



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TOPOGRÁFICA Y
AGRIMENSURA



**“CORRELACIÓN DE LA TEMPERATURA DEL AIRE CON
DATOS DE TEMPERATURA SATELITALES, EN LAS CUENCAS
ILAVE, ILLPA Y COATA, DEL DEPARTAMENTO DE PUNO
ENTRE LOS PERIODOS DE 2000 AL 2019”**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. RUBEN LIMA QUISPE

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO TOPÓGRAFO Y AGRIMENSOR**

PUNO – PERÚ

2026



RUBEN LIMA QUISPE

**CORRELACION DE LA TEMPERATURA DEL AIRE CON DATOS
DE TEMPERATURA SATELITALES, EN LAS CUENCAS ILAVE, IL...**

My Files

My Files

Universidad Nacional del Altiplano

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::8254:566394404

102 páginas

Fecha de entrega

11 mar 2026, 11:08 a.m. GMT-5

26.072 palabras

Fecha de descarga

11 mar 2026, 11:16 a.m. GMT-5

119.397 caracteres

Nombre del archivo

CORRELACION DE LA TEMPERATURA DEL AIRE CON DATOS DE TEMPERATURA SATELITALES, EN LA....pdf

Tamaño del archivo

3.5 MB





13% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 12% Fuentes de Internet
- 4% Publicaciones
- 8% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de Integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



ING. VICTOR C. FLORES FLORES
CIP. 70294
BSESOR



Dr. Valeriano CONDORI APAZA
SUBDIRECTOR DE INVESTIGACIÓN
EPITA - FCA





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA TOPOGRAFICA Y AGRIMENSURA

“CORRELACION DE LA TEMPERATURA DEL AIRE CON DATOS DE
TEMPERATURA SATELITALES, EN LAS CUENCAS ILAVE, ILLPA Y COATA,
DEL DEPARTAMENTO DE PUNO ENTRE LOS PERIODOS DE 2000 AL 2019”

PRESENTADA POR:

Bach. RUBEN LIMA QUISPE

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:


INGENIERO TOPOGRAFO Y AGRIMENSOR

APROBADA POR:

PRESIDENTE:


Mg. ARTURO JOELS VENTURA MAMANI

PRIMER MIEMBRO:


M.Sc. OMAR HENRY MARCA FLORES

SEGUNDO MIEMBRO:


Ing. FABIO SABINO HUARSAYA MEDINA

DIRECTOR / ASESOR:


M.Sc. VICTOR CIPRIANO FLORES FLORES

Área : Climatología y Teledetección

Tema : Estudio de la dinámica térmica aire-superficie mediante teledetección satelital.

Fecha de sustentación: 08 de enero del 2026





DEDICATORIA

A mi querida familia de todo corazón en especial a mi madre Gregoria y a mi padre Eloy y a mis hermanos por brindarme ese apoyo incondicional desde el primer día y todo el cariño como familia palabras de aliento para no decaer, por la confianza desde un principio logrando así un objetivo más en mi vida profesional.

Ruben Lima Quispe.



AGRADICIMIENTOS

El presente trabajo de investigación fue posible primero que nadie con la ayuda de Dios, gracias por darme la salud y sabiduría. A nuestra casa de estudios la Universidad Nacional Del Altiplano alma mater de los Puneños, en especial la escuela profesional de ingeniería topográfica y agrimensura, a los docentes por brindarnos los conocimientos en mi formación profesional.

El presente trabajo de investigación fue posible primero que nadie con la ayuda de Dios, gracias por darme la salud y sabiduría. A nuestra casa de estudios la Universidad Nacional Del Altiplano alma mater de los Puneños, en especial la escuela profesional de ingeniería topográfica y agrimensura, a los docentes por brindarnos los conocimientos en mi formación profesional.

Ruben Lima Quispe.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADICIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
ACRÓNIMOS	
RESUMEN	16
ABSTRACT.....	17
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
1.2. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.2.1. Hipótesis general.....	19
1.2.2. Hipótesis específico	20
1.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	20
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
1.4.1. Objetivo general	21
1.4.2. Objetivo específico.....	21
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
2.1.1. Antecedentes internacionales	22



2.1.2.	Antecedentes nacionales	24
2.1.3.	Antecedentes locales	25
2.2.	MARCO TEÓRICO	26
2.2.1.	Teledetección espacial	26
2.2.2.	Componentes de un sistema de teledetección	27
2.2.2.1.	Fuente de energía	27
2.2.2.2.	Cubierta terrestre	27
2.2.2.3.	Sistema sensor	27
2.2.2.4.	Sistema de recepción-comercialización	27
2.2.2.5.	Interprete	28
2.2.2.6.	Usuario final	28
2.2.3.	Sistemas de información geográfica	29
2.2.4.	Imágenes satelitales Landsat	29
2.2.5.	Temperatura de la superficie	29
2.2.6.	Temperatura del aire	30
2.2.6.1.	Calor latente de vaporización	30
2.2.6.2.	Calor latente de fusión	30
2.2.6.3.	Espectro electromagnético	31
2.2.7.	Radiancia	32
2.2.8.	Emisividad	33
2.2.9.	Cuerpo negro	34
2.2.10.	Naturaleza de la radiación electromagnética	34
2.2.11.	Cuencas hidrográficas	34
2.2.12.	Imagen satelital	35

CAPÍTULO III



MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.	MATERIALES, EQUIPOS Y SOFTWARE	36
3.1.1.	Materiales	36
3.2.	UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	37
3.2.1.	Ubicación geográfica	37
3.2.1.1.	Coordenadas geográficas	37
3.2.1.2.	Coordenadas proyectadas.....	37
3.2.2.	Ubicación hidrográfica.....	38
3.2.3.	Clima	39
3.2.4.	Relieve.....	39
3.2.5.	Cartografía.....	40
3.3.	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	40
3.3.1.	Diseño de investigación	40
3.3.2.	Tipo de investigación	41
3.3.3.	Nivel de investigación.....	41
3.3.4.	Enfoque de la investigación	41
3.4.	POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO	41
3.4.1.	Población.....	41
3.4.2.	Muestra.....	41
3.4.3.	Variables de la investigación	42
3.5.	PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN.....	42
3.5.1.	Diagrama del flujo metodológico.....	42
3.6.	METODOLOGÍA PARA EL PRIMER OBJETIVO ESPECÍFICO	43
3.6.1.	Obtención y análisis de datos meteorológicos observados	43
3.6.2.	Completación de datos faltantes.....	44



3.6.3.	Standard normal homogeneity test tipo 2 (SNHT-2)	44
3.7.	RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN SATELITAL.....	45
3.7.1.	Descarga de datos de temperatura satelital LST MERRA-2.....	45
3.8.	METODOLOGÍA PARA EL SEGUNDO OBJETIVO ESPECÍFICO.....	46
3.8.1.	Base de datos meteorológicos observados	46
3.8.1.1.	Preparación de la base de datos del SENAMHI	46
3.8.1.2.	Normalización de la base de datos	47
3.8.1.3.	Matriz de distancias	48
3.8.1.4.	Método de clusterización	49
3.8.1.5.	Método de agrupamiento (clusterización jerárquica).....	49
3.8.1.6.	Selección del número óptimo de clusters.....	49
3.8.1.7.	Cálculo de la similitud entre estaciones meteorológicas	51
3.9.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	51
3.9.1.	Coefficiente correlación (R)	51
3.9.2.	Coefficiente de determinación (R^2)	52
3.9.3.	Análisis de varianza (ANOVA)	53

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	RESULTADOS.....	56
4.1.1.	Determinar la correlación de los datos de la temperatura del aire y los datos de LST satelitales en las cuencas de Ilave, Illpa y Coata.....	56
4.1.2.	Identificar y caracterizar grupos térmicamente homogéneos de estaciones mediante clusterización para analizar los patrones espaciales de variabilidad de la temperatura.	62
4.2.	DISCUSIÓN.....	68



V.	CONCLUSIONES.....	69
VI.	RECOMENDACIONES.....	71
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
	ANEXOS.....	77



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Los valores reales de la emisividad	33
Tabla 2 Características esenciales del reanálisis MERRA-2 (NASA)	46
Tabla 3 Características de las estaciones meteorológicas	47
Tabla 4 Interpretación del índice Silhouette.....	50
Tabla 5 Clasificación de niveles de correlación.	52
Tabla 6 Rangos de interpretación del coeficiente de determinación R^2	53
Tabla 7 Resultados de indicadores estadísticos anuales máximo y mínimo	60
Tabla 8 Resultados de indicadores estadísticos estacional máximo y mínimo	60
Tabla 9 Resultados de indicadores estadísticos mensual máximo y mínimo	60



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Sistema de teledetección espacial.....	28
Figura 2 El espectro electromagnético.....	32
Figura 3 Flujo de la radiación	33
Figura 4 Ubicación de proyecto	38
Figura 5 Flujo metodológico del proyecto.....	42
Figura 6 Gráfico de disponibilidad de datos máximos y mínimos de temperatura del aire	43
Figura 7 Consistencia temporal de las observaciones de temperatura del aire en las estaciones con registros incompletos.....	48
Figura 8 Correlación de series de tiempo para temperatura máxima.....	58
Figura 9 Correlación de series de tiempo para temperatura mínima	59
Figura 10 Dendrograma de agrupamiento de datos mínimos	63
Figura 11 Distribución geográfica de los tres clusters mínimos.....	64
Figura 12 Dendrograma de agrupamiento de datos maximos	66
Figura 13 Resultados de indicadores estadísticos temperatura máxima.....	66
Figura 14 Distribución geográfica de los tres clusters máximos	67



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1 Serie de informacion máxima completado por cada estación meteorológica observada.....	77
Anexo 2 Serie de información mínima completado por cada estación meteorológica observada.....	78
Anexo 3 Códigos automáticos de climatol para la completacion de datos meteorológica observada.....	79
Anexo 4 Código para generación de análisis estadístico	84
Anexo 5 Datos de temperaturas máximas mensuales obtenidas del SENAMHI por cada estación meteorológica.....	91
Anexo 6 Datos de temperaturas mínimas mensuales obtenidas del SENAMHI por cada estación meteorológica.....	96
Anexo 7 Declaración jurada de autenticidad de tesis.....	101
Anexo 8 Autorización para el depósito de tesis en el Repositorio Institucional.....	102



ACRÓNIMOS

ASTER:	Advanced Sapacebome Thermal Emission and reflectio~ Radiometer
EOS:	Sistema de Observación Terrestre
ESE:	Earth Science Enterprise
IDL:	Interactive Data Language
LST:	Land Surface Temperature
MISR:	Mutiangle Imaging Spectroradiometer
MODIS:	Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer
MODTRAN:	Moderate Resolution Atmospheric Transmision
NASA:	National Aeronautics and Space Administration
OMM:	Organización Meteorológica Mundial
TIR:	Thermal Infrared
USGS:	United States Geological Survey
WGS84:	World Geoditec System 84
DEM:	Digital Elevation Model (Modelo Digital de Elevación)
RMSE:	Root Mean Square Error (Raíz del Error Cuadrático Medio)
SENAMHI:	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
TMAX:	Temperatura máxima del aire
TMIN:	Temperatura mínima del aire
SIG:	Sistema de Información Geográfica
MERRA-2:	Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications, Version 2



RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo analizar la correlación entre la temperatura del aire y la temperatura de la superficie terrestre LST en las cuencas de Ilave, Illpa y Coata durante el período 2000–2019. Como objetivos específicos, se determinó el grado de correlación entre ambas variables y se identificaron grupos térmicamente homogéneos de estaciones mediante técnicas de clusterización, con el fin de analizar la variabilidad espacial de la temperatura. La metodología se orientó a contrastar las series históricas de temperatura del aire registradas por el SENAMHI con datos LST del reanálisis MERRA-2, evaluando el grado de asociación lineal mediante el coeficiente de correlación de Spearman y verificando la significancia estadística de los resultados a través del análisis de varianza (ANOVA), bajo un nivel de confianza del 95 %. Los resultados estadísticos confirman una relación positiva y significativa entre la temperatura del aire y la LST satelital en las cuencas de Ilave, Illpa y Coata (2000–2019), con coeficientes de Spearman entre 0,52 y 0,70 ($p < 0,05$), validando a la LST como proxy de la temperatura del aire. Asimismo, la clusterización jerárquica identificó tres grupos térmicamente homogéneos de estaciones con alta coherencia interna ($p < 0,01$), evidenciando una estructuración espacial de la variabilidad térmica. Se concluye que la temperatura superficial terrestre LST obtenida por satélite refleja adecuadamente el comportamiento de la temperatura del aire en las cuencas de Ilave, Illpa y Coata, al presentar una relación positiva y significativa, y que la temperatura en la zona no es uniforme, sino que se organiza en tres grupos térmicos bien definidos según sus características geográficas.

Palabras clave: Teledetección térmica; Temperatura superficial terrestre LST; Temperatura del aire; Sensores satelitales.



ABSTRACT

This research aimed to analyze the correlation between air temperature and land surface temperature LST in the Ilave, Illpa, and Coata basins during the period 2000–2019. Specific objectives included determining the degree of correlation between these two variables and identifying thermally homogeneous groups of stations using clustering techniques to analyze the spatial variability of temperature. The methodology involved comparing historical air temperature series recorded by SENAMHI with simulated climate data from the MERRA-2 reanalysis, evaluating the degree of linear association using Spearman's rank correlation coefficient, and verifying the statistical significance of the results through analysis of variance (ANOVA) at a 95% confidence level. Statistical results confirm a positive and significant relationship between air temperature and satellite land surface temperature LST in the Ilave, Illpa, and Coata basins (2000–2019), with Spearman's rank correlation coefficients between 0.52 and 0.70 ($p < 0.05$), validating LST as a proxy for air temperature. Furthermore, hierarchical clustering identified three thermally homogeneous groups of stations with high internal consistency ($p < 0.01$), demonstrating a spatial structuring of thermal variability. It is concluded that satellite-derived land surface temperature LST accurately reflects air temperature behavior in the Ilave, Illpa, and Coata basins, exhibiting a positive and significant relationship, and that the temperature in the area is not uniform but rather organized into three well-defined thermal groups based on their geographical characteristics.

Keywords: Thermal remote sensing; land surface temperature LST; air temperature; satellite sensors.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La temperatura del aire constituye uno de los parámetros esenciales para comprender el estado térmico de la superficie y los procesos atmosféricos que regulan el clima regional. Su análisis permite evaluar gradientes térmicos, identificar zonas vulnerables a eventos extremos y apoyar la planificación ambiental y productiva. Sin embargo, en numerosos territorios andinos, la compleja orografía, las pendientes pronunciadas y la limitada accesibilidad física dificultan la instalación y mantenimiento de estaciones meteorológicas convencionales, generando vacíos importantes en la información climática disponible (Daly et al., 2017). Ante este escenario, la percepción remota y los productos satelitales han adquirido un rol estratégico para complementar y fortalecer el monitoreo atmosférico. Los avances en sensores orbitales permiten aproximar variables relacionadas con la temperatura del aire mediante simulaciones y modelos físicamente consistentes, ampliando la cobertura espacial y mejorando la continuidad temporal de los registros (Li et al., 2022). Entre estas fuentes, los reanálisis atmosféricos desarrollados por la NASA, como MERRA-2, se han consolidado como herramientas robustas al integrar observaciones satelitales, mediciones in situ y modelos numéricos para generar series homogéneas y espacialmente completas de múltiples variables meteorológicas (Gelaro et al., 2017). En regiones donde las estaciones son escasas o se distribuyen de manera irregular, estos productos representan una alternativa valiosa para estimar la temperatura del aire, evaluar patrones térmicos y apoyar investigaciones climáticas con un nivel de detalle antes inalcanzable. Su uso se ha vuelto cada vez más frecuente debido a su disponibilidad continua, su resolución aceptable y su



fiabilidad en áreas de topografía compleja, donde las mediciones directas son limitadas o inexistentes.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La representación espacial de la temperatura del aire en regiones montañosas continúa siendo limitada debido a la compleja topografía y a la escasa densidad de estaciones meteorológicas, lo que incrementa la incertidumbre en los análisis climáticos regionales (Pepin et al., 2015). Esta limitación afecta directamente la comprensión de la variabilidad térmica y la evaluación de procesos ambientales.

Por lo cual, la temperatura superficial terrestre LST derivada de sensores satelitales se ha consolidado como una fuente esencial para complementar la información térmica, gracias a su amplia cobertura espacial y consistencia temporal; sin embargo, su aplicación exige evaluar rigurosamente su relación con la temperatura del aire, dado que ambas variables responden a procesos físicos distintos y presentan variabilidad espacial (Li et al., 2021). Asimismo, la marcada heterogeneidad térmica propia de las regiones de relieve complejo requiere la aplicación de enfoques de regionalización espacial. Las técnicas de clusterización permiten identificar áreas térmicamente homogéneas y optimizar el análisis de los patrones espaciales de la temperatura, constituyéndose en una herramienta clave para estudios climáticos regionales (Wang et al., 2023).

1.2. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. Hipótesis general

- Existe una correlación estadísticamente significativa entre la temperatura del aire registrada en estaciones meteorológicas y la temperatura superficial terrestre LST obtenida a partir de datos satelitales en las



cuencas de Ilave, Illpa y Coata durante el período 2000–2019.

1.2.2. Hipótesis específico

- La temperatura del aire presenta una correlación positiva y significativa con los valores de LST satelital en las cuencas de Ilave, Illpa y Coata.
- Las estaciones meteorológicas de las cuencas de Ilave, Illpa y Coata pueden agruparse en grupos térmicamente homogéneos mediante técnicas de clusterización, evidenciando patrones espaciales diferenciados de la variabilidad térmica de la temperatura.

1.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

En regiones altoandinas, la compleja topografía y la limitada densidad de estaciones meteorológicas dificultan la caracterización espacial de la temperatura del aire, generando incertidumbres en el análisis de la variabilidad térmica regional. Estudios recientes destacan que estas limitaciones pueden ser parcialmente superadas mediante el uso de información satelital, la cual permite ampliar la cobertura espacial de las variables térmicas (Li et al., 2021). En este contexto, la temperatura superficial terrestre LST se ha consolidado como una fuente complementaria para el análisis térmico en zonas con escasa instrumentación. Diversas investigaciones han demostrado que la LST mantiene una relación significativa con la temperatura del aire, especialmente para la temperatura máxima, aunque dicha relación está condicionada por factores topográficos y superficiales (Zhou et al., 2019). Asimismo, la aplicación de técnicas de clusterización ha resultado eficaz para identificar regiones térmicamente homogéneas y analizar patrones espaciales de la variabilidad térmica en áreas de alta heterogeneidad climática (Wang et al., 2023). Por ello, la integración de la correlación entre la temperatura del aire y la LST



satelital con métodos de clusterización se justifica como un enfoque robusto para fortalecer el análisis térmico regional en el altiplano.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo general

- Analizar la correlación de la temperatura del aire con datos de LST satelitales en las cuencas de Ilave, Illpa y Coata entre los periodos de 2000 al 2019.

1.4.2. Objetivo específico

- Determinar la correlación de los datos de la temperatura del aire y los datos de LST satelitales en las cuencas de Ilave, Illpa y coata.
- Identificar y caracterizar grupos térmicamente homogéneos de estaciones mediante clusterización para analizar los patrones espaciales de variabilidad de la temperatura.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Antecedentes internacionales

Según Wang et al. (2023) en la investigación científica titulado “Recuperación de la temperatura de la superficie terrestre a partir de los datos TIRS-2 del Landsat 9 mediante un algoritmo de ventana dividida basado en radiancia” Se ajustaron 71 muestras de emisividad, que incluyeron roca, suelo y muestras artificiales. Las emisividades de vegetación, nieve y agua se calcularon promediando varias muestras de cada tipo. El rendimiento del método propuesto se evaluó con datos simulados y satelitales, mostrando que la LST obtenida con el algoritmo RBSW tiene un sesgo de 0,06 K y un RMSE de 0,51 K. El algoritmo combinado RBSW y SWCVR, para recuperar LST de Landsat 9, ofrece alta precisión sin depender de datos atmosféricos externos, siendo prometedor para generar LST a partir de TIRS-2 de Landsat 9.

Recio et al. (2018) analizaron la variabilidad de la temperatura del aire y su relación con la temperatura superficial terrestre LST en la península Hurd de la isla Livingston, Antártida, durante el periodo 2000–2016, en el marco del proyecto PERMASNOW. El estudio utilizó datos diarios de seis estaciones meteorológicas y LST diurna y nocturna de los satélites MODIS Terra y Aqua, aplicando regresiones estadísticas para evaluar la relación T_a –LST. Los resultados evidenciaron un enfriamiento en la estación costera Juan Carlos I y una tendencia al calentamiento en las estaciones interiores y de mayor altitud. Asimismo, se



determinó que los mejores modelos de estimación de la temperatura del aire se obtienen a partir de la LST diurna de la satélite tierra, confirmando que los datos MODIS LST son útiles para el análisis de tendencias térmicas de largo plazo en ambientes polares.

Muñoz et al. (2014) “Métodos de recuperación de la temperatura de la superficie terrestre a partir de los datos del sensor infrarrojo térmico Landsat-8” La recuperación de LST es fundamental para decidir si se incluirá un instrumento de infrarrojo térmico (TIR) en la Misión de Continuidad de Datos Landsat. En este estudio, se proponen los algoritmos de canal único (SC) y ventana dividida (SW) para procesar los datos TIRS de Landsat-8 y obtener la LST. Estos algoritmos se evaluaron con datos simulados, generados mediante simulaciones hacia adelante con perfiles atmosféricos y espectros de emisividad de bibliotecas espectrales. Los resultados muestran errores medios generalmente menores a 1,5 K para ambos algoritmos, siendo ligeramente más precisos los resultados obtenidos con el algoritmo SW, especialmente con altos niveles de vapor de agua atmosférico.

Liu & Zhang. (2011) “Análisis de la isla de calor urbana utilizando datos Landsat TM y ASTER: un estudio de caso en Hong Kong” con la investigación se examina el efecto de la isla de calor urbana en Hong Kong utilizando datos de Landsat TM y ASTER. Se aplicaron los algoritmos de ventana única y ventana dividida para recuperar el LST de Hong Kong con estos datos. Los resultados revelaron que las islas de calor urbanas en Hong Kong están concentradas principalmente en Kowloon, la isla norte de Hong Kong y el Aeropuerto Internacional. En Kowloon, las islas de calor urbanas se han fusionado en una gran isla de calor debido a la conectividad de las construcciones urbanas. Además, el análisis de la correlación entre el LST recuperado y el NDVI y NBVI mostró que

las zonas verdes mitigan el efecto de isla de calor, mientras que las áreas urbanizadas lo intensifican. Por lo tanto, se concluye que, en la planificación de futuras ciudades, es crucial enfocarse en la ecologización urbana.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Aguilar & Cabrera. (2024) “Islas de calor urbano y su relación con la cobertura del suelo en la ciudad de Ilo 2022” En este estudio, se identificaron las islas de calor urbano (ICU) a través del análisis de imágenes satelitales, generando 4 índices ambientales: NDVI, NDBI, BU y SAVI, mediante un análisis multitemporal de 2014 a 2021. La metodología se centró en evaluar el impacto del crecimiento poblacional sobre un índice de calidad ambiental urbana, utilizando imágenes de Landsat 8 y el algoritmo Split Window para detectar las ICU. Los resultados mostraron que la temperatura superficial terrestre LST superó los 30°C, lo que indica que la ciudad de Ilo está situada sobre una gran ICU. En conclusión, se observó que tanto la LST como las ICU aumentan debido a la mayor erosión del suelo y a la reducción de la cobertura vegetal saludable.

Ayca & Zuñiga. (2022) El presente trabajo de investigación titulado “Estimación de islas de calor urbano aplicando el algoritmo de Split Window, para establecer una propuesta de manejo ambiental en la ciudad de Tacna” El objetivo principal de este estudio fue identificar las islas de calor en la zona urbana de Tacna. Para ello, se utilizaron imágenes satelitales de Landsat 8. También se realizó una visita de campo para verificar los tipos de cobertura y su correspondencia con las imágenes, empleando el algoritmo Split Window. A través de técnicas de teledetección, se pudieron identificar las islas de calor urbano en Tacna durante el periodo 2013-2021, creando mapas y tablas que muestran las



áreas con temperaturas superficiales más altas, destacando el distrito de Alto de la Alianza como el más afectado, con una combinación de coberturas, vegetación sana y zonas urbanas con suelos erosionados.

Soberón & Obregón. (2016) en su proyecto de investigación titulado “Identificación de islas de calor en la ciudad de Lima Metropolitana utilizando imágenes del Satélite Landsat 5 TM” en Lima Metropolitana, la escasez de estaciones meteorológicas dificulta la obtención de temperaturas superficiales distribuidas y complica la identificación de las islas de calor (IC). Sin embargo, al utilizar imágenes del satélite Landsat 5TM, se pudo recuperar la temperatura superficial e identificar las IC, analizando seis eventos corregidos por emisividad. Además, se obtuvieron datos de temperatura del aire de 6 estaciones meteorológicas para esos eventos. Se encontraron islas de calor negativas, principalmente en las zonas no urbanas por la mañana. Se identificaron 5 islas de calor urbanas, 7 en áreas industriales y comerciales, y 3 micro islas de calor urbanas.

2.1.3. Antecedentes locales

Chávez. (2020) “Evaluación espacial para la identificación de islas de calor mediante el uso de imágenes satelitales Landsat 8 de los años 2014 y 2020 en la ciudad de Juliaca” El objetivo principal de este estudio fue realizar una evaluación multitemporal y espacial de la evolución de las islas de calor en Juliaca, utilizando imágenes satelitales de Landsat 8 de los años 2014 y 2020. Se identificaron 6 islas de calor urbanas de baja intensidad. Los resultados mostraron un aumento de la temperatura superficial en las áreas urbanas entre 2014 y 2020, lo cual está relacionado con factores como la impermeabilización de las calles, el



crecimiento de áreas construidas y la escasez de zonas verdes.

Ruiz et al. (2016) “Comparación de los datos MODIS y Landsat-8 sobre clorofila-a y temperatura del agua en el lago Titicaca” La concentración de clorofila-a ([Chl-a]) y la temperatura superficial del lago LST en el lago Titicaca (Perú-Bolivia) utilizando imágenes de MODIS y Landsat-8. Este monitoreo se aplicó en cuerpos de agua oligotróficos y mesotróficos. El tamaño y la variabilidad espacial y temporal del lago permitieron comparar los productos de MODIS y Landsat-8 para una amplia gama de [Chl-a] y LST. Las imágenes MODIS se procesaron con algoritmos estándar de color oceánico, mientras que para Landsat-8 se probaron algoritmos específicos. Los resultados indican que Landsat-8 puede recuperar [Chl-a] y LST con una precisión similar a MODIS, pero con mejor resolución espacial. El uso combinado de ambos sensores facilita el monitoreo de las tendencias de eutrofización y temperatura del lago Titicaca, que es muy relevante ecológicamente y cada vez más afectado por las actividades humanas y los cambios climáticos.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Teledetección espacial

La teledetección espacial es una técnica que posibilita la obtención de imágenes de la superficie terrestre mediante sensores ubicados en plataformas espaciales. Esto implica que hay una interacción energética entre la tierra y el sensor, ya sea por reflexión de la energía solar, de un haz energético artificial o por emisión propia. (Chuvienco, 1996).

