.

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo

### BASE DE DATOS: CORDOBA-ARGENTINA (Continuación)

BD-Córdoba-ALF ADionicio.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Marketing directo Gráficos Utilidades Ventana Ayuda

Visible:

	Nº	FECHA	MES	AÑO	TEMP_MINIMA_CORDOBA	TEMP_PROMEDIO_CORDOBA	PRECIP_CORDOBA	VMAX_VIENTO_CORDOBA	LN_VMAX_VIENTO_CORDOBA	var	var	var	var	var	var
1	1	01-May-2006	5	2006	5,50	12,20	,00	22,20	3,10						
2	2	02-May-2006	5	2006	3,00	10,60	,00	22,20	3,10						
3	3	03-May-2006	5	2006	3,00	11,90	,00	31,30	3,44						
4	4	04-May-2006	5	2006	5,00	12,60	,00	31,30	3,44						
5	5	05-May-2006	5	2006	8,40	12,40	,00	11,10	2,41						
6	6	06-May-2006	5	2006	9,00	13,10	3,05	14,80	2,69						
7	7	07-May-2006	5	2006	11,60	14,00	,00	9,40	2,24						
8	8	08-May-2006	5	2006	5,40	12,90	,00	18,30	2,91						
9	9	09-May-2006	5	2006	5,00	12,30	,00	27,80	3,33						
10	10	10-May-2006	5	2006	5,20	9,60	,00	14,80	2,69						
11	11	11-May-2006	5	2006	4,20	13,20	,00	14,80	2,69						
12	12	12-May-2006	5	2006	6,10	13,70	,00	31,30	3,44						
13	13	13-May-2006	5	2006	9,00	14,90	,00	33,50	3,51						
14	14	14-May-2006	5	2006	6,20	15,80	,00	38,90	3,66						
15	15	15-May-2006	5	2006	8,60	16,10	,00	42,40	3,75						
16	16	16-May-2006	5	2006	7,80	16,30	,00	33,50	3,51						
17	17	17-May-2006	5	2006	8,20	15,10	,00	14,80	2,69						
18	18	18-May-2006	5	2006	10,40	13,50	,00	40,70	3,71						
19	19	19-May-2006	5	2006	7,00	9,40	,00	18,30	2,91						
20	20	20-May-2006	5	2006	4,00	8,20	,00	16,50	2,80						
21	21	21-May-2006	5	2006	4,40	9,20	,00	20,60	3,03						
22	22	22-May-2006	5	2006	3,00	10,20	,00	31,30	3,44						
23	23	23-May-2006	5	2006	4,00	9,20	,00	37,00	3,61						
24	24	24-May-2006	5	2006	5,10	9,90	,00	40,70	3,71						
25	25	25-May-2006	5	2006	3,20	12,20	,00	42,40	3,75						
26	26	26-May-2006	5	2006	4,00	14,60	,00	18,30	2,91						
27	27	27-May-2006	5	2006	10,00	13,90	,00	25,90	3,25						
28	28	28-May-2006	5	2006	3,00	10,90	,00	24,10	3,18						

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode:ON

BASE DE DATOS: PUNTA ARENAS-CHILE (Continuación)

BD-Punta Arenas-ALF ADionicio.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Marketing directo Gráficos Utilidades Ventana Ayuda

