

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



TESIS

**EFFECTO DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA COMO AGENTE
TERMORREGULADOR SOBRE EL ESTRÉS TÉRMICO EN PRINCIPALES
AVENIDAS Y ÁREAS COMUNES DEL DISTRITO DE WANCHAQ-CUSCO**

PRESENTADO POR:

**Bach. JORGE AUGUSTO MENDOZA
DE LA CUBA**

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE
BIÓLOGO**

ASESORA:

Dra. VERÓNICA ISELA VERA MARMANILLO

CUSCO - PERÚ

2025



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el **Asesor** Veronika Isela Vera Rarmayillo
..... quien aplica el software de detección de similitud al
trabajo de investigación/tesis titulada: Efecto de la Vegetación arborea
como agente termorregulador sobre el artefacto térmico
en principales avenidas y áreas comunes del distrito
de Wanchaq - Cusco.

Presentado por: Jorge Augusto Mendoza de la Cuba DNI N° 47572417 ;
presentado por: DNI N°:
Para optar el título Profesional/Grado Académico de BIOLOGO

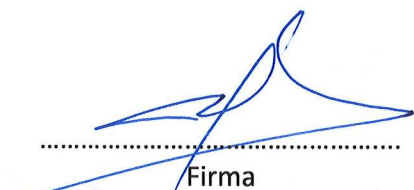
Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el
Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de**
Similitud en la UNSAAC y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 6 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	☒
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	☐
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	☐

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 24 de septiembre de 2025


Firma
Post firma Veronika Isela Vera Rarmayillo
Nro. de DNI 40300765
ORCID del Asesor 0000-0002-2777-2874

Se adjunta:

- Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
- Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: **oid:** 27259:503243569

JORGE MENDOZA DE LA CUBA

Efecto de la vegetación arbórea como agente termorregulador sobre el estrés térmico.docx

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:503243569

Fecha de entrega

24 sep 2025, 9:41 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

24 sep 2025, 9:47 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

Efecto de la vegetación arbórea como agente termorregulador sobre el estrés térmico.docx

Tamaño del archivo

12.5 MB

151 páginas

23.036 palabras

129.102 caracteres

6% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

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

Fuentes principales

- 4%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 5%  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.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi madre, el corazón que ha latido junto al mío en cada momento y ser mi principal mentora con todo mi amor y respeto por apoyarme siempre para Gladys Aidee De La Cuba Pacheco por su amor, paciencia y por ser mi mayor motivación para alcanzar mis sueños, ha sido mi mayor inspiración para seguir adelante y alcanzar mis sueños

“Cada gesto de cariño ha sido la base sobre la que construyo mis sueños”

AGRADECIMIENTOS

A Dios por guiar mis pasos firmes cada momento.

A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, por ser mi alma mater.

A los Docentes de la Facultad de Ciencias Biológicas de quienes recibí sus amables consejos para formarme como Biólogo.

Con profunda gratitud, quiero expresar mi más sincero reconocimiento a mi asesora, la Dra. Veronika Isela Vera Marmanillo, por su invaluable apoyo incondicional a lo largo de este camino. Su generosidad al compartir sus conocimientos y su vasta experiencia han sido fundamentales para el desarrollo de esta investigación. Aprecio profundamente las facilidades brindadas, tanto en la teoría como en la práctica, así como la confianza que me ha transmitido en cada etapa del proceso. Gracias por su paciencia, por su guía y, sobre todo, por alentarme constantemente a seguir adelante con este proyecto. Su compromiso y comprensión ha sido un pilar esencial en esta etapa, y por ello, le estaré eternamente agradecido. De igual manera a la Mgt. Gloria Calatayud Hermoza por la su colaboración con la identificación de las especies, y también a la Dra. Natalie Veronika Rondinel Mendoza por sus amables consejos, los cuales me orientaron en el análisis estadístico realizado .

A mi madre Gladys De La Cuba, quien me ayudo en el monitoreo por estar siempre a mi lado, dándome el ánimo necesario para no rendirme.

Expreso mi más sincero agradecimiento a los miembros del jurado: a la Dra. Greta Margot Paiva Prado, a la Msc. Adriana Zegarra Tupayachi, a la Dra. Isabel Rodríguez Sánchez y al Mgtr. Willian Cárdenas Enríquez, por sus valiosos aportes, cuya orientación y sugerencias han sido esenciales para enriquecer, mejorar y dar mayor solidez a este trabajo de investigación. Reconozco también el tiempo y la dedicación que me brindaron en este proceso, lo cual ha contribuido de manera significativa a mi formación académica y profesional.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
JUSTIFICACIÓN.....	4
OBJETIVOS.....	5

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Marco Conceptual.....	6
1.2. Antecedentes.....	8
1.2.1. Antecedentes Internacionales.....	8
1.2.2. Antecedentes Nacionales	10

CAPÍTULO II

ÁREA DE ESTUDIO

2.1. Descripción del área de estudio	12
2.2. Ubicación	12
2.2.1. Ubicación Política	12
2.2.2. Límites Políticos	12
2.3. Ubicación Geográfica	12
2.4. Características del Área de Estudio	16
2.4.1. Clima.....	16
2.4.2. Temperatura	16
2.4.3. Precipitación.....	17

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales.....	20
3.1.1. Materiales de Campo	20
3.1.2. Materiales de Gabinete.....	25
3.2. Metodología.....	26
3.2.1. Enfoque de Investigación.....	26
3.2.2. Tipo de Investigación.....	26
3.3. Identificación de los puntos de monitoreo	26
3.3.1. Determinación de las zonas de muestreo	26
3.3.2. Criterios para el establecimiento de puntos de monitoreo	26
3.4. Metodología.....	30
3.4.1. Método de evaluación	30
3.4. Análisis Estadístico.....	35

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

RESULTADOS

4.1. Especies arbóreas como agentes termorreguladoras de las principales avenidas y áreas comunes	39
4.1.1. <i>Fraxinus americana</i> L. (Fresno)	40
4.1.2. <i>Populus deltoides</i> (Álamo real).....	44
4.1.3. <i>Phoenix canariensis</i> H.Wildpret (Palmera Canaria).....	48
4.1.4. <i>Prunus serotina</i> Ehrh (Capuli).....	53
4.1.5. <i>Pinus radiata</i> D. Don (Pino)	58
4.1.6. <i>Schinus molle</i> L. (Molle).....	62
4.1.7. <i>Salix babylonica</i> L (Sauce llorón).....	67

4.1.8. Populus deltoides W.Bartram ex Marshall (Alamo vela)	71
4.1.9. Polylepis incana cf. (Queuña)	76
4.2. Valor del índice WBGT en zonas con cobertura vegetal arbórea y sin cobertura vegetal arbórea	80
4.2.1. Índice WBGT Con Vegetación	88
4.2.2. Índice WBGT Sin Vegetación	88
4.2.3. Análisis isotrópico y estacionariedad del índice WBGT con vegetación	93
4.2.4. Resultados Gráficos estadísticos del Índice WBGT Sin Vegetación.....	98
4.3. Puntos críticos representativos de estrés térmico	103
4.3.1. Mapa de calor con presencia de vegetación.....	104
4.3.2. Mapa de calor sin presencia de vegetación.....	108

DISCUSIONES

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Límites geográficos del distrito de Wanchaq.....	13
Tabla 2 Datos promedio de temperatura y precipitación (2011- 2023)	19
Tabla 3 Ubicación de los puntos de monitoreo	28
Tabla 4 Tabla resumen de temperaturas máximas y mínimas por especie arbórea ..	39
Tabla 5 Características de los puntos de monitoreo	40
Tabla 6 Descripción del punto de monitoreo 06 y 19 de la figura termográfica 8.....	41
Tabla 7 Características del punto de monitoreo	44
Tabla 8 Descripción del punto de monitoreo 03 y 04 de la figura termográfica 10...	45
Tabla 9 Características del punto de monitoreo	48
Tabla 10 Descripción del punto de monitoreo 33 y 34 de la fig termográficas 12.....	50
Tabla 11 Características del punto de monitoreo	53
Tabla 12 Descripción del punto de monitoreo 10 y 11 de la figura termográfica 14.	54
Tabla 13 Características del punto de monitoreo	58
Tabla 14 Descripción del punto de monitoreo 03 y 04 de la figura termográfica 16	59
Tabla 15 Características del Molle en el Punto de Monitoreo	62
Tabla 16 Descripción del punto de monitoreo 23 y24 de la figura termográfica 18	64
Tabla 17 Características del punto de monitoreo	67
Tabla 18 Descripción del punto de monitoreo 12 y 13 de la fig termografica 20	69
Tabla 19 Características del punto de monitoreo	71
Tabla 20 Descripción del punto de monitoreo 27 de la figura termografica 22	73
Tabla 21 Características del punto de monitoreo	76
Tabla 22 Descripción del punto de monitoreo 01 de la figura termografica 24	77
Tabla 23 Promedios de los índices WBGT hallados en exteriores	81
Tabla 24 Primer Monitoreo para hallar el índice WBGT.....	82

Tabla 25 Segundo Monitoreo para hallar el índice WBGT	83
Tabla 26 Tercer Monitoreo para hallar el índice WBGT	84
Tabla 27 Cuarto Monitoreo para hallar el índice WBGT.....	85
Tabla 28 Quinto Monitoreo para hallar el índice WBGT	86
Tabla 29 Sexto Monitoreo para hallar el índice WBGT	87
Tabla 30 <i>Índice WBGT Con Vegetación</i>	88
Tabla 31 <i>Índice WBGT Sin Vegetación</i>	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa 1 Ubicación del área de estudio.....	15
Figura 2 Climatodiagrama con base a los registros de la estación meteorológica UNSAAC (2011–2023)	18
Figura 3 Partes del Medidor de Estrés Térmico	22
Figura 4 Partes de la Cámara termo gráfica por delante	24
Figura 5 Partes de una Cámara termo gráfica por detrás	25
Figura 6 Mapa de ubicación de los puntos de monitoreo	29
Figura 7 <i>Fraxinus americana</i> L	40
Figura 8 Imagen Termográfica Sin/ Con Vegetación	41
Figura 9 <i>Populus deltoides</i>	44
Figura 10 Imagen Termográfica Sin/ Con Vegetación	45
Figura 11 <i>Phoenix canariensis</i> H.Wildpret	49
Figura 12 Imagen termográfica Sin/ Con Vegetación	49
Figura 13 <i>Prunus serotina</i> Ehrh.....	54
Figura 14 Imagen termográfica Sin/ Con Vegetación	54
Figura 15 <i>Pinus radiata</i> D. Don	58
Figura 16 Imagen Termografica Com/Sin Vegetacion	59
Figura 17 <i>Schinus molle</i> L.	62
Figura 18 Imagen termográfica Sin/Con Vegetación	63
Figura 19 <i>Salix babylonica</i> L.....	67
Figura 20 Imagen termografía Sin/Con vegetación.....	68
Figura 21 <i>Populus deltoides</i> W.Bartram ex Marshall.....	72
Figura 22 Imagen termográfica Sin/Con vegetación	72
Figura 23 <i>Polylepis incana</i> cf.	76

Figura 24 <i>Imágenes termográficas Sin/Con vegetación</i>	76
Figura 25 <i>Diagrama de caja del Índice WBGT con Vegetación y Sin Vegetación</i>	90
Figura 26 <i>Representación gráfica del análisis geoestadístico del índice WBGT en zonas con vegetación</i>	92
Figura 27 <i>Gráficos de isotropía y estacionariedad en zonas con vegetacion</i>	93
Figura 28 <i>Semivarianza de los pares de valores de cada una de las relaciones de todos los puntos para todos los puntos vecinos</i>	94
Figura 29 <i>Semivariograma teórico siendo ajustado por el modelo teórico circular</i> ...	95
Figura 30 <i>Predicción espacial del índice WBGT zonas con vegetación</i>	96
Figura 31 <i>Variabilidad de las Predicciones-Áreas con vegetación</i>	97
Figura 32 <i>Representación gráfica del análisis geoestadístico del índice WBGT en zonas sin vegetación</i>	98
Figura 33 <i>Gráficos de isotropía y estacionariedad sin zonas de vegetación</i>	99
Figura 34 <i>Semivarianza de los pares de valores de cada una de las relaciones de todos los puntos para todos los puntos vecinos en zonas sin vegetación</i>	100
Figura 35 <i>Semivariograma teórico siendo ajustado por el modelo teórico esférico</i>	100
Figura 36 <i>Predicción espacial del índice WBGT sin considerar zonas de vegetación</i>	101
Figura 37 <i>Variabilidad de las predicciones del índice WBGT considerando áreas sin vegetación</i>	102
Figura 38 <i>Diagrama de dispersión del Índice WBGT según coordenadas geográficas con y sin vegetación</i>	103
Figura 39 <i>Mapa de Calor del distrito de Wanchaq con vegetación</i>	106
Figura 40 <i>Mapa de Calor del distrito de Wanchaq sin vegetación</i>	110

RESUMEN

El presente trabajo de investigación esta basado en el efecto de la vegetación arbórea como agente termorregulador sobre el estrés térmico en las principales avenidas y áreas comunes del distrito de Wanchaq, provincia y región de Cusco. El estudio se desarrolló durante el año 2023 e incluyo zonas residenciales y comerciales del distrito. El objetivo fue determinar las especies arbóreas como agentes termorreguladores, calcular el índice WBGT (wet bulb globe temperature) en zonas con y sin cobertura vegetal arbórea, identificar los puntos críticos de estrés térmico. Para ello , se aplicó la metodología de identificación taxonómica de las especies arbóreas, se calculó el índice WBGT mediante el método automático considerando tres parámetros: temperatura ambiental , temperatura del globo negro (exposición a radiación solar directa) y temperatura del bulbo húmedo natural utilizando también la cámara termografica , se identificaron los puntos críticos de estrés térmico y se elaboraron mapas de calor a través de los programas R studio y Q GIS aplicando técnicas de georreferenciación para integrar los datos en un sistema de información geográfica . Las conclusiones evidencian que las especies arbóreas presentes en principales avenidas y áreas comunes del distrito de Wanchaq, cumplen un rol fundamental como agentes termorreguladores, se identificaron 08 géneros destacando *Fraxinus americana* (Fresno) como excelente termorregulador. El índice WBGT mostro valores superiores en zonas sin cobertura arbórea lo cual refleja un mayor nivel de estrés térmico; en contraste , las áreas con arbolado presentaron condiciones más cercanas al confort térmico , los puntos de monitoreo con mayor valor del índice WBGT son Paradero Amauta ,Paradero UNSAAC y del Tercer al Quinto paradero de la Urb. Ttio La Florida y las zonas que registraron menor valor del índice de aceptable a moderado son del Primer al Segundo paradero de la Urb. Ttio La Florida resaltando la importancia de preservar e incrementar la cobertura arbórea en avenidas y espacios públicos del distrito .

