

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS**  
**FORESTALES Y DEL AMBIENTE**



**TESIS**

**Predicción de Sequías Mediante Modelos de Cópulas  
y Datos Hidrometeorológicos en la Región Sur del  
Perú, 2024**

**PRESENTADA POR:**

**Virgilio Arriaga Gómez**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:**

**MAESTRO EN GESTIÓN SOSTENIBLE DE CUENCAS  
HIDROGRÁFICAS**

**Huancayo – Perú**

**2025**

# Índice general

<b>CAPÍTULO 1</b>	<b>Análisis Global de datos Meteorológicos</b>	<b>5</b>
1.1	Análisis Univariado . . . . .	5
1.1.1	Estadísticas Descriptivas Globales . . . . .	5
1.2	Análisis Bivariado Global . . . . .	9
1.2.1	Matriz de Correlación . . . . .	10
1.2.2	Análisis de Información Mutua . . . . .	10
1.2.3	Pairplot Global . . . . .	12
<b>CAPÍTULO 2</b>	<b>Analisis de datos por Estación Meteorológica</b>	<b>13</b>
2.1	Análisis Estadístico de la Estación Ancachuro . . . . .	13
2.1.1	Estadísticas Descriptivas . . . . .	13
2.1.2	Análisis Univariado . . . . .	14
2.1.3	Análisis Bivariado . . . . .	16
2.2	Análisis Estadístico de la Estación Andahuaylas . . . . .	17
2.2.1	Estadísticas Descriptivas . . . . .	18
2.2.2	Análisis Univariado . . . . .	18
2.2.3	Análisis Bivariado . . . . .	21
2.3	Análisis Estadístico de la Estación Ancachuro . . . . .	22
2.3.1	Estadísticas Descriptivas . . . . .	22
2.3.2	Análisis Univariado . . . . .	23
2.3.3	Análisis Bivariado . . . . .	25
2.4	Análisis Estadístico de la Estación Caraveli . . . . .	26
2.4.1	Estadísticas Descriptivas . . . . .	27
2.4.2	Análisis Univariado . . . . .	27
2.4.3	Análisis Bivariado . . . . .	30

---

2.5	Análisis Estadístico de la Estación Coracora . . . . .	31
2.5.1	Estadísticas Descriptivas . . . . .	31
2.5.2	Análisis Univariado . . . . .	32
2.5.3	Análisis Bivariado . . . . .	34
2.6	Análisis Estadístico de la Estación Cotahuasi . . . . .	35
2.6.1	Estadísticas Descriptivas . . . . .	36
2.6.2	Análisis Univariado . . . . .	36
2.6.3	Análisis Bivariado . . . . .	39
2.7	Análisis Estadístico de la Estación Cotahuasi . . . . .	40
2.7.1	Estadísticas Descriptivas . . . . .	40
2.7.2	Análisis Univariado . . . . .	41
2.7.3	Análisis Bivariado . . . . .	43
2.8	Análisis Estadístico de la Estación Huambo . . . . .	44
2.8.1	Estadísticas Descriptivas . . . . .	45
2.8.2	Análisis Univariado . . . . .	45
2.8.3	Análisis Bivariado . . . . .	48
2.9	Análisis Estadístico de la Estación Huaraya . . . . .	49
2.9.1	Estadísticas Descriptivas . . . . .	49
2.9.2	Análisis Univariado . . . . .	50
2.9.3	Análisis Bivariado . . . . .	52
2.10	Análisis Estadístico de la Estación Imata . . . . .	53
2.10.1	Estadísticas Descriptivas . . . . .	54
2.10.2	Análisis Univariado . . . . .	54
2.10.3	Análisis Bivariado . . . . .	57
2.11	Análisis Estadístico de la Estación Kayra . . . . .	58
2.11.1	Estadísticas Descriptivas . . . . .	58
2.11.2	Análisis Univariado . . . . .	59
2.11.3	Análisis Bivariado . . . . .	61
2.12	Análisis Estadístico de la Estación Mañazo . . . . .	62
2.12.1	Estadísticas Descriptivas . . . . .	63
2.12.2	Análisis Univariado . . . . .	63

---

2.12.3 Análisis Bivariado . . . . .	66
2.13 Análisis Estadístico de la Estación Pampa Blanca . . . . .	67
2.13.1 Estadísticas Descriptivas . . . . .	67
2.13.2 Análisis Univariado . . . . .	68
2.13.3 Análisis Bivariado . . . . .	70
2.14 Análisis Estadístico de la Estación Pizacoma . . . . .	71
2.14.1 Estadísticas Descriptivas . . . . .	72
2.14.2 Análisis Univariado . . . . .	72
2.14.3 Análisis Bivariado . . . . .	75
2.15 Análisis Estadístico de la Estación Pucara . . . . .	76
2.15.1 Estadísticas Descriptivas . . . . .	76
2.15.2 Análisis Univariado . . . . .	77
2.15.3 Análisis Bivariado . . . . .	79
2.16 Análisis Estadístico de la Estación Punta Atico . . . . .	80
2.16.1 Estadísticas Descriptivas . . . . .	81
2.16.2 Análisis Univariado . . . . .	81
2.16.3 Análisis Bivariado . . . . .	84
2.17 Análisis Estadístico de la Estación Punta Coles . . . . .	85
2.17.1 Estadísticas Descriptivas . . . . .	85
2.17.2 Análisis Univariado . . . . .	86
2.17.3 Análisis Bivariado . . . . .	88
2.18 Análisis Estadístico de la Estación Sicuani . . . . .	89
2.18.1 Estadísticas Descriptivas . . . . .	90
2.18.2 Análisis Univariado . . . . .	90
2.18.3 Análisis Bivariado . . . . .	93
2.19 Análisis Estadístico de la Estación Ubinas . . . . .	94
2.19.1 Estadísticas Descriptivas . . . . .	94
2.19.2 Análisis Univariado . . . . .	95
2.19.3 Análisis Bivariado . . . . .	97
2.20 Análisis Estadístico de la Estación Yarada . . . . .	98
2.20.1 Estadísticas Descriptivas . . . . .	99

2.20.2 Análisis Univariado . . . . .	99
2.20.3 Análisis Bivariado . . . . .	102
<b>CAPÍTULO 3        Análisis por estación y temporada</b>	<b>103</b>
3.1 Estación: Ancachuro . . . . .	103
3.1.1 Precipitation (P) . . . . .	103
3.1.2 Evapotranspiración Potencial (PET) . . . . .	105
3.1.3 Relative Humidity (RH) . . . . .	106
3.1.4 Mean Temperature (T) . . . . .	108
3.1.5 Wind Speed (WS) . . . . .	109
3.2 Estación: Andahuaylas . . . . .	111
3.2.1 Precipitación (P) . . . . .	111
3.2.2 Evapotranspiración Potencial (PET) . . . . .	112
3.2.3 Humedad Relativa (RH) . . . . .	114
3.2.4 Temperatura (T) . . . . .	115
3.2.5 Velocidad del viento (WS) . . . . .	117
3.3 Estación: Candavare . . . . .	118
3.3.1 Precipitation (P) . . . . .	118
3.3.2 Evapotranspiration (PET) . . . . .	119
3.3.3 Precipitación (P) . . . . .	121
3.3.4 Velocidad Media del Viento (WS) . . . . .	122

## Bibliografía

# CAPÍTULO I

## ANÁLISIS GLOBAL DE DATOS METEOROLÓGICOS

### 1.1. Análisis Univariado

#### 1.1.1. Estadísticas Descriptivas Globales

**Tabla 1**  
*Global descriptive statistics of meteorological variables*

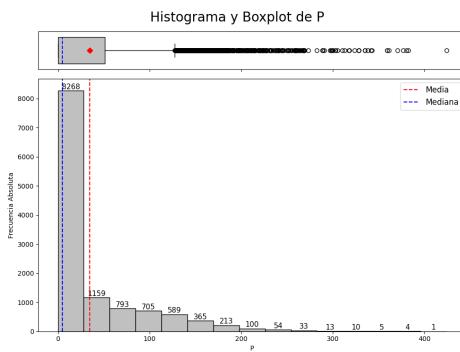
Statistic	P (mm)	RH (%)	T (°C)	WS (m/s)	PET (mm)
n	12312	12312	12312	12312	12312
Minimum	0.00	21.67	-1.41	0.00	2.9991
1st Quartile	0.00	58.63	9.95	1.90	5.0882
Median	4.80	69.66	12.08	2.60	5.6153
Mean	34.82	68.19	13.06	2.88	5.7215
3rd Quartile	51.00	79.11	16.54	3.50	6.4799
Maximum	424.10	99.62	26.52	27.80	9.0703
Range	424.10	77.95	27.93	27.80	6.0712
Interquartile Range	51.00	20.30	6.59	1.60	1.3917
Variance	3020.50	195.25	24.25	2.4378	1.0611
Standard Deviation	54.96	13.97	4.92	1.56	1.0301
Coefficient of Variation	1.58	0.20	0.38	0.54	0.18
Skewness	1.97	-0.44	0.25	2.56	0.15
Kurtosis	4.06	-0.53	-0.18	19.76	-0.19

La Tabla 1 resume las estadísticas descriptivas globales de las variables meteorológicas. La precipitación (P) presenta una distribución altamente asimétrica a la derecha, con una Mean considerablemente mayor que la Median y un Range amplio, lo que evidencia eventos extremos de lluvia. La humedad relativa (RH) muestra una distribución relativamente simétrica, con valores concentrados entre 60 % y 90 %, y baja variabilidad. La temperatura (T) exhibe una distribución cercana a la simetría, con una Mean de 13.06 °C y una dispersión moderada. La velocidad del viento (WS) tiene una alta Skewness positiva y curtosis, lo que sugiere la presencia

de ráfagas fuertes poco frecuentes. Por último, la evapotranspiración potencial (PET) muestra una distribución bastante estable, con baja variabilidad y similitud entre Mean y mediana, indicando homogeneidad en los valores registrados.

## Precipitación (P)

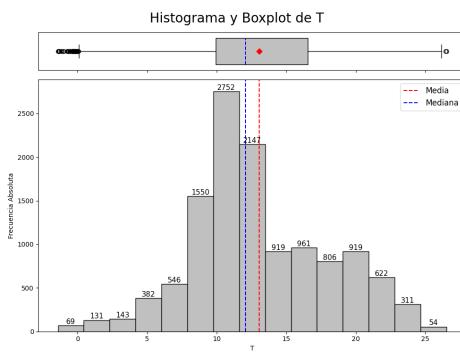
**Figura 1**  
*Histograma de la Precipitación (P).*



La distribución de la precipitación es altamente asimétrica a la derecha. Se observa un gran número de valores atípicos superiores, reflejo de eventos de lluvia extrema. La Mean supera considerablemente a la mediana, lo que confirma esta asimetría. La mayoría de los registros se concentran por debajo de 50 mm.

## Temperatura (T)

**Figura 2**  
*Histograma de la Temperatura (T).*

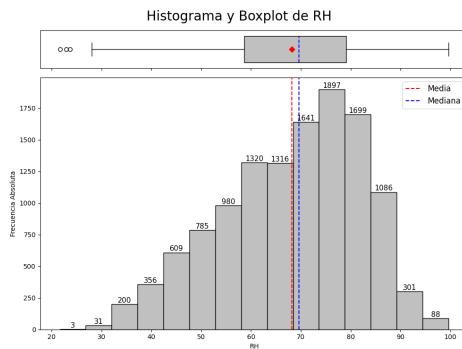


La temperatura presenta una distribución aproximadamente simétrica, con algunos valores atípicos en ambos extremos. La Mean y la Median son cercanas, lo que sugiere equilibrio en la dispersión. La mayoría de los valores se encuentran entre 10 °C y 20 °C.

## Humedad Relativa (RH)

**Figura 3**

*Histograma de la Humedad Relativa (RH).*

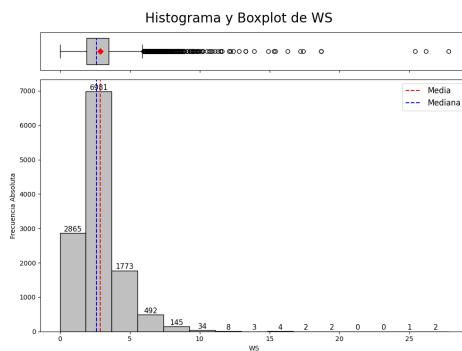


La humedad relativa muestra una distribución sesgada hacia la izquierda, concentrando la mayor parte de los valores entre 60 % y 90 %. Algunos valores atípicos inferiores podrían asociarse a condiciones secas excepcionales. La Median es ligeramente mayor que la media.

## Velocidad del Viento (WS)

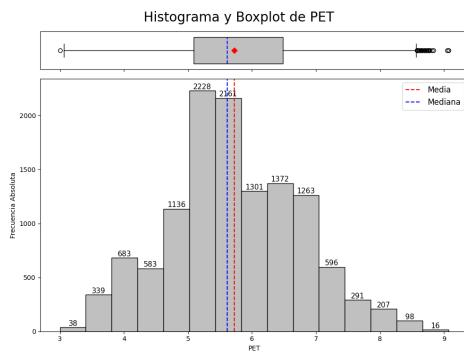
**Figura 4**

*Histograma de la Velocidad del Viento (WS).*



La velocidad del viento presenta una distribución marcadamente asimétrica a la derecha, con la mayoría de los datos concentrados entre 0 y 5 m s<sup>-1</sup>. Se identifican múltiples valores atípicos altos, correspondientes a eventos aislados de vientos intensos.

## Evapotranspiración Potencial (PET)



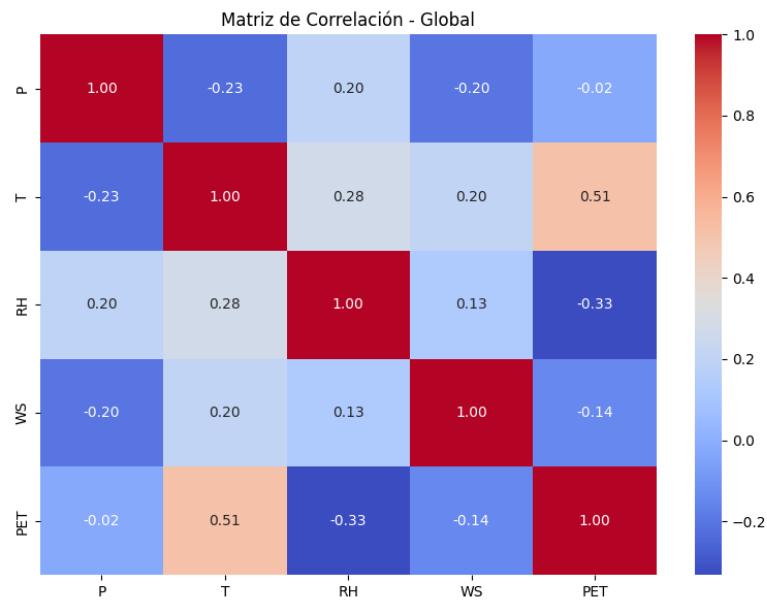
**Figura 5**  
*Histograma de la Evapotranspiración Potencial (PET).*

La evapotranspiración potencial muestra una distribución casi simétrica con ligera Skewness a la derecha. Tanto la Mean como la Median se ubican en torno a 5,7 mm. Se presentan pocos valores atípicos superiores, lo que indica una distribución bastante estable y consistente.

### 1.2. Análisis Bivariado Global

A continuación, se presenta el análisis bivariado entre las principales variables climáticas: Precipitación (P), Temperatura (T), Humedad Relativa (RH), Velocidad del Viento (WS) y Evapotranspiración Potencial (PET), utilizando correlaciones lineales, información mutua y gráficos de dispersión.

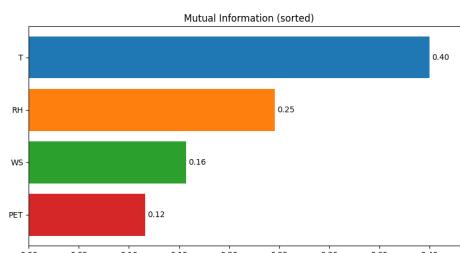
### 1.2.1. Matriz de Correlación



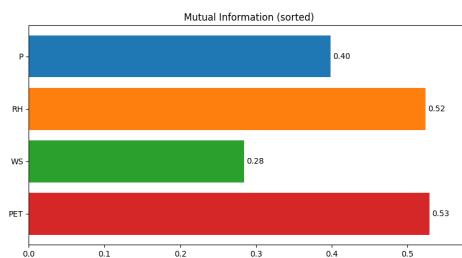
**Figura 6**  
Matriz de correlación de variables climáticas globales.

### 1.2.2. Análisis de Información Mutua

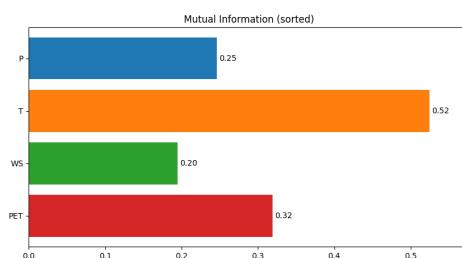
Las siguientes figuras muestran la información mutua de cada variable considerada como variable dependiente. Esta métrica permite detectar relaciones no necesariamente lineales entre las variables.



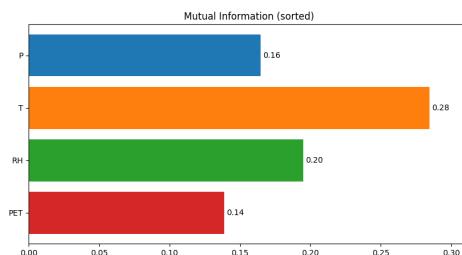
**Figura 7**  
Información mutua con variable objetivo: Precipitación (P).

**Figura 8**

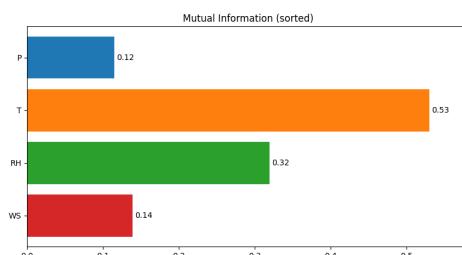
Información mutua con variable objetivo: Temperatura (T).

**Figura 9**

Información mutua con variable objetivo: Humedad Relativa (RH).

**Figura 10**

Información mutua con variable objetivo: Velocidad del Viento (WS).

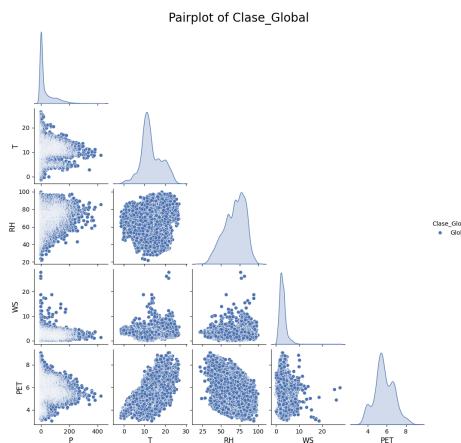
**Figura 11**

Información mutua con variable objetivo: Evapotranspiración Potencial (PET).

A partir de las Figuras 7 a 11, se evidencia que la temperatura (T) es consistentemente

una de las variables más informativas, especialmente para la predicción de PET, con un valor de información mutua superior a 0.5. Asimismo, la humedad relativa (RH) también muestra valores relevantes en distintos contextos, mientras que la velocidad del viento (WS) y la precipitación (P) presentan menor relevancia relativa. Este análisis complementa a la matriz de correlación al identificar dependencias no lineales.

### 1.2.3. Pairplot Global



**Figura 12**

Gráfico de dispersión (pairplot) entre variables climáticas a nivel global.

La Figura 12 permite observar visualmente las relaciones bivariadas entre todas las variables. Se destaca una relación creciente entre la temperatura (T) y la evapotranspiración potencial (PET), así como una distribución dispersa entre precipitación (P) y las demás variables, lo que refuerza la débil correlación lineal observada. También se puede apreciar la distribución de cada variable en la diagonal principal, indicando sesgos o asimetrías en las distribuciones.

## CAPÍTULO II

### ANALISIS DE DATOS POR ESTACIÓN METEOROLÓGICA

#### 2.1. Análisis Estadístico de la Estación Ancachuro

A continuación, se presenta el análisis estadístico descriptivo y exploratorio correspondiente a la estación meteorológica de Ancachuro. Este incluye medidas univariadas por variable y relaciones bivariadas, junto con sus respectivas representaciones gráficas.

##### 2.1.1. Estadísticas Descriptivas

**Tabla 2**

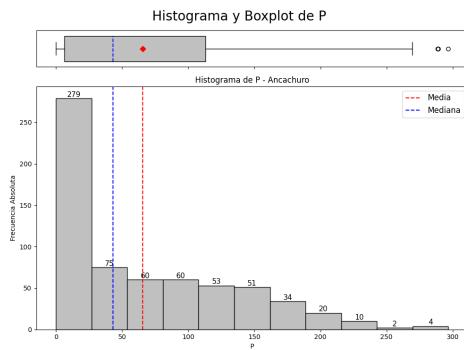
*Descriptive statistics of meteorological variables at the Ancachuro station*

Statistic	P (mm)	RH (%)	T (°C)	WS (m/s)	PET (mm)
n	648.00	648.00	648.00	648.00	648.00
Minimum	0.00	49.42	6.91	0.50	3.13
1st Quartile	6.30	67.27	10.41	2.20	4.95
Median	43.15	72.27	11.87	3.00	5.35
Mean	65.60	72.45	11.58	2.96	5.26
3rd Quartile	113.23	77.23	12.68	3.60	5.76
Maximum	296.70	93.03	14.74	5.50	6.86
Range	296.70	43.61	7.83	4.70	3.73
Interquartile Range	106.93	9.96	2.27	1.40	0.51
Variance	4478.19	56.82	2.02	0.53	0.56
Standard Deviation	66.92	7.54	1.42	0.51	0.51
Coefficient of Variation	1.02	0.10	0.12	0.31	0.15
Skewness	0.52	0.08	-0.42	-0.09	-0.56
Kurtosis	0.01	-0.20	-0.57	-0.56	-0.25

**Interpretación:** La precipitación (P) muestra alta variabilidad y Skewnesspositiva, lo que evidencia eventos extremos de lluvia. La humedad relativa (RH) se encuentra centrada entre 67 % y 77 % con baja asimetría. La temperatura (T) presenta simetría leve hacia la izquierda. La velocidad del viento (WS) es relativamente simétrica, mientras que la evapotranspiración potencial (PET) es estable y con Skewnessnegativa.

### 2.1.2. Análisis Univariado

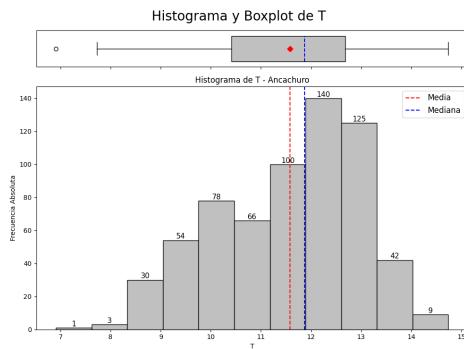
#### Precipitación (P)



**Figura 13**  
Histograma de la precipitación (P) en la estación Ancachuro.

**Interpretación:** Se observa una distribución fuertemente sesgada a la derecha. La mayoría de los valores se sitúan por debajo de los 100 mm, aunque existen eventos extremos superiores a 250 mm, lo que explica la diferencia entre la Mean y la mediana.

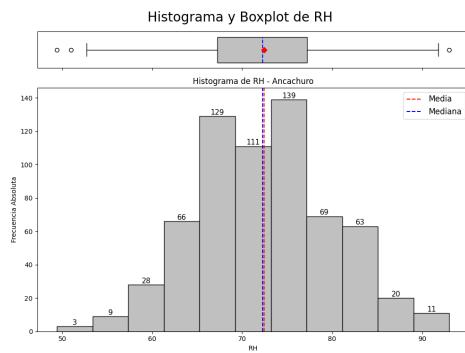
#### Temperatura (T)



**Figura 14**  
Histograma de la temperatura (T) en la estación Ancachuro.

**Interpretación:** Distribución relativamente simétrica con ligera Skewness negativa. La mayor parte de los valores se concentran entre 10 y 13 °C.

## Humedad Relativa (RH)

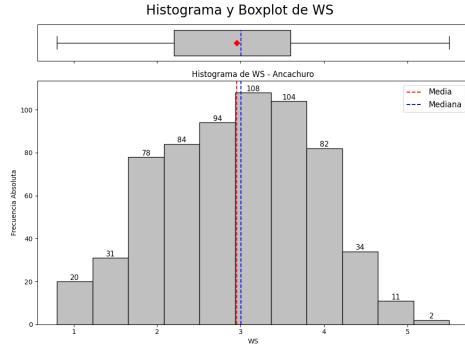


**Figura 15**

*Histograma de la humedad relativa (RH) en la estación Ancachuro.*

**Interpretación:** La humedad relativa está centrada entre 65 % y 80 %, con algunos valores extremos bajos y una leve simetría.

## Velocidad del Viento (WS)

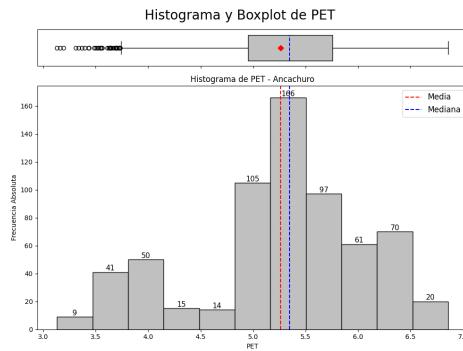


**Figura 16**

*Histograma de la velocidad del viento (WS) en la estación Ancachuro.*

**Interpretación:** Distribución simétrica con picos en torno a 3 m/s. La mayoría de los registros se encuentran entre 2 y 4 m/s.

## Evapotranspiración Potencial (PET)



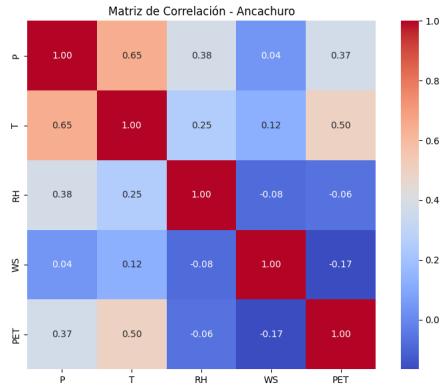
**Figura 17**

Histograma de la evapotranspiración potencial (PET) en la estación Ancachuro.

**Interpretación:** Distribución bastante concentrada con leve Skewnessnegativa. Valores centrados en torno a 5.2 mm con escasos valores extremos.

### 2.1.3. Análisis Bivariado

#### Matriz de Correlación

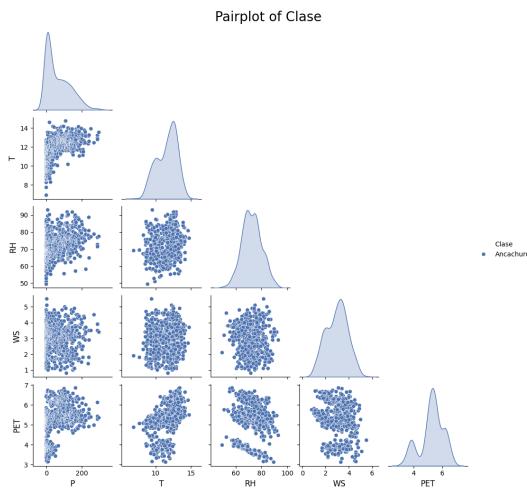


**Figura 18**

Matriz de correlación de las variables meteorológicas en Ancachuro.

**Interpretación:** Se observa correlación positiva entre temperatura (T) y PET ( $r \approx 0,50$ ), y entre precipitación (P) y temperatura (T) ( $r \approx 0,45$ ).

### Gráfico de Pares (Pairplot)



**Figura 19**

*Pairplot de las variables meteorológicas en la estación Ancachuro.*

**Interpretación:** El pairplot evidencia patrones visuales similares a los encontrados en la matriz de correlación. Se destaca la asociación positiva entre T y PET, y una relación moderada entre P y T. RH y WS presentan distribuciones dispersas respecto a las demás variables.

## 2.2. Análisis Estadístico de la Estación Andahuaylas

A continuación, se presenta el análisis estadístico descriptivo y exploratorio correspondiente a la estación meteorológica de Andahuaylas. Este incluye medidas univariadas por variable y relaciones bivariadas, junto con sus respectivas representaciones gráficas.