En las últimas décadas, los avances en nuevos sensores y plataformas han posibilitado la obtención de variables geofísicas de gran relevancia geográfica.



Entre este conjunto de variables, la temperatura terrestre es uno de los principales focos de estudio en la teledetección térmica. De hecho, la temperatura superficial proporciona información esencial, tanto cualitativa como cuantitativa, sobre los procesos que ocurren en la superficie terrestre, lo que permite su caracterización, análisis y modelización. (Quattrochi & Luvall, 2015)

2.2.2. Componentes de un sistema de teledetección

Un sistema de teledetección espacial, tal como se describe en este trabajo, abarca los siguientes componentes: según (Chuvieco, 1996)

2.2.2.1. Fuente de energía

Es originado de la radiación electromagnética que el sensor va a captar. Puede tratarse de una fuente pasiva como la luz solar o activa cuando es emitida por el sensor que luego capta el reflejo (como el radar).

2.2.2.2. Cubierta terrestre

Son los rasgos naturales o realizados por el hombre (vegetación, suelo, rocas, construcción, etc.) que refleja la señal hacia el sensor.

2.2.2.3. Sistema sensor

Compuesto por el sensor propiamente dicho (cámaras, radar etc.) y la plataforma que lo alberga (satélite, avión, globo). Tiene la misión de captar la energía proveniente de la cubierta terrestre y almacenarla o enviarla directamente al sistema de recepción.

2.2.2.4. Sistema de recepción-comercialización

Es el que recibe la información del sistema sensor, la guarda en

formato apropiado y la distribuye a los usuarios.

2.2.2.5. Interprete

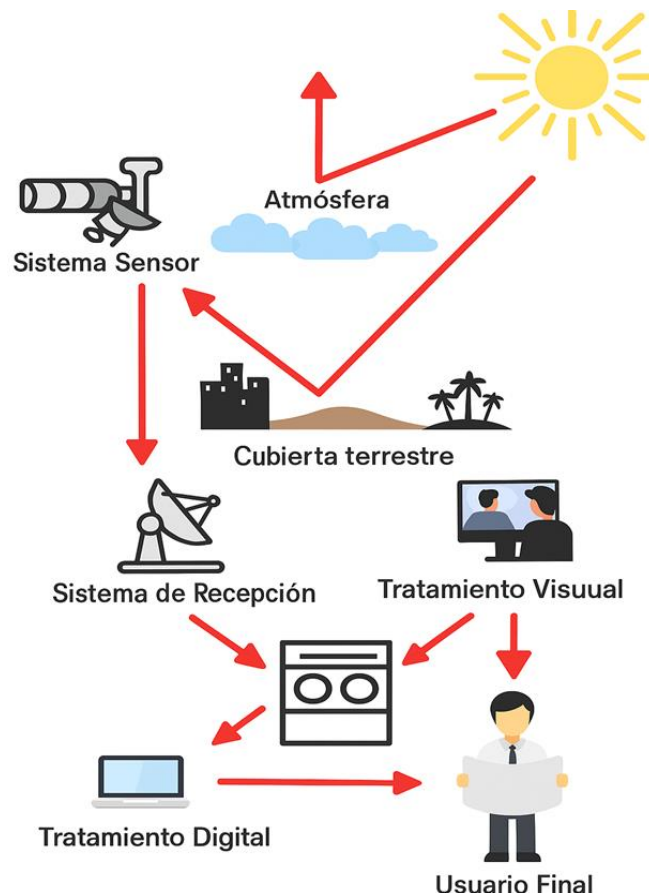
Quien convierte los datos en información temática de interés (agricultura, forestal, geografía, catastro, medio ambiente, militar, etc.) ya sea mediante procedimientos y técnicas visuales o digitales.

2.2.2.6. Usuario final

Es el beneficiario del documento fruto de la interpretación, así como de decidir sobre las consecuencias que de él deriven.

Figura 1

Sistema de teledetección espacial



Fuente 1 componentes de un sistema de teledetección según (Chuvieco, 1996)



2.2.3. Sistemas de información geográfica

Un sistema de información geográfica (SIG) se puede entender como un conjunto de métodos y técnicas para procesar información geográfica, que permite combinar de manera eficiente datos básicos y generar información derivada. Para ello, se utilizan fuentes de información y herramientas informáticas (hardware y software) que facilitan este proceso, todo ello dentro de un proyecto definido por un equipo de personas y supervisado por los técnicos encargados de su implementación y desarrollo. En resumen, un SIG es una herramienta que combina datos gráficos (mapas) y alfanuméricos (estadísticas) para generar información sobre el espacio. (Domínguez, 2014)

2.2.4. Imágenes satelitales Landsat

Gracias a los brillantes resultados que proporcionaron las primeras fotografías espaciales, la agencia espacial norteamericana NASA diseñó a finales de los años 60 el primer proyecto dedicado exclusivamente a la observación de los recursos terrestres. Fruto de estos trabajos fue la puesta en órbita del primer satélite de la serie ERTS (Earth Resource Technology Satellite) el 23 de Julio de 1972. Esta familia de satélites fue rebautizada como Landsat a partir del segundo lanzamiento, en 1975 (Landsat 2). Entre los satélites de recursos, el programa Landsat puede considerarse el más fructífero puesto que ha proporcionado datos multiespectrales de alta resolución a una amplia gama de usuarios durante más de 25 años, lo que representa el registro más largo de información sobre la superficie terrestre obtenido de forma global y repetitiva desde el espacio. (García, 2000)

2.2.5. Temperatura de la superficie

La temperatura superficial terrestre LST se puede definir como la



temperatura que se siente cuando se toca la superficie terrestre con las manos o como la temperatura superficial del suelo. La LST es la temperatura emitida por la superficie y se mide en grados Kelvin. Se vio muy afectada por el aumento de los gases de efecto invernadero en la atmósfera. A medida que aumenta, derrite los glaciares y las capas de hielo en la región polar. Por lo tanto, conduce a inundaciones y al aumento del nivel del mar. El aumento de la LST también afecta a las condiciones climáticas de los países monzónicos. (Rajeshwari & Mani, 2014)

2.2.6. Temperatura del aire

La temperatura del aire es el grado sensible de calor y se debe principalmente a la radiación calorífica de onda larga que emite la superficie del planeta. Es importante distinguir las diferentes formas de calor. (Ayllon, 2013)

2.2.6.1. Calor latente de vaporización

Si ponemos un recipiente con agua al fuego, puede observarse que su temperatura va en aumento lo cual se comprueba al tacto este es el calor sensible. Si el recipiente continúa en el fuego, el agua entrará en ebullición y, a partir de ese momento, el calor que sigue recibiendo se emplea para transformar el agua líquida en vapor de agua; a este calor se le llama calor latente de vaporización,

2.2.6.2. Calor latente de fusión

El cual se conserva mientras el agua se mantenga en estado de vapor, pero si se condensa, el calor regresa en forma de calor sensible. Si exponemos al calor un recipiente con nieve (hielo), comenzará a elevarse su temperatura, pero en el momento que llegue a su temperatura de fusión



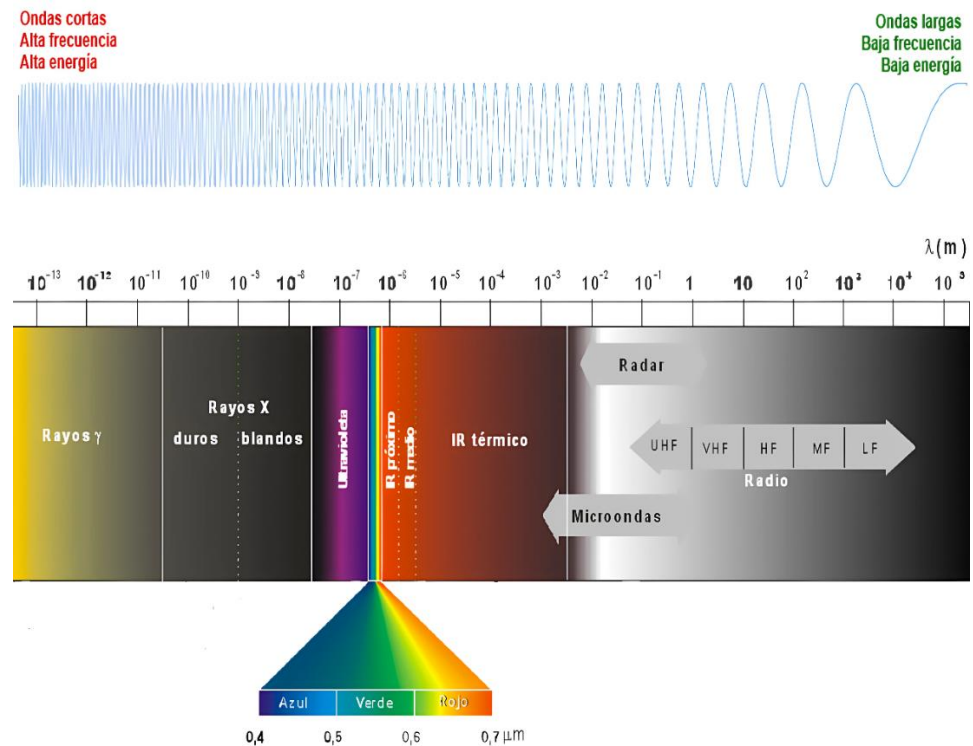
se mantendrá en 0°C , porque el calor que está recibiendo se empleará en transformar el hielo en agua; a ese calor se le llama calor latente de fusión. Cuando se funde la nieve aumentará la temperatura del agua hasta igualarse a la del ambiente. Si vuelve a congelarse, regresa el calor sensible. La sublimación del hielo se produce cuando partículas de hielo, expuestas a un ambiente de aire frío y seco, son absorbidas por las moléculas del nitrógeno y oxígeno del aire, y forman vapor de agua. Así, el hielo pasa directamente del estado sólido al gaseoso.

2.2.6.3. Espectro electromagnético

La radiación electromagnética se presenta como una distribución continua de frecuencias, desde longitudes de onda cortas y altas frecuencias (rayos gamma) hasta longitudes de onda muy largas y bajas frecuencias (ondas de radio). Dentro de esta continuidad es posible agrupar los distintos tipos de radiación en familias de diferente comportamiento, en función de su longitud de onda. Se denomina espectro electromagnético a la sucesión de longitudes de onda de todas las radiaciones conocidas. Las familias o regiones del espectro son las siguientes: rayos cósmicos, rayos gamma, rayos X, rayos ultravioletas (UV), espectro visible, infrarrojo próximo (IRp), infrarrojo térmico (IRt), microondas y ondas de televisión y radio (UHF y VHF). (Pinilla, 2020)

Figura 2

El espectro electromagnético



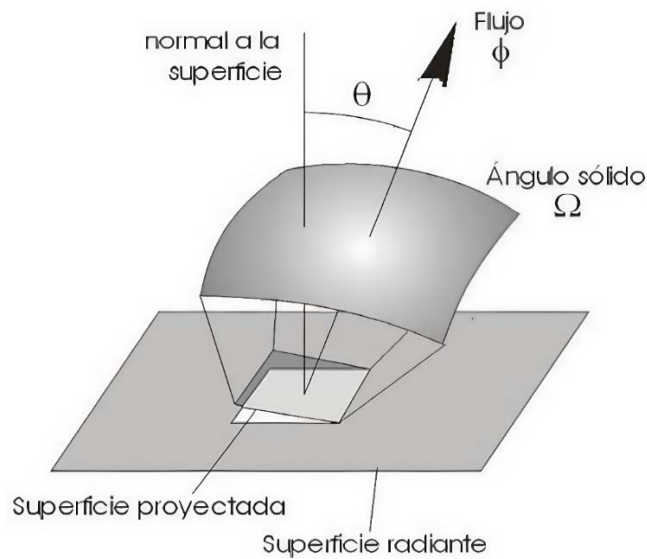
Fuente: según Pinilla, (2020)

2.2.7. Radiancia

Se define la radiancia (L) como el total de energía radiada por una superficie en una determinada dirección por unidad de área y por ángulo sólido de medida. Se mide en vatios por metro cuadrado y estereorradián. ($\text{w} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}_r^{-1}$) según (Perez & Muñoz, 2019)

Figura 3

Flujo de la radiación



Fuente: Perez & Muñoz, (2019)

2.2.8. Emisividad

La emisividad de la superficie terrestre, cuando se comparan los espectros de emisión de un cuerpo cualquiera y de un cuerpo negro a la misma temperatura se observa que la curva de emitancia correspondiente al cuerpo negro esta siempre por encima de la relativa a un cuerpo natural y que su maximo corresponde a una longitud de onda inferior. los cuerpos naturales no se corresponden con la definición de cuerpo negro su emitancia es diferente. (Sobrino, 2000)

Tabla 1

Los valores reales de la emisividad

Material	$\epsilon(8-14\mu\text{m})$	$\Delta T(\epsilon=1)$
Arena	0,8 - 0,9	15 - 6
Arcilla	0,94 - 0,98	4 - 1
Agua Vegetacion	0,97 - 0,99	2 - 0,6
Nieve	0,99	0,6

Fuente 2: Sobrino, (2000)



2.2.9. Cuerpo negro

Se llama cuerpo negro a un radiador ideal que emite la máxima potencia de radiación que puede emitir un cuerpo por unidad de área, para todas las longitudes de onda, en cada temperatura. Un cuerpo negro absorbe, igualmente, toda la energía radiante que incide sobre él, sin reflejar nada. Ningún cuerpo absorbe toda la energía incidente, pero se aproximan al cuerpo negro el negro de humo que refleja el 1% de la energía incidente, el negro de platino así como una cavidad con una pequeña abertura, a través de la cual puede entrar o salir energía radiante; de la energía radiante que penetra por la abertura, una parte es absorbida por las paredes de la cavidad, y el resto después de varias reflexiones acaba por ser absorbida, porque únicamente una parte insignificante sale por la abertura.(Ormeño, 2006)

2.2.10. Naturaleza de la radiación electromagnética

La radiación electromagnética es una forma de energía que se propaga a través del espacio mediante ondas, en las cuales los campos eléctricos y magnéticos oscilan de manera perpendicular entre sí y respecto a la dirección de propagación. Esta energía puede desplazarse incluso en el vacío a la velocidad de la luz y se presenta en un amplio espectro de longitudes de onda, que van desde las ondas de radio y microondas hasta la luz visible, los rayos X y los rayos gamma. La comprensión de la radiación electromagnética es fundamental para diversas aplicaciones en ciencia y tecnología, incluyendo la meteorología, la telecomunicación y la teledetección (Griffiths, 2017)

2.2.11. Cuencas hidrográficas

Una cuenca hidrográfica es un área delimitada por divisorias naturales



donde las aguas de lluvia, deshielo y flujos subterráneos convergen hacia un mismo punto de salida, como un río o embalse. Su dinámica depende de factores físicos y climáticos, así como de la influencia humana, y se considera un sistema integrado esencial para la gestión sostenible de los recursos hídricos (Sarker, 2025)

2.2.12. Imagen satelital

Una imagen satelital es una representación digital de la superficie terrestre obtenida mediante sensores a bordo de satélites, los cuales registran información en diferentes longitudes de onda del espectro electromagnético. Estas imágenes permiten observar y analizar características físicas, ambientales y socioeconómicas del territorio de manera precisa y a distintas escalas. Su importancia radica en que facilitan la monitorización de cambios en el uso del suelo, el seguimiento de fenómenos naturales, la planificación territorial, la gestión de recursos naturales y la toma de decisiones informadas en diversas áreas como la agricultura, la hidrología, la climatología y la conservación ambiental (Lillesand et al., 2021)



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES, EQUIPOS Y SOFTWARE

3.1.1. Materiales

Datos de reanálisis climático MERRA-2 NASA

- Series temporales de temperatura superficial terrestre de LST MERRA-2 correspondientes al periodo 2000–2019, con cobertura espacial continua sobre las cuencas Ilave, Illpa y Coata.

Datos observados de estaciones meteorológicas del SENAMHI

- Registros históricos de temperatura del aire (temperatura máxima y mínima) de estaciones ubicadas dentro y/o próximas a las cuencas de estudio, para el periodo 2000–2019.

Cartografía base

- Límites de las cuencas hidrográficas Ilave, Illpa y Coata, red hidrográfica y límites administrativos del departamento de Puno.

Modelo Digital de Elevación (DEM)

- Utilizado para la caracterización topográfica y análisis altitudinal en la comparación entre datos LST MERRA-2 y estaciones SENAMHI.

Herramientas y software

- Google Earth Engine. es una herramienta innovadora, que permite realizar



análisis geospaciales usando procesamiento de datos en la nube.

- Quantum GIS (o QGIS) es un software de código libre para plataformas GNU/Linux, Unix, Mac OS y Microsoft Windows.
- RStudio es un entorno de desarrollo integrado de código abierto para el lenguaje R, ampliamente utilizado en investigación científica por su robustez y versatilidad, que permite realizar análisis estadísticos avanzados de forma gratuita y reproducible, sin costos de licencia.

3.2. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.2.1. Ubicación geográfica

Las cuencas de los ríos Ilave, Illpa y Coata se localizan en la región altiplánica del departamento de Puno, dentro de la cuenca endorreica del lago Titicaca, la zona de investigación se extienden entre las:

3.2.1.1. Coordenadas geográficas

- 15°06'24" Latitud Sur máxima
- 17°09'00" Latitud Sur mínima
- 69°26'37" Longitud Oeste máxima
- 71°01'18" Longitud Oeste mínima

3.2.1.2. Coordenadas proyectadas

- 8328879.263 m Norte máxima
- 8103794.284 m Norte mínima
- 452326.908 m Este máximo
- 284931.904 m Este mínimo

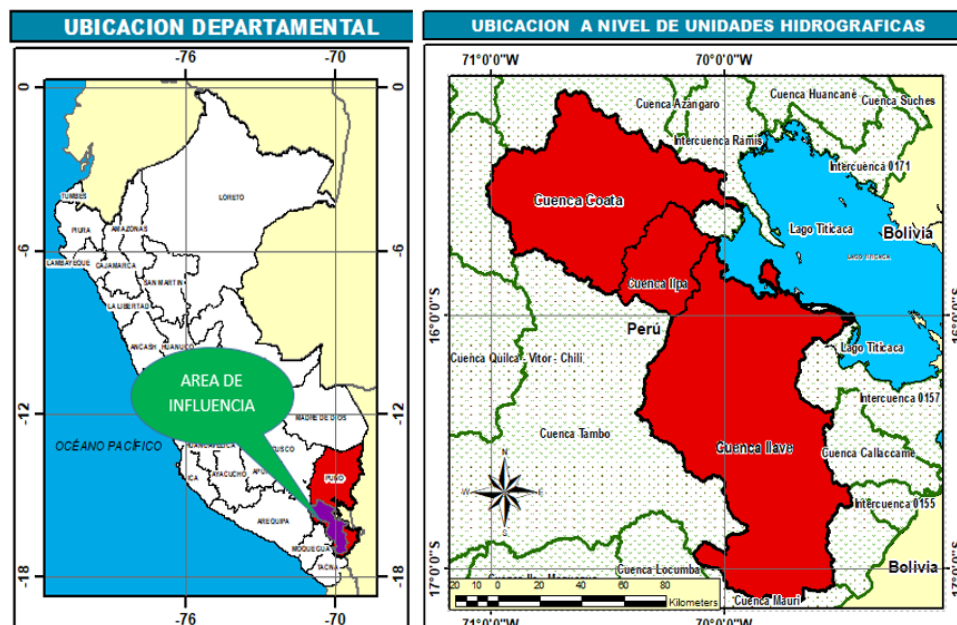
Las altitudes varían entre 3,670 y 5,570 m.s.n.m.

3.2.2. Ubicación hidrográfica

El área de estudio comprende las cuencas de los ríos Ilave, Ilpa y Coata, situadas en la región altiplánica del departamento de Puno. La cuenca Ilave, cuenta con una extensión aproximada de 7 206 km², se sitúa en la parte sur del departamento y drena sus aguas hacia el sector suroeste del lago Titicaca, específicamente en la bahía de Ilave. La cuenca Ilpa, de menor superficie, con alrededor de 1 260 km², se localiza en la zona central del departamento de Puno, vertiendo sus aguas a la bahía de Puno. Por su parte, la cuenca Coata, con una extensión cercana a 3 413 km², ocupa el sector norte del altiplano puneño y drena hacia el lago Titicaca por el sector de Coata, recibiendo aportes de áreas agrícolas e industriales de la ciudad de Juliaca.

Figura 4

Ubicación de proyecto



Nota: La imagen muestra la ubicación del proyecto



3.2.3. Clima

El clima puede entenderse como el resultado estadístico de la dinámica del sistema climático, donde interactúan la atmósfera, los océanos, la criósfera y la superficie terrestre. De acuerdo con (Trenberth, 2020), el clima refleja el equilibrio energético del sistema y su variabilidad a escalas temporales multidecadales, lo que implica que su estudio requiere series prolongadas. Asimismo, (Dessler, 2021) señala que el clima se caracteriza mediante distribuciones de frecuencia, promedios, tendencias y valores extremos de variables como temperatura, humedad, radiación y circulación atmosférica, proporcionando una descripción integral del comportamiento físico del sistema a largo plazo.

Por su parte, (Pielke, 2022) destaca que el clima representa un estado dinámico regulado por forzamientos internos y externos, naturales y antropogénicos, por lo que su análisis no se reduce a observar medias, sino también a comprender los procesos que generan variabilidad y cambios persistentes.

3.2.4. Relieve

El relieve altiplánico se caracteriza por amplias planicies elevadas interrumpidas por cordones montañosos y depresiones internas. Según (Huggett, 2020), estas superficies de gran altitud generan fuertes gradientes de temperatura y presión que condicionan la formación de microclimas locales. De acuerdo con (Summerfield, 2019), la topografía elevada modifica la radiación, la circulación del viento y la humedad disponible, creando contrastes térmicos marcados entre zonas expuestas y áreas protegidas. Asimismo, (Christopherson & Birkeland,



2022b) señalan que la combinación de altitud, pendientes y orientación solar produce microambientes térmicos diferenciados, propios de regiones altoandinas como el altiplano.

3.2.5. Cartografía

La cartografía de cuencas es fundamental para analizar la distribución espacial de la temperatura y la generación de microclimas dentro de un sistema hidrológico. Según (Barry & Chorley, 2020), la configuración topográfica de una cuenca, pendientes, altitud y orientación influye directamente en los gradientes térmicos y en la variabilidad climática local.

Por su parte, (Geiger et al., 2021) señalan que la delimitación precisa mediante SIG permite identificar zonas con distintos regímenes térmicos, ya que los cambios en elevación y exposición solar generan microambientes cálidos, fríos o intermedios. Asimismo, (Christopherson & Birkeland, 2022) destacan que la cartografía de relieve y drenaje es clave para entender cómo la morfología de la cuenca modula la radiación, el flujo de aire y la humedad, factores determinantes en la formación de microclimas.

3.3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.3.1. Diseño de investigación

El diseño de investigación que se utilizara es no experimental, ya que se recolecto la información histórica registrada de las estaciones meteorológicas y la obtención de datos de la temperatura diario satelital mediante la plataforma de Nasa de los sensores satelitales que se ha venido registrando desde el año 2000 al 2019 del área de estudio.



3.3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada, porque se basa en el uso de las nuevas tecnologías modernas para analizar la correlación de la temperatura del aire con datos de temperatura satelital en el entorno del área de estudio de la cuenca Ilave, Illpa y Coata en el departamento de Puno.

3.3.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación es correlacional porque busca medir el grado de relación existente entre la temperatura del aire y los datos de temperatura satelital históricas del área de estudio.

3.3.4. Enfoque de la investigación

El presente trabajo de investigación adopta un enfoque cuantitativo, dado que se recopilaron datos numéricos en el trabajo de campo y gabinete, los cuales fueron analizados con el propósito de verificar la hipótesis de la investigación.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO

3.4.1. Población

En el presente proyecto de investigación, la población está conformada por la temperatura del aire y los datos de temperatura satelital establecidos a nivel dentro de las cuencas antes mencionadas, ya que sus datos ofrecen las condiciones adecuadas para un mejor análisis del proyecto.

3.4.2. Muestra

La muestra en este estudio son las 14 estaciones meteorológicas histórico que se encuentran dentro de la cuenca de Ilave, Illpa y Coata del departamento de

Puno entre los periodos de 2000 al 2019.

3.4.3. Variables de la investigación

- Variable dependiente : Temperatura observada por el SENAMHI
- Variable independiente : Temperatura superficial terrestres LST MERRA
– 2 satelital

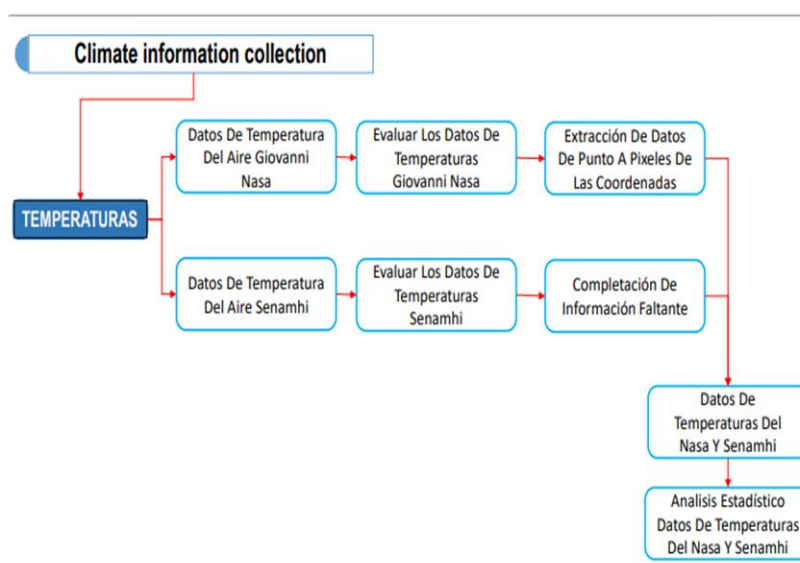
3.5. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

3.5.1. Diagrama del flujo metodológico.

A través de este esquema es posible visualizar la lógica del procedimiento aplicado, permitiendo comprender cómo cada fase se articula con las demás para alcanzar los objetivos planteados. Además, facilita la reproducibilidad del estudio y brinda una guía estructurada de las técnicas empleadas en el tratamiento de la información en función a los principios de la investigación aplicada.

Figura 5

Flujo metodológico del proyecto



Nota: Esquema metodológico de la investigación.