Palabras clave: Estrés térmico, índice WBGT, arbolado urbano, termorregulación

ABSTRACT

This research study examines the effect of tree vegetation as a thermoregulatory agent on heat stress in the main avenues and common areas of the Wanchaq district, Cusco province and region. The study was conducted in 2023 and included residential and commercial areas of the district. The objective was to determine tree species as thermoregulatory agents, calculate the WBGT (wet bulb globe temperature) index in areas with and without tree cover, and identify critical points of heat stress. For this, the methodology of taxonomic identification of tree species was applied, the WBGT index was calculated using the automatic method considering three parameters: ambient temperature, black globe temperature (exposure to direct solar radiation) and natural wet bulb temperature also using the thermographic camera, critical points of thermal stress were identified and heat maps were developed through the R studio and Q GIS programs applying georeferencing techniques to integrate the data into a geographic information system. The conclusions show that the tree species present in main avenues and common areas of the Wanchaq district, play a fundamental role as thermoregulatory agents, 08 genera were identified, highlighting *Fraxinus americana* (Ash) as an excellent thermoregulator. The WBGT index showed higher values in areas without tree cover, which reflects a higher level of thermal stress; In contrast, the wooded areas presented conditions closer to thermal comfort, the monitoring points with the highest value of the WBGT index are Paradero Amauta, Paradero UNSAAC and from the Third to the Fifth stop of the Urb. Ttio La Florida and the areas that registered a lower value of the index from acceptable to moderate are from the First to the Second stop of the Urb. Ttio La Florida highlighting the importance of preserving and increasing tree cover in avenues and public spaces of the district.

Keywords: Thermal stress, WBGT index, Urban trees, thermoregulation.

INTRODUCCIÓN

El estrés térmico es un problema silencioso que afecta de manera creciente a las zonas urbanas de todo el mundo, su estudio es crucial para mitigar sus efectos. (Casillas & Garcia 2009) destacan un aspecto fundamental de la urbanización: a medida que la población global se concentra en las ciudades, ocurren importantes modificaciones en el uso del suelo. La transformación de la cobertura natural, como bosques, en superficies compuestas por materiales artificiales (asfalto, concreto, etc.) altera el equilibrio energético natural del entorno.

Alarcón (2009) resalta la importancia de las áreas vegetadas en el entorno urbano y su papel multifuncional para mejorar la calidad de vida. Las áreas verdes influyen directamente en varios aspectos ambientales, como la humedad y la infiltración del agua, ya que las plantas facilitan la infiltración del agua en el suelo, contribuyendo a la recarga de acuíferos disminuyendo el riesgo de inundaciones. Rosas et al. (2006) advierte sobre una preocupación importante respecto a las deficiencias en la evaluación del riesgo de estrés térmico, resaltando que, existen métodos disponibles para realizar estas evaluaciones, su uso no ha sido generalizado ni exhaustivo en muchas zonas. El método más utilizado para determinar el riesgo de estrés térmico se encuentra el índice de temperatura de globo negro y del termómetro húmedo (WBGT).

La problemática ambiental actual, caracterizada por el estrés térmico ambiental y la constante pérdida de cobertura arbórea en áreas comunes urbanas, genera inquietudes significativas en torno a la salud pública y el bienestar de la población. La transformación de dichos espacios verdes en áreas urbanas, que tradicionalmente han proporcionado sombra y frescura, está generando impactos negativos que afectan tanto el ambiente como la calidad de vida de los residentes. -La falta de espacios verdes en el entorno urbano del distrito resalta la necesidad de preservar y ampliar estas áreas para mejorar la calidad de vida de los residentes.

Este estudio que se presenta enfatiza la necesidad de mantener y fomentar la vegetación arbórea como un agente termorregulador en zonas sin cobertura verde, como principales avenidas y áreas comunes, donde la vegetación no solo contribuye a moderar las temperaturas, sino que también ofrece beneficios adicionales, como la mejora de la calidad del aire, la disminución del ruido y el fomento y promoción de la biodiversidad urbana entre otros.

Para que estas áreas verdes cumplan con sus metas, es crucial que sean bien planificadas y gestionadas, esto implica: Evaluar el efecto la vegetación arbórea como agente termorregulador sobre el estrés térmico en las principales avenidas y áreas comunes del distrito de Wánchaq es un paso importante para abordar los desafíos ambientales que enfrenta esta área.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El recorrido realizado con el programa G-Pro ha permitido identificar áreas comunes con y sin cobertura arbórea en el distrito de Wánchaq, revelando una preocupante la falta de vegetación arbórea en muchas de estas zonas. Luego de varias visitas in situ, se ha constatado que, anteriormente existían arboledas en áreas como el Tercer al Quinto paradero de la Urbanización de Ttio, muchas de estas han sido desbrozadas y han desaparecido debido a la falta de mantenimiento y cuidado. La transformación de espacios verdes en superficies de concreto y asfalto, junto con la indiferencia de los vecinos y autoridades, ha llevado a un deterioro significativo del ambiente. La ausencia de árboles no solo afecta el paisaje urbano, sino que también deteriora la calidad de vida de los residentes, transeúntes, incrementando problemas como principalmente el estrés térmico en horas de alta radiación. La investigación en este campo es muy importante en las áreas urbanas como es el distrito de Wánchaq en la ciudad de Cusco, donde la pérdida de cobertura arbórea en áreas comunes ha empeorado dicha situación. El distrito de Wánchaq, es un área representativa de la ciudad de Cusco, enfrenta esta problemática relacionada con la disminución de cobertura arbórea en sus áreas comunes.

Problema General

¿Cuál es el efecto de la vegetación arbórea como agente termorregulador sobre el estrés térmico en principales avenidas y áreas comunes del distrito de Wanchaq-Cusco?

Problemas Específicos

- a) ¿Cuáles son las especies arbóreas presentes en el área de estudio como agentes termorreguladores?
- b) ¿Cuál es el valor del índice WBGT (Temperatura de Globo y Bulbo Húmedo) en función a zonas con la cobertura vegetal arbórea y sin cobertura vegetal arbórea?
- c) ¿Cuáles serán los puntos de monitoreo representativos de estrés térmico en las principales avenidas y áreas comunes del distrito de Wánchaq - Cusco?

JUSTIFICACIÓN

El incremento de las temperaturas es cada vez más evidente en muchas zonas urbanas alrededor del mundo, y el distrito de Wanchaq, anteriormente conocido como el "distrito jardín," de la ciudad de Cusco no es una excepción. La presente investigación se justifica en la necesidad de comprender y evidenciar el rol que cumple la vegetación arbórea como agente termorregulador en el contexto urbano del distrito de Wánchaq especialmente en avenidas principales y áreas comunes como parques y plazas, donde anteriormente existían arboledas que cumplían una función clave en la mitigación del calor y el bienestar térmico de la población. La presencia de cobertura vegetal influye directamente en la disminución del estrés térmico en zonas urbanas, permitiendo mejorar el confort térmico de la población (Gómez, 2020).

Este estudio se realiza con el propósito de generar información que permita identificar y valorar el efecto de la cobertura arbórea sobre el estrés térmico, Por tanto, contribuya a la construcción de un entorno urbano más saludable, resiliente y sostenible, beneficiando directamente a la población de Wánchaq y sirviendo como referencia para otros distritos con problemáticas similares .El arbolado urbano contribuye de manera significativa a la reducción de la temperatura en espacios públicos. A través de la sombra directa y la evapotranspiración, los árboles pueden disminuir entre 2 °C y 8 °C las temperaturas locales, mitigando el efecto de isla de calor urbana y mejorando las condiciones de confort térmico (Paes Villar, 2021; Santamouris, 2014).

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el efecto de la vegetación arbórea como agente termorregulador sobre el estrés térmico en las principales avenidas y áreas comunes del distrito de Wánchaq - Cusco.

Objetivos específicos

- a) Determinar las especies arbóreas como agentes termorreguladores de las principales avenidas y áreas comunes del distrito de Wánchaq.
- b) Calcular el valor del índice WBGT (Wet Bulb Globe Temperature) en zonas con cobertura vegetal arbórea y sin cobertura vegetal arbórea.
- c) Identificar los puntos críticos representativos de estrés térmico en las principales avenidas y áreas comunes del distrito de Wanchaq

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Marco Conceptual

- **Cobertura vegetal.** Es la capa de vegetación natural que cubre una superficie terrestre determinada, comprendiendo una amplia gama de biomasas con diferentes características fisonómicas y ambientales que van desde pastizales hasta las áreas cubiertas por bosques naturales (Emck et al., 2006).
- **El arbolado urbano.** El arbolado urbano se refiere al conjunto de especies como árboles, arbustos entre otros en espacios públicos urbanos. Además de su presencia, este concepto incluye la interacción de las plantas con el entorno, mejorando la calidad del ambiente, el confort térmico y el bienestar de los habitantes (Odum & Sarmiento, 2018)
- **Índice WBGT.** El índice WBGT (Wet Bulb Globe Temperature) al castellano se traduce como el índice de temperatura del globo negro y bulbo húmedo, es una medida que se utiliza para evaluar el estrés térmico en condiciones de calor. Este índice combina la temperatura del aire, la humedad, la velocidad del viento y la radiación solar para determinar el nivel de calor al que están expuestas las personas. (Budd, 2008).
- **Estrés térmico.** El estrés térmico se define como el estado en el que no se puede equilibrar el calor que genera con el calor que puede disipar, lo que puede resultar en serias implicaciones para la salud (Gutiérrez et al., 2018).
- **Mapa de Calor.** Un mapa de calor para expresar características es un recurso gráfico que permite la visualización de asociaciones en sistemas complejos, en especial cuando se espera que las relaciones sigan una dirección específica (Haarman et al., 2015).
- **Isla de Calor.** Una isla de calor es un área urbana que presenta temperaturas más elevadas en comparación con las zonas rurales cercanas, debido a la actividad humana,

el uso del suelo y la infraestructura urbana que intensifican la absorción de calor (Paes, 2021).

- **Confort Térmico Ambiental.** El confort térmico hace referencia a la percepción del bienestar térmico que experimenta un individuo en relación con su entorno (Ferrelli & Piccolo, 2017). Esta condición puede evaluarse en distintos entornos, ya sea en espacios abiertos, donde se denomina confort térmico exterior, o en espacios cerrados, referido como confort térmico interior.
 - a) **Confort Térmico Exterior:** Se refiere a la sensación térmica en espacios abiertos, la cual está influenciada por factores como la temperatura del aire, la radiación solar, el viento y la humedad.
 - b) **Confort Térmico Interior:** La sensación térmica en espacios cerrados, donde factores como la calefacción, la ventilación, y el aislamiento influyen en la percepción de confort.
- **Kriging.** El fundamento matemático del kriging se centra en la estimación de un valor desconocido como una combinación lineal de observaciones cercanas. Los pesos de dicha combinación son calculados a partir del variograma, lo que permite garantizar que la estimación sea insesgada y que la varianza del error sea mínima. Esto convierte al kriging en un método óptimo dentro de la geoestadística para interpolar fenómenos espaciales continuos (Chica-Olmo & Abarca-Hernández, 2000; Journel & Huijbregts, 1978).
- **La Termografía.** La termografía es una técnica de inspección no invasiva que aprovecha cámaras sensibles a la radiación infrarroja para transformar la energía emitida por objetos (invisible para el ojo humano) en imágenes visibles con gradientes de colores, permitiendo visualizar y analizar las variaciones térmicas superficiales desde la distancia (Liu et al., 2025; Visión TIR, s. f.).

1.2. Antecedentes

1.2.1. Antecedentes Internacionales

Bustamante (2021) en su trabajo sobre la influencia del arbolado urbano en el confort térmico en espacios abiertos de Bogotá D.C. demuestra la importancia del arbolado en la mejora de las condiciones térmicas en zonas urbanas. Los resultados indican que los espacios con mayor presencia de cobertura vegetal, como los árboles y césped, ofrecen brindan mejores condiciones de confort térmico en comparación con áreas con superficies impermeables. Además, el estudio concluyó que el confort térmico experimenta cambios y no es constante a lo largo del día y que la presencia de vegetación puede reducir el estrés térmico ambiental,. Esto refuerza la necesidad de preservar y aumentar la cobertura arbórea en zonas urbanas para mejorar el bienestar de los ciudadanos.

Duval et al. (2020) en su estudio El impacto del arbolado de alineación en el microclima urbano. Bahía Blanca, Argentina, aplicaron la metodología del censo verde para analizar el arbolado urbano y proponer medidas de gestión. Los resultados mostraron que la temperatura bajo la copa de los árboles fue inferior en comparación con las zonas sin cobertura arbórea. Concluyeron que los árboles en las ciudades ofrecen importantes beneficios relacionados con el cambio climático, ya que influyen en la temperatura del aire, la humedad relativa y la velocidad del viento, alterando el microclima urbano y generando ventajas para los habitantes. Uno de los hallazgos más importantes fue que la temperatura bajo la copa arbórea era considerablemente menor en comparación con las áreas expuestas. Esto demuestra que el arbolado urbano actúa como un agente termorregulador natural, proporcionando sombra y reduciendo el estrés térmico, lo que resulta en un ambiente más confortable para los habitantes. El estudio de Duval et al. refuerza la idea de que la planificación y el mantenimiento de la cobertura arbórea en las ciudades son estrategias efectivas para combatir los efectos del cambio climático y mejorar la calidad de vida en las zonas urbanas.

Rubiano (2019) en la investigación realizada sobre la Distribución de la Infraestructura Verde y su Capacidad de Regulación Térmica en Bogotá, Colombia, analizó manera detallada la relación entre la distribución de la infraestructura verde y la regulación térmica en la ciudad de Bogotá. Utilizó la metodología del Sistema de Información para la Gestión del Arbolado Urbano de Bogotá, además analizó la cobertura arbórea junto con el verdor de los parques públicos, encontrando una clara relación entre la cantidad de vegetación y el estrato socioeconómico de las Unidades de Planeamiento Zonal (UPZ). Los resultados revelaron que las zonas con menor estrato socioeconómico presentan una menor cobertura arbórea y verdor en los parques, lo que impacta directamente en su capacidad de regulación térmica. Esto indica que existe una desigualdad en el acceso a los beneficios ambientales que proporciona la infraestructura verde, como la reducción del estrés térmico. La conclusión de Rubiano resalta la importancia de implementar políticas que promuevan una distribución equitativa de la vegetación urbana para mejorar el bienestar de las personas y contrarrestar los efectos negativos de las islas de calor, especialmente en las áreas más vulnerables.

Cárdenas (2019) llevó a cabo un estudio sobre cómo la arborización y la pavimentación afectan el confort térmico en la avenida Leopoldo Machado en Macapá, Brasil. A través de mediciones de la temperatura del aire, la humedad relativa y la velocidad del viento en tres áreas (con árboles, sin árboles y sin árboles, pero con pavimento), el autor encontró que la densidad de árboles influye directamente en la temperatura del suelo, que puede reducirse hasta 25°C con un aumento en la cobertura arbórea. Estos hallazgos destacan la importancia de los microclimas y el arbolado en el confort térmico urbano, subrayando cómo los árboles y los materiales del pavimento influyen significativamente en la sostenibilidad y el bienestar en entornos urbanos.