### 2.2.1. Estadísticas Descriptivas

**Tabla 3**

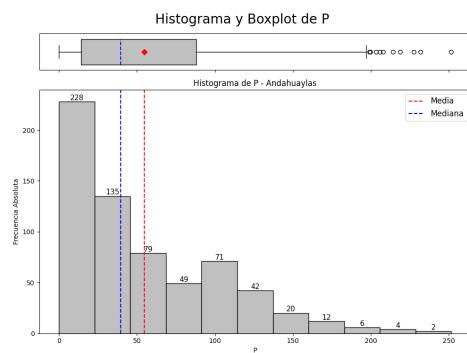
*Descriptive statistics of meteorological variables at the Andahuaylas station*

Statistic	P (mm)	RH (%)	T (°C)	WS (m/s)	PET (mm)
n	648.00	648.00	648.00	648.00	648.00
Minimum	0.00	58.45	10.35	0.50	3.48
1st Quartile	14.23	74.08	12.37	2.00	4.53
Median	39.55	78.84	13.59	2.50	5.10
Mean	54.57	80.18	13.42	2.49	5.03
3rd Quartile	88.02	86.49	14.47	2.74	5.50
Maximum	251.50	97.12	16.83	6.20	6.45
Range	251.50	38.67	6.48	5.30	2.97
Interquartile Range	73.80	12.42	2.10	0.74	0.57
Variance	2450.00	65.16	1.65	0.51	0.36
Standard Deviation	49.50	8.07	1.29	0.78	0.50
Coefficient of Variation	0.51	0.10	0.10	0.31	0.12
Skewness	1.06	0.24	-0.24	1.39	-0.13
Kurtosis	0.54	-0.76	-0.75	3.48	-0.57

**Interpretación:** La precipitación (P) muestra alta variabilidad y Skewnesspositiva, lo que evidencia eventos extremos de lluvia. La humedad relativa (RH) se encuentra centrada entre 74 % y 86 %, con ligera Skewnesspositiva. La temperatura (T) presenta simetría leve hacia la izquierda. La velocidad del viento (WS) es asimétrica con presencia de ráfagas, mientras que la evapotranspiración potencial (PET) es relativamente estable con Skewnessnegativa leve.

### 2.2.2. Análisis Univariado

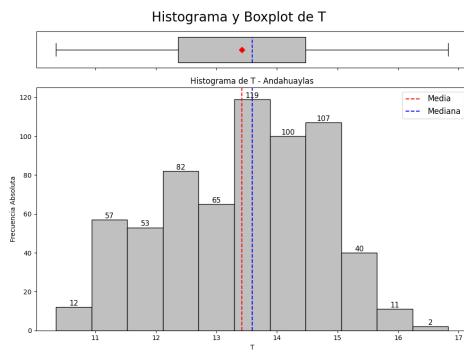
#### Precipitación (P)

**Figura 20**

*Histograma y boxplot de la precipitación (P) en la estación Andahuaylas.*

**Interpretación:** Distribución altamente asimétrica a la derecha. La mayoría de los valores se concentran por debajo de los 100 mm, con presencia de eventos extremos superiores a 250 mm.

### Temperatura (T)

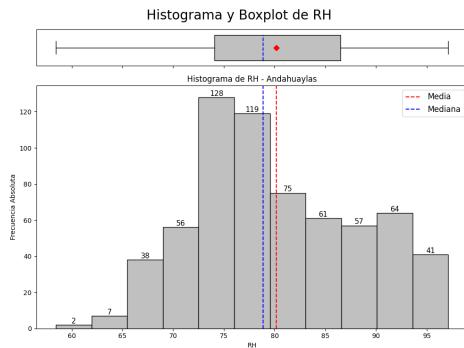


**Figura 21**

Histograma y boxplot de la temperatura (T) en la estación Andahuaylas.

**Interpretación:** Distribución moderadamente simétrica con leve sesgo negativo. La mayoría de los registros se encuentran entre 12 y 15 °C.

### Humedad Relativa (RH)

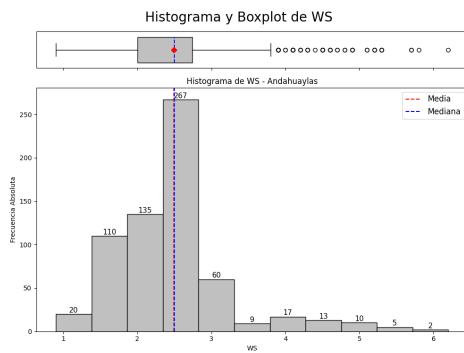


**Figura 22**

Histograma y boxplot de la humedad relativa (RH) en la estación Andahuaylas.

**Interpretación:** La RH está centrada entre 70 % y 90 %, con Skewnesspositiva leve y valores extremos bajos ocasionales.

### Velocidad del Viento (WS)

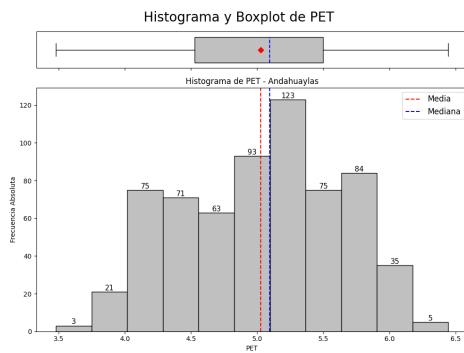


**Figura 23**

*Histograma y boxplot de la velocidad del viento (WS) en la estación Andahuaylas.*

**Interpretación:** Distribución sesgada con concentración en valores bajos (2 a 3 m/s), pero con outliers que representan ráfagas inusuales de hasta 6.2 m/s.

### Evapotranspiración Potencial (PET)



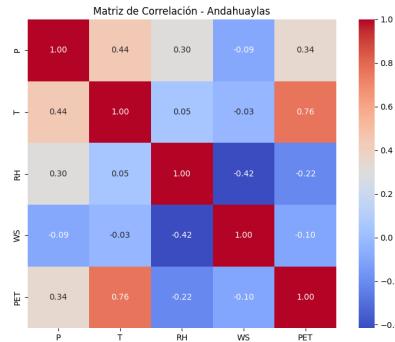
**Figura 24**

*Histograma y boxplot de la evapotranspiración potencial (PET) en la estación Andahuaylas.*

**Interpretación:** Distribución relativamente estable, con valores entre 4.5 y 6.5 mm y ligera Skewnessnegativa.

### 2.2.3. Análisis Bivariado

#### Matriz de Correlación

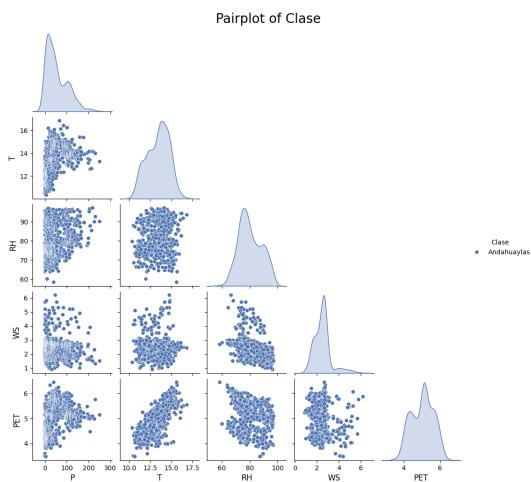


**Figura 25**

Matriz de correlación de las variables meteorológicas en Andahuaylas.

**Interpretación:** Se evidencia fuerte correlación positiva entre temperatura (T) y evapotranspiración potencial (PET) ( $r = 0,76$ ). También se observa correlación moderada entre P y T ( $r = 0,44$ ). Las correlaciones entre RH, WS y otras variables son generalmente bajas o negativas.

#### Gráfico de Pares (Pairplot)



**Figura 26**

Pairplot de las variables meteorológicas en la estación Andahuaylas.

**Interpretación:** El gráfico de dispersión confirma la fuerte asociación entre T y PET, y una relación moderada entre P y T. RH presenta relación inversa con PET y WS. Las combinaciones con WS tienden a ser más dispersas.

### 2.3. Análisis Estadístico de la Estación Ancachuro

A continuación, se presenta el análisis estadístico descriptivo y exploratorio correspondiente a la estación meteorológica de Ancachuro. Este incluye medidas univariadas por variable y relaciones bivariadas, junto con sus respectivas representaciones gráficas.

#### 2.3.1. Estadísticas Descriptivas

**Tabla 4**

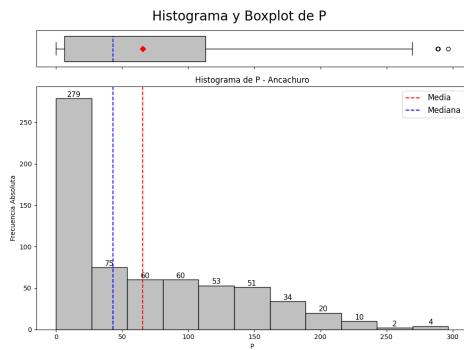
*Descriptive statistics of meteorological variables at the Ancachuro station*

Statistic	P (mm)	RH (%)	T (°C)	WS (m/s)	PET (mm)
n	648.00	648.00	648.00	648.00	648.00
Minimum	0.00	49.42	6.91	0.50	3.13
1st Quartile	6.30	67.27	10.41	2.20	4.95
Median	43.15	72.27	11.87	3.00	5.35
Mean	65.60	72.45	11.58	2.96	5.26
3rd Quartile	113.23	77.23	12.68	3.60	5.76
Maximum	296.70	93.03	14.74	5.50	6.86
Range	296.70	43.61	7.83	4.70	3.73
Interquartile Range	106.93	9.96	2.27	1.40	0.51
Variance	4478.19	56.82	2.02	0.53	0.56
Standard Deviation	66.92	7.54	1.42	0.51	0.51
Coefficient of Variation	1.02	0.10	0.12	0.31	0.15
Skewness	0.52	0.08	-0.42	-0.09	-0.56
Kurtosis	0.01	-0.20	-0.57	-0.56	-0.25

**Interpretación:** La precipitación (P) muestra alta variabilidad y Skewnesspositiva, lo que evidencia eventos extremos de lluvia. La humedad relativa (RH) se encuentra centrada entre 67 % y 77 % con baja asimetría. La temperatura (T) presenta simetría leve hacia la izquierda. La velocidad del viento (WS) es relativamente simétrica, mientras que la evapotranspiración potencial (PET) es estable y con Skewnessnegativa.

### 2.3.2. Análisis Univariado

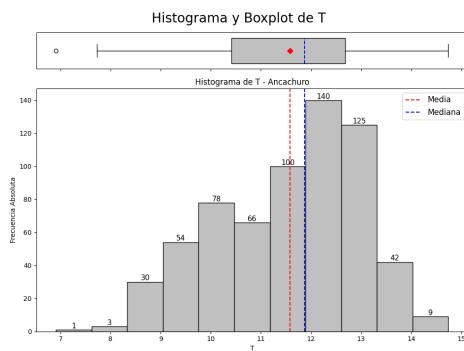
#### Precipitación (P)



**Figura 27**  
Histograma de la precipitación ( $P$ ) en la estación Ancachuro.

**Interpretación:** Se observa una distribución fuertemente sesgada a la derecha. La mayoría de los valores se sitúan por debajo de los 100 mm, aunque existen eventos extremos superiores a 250 mm, lo que explica la diferencia entre la Mean y la mediana.

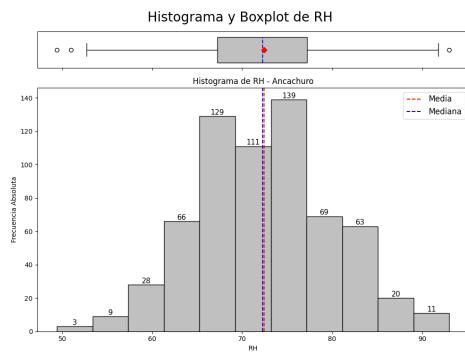
#### Temperatura (T)



**Figura 28**  
Histograma de la temperatura ( $T$ ) en la estación Ancachuro.

**Interpretación:** Distribución relativamente simétrica con ligera Skewness negativa. La mayor parte de los valores se concentran entre 10 y 13 °C.

## Humedad Relativa (RH)

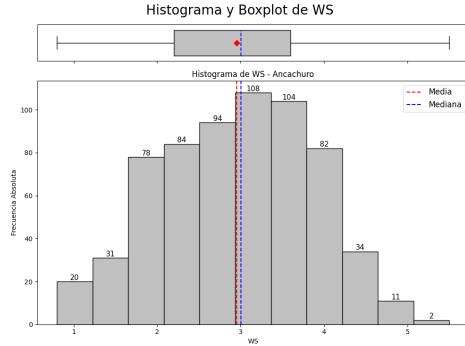


**Figura 29**

*Histograma de la humedad relativa (RH) en la estación Ancachuro.*

**Interpretación:** La humedad relativa está centrada entre 65 % y 80 %, con algunos valores extremos bajos y una leve simetría.

## Velocidad del Viento (WS)

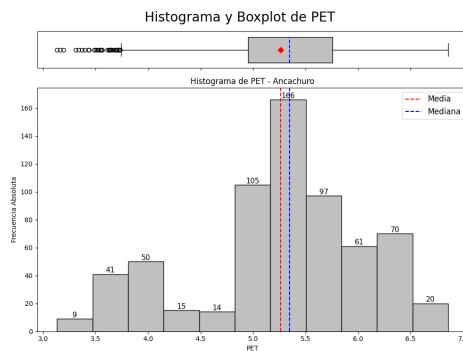


**Figura 30**

*Histograma de la velocidad del viento (WS) en la estación Ancachuro.*

**Interpretación:** Distribución simétrica con picos en torno a 3 m/s. La mayoría de los registros se encuentran entre 2 y 4 m/s.

## Evapotranspiración Potencial (PET)



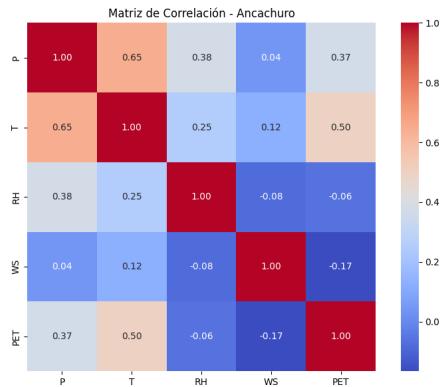
**Figura 31**

Histograma de la evapotranspiración potencial (PET) en la estación Ancachuro.

**Interpretación:** Distribución bastante concentrada con leve Skewnessnegativa. Valores centrados en torno a 5.2 mm con escasos valores extremos.

### 2.3.3. Análisis Bivariado

#### Matriz de Correlación

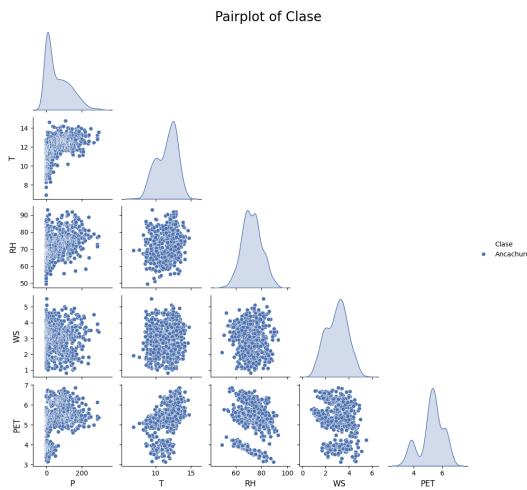


**Figura 32**

Matriz de correlación de las variables meteorológicas en Ancachuro.

**Interpretación:** Se observa correlación positiva entre temperatura (T) y PET ( $r = 0,50$ ), y entre precipitación (P) y temperatura (T) ( $r = 0,45$ ). La humedad relativa (RH) muestra correlaciones débiles con las demás variables.

### Gráfico de Pares (Pairplot)



**Figura 33**

*Pairplot de las variables meteorológicas en la estación Ancachuro.*

**Interpretación:** El pairplot evidencia patrones visuales similares a los encontrados en la matriz de correlación. Se destaca la asociación positiva entre T y PET, y una relación moderada entre P y T. RH y WS presentan distribuciones dispersas respecto a las demás variables.

#### 2.4. Análisis Estadístico de la Estación Caraveli

A continuación, se presenta el análisis estadístico descriptivo y exploratorio correspondiente a la estación meteorológica de Caraveli. Este incluye medidas univariadas por variable y relaciones bivariadas, junto con sus respectivas representaciones gráficas.

### 2.4.1. Estadísticas Descriptivas

**Tabla 5**

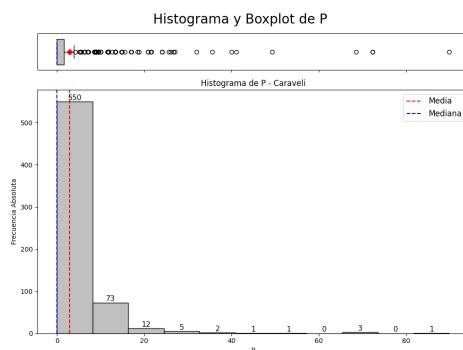
*Estadísticas descriptivas de las variables meteorológicas en la estación Caraveli*

Estadístico	P (mm)	RH (%)	T (°C)	WS (m/s)	PET (mm)
n	648.00	648.00	648.00	648.00	648.00
Minimum	0.00	32.21	16.74	0.50	5.84
1st Quartile	0.00	47.02	19.05	1.90	7.07
Median	0.00	54.46	19.78	2.20	7.50
Mean	2.92	54.76	19.76	2.31	7.49
3rd Quartile	1.60	62.84	20.51	2.60	7.95
Maximum	89.90	82.71	23.50	4.80	9.07
Range	89.90	50.50	6.76	4.00	3.23
Interquartile Range	1.60	15.81	1.46	0.70	0.59
Variance	67.75	120.56	1.08	0.32	0.38
Standard Deviation	8.23	10.58	1.04	0.56	0.51
Coefficient of Variation	2.82	0.20	0.05	0.24	0.08
Skewness	5.65	0.13	0.14	0.56	-0.13
Kurtosis	42.79	-0.53	0.07	1.07	-0.39

**Interpretación:** La precipitación (P) en Caraveli es muy baja en la mayoría de los casos, con una fuerte Skewnesspositiva, lo que indica la presencia de eventos extremos aislados. La humedad relativa (RH) y la temperatura (T) se distribuyen de manera moderadamente simétrica, aunque con valores ligeramente variables. La velocidad del viento (WS) y la evapotranspiración potencial (PET) presentan una distribución estable con ligera variabilidad.

### 2.4.2. Análisis Univariado

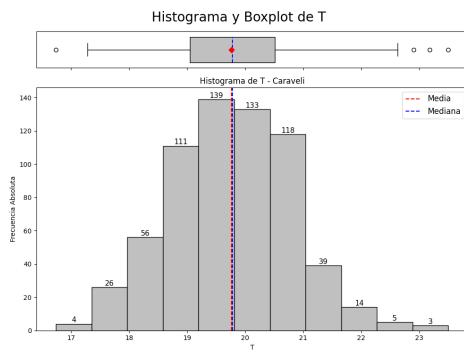
#### Precipitación (P)

**Figura 34**

*Histograma y boxplot de la precipitación (P) en la estación Caraveli.*

**Interpretación:** La mayoría de los registros se concentran en cero milímetros, con pocos eventos de lluvia. La distribución es fuertemente sesgada a la derecha, con una Mean considerablemente superior a la mediana.

### Temperatura (T)

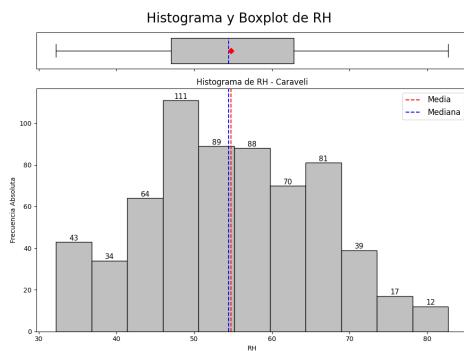


**Figura 35**

*Histograma y boxplot de la temperatura (T) en la estación Caraveli.*

**Interpretación:** La temperatura se distribuye de manera bastante simétrica, centrada en torno a los 20°C, con ligera dispersión hacia ambos extremos.

### Humedad Relativa (RH)

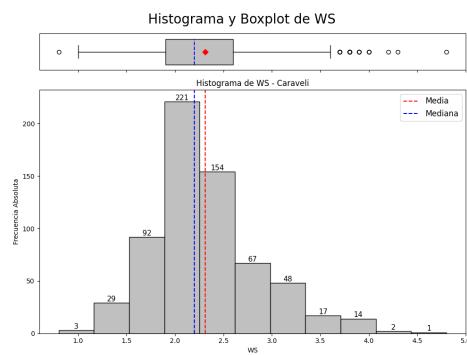


**Figura 36**

*Histograma y boxplot de la humedad relativa (RH) en la estación Caraveli.*

**Interpretación:** La RH muestra una distribución algo simétrica, con un Range amplio que abarca desde valores por debajo del 40 % hasta más del 80 %.

## Velocidad del Viento (WS)



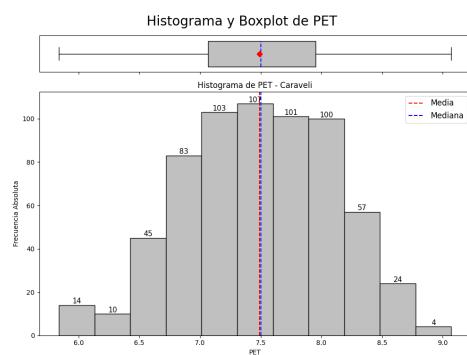
**Figura 37**

*Histograma y boxplot de la velocidad del viento (WS) en la estación Caraveli.*

**Interpretación:** La velocidad del viento se concentra principalmente entre 1.5 y 3.0 m/s.

Se observan algunos valores atípicos por encima de 4.5 m/s.

## Evapotranspiración Potencial (PET)



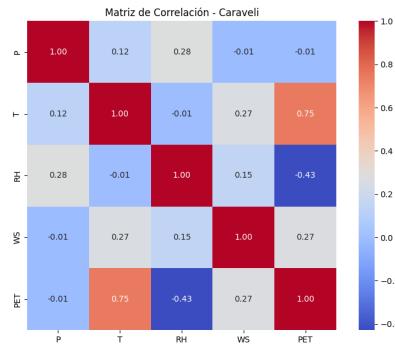
**Figura 38**

*Histograma y boxplot de la evapotranspiración potencial (PET) en la estación Caraveli.*

**Interpretación:** La PET se concentra en torno a 7.5 mm, mostrando una distribución relativamente simétrica y una baja variabilidad.

### 2.4.3. Análisis Bivariado

#### Matriz de Correlación

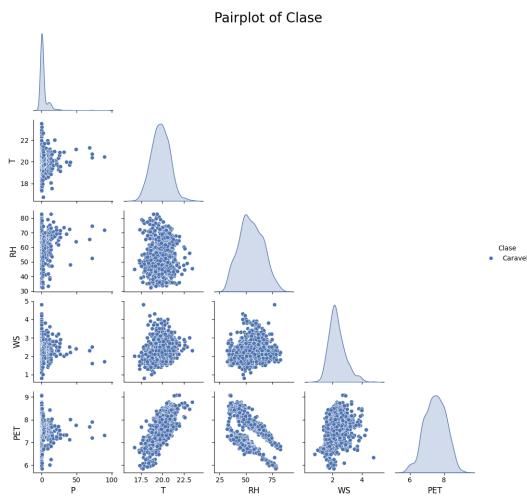


**Figura 39**

Matriz de correlación de las variables meteorológicas en Caraveli.

**Interpretación:** Se observa una fuerte correlación entre temperatura (T) y evapotranspiración (PET) ( $r = 0.75$ ). La RH presenta una correlación negativa con PET ( $r = -0.43$ ). El resto de las correlaciones son débiles o moderadas.

#### Gráfico de Pares (Pairplot)



**Figura 40**

Pairplot de las variables meteorológicas en la estación Caraveli.

**Interpretación:** Se confirma visualmente la asociación positiva entre T y PET. Se detecta una leve relación negativa entre RH y PET. Las demás combinaciones no muestran patrones evidentes de asociación.

## 2.5. Análisis Estadístico de la Estación Coracora

A continuación se presenta el análisis estadístico descriptivo y exploratorio de la estación meteorológica de Coracora, considerando estadísticas univariadas y relaciones bivariadas con representaciones gráficas correspondientes.

### 2.5.1. Estadísticas Descriptivas

**Tabla 6**

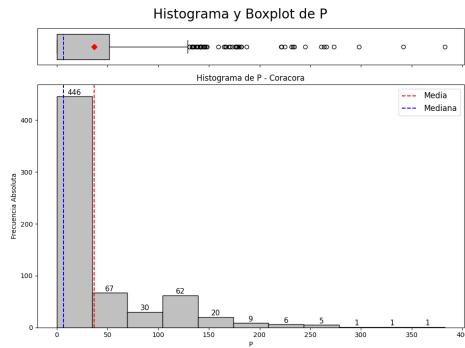
*Descriptive statistics of meteorological variables at the Coracora station*

Statistic	P (mm)	RH (%)	T (°C)	WS (m/s)	PET (mm)
n	648.00	648.00	648.00	648.00	648.00
Minimum	0.00	37.02	9.11	0.00	3.36
1st Quartile	0.00	56.87	10.59	1.40	5.18
Median	6.82	68.44	11.78	1.90	5.57
Mean	36.94	67.40	11.82	2.03	5.52
3rd Quartile	51.63	77.81	12.82	2.27	5.97
Maximum	382.70	90.51	15.00	15.40	7.23
Range	382.70	53.89	5.89	15.40	3.88
Interquartile Range	51.63	20.54	1.93	0.57	0.50
Variance	3399.42	170.53	1.39	1.70	0.57
Standard Deviation	58.30	13.07	1.18	1.30	0.52
Coefficient of Variation	1.58	0.19	0.10	0.54	0.15
Skewness	2.08	-0.19	0.01	6.16	-0.39
Kurtosis	5.00	-0.59	-0.73	51.93	-0.36

**Interpretación:** La precipitación presenta una Skewness positiva marcada y elevada dispersión, lo que indica eventos extremos de lluvia. La humedad relativa tiene una distribución relativamente simétrica. La temperatura está centrada en torno a 11.8 °C con baja dispersión. La velocidad del viento muestra valores extremos, mientras que la evapotranspiración potencial tiene una distribución simétrica y concentrada.

### 2.5.2. Análisis Univariado

#### Precipitación (P)

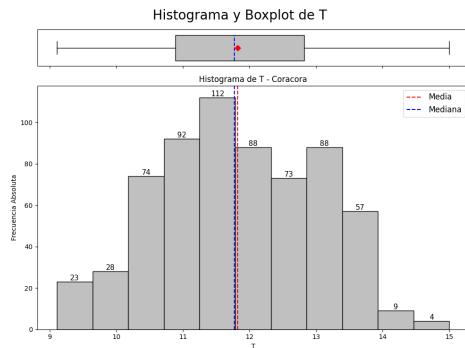


**Figura 41**

Histograma y boxplot de la precipitación ( $P$ ) en la estación Coracora.

**Interpretación:** Distribución extremadamente sesgada a la derecha, con gran número de valores bajos y presencia de eventos extremos.

#### Temperatura (T)

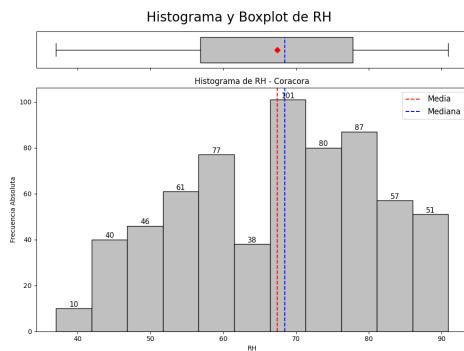


**Figura 42**

Histograma y boxplot de la temperatura ( $T$ ) en la estación Coracora.

**Interpretación:** La distribución es simétrica con leve tendencia positiva. La mayoría de los valores se encuentran entre 10 y 13 °C.