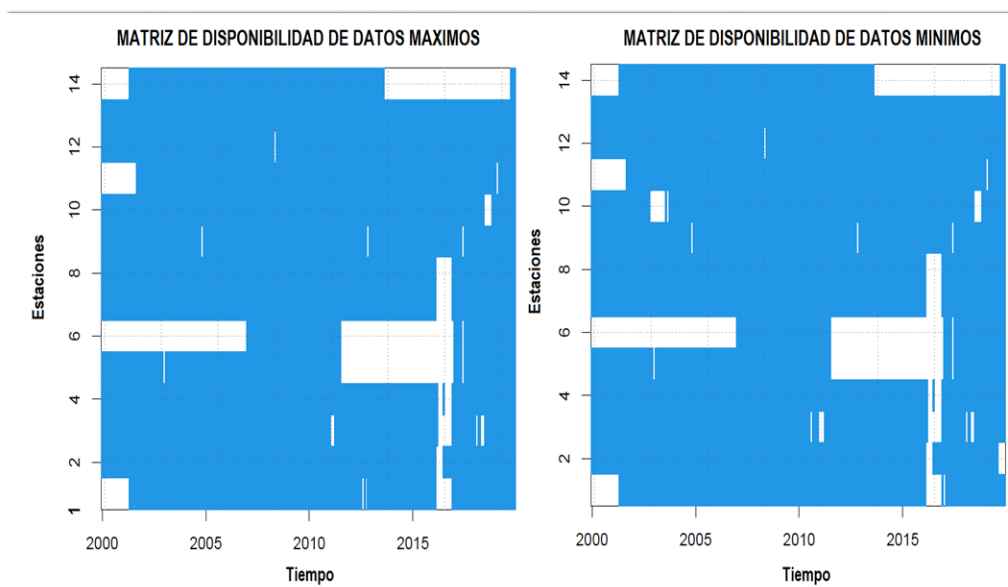
3.6. METODOLOGÍA PARA EL PRIMER OBJETIVO ESPECÍFICO

3.6.1. Obtención y análisis de datos meteorológicos observados

Los datos meteorológicos proporcionados por el SENAMHI presentan variaciones en su nivel de completitud a lo largo del periodo analizado. Si bien varias estaciones registran series relativamente continuas, otras muestran interrupciones, vacíos temporales o periodos con información insuficiente, principalmente asociados a fallas instrumentales, cambios operativos o discontinuidades en la transmisión de datos. Estas características hacen necesaria una evaluación previa de la disponibilidad real de cada variable, a fin de determinar su confiabilidad y aplicar, cuando corresponde, métodos de imputación que permitan asegurar la consistencia y utilidad de la información para los objetivos de la investigación.

Figura 6

Gráfico de disponibilidad de datos máximos y mínimos de temperatura del aire



Nota: En el gráfico se muestra la existencia varias estaciones sin registro de datos máximos y mínimos.

3.6.2. Completación de datos faltantes

Los registros meteorológicos proporcionados por el SENAMHI presentan periodos con datos ausentes, los cuales suelen deberse a fallas instrumentales, interrupciones en la transmisión o actividades de mantenimiento de las estaciones. Tales vacíos pueden comprometer la continuidad y la validez estadística de las series temporales, razón por la cual es necesario aplicar procedimientos de completación (Wilks, 2011). Se debe de realizar un análisis de homogeneidad previo a la completación de datos se efectuó mediante el Standard Normal Homogeneity Test (SNHT), reconocido en manuales modernos de climatología aplicada. Diversos autores, como (Wilks, 2011) y Peterson et al.,(2020), recomiendan el uso de pruebas de homogeneidad para garantizar que la imputación se realice sobre series climatológicas estables.

3.6.3. Standard normal homogeneity test tipo 2 (SNHT-2)

El análisis de homogeneidad se realizó con el SNHT-2, método que compara la serie objetivo con una serie de referencia formada por estaciones altamente correlacionadas. Esta aproximación relativa permite eliminar la variabilidad climática regional y detectar rupturas artificiales, tal como destacan Lindau & Venema, (2020). Previamente, la serie se normalizó mediante:

$$Z_t = \frac{x_t - \mu_R}{\sigma_R}$$

donde:

- x_t : valor de la estación objetivo,
- μ_R : media del periodo coincidente de la referencia,
- σ_R : desviación estándar de la referencia.

Según Menne & Williams, (2019), esta normalización es la principal ventaja del método, pues reduce la influencia de la estacionalidad, la topografía y microclimas. La estadística de ruptura se evaluó mediante:

$$T_k = \frac{k(\bar{z}_1 - \bar{z})^2 + (n - k)(\bar{z}_2 - \bar{z})^2}{s_z^2}$$

El valor máximo de T_k indica el punto de mayor evidencia de inhomogeneidad.

Estudios recientes, como los de Szentimrey, (2020) y Chimani et al., (2023), confirman que el SNHT-2 continúa siendo uno de los métodos más robustos para detectar rupturas en series de temperatura.

3.7. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN SATELITAL

3.7.1. Descarga de datos de temperatura satelital LST MERRA-2

Los datos fueron obtenidos de forma gratuita para el periodo 2000–2019, tomando como referencia cada una de las estaciones meteorológicas utilizadas en el estudio. Este conjunto corresponde al producto satelital de LST de reanálisis MERRA-2 se realiza mediante el portal NASA GIOVANNI, que permite extraer series temporales y recortes espaciales de forma directa. Según Bosilovich et al.,(2015) y Gelaro et al.,(2017), el producto LST T2M de MERRA-2 es generado mediante la asimilación híbrida GSI dentro del modelo GEOS-5, proporcionando un registro continuo desde 1980. Para obtener los datos, el usuario debe ingresar a GIOVANNI, seleccionar la colección MERRA-2 Single-Level Diagnostics, elegir la variable Temperatura a 2 metros (T2M), definir el periodo requerido en formato diario, delimitar el área de estudio mediante coordenadas de las estaciones

meteorológicas o selección en el mapa y ejecutar la solicitud. Finalmente, los datos pueden descargarse en NetCDF, CSV o GeoTIFF, asegurando verificar el tipo de promedio diario disponible y los metadatos del producto para su correcta análisis e interpretación.

Tabla 2

Características esenciales del reanálisis MERRA-2 NASA

Características	Descripcion esencial
Periodo temporal	1980 - actualidad
resolucion espacial	0.5° x 0.625°
resolucion temporal	Horaria y cada 3 horas
Modelo base	GEOS-5
asimilacion de datos	Incluye aerosoles y multiples satelites

Nota: Elaboración propia resumen de las características *más importantes* de MERRA-2 según (Gelaro et al., 2017)

3.8. METODOLOGÍA PARA EL SEGUNDO OBJETIVO ESPECÍFICO

3.8.1. Base de datos meteorológicos observados

3.8.1.1. Preparación de la base de datos del SENAMHI

Antes de aplicar el clusterizacion, se organizan las series de datos y se verifican que los datos estén completos. Para evaluar similitud entre estaciones, Wilks, (2011) indica que se deben utilizar periodos comunes completos para no sesgar los cálculos.

Tabla 3

Características de las estaciones meteorológicas

N°	Codigo	Estacion meteorologica	Longitud (°)	Latitud (°)	Altitud (msnm)
1	117041	Capazo	-69.7391	-17.1827	4423.00
2	116060	Desaguadero	-69.0368	-16.5633	3833.00
3	116027	Ilave	-69.6404	-16.0599	3874.00
4	116061	Juli	-69.4599	-16.2038	3830.00
5	116033	Laraqueri	-70.0459	-16.1360	3939.00
6	115051	Mañazo	-70.3395	-15.7994	3931.00
7	116026	Mazo_Cruz	-69.7154	-16.7389	3980.00
8	116029	Pizacoma	-69.3695	-16.9043	3930.00
9	100110	Puno	-70.0121	-15.8263	3825.00
10	114058	Crucero	-70.0238	-14.3626	4131.00
11	115138	Juliaca	-70.1667	-15.4667	3828.00
12	100081	Lampa	-70.3708	-15.3569	3929.00
13	115027	Pampahuta	-70.6761	-15.4838	4292.00
14	115140	Santa_lucia	-70.3557	-15.4139	4045.00

Nota: en la tabla se muestra las 14 estaciones meteorológicas de la investigación

3.8.1.2. Normalización de la base de datos

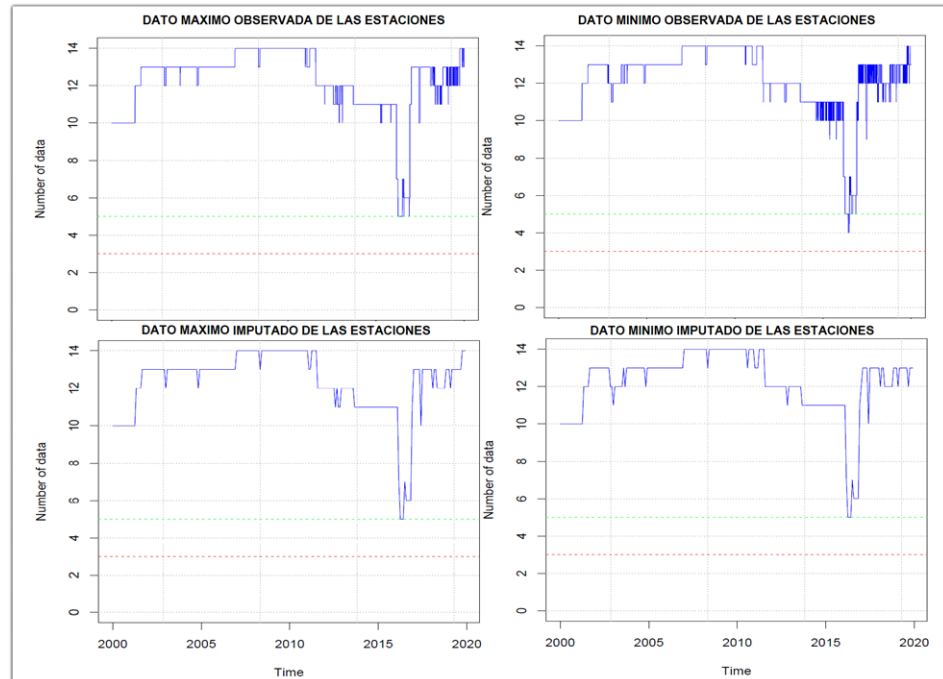
Previo al análisis de agrupamiento, las series se estandarizan para evitar el sesgo por diferencias de escala entre estaciones. Se aplica la estandarización Z_{ij} :

$$Z_{ij} = \frac{x_{ij} - \mu_j}{\sigma_j}$$

Donde $X_{i,j}$ es la temperatura registrada, μ_j la media y σ_j la desviación estándar de cada estación (Wilks, 2011) destaca que esta normalización mejora la estabilidad de métodos multivariados en climatología.

Figura 7

Consistencia temporal de las observaciones de temperatura del aire en las estaciones con registros incompletos.



Nota: El análisis del gráfico evidencia que la serie de datos incompleto y completados.

3.8.1.3. Matriz de distancias

Para medir similitud entre estaciones se utiliza la distancia euclidiana, recomendada por Hastie et al., (2021) para series climatológicas estandarizadas:

$$d_{AB} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (Z_{i,A} - Z_{i,B})^2}$$

Esta métrica permite caracterizar cuán similares son las variaciones térmicas entre dos estaciones a lo largo del periodo analizado.

3.8.1.4. Método de clusterización

La clusterización se emplea para identificar grupos de estaciones con comportamientos térmicos similares, lo que permite analizar patrones espaciales de variabilidad climática y respaldar procesos posteriores como regionalización, validación cruzada o evaluación de consistencia. De acuerdo con Hastie et al., (2021) y James et al., (2023), los métodos de agrupamiento jerárquico son adecuados cuando se busca interpretar relaciones estructurales entre series climatológicas.

3.8.1.5. Método de agrupamiento (clusterización jerárquica)

Se aplica el algoritmo jerárquico Wards Method, el cual minimiza la varianza interna dentro de cada conglomerado. Según (Murtagh et al., 2014) este método es uno de los más robustos para datos ambientales.

El criterio de Ward se basa en minimizar:

$$\Delta ESS = \sum_{k=1}^K \sum_{i \in C_k} (z_i - \bar{z}_{C_k})^2$$

Donde: C_k representa cada cluster y Z_{C_k} su media.

La salida del método es un dendrograma, estructura que muestra cómo se fusionan los grupos a diferentes niveles de similitud (James et al., 2023).

3.8.1.6. Selección del número óptimo de clusters

Para determinar el número adecuado de conglomerados se emplea el índice de silhouette, ampliamente utilizado en climatología por su

estabilidad Rousseeuw, (2021):

$$S_{(i)} = \frac{b(i) - \alpha(i)}{\max(\alpha(i), b(i))}$$

donde:

- $a(i)$ = cohesión interna del cluster
- $b(i)$ = separación respecto al cluster vecino
- Un valor promedio $S > 0.5$ indica agrupamientos bien definidos.

Según Kodinariya & Makwana, (2021) destacan el Silhouette como el mejor indicador para validar clusterización en climatología.

Tabla 4

Interpretación del índice Silhouette

Rango del índice Silhouette (S)	Interpretación	Descripción
$S > 0.5$	Estructura fuerte	Los clústeres están bien formados, compactos y claramente separados.
$0.25 \leq S \leq 0.50$	Estructura moderada	Los clústeres presentan separación aceptable, aunque con cierta superposición.
$0.0 \leq S < 0.25$	Estructura débil	Los clústeres no muestran una separación clara; posible solapamiento o mala asignación.
$S < 0.0$	Agrupamiento incorrecto	Los objetos están probablemente asignados al clúster equivocado.

Nota: Interpretaciones del índice Silhouette propuestas por (Kodinariya & Makwana, 2021).

3.8.1.7. Cálculo de la similitud entre estaciones meteorológicas

La similitud entre las series de dos estaciones se mide mediante el coeficiente de correlación de Pearson, ampliamente utilizado en análisis climatológicos.

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}) (Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

Wilks, (2011) señala que una correlación alta indica que ambas estaciones responden de manera similar a las variaciones meteorológicas regionales.

3.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.9.1. Coeficiente correlación (R)

La correlación de Pearson, formulada por Karl Pearson (1895), constituye una de las medidas estadísticas más empleadas para evaluar la relación lineal entre dos variables cuantitativas. Este coeficiente resume en un solo valor la intensidad y dirección del vínculo lineal entre las variables, expresándose en una escala estandarizada que varía entre -1 y 1 (Wasserman, 2018). Así, valores cercanos a 1 o -1 indican una asociación lineal fuerte, mientras que valores próximos a 0 señalan ausencia de relación lineal apreciable.

La formulación moderna del coeficiente de correlación lineal se expresa como James et al., (2021):

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}) (Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

Donde:

- x_i : valores individuales de la variable X.
- y_i : valores individuales de la variable Y.
- \bar{x} : media de la variable X.
- \bar{y} : media de la variable Y.
- n: número total de observaciones.

Tabla 5

Clasificación de niveles de correlación.

Valor de r	Nivel de correlación	Interpretación
0.00 – 0.09	Insignificante	Sin relación lineal relevante
0.10 – 0.29	Baja	Relación lineal débil
0.30 – 0.49	Moderada	Relación lineal definida
0.50 – 0.69	Fuerte	Asociación lineal consistente
0.70 – 0.89	Muy fuerte	Asociación lineal robusta
0.90 – 1.00	Casi perfecta	Asociación lineal prácticamente exacta

Nota: De acuerdo con la guía de (Schober et al., 2018).

3.9.2. Coeficiente de determinación (R^2)

En la evaluación del ajuste de un modelo, el R^2 permite cuantificar qué proporción de la variabilidad de los datos observados es explicada por los datos simulados. Montgomery et al., (2021) destacan que R^2 es un indicador

fundamental del desempeño del modelo, mientras que Hair et al., (2022) resaltan su utilidad para valorar la capacidad predictiva en análisis ambientales y se emplean la siguiente expresión matemática:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum(O_i - S_i)^2}{\sum(O_i - \bar{O})^2}$$

donde:

- O_i : valores observados,
- S_i : valores simulados o estimados,
- \bar{O} : media de los valores observados.

Tabla 6

Rangos de interpretación del coeficiente de determinación R^2

Rango de R^2	Interpretación	Significado
$R^2 \geq 0.80$	Ajuste muy fuerte	El modelo representa con alta precisión la variabilidad observada.
0.60–0.79	Ajuste fuerte	Captura adecuadamente la mayoría de los patrones observados.
0.40–0.59	Ajuste moderado	Reproduce parcialmente la variabilidad, con errores evidentes.
0.20–0.39	Ajuste débil	Explica solo una fracción limitada de la variabilidad.
$R^2 < 0.20$	Ajuste muy débil	El modelo tiene escasa capacidad explicativa.

Nota: En la tabla se muestra el estándar más aceptado en modelación ambiental e hidrológica proviene de Moriasi et al. (2007)

3.9.3. Análisis de varianza (ANOVA)

Es una técnica estadística inferencial ampliamente utilizada en investigaciones cuantitativas para evaluar la existencia de diferencias

estadísticamente significativas entre las medias de dos o más grupos independientes, mediante la comparación de la variabilidad atribuible a un factor con la variabilidad aleatoria inherente a los datos (Hair et al., 2021). De acuerdo con Field (2018), el ANOVA constituye una extensión de la prueba t de Student, diseñada para evitar el incremento del error Tipo I que ocurre cuando se realizan múltiples comparaciones bivariadas de medias. Por esta razón, el ANOVA es considerado un método robusto y eficiente para el análisis simultáneo de varios grupos.

- **Estadístico F de Fisher**

La comparación entre ambas fuentes de variabilidad se realiza mediante el estadístico F, definido como la razón entre la varianza media entre grupos y la varianza media dentro de los grupos:

$$F = \frac{CM_{entre\ grupos}}{CM_{dentro\ de\ los\ grupos}}$$

Según Kutner et al., (2020), valores elevados del estadístico F indican que la variabilidad explicada por el factor es mayor que la variabilidad atribuida al azar, lo que respalda el rechazo de la hipótesis nula.

- **Grados de libertad**

Representan la cantidad de información independiente disponible para estimar un parámetro estadístico o calcular un estadístico de prueba. En esencia, indican cuántos valores pueden variar libremente sin violar las restricciones del modelo estadístico (Kutner et al., 2020).

En el contexto del ANOVA, los grados de libertad se dividen en:



- gl entre grupos: relacionados con el número de grupos analizados
- gl dentro de los grupos: asociados al tamaño total de la muestra

Según Montgomery et al., (2020), los grados de libertad son fundamentales porque determinan la forma de la distribución F y, por tanto, influyen directamente en el cálculo del p-valor y en la toma de decisiones inferenciales.

- **p-valor**

es una medida estadística que indica la probabilidad de obtener un resultado igual o más extremo que el observado, asumiendo que la hipótesis nula (H_0) es verdadera. En términos prácticos, el p-valor cuantifica la evidencia empírica en contra de la hipótesis nula (Wasserstein et al., 2019).

Un p-valor pequeño sugiere que los resultados observados difícilmente se explican por el azar, lo que conduce al rechazo de H_0 . En la investigación científica, es común utilizar un nivel de significancia $\alpha = 0,05$, de modo que:

- $p \geq 0,05$: no se rechaza H_0
- $p < 0,05$: se rechaza H_0

Autores recientes enfatizan que el p-valor debe interpretarse como una medida de evidencia estadística y no como la probabilidad de que la hipótesis sea verdadera o falsa (Wasserstein et al., 2019).



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Determinar la correlación de los datos de la temperatura del aire y los datos de LST satelitales en las cuencas de Ilave, Illpa y Coata

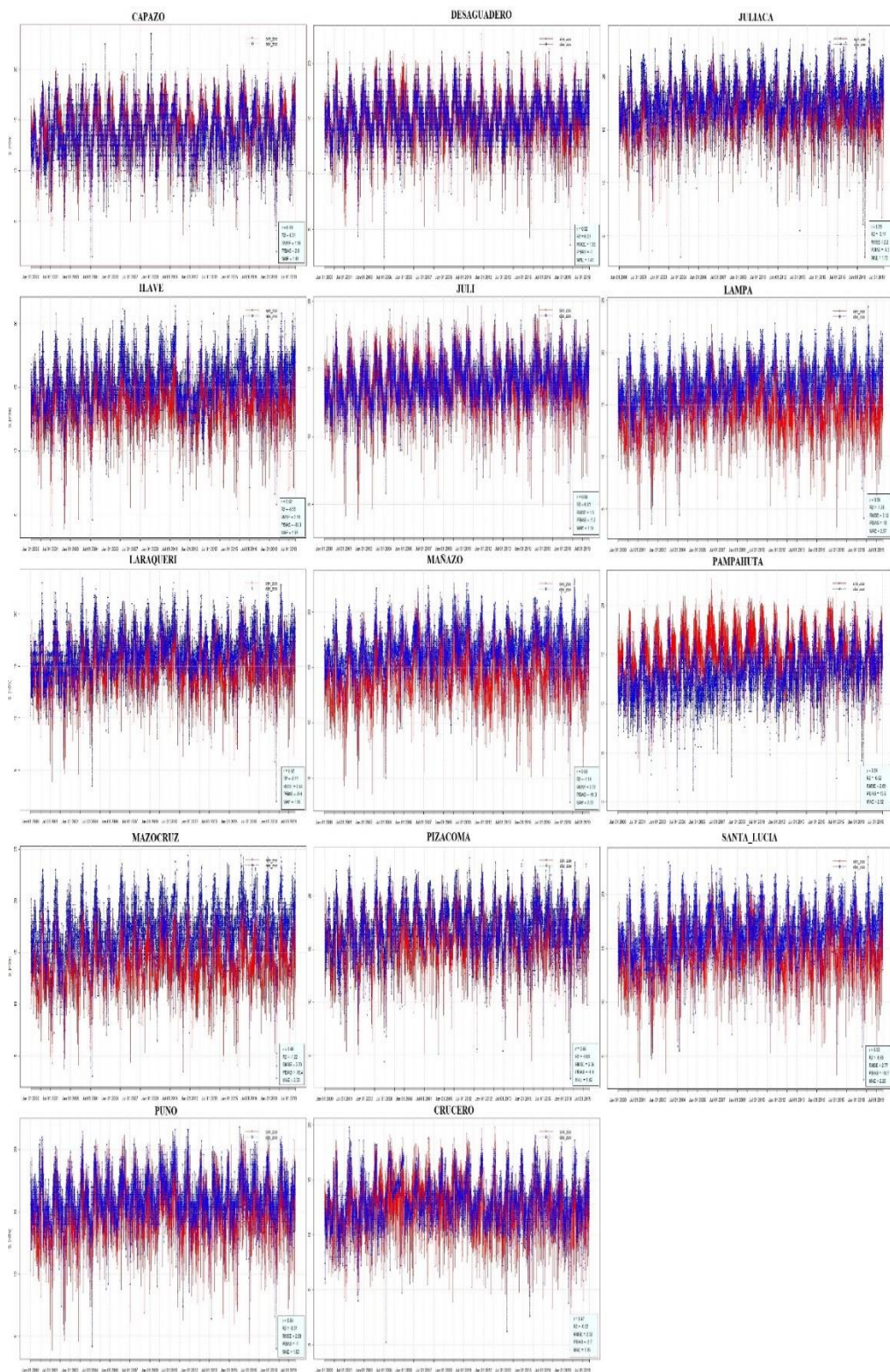
Según los resultados del análisis estadístico evidencian de manera consistente la existencia de una relación positiva, moderada y altamente significativa entre ambas variables a lo largo del periodo de estudio comprendido entre los años 2000 y 2019. Previamente al análisis de correlación, se aplicaron pruebas de normalidad a las variables OBS_MAX, OBS_MIN, LST_MAX y LST_MIN, cuyos resultados indicaron que los datos no siguen una distribución normal ($p < 0,05$); en consecuencia, se empleó el coeficiente de correlación de Spearman, método no paramétrico ampliamente recomendado para el análisis de relaciones monotónicas entre variables climáticas con comportamiento no normal. Los coeficientes de correlación obtenidos presentaron valores que oscilaron aproximadamente entre 0,52 y 0,70, tanto para las temperaturas máximas como mínimas, lo cual indica una asociación directa de magnitud moderada entre la temperatura del aire registrada por estaciones meteorológicas y la LST derivada de sensores satelitales. Asimismo, los p-valores fueron inferiores a 0,05 en la totalidad de los casos analizados, siendo en la mayoría de los análisis cercanos a cero, lo que confirma con un alto nivel de confianza estadística que la relación observada no es producto del azar. De manera adicional, la consistencia de los resultados se mantuvo al evaluar la correlación en diferentes escalas temporales, incluyendo análisis anuales, estacionales y mensuales, lo que demuestra que la



relación entre la temperatura del aire y la LST es estable a lo largo del tiempo y no se encuentra significativamente condicionada por la variabilidad estacional del clima en las cuencas altoandinas estudiadas. Este comportamiento sugiere que la temperatura superficial terrestre responde de forma coherente a las variaciones térmicas de la atmósfera cercana a la superficie, reflejando los procesos de intercambio de energía entre el suelo y el aire. En términos generales, los resultados confirman que a medida que la temperatura del aire aumenta, se incrementa también la LST registrada por los sensores satelitales, evidenciando una correspondencia térmica robusta entre ambas variables. En consecuencia, la LST satelital se consolida como un indicador confiable, consistente y científicamente válido para representar la variabilidad espacial y temporal de la temperatura del aire en las cuencas de Ilave, Illpa y Coata, constituyéndose en una herramienta de gran utilidad para el análisis climático y ambiental en regiones con limitada cobertura de estaciones meteorológicas, así como para el soporte técnico de estudios hidrológicos, de cambio climático y de gestión de recursos hídricos en el ámbito altoandino.