Vásquez (2016) realizó el estudio de Infraestructura verde, servicios eco sistémicos y sus aportes para enfrentar el cambio climático en ciudades: el caso del corredor ribereño del

río Mapocho en Santiago de Chile, el objetivo principal del trabajo fue presentar aproximaciones modernas sobre la infraestructura verde y los servicios ecosistémicos, proporcionando un marco conceptual-analítico para la evaluación y planificación de estos espacios, y destacando su valor en la lucha contra el cambio climático en áreas urbanas. Los resultados proporcionan información que permite entender el aporte actual del corredor verde ribereño en la lucha contra el cambio climático, y orientan posibles acciones para mejorar tanto cuantitativa como cualitativamente dicho aporte, sirviendo como un componente fundamental para regular las temperaturas y mitigar los efectos de las Islas de Calor Urbana (ICU). Asimismo, destaca que la vegetación contribuye a la adaptación climática al mitigar sus impactos negativos, como las Islas de Calor Urbana (ICU), reduciendo el estrés y el malestar térmico de los habitantes gracias al efecto moderador de las temperaturas que generan los espacios verdes.

1.2.2. Antecedentes Nacionales

Yanavilca Anticona (2021). analizó cómo las islas de calor urbano afectan el confort térmico en zonas de uso común del sector El Progreso, ubicado en el distrito de Huanchaco. Este sector periurbano está expuesto a altos niveles de radiación solar durante la mayor parte del año. El objetivo principal fue identificar las características físicas y espaciales que contribuyen a este fenómeno y su impacto en el confort térmico. La investigación, de tipo descriptiva y explicativa, utilizó un enfoque no experimental con mediciones térmicas portátiles. Los resultados señalaron que factores como la ubicación periurbana, la disposición reticular y multiazimutal, la orientación NO-SE y la altura promedio de los edificios influyen en el confort térmico. También se destacó la influencia de factores ambientales, como la temperatura exterior, el flujo de aire y la radiación solar, así como las actividades antropogénicas (frecuencia de uso y permanencia) en la percepción del confort térmico por parte de los habitantes.

Sierralta (2021) investigó el impacto del arbolado urbano en el confort térmico del peatón en la Av. Evitamiento de Tarapoto, con el objetivo de determinar cómo este influye en las condiciones térmicas. La investigación, de tipo aplicada y enfoque cuantitativo, empleó un diseño no experimental. Los resultados mostraron que un adecuado arbolado urbano reduce significativamente las temperaturas: Sierralta concluye que el arbolado urbano puede generar numerosos beneficios ambientales y contribuir a mejorar el confort térmico y la calidad de vida de los habitantes de la ciudad.

Fuentes (2018) en su trabajo la Isla de Calor y la incidencia de la arborización urbana en el confort térmico del centro histórico de la ciudad de Arequipa realizó un estudio observacional sobre el fenómeno de la isla de calor en el centro, evaluando el índice de esta isla de calor y la contribución de diversas especies arbóreas al confort térmico. Identificó que la *Morus nigra* y *Casuarina equisetifolia* especies que, desempeñan un papel clave en la regulación de los microclimas urbanos, con *Morus nigra* destacándose por su mayor efectividad en la reducción de la temperatura y el incremento de la humedad relativa. Como conclusión, se establece que la isla de calor en la ciudad de Arequipa aún se clasifica como moderada. Además, dentro de las 31 especies arbóreas identificadas en el centro histórico, las más predominantes son *Fraxinus americana*, *Casuarina equisetifolia* y *Morus nigra*. Finalmente, se confirma que *Morus nigra* es la especie con mayor contribución en la mitigación térmica y la mejora de las condiciones de humedad en el entorno urbano.

CAPÍTULO II

ÁREA DE ESTUDIO

2.1. Descripción del área de estudio

El distrito de Wánchaq es uno de los ocho distritos que forman parte de la provincia de Cusco, de la region del Cusco, en el sur de Perú. tiene una superficie de 6.38 km² y una altitud de 3363 m.s.n.m. y con una densidad poblacional de 9268.65 hab. /km² y tiene una población de 64852 habitantes (Alzamora Taype & Poblete Loyola, 2012; Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018).

2.2. Ubicación

2.2.1. Ubicación Política

Región: Cusco

Provincia: Cusco

Distrito: Wanchaq

2.2.2. Límites Políticos

El distrito de Wánchaq, al ser uno de los más pequeños de la provincia de Cusco, está circundado por varios distritos que forman parte de la misma provincia. Según la Municipalidad Distrital e Wanchaq (Municipalidad Distrital de Wanchaq, 2019).

Sus Límites son:

- Al norte: Con el distrito de Cusco.
- Al sur: Con el distrito de San Sebastián y Santiago.
- Al este: Con el distrito de San Sebastián.
- Al oeste: Con el distrito de Santiago.

2.3. Ubicación Geográfica

Wánchaq es un distrito ubicado en la provincia de Cusco, en Perú. Con una altitud de 3,366 metros sobre el nivel del mar, se encuentra en una región montañosa, lo que contribuye

a su clima fresco y sus hermosos paisajes su ubicación en las coordenadas UTM del sistema geodésico WGS84, que corresponden a 13°31'48"S y 71°57'23"O (o -13.5300215, -71.95650), facilita su identificación y estudios geográficos (Municipalidad Distrital de Wanchaq, 2019).

Su ubicación dentro de la provincia de Cusco desempeña un papel estratégico, al conectar diversos distritos y facilitar el acceso a la ciudad de Cusco, lo que es muy importante dentro del contexto social cultural turístico.

Tabla 1

Límites geográficos del distrito de Wanchaq

Norte	Cusco
Sur	San Sebastián , Santiago
Este	San Sebastián
Oeste	Santiago
Altitud	3,366 metros sobre el nivel del mar
Latitud	13°31'48"S
Longitud	71°57'23"O

Nota: Municipalidad Distrital de Wanchaq (2019).

Norte:

Limita al norte con el distrito de Cusco, comenzando desde la esquina sureste de la plazoleta de Rimacpampa Grande. Desde allí, el límite continúa a lo largo del eje de la calle ArcoPunku y se enlaza con el eje de la Avenida de La Cultura, extendiéndose hasta el puente sobre el riachuelo Cachimayo.

Oriente:

El límite oriental del distrito de Wanchaq con el distrito de San Sebastián está marcado principalmente por el río Cachimayo. El límite comienza desde el puente sobre el río en la Av. de La Cultura, luego se desvía por el eje de la calle Diego de Almagro, la cual separa la

Urbanización José Carlos Mariátegui (Wanchaq) de la Asociación Pro Vivienda 28 de Julio (San Sebastián). A partir de allí, el límite prosigue hasta encontrarse con la Vía Expresa y cruza el aeropuerto de manera diagonal de este a oeste, siguiendo el antiguo Camino Real de los Incas, que era la ruta donde convergían los ríos Huatanay y Cachimayo antes de la construcción del Aeropuerto Internacional Teniente Alejandro Velasco Astete. Después de cruzar el Aeropuerto, el límite sigue hasta encontrarse con una calle innominada que separa la Urbanización Las Orquídeas, el Centro Cívico Hilario Mendivil I y II Etapa y la Residencial Ingeniería (Wanchaq) de las Urbanizaciones Francisco Palao, Las Begonias, y Los Rosales (San Sebastián). Finalmente, el límite continúa por el eje de esta calle hasta el puente Agua Buena sobre el río Huatanay.

Sur:

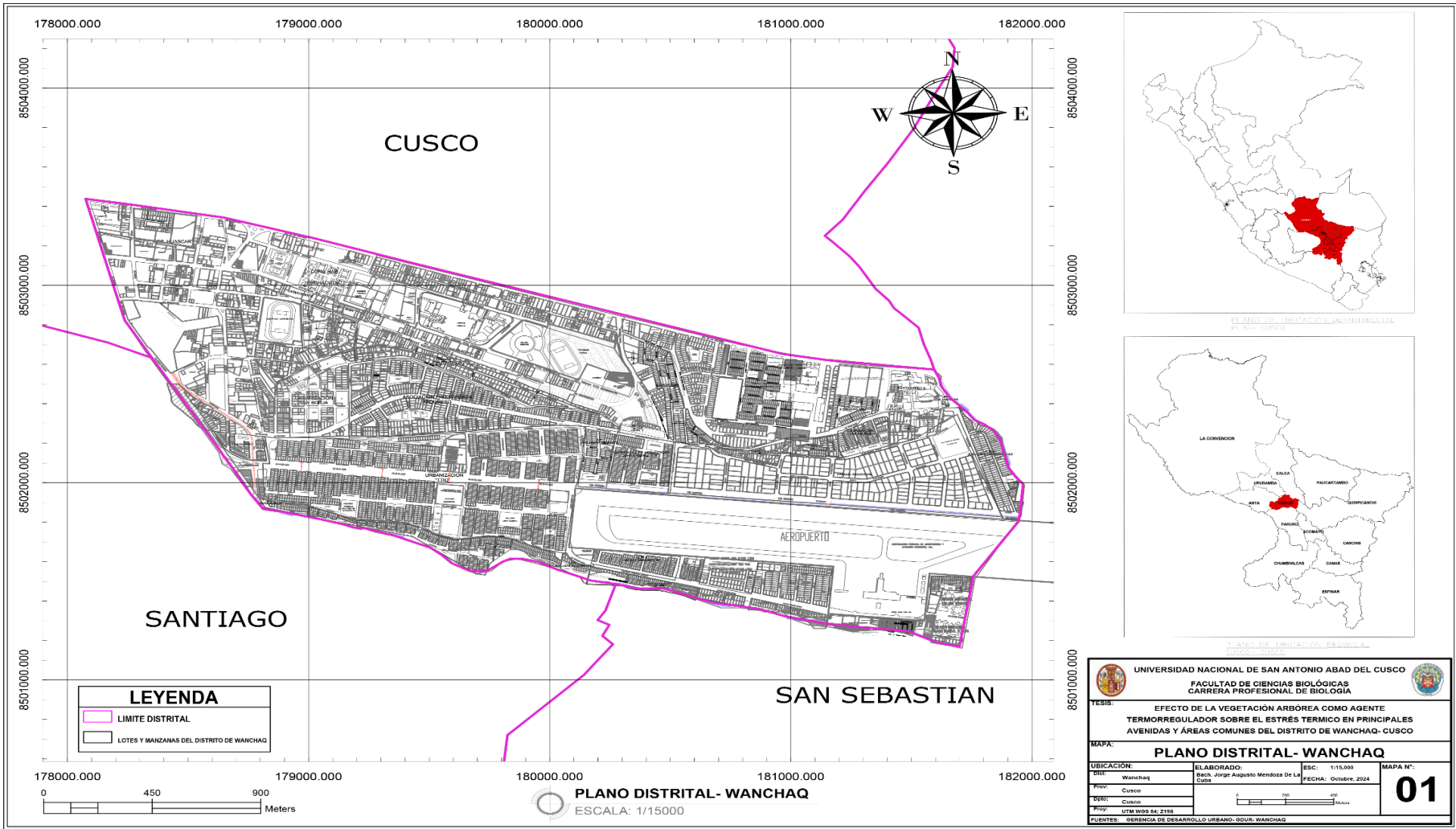
El límite sur del distrito de Wanchaq está definido por su frontera con los distritos de San Sebastián y Santiago. Este límite sigue el curso del río Huatanay, iniciando a la altura del puente de Agua Buena que lo cruza y extendiéndose hasta la unión con el río Huancaro.

Occidente:

El límite occidental del distrito de Wanchaq está demarcado por su frontera con los distritos de Santiago y Cusco. Esta frontera sigue el curso del río Huatanay, comenzando desde la confluencia con el río Huancaro. Desde allí, el límite continúa hasta la avenida que bordea el Óvalo de Pachacútec y sigue por la avenida Alameda Pachacútec (años atrás conocida como avenida San Martín). Posteriormente, se extiende hasta encontrarse con la avenida Tullumayo y sigue trazo de esta Av. hasta llegar a la esquina sureste de la Plazoleta de Rimacpampa Grande, que es el punto de partida de la delimitación

Figura 1

Mapa 1 Ubicación del área de estudio



2.4. Características del Área de Estudio

2.4.1. Clima

El clima del distrito de Wánchaq no varía mucho entre el día y la noche y está influenciado por el macro clima del altiplano.(Alzamora Taype & Poblete Loyola, 2012; Programa de Adaptación al Cambio Climático PACC - Perú, 2012)

El distrito experimenta dos temporadas bien definidas: una estación seca y otra de lluvias. Sin embargo, en los últimos tiempos, se ha observado que estas condiciones climáticas están cambiando de manera continua.

Según los registros climáticos actuales de la estación meteorológica Luis Olazo Olivera durante los años del 2011-2023 , se reconocen dos estaciones principales: la estación seca, que se extiende de mayo a septiembre y se caracteriza por temperaturas más bajas y escasa precipitación , junio presenta una temperatura promedio de 9.2 °C y una precipitación de solo 4.7 mm; y la estación de lluvias, que va de octubre a abril, con incrementos significativos en las precipitaciones, como en enero y febrero, que registran 148.0 mm y 157.7 mm respectivamente. La temperatura media anual es de aproximadamente 10.9 °C y la precipitación total acumulada anual alcanza los 756.43 mm.

En cuanto a las estaciones, se pueden distinguir dos principales:

- **Estación de lluvias (de octubre abril):** Durante esta época, hay una mayor prevalencia de precipitaciones, lo que aumenta la humedad en la región.
- **Estación seca (de mayo a setiembre):** Esta época se caracteriza por tener menor cantidad de lluvias, dando un clima mucho más seco.