## Humedad Relativa (RH)

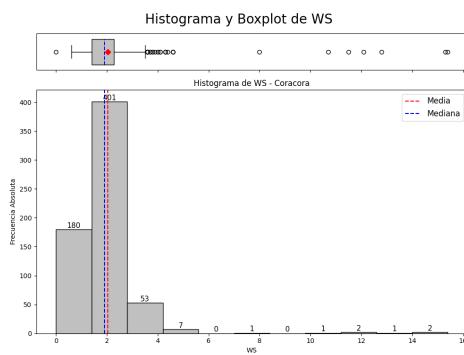


**Figura 43**

*Histograma y boxplot de la humedad relativa (RH) en la estación Coracora.*

**Interpretación:** Distribución amplia con valores que oscilan entre 40 % y 90 %. Ligera Skewnessnegativa.

## Velocidad del Viento (WS)

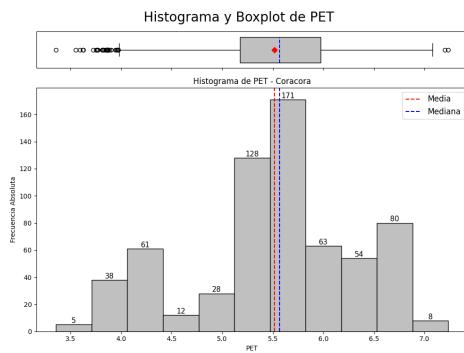


**Figura 44**

*Histograma y boxplot de la velocidad del viento (WS) en la estación Coracora.*

**Interpretación:** La mayor parte de los valores se concentran entre 1 y 3 m/s, con presencia de valores extremos hasta 15 m/s.

## Evapotranspiración Potencial (PET)



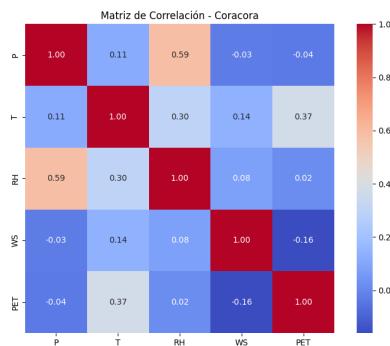
**Figura 45**

*Histograma y boxplot de la evapotranspiración potencial (PET) en la estación Coracora.*

**Interpretación:** Distribución simétrica con ligera Skewnessnegativa. La mayoría de valores están centrados entre 5 y 6 mm.

### 2.5.3. Análisis Bivariado

#### Matriz de Correlación

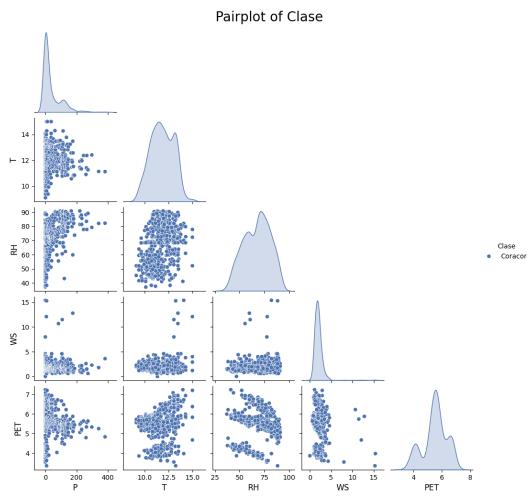


**Figura 46**

*Matriz de correlación de las variables meteorológicas en Coracora.*

**Interpretación:** Se observan correlaciones moderadas entre precipitación y humedad relativa ( $r = 0,59$ ), y entre temperatura y PET ( $r = 0,37$ ). El resto de las correlaciones son bajas.

### Gráfico de Pares (Pairplot)



**Figura 47**

*Pairplot de las variables meteorológicas en la estación Coracora.*

**Interpretación:** Se confirman visualmente las correlaciones observadas. Se destacan patrones lineales entre T y PET, y agrupaciones densas en la distribución de P, RH y WS.

#### 2.6. Análisis Estadístico de la Estación Cotahuasi

A continuación se presenta el análisis estadístico descriptivo y exploratorio de la estación meteorológica de Cotahuasi, considerando estadísticas univariadas y relaciones bivariadas con representaciones gráficas correspondientes.

### 2.6.1. Estadísticas Descriptivas

**Tabla 7**

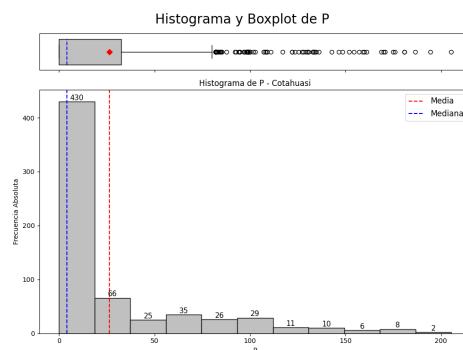
*Estadísticas descriptivas de las variables meteorológicas en la estación Cotahuasi*

Estadístico	P (mm)	RH (%)	T (°C)	WS (m/s)	PET (mm)
n	648.00	648.00	648.00	648.00	648.00
Minimum	0.00	28.01	13.66	1.20	5.78
1st Quartile	0.00	38.85	15.14	2.90	6.78
Median	4.25	47.88	15.82	3.30	7.14
Mean	26.38	51.29	15.91	3.40	7.22
3rd Quartile	32.53	63.26	16.60	3.70	7.62
Maximum	205.40	83.61	20.33	11.10	8.83
Range	205.40	55.60	6.67	9.90	3.05
Interquartile Range	32.53	24.41	1.47	0.50	0.54
Variance	1744.29	208.17	1.11	1.46	0.37
Standard Deviation	41.76	14.43	1.05	1.21	0.51
Coefficient of Variation	1.58	0.28	0.07	0.36	0.08
Skewness	1.88	0.44	0.57	3.36	0.40
Kurtosis	2.96	-1.06	0.33	16.03	-0.50

**Interpretación:** La precipitación muestra una distribución fuertemente sesgada a la derecha con valores extremos significativos. La humedad relativa es más variable, con Skewness-moderada positiva. La temperatura es bastante homogénea. La velocidad del viento presenta Kurtosis alta por eventos atípicos. La evapotranspiración potencial muestra distribución levemente sesgada.

### 2.6.2. Análisis Univariado

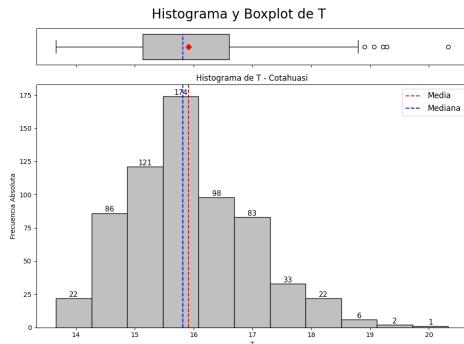
#### Precipitación (P)

**Figura 48**

*Histograma y boxplot de la precipitación (P) en la estación Cotahuasi.*

**Interpretación:** Alta frecuencia de valores bajos de precipitación, pero con varios eventos extremos, reflejando una distribución sesgada positiva.

### Temperatura (T)

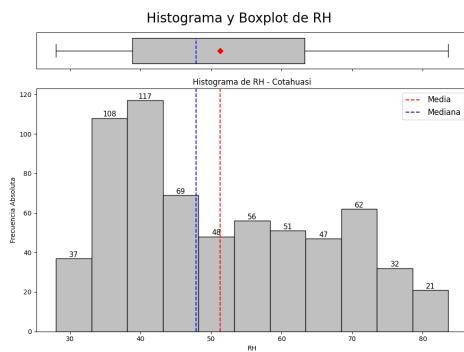


**Figura 49**

Histograma y boxplot de la temperatura (T) en la estación Cotahuasi.

**Interpretación:** La distribución es simétrica y estrecha. La mayoría de los valores oscilan entre 15 y 17 °C.

### Humedad Relativa (RH)

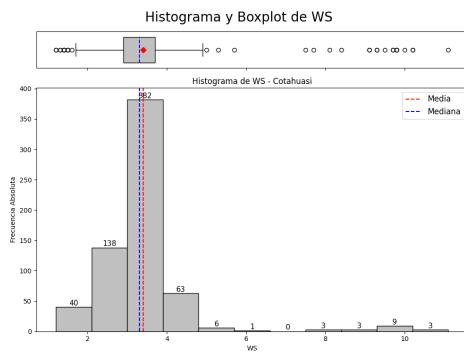


**Figura 50**

Histograma y boxplot de la humedad relativa (RH) en la estación Cotahuasi.

**Interpretación:** Distribución amplia con dispersión significativa. Predominan valores entre 40 % y 70 %.

## Velocidad del Viento (WS)

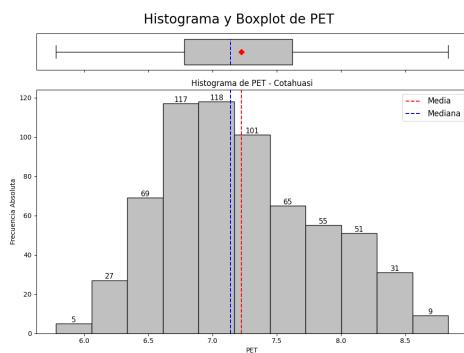


**Figura 51**

*Histograma y boxplot de la velocidad del viento (WS) en la estación Cotahuasi.*

**Interpretación:** La mayoría de los datos se encuentran entre 2.5 y 4 m/s. Se evidencian varios valores atípicos que alcanzan hasta 11 m/s.

## Evapotranspiración Potencial (PET)



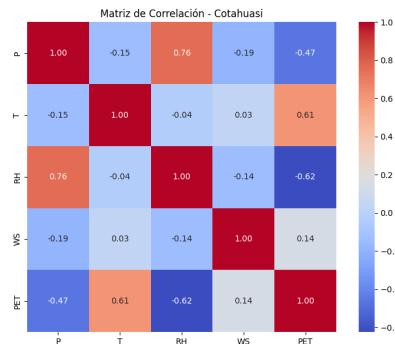
**Figura 52**

*Histograma y boxplot de la evapotranspiración potencial (PET) en la estación Cotahuasi.*

**Interpretación:** Distribución ligeramente sesgada a la derecha. La mayoría de los valores oscilan entre 6.5 y 8 mm.

### 2.6.3. Análisis Bivariado

#### Matriz de Correlación

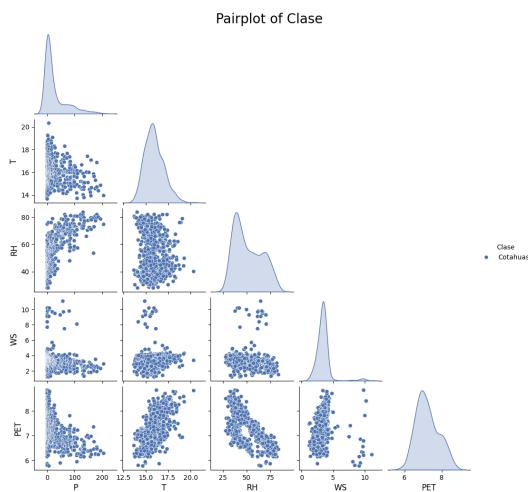


**Figura 53**

Matriz de correlación de las variables meteorológicas en Cotahuasi.

**Interpretación:** Se observa una alta correlación positiva entre P y RH ( $r = 0.76$ ), así como entre T y PET ( $r = 0.51$ ). La correlación entre RH y PET es negativa ( $r = -0.52$ ), sugiriendo que a menor humedad, mayor es la evapotranspiración potencial.

#### Gráfico de Pares (Pairplot)



**Figura 54**

Pairplot de las variables meteorológicas en la estación Cotahuasi.

**Interpretación:** El gráfico confirma las asociaciones observadas: fuerte relación lineal entre T y PET, y entre P y RH. También se observan distribuciones densas y patrones con-

sistentes con las correlaciones.

## 2.7. Análisis Estadístico de la Estación Cotahuasi

A continuación se presenta el análisis estadístico descriptivo y exploratorio de la estación meteorológica de Cotahuasi, considerando estadísticas univariadas y relaciones bivariadas con representaciones gráficas correspondientes.

### 2.7.1. Estadísticas Descriptivas

**Tabla 8**

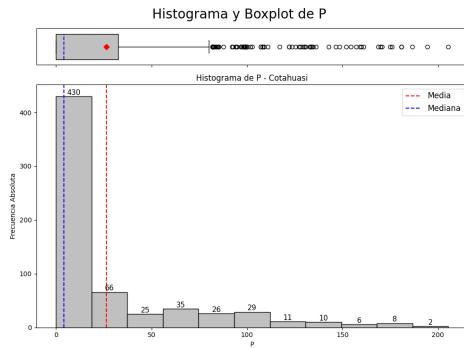
*Estadísticas descriptivas de las variables meteorológicas en la estación Cotahuasi*

Estadístico	P (mm)	RH (%)	T (°C)	WS (m/s)	PET (mm)
<i>n</i>	648.00	648.00	648.00	648.00	648.00
Minimum	0.00	28.01	13.66	1.20	5.78
1st Quartile	0.00	38.85	15.14	2.90	6.78
Median	4.25	47.88	15.82	3.30	7.14
Mean	26.38	51.29	15.91	3.40	7.22
3rd Quartile	32.53	63.26	16.60	3.70	7.62
Maximum	205.40	83.61	20.33	11.10	8.83
Range	205.40	55.60	6.67	9.90	3.05
Interquartile Range	32.53	24.41	1.47	0.50	0.54
Variance	1744.29	208.17	1.11	1.46	0.37
Standard Deviation	41.76	14.43	1.05	1.21	0.51
Coefficient of Variation	1.58	0.28	0.07	0.36	0.08
Skewness	1.88	0.44	0.57	3.36	0.40
Kurtosis	2.96	-1.06	0.33	16.03	-0.50

**Interpretación:** La precipitación muestra una distribución fuertemente sesgada a la derecha con valores extremos significativos. La humedad relativa es más variable, con Skewness-moderada positiva. La temperatura es bastante homogénea. La velocidad del viento presenta Kurtosis alta por eventos atípicos. La evapotranspiración potencial muestra distribución levemente sesgada.

### 2.7.2. Análisis Univariado

#### Precipitación (P)

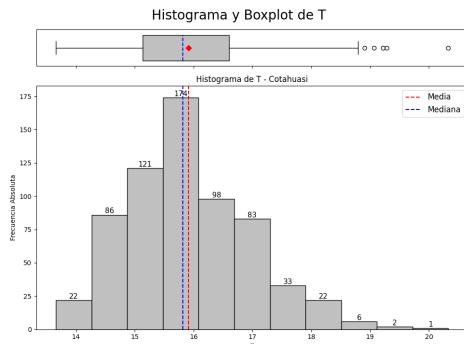


**Figura 55**

Histograma y boxplot de la precipitación (P) en la estación Cotahuasi.

**Interpretación:** Alta frecuencia de valores bajos de precipitación, pero con varios eventos extremos, reflejando una distribución sesgada positiva.

#### Temperatura (T)

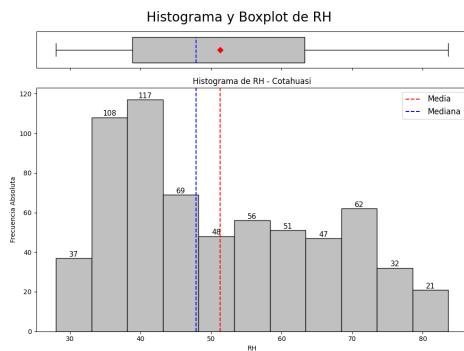


**Figura 56**

Histograma y boxplot de la temperatura (T) en la estación Cotahuasi.

**Interpretación:** La distribución es simétrica y estrecha. La mayoría de los valores oscilan entre 15 y 17 °C.

## Humedad Relativa (RH)

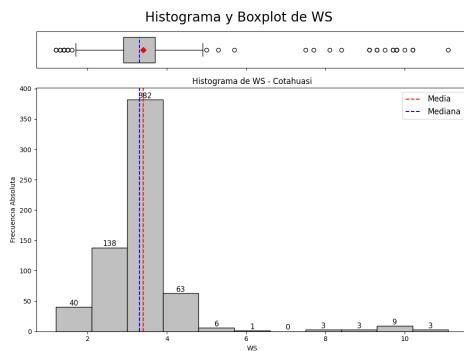


**Figura 57**

*Histograma y boxplot de la humedad relativa (RH) en la estación Cotahuasi.*

**Interpretación:** Distribución amplia con dispersión significativa. Predominan valores entre 40 % y 70 %.

## Velocidad del Viento (WS)

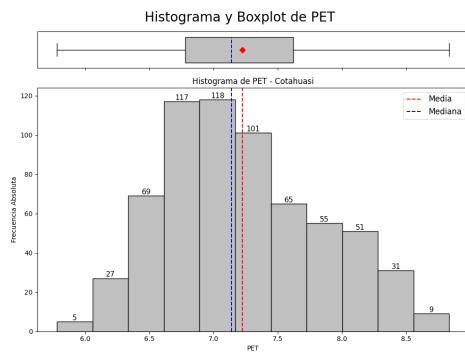


**Figura 58**

*Histograma y boxplot de la velocidad del viento (WS) en la estación Cotahuasi.*

**Interpretación:** La mayoría de los datos se encuentran entre 2.5 y 4 m/s. Se evidencian varios valores atípicos que alcanzan hasta 11 m/s.

## Evapotranspiración Potencial (PET)



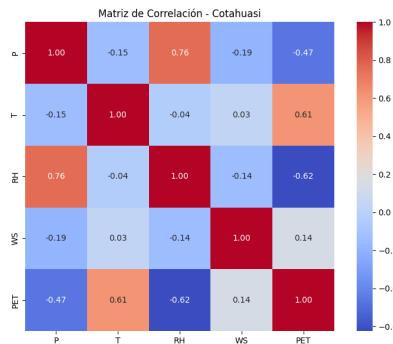
**Figura 59**

*Histograma y boxplot de la evapotranspiración potencial (PET) en la estación Cotahuasi.*

**Interpretación:** Distribución ligeramente sesgada a la derecha. La mayoría de los valores oscilan entre 6.5 y 8 mm.

### 2.7.3. Análisis Bivariado

#### Matriz de Correlación

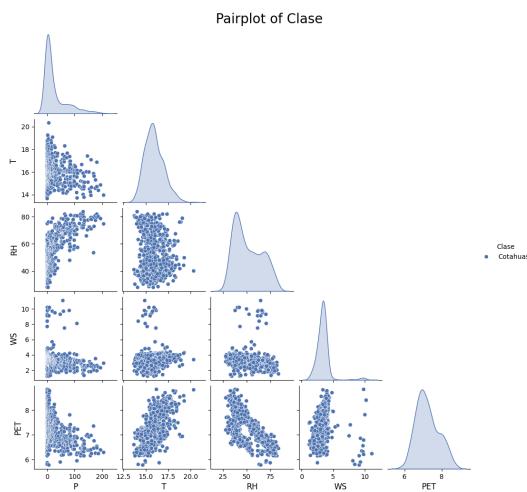


**Figura 60**

*Matriz de correlación de las variables meteorológicas en Cotahuasi.*

**Interpretación:** Se observa una alta correlación positiva entre P y RH ( $r = 0.76$ ), así como entre T y PET ( $r = 0.51$ ). La correlación entre RH y PET es negativa ( $r = -0.52$ ), sugiriendo que a menor humedad, mayor es la evapotranspiración potencial.

### Gráfico de Pares (Pairplot)



**Figura 61**  
*Pairplot de las variables meteorológicas en la estación Cotahuasi.*

**Interpretación:** El gráfico confirma las asociaciones observadas: fuerte relación lineal entre T y PET, y entre P y RH. También se observan distribuciones densas y patrones consistentes con las correlaciones.

### 2.8. Análisis Estadístico de la Estación Huambo

A continuación se presenta el análisis estadístico descriptivo y exploratorio de la estación meteorológica de Huambo, considerando estadísticas univariadas y relaciones bivariadas con representaciones gráficas correspondientes.

### 2.8.1. Estadísticas Descriptivas

**Tabla 9**

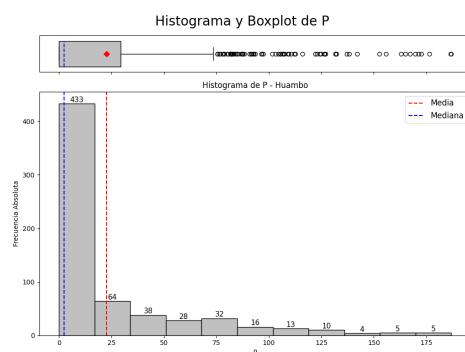
*Estadísticas descriptivas de las variables meteorológicas en la estación Huambo*

Estadístico	P (mm)	RH (%)	T (°C)	WS (m/s)	PET (mm)
n	648.00	648.00	648.00	648.00	648.00
Minimum	0.00	36.90	8.21	1.40	4.67
1.er cuartil	0.00	53.24	9.60	2.38	5.56
Median	2.50	60.15	10.34	3.00	5.91
Mean	22.67	62.80	10.31	3.01	5.91
3.er cuartil	29.50	72.10	11.01	3.60	6.28
Maximum	186.90	88.40	13.14	4.50	7.07
Range	186.90	51.50	4.93	3.10	2.41
Interquartile Range	29.50	18.86	1.41	1.23	0.72
Variance	1387.26	147.53	1.05	0.52	0.22
Desviación estándar	37.25	12.15	1.03	0.72	0.46
Coeficiente de variación	1.64	0.19	0.10	0.24	0.08
Skewness	2.04	0.35	0.00	0.09	-0.07
Kurtosis	3.89	-0.51	-0.47	-1.10	-0.73

**Interpretación:** La variable precipitación muestra alta Skewness positiva, indicando la presencia de eventos extremos. La temperatura presenta una distribución aproximadamente normal. La velocidad del viento tiene una distribución simétrica centrada en 3 m/s. La humedad relativa presenta un sesgo ligero hacia la izquierda. La PET está levemente sesgada hacia la izquierda y centrada alrededor de 5.9 mm.

### 2.8.2. Análisis Univariado

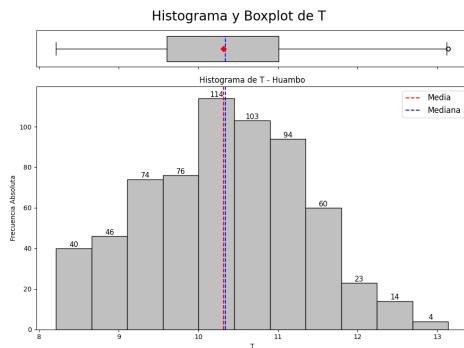
#### Precipitación (P)

**Figura 62**

*Histograma y boxplot de la precipitación (P) en la estación Huambo.*

**Interpretación:** Distribución fuertemente sesgada a la derecha con alta frecuencia de valores bajos y presencia de precipitaciones intensas puntuales.

### Temperatura (T)

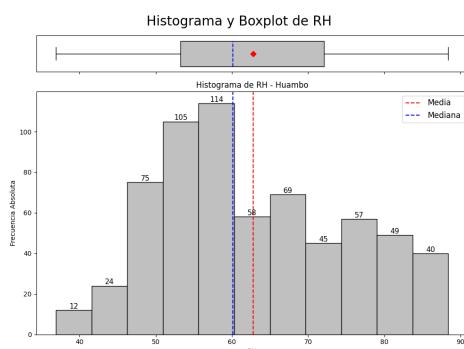


**Figura 63**

Histograma y boxplot de la temperatura ( $T$ ) en la estación Huambo.

**Interpretación:** Distribución simétrica centrada entre 9 y 11 °C, con bajo nivel de dispersión.

### Humedad Relativa (RH)

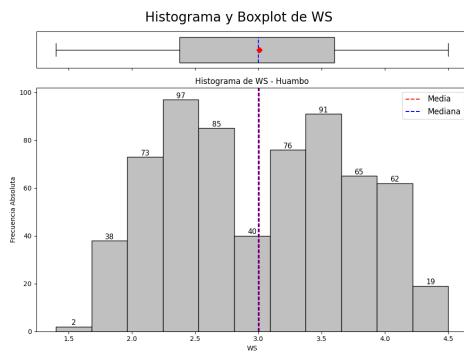


**Figura 64**

Histograma y boxplot de la humedad relativa (RH) en la estación Huambo.

**Interpretación:** Valores centrados entre 50 % y 70 %, con ligera Skewness positiva.

### Velocidad del Viento (WS)

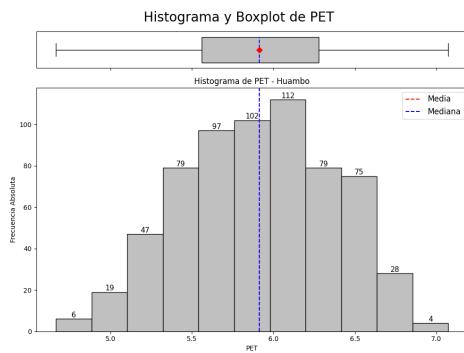


**Figura 65**

*Histograma y boxplot de la velocidad del viento (WS) en la estación Huambo.*

**Interpretación:** La distribución es simétrica, concentrada entre 2.5 y 3.5 m/s, sin valores extremos significativos.

### Evapotranspiración Potencial (PET)



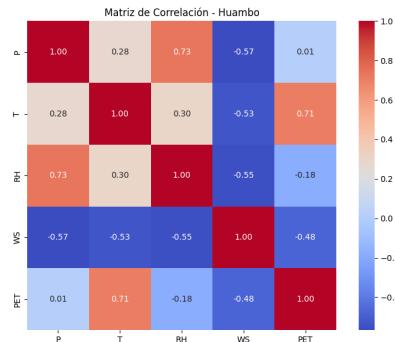
**Figura 66**

*Histograma y boxplot de la evapotranspiración potencial (PET) en la estación Huambo.*

**Interpretación:** Distribución simétrica con valores concentrados entre 5.5 y 6.5 mm.

### 2.8.3. Análisis Bivariado

#### Matriz de Correlación

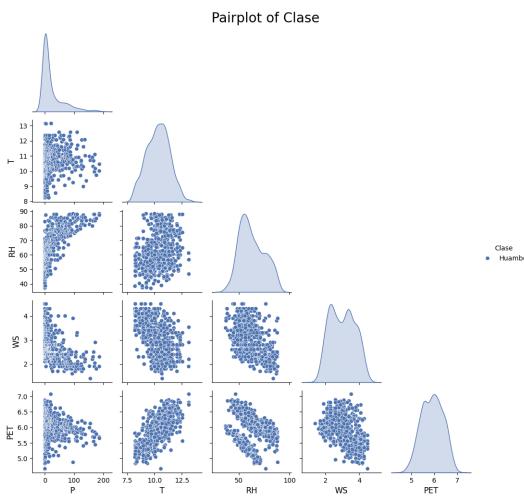


**Figura 67**

Matriz de correlación de las variables meteorológicas en la estación Huambo.

**Interpretación:** Se evidencian correlaciones moderadas entre Precipitación y Humedad Relativa ( $r = 0.73$ ), así como entre Temperatura y PET ( $r = 0.71$ ). También hay correlaciones negativas moderadas entre RH y WS, y entre WS y PET.

#### Gráfico de Pares (Pairplot)



**Figura 68**

Pairplot de las variables meteorológicas en la estación Huambo.

**Interpretación:** Se aprecian relaciones lineales destacadas entre T y PET, así como entre P y RH. También se observa agrupamiento en las variables WS y T.

## 2.9. Análisis Estadístico de la Estación Huaraya

A continuación se presenta el análisis estadístico descriptivo y exploratorio de la estación meteorológica de Huaraya, considerando estadísticas univariadas y relaciones bivariadas con representaciones gráficas correspondientes.

### 2.9.1. Estadísticas Descriptivas

**Tabla 10**

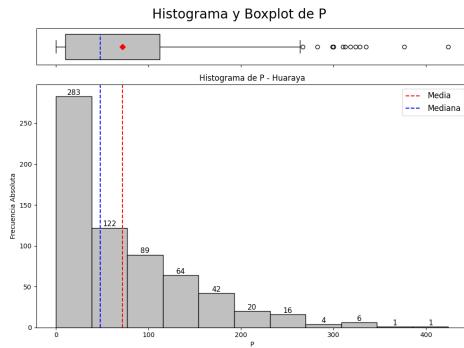
*Estadísticas descriptivas de las variables meteorológicas en la estación Huaraya*

Estadístico	P (mm)	RH (%)	T (°C)	WS (m/s)	PET (mm)
n	648.00	648.00	648.00	648.00	648.00
Minimum	0.00	44.41	5.41	0.50	3.18
1st Quartile	10.33	65.77	7.98	1.40	5.04
Median	47.75	72.40	9.31	1.70	5.28
Mean	71.71	71.82	9.11	1.80	5.25
3rd Quartile	112.33	77.99	10.22	2.10	5.78
Maximum	424.10	93.73	12.58	5.00	7.15
Range	424.10	49.32	7.17	4.50	3.97
Interquartile Range	102.00	12.22	2.24	0.70	0.74
Variance	5541.96	67.90	2.29	0.27	0.75
Desviación Estándar	74.44	8.24	1.51	0.52	0.56
Coeficiente de Variación	1.04	0.11	0.17	0.29	0.16
Skewness	1.35	-0.19	-0.28	0.52	-0.51
Kurtosis	1.75	-0.57	-0.58	2.34	-0.19

**Interpretación:** Las precipitaciones presentan gran variabilidad y fuerte Skewnesspositiva, con valores extremos. La humedad relativa está centrada entre 66 % y 78 %, con distribución ligeramente negativa. La temperatura se concentra en torno a los 9 °C con baja dispersión. La velocidad del viento es baja en general, con pocos valores elevados. La evapotranspiración tiene distribución simétrica.