Visible: 13 de 13 variables

	Nº	FECHA	MES	AÑO	TEMP_MINIMA_PARENAS	TEMP_PROMEDIO_PARENAS	PRECIP_PARENAS	VMAX_VIENTO_PARENAS	LN_VMAX_VIENTO_PARENAS	PRE_1	RES_1	NÚMERO_H ELADAS_PU NO	TEMP_MIN_PARENAS_MOD	var	va
1	1	01-May-2006	5	2006	8,00	10,20	,00	35,20	3,56	7,54	,46	61	1		
2	2	02-May-2006	5	2006	2,00	6,60	,00	18,30	2,91	3,58	-1,58	71	1		
3	3	03-May-2006	5	2006	5,00	8,30	,00	33,50	3,51	5,57	-,57	78	1		
4	4	04-May-2006	5	2006	5,00	6,50	,00	44,30	3,79	3,83	1,17	60	1		
5	5	05-May-2006	5	2006	6,00	8,10	,00	55,40	4,01	5,57	,43	70	1		
6	6	06-May-2006	5	2006	5,00	7,30	,00	24,10	3,18	4,41	,59	62	1		
7	7	07-May-2006	5	2006	7,00	9,90	,00	33,50	3,51	7,21	-,21	73	1		
8	8	08-May-2006	5	2006	5,00	10,10	,00	66,50	4,20	7,70	-2,70	57	1		
9	9	09-May-2006	5	2006	3,00	5,30	,00	53,50	3,98	2,67	,33	67	1		
10	10	10-May-2006	5	2006	4,00	6,30	,00	48,20	3,88	3,66	,34	72	1		
11	11	11-May-2006	5	2006	3,00	6,80	,00	29,40	3,38	3,97	-,97	63	1		
12	12	12-May-2006	5	2006	5,00	7,70	,00	24,10	3,18	4,82	,18	61	2		
13	13	13-May-2006	5	2006	1,00	4,90	,00	29,40	3,38	2,02	-1,02	71	2		
14	14	14-May-2006	5	2006	5,00	8,30	,00	33,50	3,51	5,57	-,57	78	2		
15	15	15-May-2006	5	2006	5,00	6,20	,00	22,20	3,10	3,24	1,76	60	2		
16	16	16-May-2006	5	2006	1,00	3,60	,00	44,30	3,79	,85	,15	70	2		
17	17	17-May-2006	5	2006	,00	2,10	,00	35,20	3,56	-,78	,78	62	2		
18	18	18-May-2006	5	2006	3,00	5,50	,00	63,00	4,14	2,95	,05	73	2		
19	19	19-May-2006	5	2006	3,00	5,30	,00	64,80	4,17	2,75	,25	57	2		
20	20	20-May-2006	5	2006	4,00	5,30	,00	44,30	3,79	2,60	1,40	67	2		
21	21	21-May-2006	5	2006	1,00	3,40	,00	25,90	3,25	,43	,57	72	2		
22	22	22-May-2006	5	2006	-5,00	,90	,00	22,20	3,10	-2,20	-2,80	63	2		
23	23	23-May-2006	5	2006	4,00	5,90	,00	22,20	3,10	2,94	1,06	.	.		
24	24	24-May-2006	5	2006	5,00	6,40	,00	24,10	3,18	3,48	1,52	.	.		
25	25	25-May-2006	5	2006	1,00	5,20	,00	38,90	3,66	2,44	-1,44	.	.		
26	26	26-May-2006	5	2006	-1,00	3,30	,00	27,80	3,33	,35	-1,35	.	.		
27	27	27-May-2006	5	2006	2,00	3,60	,00	31,30	3,44	,71	1,29	.	.		
28	28	28-May-2006	5	2006	0,00	2,50	,00	12,00	2,56	7,77	7,77	.	.		

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode:ON

01:13 p.m. 11/08/2017

**BASE DE DATOS: ISLA REY SENJONG-COREA DEL SUR (Continuación)**

BD-Rey Senjong-ALF ADionicio.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Marketing directo Gráficos Utilidades Ventana Ayuda