2.4.2. Temperatura

Durante el día, la temperatura media mensual en la región varía significativamente a lo largo del año. Según los datos observados, la temperatura promedio anual es de aproximadamente 10.9 °C. Los meses más fríos son junio y julio, con temperaturas promedio

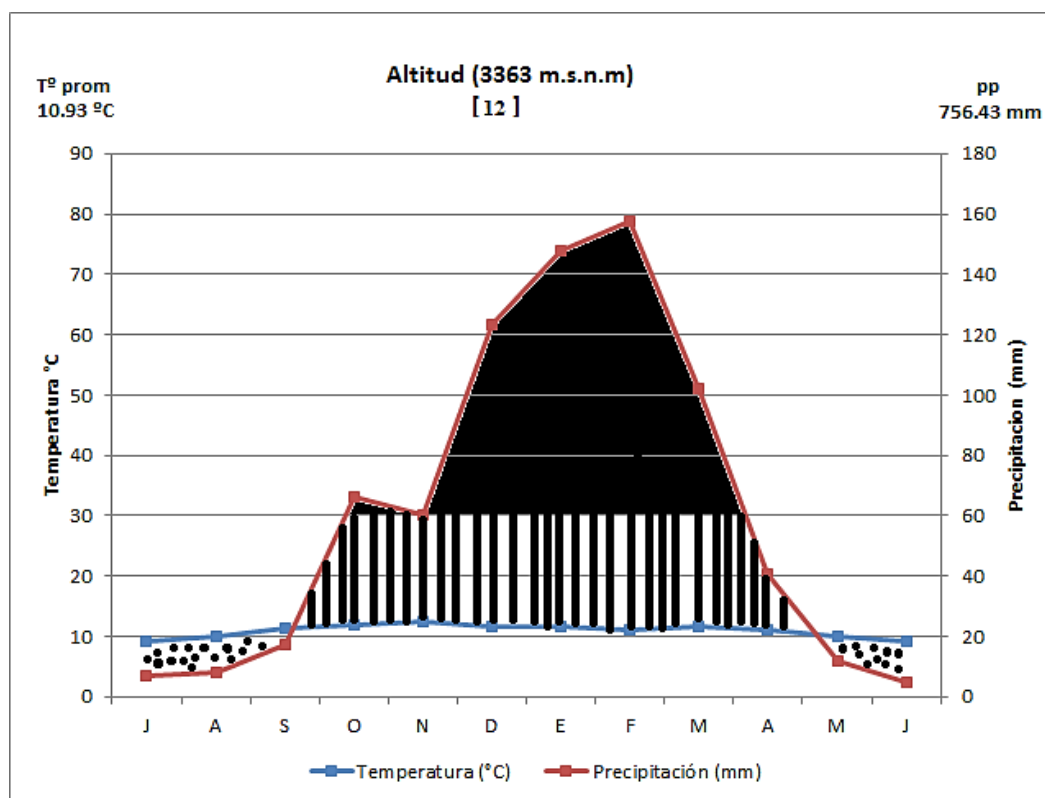
de 9.2 °C y 9.1 °C respectivamente, lo que indica condiciones térmicas más rigurosas durante esta época. En contraste, los meses más cálidos se presentan entre octubre y noviembre, alcanzando promedios de 11.8 °C y 12.5 °C. Aunque no se dispone aquí de las temperaturas máximas y mínimas diarias específicas, estos promedios mensuales permiten identificar una clara oscilación térmica estacional. La variación térmica diaria también es notable en la región andina, donde las temperaturas durante la noche pueden descender significativamente en los meses secos, mientras que durante el día pueden elevarse de forma considerable. Esta amplitud térmica es un rasgo característico del clima local (Observatorio Meteorológico Luis Olazo Olivera - Perayoc, 2024).

2.4.3. Precipitación

En lo que respecta a la precipitación anual en la cuenca atmosférica de Cusco, los registros indican una acumulación total de aproximadamente 756.43 mm al año. La precipitación mensual más baja se presenta en junio, con apenas 4.7 mm, seguida de julio con 6.8 mm y agosto con 7.8 mm, caracterizando así la estación seca. En contraste, los mayores valores de precipitación se concentran entre diciembre y febrero, siendo febrero el mes más lluvioso con 157.7 mm, seguido de enero con 148.0 mm y diciembre con 123.3 mm. Esta distribución evidencia un régimen de lluvias concentrado principalmente en la temporada húmeda, que abarca de octubre a abril, mientras que el resto del año se caracteriza por condiciones predominantemente secas (Observatorio Meteorológico Luis Olazo Olivera - Perayoc, 2024).

Figura 2

Climatodiagrama con base a los registros de la estación meteorológica UNSAAC (2011–2023)



Estación seca (estrés hídrico)



Estación muy húmeda



Estación húmeda

Tabla 2*Datos promedio de temperatura y precipitación (2011- 2023)*

Meses	T (°C)	Precipitación (mm)
Julio	9.1	6.8
Agosto	10.1	7.8
Septiembre	11.3	17.5
Octubre	11.8	66.3
Noviembre	12.5	60.2
Diciembre	11.7	123.3
Enero	11.7	148.0
Febrero	11.1	157.7
Marzo	11.6	102.3
Abril	11.0	40.9
Mayo	10.1	12.0
Junio	9.2	4.7
Promedio	10.9	
Sumatoria Σ		756.43

Nota. Observatorio Meteorológico Luis Olazo Olivera – UNSAAC (2024).

De acuerdo con los datos climatológicos de temperatura y precipitación obtenidos del Observatorio Meteorológico Luis Olazo Olivera de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, en un periodo del 2011 hasta el 2023, la precipitación total anual se estimó en 756,43 mm. Durante este lapso de tiempo, las precipitaciones más altas se registraron entre los meses de Noviembre a Marzo con el mes de Febrero como el mes más lluvioso, alcanzando 157,7 mm. Los meses secos abarcan desde Marzo hasta el mes de Setiembre. La temperatura media durante este periodo fue de 10,93 °C, con una temperatura mínima de 9,1 °C. Durante este período de 10 años, se ha evidenciado un comportamiento estacional marcado en las precipitaciones y las temperaturas características de la provincia de Cusco.

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales

3.1.1. *Materiales de Campo*

- Medidor de índice de estrés térmico Marca Az Instrument.
- Cámara Termográfica Marca Milessey - Modelo TR256
- Cámara fotográfica Panasonic DMC - FH1 LUMIX
- E.P.P. (Equipo de protección personal)
- Notecam app libre
- Picturethis Identificador app libre
- Bitácora
- Tablet Dunkenvolk Pr -4357 Model No Dc5v 2.0 A
- 02 Trípodes

3.1.1.1. *Medidor de Estrés Térmico.*

El instrumento automático llamado medidor de estrés térmico es el termómetro de globo o termómetro de globo negro. Este dispositivo mide la temperatura de globo (que refleja la temperatura radiante), la temperatura ambiente, la temperatura húmeda y la velocidad del viento. Es ampliamente utilizado para evaluar el índice de estrés térmico o índice de bulbo húmedo y temperatura de globo (WBGT), Wet Bulb Globe Temperature (Temperatura de Globo y Bulbo Húmedo) Este índice se utiliza para evaluar el estrés térmico ambiental , combinando temperatura, humedad, velocidad del viento y radiación solar. Temperatura de Globo y Bulbo Húmedo (WBGT, por sus siglas en inglés) para determinar el nivel de estrés térmico en las zonas evaluadas tanto en interiores como en exteriores. Esto resulta muy útil en la evaluación de condiciones térmicas para evitar el estrés por calor, especialmente en Biología, Ingeniería, Salud Ocupacional, entre otros (Mancera et al., 2012).

Medidor de Índice de Estrés Térmico – Marca AZ Instrument

Importancia:

El medidor de índice de estrés térmico de la marca *AZ Instrument* es un instrumento automático especializado que permite obtener parámetros fundamentales como la temperatura de bulbo seco, bulbo húmedo y temperatura de globo. Estos valores son necesarios para el cálculo del índice WBGT (Wet Bulb Globe Temperature), el cual es ampliamente utilizado para evaluar el nivel de estrés térmico en ambientes abiertos.

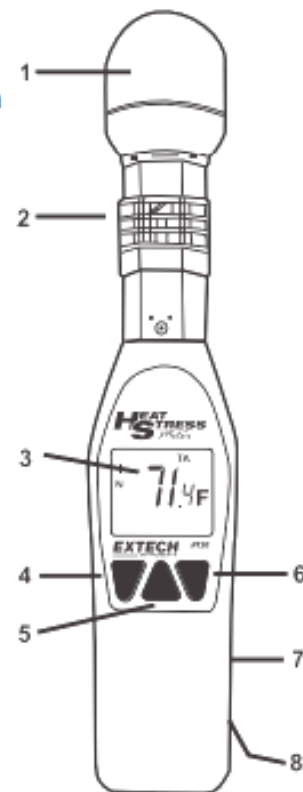
Su aplicación resulta crucial en estudios ambientales, ya que permite identificar condiciones de riesgo de estrés térmico. A través de estas mediciones, se pueden establecer medidas preventivas

Este equipo permite registrar parámetros como del bulbo húmedo y temperatura de globo, los cuales son esenciales para el cálculo del índice WBGT (Wet Bulb Globe Temperature). El uso de este instrumento es fundamental para identificar zonas de riesgo térmico, contribuyendo así al análisis del confort y la seguridad térmica en el espacio urbano (Ramírez & González, 2019).

Figura 3

Partes del Medidor de Estrés Térmico

1. Sensor de temperatura de globo negro
2. Sensores de temperatura y HR con cubierta protectora
3. Pantalla LCD
4. /SET
5. NEXT
6. MODE/
7. Interfaz RS-232
8. Compartimiento de la batería (atrás)



Nota. Extraído del Manual de usuario

3.1.1.2. Cámara Termográfica.

La cámara termográfica o también llamada cámara térmica es un dispositivo que utiliza la radiación infrarroja emitida por los objetos para medir la temperatura y generar una imagen térmica. Esta tecnología permite obtener una visualización detallada de las variaciones de temperatura en la superficie de los objetos, sin necesidad de contacto directo. (Hernández, 2020).

Las cámaras térmicas son utilizadas en una amplia variedad de campos, como Biología en sus diversos campos: Zoología, Botánica, Seguridad Ocupacional y medio ambiente, Ingeniería, Medicina, Seguridad, Industria, Construcción, y en la detección de problemas eléctricos o mecánicos, ya que proporcionan una representación visual de los perfiles de temperatura de los objetos en tiempo real.

Importancia:

La cámara termográfica es una herramienta clave para la detección visual de diferencias de temperatura en superficies. Permite capturar imágenes térmicas que muestran cómo el calor se distribuye en un espacio, facilitando la identificación de zonas críticas como pavimentos, fachadas, techos y áreas con o sin cobertura vegetal. Su uso es especialmente valioso en estudios de islas de calor urbano, eficiencia energética y evaluación de confort térmico. Este modelo, en particular, ofrece buena resolución y precisión, ideal para estudios ambientales y urbanos. la cámara termográfica *Milessey TR256* es una herramienta fundamental para la observación y análisis de la distribución térmica en superficies.

La cámara termográfica, como la Milessey TR256, permite capturar imágenes infrarrojas que visualizan diferencias de temperatura en superficies urbanas (pavimentos, fachadas, techos y zonas verdes), facilitando la identificación de puntos con acumulación de calor. Este tipo de instrumento es fundamental en el estudio del efecto isla de calor urbano y en la evaluación de la función termorreguladora de la vegetación, al mismo tiempo que resulta útil para diagnósticos de eficiencia energética y confort térmico en espacios urbanos (Chui et al., 2018).

Figura 4

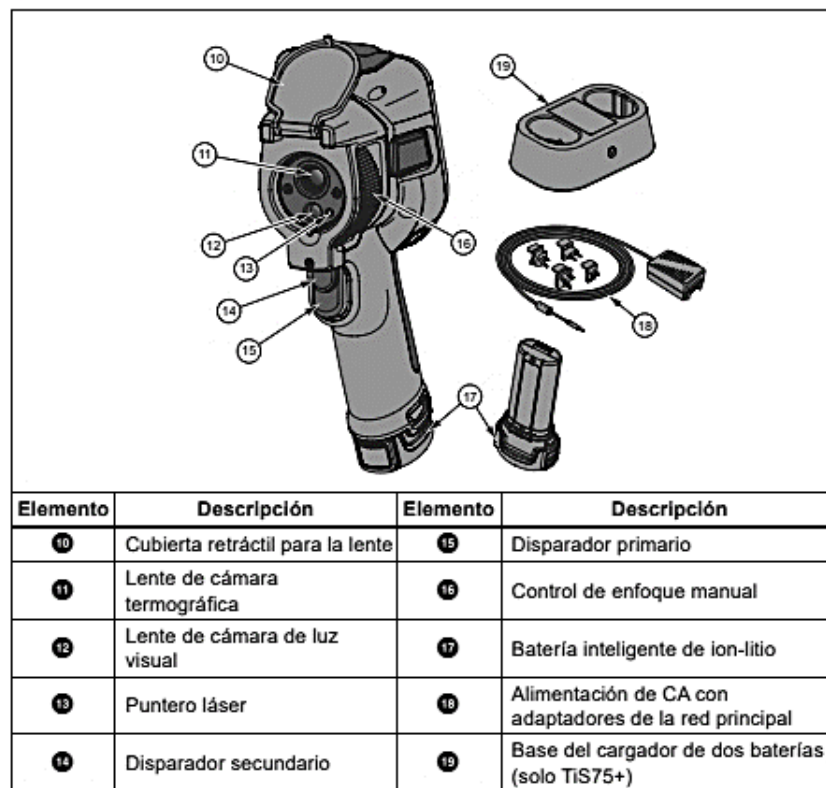
Partes de la Cámara termo gráfica por delante



Nota. Extraído del Manual de usuario

Figura 5

Partes de una Cámara termo gráfica por detrás



Nota. Extraído del Manual de usuario

3.1.2. *Materiales de Gabinete*

- Google Earth Pro
- Programa R Studio 25
- Programa QGIS 3.28
- Material fotográfico
- Normas técnicas internacionales:
 - El Network Time Protocol (NTP) 322: Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT
 - UNE-EN ISO 7243:2017 (Ratificada). Ergonomía del entorno térmico. Evaluación del estrés al calor utilizando el índice WBGT (temperatura de bulbo

húmedo y de globo) (ISO 7243:2017) (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en noviembre de 2017.)

3.2. Metodología

3.2.1. *Enfoque de Investigación*

El enfoque de investigación es cuantitativo, ya que se basa en la recolección y análisis de datos numéricos, aplicando fórmulas matemáticas y estadísticas para obtener resultados representativos y objetivamente verificables (Hernández & Mendoza, 2018).

3.2.2. *Tipo de Investigación*

El tipo de investigación es de alcance descriptivo-explicativo, ya que busca detallar las características de un fenómeno y, al mismo tiempo, identificar sus posibles causas. Además, es de tipo transversal, porque los datos se recolectan en un momento específico del tiempo, permitiendo analizar la situación en ese punto temporal (Hernández & Mendoza, 2018).

3.3. Identificación de los puntos de monitoreo

3.3.1. *Determinación de las zonas de muestreo*

El estudio, es de carácter no experimental, se enfoca en la comparación entre áreas con y sin vegetación. Esto implica que no se interviene en las variables ni se generan escenarios artificiales; en su lugar, se registran y analizan las condiciones existentes en su estado natural.

3.3.2. *Criterios para el establecimiento de puntos de monitoreo*

El muestreo a criterio monitor implica que la selección de las muestras se realiza de acuerdo con criterios definidos por el investigador, basados en su conocimiento y experiencia. Este tipo de muestreo permite seleccionar áreas o elementos que sean representativos o relevantes para el estudio, asegurando que los datos recopilados sean pertinentes para el objetivo de la investigación

Los criterios para determinar los puntos de monitoreo en el estudio se enfocan en:

- **Presencia-Ausencia de Cobertura Vegetal:** Se seleccionaron lugares representativos que muestren variaciones en la cobertura arbórea, permitiendo observar su impacto en el entorno térmico y ambiental.
- **Lugares Representativos y Muy Transitados:** Los puntos de monitoreo se ubicaron en áreas de alta afluencia peatonal y vehicular, asegurando que los resultados reflejen condiciones que afectan a un mayor número de personas.
- **Accesibilidad al Distrito de Wánchaq:** Se priorizaron áreas fácilmente accesibles para facilitar la recolección de datos y la observación continua, lo que aumento la eficiencia del monitoreo.
- **Horarios de alta radiación solar**
Estos criterios garantizaron que el estudio sea robusto y que los resultados obtenidos sean significativos para entender la influencia de la vegetación en el ambiente urbano.