### 2.9.2. Análisis Univariado

#### Precipitación (P)

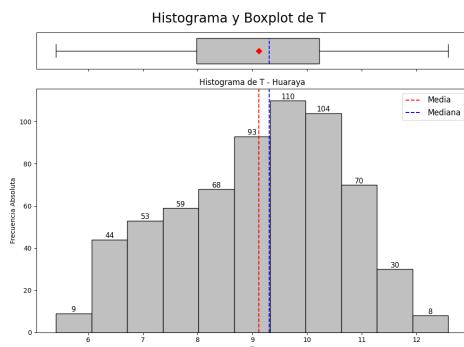


**Figura 69**

Histograma y boxplot de la precipitación ( $P$ ) en la estación Huaraya.

**Interpretación:** Distribución fuertemente sesgada a la derecha, con una alta frecuencia de valores bajos y algunos eventos extremos.

#### Temperatura (T)

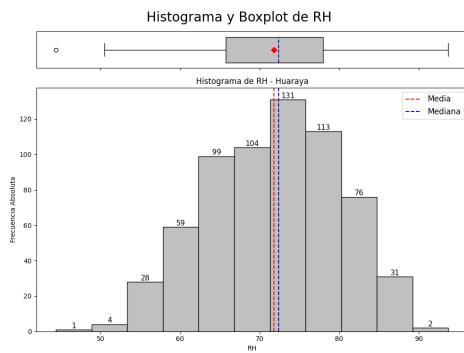


**Figura 70**

Histograma y boxplot de la temperatura ( $T$ ) en la estación Huaraya.

**Interpretación:** La temperatura presenta una distribución relativamente simétrica y concentrada en valores entre  $8^{\circ}\text{C}$  y  $11^{\circ}\text{C}$ .

## Humedad Relativa (RH)

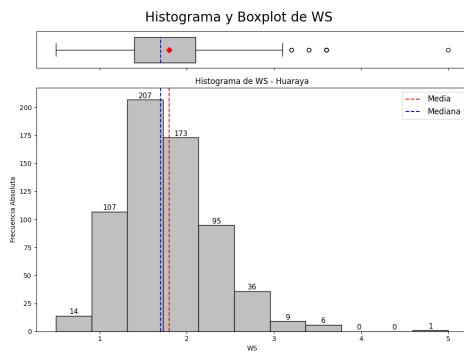


**Figura 71**

*Histograma y boxplot de la humedad relativa (RH) en la estación Huaraya.*

**Interpretación:** RH presenta una distribución con leve sesgo negativo, y valores que oscilan entre 50 % y 90 %.

## Velocidad del Viento (WS)

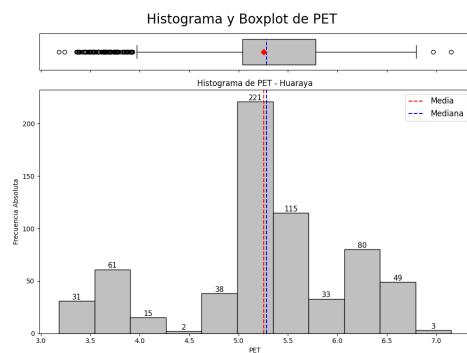


**Figura 72**

*Histograma y boxplot de la velocidad del viento (WS) en la estación Huaraya.*

**Interpretación:** Predominan velocidades entre 1 y 2.5 m/s. Existen algunos valores extremos aislados hasta 5 m/s.

## Evapotranspiración Potencial (PET)



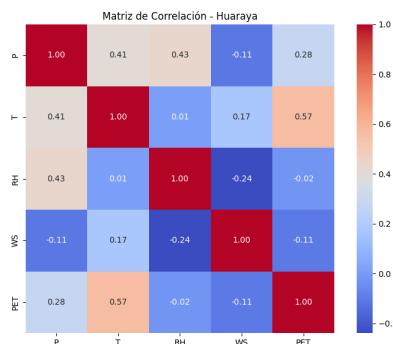
**Figura 73**

Histograma y boxplot de la evapotranspiración potencial (PET) en la estación Huaraya.

**Interpretación:** Distribución simétrica y moderadamente concentrada, centrada entre 5 y 6 mm diarios.

### 2.9.3. Análisis Bivariado

#### Matriz de Correlación

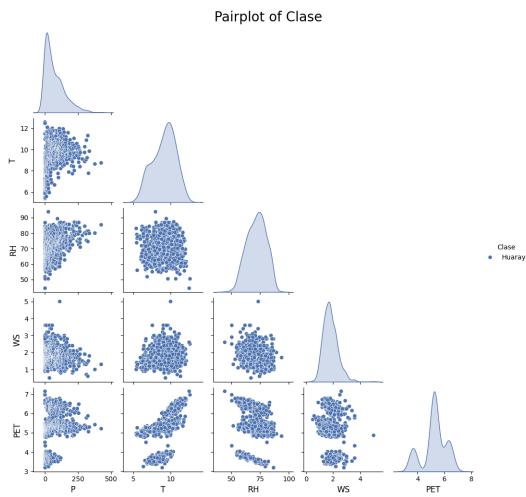


**Figura 74**

Matriz de correlación de las variables meteorológicas en Huaraya.

**Interpretación:** Se evidencian correlaciones moderadas entre precipitación y humedad relativa ( $r = 0.43$ ), temperatura y PET ( $r = 0.57$ ), y temperatura con precipitación ( $r = 0.41$ ).

### Gráfico de Pares (Pairplot)



**Figura 75**

*Pairplot de las variables meteorológicas en la estación Huaraya.*

**Interpretación:** El pairplot confirma visualmente las correlaciones observadas y permite identificar agrupaciones densas en las variables P, T y RH.

#### 2.10. Análisis Estadístico de la Estación Imata

A continuación se presenta el análisis estadístico descriptivo y exploratorio de la estación meteorológica de Imata, considerando estadísticas univariadas y relaciones bivariadas con representaciones gráficas correspondientes.

### 2.10.1. Estadísticas Descriptivas

**Tabla 11**

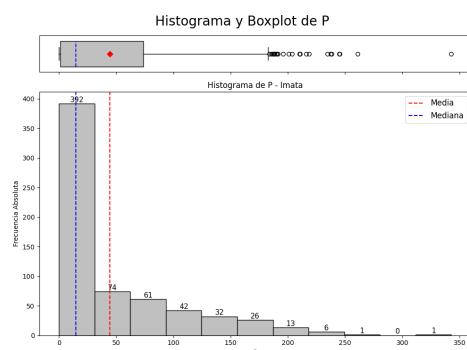
*Estadísticas descriptivas de las variables meteorológicas en la estación Imata*

Estadístico	P (mm)	RH (%)	T (°C)	WS (m/s)	PET (mm)
n	648.00	648.00	648.00	648.00	648.00
Minimum	0.00	44.60	-1.41	2.00	3.21
1st Quartile	1.10	64.99	1.87	3.40	4.02
Median	14.65	71.12	4.09	3.80	4.72
Mean	44.34	70.50	3.38	3.79	4.56
3rd Quartile	73.85	77.26	4.90	4.20	5.01
Maximum	342.80	88.25	7.17	5.70	5.73
Range	342.80	43.65	8.58	3.70	2.52
Interquartile Range	72.75	12.27	3.03	0.50	0.59
Variance	3461.74	71.25	3.80	0.38	0.32
Desviación Estándar	58.84	8.44	1.95	0.52	0.57
Coefficient of Variation	1.33	0.12	0.58	0.16	0.12
Skewness	1.54	-0.23	-0.53	0.16	-0.41
Kurtosis	1.89	-0.29	-0.52	0.27	-1.01

**Interpretación:** La precipitación presenta una alta variabilidad y una marcada Skewness positiva, evidenciando la presencia de eventos extremos. La temperatura muestra una distribución aproximadamente simétrica, centrada en torno a los 3.4 °C. Tanto la humedad relativa como la velocidad del viento exhiben distribuciones concentradas y simétricas, con poca dispersión.

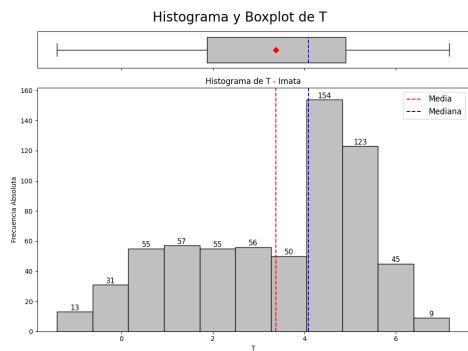
### 2.10.2. Análisis Univariado

#### Precipitación (P)

**Figura 76**

*Histograma y boxplot de la precipitación (P) en la estación Imata.*

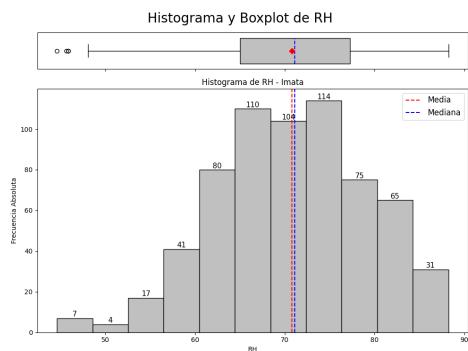
## Temperatura (T)



**Figura 77**

Histograma y boxplot de la temperatura (T) en la estación Imata.

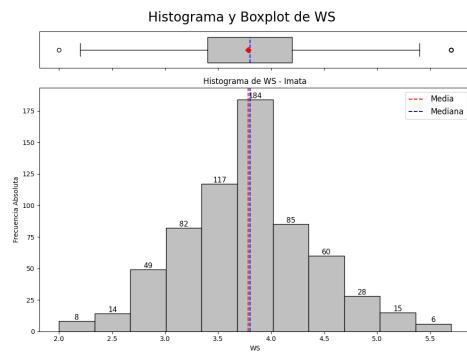
## Humedad Relativa (RH)



**Figura 78**

Histograma y boxplot de la humedad relativa (RH) en la estación Imata.

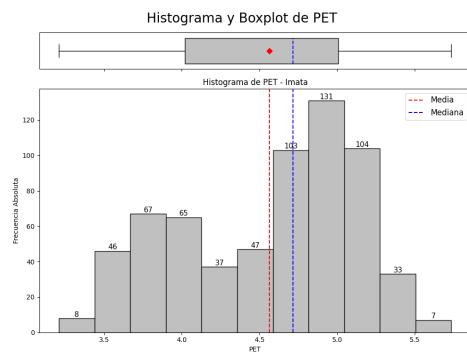
### Velocidad del Viento (WS)



**Figura 79**

*Histograma y boxplot de la velocidad del viento (WS) en la estación Imata.*

### Evapotranspiración Potencial (PET)

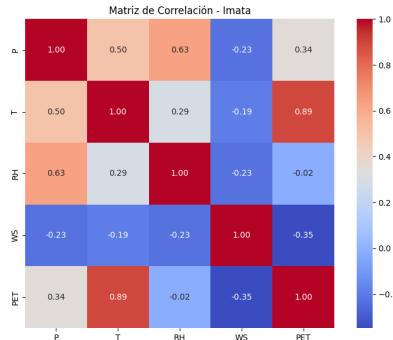


**Figura 80**

*Histograma y boxplot de la evapotranspiración potencial (PET) en la estación Imata.*

### 2.10.3. Análisis Bivariado

#### Matriz de Correlación

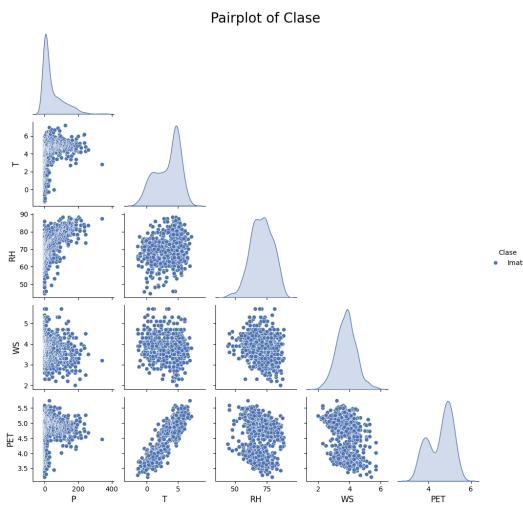


**Figura 81**

Matriz de correlación de las variables meteorológicas en Imata.

**Interpretación:** Se observan correlaciones significativas entre temperatura y PET, mientras que la precipitación muestra una correlación más débil con el resto de variables.

#### Gráfico de Pares (Pairplot)



**Figura 82**

Pairplot de las variables meteorológicas en la estación Imata.

**Interpretación:** La relación más consistente se presenta entre la temperatura y la evapotranspiración. Las demás combinaciones presentan patrones más dispersos, con alguna densi-

dad en la distribución de humedad relativa y precipitación.

## 2.11. Análisis Estadístico de la Estación Kayra

A continuación se presenta el análisis estadístico descriptivo y exploratorio de la estación meteorológica de Kayra, considerando estadísticas univariadas y relaciones bivariadas con representaciones gráficas correspondientes.

### 2.11.1. Estadísticas Descriptivas

**Tabla 12**

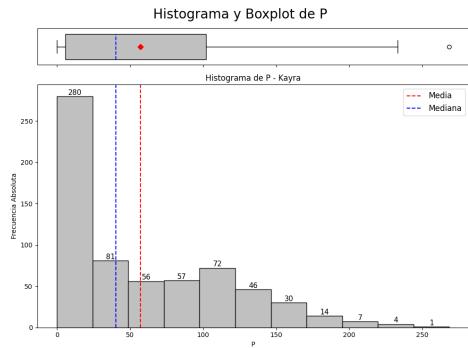
*Estadísticas descriptivas de las variables meteorológicas en la estación Kayra*

Estadístico	P (mm)	RH (%)	T (°C)	WS (m/s)	PET (mm)
<i>n</i>	648.00	648.00	648.00	648.00	648.00
Minimum	0.00	63.05	8.53	0.10	3.50
1st Quartile	5.90	68.81	11.21	0.50	5.41
Median	40.35	71.39	12.69	1.40	5.72
Mean	57.11	72.06	12.40	1.45	5.61
3rd Quartile	101.95	75.56	13.57	1.90	6.09
Maximum	268.50	77.61	16.13	3.70	7.05
Range	268.50	14.56	7.60	3.60	3.55
Interquartile Range	96.05	6.75	2.36	1.00	0.58
Variance	3241.52	18.31	2.43	0.46	0.45
Standard Deviation	56.93	4.28	1.56	0.57	0.52
Coefficient of Variation	1.00	0.06	0.13	0.47	0.16
Skewness	0.45	-0.24	-0.39	0.54	-0.74
Kurtosis	-0.19	-0.54	-0.76	-0.16	-0.13

**Interpretación:** La precipitación muestra gran variabilidad y Skewness positiva, indicando presencia de eventos extremos. La humedad relativa se concentra entre 69 % y 76 %, con baja dispersión. La temperatura es moderadamente simétrica. La velocidad del viento tiene distribución sesgada, y la evapotranspiración potencial está bien centrada.

### 2.11.2. Análisis Univariado

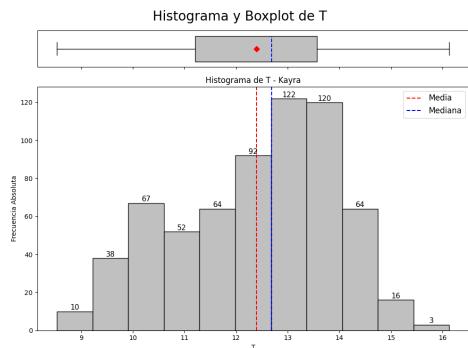
#### Precipitación (P)



**Figura 83**

Histograma y boxplot de la precipitación ( $P$ ) en la estación Kayra.

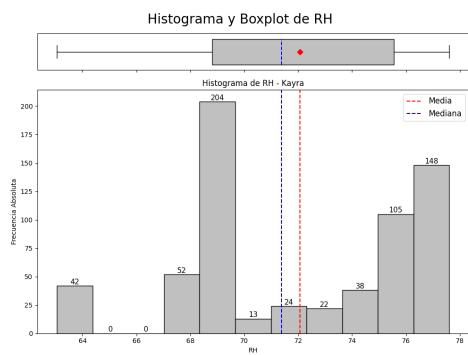
#### Temperatura (T)



**Figura 84**

Histograma y boxplot de la temperatura ( $T$ ) en la estación Kayra.

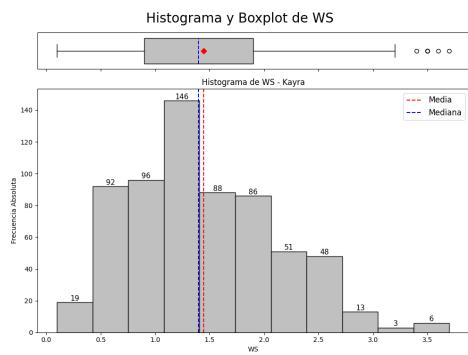
## Humedad Relativa (RH)



**Figura 85**

*Histograma y boxplot de la humedad relativa (RH) en la estación Kayra.*

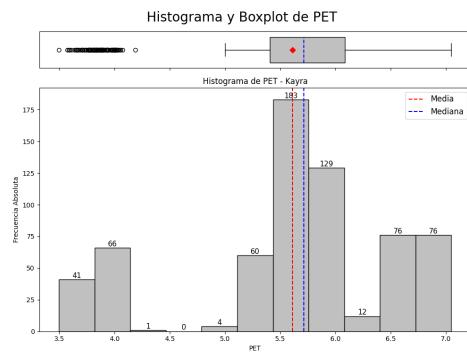
## Velocidad del Viento (WS)



**Figura 86**

*Histograma y boxplot de la velocidad del viento (WS) en la estación Kayra.*

## Evapotranspiración Potencial (PET)

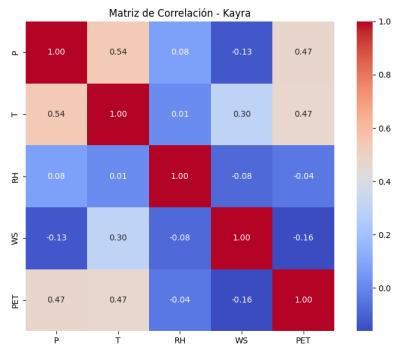


**Figura 87**

Histograma y boxplot de la evapotranspiración potencial (PET) en la estación Kayra.

### 2.11.3. Análisis Bivariado

#### Matriz de Correlación

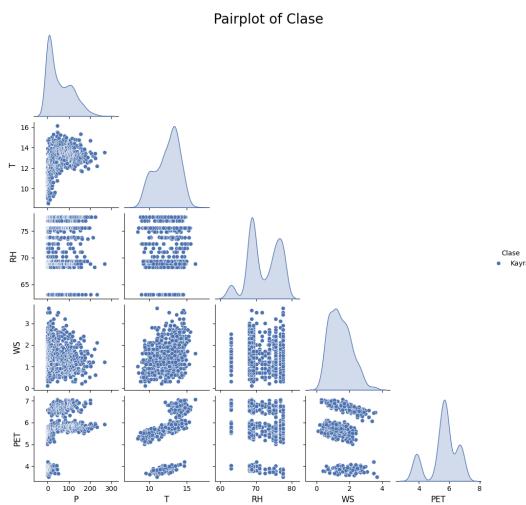


**Figura 88**

Matriz de correlación de las variables meteorológicas en Kayra.

**Interpretación:** Se destacan correlaciones moderadas entre precipitación y temperatura ( $r = 0.54$ ), y entre temperatura y PET ( $r = 0.47$ ). El resto de relaciones son débiles.

### Gráfico de Pares (Pairplot)



**Figura 89**

*Pairplot de las variables meteorológicas en la estación Kayra.*

**Interpretación:** Se observa densidad moderada en los núcleos de P y T, y una dispersión importante en RH y WS. La relación T-PET se aprecia como la más lineal.

### 2.12. Análisis Estadístico de la Estación Mañazo

A continuación se presenta el análisis estadístico descriptivo y exploratorio de la estación meteorológica de Mañazo, considerando estadísticas univariadas y relaciones bivariadas con representaciones gráficas correspondientes.

### 2.12.1. Estadísticas Descriptivas

**Tabla 13**

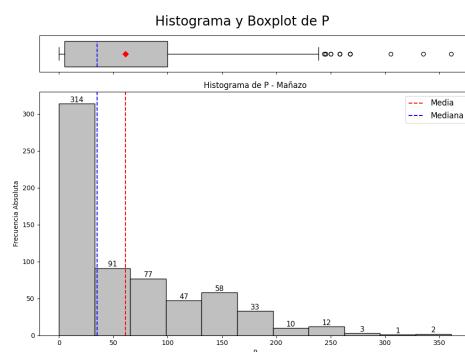
*Estadísticas descriptivas de las variables meteorológicas en la estación Mañazo*

Estadístico	P (mm)	RH (%)	T (°C)	WS (m/s)	PET (mm)
n	648.00	648.00	648.00	648.00	648.00
Minimum	0.00	32.82	6.33	0.50	3.60
1st Quartile	5.10	50.30	8.43	1.50	5.22
Median	35.20	59.51	9.50	1.90	5.51
Mean	61.18	59.28	9.47	2.01	5.52
3rd Quartile	99.70	68.57	10.34	2.50	6.03
Maximum	361.10	82.70	13.13	3.80	7.50
Range	361.10	49.88	6.80	3.20	3.91
Interquartile Range	94.60	18.27	1.91	1.00	0.50
Variance	4543.48	131.90	2.01	0.50	0.78
Standard Deviation	67.41	11.48	1.42	0.70	0.58
Coefficient of Variation	1.10	0.19	0.15	0.35	0.16
Skewness	1.24	-0.01	0.06	0.30	-0.17
Kurtosis	1.11	-0.51	-0.53	-0.43	-0.39

**Interpretación:** La precipitación muestra alta variabilidad y Skewnesspositiva, reflejando eventos extremos. La humedad relativa presenta una distribución bimodal, con dispersión moderada. La temperatura es simétrica y centrada alrededor de los 9.5 °C. La velocidad del viento exhibe ligera Skewnessy amplitud media. La evapotranspiración potencial se mantiene estable, con una distribución levemente sesgada.

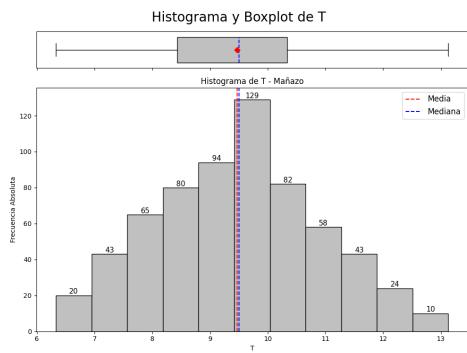
### 2.12.2. Análisis Univariado

#### Precipitación (P)

**Figura 90**

*Histograma y boxplot de la precipitación (P) en la estación Mañazo.*

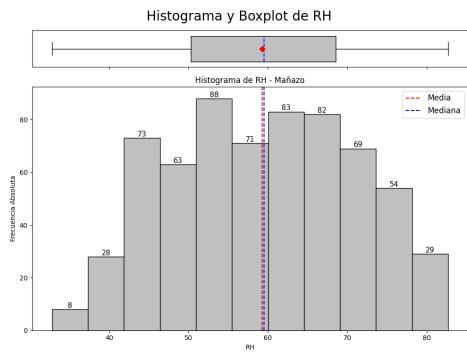
## Temperatura (T)



**Figura 91**

*Histograma y boxplot de la temperatura (T) en la estación Mañazo.*

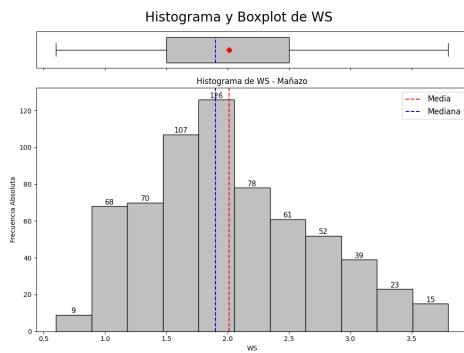
## Humedad Relativa (RH)



**Figura 92**

*Histograma y boxplot de la humedad relativa (RH) en la estación Mañazo.*

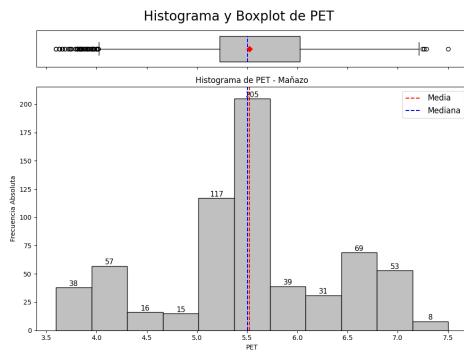
## Velocidad del Viento (WS)



**Figura 93**

Histograma y boxplot de la velocidad del viento (WS) en la estación Mañazo.

## Evapotranspiración Potencial (PET)

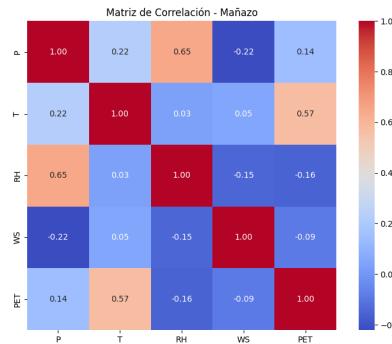


**Figura 94**

Histograma y boxplot de la evapotranspiración potencial (PET) en la estación Mañazo.

### 2.12.3. Análisis Bivariado

#### Matriz de Correlación

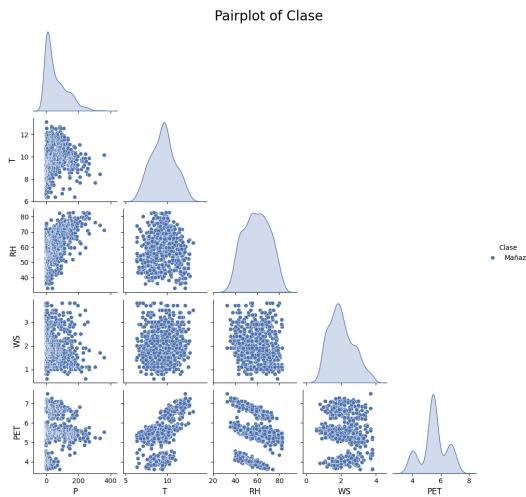


**Figura 95**

Matriz de correlación de las variables meteorológicas en Mañazo.

**Interpretación:** Se observan correlaciones moderadas entre precipitación y humedad relativa ( $r = 0.45$ ), y entre temperatura y PET ( $r = 0.57$ ). Las demás relaciones son débiles.

#### Gráfico de Pares (Pairplot)



**Figura 96**

Pairplot de las variables meteorológicas en la estación Mañazo.

**Interpretación:** Se evidencia relación positiva entre temperatura y PET, mientras que el resto de variables muestran núcleos de dispersión sin patrones marcados.

## 2.13. Análisis Estadístico de la Estación Pampa Blanca

A continuación se presenta el análisis estadístico descriptivo y exploratorio de la estación meteorológica de Pampa Blanca, considerando estadísticas univariadas y relaciones bivariadas con representaciones gráficas correspondientes.