Figura 8

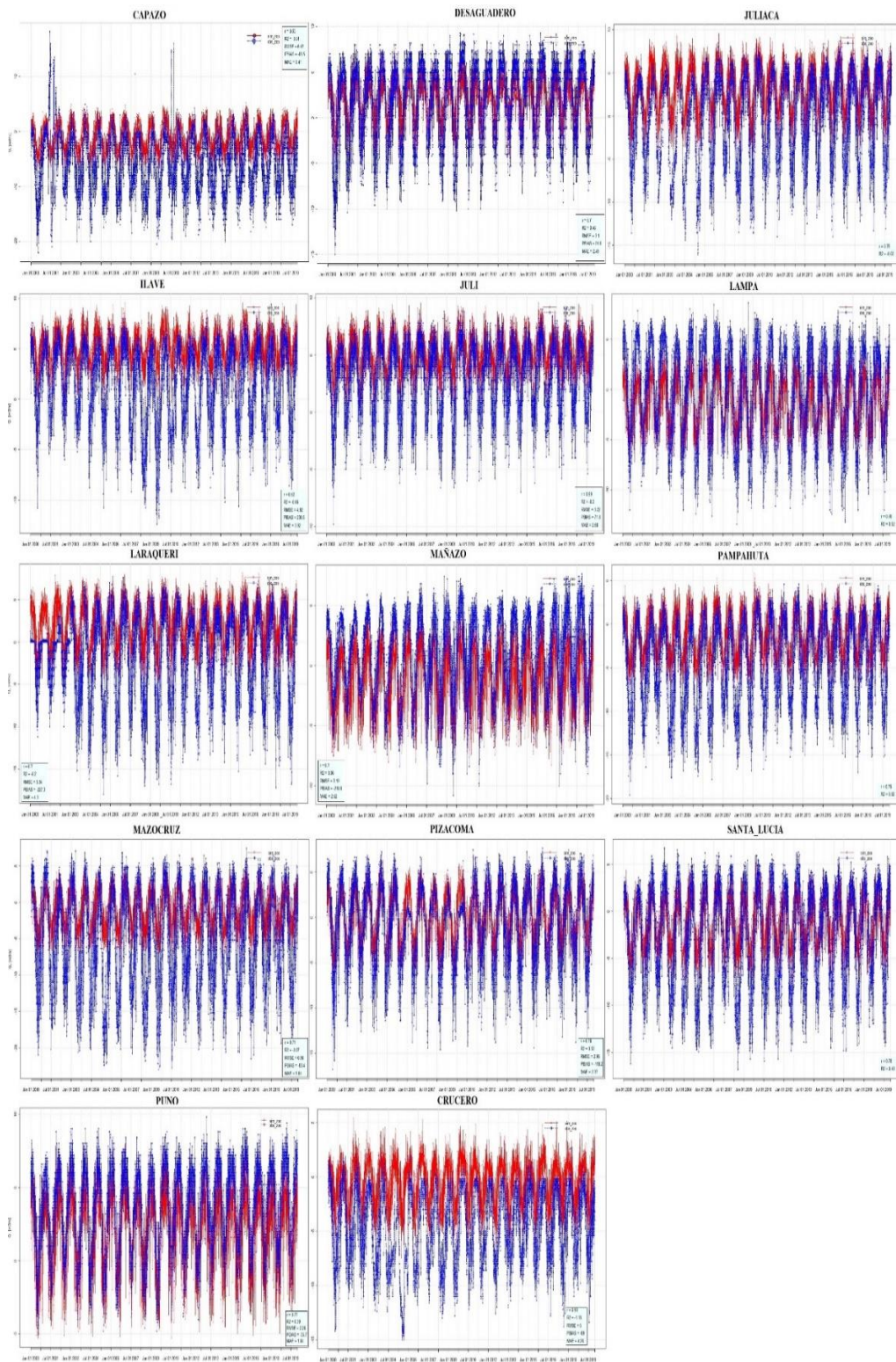
Correlación de series de tiempo para temperatura máxima



Nota: Observada vs simulada

Figura 9

Correlación de series de tiempo para temperatura mínima



Nota: Observada vs simulada

Tabla 7

Resultados de indicadores estadísticos anuales máximo y mínimo

N°	Año	X	Y	n	Metodo	correlacion	p_value	P_norm_x	P_norm_y
1	2000	OBS_MAX	LST_MAX	3108	spearman	0.583	< 0.001	2.28E-04	4.59E-04
2	2000	OBS_MIN	LST_MIN	3108	spearman	0.701	< 0.001	3.70E-24	3.70E-24
3	2001	OBS_MAX	LST_MAX	3094	spearman	0.622	< 0.001	4.90E-08	3.33E-13
4	2001	OBS_MIN	LST_MIN	3094	spearman	0.610	< 0.001	3.70E-24	3.70E-24
5	2002	OBS_MAX	LST_MAX	3094	spearman	0.591	< 0.001	1.24E-05	1.33E-15
6	2002	OBS_MIN	LST_MIN	3094	spearman	0.701	< 0.001	3.70E-24	3.15E-22
7	2003	OBS_MAX	LST_MAX	3094	spearman	0.603	< 0.001	7.61E-05	6.14E-07
8	2003	OBS_MIN	LST_MIN	3094	spearman	0.691	< 0.001	3.70E-24	3.70E-24
9	2004	OBS_MAX	LST_MAX	3108	spearman	0.645	< 0.001	1.44E-06	1.66E-04
10	2004	OBS_MIN	LST_MIN	3108	spearman	0.696	< 0.001	3.70E-24	3.70E-24
11	2005	OBS_MAX	LST_MAX	3094	spearman	0.554	< 0.001	8.23E-15	3.51E-02
12	2005	OBS_MIN	LST_MIN	3094	spearman	0.717	< 0.001	3.70E-24	3.70E-24
13	2006	OBS_MAX	LST_MAX	3094	spearman	0.550	< 0.001	1.29E-05	1.96E-01
14	2006	OBS_MIN	LST_MIN	3094	spearman	0.731	< 0.001	3.70E-24	3.70E-24
15	2007	OBS_MAX	LST_MAX	3094	spearman	0.519	< 0.001	9.08E-10	9.51E-03
16	2007	OBS_MIN	LST_MIN	3094	spearman	0.686	< 0.001	3.70E-24	8.18E-20
17	2008	OBS_MAX	LST_MAX	3108	spearman	0.522	< 0.001	2.14E-06	3.20E-07
18	2008	OBS_MIN	LST_MIN	3108	spearman	0.667	< 0.001	3.70E-24	3.70E-24
19	2009	OBS_MAX	LST_MAX	3094	spearman	0.543	< 0.001	6.58E-08	1.94E-05
20	2009	OBS_MIN	LST_MIN	3094	spearman	0.715	< 0.001	3.70E-24	3.70E-24
21	2010	OBS_MAX	LST_MAX	3094	spearman	0.533	< 0.001	2.87E-06	1.54E-04
22	2010	OBS_MIN	LST_MIN	3094	spearman	0.649	< 0.001	3.70E-24	3.36E-16
23	2011	OBS_MAX	LST_MAX	3094	spearman	0.571	< 0.001	5.68E-03	1.90E-11
24	2011	OBS_MIN	LST_MIN	3094	spearman	0.666	< 0.001	3.70E-24	3.96E-22
25	2012	OBS_MAX	LST_MAX	3108	spearman	0.568	< 0.001	3.45E-04	1.27E-14
26	2012	OBS_MIN	LST_MIN	3108	spearman	0.681	< 0.001	3.70E-24	3.70E-24
27	2013	OBS_MAX	LST_MAX	3094	spearman	0.641	< 0.001	3.62E-06	1.73E-09
28	2013	OBS_MIN	LST_MIN	3094	spearman	0.685	< 0.001	3.70E-24	3.70E-24
29	2014	OBS_MAX	LST_MAX	3094	spearman	0.528	< 0.001	1.41E-17	6.71E-09
30	2014	OBS_MIN	LST_MIN	3094	spearman	0.671	< 0.001	3.70E-24	2.45E-19
31	2015	OBS_MAX	LST_MAX	3094	spearman	0.570	< 0.001	5.23E-09	3.70E-24
32	2015	OBS_MIN	LST_MIN	3094	spearman	0.687	< 0.001	3.70E-24	1.04E-17
33	2016	OBS_MAX	LST_MAX	3108	spearman	0.522	< 0.001	3.23E-06	3.78E-05
34	2016	OBS_MIN	LST_MIN	3108	spearman	0.743	< 0.001	3.70E-24	3.70E-24
35	2017	OBS_MAX	LST_MAX	3094	spearman	0.575	< 0.001	6.21E-03	9.13E-08
36	2017	OBS_MIN	LST_MIN	3094	spearman	0.657	< 0.001	3.70E-24	6.91E-15
37	2018	OBS_MAX	LST_MAX	3094	spearman	0.580	< 0.001	3.70E-24	8.66E-09
38	2018	OBS_MIN	LST_MIN	3094	spearman	0.667	< 0.001	3.70E-24	3.43E-21
39	2019	OBS_MAX	LST_MAX	3094	spearman	0.545	< 0.001	8.83E-16	2.31E-11
40	2019	OBS_MIN	LST_MIN	3094	spearman	0.675	< 0.001	3.70E-24	3.70E-24

Nota: elaboración propia

Tabla 8

Resultados de indicadores estadísticos estacional máximo y mínimo

N°	Estacion	X	Y	n	Metodo	correlacion	p_value	P_norm_x	P_norm_y
1	Invierno	OBS_MAX	LST_MAX	15680	spearman	0.56	< 0.001	3.70E-24	3.70E-24
2	Invierno	OBS_MIN	LST_MIN	15680	spearman	0.53	< 0.001	3.70E-24	3.70E-24
3	Otoño	OBS_MAX	LST_MAX	15680	spearman	0.51	< 0.001	3.70E-24	3.70E-24
4	Otoño	OBS_MIN	LST_MIN	15680	spearman	0.66	< 0.001	3.70E-24	3.70E-24
5	Primavera	OBS_MAX	LST_MAX	15400	spearman	0.57	< 0.001	3.70E-24	3.70E-24
6	Primavera	OBS_MIN	LST_MIN	15400	spearman	0.60	< 0.001	3.70E-24	3.70E-24
7	Verano	OBS_MAX	LST_MAX	15190	spearman	0.54	< 0.001	6.71E-20	7.79E-13
8	Verano	OBS_MIN	LST_MIN	15190	spearman	0.52	< 0.001	3.70E-24	3.70E-24

Nota: elaboración propia

Tabla 9

Resultados de indicadores estadísticos mensual máximo y mínimo

N°	Mes	X	Y	n	Metodo	correlacion	p_value	P_norm_x	P_norm_y
1	Enero	OBS_MAX	LST_MAX	5320	spearman	0.55	< 0.001	1.97E-10	3.14E-05
1	Enero	OBS_MIN	LST_MIN	5320	spearman	0.51	< 0.001	3.70E-24	1.07E-23
2	Febrero	OBS_MAX	LST_MAX	4550	spearman	0.53	< 0.001	5.93E-19	3.72E-07
2	Febrero	OBS_MIN	LST_MIN	4550	spearman	0.53	< 0.001	3.70E-24	3.70E-24
3	Marzo	OBS_MAX	LST_MAX	5320	spearman	0.53	< 0.001	8.85E-22	1.98E-17
3	Marzo	OBS_MIN	LST_MIN	5320	spearman	0.56	< 0.001	3.70E-24	8.43E-19
4	Abril	OBS_MAX	LST_MAX	5040	spearman	0.52	< 0.001	3.70E-24	1.92E-07
4	Abril	OBS_MIN	LST_MIN	5040	spearman	0.57	< 0.001	3.70E-24	4.02E-24
5	Mayo	OBS_MAX	LST_MAX	5320	spearman	0.53	< 0.001	3.70E-24	3.70E-24
5	Mayo	OBS_MIN	LST_MIN	5320	spearman	0.56	< 0.001	1.20E-20	3.70E-24
6	Junio	OBS_MAX	LST_MAX	5040	spearman	0.53	< 0.001	3.70E-24	3.70E-24
6	Junio	OBS_MIN	LST_MIN	5040	spearman	0.52	< 0.001	2.20E-10	3.70E-24
7	Julio	OBS_MAX	LST_MAX	5320	spearman	0.56	< 0.001	3.70E-24	3.70E-24
7	Julio	OBS_MIN	LST_MIN	5320	spearman	0.51	< 0.001	3.70E-24	3.70E-24
8	Agosto	OBS_MAX	LST_MAX	5320	spearman	0.56	< 0.001	3.70E-24	3.70E-24
8	Agosto	OBS_MIN	LST_MIN	5320	spearman	0.54	< 0.001	3.70E-24	3.70E-24
9	Setiembre	OBS_MAX	LST_MAX	5040	spearman	0.56	< 0.001	3.70E-24	3.70E-24
9	Setiembre	OBS_MIN	LST_MIN	5040	spearman	0.57	< 0.001	3.70E-24	3.70E-24
10	Octubre	OBS_MAX	LST_MAX	5320	spearman	0.55	< 0.001	3.70E-24	3.70E-24
10	Octubre	OBS_MIN	LST_MIN	5320	spearman	0.57	< 0.001	3.70E-24	7.58E-23
11	Noviembre	OBS_MAX	LST_MAX	5040	spearman	0.53	< 0.001	1.05E-22	3.70E-24
11	Noviembre	OBS_MIN	LST_MIN	5040	spearman	0.59	< 0.001	3.70E-24	3.01E-20
12	Diciembre	OBS_MAX	LST_MAX	5320	spearman	0.51	< 0.001	1.10E-14	2.11E-08
12	Diciembre	OBS_MIN	LST_MIN	5320	spearman	0.52	< 0.001	3.70E-24	3.70E-24



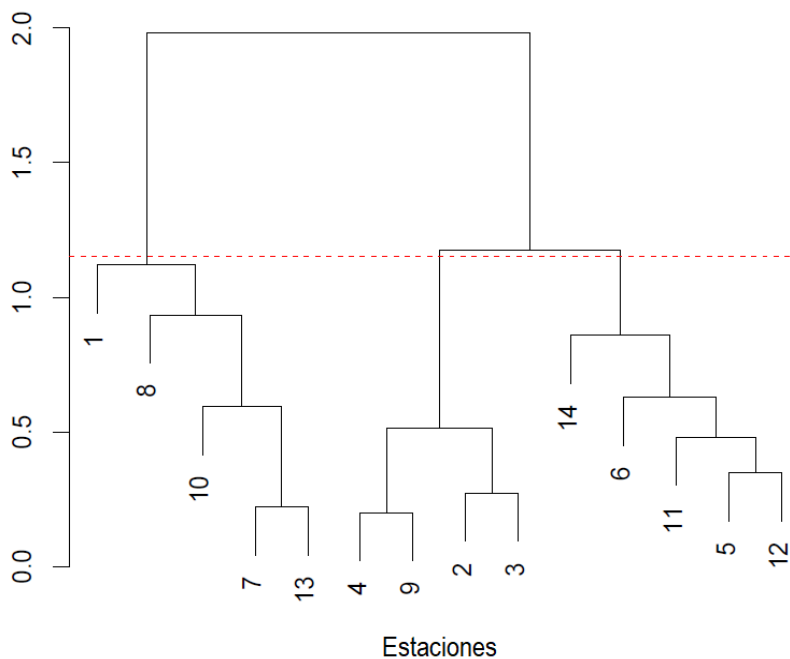
4.1.2. Identificar y caracterizar grupos térmicamente homogéneos de estaciones mediante clusterización para analizar los patrones espaciales de variabilidad de la temperatura.

La clusterización jerárquica permitió distinguir tres agrupamientos bien definidos según la coherencia estadística entre la temperatura mínima diaria del aire y la LST. interpretación integrada de los resultados estadísticos (coeficientes de correlación y niveles de significancia) y de la estructura de los dendrogramas permite evidenciar una organización espacial robusta y coherente del régimen térmico regional, tanto para la temperatura mínima como para la máxima diaria. En todos los casos, los coeficientes de correlación obtenidos son estadísticamente significativos ($p\text{-valor} < 0.001$), con valores de r que oscilan entre moderados y altos, lo que confirma que las estaciones agrupadas dentro de cada clúster presentan un comportamiento térmico interno homogéneo y consistente en el tiempo. Para la temperatura mínima diaria, el dendrograma identifica claramente tres clústeres térmicamente homogéneos. El primer grupo, conformado por las estaciones Capazo, Pizacoma, Crucero, Mazo_Cruz y Pampahuta, se caracteriza por un régimen de temperaturas mínimas más bajas y relativamente uniformes, reflejado en coeficientes de correlación elevados (r entre 0.58 y 0.78). Este comportamiento sugiere un fuerte enfriamiento nocturno, asociado a condiciones altiplánicas, mayor altitud y menor influencia de factores amortiguadores, lo que genera patrones térmicos similares entre estas estaciones. El segundo clúster, integrado por Juli, Puno, Desaguadero e Ilave, presenta un régimen térmico mínimo intermedio, con valores de r moderados a altos (0.52–0.77), indicando una homogeneidad aceptable pero con mayor variabilidad relativa, propia de zonas de transición térmica donde confluyen influencias altitudinales y efectos locales. El

tercer clúster, compuesto por Santa Lucía, Mañazo, Juliaca, Laraqueri y Lampa, muestra temperaturas mínimas más moderadas y estables, con coeficientes de correlación elevados (r entre 0.70 y 0.78), lo que evidencia una fuerte coherencia térmica interna asociada a la influencia de factores amortiguadores como la cercanía al lago Titicaca, mayor humedad atmosférica y condiciones topográficas que reducen la pérdida radiativa nocturna.

Figura 10

Dendrograma de agrupamiento de datos mínimos



Nota: Elaboración propio

Tabla 10

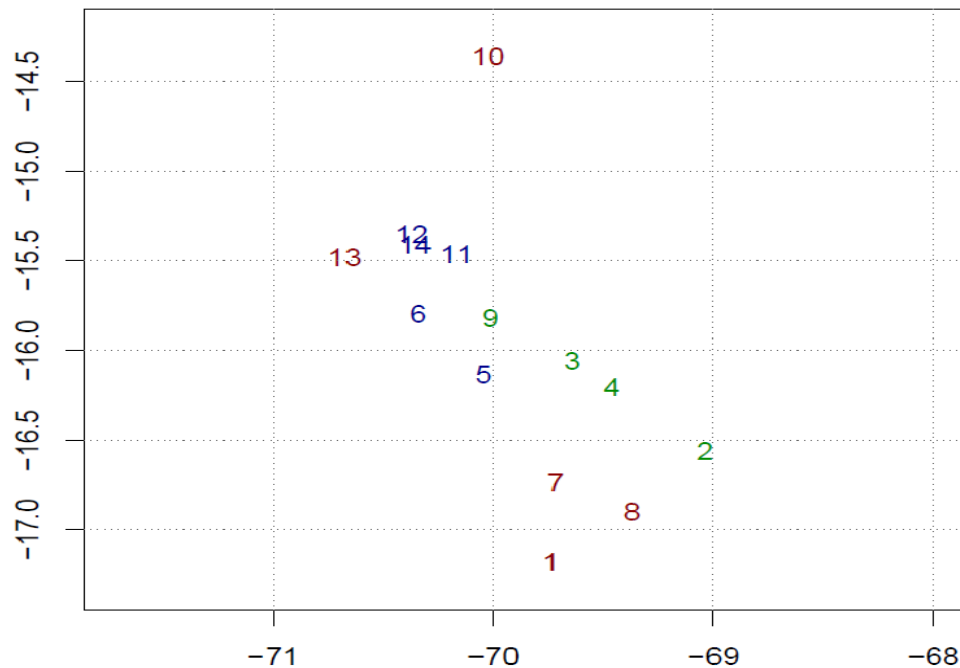
Resultados de indicadores estadísticos temperatura mínima

TEMPERATURA MINIMA DIARIO				
ESTACIONES	Correlacion	P-Valor	n	
1	Capazo	0.63	< 0.001	7305
8	Pizacoma	0.78	< 0.001	7305
10	Crucero	0.58	< 0.001	7305
7	Mazo_Cruz	0.71	< 0.001	7305
13	Pampahuta	0.76	< 0.001	7305
4	Juli	0.59	< 0.001	7305
9	Puno	0.77	< 0.001	7305
2	Desaguadero	0.70	< 0.001	7305
3	Ilave	0.52	< 0.001	7305
14	Santa_lucia	0.78	< 0.001	7305
6	Mañazo	0.70	< 0.001	7305
11	Juliaca	0.75	< 0.001	7305
5	Laraqueri	0.70	< 0.001	7305
12	Lampa	0.76	< 0.001	7305

Nota: Elaboración propio

Figura 11

Distribución geográfica de los tres clusters mínimos



Nota: Elaboración propio



El análisis de clusterización jerárquica aplicado a las temperaturas máximas diarias permitió identificar tres grupos térmicamente homogéneos, aunque con una configuración distinta, lo que indica que los procesos que controlan el calentamiento diurno presentan una dinámica espacial diferente al enfriamiento nocturno. El primer clúster, conformado por Pizacoma, Crucero, Santa Lucía, Ilave, Capazo y Desaguadero, agrupa estaciones con un comportamiento térmico diurno similar, reflejado en valores de r entre 0.47 y 0.69, lo que sugiere condiciones comparables de radiación solar, nubosidad y características superficiales. El segundo clúster, integrado por Mañazo, Laraqueri, Juliaca, Pampahuta, Puno y Lampa, presenta máximos diarios moderados y homogéneos (r entre 0.54 y 0.64), evidenciando una respuesta térmica diurna más estable, influenciada por factores locales como humedad, cobertura del suelo y proximidad a cuerpos de agua. El tercer clúster, compuesto por Juli y Mazo_Cruz, se distingue por un patrón térmico máximo diferenciado, con correlaciones altas (r entre 0.64 y 0.68), lo que indica una respuesta diurna particular, posiblemente asociada a condiciones topográficas y atmosféricas específicas. En conjunto, la clusterización jerárquica aplicada demuestra que la variabilidad espacial de la temperatura en el área de estudio no es aleatoria, sino que responde a una estructuración regional en grupos térmicamente homogéneos, claramente identificables tanto para la temperatura mínima como máxima diaria. Esta organización espacial refleja la influencia combinada de gradientes altitudinales, efectos lacustres y condiciones locales del relieve, y proporciona una base sólida para la regionalización térmica, la comparación climática entre estaciones y la validación de productos satelitales de temperatura superficial LST, fortaleciendo la interpretación climática y ambiental del estudio.

Figura 12

Dendrograma de agrupamiento de datos maximos

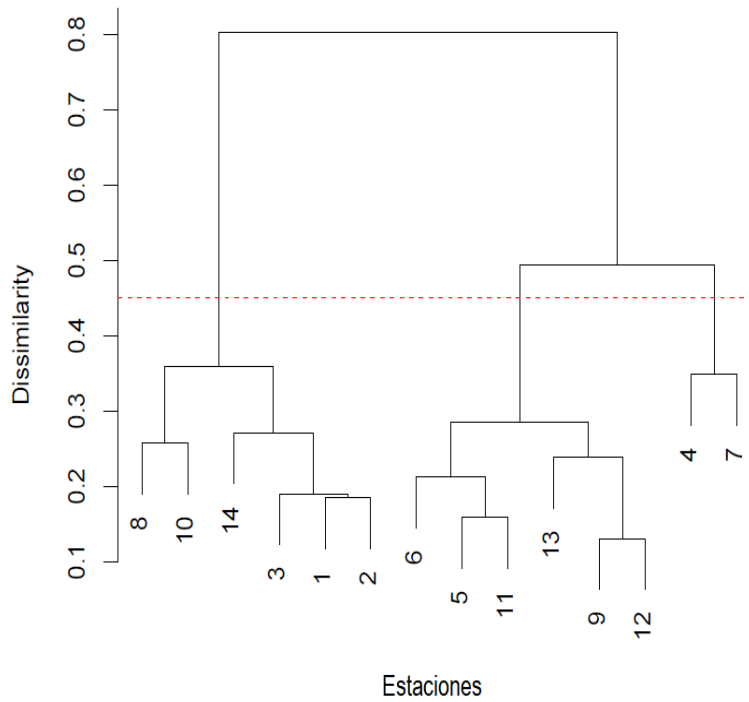


Figura 13

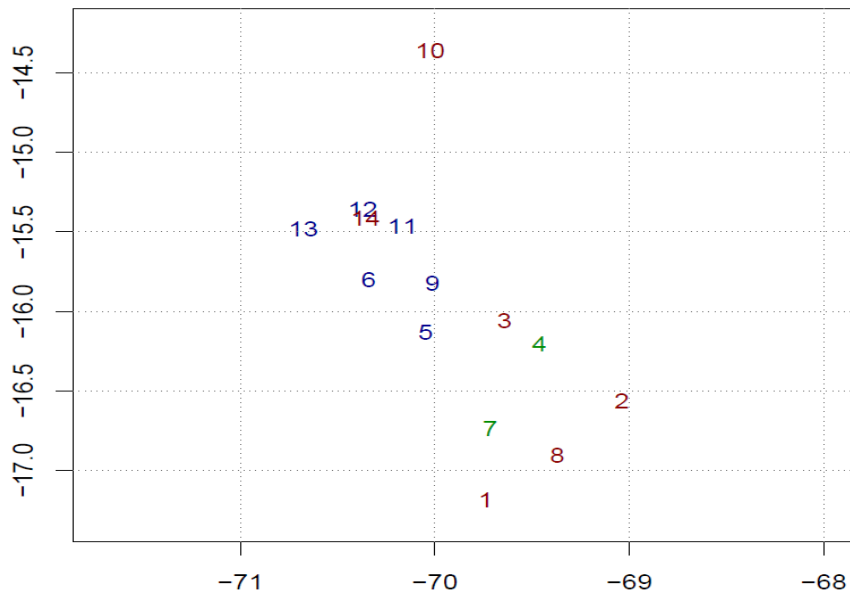
Resultados de indicadores estadísticos temperatura máxima

TEMPERATURA MAXIMA DIARIO				
N°	Estacion	Correlacion	P-Valor	n
8	Pizacoma	0.65	< 0.001	7305
10	Crucero	0.47	< 0.001	7305
14	Santa_lucia	0.59	< 0.001	7305
3	Ilave	0.62	< 0.001	7305
1	Capazo	0.69	< 0.001	7305
2	Desaguadero	0.62	< 0.001	7305
6	Mañazo	0.63	< 0.001	7305
5	Laraqueri	0.62	< 0.001	7305
11	Juliaca	0.59	< 0.001	7305
13	Pampahuta	0.54	< 0.001	7305
9	Puno	0.64	< 0.001	7305
12	Lampa	0.54	< 0.001	7305
4	Juli	0.64	< 0.001	7305
7	Mazo_Cruz	0.68	< 0.001	7305

Nota: Elaboración propio

Figura 14

Distribución geográfica de los tres clusters máximos



Nota: Elaboración propio

4.2. DISCUSIÓN

La correlación entre la temperatura del aire y la temperatura superficial terrestre LST mostró una relación positiva moderada a alta en las cuencas de Ilave, Illpa y Coata, lo que coincide con estudios que señalan a la LST como un indicador indirecto de la temperatura del aire en regiones con limitada cobertura de estaciones meteorológicas (Li et al., 2021). Sin embargo, ambas variables representan procesos térmicos distintos, ya que la temperatura del aire se mide en la capa baja de la atmósfera, mientras que la LST refleja la respuesta radiativa de la superficie terrestre, influenciada por la cobertura vegetal, la humedad del suelo y la topografía (Guillevic et al., 2017).

La variabilidad temporal observada en los coeficientes de correlación sugiere que la relación entre la temperatura del aire y la LST no es constante, sino que depende de condiciones climáticas estacionales y de la compleja orografía altoandina. Estudios previos indican que en periodos secos la correlación tiende a fortalecerse, mientras que durante estaciones húmedas o con mayor nubosidad esta relación se debilita (Mostovoy et al., 2006; Pepin et al., 2015).

Por otro lado, la clusterización permitió identificar grupos térmicamente homogéneos de estaciones con una clara coherencia espacial, principalmente controlada por la altitud. Las estaciones ubicadas a mayores elevaciones presentaron menores temperaturas medias, mientras que las situadas en zonas más bajas mostraron valores térmicos más elevados, en concordancia con lo reportado para regiones montañosas por Barry y Chorley (2010). Estos resultados confirman la utilidad de las técnicas de clusterización para analizar la variabilidad espacial de la temperatura y apoyar la regionalización climática en cuencas altoandinas.