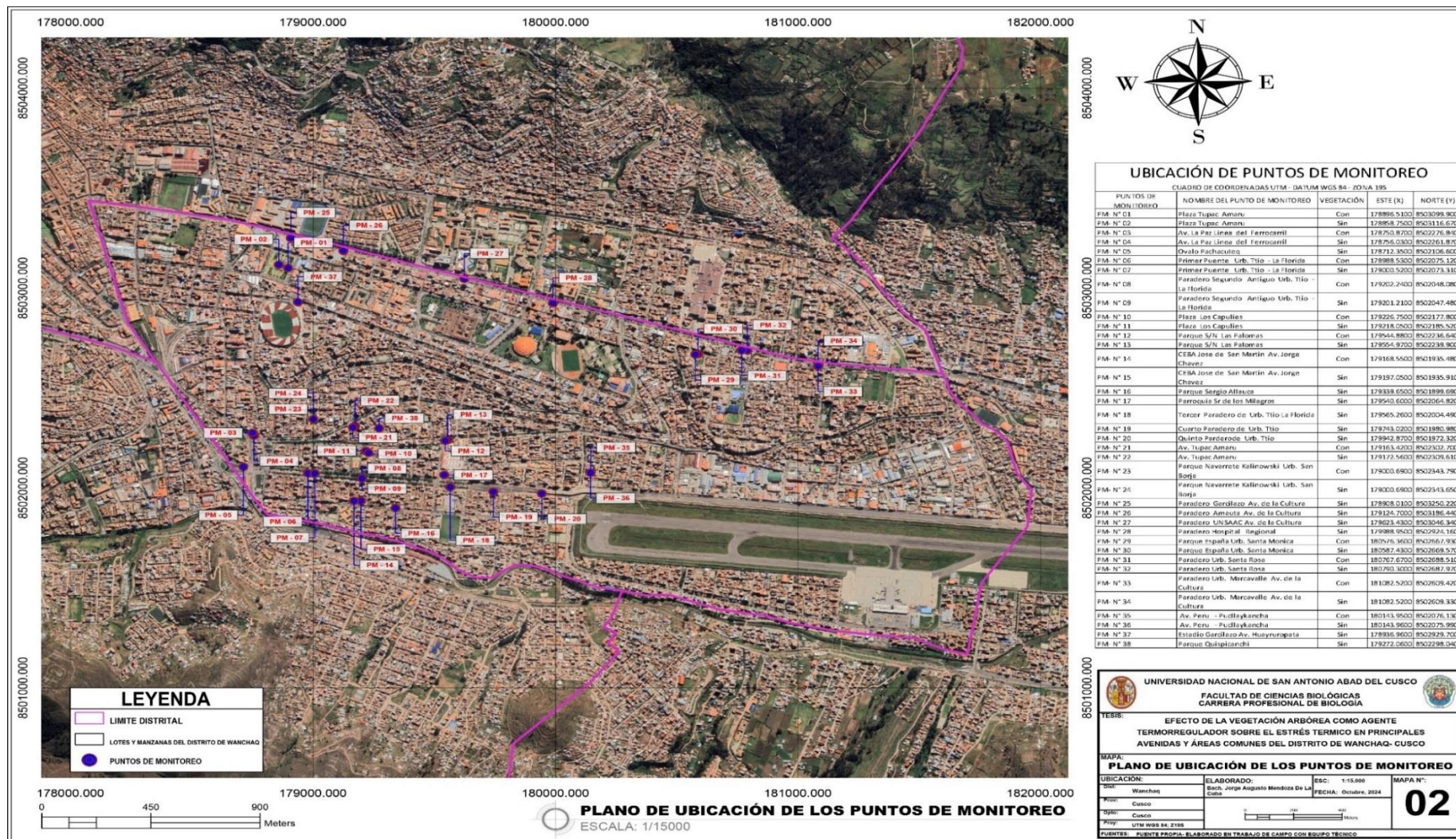
Tabla 3*Ubicación de los puntos de monitoreo*

Puntos de Monitoreo	Nombre del Punto de Monitoreo	Vegetacion	COORDENADA UTM
P.M. N ° 01	Plaza Tupac Amaru	Con	19 L 178896.51 m E 8503099.90 m S
P.M. N ° 02	Plaza Tupac Amaru	Sin	19 L 178858.75 m E 8503116.67 m S
P.M. N ° 03	Av. La Paz Linea del Ferrocarril	Con	19 L 178750.87 m E 8502276.84 m S
P.M. N ° 04	Av. La Paz Linea del Ferrocarril	Sin	19 L 178756.03 m E 8502261.87 m S
P.M. N ° 05	Ovalo Pachacutec	Sin	19 L 178712.35 m E 8502106.60 m S
P.M. N ° 06	Primer Puente Urb. Ttio - La Florida	Con	19 L 178988.53 m E 8502075.12 m S
P.M. N ° 07	Primer Puente Urb. Ttio - La Florida	Sin	19 L 179000.52 m E 8502073.31 m S
P.M. N ° 08	Paradero Segundo Antiguo Urb. Ttio -La Florida	Con	19 L 179202.24 m E 8502048.08 m S
P.M. N ° 09	Paradero Segundo Antiguo Urb. Ttio -La Florida	Sin	19 L 179201.21 m E 8502047.48 m S
P.M. N ° 10	Plaza Los Capulies	Con	19 L 179226.75 m E 8502177.80 m S
P.M. N ° 11	Plaza Los Capulies	Sin	19 L 179218.05 m E 8502185.52 m S
P.M. N ° 12	Parque S/N Las Palomas	Con	19 L 179544.88 m E 8502236.64 m S
P.M. N ° 13	Parque S/N Las Palomas	Sin	19 L 179554.97 m E 8502239.90 m S
P.M. N ° 14	CEBA Jose de San Martin Av. Jorge Chavez	Con	19 L 179168.55 m E 8501935.48 m S
P.M. N ° 15	CEBA Jose de San Martin Av. Jorge Chavez	Sin	19 L 179197.05 m E 8501935.91 m S
P.M. N ° 16	Parque Sergio Allauca	Sin	19 L 179339.65 m E 8501899.69 m S
P.M. N ° 17	Parroquia Sr de los Milagros	Sin	19 L 179540.60 m E 8502064.82 m S
P.M. N ° 18	Tercer Paradero de Urb. Ttio La Florida	Sin	19 L 179565.26 m E 8502004.49 m S
P.M. N ° 19	Cuarto Paradero de Urb. Ttio	Sin	19 L 179743.02 m E 8501980.98 m S
P.M. N ° 20	Quinto Paradero de Urb. Ttio	Sin	19 L 179942.87 m E 8501972.32 m S
P.M. N ° 21	Av. Tupac Amaru	Con	19 L 179163.42 m E 8502302.70 m S
P.M. N ° 22	Av. Tupac Amaru	Sin	19 L 179172.56 m E 8502309.61 m S
P.M. N ° 23	Parque Navarrete Kalinowski Urb. San Borja	Con	19 L 179000.69 m E 8502343.79 m S
P.M. N ° 24	Parque Navarrete Kalinowski Urb. San Borja	Sin	19 L 179000.69 m E 8502343.65 m S
P.M. N ° 25	Paradero Garcilazo Av. de la Cultura	Sin	19 L 178908.01 m E 8503250.22 m S
P.M. N ° 26	Paradero Amauta Av. de la Cultura	Sin	19 L 179124.70 m E 8503186.44 m S
P.M. N ° 27	Paradero UNSAAC Av. de la Cultura	Sin	19 L 179623.43 m E 8503046.34 m S
P.M. N ° 28	Paradero Hospital Regional	Sin	19 L 179988.95 m E 8502924.16 m S
P.M. N ° 29	Parque España Urb. Santa Monica	Con	19 L 180576.36 m E 8502667.93 m S
P.M. N ° 30	Parque España Urb. Santa Monica	Sin	19 L 180587.43 m E 8502669.57 m S
P.M. N ° 31	Paradero Urb. Santa Rosa	Con	19 L 180767.67 m E 8502688.51 m S
P.M. N ° 32	Paradero Urb. Santa Rosa	Sin	19 L 180790.30 m E 8502687.97 m S
P.M. N ° 33	Paradero Urb. Marcavalle Av. de la Cultura	Con	19 L 181082.52 m E 8502609.42 m S
P.M. N ° 34	Paradero Urb. Marcavalle Av. de la Cultura	Sin	19 L 181082.52 m E 8502609.33 m S
P.M. N ° 35	Av. Peru - Pucllaykancha	Con	19 L 180143.95 m E 8502076.13 m S
P.M. N ° 36	Av. Peru - Pucllaykancha	Sin	19 L 180143.96 m E 8502075.99 m S
P.M. N ° 37	Estadio Garcilazo Av. Huayruropata	Sin	19 L 178936.96 m E 8502929.70 m S
P.M. N ° 38	Parque Quispicanchi	Sin	19 L 179272.06 m E 8502298.04 m S

Nota. Lugares Representativos elegidos a criterio monitor

Figura 6

Mapa de ubicación de los puntos de monitoreo



3.4. Metodología

3.4.1. Método de evaluación

3.4.1.1. Metodología para determinar las especies arbóreas como agentes termorreguladoras.

3.4.1.1.1. Identificación botánica in situ por criterio experto u observación directa.

La identificación de las especies arbóreas en las principales avenidas y áreas comunes del distrito de Wánchaq se realizó mediante observación directa e identificación botánica in situ por criterio experto, sin necesidad de colecta ni herborización, debido a que se trata de especies previamente conocidas y frecuentes en el área de estudio. Para ello, se contó con la participación de un especialista Biólogo, quien determinó las especies considerando sus características morfológicas visibles, como porte, forma de hojas, corteza y hábito de crecimiento.

Esta metodología es ampliamente aceptada en estudios de vegetación urbana y forestal, especialmente cuando las especies son reconocibles por rasgos diagnósticos notorios y no se requiere análisis de laboratorio adicional. Según Villaseñor (2016), la determinación de especies por reconocimiento morfológico directo es válida en estudios de campo. De manera complementaria, Alexiades y Wood (1996), Matteucci y Colma (1982) y Gentry (1993) destacan que la experticia de un especialista en campo constituye un método confiable para la identificación taxonómica de plantas, particularmente en contextos urbanos o con especies previamente registradas.

3.4.1.1.2. Metodología para uso de cámara termográfica.

a) Metodología Análisis diferencial de especies arbóreas:

La evaluación del efecto termorregulador de las especies arbóreas en las principales avenidas y áreas comunes del distrito de Wánchaq se realizó mediante un análisis diferencial basado en observaciones directas con cámara termográfica.

Se captaron imágenes infrarrojas de las superficies expuestas al sol y de aquellas cubiertas por vegetación, permitiendo comparar de manera directa las temperaturas superficiales entre zonas con árboles y zonas descubiertas. Este enfoque permitió identificar cuáles especies presentaban un mayor efecto de reducción térmica, sin necesidad de generar mapas térmicos ni análisis espacial complejo (Montoya et al., 2017; Takagi et al., 2016).

El análisis diferencial consistió en evaluar las variaciones de temperatura superficial entre los distintos sectores observados, considerando factores como la densidad de la copa, el porte del árbol y la cobertura de follaje. Las especies que mostraron menores temperaturas en las superficies sombreadas fueron clasificadas como las más efectivas para mitigar el estrés térmico en el espacio urbano, permitiendo determinar recomendaciones prácticas para la planificación de áreas verdes (Budd, 2008).

3.4.1.2. Metodología para calcular el índice WBGT.

3.4.1.2.1. Método de evaluación WBGT.

El índice WBGT Wet Bulb Globe Temperature es el método más utilizado para la evaluación del riesgo de estrés térmico por su facilidad. En 1971 la American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH, (1996), Hunter y Minyard, (1999)), estableció los límites para el uso de la WBGT como índice de estrés de calor

Es un procedimiento de cribado o screening que nos permite descartar la existencia de estrés térmico en unas condiciones determinadas, pudiéndose acomodar tanto en actividades realizadas en espacios cerrados como al aire libre. Para el desarrollo de este trabajo se empleó el instrumento de medición de estrés térmico Az Instrument., El instrumento es portátil, y dispone de baterías para su funcionamiento para lo cual durante el procedimiento se utilizó horas de cenit durante época de secas.

3.4.1.2.2. Metodología del Índice WBGT en exteriores con exposición al sol.

Las mediciones que intervienen dentro de este método deben llevarse a cabo durante los momentos de mayor temperatura del día. Los dispositivos de medición deben ajustarse a los siguientes criterios:

Temperatura de globo (TG): Este valor se obtiene mediante un sensor ubicado en el centro de una esfera con las siguientes especificaciones:

- Diámetro de 150 mm.
- Coeficiente de emisión medio: 90 (negro - mate).
- Pared delgada para minimizar la resistencia térmica.
- Rango de medición: 20 °C-120 °C.
- Precisión: $\pm 0,5$ °C de 20 °C a 50 °C y ± 1 °C de 50 °C a 120 °C.

Temperatura húmeda natural (THN): Corresponde al valor registrado por un sensor de temperatura recubierto con un material humedecido, el cual se ventila de manera natural, sin intervención de corrientes de aire forzadas. A diferencia de la temperatura húmeda psicrométrica, la THN no requiere una corriente de aire alrededor del sensor. El sensor debe tener las siguientes características. Las características del sensor son las siguientes:

- Diseño de Forma cilíndrica.
- Diámetro externo de 6mm ± 1 mm.
- Longitud 30mm ± 5 mm.
- Rango de medición 5 °C 40 °C.
- Precisión $\pm 0,5$ °C.
- La parte sensible del sensor debe estar recubierta de un tejido (p.e. algodón) de alto poder absorbente de agua.

- Soporte del sensor debe tener un diámetro de 6mm, y parte de él (20 mm) debe estar cubierto por el tejido, para minimice el calor transmitido por conducción desde el soporte al sensor.
- Escala de medida entre 20 °C y 60 °C ($\pm 1^\circ\text{C}$).

3.4.1.2.3. Fórmulas para hallar el Índice WBGT

El índice WBGT es ampliamente utilizado para evaluar el estrés térmico en ambientes cálidos, y su cálculo considera factores clave que influyen en la percepción térmica, como la temperatura, la humedad relativa, el viento y la radiación solar.

El uso de estas expresiones permite identificar y cuantificar el impacto de los distintos factores climáticos, ayudando a tomar decisiones informadas sobre la seguridad y el confort térmico en espacios urbanos, laborales y recreativos.

El índice WBGT se calcula a partir de las siguientes expresiones Matemáticas en función de la influencia de la radiación solar:

a) Situaciones con Influencia Significativa de la Radiación Solar

En ambientes exteriores expuestos directamente a la radiación solar, el cálculo del índice WBGT debe incorporar el efecto de esta variable, ya que influye significativamente en el estrés térmico experimentado.

En estos casos, la fórmula del WBGT es la siguiente Esta ecuación permite una evaluación más precisa de las condiciones térmicas, considerando tanto la radiación solar como las temperaturas ambientales, factores clave para analizar el impacto del calor en ambientes exteriores expuestos.

$$WBGT = (0,7)T_{nw} + (0,2)T_g + (0,1)T_a$$

Donde:

- WBGT: Índice de temperatura de globo y bulbo húmedo
- T_{nw} : (bulbo húmedo).
- T_g : Globo negro (radiación solar).