### 2.13.1. Estadísticas Descriptivas

**Tabla 14**

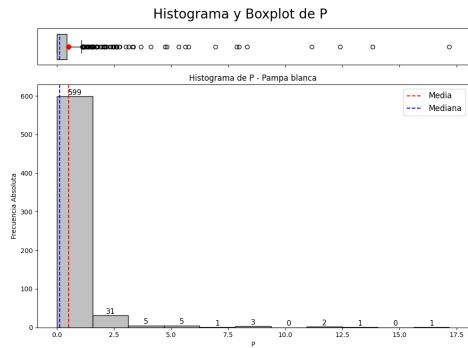
*Estadísticas descriptivas de las variables meteorológicas en la estación Pampa Blanca*

Estadístico	P (mm)	RH (%)	T (°C)	WS (m/s)	PET (mm)
n	648.00	648.00	648.00	648.00	648.00
Minimum	0.00	61.30	14.50	1.20	4.51
1st Quartile	0.00	74.21	17.38	2.50	5.47
Median	0.11	77.59	20.04	3.10	6.41
Mean	0.52	77.30	20.18	3.08	6.29
3rd Quartile	0.43	80.42	22.98	3.60	7.04
Maximum	17.19	91.78	26.45	11.50	8.47
Range	17.19	30.30	11.95	10.30	3.96
Interquartile Range	0.43	6.21	5.60	1.10	1.56
Variance	1.99	18.99	8.79	0.52	0.77
Standard Deviation	1.41	4.36	2.96	0.51	0.58
Coefficient of Variation	2.71	0.06	0.15	0.29	0.14
Skewness	6.73	-0.19	0.13	3.05	-0.07
Kurtosis	57.93	0.04	-1.27	25.49	-1.19

**Interpretación:** La precipitación presenta fuerte Skewnesspositiva y Kurtosis muy elevada, lo que evidencia la presencia de valores extremos. La humedad relativa muestra leve sesgo negativo y poca dispersión. La temperatura presenta distribución simétrica. La velocidad del viento tiene una Skewnesspronunciada a la derecha, al igual que la evapotranspiración potencial, aunque esta última con menor intensidad.

### 2.13.2. Análisis Univariado

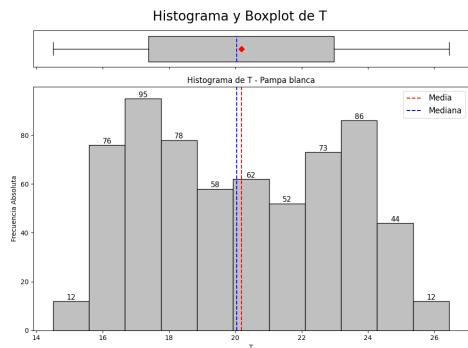
#### Precipitación (P)



**Figura 97**

Histograma y boxplot de la precipitación ( $P$ ) en la estación Pampa Blanca.

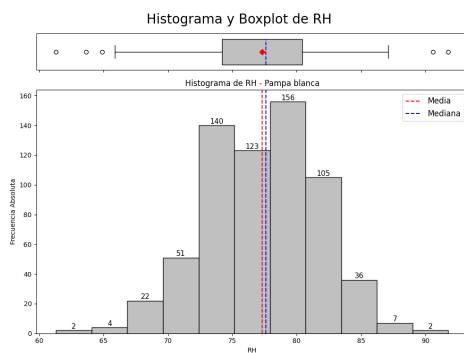
#### Temperatura (T)



**Figura 98**

Histograma y boxplot de la temperatura ( $T$ ) en la estación Pampa Blanca.

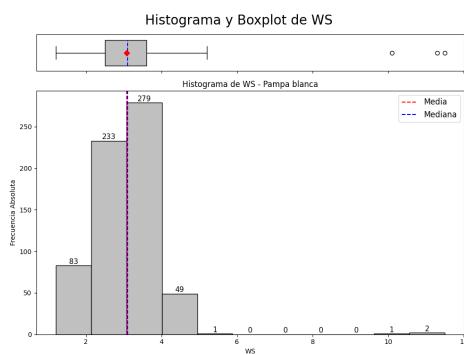
## Humedad Relativa (RH)



**Figura 99**

*Histograma y boxplot de la humedad relativa (RH) en la estación Pampa Blanca.*

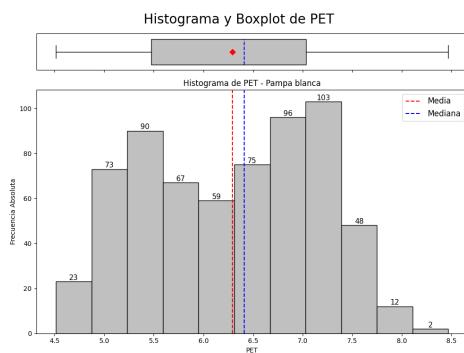
## Velocidad del Viento (WS)



**Figura 100**

*Histograma y boxplot de la velocidad del viento (WS) en la estación Pampa Blanca.*

## Evapotranspiración Potencial (PET)

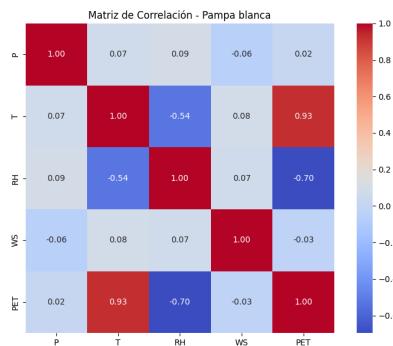


**Figura 101**

Histograma y boxplot de la evapotranspiración potencial (PET) en la estación Pampa Blanca.

### 2.13.3. Análisis Bivariado

#### Matriz de Correlación

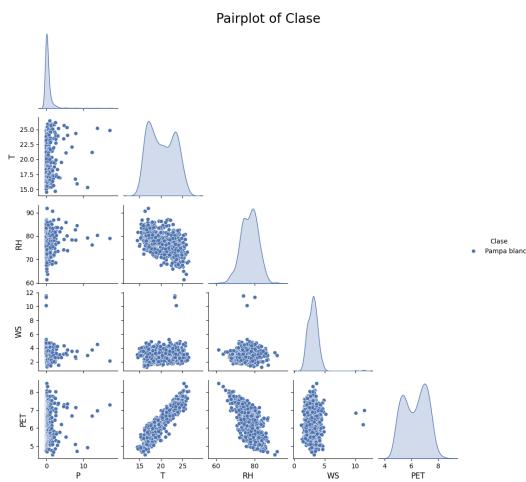


**Figura 102**

Matriz de correlación de las variables meteorológicas en Pampa Blanca.

**Interpretación:** Se espera una baja correlación entre precipitación y el resto de variables. Posiblemente, temperatura y PET mantendrán una correlación positiva marcada, como se ha observado en otras estaciones.

### Gráfico de Pares (Pairplot)



**Figura 103**

*Pairplot de las variables meteorológicas en la estación Pampa Blanca.*

**Interpretación:** Las distribuciones reflejan una gran concentración de datos en torno a valores bajos para la precipitación, mientras que temperatura y PET muestran tendencias más uniformes. La velocidad del viento revela una clara dispersión asimétrica.

#### 2.14. Análisis Estadístico de la Estación Pizacoma

A continuación se presenta el análisis estadístico descriptivo y exploratorio de la estación meteorológica de Pizacoma, considerando estadísticas univariadas y relaciones bivariadas con representaciones gráficas correspondientes.

### 2.14.1. Estadísticas Descriptivas

**Tabla 15**

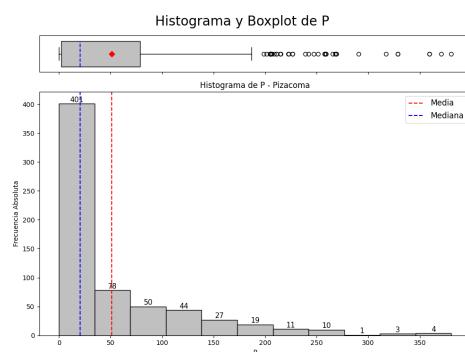
*Estadísticas descriptivas de las variables meteorológicas en la estación Pizacoma*

Estadístico	P (mm)	RH (%)	T (°C)	WS (m/s)	PET (mm)
n	648.00	648.00	648.00	648.00	648.00
Minimum	0.00	21.67	3.57	0.50	3.29
1st Quartile	2.10	45.47	7.04	2.90	5.00
Median	20.30	51.25	9.13	3.30	5.50
Mean	51.18	51.48	8.78	3.52	5.53
3rd Quartile	78.63	58.58	10.40	4.10	6.11
Maximum	380.50	78.38	12.81	9.10	7.79
Range	380.50	56.71	9.24	8.50	4.50
Interquartile Range	76.53	13.11	3.37	1.20	1.12
Variance	4953.40	91.44	4.54	1.44	0.58
Standard Deviation	70.38	9.56	2.13	1.20	0.54
Coefficient of Variation	1.38	0.19	0.24	0.34	0.17
Skewness	1.87	-0.11	-0.35	0.58	0.03
Kurtosis	3.52	-0.33	-0.57	2.05	-0.50

**Interpretación:** La precipitación en Pizacoma presenta alta variabilidad y Skewness positiva, indicando eventos extremos de lluvia. La humedad relativa está centrada en valores moderados, con baja dispersión. La temperatura es levemente simétrica, mientras que la velocidad del viento muestra cierta dispersión hacia valores altos. La evapotranspiración potencial tiene distribución centrada con ligera simetría.

### 2.14.2. Análisis Univariado

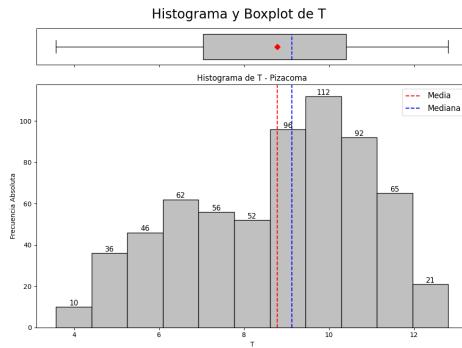
#### Precipitación (P)

**Figura 104**

*Histograma y boxplot de la precipitación (P) en la estación Pizacoma.*

**Interpretación:** Se observa una distribución fuertemente sesgada a la derecha, con gran número de registros bajos y presencia de valores extremos superiores a los 300 mm.

### Temperatura (T)

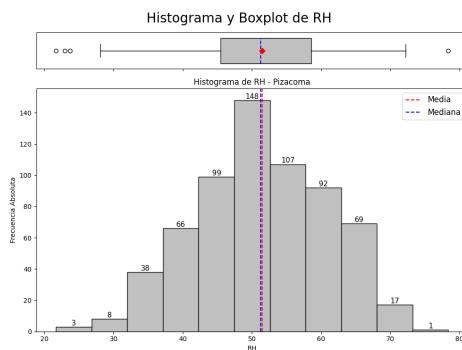


**Figura 105**

*Histograma y boxplot de la temperatura (T) en la estación Pizacoma.*

**Interpretación:** La temperatura muestra una distribución relativamente simétrica, con mayoría de datos entre 7 y 11 °C.

### Humedad Relativa (RH)

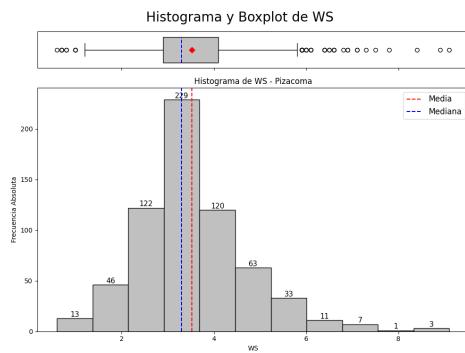


**Figura 106**

*Histograma y boxplot de la humedad relativa (RH) en la estación Pizacoma.*

**Interpretación:** Distribución amplia, con valores entre 20 % y 80 %, y una leve Skewness-negativa.

### Velocidad del Viento (WS)

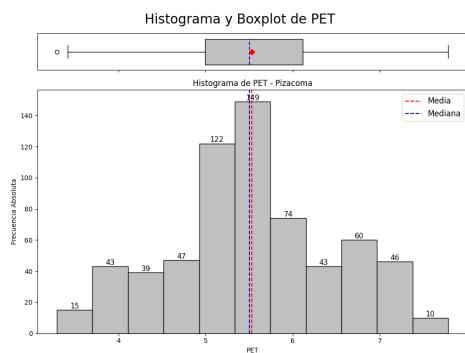


**Figura 107**

*Histograma y boxplot de la velocidad del viento (WS) en la estación Pizacoma.*

**Interpretación:** La velocidad del viento se concentra entre 2 y 4 m/s, con algunos eventos de ráfagas elevadas de hasta 9 m/s.

### Evapotranspiración Potencial (PET)



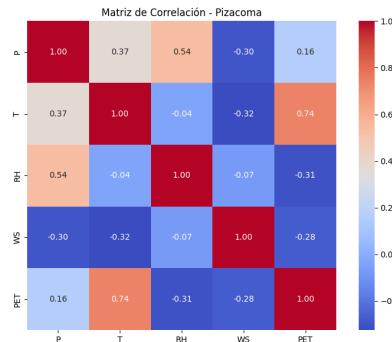
**Figura 108**

*Histograma y boxplot de la evapotranspiración potencial (PET) en la estación Pizacoma.*

**Interpretación:** La PET presenta distribución centrada, con valores entre 5 y 6.5 mm y ligera Skewnesspositiva.

### 2.14.3. Análisis Bivariado

#### Matriz de Correlación

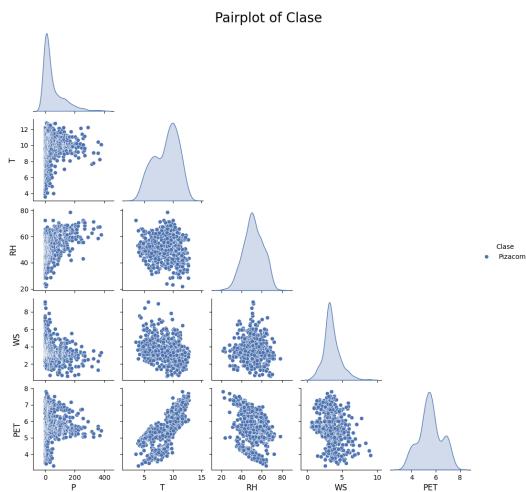


**Figura 109**

Matriz de correlación de las variables meteorológicas en Pizacoma.

**Interpretación:** Se destacan correlaciones moderadas entre la temperatura y la PET, mientras que la precipitación presenta baja correlación con el resto de variables.

#### Gráfico de Pares (Pairplot)



**Figura 110**

Pairplot de las variables meteorológicas en la estación Pizacoma.

**Interpretación:** El gráfico evidencia una relación positiva entre temperatura y PET, mientras que las demás combinaciones muestran asociaciones más dispersas.

## 2.15. Análisis Estadístico de la Estación Pucara

A continuación se presenta el análisis estadístico descriptivo y exploratorio de la estación meteorológica de Pucara, considerando estadísticas univariadas y relaciones bivariadas con representaciones gráficas correspondientes.

### 2.15.1. Estadísticas Descriptivas

**Tabla 16**

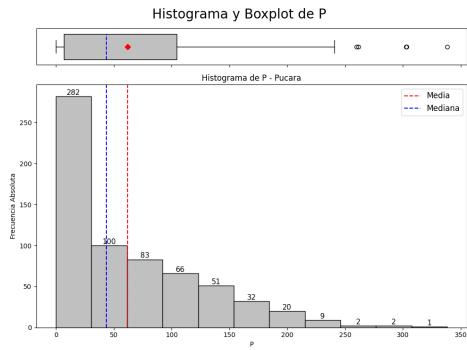
*Descriptive statistics of meteorological variables at the Pucara station*

Statistic	P (mm)	RH (%)	T (°C)	WS (m/s)	PET (mm)
n	648.00	648.00	648.00	648.00	648.00
Minimum	0.00	41.98	5.90	1.20	3.06
1st Quartile	7.08	57.59	8.28	2.53	4.88
Median	43.45	63.38	9.89	3.30	5.31
Mean	61.87	65.00	9.60	3.10	5.27
3rd Quartile	104.23	72.97	10.54	3.50	5.75
Maximum	338.20	85.96	13.07	4.70	7.05
Range	338.20	43.98	7.17	3.50	3.99
Interquartile Range	97.15	15.38	2.56	0.57	0.57
Variance	4013.43	103.42	2.66	0.78	0.70
Standard Deviation	63.35	10.17	1.63	0.58	0.54
Coefficient of Variation	1.02	0.16	0.17	0.28	0.16
Skewness	1.10	0.18	-0.34	-0.22	-0.31
Kurtosis	0.76	-0.76	-0.56	-0.19	-0.26

**Interpretación:** La precipitación presenta una alta variabilidad y asimetría positiva, evidenciando eventos extremos. La humedad relativa está centrada entre 58 % y 73 %. La temperatura tiene una distribución moderadamente simétrica, mientras que la velocidad del viento y la evapotranspiración muestran concentraciones alrededor de sus medias, con poca dispersión.

### 2.15.2. Análisis Univariado

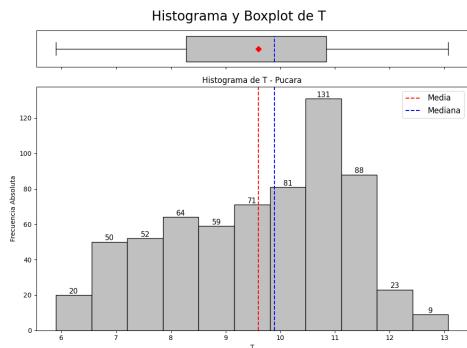
#### Precipitación (P)



**Figura 111**

Histograma y boxplot de la precipitación ( $P$ ) en la estación Pucara.

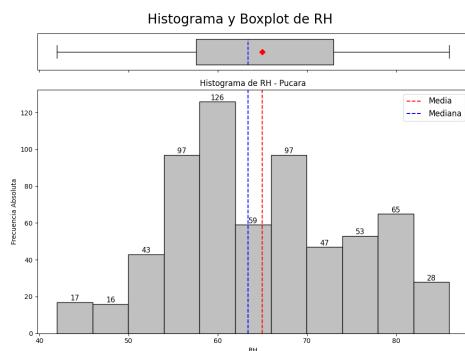
#### Temperatura (T)



**Figura 112**

Histograma y boxplot de la temperatura ( $T$ ) en la estación Pucara.

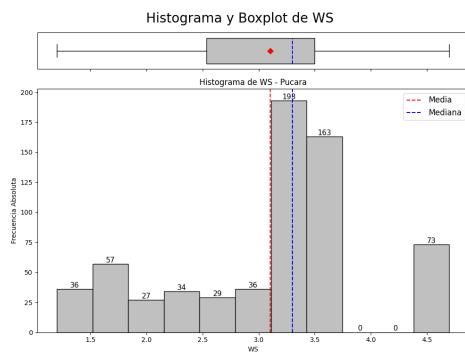
## Humedad Relativa (RH)



**Figura 113**

*Histograma y boxplot de la humedad relativa (RH) en la estación Pucara.*

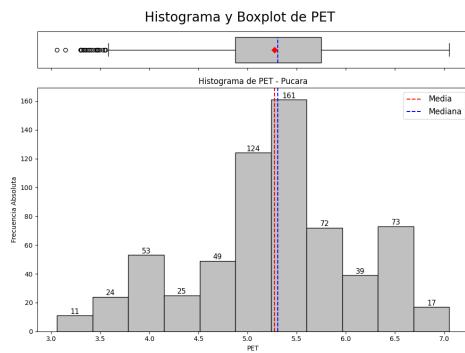
## Velocidad del Viento (WS)



**Figura 114**

*Histograma y boxplot de la velocidad del viento (WS) en la estación Pucara.*

## Evapotranspiración Potencial (PET)

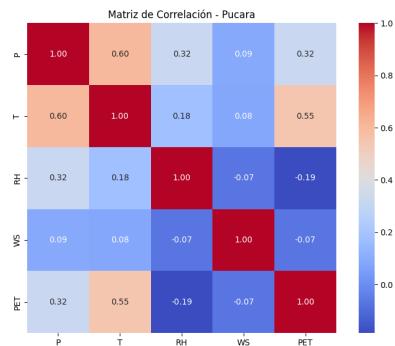


**Figura 115**

Histograma y boxplot de la evapotranspiración potencial (PET) en la estación Pucara.

### 2.15.3. Análisis Bivariado

#### Matriz de Correlación

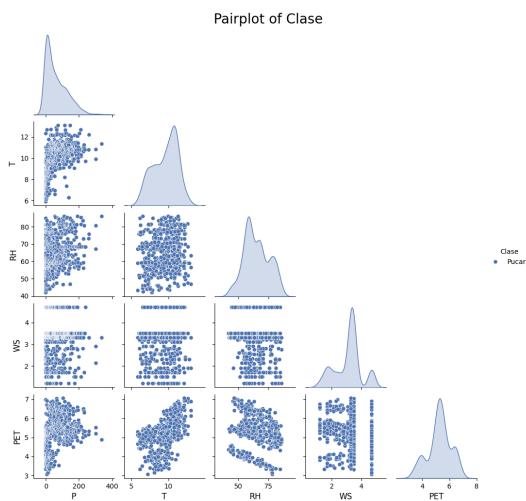


**Figura 116**

Matriz de correlación de las variables meteorológicas en Pucara.

**Interpretación:** Se observan correlaciones débiles entre la mayoría de variables. Destaca una relación leve entre la temperatura y la evapotranspiración.

### Gráfico de Pares (Pairplot)



**Figura 117**

*Pairplot de las variables meteorológicas en la estación Pucara.*

**Interpretación:** El pairplot refleja asociaciones poco marcadas, siendo más notoria la alineación entre temperatura y PET. Las demás variables presentan dispersiones amplias.

### 2.16. Análisis Estadístico de la Estación Punta Atico

A continuación se presenta el análisis estadístico descriptivo y exploratorio de la estación meteorológica de Punta Atico, considerando estadísticas univariadas y relaciones bivariadas con representaciones gráficas correspondientes.

### 2.16.1. Estadísticas Descriptivas

**Tabla 17**

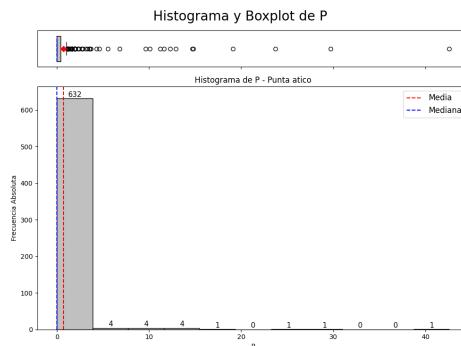
*Estadísticas descriptivas de las variables meteorológicas en la estación Punta Atico*

Estadístico	P (mm)	RH (%)	T (°C)	WS (m/s)	PET (mm)
n	648.00	648.00	648.00	648.00	648.00
Mínimo	0.00	71.96	14.00	1.50	3.52
1er Cuartil	0.00	80.44	16.72	5.70	4.70
Mediana	0.00	82.13	18.93	6.50	5.31
Media	0.59	82.32	18.93	6.65	5.31
3er Cuartil	0.40	84.25	21.11	7.33	5.96
Máximo	42.60	92.64	25.14	27.80	7.05
Rango	42.60	20.58	11.14	26.30	3.54
Rango Intercuartilico	0.40	3.81	4.39	1.63	1.26
Varianza	7.67	10.19	5.88	3.64	0.56
Desviación Estándar	2.77	3.19	2.43	1.91	0.75
Coef. de Variación	4.03	0.04	0.13	0.29	0.14
Asimetría	9.45	0.16	0.09	5.21	-0.06
Curtosis	111.35	0.36	-1.17	52.84	-1.02

**Interpretación:** La precipitación muestra una asimetría extremadamente positiva y gran dispersión, lo cual sugiere eventos muy poco frecuentes de lluvia intensa. La humedad relativa está altamente concentrada en torno al 82 %. La temperatura tiene una distribución simétrica y bien centrada. La velocidad del viento presenta valores extremos, con una curtosis muy elevada. La evapotranspiración se mantiene moderadamente dispersa, con una leve simetría negativa.

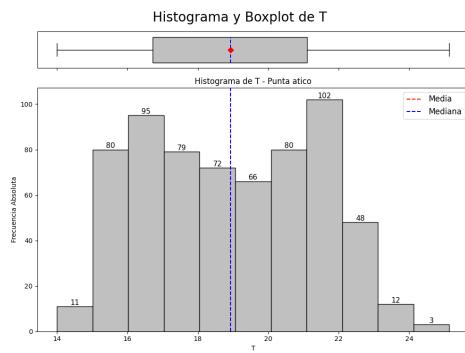
### 2.16.2. Análisis Univariado

#### Precipitación (P)

**Figura 118**

*Histograma y boxplot de la precipitación (P) en la estación Punta Atico.*

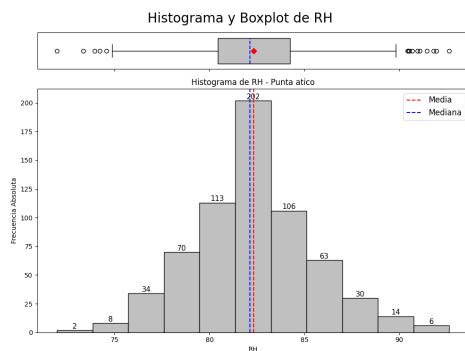
## Temperatura (T)



**Figura 119**

Histograma y boxplot de la temperatura (T) en la estación Punta Atico.

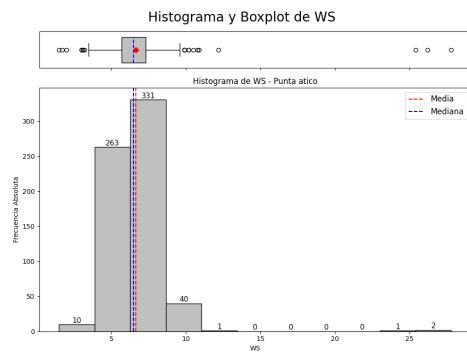
## Humedad Relativa (RH)



**Figura 120**

Histograma y boxplot de la humedad relativa (RH) en la estación Punta Atico.

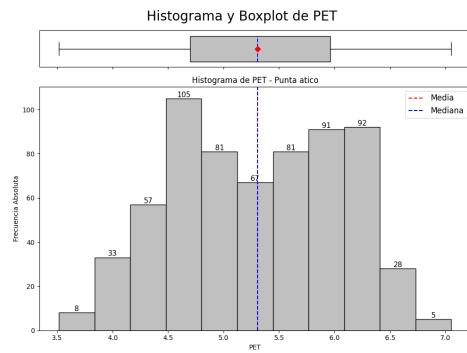
## Velocidad del Viento (WS)



**Figura 121**

Histograma y boxplot de la velocidad del viento (WS) en la estación Punta Atico.

## Evapotranspiración Potencial (PET)

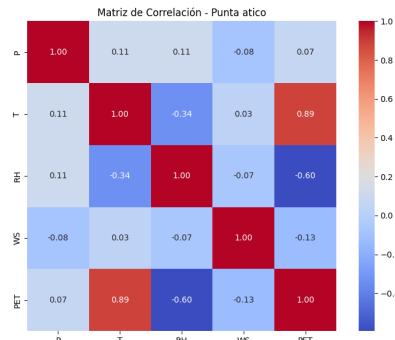


**Figura 122**

Histograma y boxplot de la evapotranspiración potencial (PET) en la estación Punta Atico.

### 2.16.3. Análisis Bivariado

#### Matriz de Correlación

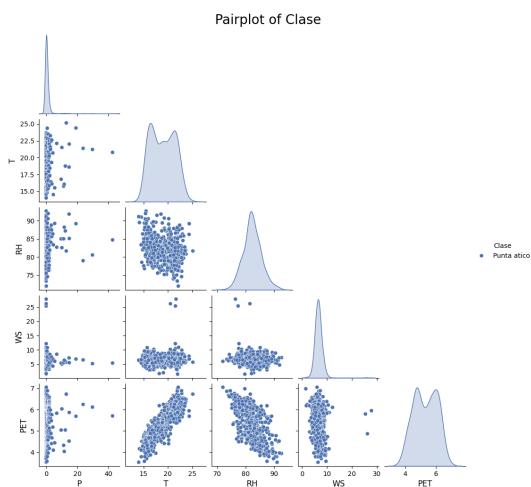


**Figura 123**

Matriz de correlación de las variables meteorológicas en Punta Atico.

**Interpretación:** Las correlaciones son en su mayoría débiles, con una ligera asociación positiva entre temperatura y PET, y entre velocidad del viento y PET.

#### Gráfico de Pares (Pairplot)



**Figura 124**

Pairplot de las variables meteorológicas en la estación Punta Atico.