V. CONCLUSIONES

- De acuerdo con los resultados obtenidos, se concluye que existe una relación positiva, moderada y estadísticamente significativa entre la temperatura del aire y la temperatura superficial terrestre LST satelital en las cuencas de Ilave, Illpa y Coata durante el periodo 2000–2019. La aplicación del coeficiente de correlación de Spearman, sustentada en la no normalidad de los datos, permitió identificar coeficientes comprendidos aproximadamente entre 0,52 y 0,70, con p-valores menores a 0,05 en todos los análisis realizados, lo que confirma la solidez y confiabilidad de la relación observada. Asimismo, la consistencia de la correlación a escala anual, estacional y mensual evidencia que la LST responde de manera coherente a las variaciones de la temperatura del aire, reflejando adecuadamente los procesos de intercambio térmico superficie–atmósfera característicos de las cuencas altoandinas. En este sentido, la temperatura superficial terrestre obtenida mediante sensores satelitales se constituye en un indicador válido y representativo para el análisis de la variabilidad espacial y temporal de la temperatura del aire, especialmente en zonas donde la cobertura de estaciones meteorológicas es limitada o inexistente.
- El análisis de clusterización jerárquica aplicado a las temperaturas mínima y máxima diarias permitió identificar y caracterizar de manera robusta tres grupos térmicamente homogéneos de estaciones meteorológicas en el área de estudio. Los dendrogramas, junto con los coeficientes de correlación estadísticamente significativos (p -valor < 0.001), evidencian que la variabilidad espacial de la temperatura no es aleatoria, sino que responde a una organización regional bien definida. Los clústeres identificados reflejan diferencias claras en el comportamiento térmico nocturno y diurno,



asociadas principalmente a gradientes altitudinales, influencia lacustre del lago Titicaca y condiciones locales del relieve y superficie. Asimismo, la diferenciación entre los grupos de temperatura mínima y máxima confirma que los procesos de enfriamiento nocturno y calentamiento diurno presentan dinámicas espaciales distintas. En conjunto, estos resultados validan la clusterización como una herramienta eficaz para la regionalización térmica, mejoran la comprensión de los patrones espaciales de la temperatura y proporcionan una base científica sólida para el análisis climático regional y la comparación entre estaciones.



VI. RECOMENDACIONES

- En función de los resultados alcanzados, se recomienda incorporar de manera sistemática la LST satelital como variable complementaria en estudios climáticos, hidrológicos y ambientales en las cuencas de Ilave, Illpa y Coata, con el fin de fortalecer el monitoreo térmico y mejorar la comprensión de la dinámica climática regional.
- Se sugiere ampliar futuras investigaciones mediante la integración de otros productos satelitales, el uso de diferentes sensores y resoluciones espaciales, así como la aplicación de modelos estadísticos y de aprendizaje automático que permitan estimar la temperatura del aire con mayor precisión. Finalmente, se recomienda fortalecer y ampliar la red de estaciones meteorológicas en la región altoandina para mejorar la validación de los datos satelitales y contribuir a una gestión más eficiente de los recursos hídricos y a la toma de decisiones frente a escenarios de variabilidad y cambio climático.
- Se recomienda emplear los grupos térmicamente homogéneos identificados como unidades de análisis en futuros estudios climáticos, hidrológicos y ambientales, especialmente para la validación y calibración de productos satelitales de temperatura superficial (LST) y la modelación climática regional.
- Integrar variables fisiográficas adicionales, como altitud, pendiente, uso y cobertura del suelo, así como indicadores atmosféricos (nubosidad y humedad), con el fin de profundizar en la explicación de los patrones térmicos observados.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, L. M., & Cabrera, S. D. C. (2024). Islas de calor urbano y su relación con la cobertura de suelo en la ciudad de Ilo, 2022. *Universidad Continental*.
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/14715>
- Ayca, C., & Zuñiga, D. R. (2022). Universidad Privada de Tacna. *Articulo de Financiamiento y Distress*, 159.
<http://www.upt.edu.pe/upt/web/home/contenido/100000000/65519409>
- Ayllon, T. (2013). 5.- *Climatología-y-meteorología.pdf*.
- Barry, R. G., & Chorley, R. (2020). *Atmosphere, Weather and Climate*.
- Bosilovich, M., Lucchesi, R., & Suárez, M. (2015). *MERRA-2: File specification and user guide (GMAO Office Note No. 9, v1.1)*. NASA Goddard Space Flight Center. 43(September).
- Chávez, J. F. (2020). “Evaluación espacial para la identificación de islas de calor mediante el uso de imágenes satelitales Landsat 8 de los años 2014 y 2020 en la ciudad de Juliaca.” *Repositorio de La Universidad Peruana Unión*, 1–94.
https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/3742/Carlos_Trabajo_Bachiller_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Chimani, B., Matulla, C., & Auer, I. (2023). *Techniques and challenges in homogenization of climate observations*. September.
<https://doi.org/10.1127/metz/1250>
- Christopherson, R., & Birkeland, G. (2022a). *Geosystems: An Introduction to Physical Geography*.
- Christopherson, R., & Birkeland, G. (2022b). *Geosystems*.
- Chuvienco, E. (1996). *Fundamentos de Teledetección Espacial*.
<https://es.slideshare.net/slideshow/fundamentos-de-teledeteccion-espacial/235080567>
- Daly, C., Halbleib, M., Smith, J. I., Gibson, W. P., Doggett, M. K., Taylor, G. H., & Pasteris, P. P. (2017). *Physiographically sensitive mapping of climatological*



temperature and precipitation across the conterminous United States. International Journal of Climatology, 37(6), 3040–3059.
<https://doi.org/10.1002/joc>

Dessler, A. E. (2021). *Introduction to Modern Climate Change.*

Domínguez, J. (2014). *Breve Introducción a la Cartografía y a los Sistemas de Información Geográfica “ Breve Introducción a la Cartografía y a los Sistemas de Información Geográfica (SIG)”.* October 2000, 38.
https://www.researchgate.net/profile/Javier-Dominguez-12/publication/237467702_Breve_Introduccion_a_la_Cartografia_y_a_los_Sistemas_de_Informacion_Geografica_SIG/links/0deec52724b3d7dcc4000000/Breve-Introduccion-a-la-Cartografia-y-a-los-Sistemas-de-Inform

Gao, F., Li, X., & Xu, C. (2022). *Evaluation metrics for machine learning model performance in environmental sciences. Environmental Modelling & Software, 150, 105323.* September, 1–13. <https://doi.org/10.3389/fbinf.2024.1457619>

García, A. (2000). *Imagen satelital de series de landsat.* 2–40.

Geiger, R., Aron, R., & Todhunter, P. (2021). *The Climate Near the Ground.*

Gelaro, R., McCarty, W., Suárez, M., & Todling, R. (2017). *The Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications, (MERRA-2). Journal of Climate. 19(19).*

Griffiths, D. (2017). *Introduction to Electrodynamics.*

Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. (2021). *The Elements of Statistical Learning (2nd ed.). Springer.*

Huggett, R. (2020). *Fundamentals of Geomorphology (5th ed.). Routledge.*

James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2023). *An Introduction to Statistical Learning (3rd ed.). Springer.*

Kodinariya, T., & Makwana, P. (2021). *Review on determining number of Cluster in K-Means Clustering. International Journal of Advance Research in Computer Science and Management Studies, 2(7), 90–95. 1(6), 90–95.*



- Li, Wang, X., Zhao, K., & Zhang, L. (2022). *Satellite-based estimation of air temperature using physically consistent models. Remote Sensing, 14(5), 1200.* 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41597-024-03980-z>
- Lillesand, T., Kiefer, R., & Chipman, J. (2021). *Remote Sensing and Image Interpretation.*
- Lindau, R., & Venema, V. (2020). *A comparison of modern homogenization methods for climate data.*
- Liu, L., & Zhang, Y. (2011). Urban heat island analysis using the landsat TM data and ASTER Data: A case study in Hong Kong. *Remote Sensing, 3(7), 1535–1552.* <https://doi.org/10.3390/rs3071535>
- Menne, M., & Williams, C. (2019). *NOAA Techniques for Climate Data Homogenization. December 2021, 736–760.* <https://doi.org/10.1002/joc.7822>
- Muñoz, J. C., Sobrino, J. A., Skokovi, D., Mattar, C., Cristóbal, J., & Bands, A. L.-T. (2014). *Land Surface Temperature Retrieval Methods From Landsat-8 Thermal Infrared Sensor Data. 11(10), 1840–1843.*
- Murtagh, F., Legendre, P., Ireland, S. F., House, W. P., & Place, W. (2014). *Ward's hierarchical clustering method: A review of its development. Journal of Classification, 31, 274–295. June 2011, 1–20.*
- Ormeño, S. (2006). Teledeteccion Fundamental. In *Departamento De Ingenieria Topografica Y Cartografia.* <http://pdi.topografia.upm.es/santi/download/FunTeled.PDF>
- Perez, C., & Muñoz, A. L. (2019). Teledeteccion-nocionesaplicaciones. In *Sustainability (Switzerland) (Vol. 11, Issue 1).* http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbe.co.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI
- Peterson, T., Stott, P., & Herring, S. (2020). *State of the Climate: Understanding Climate Data Quality. NOAA Annual Climate Report. 102(8).*



- <https://doi.org/10.1175/2021BAMSSStateoftheClimate.1.Special>
- Pielke, R. A. (2022). *Climate Science*. 67–85. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-75761-0>
- Pinilla, C. (2020). *teledetección : teoría y aplicaciones carlos pinilla*. March.
- Quattrochi, D. A., & Luvall, J. C. (2015). *Thermal Remote Sensing in Land Surface Processes*.
https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9781000031973_A39333121/preview-9781000031973_A39333121.pdf
- Rajeshwari, A., & Mani, N. (2014). *ESTIMATION OF LAND SURFACE TEMPERATURE OF DINDIGUL DISTRICT USING LANDSAT 8 DATA*. 122–126.
- Rousseuw, P. J. (2021). *Silhouettes revisited interpretability and improvements*. 20, 53–65.
- Ruiz, A., Jiménez, J. C., Lazzaro, X., Tenjo, C., Delegido, J., Pereira, M., Sobrino, J. A., & Moreno, J. (2016). Comparison of MODIS and Landsat-8 retrievals of Chlorophyll- A and water temperature over Lake Titicaca. *International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), 2016-Novem*, 7643–7646. <https://doi.org/10.1109/IGARSS.2016.7730993>
- Sarker, S. (2025). *Review of watershed hydrology and mathematical models*. 1–48.
- Schober, P., Boer, C., & Schwarte, L. (2018). *Correlation coefficients: Appropriate use and interpretation*. *Anesthesia & Analgesia*, 126(5), 1763–1768.
- Soberón, V. S., & Obregón, E. (2016). Identificación De Islas De Calor En La Ciudad De Lima Metropolitana Utilizando Imágenes Del Satélite Landsat 5Tm. *Anales Científicos*, 77(1), 34. <https://doi.org/10.21704/ac.v77i1.475>
- Sobrino, J. (2000). *TELEDETECCION*.
- Summerfield, M. (2019). *Global Geomorphology*. 60, 318–320. <https://doi.org/10.1017/CBO9781316498910>
- Szentimrey, T. (2020). *Developments in relative homogeneity testing for climate time*



series.

Trenberth, K. (2020). *The changing energy budget of the climate system. Climate Dynamics.*

Wang, M., Li, M., Zhang, Z., Hu, T., He, G., Zhang, Z., Wang, G., Li, H., Tan, J., & Liu, X. (2023). Land Surface Temperature Retrieval from Landsat 9 TIRS-2 Data Using Radiance-Based Split-Window Algorithm. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 16, 1100–1112. <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2022.3232621>

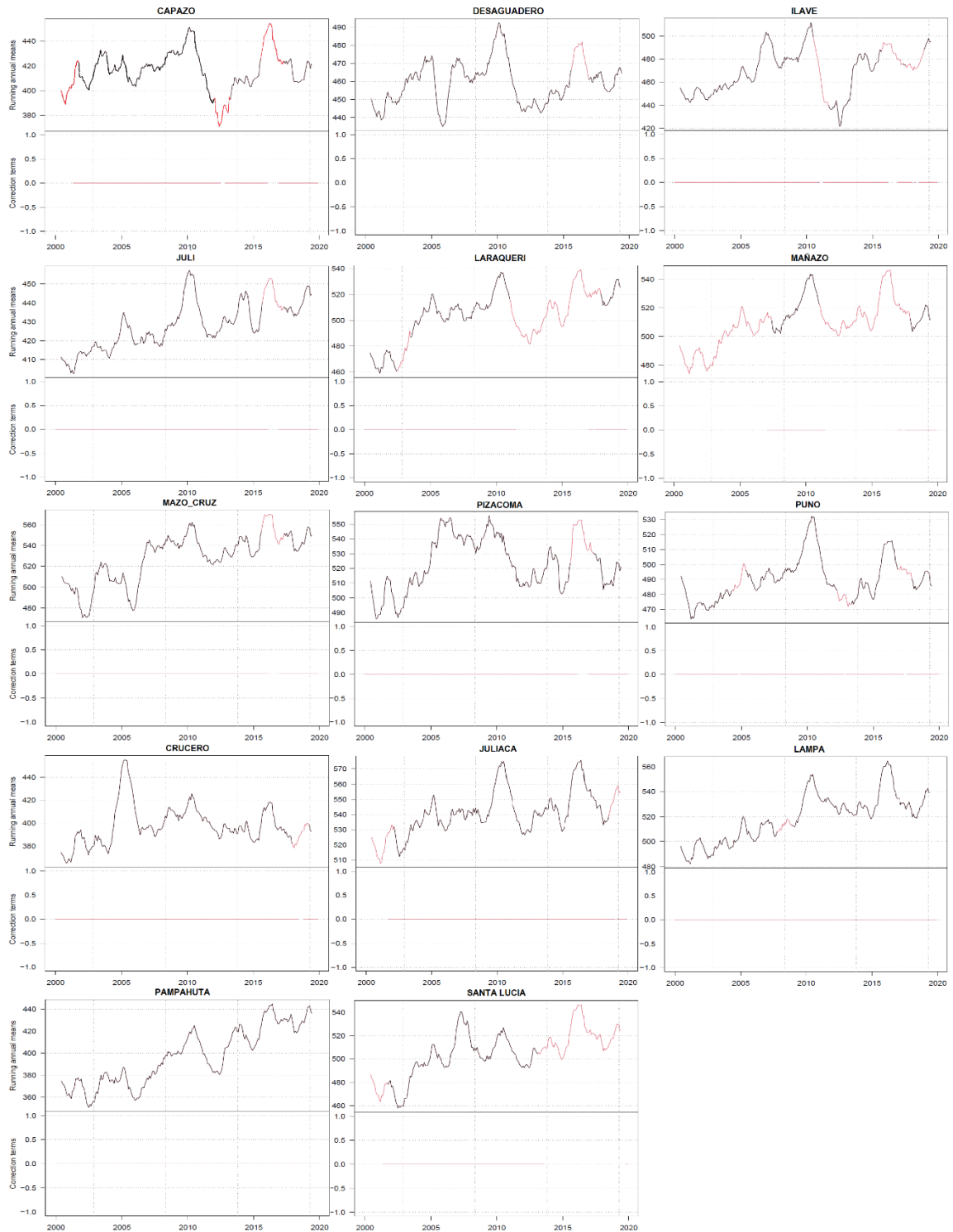
Wasserman, L. (2018). *All of Statistics.*

Wilks, D. (2011). *Statistical methods in the atmospheric sciences.*

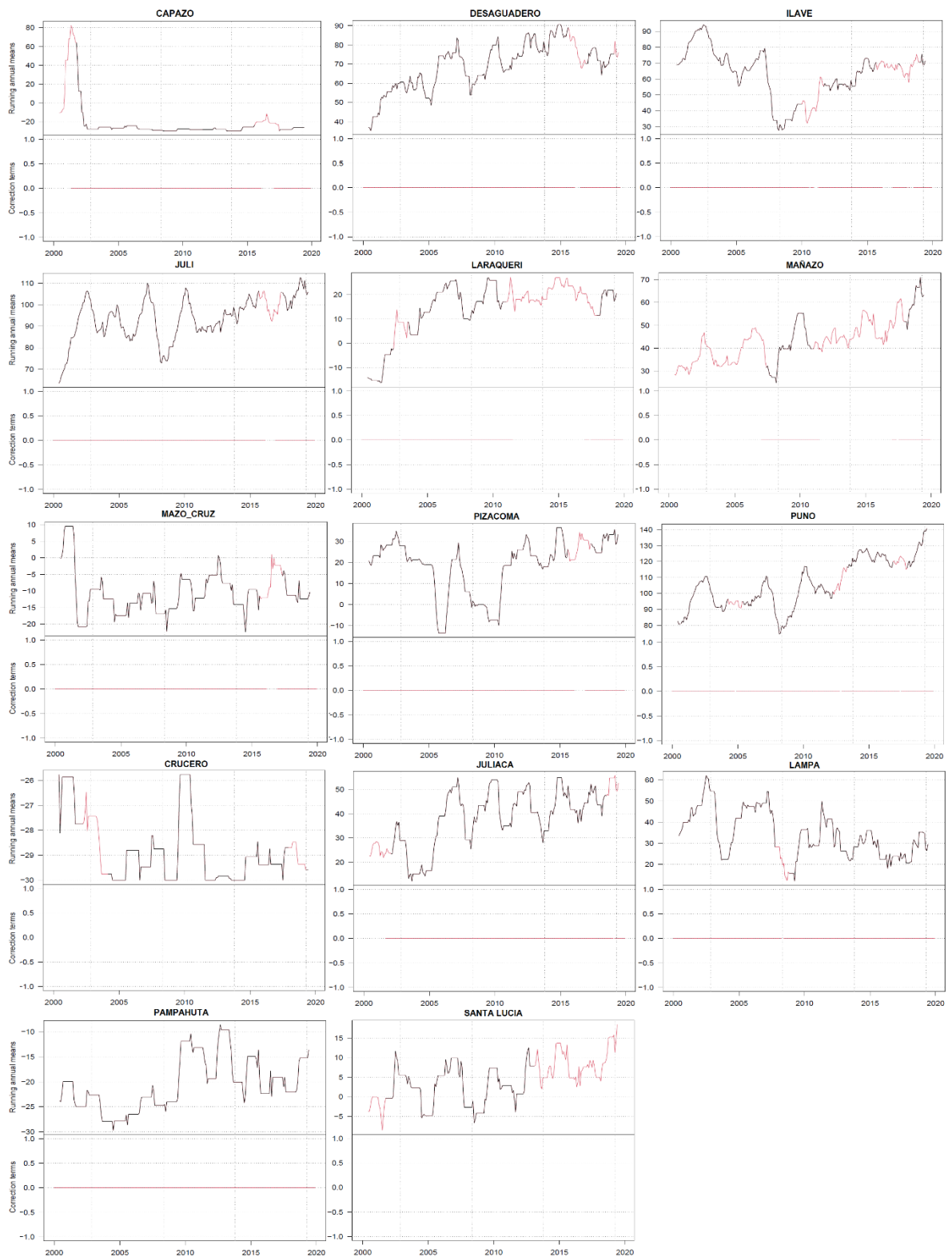
Zhang, G., Chen, Q., Zhao, Z., Zhang, X., Chao, J., Zhou, D., Chai, W., Yang, H., Lai, Z., & He, Y. (2023). *Accuracy assessment of remote sensing models using RMSE-based metrics.*

ANEXOS

Anexo 1. Serie de información máxima completado por cada estación meteorológica observada.



Anexo 2. Serie de información mínima completado por cada estación meteorológica observada.





Anexo 3. Códigos automáticos de climatol para la completacion de datos meteorológica observada.

```
# COMPLETACIÓN DE DATOS SENAMHI (TMAX & TMIN) 2000–2019
```

```
# PROCESO COMPLETO CON CLIMATOL
```

```
# 1. INSTALAR Y CARGAR PAQUETE
```

```
if(!require(climatol)) install.packages("climatol")
```

```
library(climatol)
```

```
# 2. CONFIGURAR DIRECTORIO DE TRABAJO
```

```
setwd("C:/TU_DIRECCION/") # <-- EDITAR
```

```
# 3. FORMATO DE ENTRADA NECESARIO
```

```
# - stations_tmax.txt (ID, Nombre, Lat, Lon, Alt)
```

```
# - stations_tmin.txt
```

```
# - datos diarios en formato CLIMATOL
```

```
# 4. CONVERTIR DATOS DIARIOS AL FORMATO CLIMATOL
```

```
# daily2climatol = crea archivos .dat y .est
```

```
# ----- TEMPERATURA MÁXIMA -----
```

```
daily2climatol(
```

```
  stfile = "stations_tmax.txt",
```

```
  stcol = 1:6,          # columnas del archivo estaciones
```

```
  datcol = c(1:3,4),   # columnas: año, mes, día, estación1..n
```

```
  varcli = "tmax",     # nombre variable
```

```
  anyi = 2000,         # primer año
```

```
  anyf = 2019,         # último año
```

```
  mindat = 365,       # mínimo registros aceptados
```



```
sep = ",",  
dec = ".",  
na.strings = "NA",  
header = TRUE)  
# ----- TEMPERATURA MÍNIMA -----  
daily2climatol(  
stfile = "stations_tmin.txt",  
stcol = 1:6,  
datcol = c(1:3,4),  
varcli = "tmin",  
anyi = 2000,  
anyf = 2019,  
mindat = 365,  
sep = ",",  
dec = ".",  
na.strings = "NA",  
header = TRUE )  
# 5. HOMOGENIZACIÓN INICIAL (detecta rupturas, outliers)  
homogen("tmax", 2000, 2019, expl = TRUE)  
homogen("tmin", 2000, 2019, expl = TRUE)  
# 6. CONVERTIR A MENSUAL (MEJORA ESTABILIDAD EN CLIMATOL)  
dd2m("tmax", 2000, 2019, valm = 1)  
dd2m("tmin", 2000, 2019, valm = 1)  
# Homogeneización mensual preliminar
```



```
homogen("tmax-m", 2000, 2019, expl = TRUE)

homogen("tmin-m", 2000, 2019, expl = TRUE)

# 7. HOMOGENIZACIÓN AVANZADA (RELLENO DE NA)

# Aquí se COMPLETAN los datos faltantes

# Tmax

homogen(

varcli = "tmax-m",

anyi = 2000,

anyf = 2019,

dz.min = -5,

dz.max = 6,

snht1 = 10,

snht2 = 12,

std = 2,

cutlev = 0.7, # controla influencias

vmin = -5      )

# Tmin

homogen(

varcli = "tmin-m",

anyi = 2000,

anyf = 2019,

dz.min = -6,

dz.max = 6,

snht1 = 10,
```



```
snht2 = 12,  
  
std = 2,  
  
cutlev = 0.7,  
  
vmin = -8)  
  
# 8. HOMOGENIZACIÓN FINAL (NO MENSUAL)  
  
homogen("tmax", 2000, 2019, dz.min = -10, dz.max = 20, vmin = -10, metad = TRUE)  
homogen("tmin", 2000, 2019, dz.min = -15, dz.max = 18, vmin = -12, metad = TRUE)  
  
# 9. CARGAR DATOS HOMOGENEIZADOS Y COMPLETADOS  
  
load("tmax_2000-2019.rda") # genera dat.hom, est.c  
  
load("tmin_2000-2019.rda")  
  
# Puedes visualizar datos  
  
View(dat.hom) # series completas  
  
View(est.c) # información de estaciones  
  
# 10. EXPORTAR EN CSV (SERIES COMPLETADAS)  
  
# Tmax  
  
dahstat("tmax", 2000, 2019, stat = "series")  
  
tmax_final <- dat.hom  
  
write.csv(tmax_final, "TMAX_2000_2019_COMPLETO.csv", row.names = FALSE)  
  
# Tmin  
  
dahstat("tmin", 2000, 2019, stat = "series")  
  
tmin_final <- dat.hom  
  
write.csv(tmin_final, "TMIN_2000_2019_COMPLETO.csv", row.names = FALSE)  
  
# FIN DEL PROCESO  
  
cat("=====\n")
```



```
cat("COMPLETACIÓN FINALIZADA (2000–2019)\n")
```

```
cat("Archivos exportados:\n")
```

```
cat(" - TMAX_2000_2019_COMPLETO.csv\n")
```

```
cat(" - TMIN_2000_2019_COMPLETO.csv\n")
```

```
cat("=====\n")
```