- T_a : Temperatura del aire .
- 0.7 $\rightarrow$ 70% del valor viene del T_{nwb} , porque la humedad es la que más afecta al cuerpo.
- 0.2 $\rightarrow$ 20% depende del T_g , que mide cuánto sol (radiación) recibe el cuerpo.
- 0.1 $\rightarrow$ 10% depende de la temperatura del aire, que también influye, pero menos que los otros dos factores.

Estas ecuaciones presentadas permiten adaptar el cálculo del WBGT según la exposición solar, haciendo del índice una herramienta fundamental para evaluar las condiciones de confort térmico y prevenir riesgos asociados al estrés por calor.

3.4.1.2.4. Valores límite WBGT.

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (2023):

- WBGT bajo ($<25^{\circ}\text{C}$): El riesgo es bajo, pero se debe monitorear el calor si la exposición es prolongada.
- WBGT moderado ($25\text{-}28^{\circ}\text{C}$): Se recomienda reducir la duración del trabajo al sol o aumentar el tiempo de descanso.
- WBGT elevado ($>28^{\circ}\text{C}$): Se deben implementar medidas estrictas como evitar el trabajo físico pesado o reducir significativamente el tiempo de exposición directa al sol.

3.4.1.3. Metodología para identificación de puntos críticos.

3.4.1.3.1. Método Criterio Monitor.

Cribado La identificación de los puntos críticos representativos de estrés térmico se realizó mediante un cribado (screening) basado en criterios cuantitativos, considerando los valores de WBGT, temperatura ambiental (T_a), temperatura del globo (T_g) y temperatura de bulbo húmedo natural (T_{nw}). Los sectores que mostraron los valores más altos de estrés térmico fueron seleccionados como representativos, permitiendo enfocar la evaluación de manera eficiente en las zonas con mayor riesgo. Este enfoque de screening permite priorizar

intervenciones y análisis sin necesidad de monitorear exhaustivamente toda el área (Budd, 2008; Montoya et al., 2017).

Los puntos críticos se definieron con base en los valores más elevados del índice WBGT y en la ausencia de cobertura vegetal. Para la representación espacial se empleó la georreferenciación de los sitios de muestreo mediante coordenadas UTM. Los datos fueron procesados en software estadístico y de visualización espacial, generando gráficos de dispersión (scatter plots) y mapas de calor que permitieron ubicar las áreas con mayor riesgo térmico.

Se consideraron como críticos aquellos sectores donde el WBGT superó los límites de confort térmico establecidos por la norma ISO 724

3.4. Análisis Estadístico

El análisis estadístico se realizó para comprender los factores determinantes del estrés térmico en áreas urbanas específicas, considerando la influencia de la vegetación arbórea en la regulación térmica del ambiente. Para ello, se implementó herramientas como el software R Studio para el procesamiento de los datos, pruebas estadísticas como el t de Student para comparar grupos, y el uso de la cámara termográfica para capturar las temperaturas en las áreas de estudio en el momento.

Además, se utilizó el índice WBGT como un indicador principal para medir el nivel de estrés térmico en puntos críticos seleccionados. Esta combinación de estas herramientas permitió generar un análisis integral que compara escenarios con y sin vegetación arbórea, aportando datos muy relevantes.

T- Student

La prueba t de Student es un método estadístico empleado para comparar diferencias entre grupos. Este análisis es particularmente muy útil cuando buscamos evaluar

comparaciones entre dos condiciones específicas, como zonas con y sin vegetación en el distrito de Wanchaq en el caso del índice WBGT (Corral, 2019).

La prueba t de Student es una técnica estadística fue diseñada para determinar si hay una diferencia significativa entre las medias de dos grupos, especialmente cuando las muestras son pequeñas y las varianzas son desconocidas (González et al., 2017).

William Sealy Gosset desarrolló la prueba t de Student en 1908 bajo el seudónimo "Student" mientras trabajaba en la cervecería Guinness. Su utilidad principal radica en la comparación de medias para muestras independientes o relacionadas (Student, 1908).

Fórmula T de Student

La fórmula básica de la t de Student para una muestra en este caso estrés térmico en función de la presencia o ausencia de vegetación arbórea, la fórmula de t de Student para muestras independientes es la más adecuada. Porque se ha comparado dos grupos distintos: Para comparar los niveles de estrés térmico en función de la presencia o ausencia de cobertura vegetal arbórea, se utilizó la prueba t de Student, la cual permite evaluar diferencias significativas entre las medias de dos grupos no relacionados (Triola, 2022).

- Zonas con cobertura vegetal (grupo 1)
- Zonas sin cobertura vegetal (grupo 2)

Fórmula

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

Donde:

- $\bar{x}_1$: media del WBGT en zonas con árboles.
- $\bar{x}_2$: media del WBGT en zonas sin árboles.
- s_1^2, s_2^2 : media del WBGT en zonas con árboles.
- n_1, n_2 : media del WBGT en zonas con árboles.

Demostración:

$$t = \frac{20.0 - 20.7}{\sqrt{\frac{2.56^2}{80} + \frac{2.70^2}{150}}} \rightarrow t = \frac{20.0 - 28.7}{\sqrt{\frac{2.56^2}{80} + \frac{2.10^2}{80150}}} \rightarrow t = \frac{-8.7}{\sqrt{0.3336}}$$
$$\rightarrow t = -26.07374$$

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN
RESULTADOS

En este preámbulo se presentan los resultados de la investigación realizada entre el 20 de Agosto y el 20 de Noviembre del 2023, en 38 puntos distribuidos en áreas comunes y avenidas principales del distrito de Wanchaq. Las especies arbóreas presentes en el estudio demostraron ser excelentes termorreguladores según las imágenes termográficas siendo el fresno con mayor agente termorregulador, con respecto al segundo objetivo se demostró que las zonas con presencia de árboles presentan menores índices de estrés térmico versus zonas que carecen de árboles registrando estrés térmico en ellos, los valores fueron registrados durante el día en horas de cenit, registrados in situ y posteriormente promediados en gabinete para facilitar el análisis. En relación con el tercer objetivo, los puntos críticos de estrés térmico mostraron que los valores más bajos se registran en áreas con vegetación, como el Primer y Segundo Paradero de la Urb. Ttio La Florida, Parque Navarrete y CEBA José de San Martín, donde el estrés térmico se clasificó de aceptable a moderado. Esto respalda la evidencia de que la vegetación arbórea contribuye significativamente a reducir el estrés térmico mediante sombra y regulación de la humedad local. Esto respalda la evidencia de que los árboles presentes contribuyen significativamente a reducir el estrés térmico mediante sombra y regulación de la humedad local.

4.1. Especies arbóreas como agentes termorreguladoras de las principales avenidas y áreas comunes

Tabla 4

Tabla resumen de temperaturas máximas y mínimas por especie arbórea

Nombre común	Nombre científico	Temp máx		Temp mín		Temp max		Tem min	
		°C	con	°C	con	°C	sin	°C	sin
		vegetacion		vegetacion		vegetacion		vegetacion	
Fresno	<i>Fraxinus americana</i> L.	41.6°C		10.6°C		49.0°C			-
Alamo real	<i>Populus deltoides</i>	47.5°C		16.0°C		51.6 °C		18.3 °C	
Palmera canaria	<i>Phoenix canariensis</i> H. Wildpret	46.5°C		18.5°C		59.6 °C		--	
Capulie	<i>Prunus serotina</i> Ehrh	31.1°C		20.0°C		36.1 °C		23.9 °C	
Pino	<i>Pinus radiata</i> D. Don	39.2°C		21.9°C		47.8 °C		13.7 °C	
Molle	<i>Schinus molle</i> L	43.0°C		14.3°C		40.1 °C		14.0 °C	
Sauce lloron	<i>Salix babylonica</i> L	49.6°C		19.6°C		55.1 °C		18.6 °C	
Alamo vela	<i>Populus deltoides</i> W. Bartram ex Marshall	41.9*°C		16.2°C		49.8 °C		17.7 °C	
Queuña	<i>Polylepis incana</i> cf.	31.1°C		13.4°C		33.1 °C		17.7 °C	

4.1.1. *Fraxinus americana* L. (Fresno)

Tabla 5

Características de los puntos de monitoreo

Característica	Descripción
Nombre Común	Fresno
Nombre Científico	<i>Fraxinus americana</i> L.
Ubicación	Urb. TTio - La Florida Av. Los pinos Vía Expresa
Coordenadas	19 L 178988.53 m E 8502075.12 m S 19 L 179942.87 m E 8501972.32 m S

Figura 7

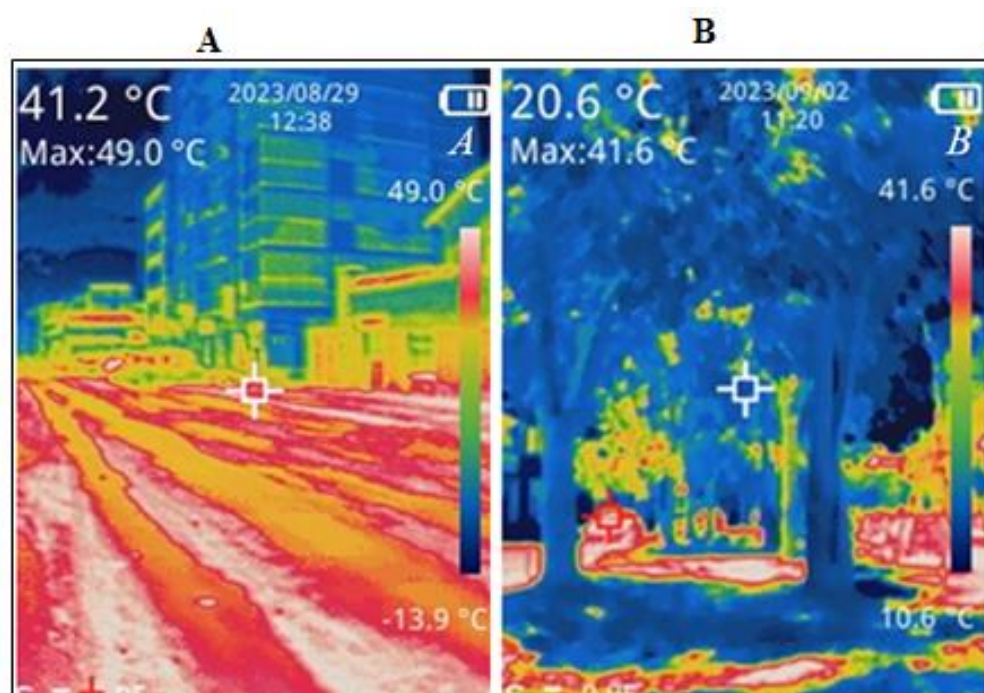
Fraxinus americana L



Nota. Av. 28 de julio, Av. Los Pinos altura del segundo puente Urb. Ttio

Figura 8

Imagen Termográfica Sin/ Con Vegetación



Nota: Imagen termográfica con y sin fresno del punto de monitoreo 19 y 06.

Tabla 6

Descripción del punto de monitoreo 06 y 19 de la figura termográfica 8

Imagen	Temperatura mínima	Temperatura máxima	Temperatura media	Escala de temperatura	Observación
A	-	49.0 °C	-	Azul (más frío) - Blanco/Rojo intenso (más caliente 49.0 °C)	Zona sin vegetación
B	10.6°C	41.6 °C	26.1 °C	Azul (más frío) - Blanco/Rojo intenso (más caliente)	Área con cobertura vegetal

4.1.1.1. Imagen A: Zona sin vegetación.

- Temperatura promedio: 41.2 °C.
- Temperatura máxima: 49.0 °C.
- Características térmicas:
 - Se observan tonos predominantemente rojos y amarillos, indicando altas temperaturas superficiales.
 - El pavimento y las fachadas de los edificios son las superficies más calientes, reflejando la acumulación de calor por radiación solar directa.
- Interpretación:
 - El entorno carece de vegetación significativa, lo que agrava las altas temperaturas.
 - Es un claro ejemplo de isla de calor urbano, donde las superficies artificiales (pavimento, concreto, metal) absorben y reemiten grandes cantidades de calor.

4.1.1.2. Imagen B: Zona con vegetación.

- Temperatura promedio: 20.6 °C.
- Temperatura máxima: 41.6 °C.
- Características térmicas:
 - Los tonos predominantes son azules y verdes, representando temperaturas significativamente más bajas.
 - La presencia de árboles genera sombras y evapotranspiración, lo que enfría el aire y las superficies cercanas.
 - Las temperaturas más altas (amarillo/rojo) se concentran en áreas con menos cobertura arbórea o superficies expuestas.

4.1.1.3. Comparación entre A y B.

a) Diferencia de temperatura:

- En la imagen A, las temperaturas son significativamente más altas debido a la ausencia de vegetación y la exposición directa de superficies artificiales.
- En la imagen B, las temperaturas promedio son aproximadamente 20 °C más bajas gracias a la presencia de árboles que proporcionan sombra y refrescan el entorno.

b) Impacto de la vegetación:

- La comparación demuestra que la vegetación tiene un efecto tangible y positivo en la mitigación del calor urbano.
- Los árboles en la imagen B reducen tanto las temperaturas superficiales como las del aire circundante.

c) Confort térmico:

- En la zona de la imagen A, es probable que el estrés térmico sea elevado para los peatones, mientras que en la imagen B, el arbolado proporciona un microclima más habitable y cómodo.

La imagen termográfica revela de manera clara que la vegetación arbórea en este caso por el Fresno *Fraxinus americana* L. actúa como un buen termorregulador del ambiente.

Se observa que en las áreas que está presente el fresno, la temperatura media es de aproximadamente 10.5 °C, lo cual contrasta notablemente con las áreas sin cobertura vegetal (desbrozadas), donde la temperatura alcanza los 49.0 °C muchas veces superando esta temperatura. Esta diferencia demuestra la capacidad de la vegetación para mitigar el calor, ayudando a mantener el entorno más fresco y regulando el microclima de manera eficiente. La vegetación compuesta por el fresno, al absorber menos radiación solar que las superficies desnudas, contribuye a enfriar el ambiente.