**Interpretación:** El gráfico de pares muestra una dispersión amplia en precipitación, mientras que temperatura y PET reflejan una correlación visualmente apreciable. La velocidad del viento también se asocia de forma moderada con la PET.

## 2.17. Análisis Estadístico de la Estación Punta Coles

A continuación se presenta el análisis estadístico descriptivo y exploratorio de la estación meteorológica de Punta Coles, considerando estadísticas univariadas y relaciones bivariadas con representaciones gráficas correspondientes.

### 2.17.1. Estadísticas Descriptivas

**Tabla 18**

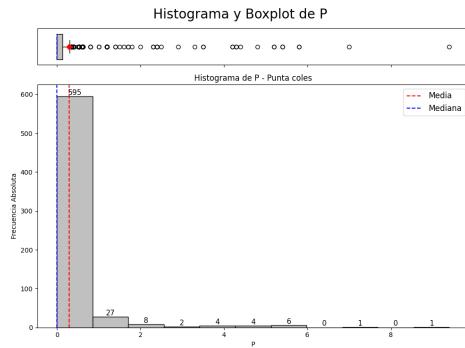
*Estadísticas descriptivas de las variables meteorológicas en la estación Punta Coles*

Estadístico	P (mm)	RH (%)	T (°C)	WS (m/s)	PET (mm)
n	648.00	648.00	648.00	648.00	648.00
Mínimo	0.00	75.47	14.64	0.50	3.49
1er Cuartil	0.00	83.24	17.44	3.90	4.83
Mediana	0.00	86.56	19.63	4.50	5.47
Media	0.29	86.47	19.58	4.49	5.40
3er Cuartil	0.13	89.34	21.62	5.20	5.92
Máximo	9.40	97.81	26.52	7.90	7.44
Rango	9.40	22.34	11.88	7.30	3.95
Rango Intercuartílico	0.13	6.10	4.19	1.30	1.09
Varianza	0.52	22.24	5.47	1.21	0.30
Desviación Estándar	0.50	4.72	2.34	1.10	0.59
Coef. de Variación	3.11	0.05	0.12	0.25	0.13
Asimetría	5.24	0.16	0.10	-0.37	-0.10
Curtosis	32.98	-0.25	-0.57	1.07	-0.57

**Interpretación:** La precipitación presenta una distribución fuertemente asimétrica a la derecha con curtosis elevada, lo que indica eventos extremos poco frecuentes. La humedad relativa está concentrada entre 83 % y 89 %, con baja dispersión. La temperatura es moderadamente simétrica. La velocidad del viento muestra una distribución levemente sesgada a la izquierda. La evapotranspiración presenta simetría casi perfecta y valores medianamente dispersos.

### 2.17.2. Análisis Univariado

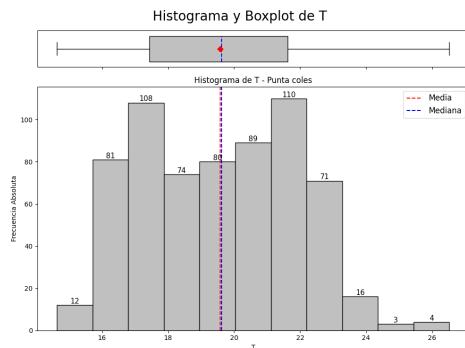
#### Precipitación (P)



**Figura 125**

Histograma y boxplot de la precipitación (P) en la estación Punta Coles.

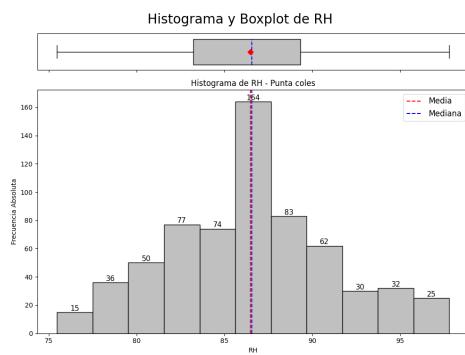
#### Temperatura (T)



**Figura 126**

Histograma y boxplot de la temperatura (T) en la estación Punta Coles.

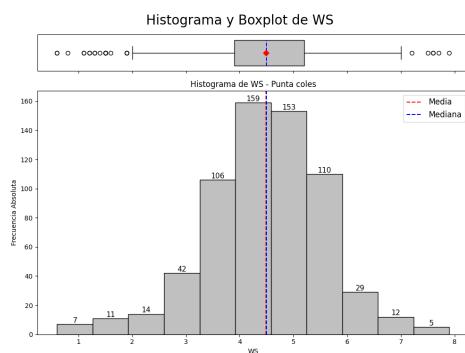
## Humedad Relativa (RH)



**Figura 127**

*Histograma y boxplot de la humedad relativa (RH) en la estación Punta Coles.*

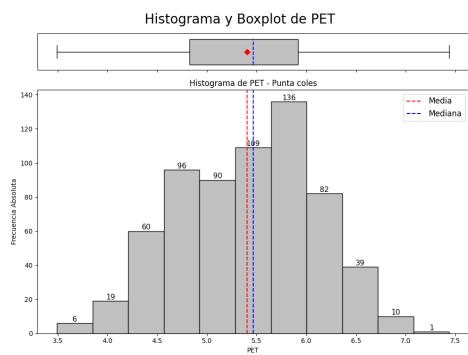
## Velocidad del Viento (WS)



**Figura 128**

*Histograma y boxplot de la velocidad del viento (WS) en la estación Punta Coles.*

## Evapotranspiración Potencial (PET)

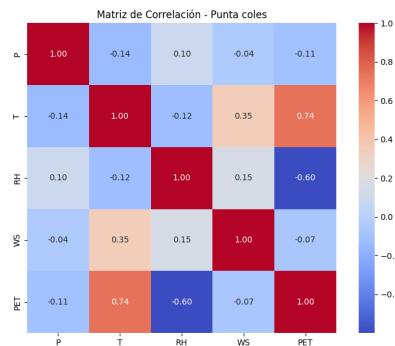


**Figura 129**

Histograma y boxplot de la evapotranspiración potencial (PET) en la estación Punta Coles.

### 2.17.3. Análisis Bivariado

#### Matriz de Correlación

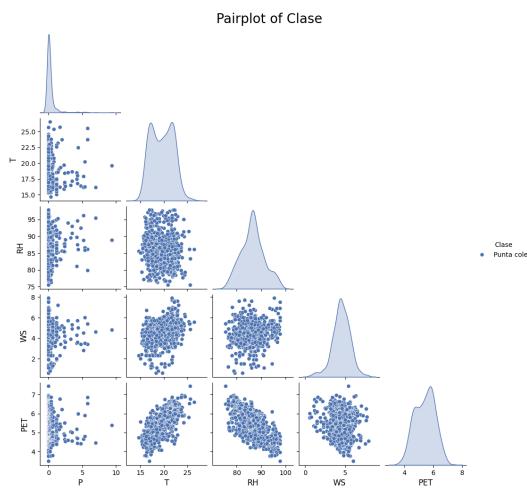


**Figura 130**

Matriz de correlación de las variables meteorológicas en Punta Coles.

**Interpretación:** Se observan relaciones positivas leves entre temperatura y PET, así como entre velocidad del viento y PET. Las demás variables muestran correlaciones débiles o nulas.

### Gráfico de Pares (Pairplot)



**Figura 131**  
Pairplot de las variables meteorológicas en la estación Punta Coles.

**Interpretación:** El gráfico evidencia agrupaciones densas en los pares T–PET y WS–PET, indicando correlaciones moderadas. Las demás combinaciones presentan relaciones más dispersas.

### 2.18. Análisis Estadístico de la Estación Sicuani

A continuación se presenta el análisis estadístico descriptivo y exploratorio de la estación meteorológica de Sicuani, considerando estadísticas univariadas y relaciones bivariadas con representaciones gráficas correspondientes.

### 2.18.1. Estadísticas Descriptivas

**Tabla 19**

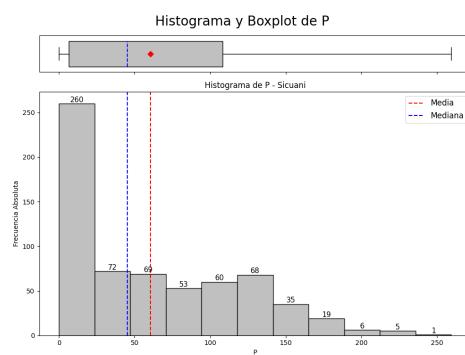
*Estadísticas descriptivas de las variables meteorológicas en la estación Sicuani*

Estadístico	P (mm)	RH (%)	T (°C)	WS (m/s)	PET (mm)
n	648.00	648.00	648.00	648.00	648.00
Mínimo	0.00	42.65	7.14	0.10	3.66
1er Cuartil	6.57	58.21	10.41	0.50	5.41
Mediana	45.31	64.69	11.93	1.92	5.63
Media	60.40	64.16	11.59	2.02	5.68
3er Cuartil	108.30	71.38	12.75	2.60	6.09
Máximo	259.50	81.17	15.30	18.70	7.45
Rango	259.50	38.52	8.16	18.60	3.79
Rango Intercuartilico	101.73	13.18	2.34	1.70	0.58
Varianza	3368.68	68.58	2.60	2.72	0.79
Desviación Estándar	58.04	8.28	1.61	1.65	0.59
Coef. de Variación	0.56	0.13	0.14	0.52	0.16
Asimetría	0.70	-0.33	-0.46	4.31	-0.27
Curtosis	-0.57	-0.78	-0.45	32.06	-0.27

**Interpretación:** La precipitación muestra una asimetría positiva con valores extremos, mientras que la temperatura y la humedad relativa presentan distribuciones más simétricas. La velocidad del viento revela eventos atípicos con ráfagas muy elevadas, reflejando una curtosis muy alta. La evapotranspiración potencial es relativamente estable con ligera asimetría negativa.

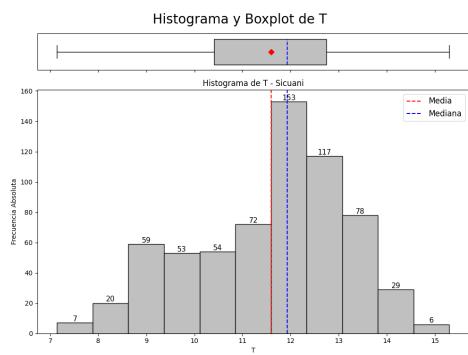
### 2.18.2. Análisis Univariado

#### Precipitación (P)

**Figura 132**

*Histograma y boxplot de la precipitación (P) en la estación Sicuani.*

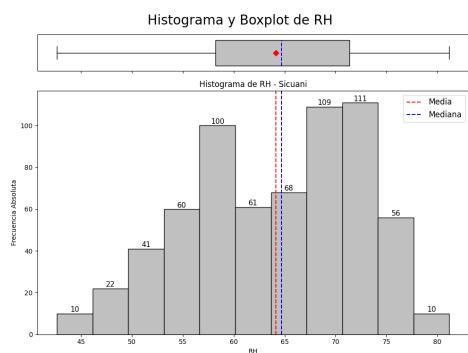
## Temperatura (T)



**Figura 133**

*Histograma y boxplot de la temperatura (T) en la estación Sicuani.*

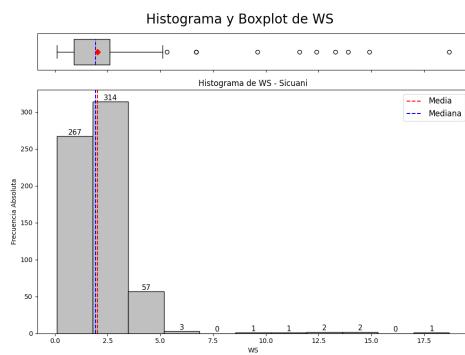
## Humedad Relativa (RH)



**Figura 134**

*Histograma y boxplot de la humedad relativa (RH) en la estación Sicuani.*

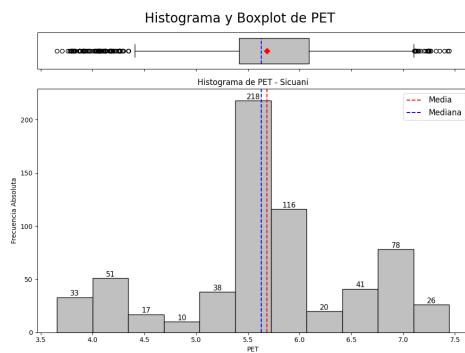
### Velocidad del Viento (WS)



**Figura 135**

*Histograma y boxplot de la velocidad del viento (WS) en la estación Sicuani.*

### Evapotranspiración Potencial (PET)

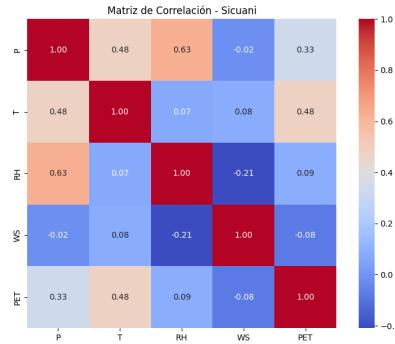


**Figura 136**

*Histograma y boxplot de la evapotranspiración potencial (PET) en la estación Sicuani.*

### 2.18.3. Análisis Bivariado

#### Matriz de Correlación

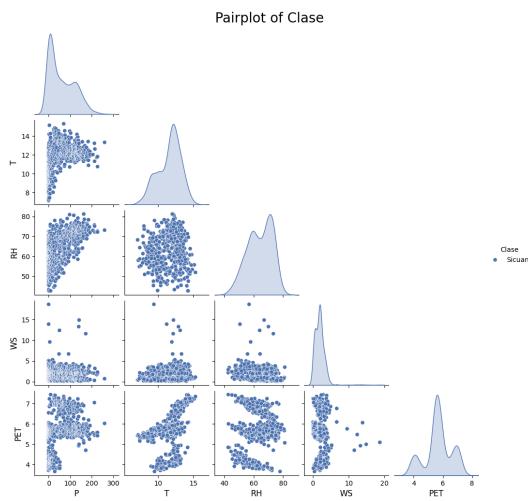


**Figura 137**

Matriz de correlación de las variables meteorológicas en Sicuani.

**Interpretación:** Se observan correlaciones moderadas entre la temperatura y la evapotranspiración potencial. Las demás variables presentan relaciones débiles, salvo algunos casos de correlaciones puntuales con la velocidad del viento.

#### Gráfico de Pares (Pairplot)



**Figura 138**

Pairplot de las variables meteorológicas en la estación Sicuani.

**Interpretación:** Se evidencian patrones de dispersión amplia en las variables relacionadas con el viento. La relación T–PET es la más destacada visualmente por su concentración.

## 2.19. Análisis Estadístico de la Estación Ubinas

A continuación se presenta el análisis estadístico descriptivo y exploratorio de la estación meteorológica de Ubinas, considerando estadísticas univariadas y relaciones bivariadas con representaciones gráficas correspondientes.

### 2.19.1. Estadísticas Descriptivas

**Tabla 20**

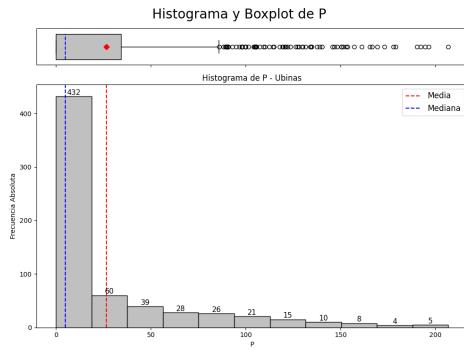
*Estadísticas descriptivas de las variables meteorológicas en la estación Ubinas*

Estadístico	P (mm)	RH (%)	T (°C)	WS (m/s)	PET (mm)
n	648.00	648.00	648.00	648.00	648.00
Mínimo	0.00	32.86	7.19	0.50	4.27
1er Cuartil	0.00	47.91	9.90	2.20	5.39
Mediana	5.00	54.80	11.25	2.50	6.16
Media	26.48	57.74	11.07	2.46	6.05
3er Cuartil	34.33	66.28	12.40	2.80	6.64
Máximo	206.70	96.89	15.05	4.00	7.50
Rango	206.70	64.03	7.86	3.40	3.23
Rango Intercuartílico	34.33	18.37	2.50	0.50	1.25
Varianza	1783.28	156.90	2.54	0.28	0.47
Desviación Estándar	42.23	12.53	1.59	0.53	0.59
Coef. de Variación	1.59	0.22	0.14	0.21	0.11
Asimetría	1.95	0.50	-0.18	-0.50	-0.08
Curtosis	3.24	-0.57	-0.78	0.16	-1.26

**Interpretación:** La precipitación muestra una fuerte asimetría positiva y gran variabilidad, con eventos extremos. La humedad relativa presenta un sesgo leve hacia la derecha. La temperatura se distribuye simétricamente alrededor de 11 °C. La velocidad del viento y la evapotranspiración potencial presentan baja dispersión y sesgo negativo leve.

### 2.19.2. Análisis Univariado

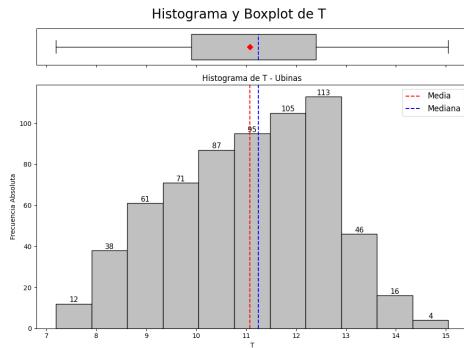
#### Precipitación (P)



**Figura 139**

Histograma y boxplot de la precipitación ( $P$ ) en la estación Ubinas.

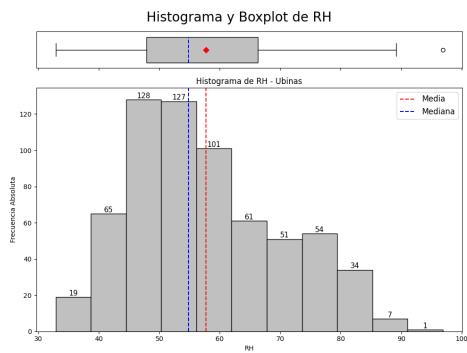
#### Temperatura (T)



**Figura 140**

Histograma y boxplot de la temperatura ( $T$ ) en la estación Ubinas.

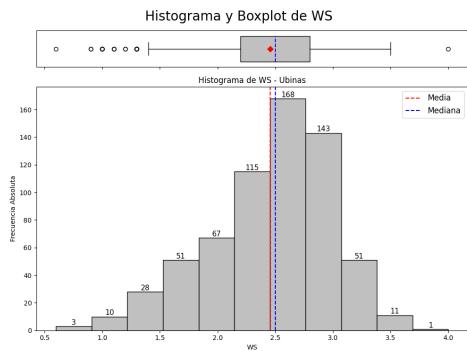
## Humedad Relativa (RH)



**Figura 141**

*Histograma y boxplot de la humedad relativa (RH) en la estación Ubinas.*

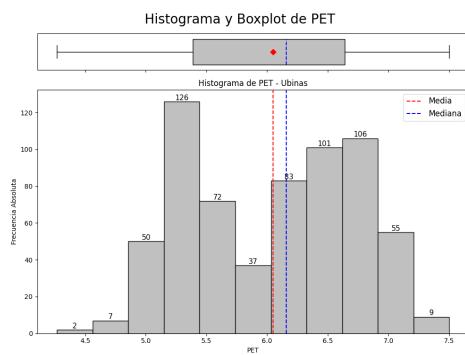
## Velocidad del Viento (WS)



**Figura 142**

*Histograma y boxplot de la velocidad del viento (WS) en la estación Ubinas.*

## Evapotranspiración Potencial (PET)

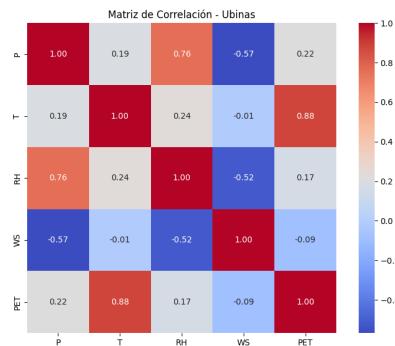


**Figura 143**

*Histograma y boxplot de la evapotranspiración potencial (PET) en la estación Ubinas.*

### 2.19.3. Análisis Bivariado

#### Matriz de Correlación



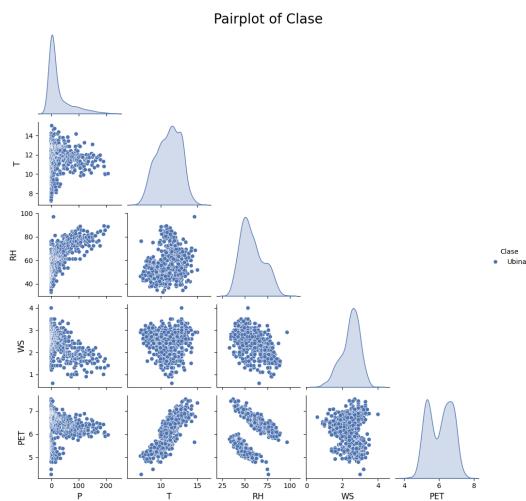
**Figura 144**

*Matriz de correlación de las variables meteorológicas en Ubinas.*

**Interpretación:** Se observa una correlación positiva moderada entre temperatura y PET.

Las demás relaciones entre variables son débiles.

### Gráfico de Pares (Pairplot)



**Figura 145**

*Pairplot de las variables meteorológicas en la estación Ubinas.*

**Interpretación:** El gráfico de pares revela relaciones lineales moderadas entre temperatura y evapotranspiración, mientras que las demás combinaciones presentan patrones dispersos.

### 2.20. Análisis Estadístico de la Estación Yarada

A continuación se presenta el análisis estadístico descriptivo y exploratorio de la estación meteorológica de Yarada, considerando estadísticas univariadas y relaciones bivariadas con representaciones gráficas correspondientes.

### 2.20.1. Estadísticas Descriptivas

**Tabla 21**

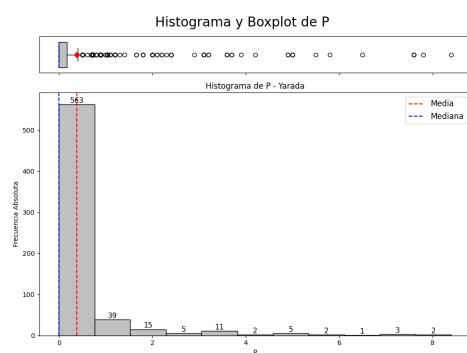
*Estadísticas descriptivas de las variables meteorológicas en la estación Yarada*

Estadístico	P (mm)	RH (%)	T (°C)	WS (m/s)	PET (mm)
n	648.00	648.00	648.00	648.00	648.00
Mínimo	0.00	67.60	15.03	1.20	3.85
1er Cuartil	0.00	81.45	17.77	2.00	4.90
Mediana	0.00	83.70	19.89	2.30	6.09
Media	0.38	83.11	19.95	2.33	5.86
3er Cuartil	0.17	85.55	22.15	2.56	6.63
Máximo	8.40	99.62	26.11	4.10	7.77
Rango	8.40	32.02	11.08	2.90	3.92
Rango Intercuartílico	0.17	4.10	4.38	0.56	1.73
Varianza	1.15	19.87	6.43	0.25	0.56
Desviación Estándar	1.07	4.46	2.53	0.50	0.53
Coef. de Variación	2.83	0.05	0.13	0.21	0.16
Asimetría	4.43	-0.53	0.11	0.45	-0.08
Curtosis	22.59	1.94	-1.20	0.50	-1.45

**Interpretación:** La precipitación presenta muy baja frecuencia y una fuerte asimetría positiva, con valores máximos inusuales. La humedad relativa y la temperatura se concentran en rangos altos y muestran baja dispersión. La velocidad del viento es relativamente constante, al igual que la PET, que muestra una leve simetría y tendencia central.

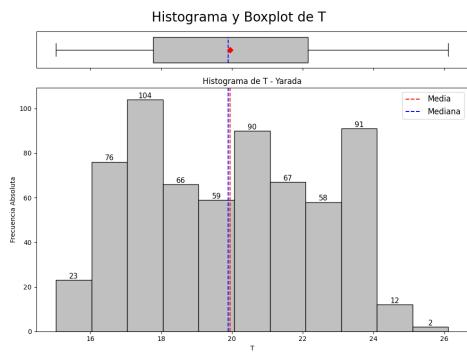
### 2.20.2. Análisis Univariado

#### Precipitación (P)

**Figura 146**

*Histograma y boxplot de la precipitación (P) en la estación Yarada.*

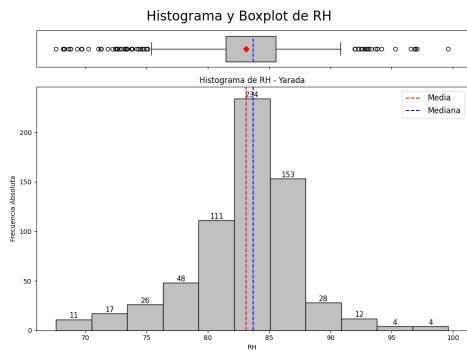
## Temperatura (T)



**Figura 147**

Histograma y boxplot de la temperatura (T) en la estación Yarada.

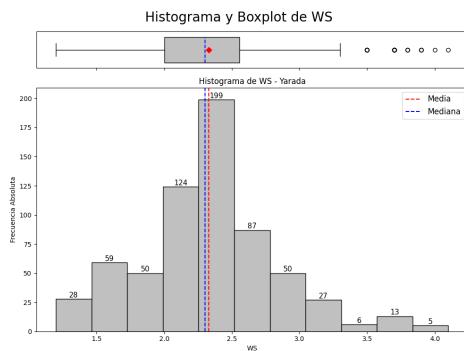
## Humedad Relativa (RH)



**Figura 148**

Histograma y boxplot de la humedad relativa (RH) en la estación Yarada.

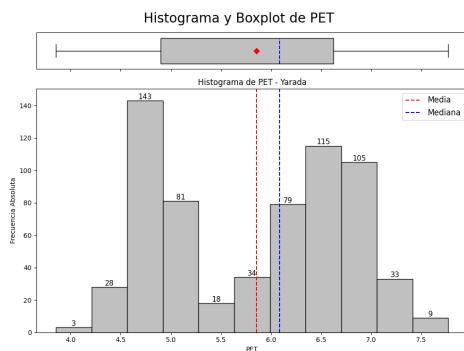
### Velocidad del Viento (WS)



**Figura 149**

*Histograma y boxplot de la velocidad del viento (WS) en la estación Yarada.*

### Evapotranspiración Potencial (PET)

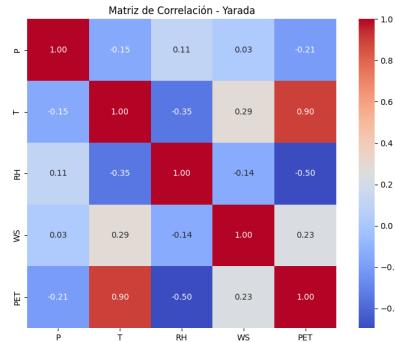


**Figura 150**

*Histograma y boxplot de la evapotranspiración potencial (PET) en la estación Yarada.*

### 2.20.3. Análisis Bivariado

#### Matriz de Correlación

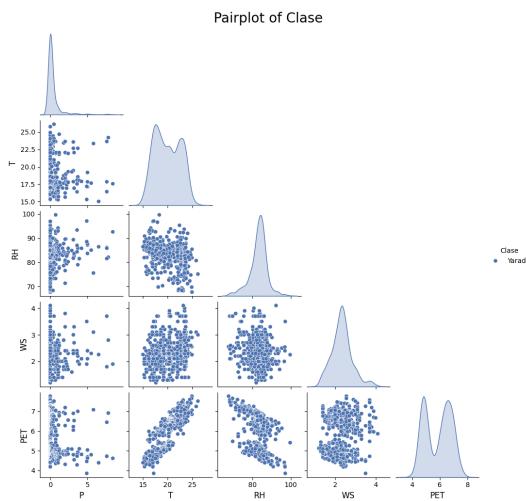


**Figura 151**

Matriz de correlación de las variables meteorológicas en Yarada.

**Interpretación:** Se observan correlaciones moderadas entre temperatura y PET. El resto de variables muestran relaciones más débiles o nulas.

#### Gráfico de Pares (Pairplot)



**Figura 152**

Pairplot de las variables meteorológicas en la estación Yarada.

**Interpretación:** El gráfico muestra un patrón claro entre T y PET, mientras que P, RH y WS presentan comportamientos dispersos y poco correlacionados.