Anexo 4. Código para generación de análisis estadístico

```
# =====  
# 0) PAQUETES  
# =====  
packages <- c("readxl", "dplyr", "lubridate", "tidyr", "purrr", "broom",  
              "nortest", "ggplot2", "stringr", "readr")  
to_install <- packages[!packages %in% installed.packages()[,"Package"]]  
if(length(to_install) > 0) install.packages(to_install)  
invisible(lapply(packages, library, character.only = TRUE))  
  
# =====  
# 1) LEER DATOS  
# =====  
ruta <- "D:\\lima datos.xlsx"  
df <- readxl::read_excel(ruta)  
  
# (Opcional) Ver columnas  
print(names(df))  
  
# =====  
# 2) ARREGLAR FECHA (ROBUSTO, SIN case_when)  
# =====  
fecha_col <- "FECHA" # <-- si tu columna se llama diferente, cámbiala aquí  
stopifnot(fecha_col %in% names(df))  
  
raw <- df[[fecha_col]]  
  
if (inherits(raw, "Date")) {  
  df$FECHA <- raw
```



```
} else if (inherits(raw, "POSIXct") || inherits(raw, "POSIXt")) {  
  df$FECHA <- as.Date(raw)  
  
} else if (is.numeric(raw)) {  
  # Serial Excel (Windows)  
  df$FECHA <- as.Date(raw, origin = "1899-12-30")  
  
} else {  
  # Texto: intentar varios formatos comunes  
  txt <- as.character(raw)  
  txt <- stringr::str_trim(txt)  
  
  parsed <- suppressWarnings(lubridate::parse_date_time(  
    txt,  
    orders = c(  
      "dmy", "dmY", "dmy HMS", "dmY HMS",  
      "ymd", "Ymd", "ymd HMS", "Ymd HMS",  
      "mdy", "mdY", "mdy HMS", "mdY HMS",  
      "Y.m.d", "d.m.Y", "d.m.y" # formatos con puntos por si acaso  
    ),  
    tz = "UTC"  
  ))  
  
  df$FECHA <- as.Date(parsed)  
}  
  
cat("Tipo original FECHA:", class(raw), "\n")  
cat("NAs en FECHA convertida:", sum(is.na(df$FECHA)), "de", nrow(df), "\n")  
  
if (sum(is.na(df$FECHA)) > 0) {
```



```
cat("\nEjemplos FECHA originales que NO se pudieron convertir:\n")
print(head(raw[is.na(df$FECHA)], 15)) }

# =====

# 3) CREAR AÑO, MES, ESTACIÓN (Hemisferio Sur - Perú)
# =====

df <- df %>%
  filter(!is.na(FECHA)) %>%
  mutate(
    anio = lubridate::year(FECHA),
    mes = lubridate::month(FECHA),
    mes_nombre = lubridate::month(FECHA, label = TRUE, abbr = FALSE),
    estacion_clima = case_when(
      mes %in% c(12, 1, 2) ~ "Verano",
      mes %in% c(3, 4, 5) ~ "Otoño",
      mes %in% c(6, 7, 8) ~ "Invierno",
      mes %in% c(9, 10, 11) ~ "Primavera",
      TRUE ~ NA_character_
    )
  )
# =====

# 4) VARIABLES A ANALIZAR (Asegurar que existan y sean numéricas)
# =====

vars <- c("OBS_MAX", "LST_MAX", "OBS_MIN", "LST_MIN")
stopifnot(all(vars %in% names(df)))

# Convertir a numérico aunque vengan con texto/espacios/unidades
df <- df %>%
  mutate(across(all_of(vars), ~ readr::parse_number(as.character(.x))))
# =====

# 5) NORMALIDAD (GLOBAL) - Anderson Darling
# =====
```



```
normalidad_global <- purrr::map_dfr(vars, function(v){  
  x <- df[[v]]  
  x <- x[is.finite(x)]  
  res <- nortest::ad.test(x)  
  tibble(  
    variable = v,  
    n = length(x),  
    estadistico = unname(res$statistic),  
    p_value = res$p.value,  
    normal = ifelse(res$p.value > 0.05, "Sí (p>0.05)", "No (p<=0.05)")  
  )  
})  
print(normalidad_global)  
# =====  
# 6) FUNCIONES: NORMALIDAD POR GRUPO (muestreo) y CORRELACIÓN  
# AUTO  
# =====  
ad_test_group <- function(data, var, sample_max = 20000){  
  x <- data[[var]]  
  x <- x[is.finite(x)]  
  if(length(x) < 8) return(tibble(n = length(x), estadistico = NA_real_, p_value =  
NA_real_))  
  if(length(x) > sample_max) x <- sample(x, sample_max)  
  res <- nortest::ad.test(x)  
  tibble(n = length(x), estadistico = unname(res$statistic), p_value = res$p.value)  
}  
corr_auto <- function(data, xvar, yvar, sample_max_norm = 20000){  
  dx <- data %>% dplyr::select(all_of(c(xvar, yvar))) %>% tidyr::drop_na()  
  if(nrow(dx) < 8){  
    return(tibble(  
      x = xvar, y = yvar, n = nrow(dx),
```



```
    metodo = NA_character_, cor = NA_real_, p_value = NA_real_,  
    p_norm_x = NA_real_, p_norm_y = NA_real_  
  ))  
}  
  
nx <- ad_test_group(dx, xvar, sample_max = sample_max_norm)  
ny <- ad_test_group(dx, yvar, sample_max = sample_max_norm)  
  
pnx <- nx$p_value[1]; pny <- ny$p_value[1]  
metodo <- ifelse(!is.na(pnx) && !is.na(pny) && pnx > 0.05 && pny > 0.05,  
  "pearson", "spearman")  
  
ct <- suppressWarnings(cor.test(dx[[xvar]], dx[[yvar]], method = metodo, exact =  
FALSE))  
tibble(  
  x = xvar, y = yvar, n = nrow(dx),  
  metodo = metodo,  
  cor = unname(ct$estimate),  
  p_value = ct$p.value,  
  p_norm_x = pnx,  
  p_norm_y = pny  
)  
}  
  
# =====  
# 7) CORRELACIÓN POR AÑO / MES / ESTACIÓN (pares principales)  
# =====  
  
pares <- list(  
  c("OBS_MAX", "LST_MAX"),  
  c("OBS_MIN", "LST_MIN")  
)  
  
# --- Por AÑO  
corr_por_anio <- df %>%  
  group_by(anio) %>%
```



```
group_modify(~ bind_rows(
  corr_auto(.x, pares[[1]][1], pares[[1]][2]),
  corr_auto(.x, pares[[2]][1], pares[[2]][2])
)) %>%
ungroup() %>%
arrange(anio)
print(corr_por_anio)
# --- Por MES (1-12)
corr_por_mes <- df %>%
  group_by(mes, mes_nombre) %>%
  group_modify(~ bind_rows(
    corr_auto(.x, pares[[1]][1], pares[[1]][2]),
    corr_auto(.x, pares[[2]][1], pares[[2]][2])
  )) %>%
  ungroup() %>%
  arrange(mes)
print(corr_por_mes)
# --- Por ESTACIÓN CLIMÁTICA
corr_por_estacion <- df %>%
  group_by(estacion_clima) %>%
  group_modify(~ bind_rows(
    corr_auto(.x, pares[[1]][1], pares[[1]][2]),
    corr_auto(.x, pares[[2]][1], pares[[2]][2])
  )) %>%
  ungroup()
print(corr_por_estacion)
# =====
# 8) GRÁFICOS (Opcional)
# =====
# Scatter OBS_MAX vs LST_MAX por estación
```



```
ggplot(df, aes(x = LST_MAX, y = OBS_MAX, color = estacion_clima)) +  
  geom_point(alpha = 0.15) +  
  geom_smooth(method = "lm", se = FALSE) +  
  theme_minimal() +  
  labs(title = "OBS_MAX vs LST_MAX", x = "LST_MAX", y = "OBS_MAX", color =  
"Estación")  
  
# Línea de correlación por año (OBS_MAX vs LST_MAX)  
ggplot(corr_por_anio %>% filter(x == "OBS_MAX", y == "LST_MAX"),  
  aes(x = anio, y = cor)) +  
  geom_line() + geom_point() +  
  theme_minimal() +  
  labs(title = "Correlación (OBS_MAX vs LST_MAX) por año", x = "Año", y = "r /  
rho")
```



Anexo 5. Datos de temperaturas máximas mensuales obtenidas del SENAMHI por cada estación meteorológica.

TEMPERATURAS MAXIMAS MENSUAL - ESTACION MAÑAZO												
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2000	12.00	12.09	12.59	14.01	13.73	11.15	10.45	12.28	14.57	13.60	16.77	14.01
2001	10.78	11.11	11.68	13.06	16.69	12.44	10.91	13.22	13.77	14.96	16.61	15.19
2002	15.06	12.43	12.59	12.47	12.03	12.46	10.85	12.30	13.63	14.16	15.40	14.85
2003	14.49	14.00	13.57	13.26	12.60	13.86	12.83	13.26	13.39	15.61	16.49	16.82
2004	12.50	13.64	14.11	14.17	12.14	12.03	10.12	10.85	14.08	15.45	17.26	17.19
2005	14.03	11.95	14.39	13.65	13.32	12.22	11.81	13.69	11.83	14.74	15.95	14.98
2006	12.00	13.59	13.27	13.23	12.20	12.19	12.15	12.98	14.12	15.34	15.32	16.38
2007	14.00	14.18	12.87	13.82	12.45	12.87	11.26	13.63	13.45	15.98	15.22	15.10
2008	13.17	14.16	13.61	14.17	12.30	11.90	12.29	13.57	14.35	15.69	17.53	14.75
2009	14.87	14.61	14.12	13.59	13.17	11.76	11.54	13.02	14.61	16.67	16.18	15.42
2010	14.79	14.91	15.47	15.09	13.33	13.79	12.58	14.72	15.05	15.32	16.46	15.33
2011	14.71	11.53	12.67	13.73	12.76	12.41	11.05	12.93	13.56	15.45	17.07	13.46
2012	11.85	11.43	11.69	11.85	12.37	11.53	12.32	13.09	13.42	15.39	14.20	13.56
2013	12.78	13.55	14.20	14.53	12.68	10.44	11.44	12.37	13.89	14.92	16.47	14.22
2014	12.59	14.41	13.85	13.35	12.17	12.19	10.87	12.40	13.41	14.68	15.99	16.37
2015	12.91	13.23	12.69	12.17	12.14	13.33	11.85	12.62	13.85	14.68	16.39	16.74
2016	16.98	14.21	15.68	14.12	14.73	13.81	12.56	13.97	15.08	15.13	16.48	16.10
2017	12.68	14.66	12.90	13.52	12.25	12.41	13.14	13.65	13.77	15.51	16.75	15.35
2018	13.41	13.58	13.67	14.00	12.77	10.20	9.91	11.69	14.02	15.39	16.85	14.88
2019	13.71	13.76	14.15	14.04	12.64	12.42	11.58	13.66	14.13	14.81	15.10	16.34

TEMPERATURAS MAXIMAS MENSUAL - ESTACION DESAGUADERO												
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2000	14.35	14.72	14.98	15.87	15.28	12.79	12.01	14.11	15.78	15.09	17.35	14.92
2001	13.43	14.20	14.40	15.41	14.30	13.76	12.34	13.31	14.63	15.37	17.49	15.89
2002	16.31	15.16	15.27	14.31	14.27	13.71	11.21	13.28	14.78	15.50	16.80	16.64
2003	16.02	16.44	15.25	15.49	14.52	13.85	13.14	13.80	13.77	16.65	17.25	17.05
2004	14.77	15.92	16.20	16.17	14.53	12.86	12.31	13.71	15.77	17.08	17.70	18.26
2005	15.95	14.98	16.74	15.80	14.67	12.97	13.35	12.95	13.28	14.27	15.28	15.79
2006	14.15	14.85	15.39	15.14	14.21	13.48	13.39	14.26	15.62	16.73	16.92	17.17
2007	16.64	16.23	14.77	15.25	14.89	14.82	12.71	14.87	14.63	16.66	16.53	16.35
2008	14.76	15.62	15.15	15.11	14.38	13.93	13.37	14.15	15.67	16.37	18.15	15.84
2009	15.29	15.41	15.19	15.38	14.74	13.28	13.33	14.47	16.17	18.27	17.87	17.05
2010	15.98	16.21	16.95	16.45	14.77	14.57	14.48	15.47	16.13	16.27	17.65	16.45
2011	16.50	14.27	14.76	15.23	14.70	12.75	12.77	14.60	14.73	15.77	17.18	15.56
2012	14.68	14.09	14.42	14.13	14.05	13.00	13.15	13.87	15.32	16.35	17.00	15.47
2013	14.42	14.41	15.31	15.35	13.85	12.18	12.76	13.19	14.98	15.63	17.15	15.85
2014	14.89	15.29	15.74	15.05	14.19	14.20	13.19	13.50	14.12	15.65	17.18	16.63
2015	14.52	15.30	15.13	13.93	14.05	14.78	13.63	14.45	15.15	15.92	16.73	16.55
2016	17.18	15.90	16.71	15.50	15.96	15.23	14.25	15.01	15.82	15.94	17.04	17.16
2017	14.61	15.89	14.58	15.10	14.18	13.93	14.03	14.77	14.75	15.95	17.63	16.76
2018	15.48	15.05	15.68	15.64	14.98	12.94	13.64	13.95	15.76	15.85	17.18	16.79
2019	15.91	16.11	16.44	15.84	15.78	15.30	14.32	15.21	15.90	16.45	16.87	16.41

TEMPERATURAS MAXIMAS MENSUAL - ESTACION ILAVE												
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2000	14.01	13.89	14.27	15.77	15.33	13.25	13.01	14.91	15.75	14.83	17.64	15.27
2001	12.99	13.64	14.07	14.65	14.30	13.95	13.46	13.62	15.81	16.39	18.04	15.55
2002	15.21	14.43	14.86	13.72	14.26	13.61	11.82	13.69	15.12	15.01	16.47	16.50
2003	14.66	15.67	14.68	15.23	13.75	13.62	13.77	14.20	14.18	16.50	17.70	16.36
2004	13.59	14.75	15.50	15.51	14.46	12.86	13.37	13.23	14.79	17.05	17.33	17.01
2005	15.41	14.41	15.85	15.81	15.29	13.84	14.58	14.76	14.96	15.37	16.56	16.30
2006	13.82	15.43	15.10	15.84	14.30	14.13	15.10	15.72	16.48	17.84	17.60	17.88
2007	17.53	16.42	15.75	16.44	15.73	15.58	13.70	16.30	15.22	17.25	16.49	16.88
2008	14.42	15.13	14.90	15.83	14.44	15.24	14.48	16.26	16.85	17.23	18.64	15.27
2009	15.52	14.92	14.83	14.73	15.36	14.66	14.77	15.66	17.42	18.05	16.55	17.12
2010	15.74	16.30	16.28	17.05	15.88	16.18	15.94	17.45	17.90	17.57	18.78	17.12
2011	13.93	13.81	14.40	14.94	14.38	13.68	13.91	14.70	13.91	15.69	17.29	13.90
2012	14.36	12.86	13.70	13.75	14.08	13.56	14.24	14.35	15.29	17.00	17.24	12.46
2013	12.35	14.83	16.06	16.10	14.84	14.05	14.50	14.91	16.86	16.20	17.31	15.08
2014	15.34	15.84	16.16	16.40	15.84	16.22	14.88	14.94	15.36	16.23	17.24	17.10
2015	14.40	15.13	14.90	14.39	14.93	15.49	15.55	15.21	16.84	16.83	18.26	17.21
2016	17.38	16.10	15.57	15.47	16.33	15.35	15.13	15.60	17.08	16.43	17.76	17.65
2017	14.96	15.28	14.57	15.29	14.77	14.65	15.14	15.31	14.85	16.58	18.08	16.89
2018	14.84	14.74	15.33	15.63	15.41	14.14	14.10	14.92	16.56	15.90	18.43	17.29
2019	15.60	15.95	16.30	16.49	16.04	15.46	14.85	15.90	17.10	17.52	16.58	17.31



TEMPERATURAS MAXIMAS MENSUAL - ESTACION JULI

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2000	12.99	12.87	13.03	13.51	13.69	11.99	11.88	12.77	14.42	13.98	16.32	14.39
2001	12.53	13.02	12.95	13.20	12.94	12.42	11.59	12.05	13.59	14.52	15.65	14.44
2002	14.22	13.86	14.26	13.55	13.18	12.57	11.08	12.39	13.51	14.23	15.13	14.97
2003	14.21	14.30	14.32	14.57	13.21	12.57	12.14	12.28	12.41	14.26	15.00	15.26
2004	13.23	13.73	14.55	14.52	13.21	11.75	11.63	12.01	13.16	15.02	15.63	15.34
2005	14.35	13.81	15.08	14.77	14.15	12.90	13.43	13.11	13.98	14.30	14.59	14.71
2006	13.48	14.41	14.60	13.85	12.94	12.21	12.55	13.46	13.79	14.59	14.53	14.79
2007	14.81	14.24	13.43	14.01	13.66	13.53	12.23	13.99	13.01	14.84	14.63	14.41
2008	13.21	13.89	13.54	13.74	13.18	13.31	12.95	13.46	14.71	15.14	16.25	14.03
2009	14.27	14.27	13.75	13.59	13.78	12.65	13.12	13.78	15.07	16.21	15.75	14.94
2010	14.77	15.36	15.37	15.69	14.43	14.30	13.90	14.43	15.33	15.11	16.10	14.75
2011	14.49	12.91	13.46	14.20	13.88	13.73	12.66	13.90	13.61	14.75	15.82	14.05
2012	13.38	13.14	13.50	14.05	13.74	13.19	13.23	13.39	14.05	15.52	15.85	14.05
2013	14.01	13.89	14.77	14.93	13.87	12.44	12.82	13.18	14.80	15.08	15.48	13.99
2014	13.90	14.49	15.37	15.62	14.71	14.73	13.77	13.69	14.01	14.41	16.10	15.31
2015	13.46	13.84	13.67	13.15	13.19	13.53	13.08	13.58	14.21	14.92	16.12	15.61
2016	15.56	14.65	15.88	14.34	14.73	14.14	13.27	14.29	15.05	14.93	15.89	15.46
2017	13.75	14.77	13.38	14.51	13.89	13.72	13.48	14.30	14.17	15.32	16.10	15.01
2018	13.90	13.77	14.13	14.75	14.14	12.86	13.12	13.50	14.72	14.89	16.47	15.61
2019	14.63	14.39	15.03	15.25	14.90	14.24	13.79	14.09	14.80	14.84	14.97	15.35

TEMPERATURAS MAXIMAS MENSUAL - ESTACION LARAQUERI

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2000	14.20	13.71	14.75	15.77	16.21	14.57	14.26	15.54	17.59	15.59	18.81	15.85
2001	13.17	13.68	13.93	14.61	14.99	14.49	14.58	14.64	16.73	17.48	18.33	16.55
2002	16.60	14.20	14.84	14.12	14.72	14.87	12.35	14.07	16.86	16.12	17.23	15.82
2003	16.44	15.53	14.79	15.43	15.23	14.79	15.02	15.35	15.85	17.57	18.97	18.79
2004	14.55	15.21	16.85	16.70	16.85	14.81	14.26	14.53	16.60	18.95	19.56	19.05
2005	16.76	15.13	16.20	16.57	17.02	15.93	16.32	16.83	16.77	17.63	18.21	17.73
2006	14.53	16.04	16.08	15.95	15.73	15.59	15.54	16.70	17.51	18.09	17.84	18.49
2007	16.97	16.74	15.37	15.78	16.32	16.30	15.37	17.44	15.87	18.17	17.81	17.08
2008	15.18	15.79	15.40	16.85	16.31	16.01	15.76	16.91	18.12	17.96	19.53	17.18
2009	16.41	15.75	15.41	15.55	16.08	16.08	15.59	16.77	18.32	19.28	18.31	17.97
2010	16.45	16.66	16.85	17.56	16.88	17.18	16.90	17.81	18.86	18.74	20.11	17.47
2011	16.74	14.91	15.26	16.19	16.05	16.38	15.23	16.47	16.09	17.64	18.89	16.41
2012	15.50	14.52	14.95	15.37	15.47	15.09	15.39	15.93	16.54	18.27	18.75	15.17
2013	15.24	15.51	16.85	17.07	16.13	14.60	14.86	15.46	17.59	17.74	18.36	16.44
2014	15.89	16.54	17.43	17.26	16.93	17.35	15.87	15.78	15.97	16.71	18.72	18.24
2015	15.34	16.04	15.79	15.08	15.72	16.27	15.67	16.19	17.34	17.86	19.23	18.43
2016	18.55	16.94	18.21	16.91	17.42	16.63	15.77	17.16	18.25	17.97	19.23	18.66
2017	15.44	17.06	15.24	16.37	16.54	16.23	16.32	17.97	16.99	18.85	20.07	18.37
2018	16.46	15.78	16.03	17.26	16.59	14.58	14.85	15.94	18.10	17.80	20.00	18.61
2019	17.01	16.44	17.17	16.82	17.27	16.63	16.27	17.44	18.15	17.86	18.02	18.15

TEMPERATURAS MAXIMAS MENSUAL - ESTACION MAÑAZO

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2000	15.45	14.97	15.59	16.33	16.62	15.25	14.89	16.30	18.08	16.12	18.97	16.33
2001	14.42	14.79	14.85	15.34	15.10	14.84	14.68	15.12	17.38	17.72	18.80	17.30
2002	16.92	15.16	15.64	15.18	15.46	15.33	13.27	15.33	16.66	16.42	17.39	16.69
2003	16.13	16.22	15.42	16.00	15.60	14.98	15.38	15.65	16.13	17.75	19.00	18.58
2004	15.17	15.82	16.95	16.68	16.57	14.93	14.71	14.83	16.59	18.51	19.27	18.60
2005	16.80	15.56	16.70	16.71	16.97	15.94	16.40	16.80	17.11	17.64	17.92	17.50
2006	15.10	16.64	16.45	15.99	15.94	15.55	15.50	16.68	17.45	18.04	17.96	18.20
2007	17.46	17.04	15.60	15.69	16.54	16.43	15.47	17.80	16.01	18.35	18.12	17.42
2008	15.12	15.60	15.35	17.19	16.06	16.10	15.66	16.92	18.55	18.44	19.49	16.83
2009	16.35	15.74	15.99	16.13	16.68	16.42	15.75	17.10	18.93	19.63	18.79	17.98
2010	16.81	16.52	16.77	17.32	17.29	17.61	17.35	17.97	19.28	19.35	20.19	17.55
2011	17.15	14.70	15.14	16.37	16.44	16.07	15.80	17.24	17.35	18.45	19.20	17.14
2012	16.06	14.93	15.35	15.65	15.98	15.73	16.04	16.69	17.40	18.70	18.64	16.22
2013	16.06	16.00	16.81	17.08	16.53	15.07	15.27	15.91	18.05	18.17	18.82	16.92
2014	15.98	16.72	17.16	16.85	17.00	17.64	16.07	16.18	16.60	17.09	18.55	18.22
2015	15.46	16.33	16.20	15.37	16.24	16.84	16.36	16.70	17.84	18.24	19.22	18.28
2016	18.62	17.16	18.64	17.14	17.58	16.90	16.47	17.40	18.41	18.09	19.21	18.53
2017	15.32	16.64	15.31	16.39	16.83	16.79	16.52	17.81	16.96	18.34	19.28	17.80
2018	15.94	15.48	15.85	16.57	16.59	14.80	14.90	16.03	18.28	17.95	20.01	18.36
2019	16.27	15.61	16.81	17.11	17.05	16.51	16.17	17.27	17.85	17.96	17.48	17.72



TEMPERATURAS MAXIMAS MENSUAL - ESTACION MAZOCRUZ

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2000	15.31	15.59	16.08	17.63	17.06	14.69	14.07	15.96	18.09	17.38	20.70	18.28
2001	14.92	14.54	15.52	17.52	16.82	14.80	13.83	14.68	16.96	18.20	19.38	17.39
2002	17.26	14.39	13.80	13.53	14.97	14.08	11.04	15.24	17.71	17.31	19.05	17.92
2003	17.23	16.78	16.04	16.72	16.33	16.19	15.92	15.81	16.61	19.18	20.32	19.63
2004	15.29	16.10	17.29	17.03	15.84	14.73	13.22	13.78	16.92	19.00	20.07	19.77
2005	16.68	14.63	17.08	16.69	16.11	14.59	15.06	15.92	15.05	17.54	18.11	16.74
2006	14.23	15.28	15.14	15.55	15.15	14.79	16.37	17.32	18.61	20.59	19.45	19.30
2007	17.41	17.44	16.19	17.66	16.65	17.41	16.01	18.35	17.13	19.90	19.35	18.45
2008	15.90	17.75	17.50	18.12	16.53	16.55	16.44	17.60	18.99	19.58	21.45	17.92
2009	18.01	17.06	17.12	17.07	17.10	16.47	15.30	16.98	18.94	20.54	19.29	19.29
2010	17.40	17.69	18.75	18.85	16.82	17.59	16.96	18.81	19.53	19.45	20.72	17.85
2011	17.94	14.81	15.84	17.38	16.91	16.37	15.55	17.79	17.98	19.83	21.05	17.35
2012	15.92	14.69	16.25	15.97	16.68	16.11	16.58	17.63	18.89	19.98	20.52	16.77
2013	16.00	16.61	17.82	18.41	16.97	14.95	16.09	16.71	18.72	19.15	20.43	17.62
2014	17.03	18.85	18.71	17.93	17.46	17.83	16.11	16.69	17.45	18.81	20.02	20.03
2015	16.21	16.73	16.25	15.89	16.77	17.75	16.42	17.19	18.57	18.79	20.57	20.43
2016	21.04	17.95	19.44	17.82	18.47	17.46	16.16	17.68	18.95	18.77	20.40	20.26
2017	16.17	18.01	16.00	17.36	17.08	17.08	17.66	18.52	18.07	20.08	21.50	19.32
2018	17.08	16.54	16.76	18.29	17.57	14.70	14.50	16.30	18.86	19.19	21.51	19.90
2019	17.84	17.39	18.11	17.61	17.49	17.13	16.63	18.39	18.76	18.70	18.59	19.99

TEMPERATURAS MAXIMAS MENSUAL - ESTACION PIZACOMA

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2000	15.46	15.28	16.06	17.88	17.81	15.44	14.57	16.08	18.43	17.02	19.98	17.21
2001	13.24	13.56	14.30	15.71	16.14	15.49	15.52	16.16	18.51	18.85	20.25	17.55
2002	17.72	15.61	15.50	14.97	15.81	15.41	12.57	15.48	17.39	16.88	18.18	17.70
2003	16.50	16.84	15.46	16.35	15.88	15.50	15.20	16.03	16.77	18.99	19.97	19.14
2004	15.10	15.75	17.03	17.50	16.56	15.00	13.62	14.30	17.35	19.46	19.94	20.18
2005	17.25	15.29	17.35	17.30	17.51	16.19	16.25	17.99	17.08	19.15	19.95	18.68
2006	18.39	19.23	19.32	18.63	16.88	16.29	15.65	16.85	18.37	19.08	20.41	19.59
2007	18.49	17.89	16.88	17.57	16.44	16.27	15.16	18.17	17.86	19.57	19.79	18.99
2008	16.69	18.26	18.10	18.39	16.22	15.90	15.42	17.18	17.79	17.81	19.44	17.58
2009	18.51	17.85	18.37	18.90	18.41	15.91	15.83	18.21	18.31	19.71	18.85	20.37
2010	16.91	17.16	18.15	17.98	15.89	16.51	16.81	17.86	18.44	18.52	20.01	17.82
2011	18.87	14.57	15.97	17.21	16.37	16.09	15.22	17.37	17.29	18.85	19.73	17.54
2012	15.19	15.02	15.09	15.93	16.38	16.01	16.14	16.68	18.07	19.12	19.59	16.36
2013	15.35	16.08	17.35	17.81	16.46	14.07	14.92	15.94	18.42	18.74	19.59	17.59
2014	16.15	17.64	17.90	17.61	17.48	17.69	16.06	16.16	16.37	17.28	19.57	18.98
2015	15.88	16.59	16.46	15.40	16.68	17.28	16.35	16.79	17.76	18.32	19.40	19.17
2016	19.29	17.48	19.09	17.62	18.20	17.34	16.17	17.42	18.50	18.40	19.80	19.14
2017	16.58	17.67	15.99	16.96	16.79	17.17	16.52	18.69	16.33	18.13	19.40	18.65
2018	16.74	16.11	16.00	17.56	17.10	14.10	14.55	15.82	17.99	17.72	19.97	18.22
2019	16.85	16.15	16.54	16.31	16.75	16.75	15.96	17.57	17.51	17.92	18.36	19.26

TEMPERATURAS MAXIMAS MENSUAL - ESTACION PUNO

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2000	15.51	15.25	15.48	16.01	16.37	15.39	14.80	16.04	18.09	16.01	18.48	16.30
2001	14.34	14.85	14.72	15.03	14.66	14.41	13.59	14.28	16.29	16.66	17.95	16.70
2002	16.52	15.31	15.67	15.06	14.87	14.39	12.84	14.89	15.81	16.01	17.19	16.73
2003	16.35	16.34	15.45	15.79	14.61	13.95	14.52	14.95	15.20	16.73	18.13	17.88
2004	14.90	15.68	16.52	16.01	15.65	13.86	13.89	14.01	15.69	17.54	18.51	17.68
2005	16.38	15.50	16.42	16.43	15.94	14.78	15.63	15.90	16.81	16.99	17.18	17.27
2006	15.06	16.30	16.10	15.40	14.98	14.44	14.52	15.48	16.75	17.50	17.43	17.57
2007	17.25	16.66	15.21	15.79	15.95	15.43	14.45	16.43	15.44	17.34	17.17	17.17
2008	15.54	16.01	15.52	16.28	15.57	15.67	15.12	16.20	17.21	17.19	18.25	16.48
2009	16.37	16.00	15.95	15.28	16.05	15.11	15.54	16.34	17.74	18.48	17.97	17.85
2010	16.93	17.13	17.15	17.40	16.19	16.27	16.95	17.39	18.60	18.63	19.47	17.48
2011	17.08	15.05	14.95	15.51	15.17	15.18	14.65	16.46	16.23	17.86	18.71	16.41
2012	15.77	14.61	15.03	15.09	15.14	14.90	15.22	15.80	15.76	17.49	18.01	14.90
2013	16.22	14.96	15.90	15.61	15.32	14.14	13.85	14.63	16.81	16.94	17.35	15.98
2014	15.36	15.90	16.34	15.87	16.17	16.62	15.35	14.97	15.01	16.01	17.54	17.41
2015	15.21	15.73	15.31	14.60	15.44	15.75	15.10	15.55	17.02	17.26	18.32	17.82
2016	17.90	16.43	17.79	16.20	16.88	15.89	15.05	16.19	16.98	17.25	18.23	18.19
2017	15.75	16.88	14.85	15.33	15.57	15.85	15.07	16.95	15.92	17.41	18.52	17.77
2018	15.99	15.30	15.12	15.68	15.52	14.05	14.45	15.05	16.69	16.47	19.09	17.84
2019	16.82	15.97	16.68	16.41	16.43	15.67	14.66	15.08	16.29	16.17	15.94	17.65