4.1.2. *Populus deltoides* (Álamo real)

Tabla 7

Características del punto de monitoreo

Característica	Descripción
Nombre común	Álamo Real
Nombre científico	<i>Populus deltoides</i>
Ubicación	Av. La Paz - Línea férrea
Coordenadas	19 L 178750.87 m E 8502276.84 mS
	19 L 178756.03 m E 8502261.87 m S

Figura 9

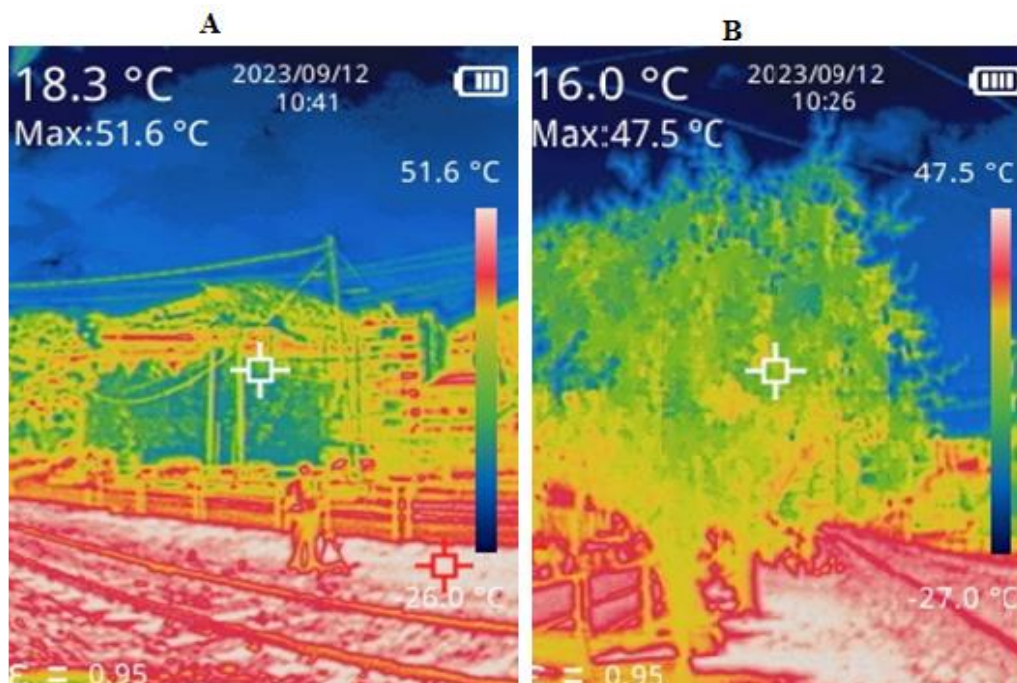
Populus deltoides



Nota. Av. La Paz – Línea Férrea.

Figura 10

Imagen Termográfica Sin/ Con Vegetación



Nota. Imagen termográfica con y sin álamo del punto de monitoreo 03 y 04

Tabla 8

Descripción del punto de monitoreo 03 y 04 de la figura termográfica 10

Image n	Temperatur a Mínima	Temperatur a Máxima	Temperatur a media	Escala de temperatura s	Observacione s
A	18.3 °C	51.6 °C	27.65 °C	Azul (más frío) Blanco/Rojo intenso (más caliente)	Zona sin vegetación significativa
B	16.0 °C	47.5 °C	23.0 °C	Azul (más frío) - Blanco/Rojo intenso (más caliente)	Área con algo de vegetación

4.1.2.1. Imagen A: Zona sin vegetación.

- Temperatura promedio: 18.3 °C.
- Temperatura máxima: 51.6 °C.
- Características térmicas:
 - La temperatura más alta se concentra en las superficies expuestas (tonos rojo y blanco), como el pavimento y las estructuras, que absorben la radiación solar.
 - El entorno es mayormente urbano, con pocos elementos naturales que moderen las temperaturas.
- Interpretación:
 - Es un entorno urbano típico donde las superficies artificiales actúan como sumideros térmicos, generando calor elevado, especialmente en áreas expuestas al sol.

4.1.2.2. Imagen B: Zona con vegetación.

- Temperatura promedio: 16.0 °C.
- Temperatura máxima: 47.5 °C.
- Características térmicas:
 - La vegetación, representada por tonos verdes y amarillos, tiene temperaturas más bajas que las superficies urbanas circundantes.
 - Las áreas sombreadas por los árboles muestran una disminución térmica significativa.
 - Aunque hay puntos calientes (como el pavimento sin sombra), las temperaturas generales son más bajas gracias al efecto de enfriamiento de los árboles.
- Interpretación:
 - La presencia de árboles reduce la temperatura del aire y las superficies, mitigando el efecto del calor urbano.

4.1.2.3. Comparación entre A y B.

a) Diferencias de temperatura:

- Imagen A: La temperatura máxima (51.6 °C) es notablemente más alta en comparación con la imagen B (47.5 °C).
- Las temperaturas promedio son más altas en la imagen A debido a la ausencia de vegetación y la exposición solar directa.

b) Impacto de la vegetación:

- En la imagen B, la vegetación tiene un efecto enfriador claro, reduciendo las temperaturas hasta en 4 °C en las áreas más sombreadas.
- Los árboles actúan como una barrera térmica, protegiendo el suelo y las áreas cercanas de la acumulación de calor.

c) Confort térmico:

- En la imagen A, el calor se distribuye ampliamente sobre el pavimento y las estructuras urbanas, aumentando el estrés térmico en la zona.
- En la imagen B, el efecto de enfriamiento de los árboles genera un microclima más fresco y cómodo.

Interpretación:

Estas imágenes destacan nuevamente el impacto positivo de la vegetación en la regulación térmica:

- Imagen A: Demuestra la vulnerabilidad de las zonas urbanas expuestas a la radiación solar directa y la falta de elementos termorreguladores.
- Imagen B: Ilustra cómo los árboles pueden mitigar el calor extremo, creando espacios más habitables y reduciendo el estrés térmico.

La imagen termográfica nos muestra la presencia del álamo es claramente visible en la imagen termográfica que este árbol actúa como un excelente termorregulador del entorno ambiental, manteniendo el área mucho más fresca con una temperatura media de 16.0 °C.

En contraste, en las zonas sin vegetación, la temperatura aumenta hasta los 47.5 °C. Esta diferencia destaca la importancia del álamo en la regulación térmica del entorno, ayudando a crear un clima más fresco y agradable. La imagen termográfica es clara, y permitió identificar claramente el rol de la vegetación en la regulación térmica del entorno, con énfasis en la presencia del álamo. La presencia del álamo en esta zona actúa como un excelente termorregulador:

La imagen muestra una región que, está influenciada por un árbol de álamo, lo cual se refleja en la temperatura media de 16.0 °C en su entorno inmediato. La distribución de color en las áreas cercanas al álamo presenta tonos más claros, lo que indica temperaturas más frescas. El álamo actúa como un elemento clave en la reducción del calor, brindando sombra y regulando la temperatura del microclima. En resumen, la presencia del álamo ayuda a reducir las temperaturas de la zona significativamente, y su ausencia en las zonas circundantes se traduce en temperaturas mucho más elevadas.

4.1.3. *Phoenix canariensis* H.Wildpret (Palmera Canaria)

Tabla 9

Características del punto de monitoreo

Característica	Descripción
Nombre común	Palmera Canaria
Nombre científico	<i>Phoenix canariensis</i> H.Wildpret
Ubicación	Av. de la cultura - Paradero Marcavalle
Coordenadas	19 L 181082.52 m E 8502609.42 m S 19 L 181082.52 m E 8502609.33 m S

Figura 11

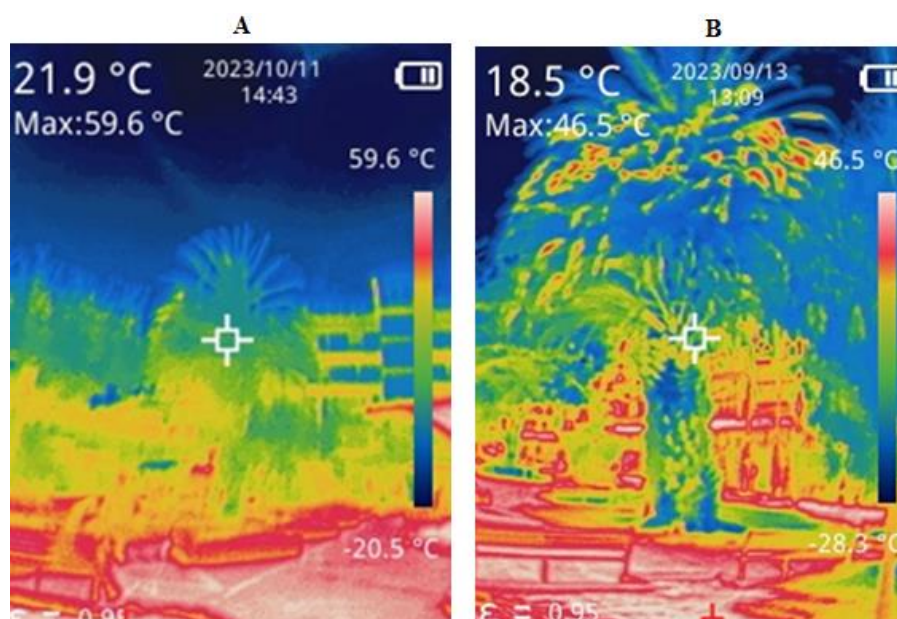
Phoenix canariensis H.Wildpret



Nota. Paradero Marcavalle

Figura 12

Imagen termográfica Sin/ Con Vegetación



Nota: Imagen termográfica con y sin vegetación del punto de monitoreo 33 y 34.

Tabla 10

Descripción del punto de monitoreo 33 y 34 de la figura termográficas 12

Imagen	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima	Temp. promedio	Escala	Observaciones
A	59.6	---	21.9	Azul (más frío) Blanco/Rojo intenso (más caliente)	Sin vegetación
B	46.5	28.3	18.5	Azul (más frío) Blanco/Rojo intenso (más caliente)	Con Vegetación

4.1.3.1. Imagen A: Zona sin vegetación.

- Temperatura promedio: 21.9°C
- Temperatura máxima: 59.6°C
- Características térmicas:
 - Zona predominantemente expuesta al sol con superficies que absorben y emiten calor, como asfalto o concreto. No se observan elementos vegetales que contribuyan a regular las temperaturas.
- Interpretación:
 - La ausencia de vegetación genera un efecto de isla de calor urbano, con temperaturas máximas altas que afectan la calidad térmica del entorno.

4.1.3.2. Imagen B: Zona con vegetación.

Esta imagen termográfica muestra un análisis de temperaturas superficiales en una escena que incluye una palmera como elemento principal de vegetación

- Temperatura promedio: 18.5°C
- Temperatura máxima: 46.5°C

- Características térmicas:
 - Área con vegetación arbórea densa, que distribuye mejor el calor y contribuye a un entorno térmicamente más cómodo. Las temperaturas son más equilibradas, gracias al efecto termorregulador de los árboles.
- Interpretación:
 - La presencia de vegetación actúa como un agente termorregulador, disminuyendo los extremos térmicos y mejorando el confort del espacio. Esto resalta la importancia de las áreas verdes en el diseño urbano.

4.1.3.3.Comparación entre A y B.

a) Diferencia de temperatura:

- La Imagen A presenta temperaturas máximas significativamente más altas debido a la falta de vegetación y a la presencia de superficies que retienen el calor, como concreto o asfalto.
- En la Imagen B, la vegetación ayuda a reducir tanto la temperatura promedio como la máxima, creando un entorno más equilibrado térmicamente.

b) Rango térmico:

- Aunque ambos entornos tienen amplios rangos térmicos, la Imagen A muestra un comportamiento más extremo, con un rango más elevado de temperaturas, lo que sugiere poca regulación térmica.

c) Impacto de la vegetación:

- La Imagen A evidencia un claro efecto de isla de calor urbano, donde la falta de vegetación provoca un aumento significativo de las temperaturas.
- La Imagen B destaca la importancia de las áreas verdes para reducir el estrés térmico en espacios públicos.

d) Confort térmico:

- La comparación resalta el impacto positivo de la vegetación en la regulación térmica de los entornos urbanos. Incorporar más áreas verdes en zonas como la representada en la Imagen A podría mejorar el confort térmico y reducir los efectos negativos del calor excesivo.

La imagen termográfica estudiada nos permite apreciar la capacidad de la palmera canaria (*Phoenix canariensis*) como un buen termorregulador del entorno, siendo un rol esencial en la moderación de las temperaturas en su área de su influencia.

Como se observa en la imagen termografica vemos a la palmera canaria como un excelente termorregulador del ambiente en este caso un área común como el Parque Marcavalle ya que mantiene fresco el ambiente ,la Palmera ayuda a mantener una temperatura media de 21.9.°C mientras que en ausencia de la vegetación , la temperatura llego hasta los 59.6°C por lo que es recomendable tener esta especie sea plantada en la dicha zona .

En la imagen, se observó cómo el microclima en la proximidad de la palmera canaria mantiene una temperatura media de 21.9 °C. La vegetación densa, como la palmera, crea sombra y a través del proceso de evapotranspiración, libera humedad, lo que refresca el aire circundante. Esta capacidad de mantener el ambiente fresco es visible en las áreas de la imagen donde predominan los tonos más claros, lo que sugiere temperaturas más bajas.

Al actuar como un regulador natural, la palmera contribuye significativamente a mejorar el confort térmico en el entorno inmediato. Esta especie, debido a su gran follaje y estructura, es particularmente eficaz en la absorción de la radiación solar y la disipación de calor.

Este contraste térmico entre las áreas con y sin vegetación es una evidencia clara de la importancia de la palmera en la regulación del clima local. La diferencia de 37.7 °C entre las

zonas con y sin la presencia de vegetación es significativa y subraya cómo la palmera canaria es capaz de crear un ambiente mucho más fresco y confortable

La imagen termográfica resalta claramente cómo la palmera canaria actúa como una infraestructura verde natural que no solo mejora la calidad del aire y la estética del entorno, sino que también tiene un impacto significativo en la mitigación de temperaturas extremas. La comparación con las áreas sin vegetación deja en claro que su ausencia puede llevar a un aumento considerable de las temperaturas, lo que subraya la necesidad de incorporar más vegetación en zonas urbanas para contrarrestar el efecto de isla de calor y mejorar el confort térmico.

4.1.4. *Prunus serotina* Ehrh (Capuli)

Tabla 11

Características del punto de monitoreo

Característica	Descripción
Nombre común	Capuli
Nombre científico	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.
Ubicación	Urb. La florida – Parque los Capulies
Coordenadas	19 L 179226.75 m E 8502177.80 m S
	19 L 179218.05 m E 8502185.52 m S

Figura 13

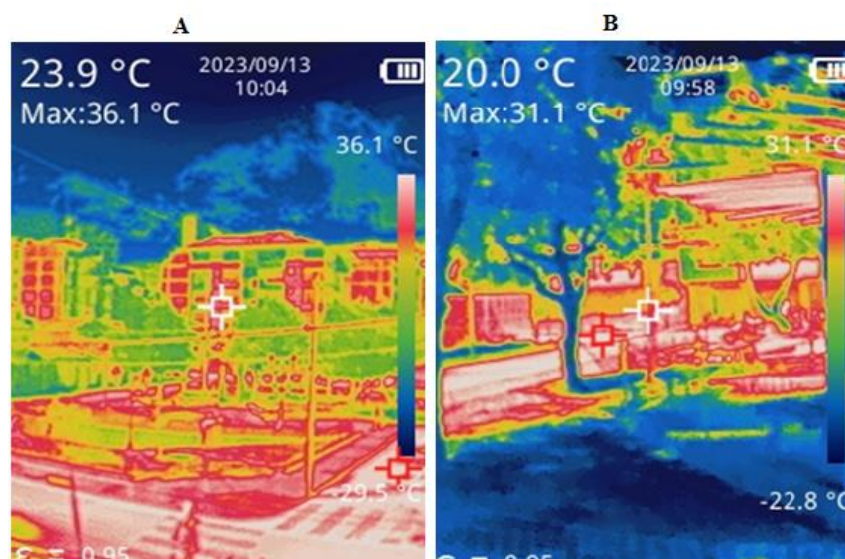
Prunus serotina Ehrh.