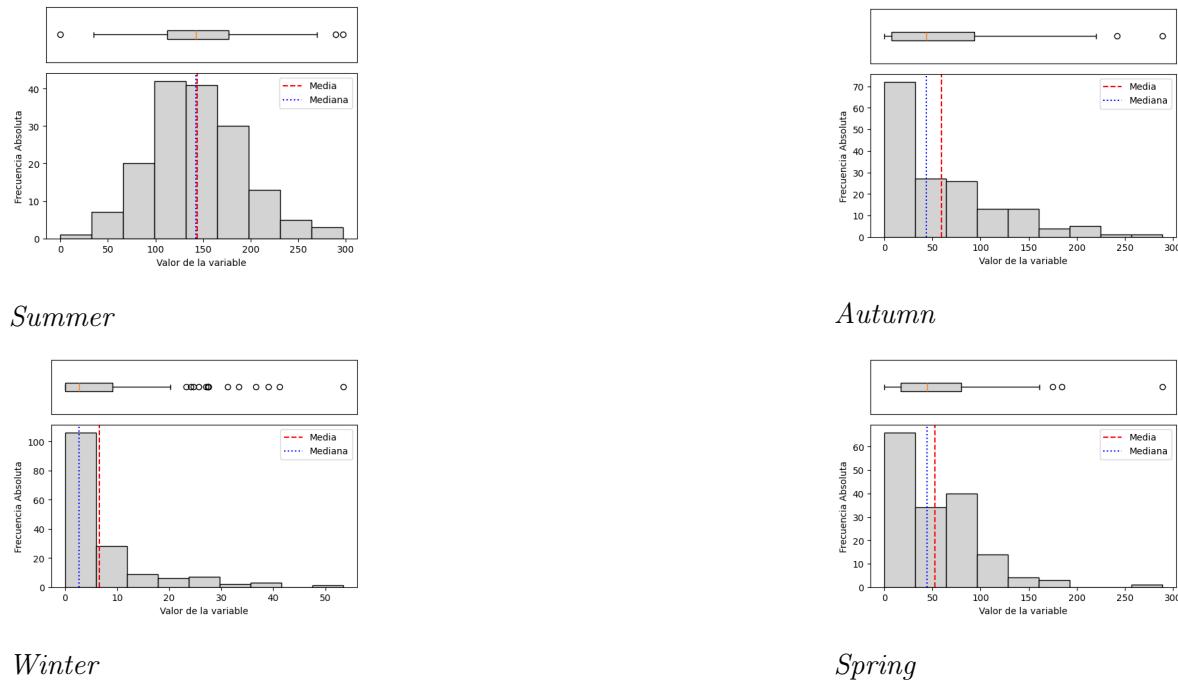
## CAPÍTULO III

### ANÁLISIS POR ESTACIÓN Y TEMPORADA

A continuación se presentan los análisis estadísticos univariados por temporada (verano, otoño, invierno, primavera) para cada una de las estaciones meteorológicas consideradas. El análisis incluye gráficos tipo boxplot y histogramas con boxplot combinados, organizados por variable y temporada.

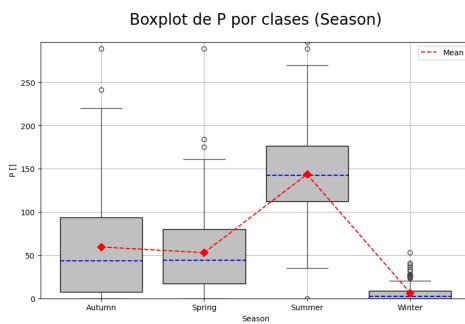
#### 3.1. Estación: Ancachuro

##### 3.1.1. Precipitation (P)



**Figura 153**

*Histograms and boxplots of precipitation (P) by season in the Ancachuro station.*

**Figura 154**

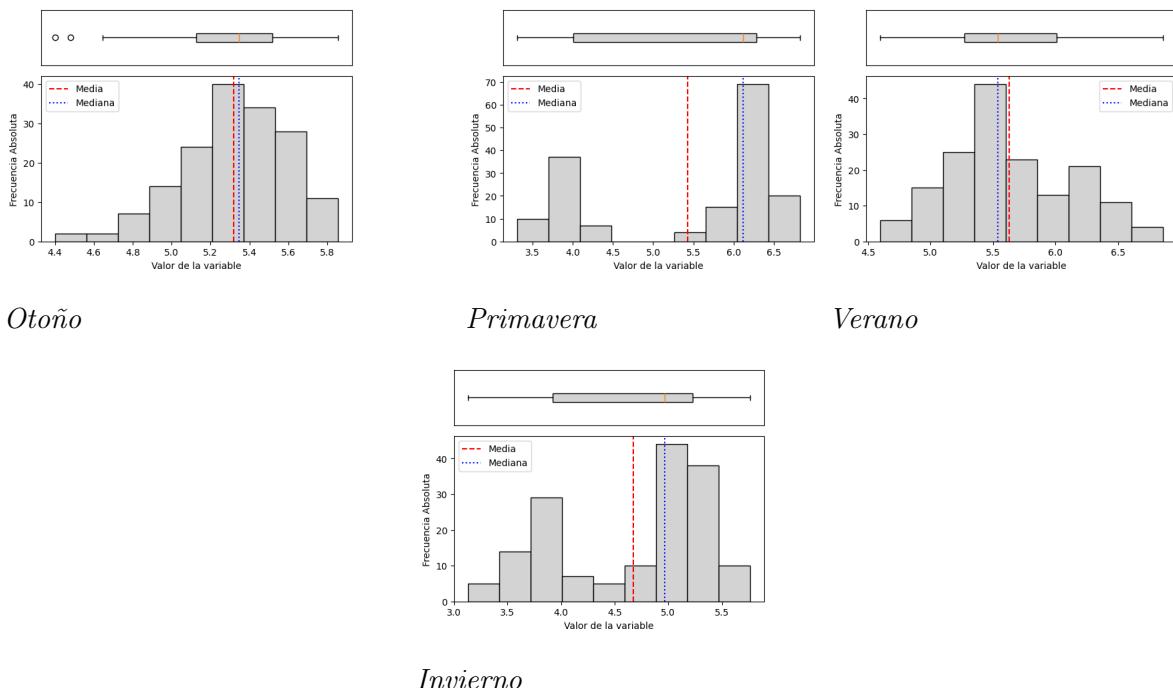
*Comparative seasonal boxplot of precipitation (P) at Ancachuro station.*

### Interpretación

Las gráficas anteriores muestran el comportamiento estacional de la precipitación en la estación meteorológica Ancachuro. A continuación, se destacan los hallazgos principales:

- **Verano** presenta la mayor cantidad de precipitación, con una mediana superior a las demás estaciones y una gran dispersión, lo que indica eventos de lluvia más intensos y variables.
- En **otoño** y **primavera** se observa un comportamiento similar, con distribuciones sesgadas positivamente, lo que evidencia que la mayoría de los valores son bajos, pero con algunos eventos extremos.
- **Invierno** muestra la menor cantidad de precipitación, con la mayoría de los valores concentrados por debajo de 10 mm, reflejando una estación más seca.
- El boxplot general confirma esta tendencia, destacando cómo la distribución de la precipitación varía significativamente entre estaciones, siendo más marcada en verano.

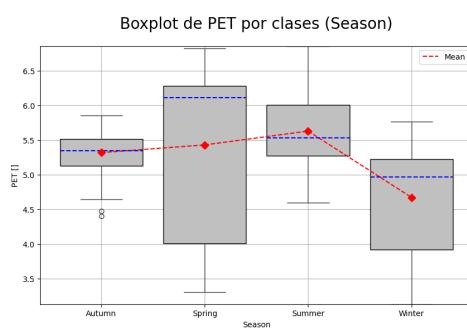
### 3.1.2. Evapotranspiración Potencial (PET)



**Figura 155**

Distribución de la Evapotranspiración Potencial (PET) en la estación Ancachuro por temporada.

### Comparación por temporada



**Figura 156**

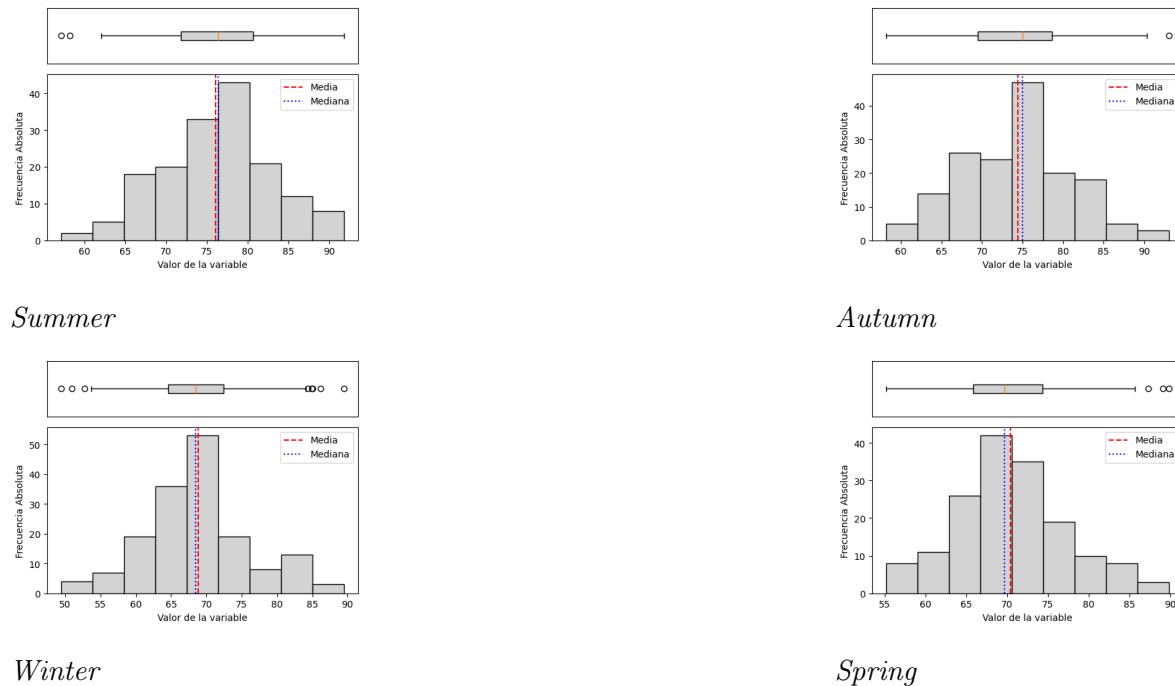
Boxplot de Evapotranspiración Potencial (PET) por temporada en la estación Ancachuro.

### Interpretación

Durante el análisis estacional de la variable **PET** en la estación Ancachuro, se observa que:

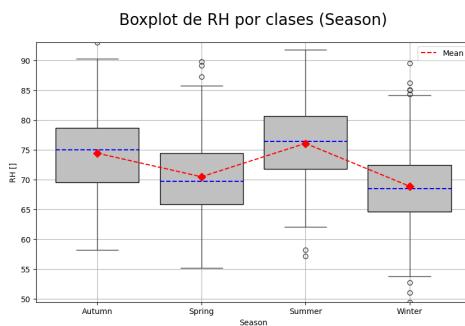
- **Verano** presenta los valores promedio más altos de evapotranspiración, con una distribución concentrada y simétrica, lo que indica condiciones atmosféricas más cálidas y secas.
- **Primavera** muestra una mayor dispersión, incluyendo valores extremos más amplios, lo cual sugiere una transición climática marcada en esta estación.
- En **Otoño y Invierno**, la PET tiende a disminuir, siendo el invierno la estación con menores valores promedio, lo cual se asocia a temperaturas más bajas y menor radiación.
- La gráfica de boxplot permite comparar de forma clara estas diferencias estacionales, mientras que los histogramas permiten visualizar la simetría o asimetría de cada distribución.

### 3.1.3. Relative Humidity (RH)



**Figura 157**

*Histograms and boxplots of relative humidity (RH) by season in the Ancachuro station.*

**Figura 158**

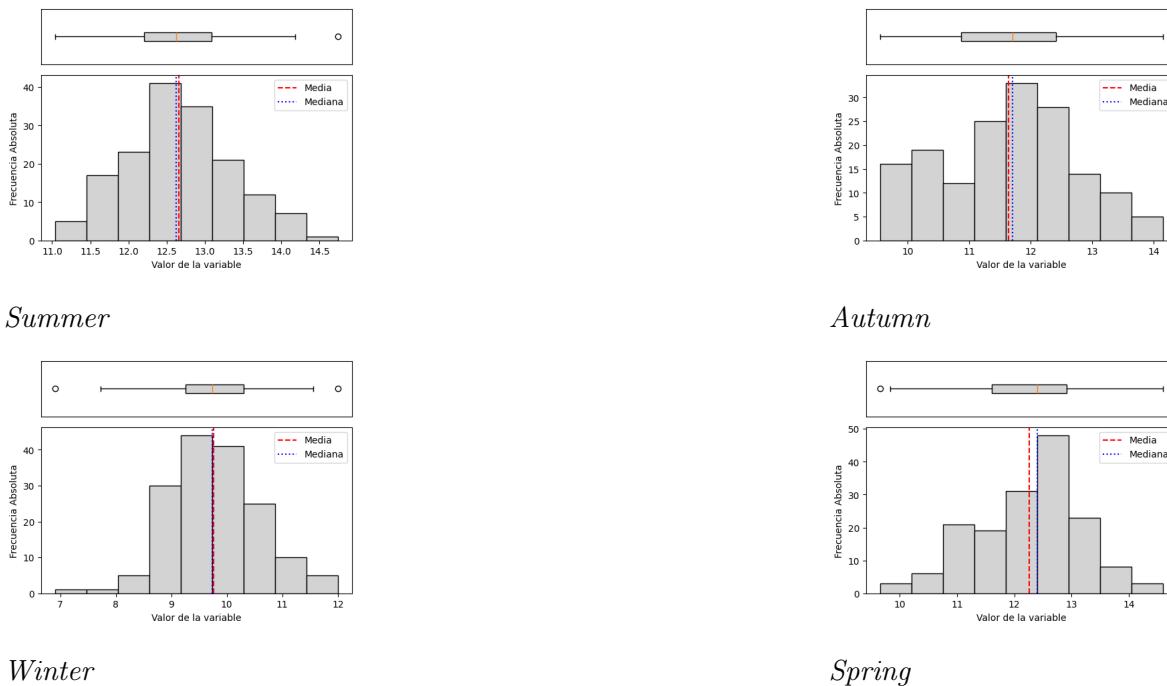
*Comparative seasonal boxplot of relative humidity (RH) at Ancachuro station.*

### Interpretación

Las gráficas anteriores muestran el comportamiento estacional de la humedad relativa en la estación meteorológica Ancachuro. A continuación, se resumen los hallazgos principales:

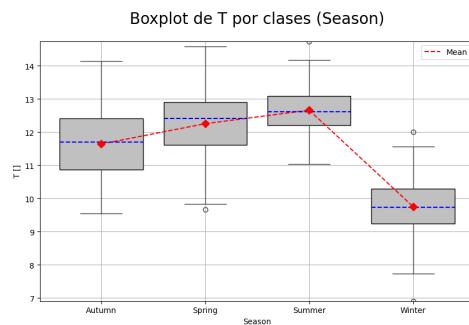
- **Verano** presenta los valores más altos de humedad relativa, con una mediana cercana al 76 % y presencia de valores extremos, lo cual puede estar asociado a una mayor saturación del aire durante esta temporada.
- En **otoño** y **primavera** los valores de humedad son intermedios, aunque el otoño muestra una mayor dispersión con presencia de outliers por encima del 90 %.
- **Invierno** muestra los valores más bajos de humedad relativa, con una mediana cercana al 69 %, y una mayor cantidad de valores atípicos por debajo del 55 %.
- El boxplot comparativo por estaciones confirma estas tendencias, destacando la mayor variabilidad de la humedad relativa en otoño y la mayor concentración de valores bajos en invierno.

### 3.1.4. Mean Temperature (T)



**Figura 159**

Histograms and boxplots of mean temperature ( $T$ ) by season in the Ancachuro station.



**Figura 160**

Comparative seasonal boxplot of mean temperature ( $T$ ) at Ancachuro station.

### Interpretación

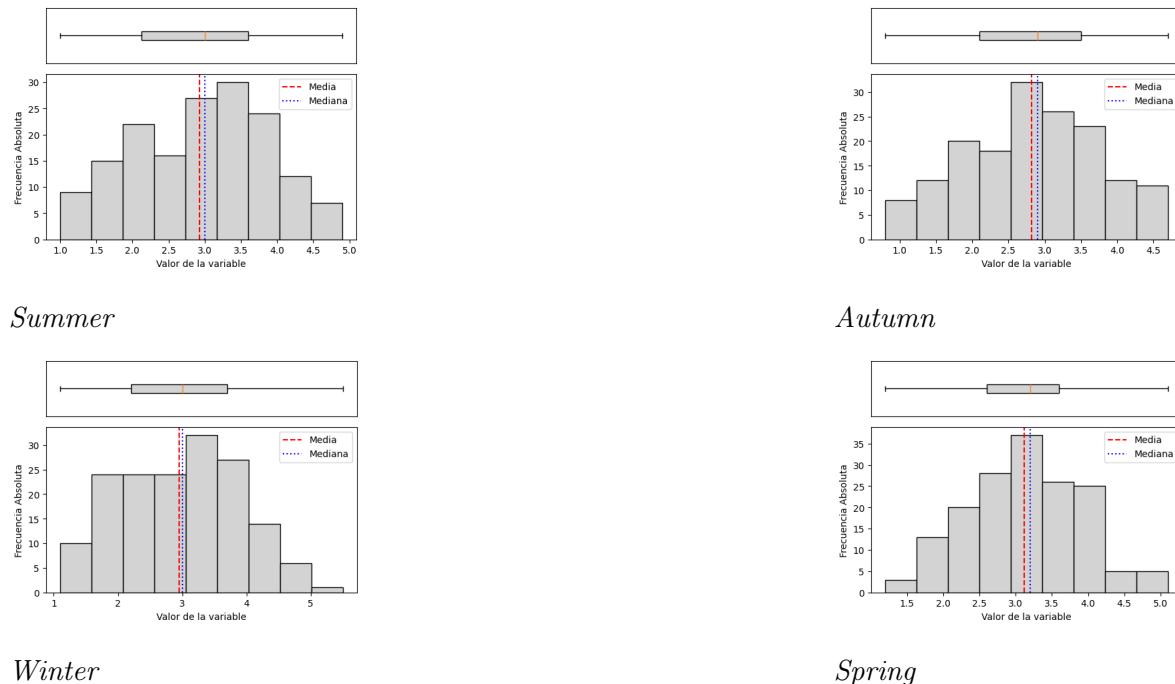
Las gráficas anteriores muestran la variación estacional de la temperatura media en la estación meteorológica Ancachuro. Se destacan los siguientes hallazgos:

- **Verano** registra las temperaturas más altas, con una mediana cercana a los 12.7 °C y

un rango de datos más concentrado respecto a otras estaciones.

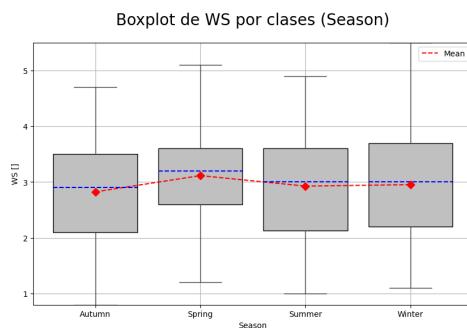
- **Primavera y otoño** presentan temperaturas medias similares, con medianas en torno a los 12.3–11.7 °C, respectivamente, y ligeras diferencias en la dispersión.
- **Invierno** muestra los valores más bajos, con una mediana en torno a 9.7 °C y presencia de valores atípicos por debajo de 8 °C, lo que indica una mayor variabilidad en condiciones más frías.
- El boxplot estacional evidencia un descenso claro de la temperatura en invierno, contrastando con los máximos alcanzados en verano.

### 3.1.5. Wind Speed (WS)



**Figura 161**

*Histograms and boxplots of wind speed (WS) by season in the Ancachuro station.*

**Figura 162**

*Comparative seasonal boxplot of wind speed (WS) at Ancachuro station.*

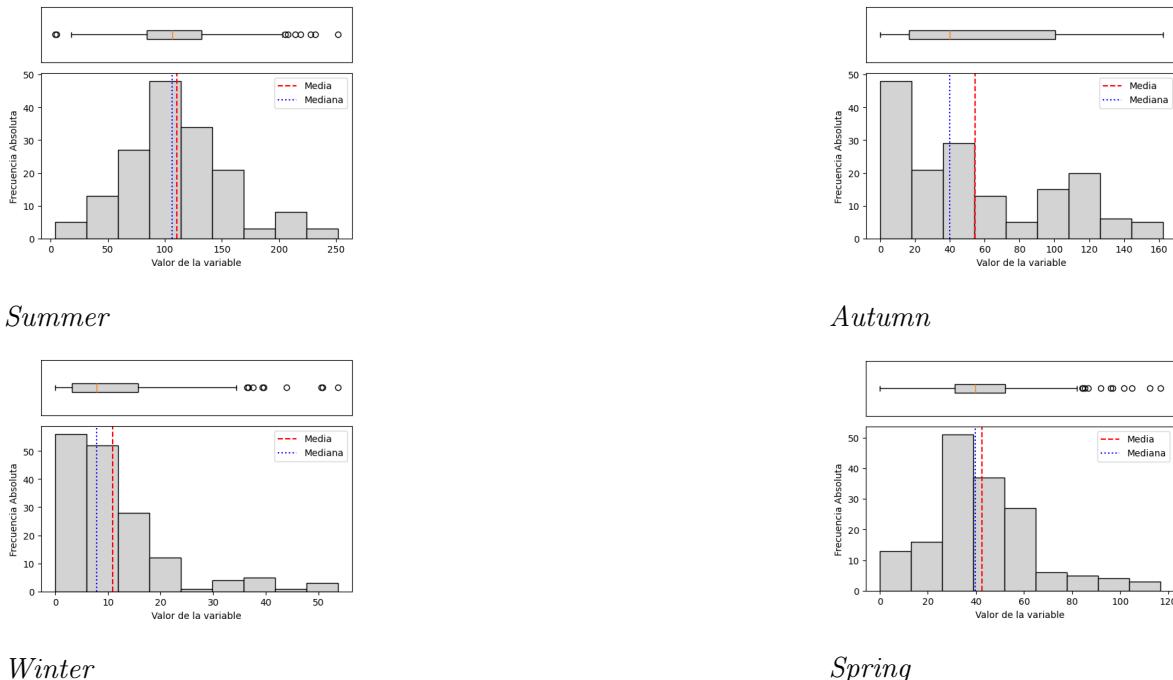
### Interpretación

Las gráficas muestran la variación estacional de la velocidad del viento en la estación meteorológica Ancachuro:

- **Primavera** presenta los valores más altos de velocidad del viento, con una mediana ligeramente superior a 3 m/s y una mayor dispersión.
- **Verano, otoño e invierno** muestran distribuciones similares, con medianas cercanas a los 3 m/s, aunque otoño exhibe más valores bajos.
- En todas las estaciones se observa una distribución moderadamente simétrica, sin presencia de valores atípicos extremos, lo cual sugiere una dinámica del viento relativamente estable.
- El boxplot general resalta la ligera predominancia de primavera en los valores altos, mientras que otoño presenta la mayor variabilidad hacia el rango inferior.

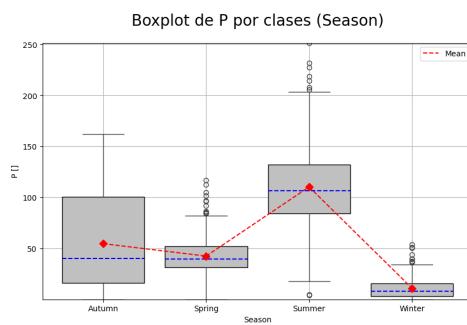
### 3.2. Estación: Andahuaylas

#### 3.2.1. Precipitación (P)



**Figura 163**

*Histograms and boxplots of precipitation (P) by season in the Andahuaylas station.*



**Figura 164**

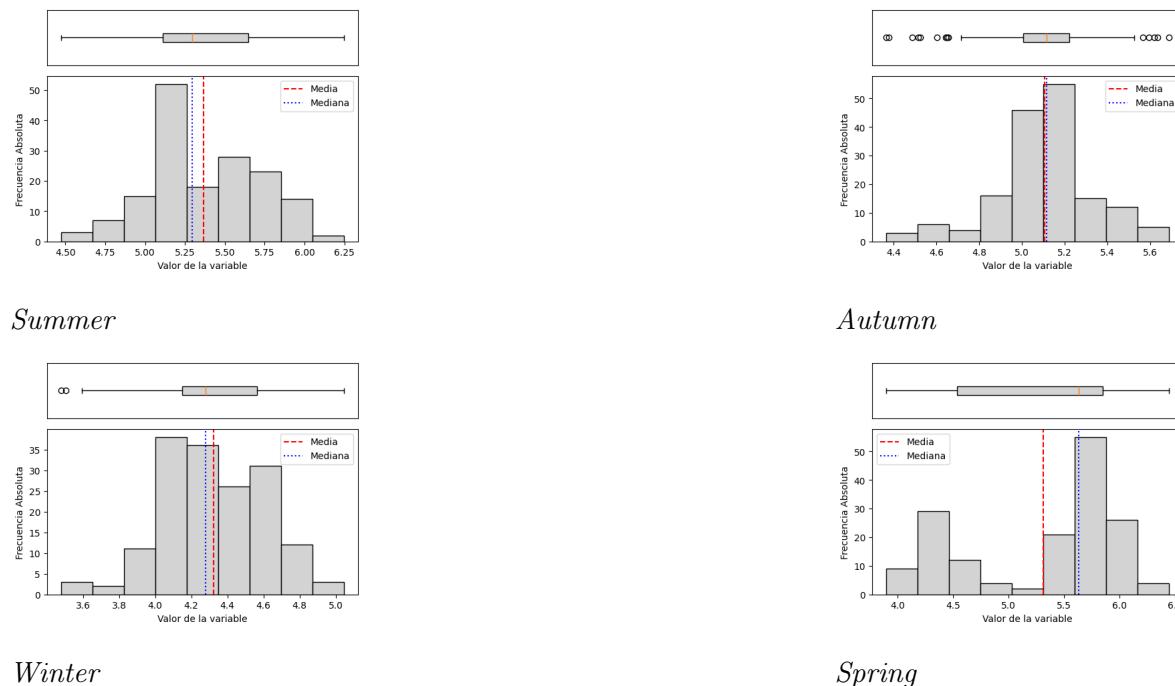
*Comparative seasonal boxplot of precipitation (P) at Andahuaylas station.*

#### Interpretación

Las gráficas anteriores evidencian la variabilidad estacional de la precipitación en la estación meteorológica Andahuaylas. Los principales hallazgos son los siguientes:

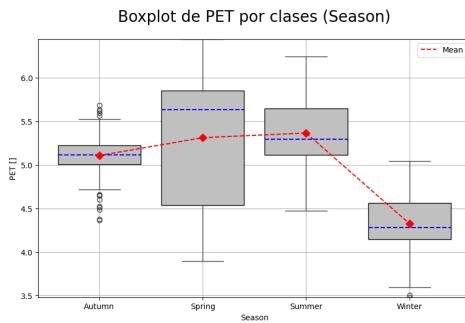
- **Verano** presenta la mayor precipitación, con una mediana superior a 100 mm y una distribución amplia, indicando eventos de lluvia intensos y variables.
- **Otoño y primavera** muestran distribuciones asimétricas positivas, con la mayoría de los valores por debajo de 50 mm, aunque con presencia de outliers.
- **Invierno** es la estación más seca, con una mediana inferior a 10 mm y múltiples valores extremos, lo que sugiere baja actividad pluvial pero ocasionalmente intensa.
- El boxplot comparativo confirma estas diferencias estacionales, destacando a verano como el periodo de mayor precipitación y a invierno como el más árido.