TEMPERATURAS MAXIMAS MENSUAL - ESTACION CRUCERO

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2000	10.89	10.74	11.86	13.05	12.31	10.71	10.21	12.23	13.99	12.77	15.94	12.74
2001	10.08	10.75	10.75	12.13	11.79	11.25	11.23	11.63	13.36	14.77	16.65	14.81
2002	14.17	11.22	11.80	11.50	12.21	11.99	8.30	11.90	13.49	12.96	14.43	14.39
2003	12.68	12.99	12.05	12.27	12.52	12.12	11.86	11.08	12.29	14.80	15.30	14.43
2004	10.70	11.99	12.41	12.11	11.77	10.91	11.19	12.35	13.41	15.77	16.97	16.10
2005	15.10	14.36	13.95	13.97	14.31	14.49	14.82	14.52	14.53	15.79	16.37	16.52
2006	11.52	12.62	12.39	12.40	12.16	11.85	11.68	12.32	13.05	14.01	14.91	14.77
2007	13.42	13.48	11.74	12.49	12.02	12.43	11.58	13.17	12.97	13.98	14.09	13.74
2008	11.76	12.83	12.77	13.69	12.46	11.97	11.95	13.31	14.27	15.14	15.99	12.98
2009	13.95	14.77	12.73	12.80	12.59	11.61	11.68	12.37	13.56	15.86	13.80	14.95
2010	13.46	13.96	13.63	13.56	12.83	13.07	12.57	14.17	14.91	14.86	15.99	13.59
2011	13.29	11.55	11.97	12.75	12.74	12.51	11.98	13.40	13.66	15.87	16.46	13.38
2012	11.92	10.92	12.21	11.57	12.24	11.75	11.97	12.68	13.74	15.42	15.56	11.94
2013	12.12	12.06	13.17	14.05	12.50	10.73	11.41	12.50	13.88	14.22	15.33	12.30
2014	11.55	13.93	13.34	12.54	12.80	13.13	11.54	12.35	12.57	13.68	15.21	15.42
2015	12.09	11.97	11.66	10.68	11.95	12.71	10.94	12.21	13.15	14.15	15.52	14.85
2016	15.55	13.09	15.09	12.55	12.86	11.61	11.82	13.03	14.23	14.35	15.09	14.99
2017	11.35	13.16	11.65	12.21	12.06	12.01	12.14	13.29	13.04	14.55	15.43	13.48
2018	11.79	11.50	11.35	12.75	11.99	9.55	11.47	12.18	14.43	14.11	16.41	14.63
2019	12.79	11.81	12.63	12.87	12.05	11.84	11.12	13.06	14.05	13.95	14.24	14.59

TEMPERATURAS MAXIMAS MENSUAL - ESTACION JULIACA

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2000	16.36	15.83	16.47	17.27	17.57	16.09	15.70	17.25	19.21	17.06	20.19	17.27
2001	15.23	15.60	15.65	16.23	15.95	15.68	15.58	16.09	19.52	19.20	20.39	18.57
2002	18.09	16.05	16.62	16.47	16.91	16.78	14.42	16.85	17.93	17.33	18.11	17.56
2003	16.94	17.38	16.44	17.41	17.22	16.16	16.75	16.84	17.32	18.91	19.81	19.20
2004	15.76	16.41	17.96	18.08	17.76	15.71	16.03	16.09	17.76	19.71	20.50	20.01
2005	17.73	16.21	17.57	17.77	17.92	17.11	17.31	17.81	18.35	17.96	18.44	18.04
2006	15.51	17.72	17.80	17.04	17.21	16.54	16.39	17.93	18.62	19.02	18.53	18.95
2007	18.06	18.37	16.33	17.07	17.44	17.29	16.38	18.63	17.34	19.74	18.93	18.55
2008	16.12	17.23	17.07	18.77	17.41	16.76	16.44	17.80	19.24	18.70	20.12	17.19
2009	17.14	16.48	16.55	17.13	17.33	16.86	16.52	17.84	19.53	20.26	19.69	18.78
2010	17.64	17.68	18.48	19.29	18.35	18.24	18.04	19.06	20.17	19.96	21.07	18.30
2011	18.23	15.78	16.30	17.77	17.87	17.18	16.47	18.33	17.95	19.39	19.98	17.63
2012	16.60	15.19	15.96	16.37	16.77	16.61	16.95	17.68	18.55	20.03	20.17	17.15
2013	16.33	16.32	17.80	18.65	17.90	16.18	16.65	16.99	19.18	19.30	20.02	17.60
2014	16.59	17.48	18.42	18.09	17.97	18.77	16.85	17.08	17.68	17.75	19.78	19.29
2015	15.78	16.98	16.96	16.03	16.98	17.48	17.23	17.54	18.74	19.20	20.42	19.13
2016	19.46	17.64	19.78	18.44	18.57	17.88	17.43	18.34	19.63	19.16	20.62	19.61
2017	16.76	18.56	16.48	17.56	17.42	17.64	17.45	18.83	17.69	19.18	20.42	18.89
2018	16.67	16.26	16.94	17.79	17.68	15.81	15.86	17.00	18.98	18.67	20.76	19.04
2019	17.85	17.42	18.45	18.07	17.74	17.38	17.01	18.18	19.34	19.03	18.91	19.42

TEMPERATURAS MAXIMAS MENSUAL - ESTACION LAMPA

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2000	15.75	14.85	15.58	16.29	16.27	15.06	14.67	16.32	18.18	16.27	19.80	16.33
2001	14.50	14.54	14.70	15.55	15.30	14.86	14.95	15.72	17.75	18.19	19.39	17.57
2002	17.27	15.48	15.64	15.40	15.63	15.45	13.36	15.45	17.01	17.10	18.25	17.13
2003	16.07	16.28	15.23	16.12	15.81	15.09	15.76	15.92	16.29	17.54	18.89	18.69
2004	14.97	15.52	16.55	16.56	16.25	14.20	14.66	14.52	16.07	18.06	19.02	18.67
2005	17.06	15.31	17.00	16.74	16.78	15.80	16.34	16.81	17.57	17.50	17.89	16.85
2006	14.78	16.54	16.22	15.69	16.24	15.61	15.57	16.98	17.80	18.25	18.08	18.20
2007	17.24	17.53	15.46	16.02	16.27	16.33	15.42	17.78	16.43	18.61	18.06	17.16
2008	14.75	15.91	15.86	17.23	16.55	16.44	16.15	17.32	18.38	17.95	19.15	16.65
2009	16.38	16.00	15.87	15.78	16.51	16.21	16.06	17.01	18.71	19.52	18.45	18.26
2010	17.10	17.01	17.41	18.10	17.81	17.67	17.34	18.37	19.35	19.20	20.59	17.93
2011	17.62	15.19	15.41	17.10	17.11	16.37	16.76	17.73	18.90	18.95	20.38	18.57
2012	16.73	15.95	15.48	16.25	16.60	15.91	16.46	17.30	18.31	19.54	19.61	17.43
2013	16.44	17.19	17.11	17.21	16.98	15.25	15.60	16.42	18.73	18.45	19.79	17.50
2014	15.87	16.71	17.28	17.31	17.11	18.09	16.46	16.65	17.09	18.21	19.50	18.59
2015	15.50	16.46	16.57	15.63	16.49	17.29	17.09	17.28	18.52	19.22	19.80	18.77
2016	19.17	17.96	19.23	17.60	18.09	17.42	17.05	18.15	19.43	18.24	19.89	18.37
2017	16.23	17.72	15.54	17.07	16.25	17.00	17.10	18.19	17.46	18.75	19.77	18.57
2018	15.54	16.22	16.55	17.56	16.99	15.39	15.82	15.94	18.44	17.75	19.67	18.36
2019	17.07	16.71	18.09	17.61	17.52	17.11	16.81	18.09	18.43	18.48	18.32	18.38



TEMPERATURAS MAXIMAS MENSUAL - ESTACION PAMPAHUTA

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2000	11.35	10.88	11.64	12.63	13.16	10.86	10.69	12.70	14.45	11.85	15.14	12.12
2001	10.37	10.86	10.87	11.26	11.50	10.96	11.23	11.53	13.90	14.52	15.33	13.61
2002	12.94	10.60	11.49	10.37	11.33	11.59	8.59	11.34	12.78	12.17	12.98	12.76
2003	12.30	11.84	10.86	11.53	11.87	11.19	11.47	12.22	12.09	14.31	15.54	14.64
2004	10.69	11.90	12.83	11.68	12.03	10.29	10.33	10.85	12.33	14.79	15.07	13.67
2005	12.87	11.06	12.23	12.02	12.32	11.52	12.15	12.39	12.52	13.55	12.65	12.21
2006	10.21	11.76	11.19	10.55	11.34	11.23	11.30	12.55	13.24	13.35	13.07	13.20
2007	12.43	12.08	10.97	11.93	12.32	12.44	10.78	13.83	12.28	14.60	14.40	13.36
2008	11.15	11.99	11.90	13.79	12.60	12.07	11.95	13.16	14.69	14.57	15.52	13.03
2009	12.72	11.91	12.03	12.47	12.97	12.42	12.00	13.24	14.62	15.58	14.61	13.17
2010	12.32	13.01	13.34	13.69	13.25	13.47	13.11	14.54	15.33	14.91	16.31	13.23
2011	13.54	11.21	11.90	12.07	12.91	12.56	11.75	13.43	13.47	15.10	15.25	12.63
2012	11.63	10.81	11.41	11.25	12.05	11.57	12.17	13.00	14.03	15.10	14.51	12.14
2013	12.27	12.56	13.70	14.63	13.98	11.67	12.30	13.39	15.44	15.67	16.01	13.67
2014	12.79	13.84	13.66	13.15	13.83	14.42	12.29	12.88	13.84	13.55	15.01	15.05
2015	11.75	12.93	12.84	11.73	12.94	14.03	12.97	13.50	14.39	14.72	16.12	14.77
2016	15.50	13.73	15.36	13.35	13.94	13.47	13.46	14.26	15.29	15.19	15.97	15.40
2017	12.74	14.16	12.52	13.15	12.68	13.67	14.05	15.12	14.66	15.57	16.61	14.89
2018	12.95	13.02	13.07	14.01	14.03	11.65	11.86	12.78	15.22	14.95	17.02	15.85
2019	14.37	13.58	13.94	13.73	13.70	13.51	13.29	14.77	15.63	15.24	15.15	15.04

TEMPERATURAS MAXIMAS MENSUAL - ESTACION SANTA LUCIA

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2000	15.12	14.52	15.23	16.07	16.38	14.79	14.40	16.06	18.09	15.82	19.14	16.04
2001	13.92	14.31	14.37	14.97	14.09	14.20	14.35	14.62	17.14	17.85	19.08	17.42
2002	16.36	14.28	14.80	14.36	14.79	14.84	12.23	14.91	15.94	15.93	17.03	16.37
2003	15.15	15.16	14.30	14.91	14.93	14.45	14.79	15.07	15.95	18.05	19.72	18.99
2004	14.82	15.49	16.40	15.77	15.93	14.87	13.97	14.09	16.21	18.41	19.99	18.19
2005	16.19	14.84	16.44	15.81	17.15	15.72	16.21	16.67	16.48	18.24	18.17	17.06
2006	14.58	16.30	15.51	15.28	15.56	15.37	15.22	16.65	17.05	17.85	18.35	18.18
2007	17.48	17.05	16.31	16.04	17.38	19.48	16.95	19.10	17.77	19.10	18.24	17.11
2008	15.01	16.11	15.89	17.48	16.08	16.01	15.31	16.63	17.89	17.75	19.22	16.27
2009	16.19	14.76	15.18	16.19	16.16	15.70	14.80	16.34	18.11	19.34	18.00	17.26
2010	15.24	16.27	16.71	17.23	16.31	16.88	16.55	17.70	18.47	18.62	19.61	16.63
2011	17.00	14.88	15.37	15.92	16.12	16.11	15.32	17.01	17.09	18.53	18.90	16.49
2012	15.32	13.79	14.89	14.98	15.70	15.72	15.80	16.45	17.84	18.86	18.59	15.84
2013	15.33	15.84	16.94	17.51	16.39	14.75	15.17	15.92	18.23	18.28	19.05	16.79
2014	15.66	16.55	17.04	16.73	16.87	17.64	15.79	15.95	16.50	17.04	18.71	18.27
2015	15.05	16.07	15.98	14.99	16.02	16.73	16.19	16.57	17.85	18.33	19.44	18.32
2016	18.73	17.07	18.77	17.05	17.54	16.78	16.33	17.39	18.57	18.13	19.47	18.58
2017	15.62	17.23	15.31	16.47	16.20	16.60	16.69	17.96	17.10	18.46	19.60	18.04
2018	15.63	15.60	15.98	16.91	16.74	14.74	14.95	15.82	18.24	17.79	19.93	18.38
2019	16.79	16.26	17.29	17.09	16.95	16.54	16.21	17.55	18.30	18.87	17.88	18.43



Anexo 6. Datos de temperaturas mínimas mensuales obtenidas del SENAMHI por cada estación meteorológica.

TEMPERATURAS MINIMAS MENSUAL - ESTACION MAÑAZO												
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
2000	-0.57	-0.35	-1.83	-5.29	-9.95	-13.45	-14.71	-11.40	-10.01	-5.21	-7.00	-2.49
2001	-0.62	0.09	-0.60	-3.47	6.36	10.92	-16.25	-10.09	8.02	-7.93	4.74	-4.24
2002	-3.48	1.10	-0.83	-1.64	-5.46	-10.50	-9.07	-9.51	-7.34	-4.81	-4.80	-2.25
2003	-0.21	-1.33	-1.36	-5.00	-7.64	-11.60	-10.79	-11.18	-9.97	-7.85	-7.51	-4.38
2004	0.65	-1.07	-1.76	-4.75	-10.35	-11.82	-13.55	-7.53	-6.88	-8.31	-6.77	-4.50
2005	-0.32	-0.42	-1.74	-4.02	-9.24	-12.72	-11.24	-12.58	-7.59	-7.40	-5.40	-2.09
2006	0.52	-0.99	-0.34	-3.58	-8.92	-11.35	-12.47	-10.11	-9.43	-6.76	-4.00	-3.51
2007	-0.64	-1.13	-0.55	-4.13	-7.70	-9.02	-10.35	-8.85	-7.27	-6.15	-5.98	-3.57
2008	-0.68	-2.40	-2.02	-7.50	-11.05	-11.13	-12.26	-11.45	-12.18	-7.74	-7.27	-3.06
2009	-2.96	-0.95	-2.99	-4.89	-8.96	-13.83	-10.83	-12.72	-8.45	-7.60	-2.51	-2.26
2010	-0.98	-0.10	-2.02	-5.38	-7.36	-8.33	-9.96	-10.59	-6.34	-7.18	-8.22	-1.49
2011	-2.31	-0.45	-2.06	-5.09	-8.43	-10.11	-10.28	-11.18	-8.65	-8.95	-6.38	-3.91
2012	-1.02	-0.39	-1.16	-2.26	-8.17	-10.78	-11.41	-11.70	-9.11	-6.77	-5.08	-0.32
2013	-0.87	-1.26	-3.14	-8.22	-6.88	-8.37	-9.14	-11.08	-11.15	-7.31	-6.47	-2.23
2014	-1.37	-3.95	-4.12	-5.79	-10.56	-12.39	-12.32	-10.54	-7.13	-4.84	-5.78	-4.20
2015	-1.81	-0.21	-0.07	-2.80	-7.52	-10.18	-12.23	-10.59	-8.60	-6.45	-6.00	-4.59
2016	-3.14	0.78	-0.78	-3.46	-9.52	-11.95	-10.85	-10.79	-8.07	-4.71	-5.19	-4.15
2017	0.02	-1.84	-0.80	-4.28	-6.73	-10.32	-11.78	-11.64	-7.64	-7.57	-6.03	-3.02
2018	-0.83	-0.43	-1.20	-5.47	-9.75	-7.41	-8.59	-9.74	-10.22	-4.70	-4.83	-3.47
2019	-0.66	0.19	-2.76	-4.81	-7.55	-8.86	-10.03	-10.96	-6.03	-7.65	-3.25	-3.25

TEMPERATURAS MINIMAS MENSUAL - ESTACION DESAGUADERO												
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
2000	4.68	5.44	4.13	1.41	-4.18	-6.41	-8.62	-5.01	-3.27	1.64	-0.55	2.74
2001	4.58	5.09	5.14	3.26	-1.48	-3.20	-5.57	-2.83	-0.23	1.26	2.55	3.30
2002	4.34	5.79	4.92	3.08	0.14	-2.82	-2.85	-2.70	-0.25	2.52	2.12	3.73
2003	4.81	4.49	6.14	2.96	0.49	-4.91	-4.14	-3.82	-0.87	1.18	1.79	4.65
2004	5.75	5.89	4.99	2.90	-4.20	-4.79	-1.92	-0.65	1.39	1.19	2.63	4.43
2005	4.26	4.41	4.42	1.62	-3.52	-5.16	-3.10	-3.17	0.26	3.20	4.06	5.15
2006	4.91	5.71	6.07	4.10	-1.14	-2.63	-4.25	-1.49	-0.26	3.01	5.12	5.21
2007	5.42	5.04	5.29	3.97	0.26	-1.57	-2.50	-0.90	2.74	2.63	1.90	4.80
2008	5.49	4.58	4.77	2.01	-2.88	-3.41	-4.69	-4.02	-1.35	2.62	4.03	4.98
2009	5.19	5.60	4.97	2.94	-1.17	-6.37	-3.54	-4.95	-0.69	1.63	5.44	5.83
2010	6.59	6.78	6.22	2.92	0.11	-1.24	-4.35	-2.86	0.24	2.29	1.24	5.43
2011	5.41	5.86	5.46	3.35	0.30	-4.17	-2.39	-1.30	1.18	1.44	3.73	5.16
2012	5.38	5.53	5.72	4.44	-0.35	-2.17	-2.65	-1.92	1.79	3.35	4.77	6.19
2013	5.36	6.05	5.13	1.79	1.69	-1.15	-0.09	-1.38	-0.22	2.52	4.06	5.83
2014	5.78	6.00	4.93	3.93	-0.32	-2.27	-2.53	-0.12	3.07	3.63	3.96	5.43
2015	4.87	5.94	6.09	4.95	0.03	-1.74	-2.96	-0.57	1.63	2.86	4.41	5.11
2016	5.98	6.62	5.88	3.65	-1.25	-3.21	-1.99	-2.61	-0.04	2.75	2.51	4.81
2017	5.26	5.43	5.60	3.69	0.84	-2.19	-3.55	-2.90	2.10	2.17	3.52	5.27
2018	5.49	5.59	5.57	2.77	-1.85	-1.16	-1.04	-1.18	-1.05	4.43	4.56	4.65
2019	5.86	6.16	5.75	4.20	-0.12	-2.65	-3.19	-2.99	2.12	1.70	4.91	5.59

TEMPERATURAS MINIMAS MENSUAL - ESTACION ILAVE												
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
2000	5.08	5.25	4.77	2.93	0.77	-2.15	-2.85	0.03	0.59	2.81	2.78	4.10
2001	5.10	5.52	4.95	3.35	0.90	-0.20	-1.78	-0.33	2.01	3.59	4.65	4.53
2002	5.23	5.91	5.50	3.94	1.55	0.32	-1.46	-0.01	1.78	4.16	4.21	5.18
2003	5.77	5.69	5.37	2.81	0.94	-1.60	-2.17	-0.66	0.43	2.46	3.77	4.96
2004	5.40	4.98	5.02	3.63	-2.91	-2.43	-0.80	0.59	1.70	2.83	3.37	3.43
2005	4.09	4.27	4.63	3.31	-0.62	-3.35	-2.02	-2.32	-0.33	3.04	4.08	5.20
2006	4.91	4.93	5.32	2.65	-1.88	-1.80	-4.34	-0.50	0.14	3.38	4.59	5.56
2007	5.67	4.91	5.12	3.71	0.30	-2.07	-4.80	-3.37	1.15	1.34	1.01	2.79
2008	4.75	3.88	3.24	-0.87	-4.94	-5.79	-6.54	-5.14	-3.24	0.95	2.49	2.28
2009	3.92	4.37	3.30	1.39	-3.54	-7.61	-5.05	-6.16	-2.33	0.57	3.83	3.48
2010	3.86	5.56	3.94	1.36	-1.83	-2.97	-5.04	-3.57	-1.51	0.34	-0.02	3.52
2011	4.98	5.54	4.97	2.24	-0.46	-3.02	-2.92	-1.65	0.71	1.25	3.32	4.58
2012	4.44	4.59	4.16	2.96	-2.01	-4.26	-4.86	-4.52	-0.65	2.03	3.74	5.28
2013	4.76	5.49	4.26	0.17	0.45	-2.39	-1.62	-2.32	-1.14	2.45	3.53	4.66
2014	5.08	4.81	3.78	2.62	-1.02	-3.17	-3.32	-0.82	2.26	2.92	3.29	4.94
2015	4.51	5.09	5.02	4.34	-0.35	-2.39	-3.74	-1.86	0.72	2.13	3.37	4.03
2016	5.14	6.18	5.52	3.29	-1.14	-2.90	-2.16	-2.17	-0.10	2.48	2.01	4.82
2017	5.32	5.31	5.52	2.81	0.81	-2.57	-3.22	-3.27	1.77	1.06	3.15	4.88
2018	4.95	5.08	4.83	1.49	-1.30	-1.23	-1.55	-1.55	-0.43	4.36	4.30	4.23
2019	5.58	5.86	4.90	2.97	-0.76	-2.77	-3.14	-3.43	1.58	1.70	4.39	5.16



TEMPERATURAS MINIMAS MENSUAL - ESTACION JULI

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
2000	4.39	4.24	4.11	2.79	0.43	-2.35	-2.58	-0.41	0.30	3.34	3.25	4.56
2001	4.74	5.31	4.63	3.32	0.86	-0.13	-1.15	0.26	2.25	3.76	5.04	4.52
2002	4.86	5.51	5.29	4.03	2.03	0.86	-0.32	0.84	2.65	4.70	5.12	5.59
2003	5.68	5.68	4.97	3.00	1.70	-0.86	-0.57	0.14	1.26	3.39	4.45	5.92
2004	5.84	5.61	5.35	4.01	-1.21	-0.65	0.50	0.99	2.82	4.03	4.67	6.05
2005	5.73	5.19	4.98	4.14	1.11	-1.70	-0.65	-0.66	1.73	4.20	4.69	5.14
2006	4.91	4.87	5.38	4.26	0.06	-0.61	-1.15	0.60	1.25	4.46	5.69	5.88
2007	6.14	5.62	5.54	4.56	1.49	0.51	-0.50	0.94	3.25	4.03	3.79	4.92
2008	5.82	5.45	4.90	2.75	-1.12	-1.01	-1.66	-0.95	1.21	3.83	4.93	5.15
2009	5.29	5.20	4.83	3.30	1.05	-2.58	-1.02	-1.12	2.31	3.98	6.24	5.54
2010	6.32	6.45	5.81	3.73	1.83	1.11	-1.61	0.44	1.97	3.72	3.87	5.71
2011	5.35	5.23	5.45	3.24	0.90	-0.36	-1.08	0.89	2.17	3.15	4.83	5.28
2012	5.06	5.14	5.05	4.34	0.85	-0.23	-0.90	-0.28	2.14	4.03	5.09	5.74
2013	5.02	5.71	5.19	2.21	2.06	0.37	0.80	0.36	1.27	3.87	5.22	5.67
2014	5.29	5.14	4.11	3.74	1.03	-0.44	-0.43	1.11	3.35	4.23	4.87	5.79
2015	4.91	5.66	5.48	4.91	1.30	0.57	-0.85	0.71	2.77	3.48	5.04	5.39
2016	6.32	6.72	6.01	4.37	0.98	-0.37	0.05	0.16	1.77	3.77	3.43	5.75
2017	5.45	5.91	5.67	4.32	2.67	0.26	0.03	0.05	3.27	3.16	5.09	5.76
2018	5.39	5.38	5.54	3.42	0.97	0.53	0.71	1.12	1.78	4.88	5.83	5.25
2019	6.19	6.07	5.48	4.79	1.97	0.19	-0.21	0.30	3.32	3.23	4.91	5.70

TEMPERATURAS MINIMAS MENSUAL - ESTACION LARAQUERI

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
2000	0.11	0.20	0.06	0.03	-2.26	-4.55	-5.60	-3.24	-2.12	-0.80	-0.37	0.08
2001	0.08	0.06	0.09	-0.29	-2.31	-4.27	-5.39	-4.19	-2.06	-0.92	-0.27	-0.24
2002	0.12	1.54	1.65	1.30	-1.59	-3.69	-4.78	-3.57	-1.69	0.05	-0.50	0.04
2003	3.05	3.41	3.58	-0.72	-2.82	-9.18	-9.28	-7.58	-5.00	-4.16	-4.59	-2.16
2004	5.18	3.14	1.90	-1.33	-9.19	-10.32	-7.70	-4.52	-3.91	-1.15	0.56	1.82
2005	3.56	3.35	2.23	-0.45	-6.05	-11.20	-8.68	-9.49	-4.51	-0.29	1.24	2.35
2006	3.74	3.01	3.37	-0.08	-7.37	-8.53	-10.46	-6.39	-4.38	0.19	1.93	2.65
2007	2.76	3.56	3.61	0.53	-3.66	-6.65	-7.31	-6.33	-0.79	-0.52	0.03	1.98
2008	3.95	2.59	1.65	-2.89	-8.33	-7.84	-9.25	-8.97	-6.13	-0.55	0.91	2.70
2009	3.45	3.55	2.39	-0.57	-5.92	-11.13	-7.75	-9.42	-4.59	-1.32	2.55	3.05
2010	4.30	5.06	2.43	-1.17	-4.42	-6.13	-10.55	-7.18	-5.01	-1.24	-1.65	3.25
2011	3.54	4.34	3.23	-0.57	-4.45	-7.91	-7.57	-5.56	-2.72	-1.75	0.86	2.12
2012	2.05	2.19	1.71	0.75	-5.58	-7.79	-8.68	-7.90	-3.53	-0.20	0.83	3.17
2013	2.21	3.47	1.98	-2.98	-3.08	-6.36	-5.67	-6.24	-4.58	-0.38	1.21	2.71
2014	2.63	2.42	1.21	-0.05	-4.79	-6.91	-7.17	-4.75	-0.91	0.38	0.98	2.79
2015	2.09	2.92	2.55	1.74	-3.61	-6.37	-8.08	-5.82	-2.22	-0.80	1.42	1.91
2016	3.28	4.39	2.97	0.51	-5.17	-7.44	-6.78	-6.43	-4.23	-0.86	-1.70	2.61
2017	3.72	3.33	3.49	-0.41	-2.81	-6.82	-8.28	-7.80	-1.83	-1.78	0.10	1.88
2018	3.23	3.74	2.66	-2.75	-6.70	-6.17	-5.81	-6.23	-5.98	0.80	1.79	1.97
2019	3.77	3.76	1.61	0.03	-4.97	-8.05	-8.79	-8.81	-2.75	-2.06	2.25	2.77