Visible: 15 de 15 variables

	Nº	FECHA	MES	AÑO	TEMP_MINIMA RSENJONG	TEMP_PROMEDIO RSENJONG	PRECIPITACION RSENJONG	VMAX_VIENTO RSENJONG	LN_VMAX_VIENTO RSENJONG	PRE_1	RES_1	PRE_2	RES_2	PRE_3
1	1	01-May-2006	5	2006	-2,52	-1,01	,82	50,15	3,92	-2,80342	,28342	-2,83625	,31625	-2,83623
2	2	02-May-2006	5	2006	-2,52	-1,01	,82	50,15	3,92	-2,80342	,28342	-2,83625	,31625	-2,83623
3	3	03-May-2006	5	2006	1,30	3,20	9,91	57,20	4,05	1,87526	-,57526	1,88681	-,58681	1,86679
4	4	04-May-2006	5	2006	-2,52	-1,01	,82	50,15	3,92	-2,91075	,39075	-2,96295	,44295	-2,96291
5	5	05-May-2006	5	2006	,10	,70	,00	63,00	4,14	-,92322	1,02322	-,94978	1,04978	-,94827
6	6	06-May-2006	5	2006	-1,30	1,20	,25	53,50	3,98	-,35909	-,94091	-,37319	-,92681	-,37230
7	7	07-May-2006	5	2006	-2,52	-1,01	,82	50,15	3,92	-2,77514	,25514	-2,78833	,26833	-2,78833
8	8	08-May-2006	5	2006	-2,90	-1,30	1,02	44,30	3,79	-3,03969	,13969	-2,98098	,08098	-2,98138
9	9	09-May-2006	5	2006	-3,80	-2,30	,00	24,10	3,18	-4,32358	,52358	-4,37515	,57515	-4,37317
10	10	10-May-2006	5	2006	-2,52	-1,01	,82	50,15	3,92	-2,77514	,25514	-2,78833	,26833	-2,78833
11	11	11-May-2006	5	2006	-,10	1,10	,00	72,00	4,28	-,44364	,34364	-,43041	,33041	-,42898
12	12	12-May-2006	5	2006	1,10	1,90	1,02	68,30	4,22	,40828	,69172	,39381	,70619	,39296
13	13	13-May-2006	5	2006	-2,60	-1,10	,00	64,80	4,17	-1,75621	-,84379	-1,74246	-,85754	-1,74085
14	14	14-May-2006	5	2006	,90	1,60	,00	64,80	4,17	,04960	,85040	,01571	,88429	,01708
15	15	15-May-2006	5	2006	-2,30	-,30	,00	55,40	4,01	-2,00035	-,29965	-2,01378	-,28622	-2,01214
16	16	16-May-2006	5	2006	-1,30	-,40	,00	37,00	3,61	-2,10973	,80973	-2,12312	,82312	-2,12146
17	17	17-May-2006	5	2006	-5,80	-4,80	,51	50,00	3,91	-6,86914	1,06914	-6,80887	1,00887	-6,80766
18	18	18-May-2006	5	2006	-2,30	-1,60	,00	44,30	3,79	-3,37009	1,07009	-3,31116	1,01116	-3,30934
19	19	19-May-2006	5	2006	-5,50	-3,10	1,02	48,20	3,88	-5,06076	-,43924	-5,07305	-,42695	-5,07316
20	20	20-May-2006	5	2006	-10,80	-7,10	,00	125,90	4,84	-9,43824	-1,36176	-9,44872	-1,35128	-9,44606
21	21	21-May-2006	5	2006	-6,50	-4,80	,00	38,90	3,66	-6,89710	,39710	-6,88131	,38131	-6,87900
22	22	22-May-2006	5	2006	-1,00	-,40	,00	44,30	3,79	-2,16485	1,16485	-2,20927	1,20927	-2,20760
23	23	23-May-2006	5	2006	-,60	,90	,00	55,40	4,01	-,67473	,07473	-,67605	,07605	-,67459
24	24	24-May-2006	5	2006	1,70	2,80	,00	68,30	4,22	1,42889	,27111	1,46049	,23951	1,46166
25	25	25-May-2006	5	2006	-1,10	,40	7,11	38,90	3,66	-1,19359	,09359	-1,18061	,08061	-1,19424
26	26	26-May-2006	5	2006	-4,00	-2,20	,51	50,15	3,92	-4,13257	,13257	-4,17626	,17626	-4,17540
27	27	27-May-2006	5	2006	-5,70	-3,90	,00	35,20	3,56	-5,96634	,26634	-5,99785	,29785	-5,99565
28	28	28-May-2006	5	2006	-4,60	-2,20	,00	22,20	2,10	-5,28177	,68177	-5,28200	,68200	-5,28181

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo | Mostrar iconos ocultos

01:16 p.m. 11/08/2017