### 3.2.2. Evapotranspiración Potencial (PET)



**Figura 165**

*Histogramas y boxplots de evapotranspiración potencial (PET) por estación en Andahuaylas.*

**Figura 166**

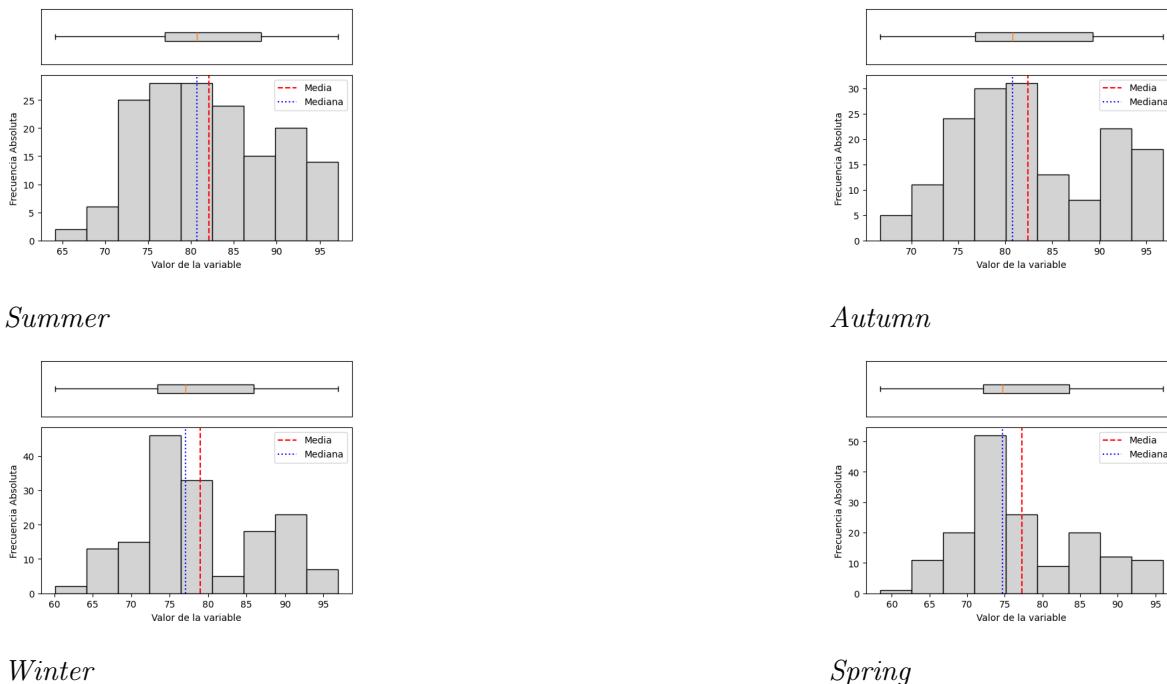
Boxplot comparativo estacional de la evapotranspiración potencial (PET) en Andahuaylas.

### Interpretación

Las gráficas anteriores muestran el comportamiento estacional de la evapotranspiración potencial (PET) en la estación meteorológica Andahuaylas. A continuación, se presentan los principales hallazgos:

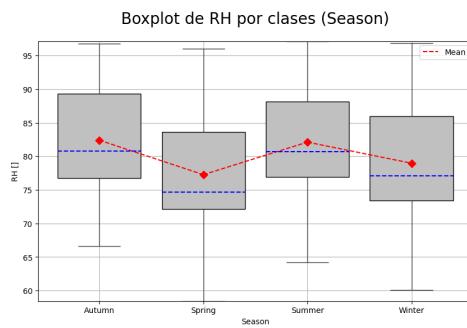
- **Primavera** presenta los valores más altos de PET, con una mediana superior a 5.5 mm/día y gran dispersión, lo que sugiere mayor demanda evaporativa.
- **Verano y otoño** presentan valores intermedios con distribuciones más simétricas, indicando un comportamiento más estable.
- **Invierno** muestra los valores más bajos de PET, con una mediana cercana a 4.3 mm/día, posiblemente debido a menores temperaturas y menor radiación solar.
- El boxplot comparativo confirma esta tendencia descendente en invierno y resalta el pico de evapotranspiración en primavera.

### 3.2.3. Humedad Relativa (RH)



**Figura 167**

Histogramas y boxplots de humedad relativa (RH) por estación en la estación Andahuaylas.



**Figura 168**

Boxplot comparativo estacional de humedad relativa (RH) en la estación Andahuaylas.

### Interpretación

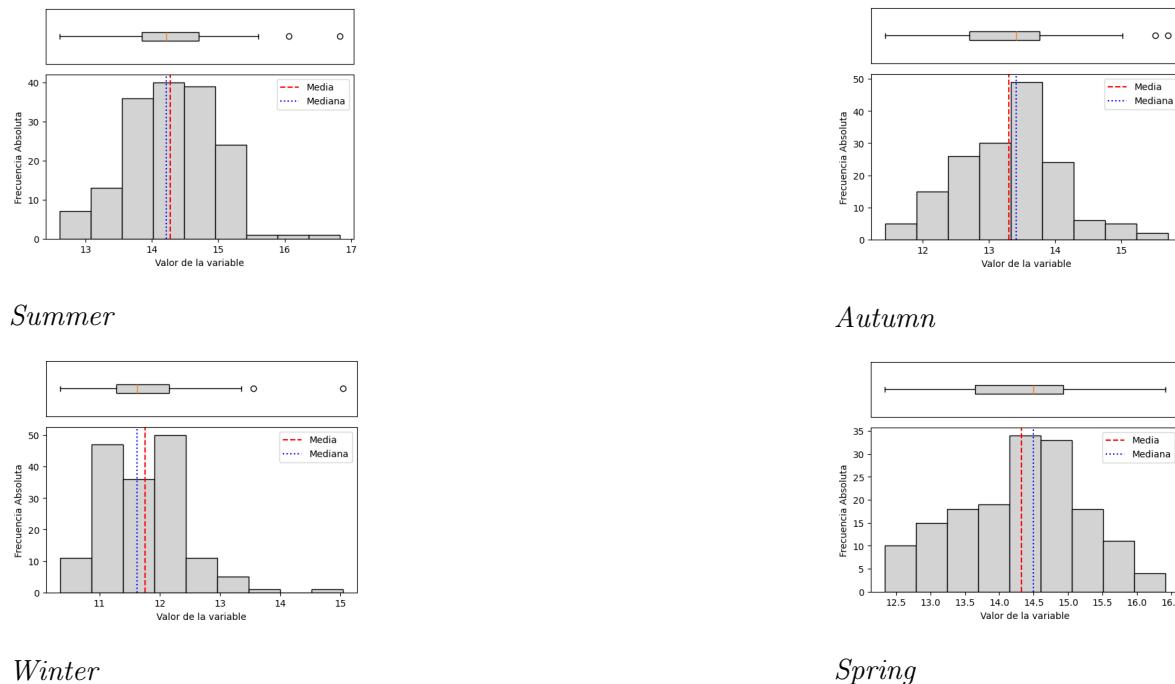
Las gráficas anteriores muestran el comportamiento estacional de la humedad relativa en la estación meteorológica Andahuaylas. Se destacan los siguientes hallazgos:

- **Otoño y verano** presentan las mayores medianas de humedad relativa, cercanas al 81–

82 %, con distribuciones más concentradas en torno al centro y algunos valores atípicos elevados.

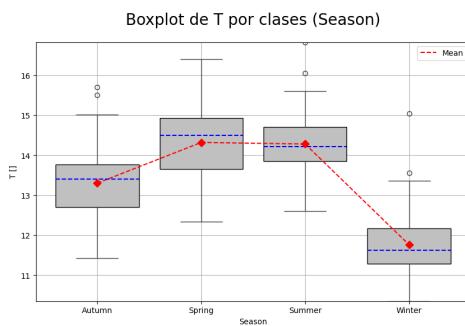
- **Primavera** muestra una mediana más baja, cercana al 74 %, y mayor dispersión con valores tanto bajos como elevados, lo que refleja mayor variabilidad.
- **Invierno** también exhibe una humedad moderada, con una mediana de aproximadamente 77 %, pero con casos extremos tanto bajos como altos.
- El boxplot estacional revela que, aunque las medianas no difieren drásticamente, hay una notable variabilidad entre las estaciones, especialmente en primavera y otoño.

### 3.2.4. Temperatura (T)



**Figura 169**

Histogramas y boxplots de temperatura ( $T$ ) por estación del año en la estación Andahuaylas.

**Figura 170**

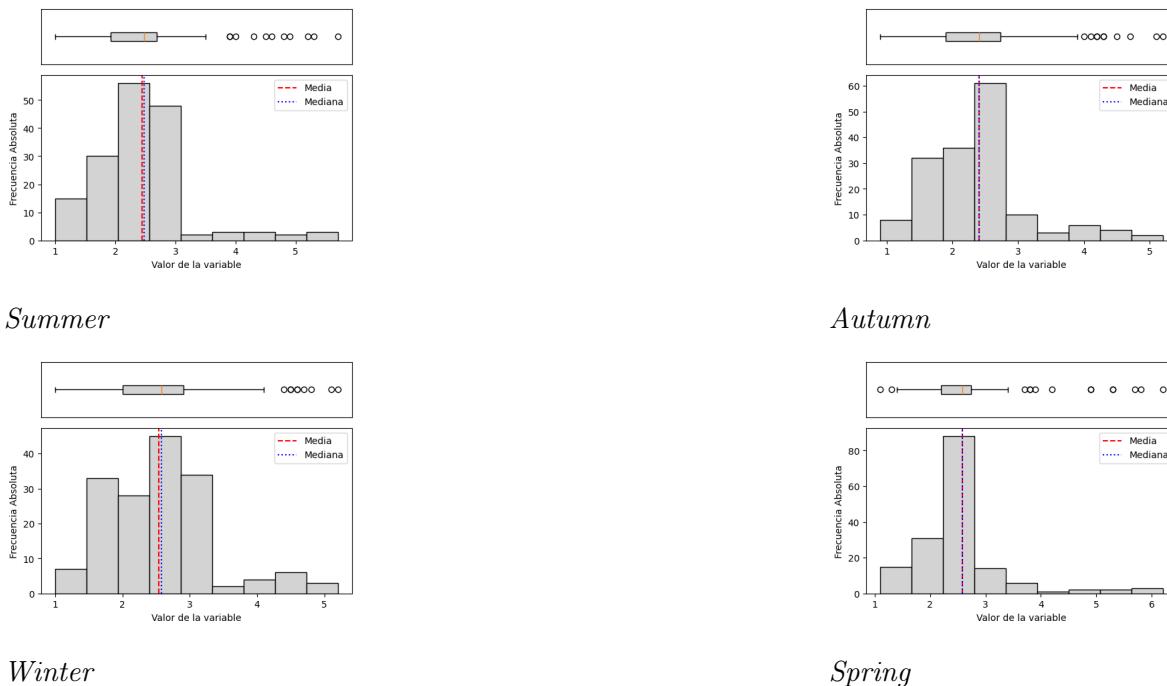
*Boxplot comparativo estacional de temperatura (T) en la estación Andahuaylas.*

### Interpretación

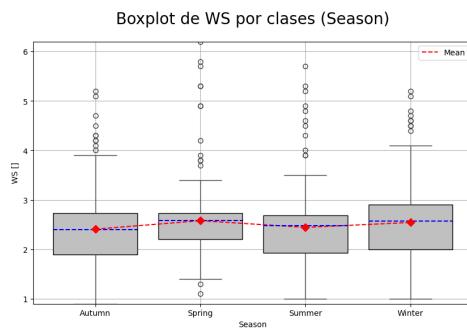
Las gráficas anteriores muestran el comportamiento estacional de la temperatura en la estación meteorológica Andahuaylas. A continuación, se destacan los hallazgos principales:

- **Primavera** presenta las temperaturas más altas, con una mediana cercana a los 14.5 °C y una distribución levemente sesgada a la izquierda.
- En **verano** se observan temperaturas también elevadas, aunque con una mayor concentración en el rango de 13.8–14.8 °C, con algunos valores atípicos superiores.
- **Otoño** muestra una mediana de 13.5 °C, evidenciando un descenso respecto a las estaciones anteriores y una dispersión algo más amplia.
- **Invierno** es la estación más fría, con una mediana cercana a los 11.7 °C y varios valores atípicos por encima de 14 °C, aunque la mayoría de datos se concentran entre 11 y 13 °C.
- El boxplot general confirma el patrón estacional típico: temperaturas elevadas en primavera y verano, descendiendo progresivamente hacia el invierno.

### 3.2.5. Velocidad del viento (WS)

**Figura 171**

Histogramas y boxplots de velocidad del viento (WS) por estación en la estación Andahuaylas.

**Figura 172**

Boxplot comparativo estacional de velocidad del viento (WS) en la estación Andahuaylas.

### Interpretación

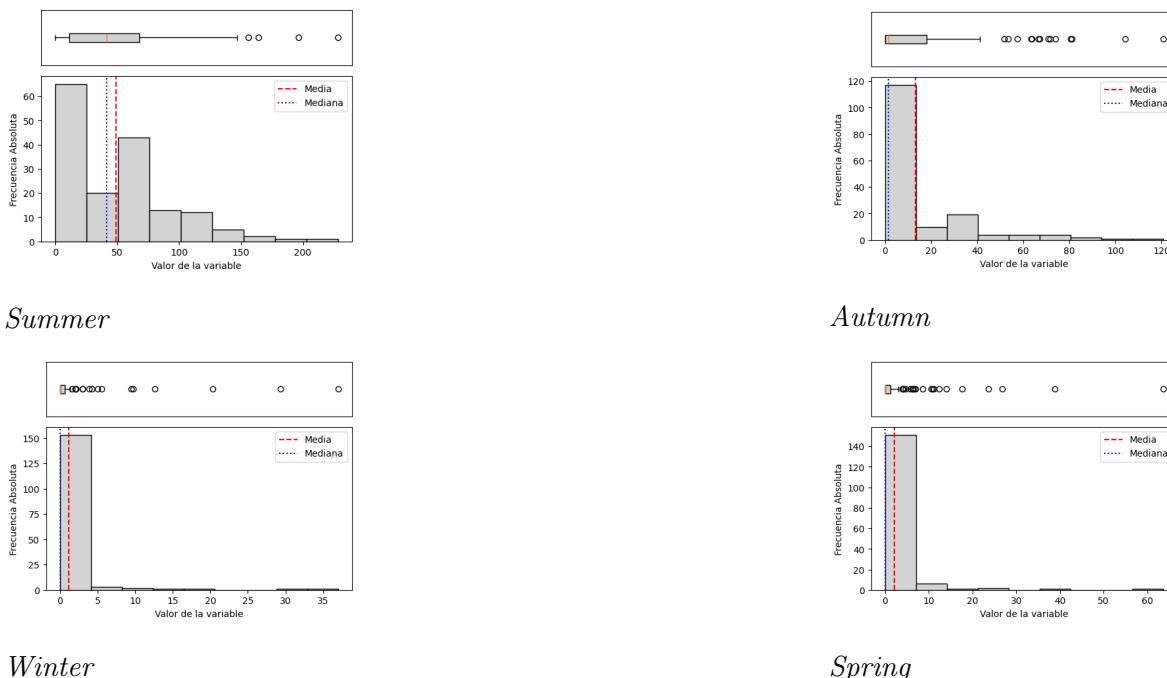
- **Primavera y invierno** presentan las mayores medianas de velocidad del viento, en torno a  $2,7 \text{ m s}^{-1}$ , con mayor dispersión y presencia de valores extremos en primavera.
- **Verano y otoño** muestran valores medianos similares (alrededor de  $2,5 \text{ m s}^{-1}$ ), pero

otoño destaca por una mayor variabilidad.

- El boxplot general revela una distribución bastante homogénea entre estaciones, aunque con más valores atípicos en primavera y verano.

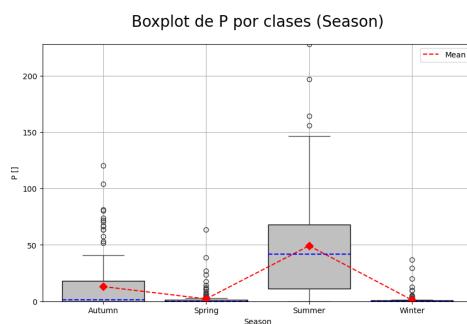
### 3.3. Estación: Candavare

#### 3.3.1. Precipitation (P)



**Figura 173**

*Histograms and boxplots of precipitation (P) by season in the Candavare station.*



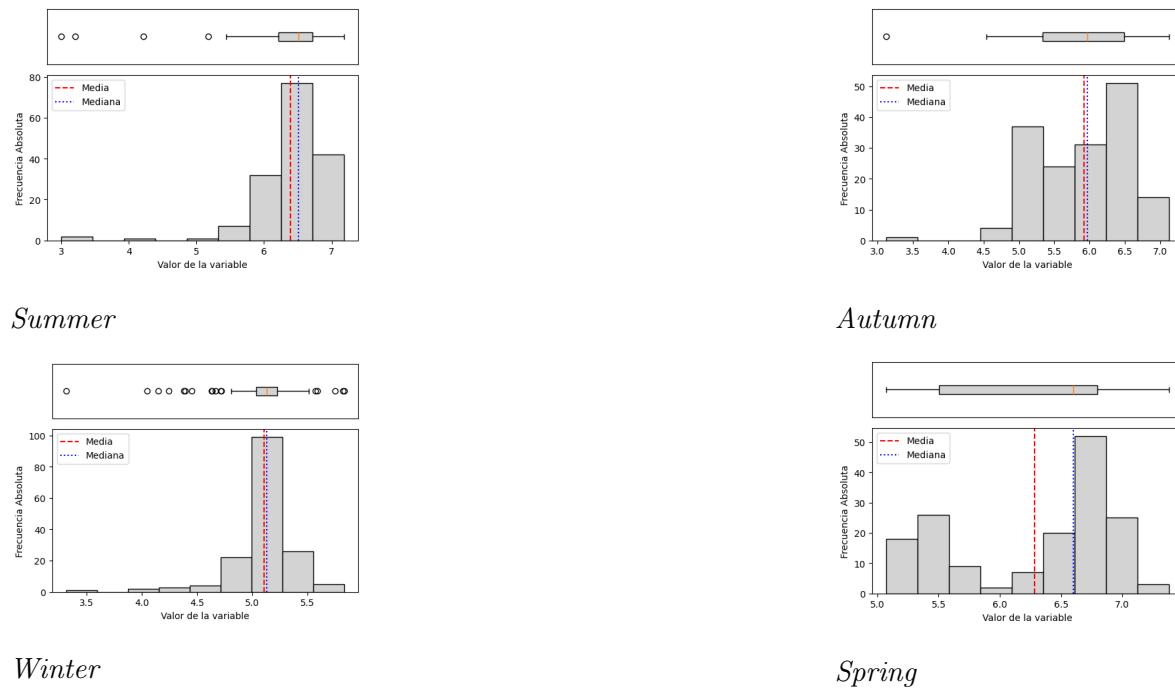
**Figura 174**

*Comparative seasonal boxplot of precipitation (P) at Candavare station.*

## Interpretación

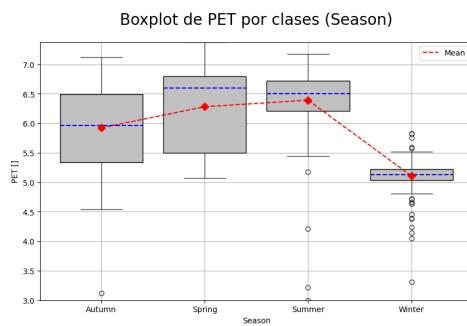
- **Verano** presenta la mayor mediana y dispersión de precipitación, superando los 40 mm, con eventos extremos por encima de 200 mm.
- En **otoño** y **primavera** predominan valores bajos (medianas menores a 5 mm), aunque hay presencia de varios valores atípicos altos.
- **Invierno** muestra el menor nivel de precipitación, con una mediana cercana a 1 mm y distribución fuertemente sesgada a la derecha.
- El boxplot comparativo evidencia el carácter marcadamente estacional de las lluvias, con acumulados elevados en verano y baja precipitación en las demás estaciones.

### 3.3.2. Evapotranspiration (PET)



**Figura 175**

*Histograms and boxplots of potential evapotranspiration (PET) by season in the Candavare station.*

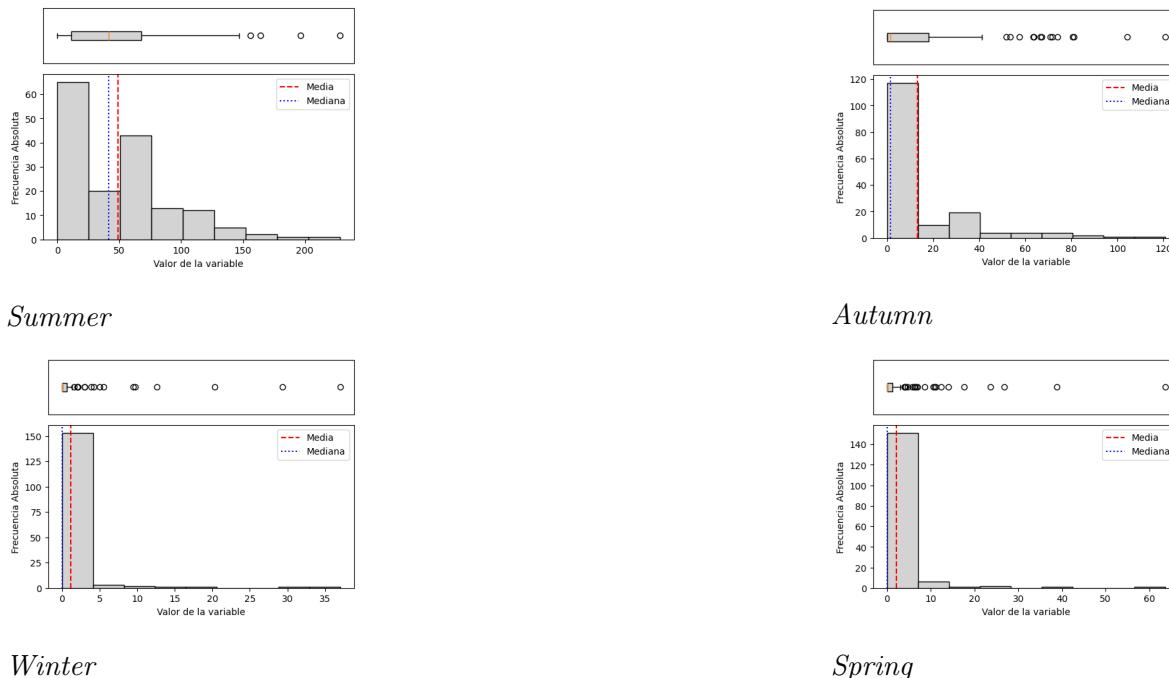
**Figura 176**

*Comparative seasonal boxplot of potential evapotranspiration (PET) at Candavare station.*

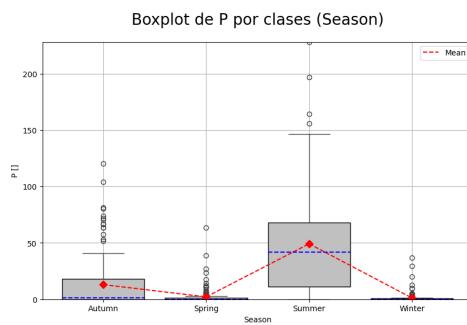
### Interpretación

- **Primavera** presenta los valores más altos de PET, con una mediana cercana a los 6.7 mm/día, reflejando mayor demanda evaporativa.
- En **verano** y **otoño** se observan valores intermedios, con medianas alrededor de 6.4 y 6.0 mm/día, respectivamente, y distribuciones simétricas.
- **Invierno** muestra los valores más bajos de PET, con una mediana alrededor de 5.1 mm/-día y una concentración notable de valores en el rango de 5 a 5.5 mm/día.
- El patrón estacional se mantiene claro, con mayor evapotranspiración en primavera-verano y disminución en invierno, influenciado por la temperatura y radiación.

### 3.3.3. Precipitación (P)

**Figura 177**

Histogramas y boxplots de precipitación (*P*) por estación en Candavare.

**Figura 178**

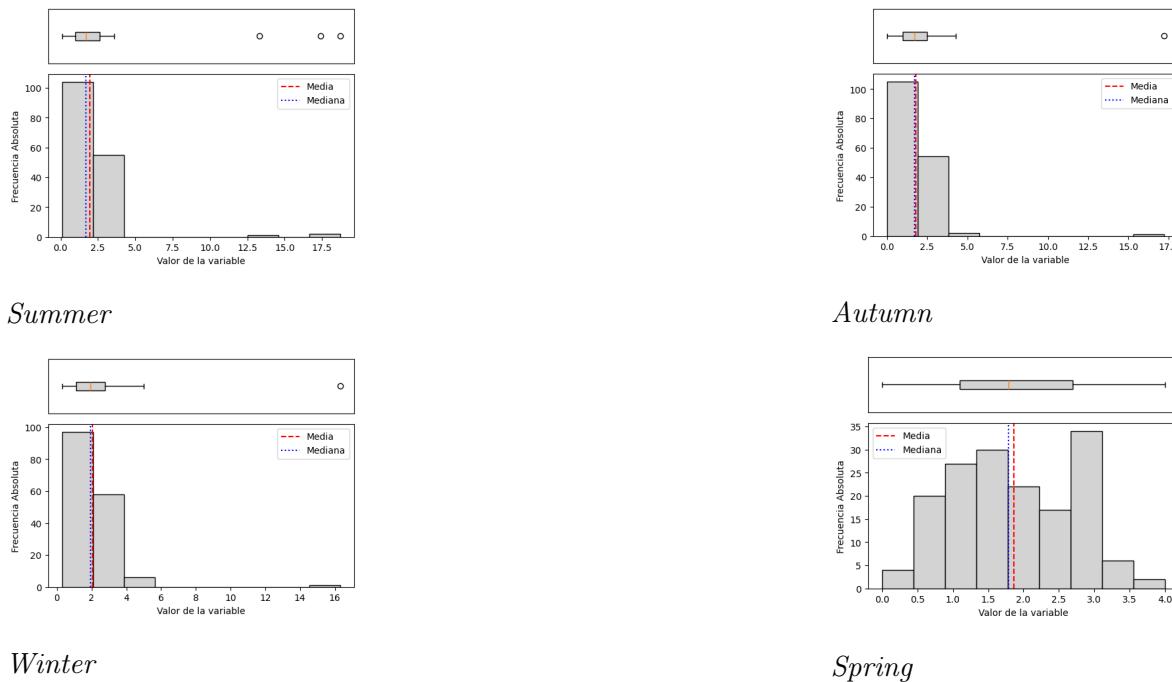
Boxplot comparativo estacional de precipitación (*P*) en Candavare.

### Interpretación

- **Verano** presenta los valores más altos de precipitación, con una mediana superior a las demás estaciones y una amplia dispersión, evidenciando eventos de lluvia intensos y variables.

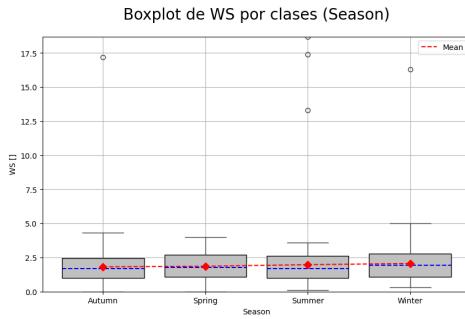
- **Otoño** muestra una mediana moderada, pero con presencia de valores extremos por encima de 100 mm.
- **Primavera y invierno** tienen las precipitaciones más bajas, con la mayoría de datos por debajo de 5 mm y una distribución sesgada positivamente.
- El boxplot general resalta la marcada estacionalidad, con máximos de precipitación en verano y mínimos en invierno y primavera.

### 3.3.4. Velocidad Media del Viento (WS)



**Figura 179**

Histogramas y boxplots de velocidad del viento (WS) por estación en Candavare.

**Figura 180**

*Boxplot comparativo estacional de velocidad del viento (WS) en Candavare.*

### Interpretación

- **Verano** presenta una mediana de velocidad del viento cercana a 2 m/s, con presencia de valores atípicos altos, alcanzando más de 18 m/s.
- En **otoño**, la mediana es similar ( 1.8 m/s), pero destaca un valor extremo elevado de aproximadamente 17.3 m/s.
- **Primavera** muestra una mediana ligeramente superior ( 1.9 m/s) y una mayor dispersión, indicando mayor variabilidad estacional.
- **Invierno** también presenta una mediana de 2 m/s, con distribución algo más simétrica, aunque incluye valores atípicos cercanos a 16 m/s.
- El boxplot general evidencia un comportamiento relativamente homogéneo entre estaciones, pero con valores extremos más frecuentes en primavera y verano.

**ANEXO A: [TÍTULO DEL ANEXO]**