TEMPERATURAS MINIMAS MENSUAL - ESTACION MAÑAZO

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
2000	3.78	3.59	3.22	1.58	-0.35	-2.63	-3.63	-1.57	-0.94	1.31	0.52	2.43
2001	3.63	3.89	3.46	2.17	0.07	-1.70	-2.90	-1.89	-0.14	0.85	2.12	2.33
2002	3.14	4.30	3.80	2.86	0.42	-1.42	-2.54	-1.71	-0.23	1.92	2.32	3.25
2003	4.44	4.41	4.12	1.43	-0.53	-4.19	-4.05	-3.31	-1.94	-0.36	0.31	2.50
2004	4.87	4.20	3.57	1.70	-3.35	-4.30	-3.61	-1.47	-0.23	0.92	1.70	3.38
2005	3.99	4.18	3.53	1.81	-2.25	-5.34	-3.74	-4.19	-0.70	1.37	2.36	3.85
2006	4.28	4.13	4.34	2.29	-2.63	-3.23	-4.62	-1.82	-1.02	1.75	3.50	3.76
2007	4.39	4.35	3.57	1.24	-0.65	-3.05	-3.86	-2.03	-0.03	0.03	0.32	2.38
2008	4.67	3.39	2.70	1.26	-2.85	-3.03	-4.72	-2.64	-1.75	2.48	2.66	3.69
2009	4.12	4.09	3.01	0.63	-1.50	-4.33	-1.42	-2.85	-0.25	1.47	4.25	4.15
2010	5.21	5.44	3.69	1.64	-0.57	-0.99	-2.90	-2.21	-0.36	1.56	1.81	3.85
2011	3.56	4.21	3.72	1.34	-1.46	-4.44	-2.72	-1.79	0.57	1.46	2.34	3.28
2012	3.84	4.03	3.55	3.19	-1.36	-2.83	-3.47	-3.01	-0.08	1.71	2.70	4.55
2013	4.11	4.60	3.67	0.25	-0.06	-1.94	-1.55	-2.14	-1.30	1.40	2.43	4.19
2014	4.11	4.01	3.49	2.61	-0.79	-2.24	-2.43	-1.15	1.54	2.42	2.42	3.76
2015	3.87	4.31	4.20	3.70	0.42	-1.87	-2.90	-1.75	0.38	1.13	2.92	3.27
2016	3.89	5.32	3.49	2.53	-1.36	-2.90	-2.36	-2.21	-0.82	1.51	0.87	3.71
2017	4.83	4.29	4.10	2.00	1.54	-2.31	-3.18	-1.37	0.71	1.63	2.86	4.26
2018	4.68	4.80	4.31	0.87	-0.97	-0.63	-1.15	-0.99	-0.69	3.46	4.51	4.32
2019	5.03	5.29	4.12	2.43	0.88	-3.05	-3.08	-3.36	1.13	0.75	3.87	4.62



TEMPERATURAS MINIMAS MENSUAL - ESTACION MAZOCRUZ

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
2000	3.12	3.35	1.25	-3.83	-8.46	-11.89	-13.74	-10.57	-9.74	-4.55	-7.49	0.16
2001	3.45	4.36	3.40	-0.50	-6.72	-11.19	-14.43	-11.21	-8.93	-7.64	-5.23	-3.57
2002	-2.01	1.49	0.28	-1.80	-5.76	-10.88	-9.79	-10.86	-8.47	-2.83	-4.11	-0.88
2003	1.91	1.51	1.66	-3.05	-8.22	-14.89	-13.02	-12.68	-11.60	-8.57	-7.09	-3.06
2004	3.43	0.93	-0.39	-4.17	-13.69	-14.57	-9.84	-7.04	-8.57	-8.37	-8.11	-3.32
2005	0.75	1.94	-0.55	-4.46	-13.75	-18.40	-15.34	-17.66	-10.56	-8.79	-6.19	-0.86
2006	2.13	0.04	1.14	-3.62	-10.98	-14.12	-15.15	-11.38	-9.62	-2.60	0.20	-1.14
2007	0.26	1.14	2.12	-2.78	-8.07	-11.00	-12.50	-11.73	-5.88	-6.75	-5.91	-0.86
2008	2.72	0.32	-1.01	-8.35	-13.90	-14.43	-15.14	-14.10	-12.99	-6.39	-6.29	-0.40
2009	0.22	2.48	-0.25	-4.51	-11.48	-16.53	-11.63	-15.61	-9.93	-8.79	-0.61	0.48
2010	2.41	3.24	-1.00	-4.66	-7.85	-10.87	-15.61	-13.31	-9.44	-8.30	-9.93	-0.52
2011	0.12	3.21	0.52	-3.65	-8.25	-11.03	-11.19	-10.39	-8.30	-8.41	-4.60	-0.19
2012	2.06	2.59	0.95	-0.49	-9.10	-12.67	-13.25	-12.95	-10.30	-6.61	-4.27	2.10
2013	1.70	2.10	-0.92	-8.00	-7.22	-9.27	-9.32	-11.26	-11.03	-5.07	-4.03	1.24
2014	2.39	-0.42	-2.07	-4.20	-10.63	-13.72	-13.48	-9.00	-4.22	-4.07	-4.88	-0.48
2015	0.94	1.53	1.62	-0.29	-8.53	-12.43	-13.24	-11.05	-8.55	-5.70	-4.21	-3.59
2016	-1.54	3.22	1.03	-2.48	-10.28	-13.42	-12.07	-12.23	-8.50	-3.94	-4.70	-1.29
2017	2.84	1.43	2.49	-2.69	-6.23	-11.13	-12.76	-13.03	-5.23	-7.62	-5.84	-0.37
2018	2.56	-0.09	1.35	-4.73	-9.64	-7.11	-7.52	-9.19	-11.81	-3.24	-4.53	-1.69
2019	2.21	2.76	-0.79	-2.74	-8.66	-11.36	-11.90	-12.65	-5.03	-6.66	-0.67	-0.51

TEMPERATURAS MINIMAS MENSUAL - ESTACION PIZACOMA

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
2000	4.43	4.51	2.92	-0.13	-3.99	-7.29	-7.87	-5.21	-3.75	-0.01	-1.40	2.41
2001	3.88	4.36	3.68	0.92	-3.49	-4.58	-7.24	-4.26	-2.17	-0.37	1.41	2.10
2002	3.15	4.81	3.81	1.41	-2.26	-4.63	-4.99	-4.79	-2.01	0.82	1.25	2.44
2003	4.33	3.99	3.25	-0.01	-3.08	-6.21	-6.41	-5.91	-3.93	-1.67	0.07	2.73
2004	4.75	3.86	2.58	0.31	-7.16	-6.37	-3.86	-2.37	-1.92	-0.82	-0.23	2.42
2005	4.39	4.03	2.39	0.37	-5.09	-7.23	-5.59	-4.72	-3.01	-2.15	-1.73	0.27
2006	1.07	0.38	0.26	-0.45	-5.98	-5.23	-7.01	-4.09	-4.14	-1.28	2.16	2.29
2007	3.66	2.76	2.50	1.11	-4.55	-3.82	-8.30	-4.25	0.19	0.95	-2.09	0.94
2008	3.26	1.46	1.49	-2.44	-7.54	-7.95	-6.90	-5.02	-3.41	-0.80	0.19	0.68
2009	2.55	1.84	1.32	-0.78	-4.55	-7.58	-5.14	-6.72	-3.96	-2.74	0.00	0.47
2010	0.85	0.84	1.62	-0.77	-2.80	-4.95	-7.63	-4.57	-3.15	-1.12	-1.15	4.30
2011	3.04	4.74	2.91	-0.61	-3.10	-4.75	-5.26	-3.85	-2.44	-2.47	1.77	2.86
2012	4.03	3.94	2.43	1.21	-4.64	-6.32	-6.41	-5.27	-2.55	-0.06	2.20	4.34
2013	3.52	3.79	1.41	-1.99	-1.86	-4.42	-4.27	-4.52	-4.73	-0.35	1.27	3.75
2014	3.99	3.11	0.88	-0.53	-4.33	-6.52	-6.64	-3.72	-0.32	1.20	1.22	3.41
2015	3.25	3.61	3.59	2.53	-4.32	-5.16	-6.04	-3.88	-4.01	-0.16	-0.19	1.35
2016	3.08	5.21	3.33	1.05	-3.95	-5.97	-5.05	-5.24	-2.79	0.12	-0.33	2.95
2017	4.77	3.81	4.16	-0.14	-2.81	-4.72	-5.35	-5.38	-1.23	-0.70	1.48	2.95
2018	4.24	3.79	3.55	-0.65	-4.16	-3.41	-3.27	-4.32	-4.26	1.74	2.58	2.15
2019	4.67	4.34	2.15	0.57	-3.81	-5.27	-6.14	-5.19	-0.03	-1.04	2.95	3.68

TEMPERATURAS MINIMAS MENSUAL - ESTACION PUNO

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
2000	5.86	5.47	5.10	3.53	1.59	-0.71	-1.88	0.65	1.69	3.20	2.99	4.12
2001	5.16	5.81	5.10	4.12	1.34	0.58	-0.99	0.00	2.78	3.89	5.27	4.95
2002	5.71	6.34	5.93	4.77	2.28	0.69	-0.61	0.62	2.73	4.17	4.82	5.70
2003	6.35	6.42	5.86	3.53	1.53	-1.33	-1.07	-0.13	1.12	3.36	4.37	5.74
2004	6.37	6.12	5.88	4.11	0.00	-1.18	-0.61	0.82	2.37	3.86	4.29	6.33
2005	6.39	5.86	5.66	4.17	0.77	-1.97	-0.54	-0.67	2.20	3.82	4.57	6.33
2006	5.69	5.95	6.17	4.28	-0.32	-0.49	-1.94	0.95	1.66	4.03	5.65	5.79
2007	6.21	6.15	5.63	4.55	2.11	0.43	-0.41	0.67	3.16	3.66	3.49	5.14
2008	6.14	5.34	5.10	2.41	-0.46	-0.81	-1.50	-0.48	0.77	3.90	5.14	5.32
2009	5.48	6.19	5.03	3.57	0.85	-2.12	-0.54	-1.07	2.25	3.81	6.29	6.13
2010	6.85	6.76	6.80	4.70	1.63	1.38	-1.19	0.80	2.07	3.88	3.97	5.96
2011	6.06	6.34	6.05	4.19	1.47	-0.29	-0.05	1.16	2.79	3.43	4.86	5.57
2012	5.54	5.48	5.19	4.94	1.08	-0.14	-0.46	-0.03	2.85	5.05	4.97	6.53
2013	5.63	6.78	5.81	3.10	3.03	0.91	1.23	0.90	2.36	4.47	5.43	6.39
2014	6.39	6.33	5.78	5.03	2.17	1.41	0.75	1.86	3.79	4.97	5.48	6.46
2015	5.64	6.44	5.97	5.33	2.71	0.74	-0.03	1.20	3.29	4.29	5.91	5.86
2016	6.70	7.06	6.68	4.87	2.10	0.58	0.72	1.10	2.91	4.51	4.45	5.98
2017	6.09	6.37	6.42	4.77	3.41	0.40	0.12	0.88	3.74	4.14	5.75	6.35
2018	5.69	6.24	5.96	4.29	1.64	1.18	1.29	1.37	2.31	5.29	6.56	6.15
2019	7.03	7.04	6.72	5.47	2.62	0.73	0.68	2.06	4.93	5.19	6.38	6.84



TEMPERATURAS MINIMAS MENSUAL - ESTACION CRUCERO

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
2000	-0.06	-0.26	-0.98	-2.46	-5.50	-8.31	-9.61	-7.37	-7.25	-4.48	-5.84	-2.15
2001	-1.28	0.19	-0.51	-2.73	-5.43	-6.63	-8.78	-7.18	-6.10	-5.29	-5.23	-3.44
2002	-3.05	-0.11	-1.23	-2.13	-4.19	-5.96	-6.90	-6.79	-5.69	-3.99	-3.03	-1.92
2003	-1.10	-1.04	-1.44	-3.90	-6.35	-9.84	-9.32	-7.86	-7.86	-5.79	-5.43	-3.13
2004	-0.87	-1.51	-1.42	-2.65	-8.09	-9.05	-8.36	-7.93	-7.61	-8.06	-7.47	-5.30
2005	-6.62	-3.88	-2.83	-5.51	-9.13	-11.69	-13.61	-13.88	-11.24	-7.36	-7.53	-8.99
2006	-2.15	-0.56	-1.14	-2.25	-6.86	-8.26	-9.70	-7.92	-8.25	-5.47	-3.04	-2.74
2007	-1.27	-1.94	-0.76	-1.61	-4.51	-6.89	-8.56	-8.03	-4.79	-5.31	-4.73	-3.57
2008	-0.48	-1.64	-2.68	-5.88	-8.65	-9.01	-9.18	-9.66	-8.69	-5.12	-4.81	-2.30
2009	-2.51	-2.56	-1.61	-2.71	-6.08	-9.42	-8.68	-8.43	-6.82	-4.50	-2.43	-1.23
2010	-0.52	-0.26	-0.51	-2.17	-5.25	-6.06	-8.57	-7.83	-6.85	-5.47	-5.56	-1.88
2011	-1.10	-0.46	-1.52	-2.43	-5.34	-8.78	-8.58	-6.94	-6.09	-6.56	-3.67	-2.63
2012	-1.17	-1.12	-1.46	-1.66	-5.70	-7.98	-8.61	-8.28	-6.30	-4.92	-3.67	-0.93
2013	-1.12	-1.04	-2.19	-5.05	-5.17	-6.23	-6.37	-7.97	-6.91	-5.48	-4.37	-2.48
2014	-1.55	-2.47	-2.07	-2.62	-6.05	-7.65	-7.62	-7.18	-4.29	-3.19	-4.18	-2.19
2015	-1.28	-1.37	-0.61	-1.15	-4.85	-6.51	-7.70	-6.58	-4.75	-3.99	-3.45	-2.79
2016	-1.95	-0.78	-0.99	-1.93	-5.85	-7.75	-6.61	-7.65	-6.35	-5.27	-4.99	-2.08
2017	-0.72	-1.16	-1.05	-2.26	-3.96	-6.76	-7.52	-9.10	-4.41	-5.01	-3.65	-2.42
2018	-1.02	-0.67	-0.83	-2.92	-5.94	-5.58	-7.03	-6.28	-6.93	-2.88	-3.49	-3.14
2019	-1.24	-0.89	-1.01	-2.33	-5.58	-6.79	-7.28	-7.44	-4.27	-4.50	-2.63	-2.10

TEMPERATURAS MINIMAS MENSUAL - ESTACION JULIACA

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
2000	3.93	3.65	3.02	0.37	-2.60	-6.12	-7.68	-4.50	-3.57	0.02	-1.31	1.75
2001	3.73	4.13	3.45	1.36	-2.02	-5.03	-7.16	-5.72	-3.63	-2.61	0.85	1.43
2002	2.94	4.80	3.40	2.01	-2.11	-5.02	-8.25	-6.10	-4.76	0.52	1.76	3.12
2003	4.04	4.12	3.92	-1.04	-3.44	-9.01	-8.98	-8.48	-6.91	-4.57	-3.25	1.21
2004	4.64	4.12	2.75	0.20	-7.40	-9.17	-9.88	-5.15	-2.17	-0.98	-0.31	1.98
2005	3.45	4.00	2.39	1.07	-6.35	-10.81	-8.56	-9.07	-3.03	0.51	1.72	3.14
2006	4.33	4.14	4.70	1.90	-5.06	-6.36	-8.29	-4.04	-3.16	1.43	3.68	3.95
2007	4.56	4.55	4.18	2.90	-1.18	-4.93	-5.18	-4.78	0.53	0.12	0.84	3.49
2008	4.87	4.19	2.45	-1.86	-6.28	-7.04	-8.27	-6.71	-4.12	1.86	2.81	4.96
2009	4.08	4.27	3.56	0.61	-3.81	-9.15	-6.06	-7.32	-2.36	0.91	4.56	4.63
2010	5.70	5.92	3.68	1.10	-3.21	-4.98	-8.08	-5.82	-2.92	0.53	-0.26	3.30
2011	4.46	5.40	4.41	1.08	-2.77	-6.34	-5.83	-4.19	-0.55	-0.10	2.63	4.16
2012	4.60	4.99	4.17	3.43	-3.37	-5.45	-6.78	-5.78	-2.27	0.65	2.51	5.02
2013	4.67	5.55	3.66	-1.72	-2.29	-5.27	-4.79	-4.74	-3.83	0.76	1.86	4.19
2014	3.83	3.77	2.64	0.99	-4.20	-6.34	-5.79	-3.73	1.13	1.88	1.87	3.75
2015	4.65	4.39	4.28	3.98	-1.20	-5.15	-6.97	-4.75	-0.44	0.44	2.44	3.15
2016	4.19	6.34	2.64	1.77	-4.84	-6.76	-5.59	-4.98	-2.67	0.84	0.37	4.27
2017	5.25	4.43	4.37	2.33	-0.27	-5.04	-6.54	-6.05	0.80	0.35	2.19	3.17
2018	4.93	5.25	4.75	-0.10	-4.06	-4.09	-4.03	-3.58	-3.16	2.78	2.82	3.45
2019	4.83	5.24	4.54	2.78	-1.66	-5.77	-5.95	-6.48	-0.60	0.38	2.76	4.66

TEMPERATURAS MINIMAS MENSUAL - ESTACION LAMPA

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
2000	4.79	4.85	4.16	0.82	-2.06	-4.72	-6.06	-3.23	-2.45	1.41	-0.63	2.77
2001	5.21	5.48	4.66	1.96	-1.72	-4.09	-5.23	-4.05	-0.52	1.06	1.95	2.86
2002	3.65	5.79	4.74	3.09	-0.47	-3.23	-3.70	-3.34	-0.49	2.87	3.03	4.16
2003	4.95	5.36	4.52	1.25	-2.28	-6.53	-5.81	-5.00	-2.76	-1.68	-0.63	2.90
2004	4.63	3.61	2.85	1.38	-5.36	-6.13	-5.92	-3.11	-1.84	-0.39	0.87	3.97
2005	4.59	5.16	4.53	2.92	-4.05	-8.50	-5.59	-6.92	-1.88	1.74	1.74	3.34
2006	4.57	4.63	5.12	2.65	-4.79	-4.94	-7.41	-4.03	-3.58	0.68	3.63	3.23
2007	4.48	4.61	4.43	3.25	-0.76	-3.91	-4.85	-3.78	1.24	0.57	0.41	2.35
2008	5.08	3.57	2.66	-1.55	-5.71	-5.83	-7.72	-6.58	-4.47	0.76	-1.54	2.65
2009	2.85	3.14	2.22	0.63	-2.77	-7.99	-5.19	-6.66	-2.51	-0.69	2.69	2.68
2010	4.60	4.80	4.03	1.42	-2.03	-4.64	-7.95	-5.99	-3.38	-0.43	-1.53	3.28
2011	4.08	4.95	4.48	1.11	-2.94	-6.40	-5.97	-3.91	0.25	4.11	1.47	1.39
2012	3.29	3.66	3.48	2.69	-4.39	-6.23	-6.85	-6.31	-1.67	0.17	1.74	4.24
2013	3.70	3.26	3.27	-1.27	-2.11	-5.07	-3.92	-5.29	-4.20	-0.46	1.01	3.83
2014	3.63	3.80	3.02	1.43	-3.86	-5.83	-5.89	-3.84	0.10	0.58	0.91	2.65
2015	3.33	4.13	3.65	3.03	-1.70	-4.54	-6.77	-5.09	-2.14	-1.20	1.63	2.12
2016	2.65	5.56	1.99	0.93	-5.34	-7.08	-5.88	-6.10	-4.29	-0.07	-2.02	3.48
2017	3.97	3.18	3.50	1.33	-1.19	-5.41	-7.14	-6.74	-1.33	-1.03	0.64	2.35
2018	4.06	3.81	3.72	-0.41	-4.52	-3.69	-3.76	-0.75	-4.26	2.03	1.73	2.05
2019	3.58	3.41	3.39	2.60	-1.62	-4.74	-4.95	-5.67	-1.05	-1.10	1.51	3.19



TEMPERATURAS MINIMAS MENSUAL - ESTACION PAMPAHUTA

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
2000	0.46	-0.14	-0.85	-4.15	-6.81	-11.23	-12.66	-10.22	-10.40	-5.03	-7.61	-2.36
2001	0.42	0.53	0.09	-2.58	-5.86	-8.69	-11.08	-10.32	-7.44	-6.06	-4.65	-3.38
2002	-1.65	0.17	-0.16	-1.81	-4.52	-7.33	-7.04	-8.17	-6.79	-3.30	-3.05	-1.32
2003	0.31	0.09	-0.46	-3.17	-7.46	-12.31	-11.42	-11.82	-10.28	-8.77	-7.86	-3.86
2004	-0.26	-0.93	-1.50	-3.56	-10.18	-11.93	-10.71	-8.58	-8.14	-8.01	-5.99	-2.29
2005	-1.14	-0.14	-1.04	-3.06	-9.85	-13.78	-11.76	-13.45	-8.92	-6.60	-4.85	-1.63
2006	-0.52	-0.99	-0.14	-3.28	-9.53	-10.75	-12.59	-9.27	-9.63	-5.50	-1.93	-1.88
2007	-0.39	-0.01	0.17	-1.22	-4.56	-7.89	-9.19	-9.18	-5.26	-5.83	-5.01	-1.69
2008	0.53	-0.46	-1.99	-4.95	-9.60	-10.15	-11.77	-11.77	-10.41	-4.45	-3.63	-0.89
2009	-0.01	0.34	-0.97	-2.21	-5.69	-10.29	-8.77	-10.82	-6.57	-5.91	-1.08	-0.63
2010	1.56	1.72	0.65	-1.04	-4.77	-7.14	-11.05	-9.72	-8.53	-5.17	-5.87	-0.06
2011	0.64	1.14	1.04	-1.14	-4.15	-7.25	-7.85	-8.05	-5.55	-5.63	-3.03	-0.54
2012	-0.02	0.83	-0.35	-0.61	-5.60	-8.35	-9.42	-9.77	-7.07	-4.23	-1.74	1.15
2013	1.15	1.63	0.24	-4.42	-4.54	-7.13	-7.28	-8.66	-9.28	-5.11	-3.31	0.25
2014	0.45	-0.26	-0.49	-1.01	-5.69	-8.84	-9.24	-7.70	-3.89	-2.07	-3.35	-0.75
2015	-0.16	0.45	1.19	0.33	-4.54	-7.87	-8.54	-7.78	-6.16	-5.33	-2.43	-1.48
2016	-0.81	1.90	-0.91	-1.47	-6.81	-9.50	-8.90	-9.15	-8.18	-5.01	-6.27	-1.57
2017	0.94	-0.24	0.58	-1.29	-3.32	-7.28	-10.10	-10.54	-5.81	-5.01	-3.29	-1.51
2018	0.22	0.57	-0.57	-3.73	-7.43	-5.96	-7.17	-7.27	-8.27	-2.25	-2.67	-2.31
2019	0.39	1.32	0.96	-0.72	-4.50	-8.47	-9.19	-10.79	-5.48	-6.40	-1.46	-0.37

TEMPERATURAS MINIMAS MENSUAL - ESTACION SANTA LUCIA

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
2000	1.72	1.42	0.80	-1.98	-4.96	-8.56	-10.12	-6.96	-6.10	-2.32	-3.79	-0.53
2001	1.57	1.96	1.25	-0.94	-2.56	-7.50	-9.63	-7.76	-5.16	-3.36	-2.09	-0.83
2002	0.88	3.63	2.65	0.65	-2.81	-6.26	-6.42	-6.92	-4.99	-1.31	-0.76	1.49
2003	2.97	2.95	2.32	-0.78	-4.69	-10.15	-9.70	-9.11	-6.97	-4.62	-3.11	0.83
2004	3.72	2.48	1.67	-0.89	-8.99	-9.80	-8.49	-5.79	-4.64	-4.23	-2.39	0.61
2005	0.95	2.79	1.81	-2.05	-7.78	-12.27	-9.77	-11.01	-5.73	-3.68	-1.72	1.68
2006	3.01	2.47	2.43	-0.50	-8.13	-9.07	-11.19	-7.46	-6.77	-3.18	0.63	1.06
2007	2.28	2.53	2.81	0.60	-3.79	-5.90	-7.52	-7.04	-2.06	-2.65	-2.78	0.77
2008	3.83	1.84	0.38	-4.57	-9.72	-9.81	-11.48	-10.49	-9.01	-2.77	-2.68	1.39
2009	1.66	2.30	0.99	-1.93	-6.69	-11.55	-8.26	-10.15	-5.48	-4.31	0.44	1.30
2010	2.76	3.60	1.88	-1.16	-5.26	-7.33	-11.25	-9.17	-7.30	-3.42	-4.37	1.63
2011	1.72	3.70	2.17	-1.20	-5.65	-9.12	-9.32	-8.29	-4.79	-5.01	-2.11	0.90
2012	1.95	2.48	1.05	0.86	-5.77	-8.62	-9.92	-9.59	-5.15	-3.01	-0.68	3.10
2013	2.97	3.39	1.34	-4.60	-4.91	-6.44	-6.30	-7.91	-6.86	-2.33	-0.77	2.03
2014	1.92	1.73	0.95	-0.41	-5.70	-7.98	-8.20	-6.20	-1.98	-0.73	-0.78	1.30
2015	1.62	2.24	2.08	1.35	-3.72	-7.26	-8.89	-7.14	-3.88	-2.76	-0.01	0.57
2016	1.48	3.81	0.84	-0.52	-6.65	-8.94	-8.05	-7.91	-5.81	-2.15	-3.24	1.30
2017	2.70	1.76	2.00	-0.42	-2.54	-7.48	-9.37	-8.60	-3.23	-2.74	-0.88	0.86
2018	2.42	2.56	1.93	-2.60	-6.47	-5.73	-6.25	-5.18	-6.27	0.18	0.36	0.65
2019	2.41	2.89	2.11	0.39	-3.57	-7.98	-8.30	-9.15	-3.28	-1.88	2.13	2.43



Anexo 7. Declaración jurada de autenticidad de tesis



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo RUBEN LIMA QUISPE,
identificado con DNI 73585313 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
INGENIERIA TOPOGRAFICA Y AGRIMENSURA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

"CORRELACION DE LA TEMPERATURA DEL AIRE CON DATOS DE TEMPERATURA
SATELITALES, EN LAS CUENCOS ILAVE, ILLPA Y COATA, DEL
DEPARTAMENTO DE PUNO ENTRE LOS PERIODOS DE 2000 AL 2019"

Es un tema original.


Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 10 de ENERO del 2026


FIRMA (obligatoria)



Huella



Anexo 8. Autorización para el depósito de tesis en el Repositorio Institucional



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo RUBEN LIMA QUISPE
identificado con DNI 73585313 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERIA TOPOGRÁFICA Y AGRIMENSURA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

" CORRELACION DE LA TEMPERATURA DEL AIRE CON DATOS DE
TEMPERATURA SATELITALES, EN LAS CUENCAS ILOVE, ILLPA Y COATA,
DEL DEPARTAMENTO DE PUNO ENTRE LOS PERIODOS DE 2000 AL 2019 "

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.


En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 10 de ENERO del 2026


FIRMA (obligatoria)