Nota. Parque Los Capulíes Urb. La florida

Figura 14

Imagen termográfica Sin/ Con Vegetación



Nota: Imagen termográfica con y sin vegetación del punto de monitoreo 10 y 11.

Tabla 12

Descripción del punto de monitoreo 10 y 11 de la figura termográfica 14

Imagen	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima	Temp. promedio	Escala	Observaciones
A	59.6	---	21.9	Azul (más frío) Blanco/Rojo intenso (más caliente)	Sin vegetación
B	46.5	28.3	18.5	Azul (más frío) Blanco/Rojo intenso (más caliente)	Con Vegetación

4.1.4.1. Imagen A: Zona sin vegetación.

- Temperatura promedio: 21.9°C
- Temperatura máxima: 59.6°C
- Características térmicas:
 - Zona predominantemente expuesta al sol con superficies que absorben y emiten calor, como asfalto o concreto. No se observan elementos vegetales que contribuyan a regular las temperaturas.
- Interpretación:
 - La ausencia de vegetación genera un efecto de isla de calor urbano, con temperaturas máximas altas que afectan la calidad térmica del entorno.

4.1.4.2. Imagen B: Zona con vegetación.

Esta imagen termográfica muestra un análisis de temperaturas superficiales en una escena que incluye una palmera como elemento principal de vegetación

- Temperatura promedio: 18.5°C
- Temperatura máxima: 46.5°C
- Características térmicas:

- Área con vegetación arbórea densa, que distribuye mejor el calor y contribuye a un entorno térmicamente más cómodo. Las temperaturas son más equilibradas, gracias al efecto termorregulador de los árboles.
- Interpretación:
 - La presencia de vegetación actúa como un agente termorregulador, disminuyendo los extremos térmicos y mejorando el confort del espacio. Esto resalta la importancia de las áreas verdes en el diseño urbano.

4.1.4.3. Comparación entre A y B.

a) Diferencia de temperatura:

- La Imagen A presenta temperaturas máximas significativamente más altas debido a la falta de vegetación y a la presencia de superficies que retienen el calor, como concreto o asfalto.
- En la Imagen B, la vegetación ayuda a reducir tanto la temperatura promedio como la máxima, creando un entorno más equilibrado térmicamente.

b) Rango térmico:

- Aunque ambos entornos tienen amplios rangos térmicos, la Imagen A muestra un comportamiento más extremo, con un rango más elevado de temperaturas, lo que sugiere poca regulación térmica.

c) Impacto de la vegetación:

- La Imagen A evidencia un claro efecto de isla de calor urbano, donde la falta de vegetación provoca un aumento significativo de las temperaturas.
- La Imagen B destaca la importancia de las áreas verdes para reducir el estrés térmico en espacios públicos.

d) Confort térmico:

- La comparación resalta el impacto positivo de la vegetación en la regulación térmica de los entornos urbanos. Incorporar más áreas verdes en zonas como la representada en la Imagen A podría mejorar el confort térmico y reducir los efectos negativos del calor excesivo.

La imagen termográfica estudiada nos permite apreciar la capacidad de la palmera canaria (*Phoenix canariensis*) como un buen termorregulador del entorno, siendo un rol esencial en la moderación de las temperaturas en su área de su influencia.

Como se observa en la imagen termografica vemos a la palmera canaria como un excelente termorregulador del ambiente en este caso un área común como el Parque Marcavalle ya que mantiene fresco el ambiente ,la Palmera ayuda a mantener una temperatura media de 21.9.°C mientras que en ausencia de la vegetación , la temperatura llego hasta los 59.6°C por lo que es recomendable tener esta especie sea plantada en la dicha zona .

En la imagen, se observó cómo el microclima en la proximidad de la palmera canaria mantiene una temperatura media de 21.9 °C. La vegetación densa, como la palmera, crea sombra y a través del proceso de evapotranspiración, libera humedad, lo que refresca el aire circundante. Esta capacidad de mantener el ambiente fresco es visible en las áreas de la imagen donde predominan los tonos más claros, lo que sugiere temperaturas más bajas.

Al actuar como un regulador natural, la palmera contribuye significativamente a mejorar el confort térmico en el entorno inmediato. Esta especie, debido a su gran follaje y estructura, es particularmente eficaz en la absorción de la radiación solar y la disipación de calor.

Este contraste térmico entre las áreas con y sin vegetación es una evidencia clara de la importancia de la palmera en la regulación del clima local. La diferencia de 37.7 °C entre las zonas con y sin la presencia de vegetación es significativa y subraya cómo la palmera canaria es capaz de crear un ambiente mucho más fresco y confortable

La imagen termográfica resalta claramente cómo la palmera canaria actúa como una infraestructura verde natural que no solo mejora la calidad del aire y la estética del entorno, sino que también tiene un impacto significativo en la mitigación de temperaturas extremas. La comparación con las áreas sin vegetación deja en claro que su ausencia puede llevar a un aumento considerable de las temperaturas, lo que subraya la necesidad de incorporar más vegetación en zonas urbanas para contrarrestar el efecto de isla de calor y mejorar el confort térmico.

4.1.5. *Pinus radiata D. Don (Pino)*

Tabla 13

Características del punto de monitoreo

Característica	Descripción
Nombre común	Pino
Nombre científico	<i>Pinus radiata D. Don</i>
Ubicación	Urb. Santa Monica – Plaza España
Coordenadas	19 L 180576.36 m E 8502667.93 m S

Figura 15

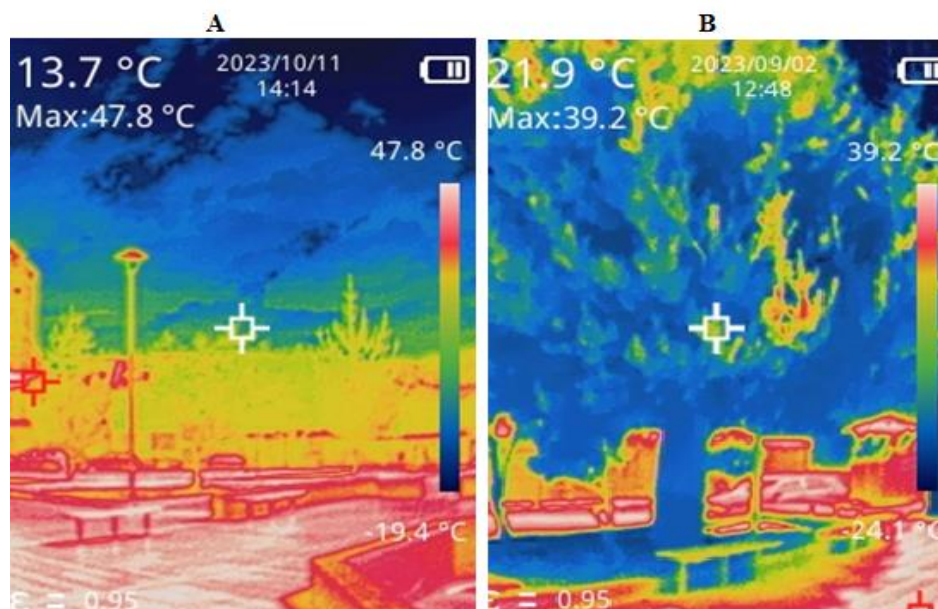
Pinus radiata D. Don



Nota: Parque España Urb. Santa Mónica.

Figura 16

Imagen Termografica Com/Sin Vegetacion



Nota. Imagen termográfica con y sin vegetación del punto de monitoreo 29 y 30

Tabla 14

Descripción del punto de monitoreo 03 y 04 de la figura termográfica 16

Imagen	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima	Temperatura media	Escala de temperatura	Observaciones
A	47.8°C	17.7 °C	30.75 °C	Azul (más frío) - Blanco/Rojo intenso (más caliente),	Sin vegetación
B	39.2 °C	21.9 °C	30.55 °C	Azul (más frío) Blanco/Rojo intenso (más caliente)	Zona con cobertura

4.1.5.1. Imagen A: Zona sin vegetación.

- Temperatura mínima registrada: 13.7 °C.
- Temperatura máxima registrada: 47.8 °C.
- Características térmicas: El área parece estar expuesta directamente al sol, lo que contribuye a un mayor estrés térmico debido a la ausencia de sombra y vegetación.
- La superficie y el ambiente reflejan altas temperaturas (en tonos rojos y naranjas), lo que indica una acumulación significativa de calor.

4.1.5.2. Imagen B: Zona con vegetación.

- Temperatura mínima registrada: 21.9 °C.
- Temperatura máxima registrada: 39.2 °C.
- La presencia de vegetación reduce la temperatura superficial y ambiental. La cobertura arbórea genera zonas más frescas, destacadas en tonos azules y verdes, que proporcionan sombra y mejoran el confort térmico.

4.1.5.3. Comparación entre A y B.

a) Diferencia de temperatura:

- Sin vegetación: 47.8 °C.
- Con vegetación: 39.2 °C.
- Reducción de temperatura máxima: ~8.6 °C.
- En la imagen sin vegetación, la distribución del calor es más uniforme, pero con temperaturas más altas en general, debido a la radiación directa sobre superficies duras.
- En la imagen con vegetación, hay un mayor contraste térmico, con zonas de sombra (más frías) y áreas iluminadas (más cálidas), reflejando el efecto termorregulador de los árboles.

b) Impacto de la vegetación (pinos):

La comparación evidencia la importancia de la vegetación en la planificación urbana como estrategia para:

- Combatir el efecto de isla de calor urbana.
- Promover espacios públicos más confortables y habitables.
- Aumentar la resiliencia climática.

Se recomienda la incorporación de especies arbóreas como los pinos en áreas comunes y principales avenidas para maximizar el beneficio termorregulador.

- Los árboles proporcionan sombra directa, reduciendo la radiación térmica absorbida por el suelo y las estructuras.
- Los tonos más fríos alrededor de los árboles sugieren que la vegetación actúa como un amortiguador térmico, moderando el impacto del calor en las áreas circundantes.

c) Confort térmico:

La presencia de pinos contribuye significativamente a la regulación térmica mediante:

- Provisión de sombra directa: Reducción de la radiación térmica absorbida por las superficies.
- Mitigación del estrés térmico: Reducción de temperaturas máximas en aproximadamente un 18% respecto al área sin vegetación.
- Mejora del confort térmico: Creación de microclimas más frescos y agradables.

La imagen termográfica revela de manera clara el rol del *Pinus radiata* D. Don como un efectivo termorregulador ambiental, contribuyendo a la mitigación del calor y creando un entorno más fresco en las áreas donde está presente.

La imagen termográfica nos muestra que el *Pinus radiata* D. Don actúa como un excelente termorregulador del ambiente. En áreas donde esté presente, la temperatura se mantiene en torno a los 20°C aproximadamente, lo que contribuye a un ambiente mucho más fresco. En contraste, en la ausencia de esta, la temperatura puede alcanzar hasta 39.0°C. Esto

demuestra la gran capacidad del Pino radiata para reducir el calor en su entorno y resalta la importancia de preservar y fomentar la presencia de árboles en zonas urbanas para combatir el aumento de temperaturas y mejorar la calidad de vida en estos espacios.

La presencia genera un microclima que no solo reduce la temperatura, sino que también contribuye al confort térmico. El Pino radiata, por su estructura robusta y capacidad de crecimiento, es especialmente eficiente en captar la radiación solar y disipar el calor, lo que lo convierte en un elemento importante para la regulación térmica en su entorno.

La imagen termográfica destaca la función esencial del Pino radiata en la regulación térmica del entorno urbano. La diferencia notable en las temperaturas entre las áreas con y sin vegetación muestra la importancia crítica de integrar árboles y otras formas de vegetación en el diseño urbano para combatir el aumento de temperaturas.

4.1.6. *Schinus molle L. (Molle)*

Tabla 15

Características del Molle en el Punto de Monitoreo

Característica	Descripción
Nombre común	Molle
Nombre científico	<i>Schinus molle L.</i>
Ubicación	Urb. San Borja Parque Navarrete
Coordenadas	19 L 179000.69 m E 8502343.79 m S

Figura 17

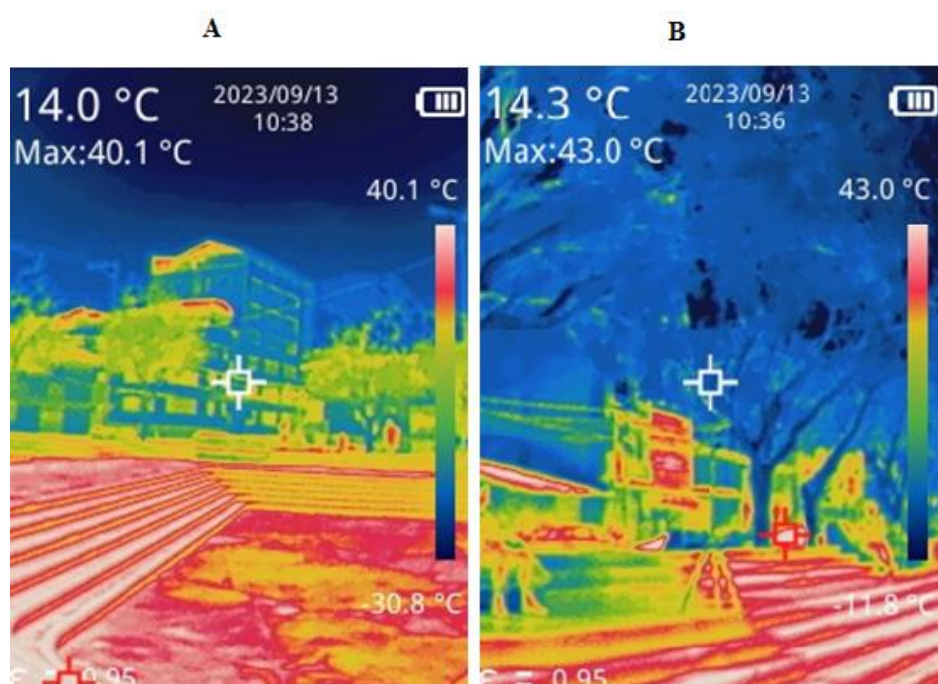
Schinus molle L.



Nota: Parque Navarrete - Urb. San Borja

Figura 18

Imagen termográfica Sin/Con Vegetación



Nota: Imagen termográfica con y sin vegetación del punto de monitoreo 23 y 24

Tabla 16

Descripción del punto de monitoreo 23 y 24 de la figura termográfica 18

Imagen	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima	Temperatura media	Escala de temperatura	Observaciones
A	40.1 °C	14.0 °C	27.05 °C	Azul (más frío) - Blanco/Rojo intenso (más caliente),	Sin vegetación
B	43.0 °C	14.3 °C	28.65 °C	Azul (más frío) Blanco/Rojo intenso (más caliente)	Con vegetación

4.1.6.1. Imagen A: Zona sin vegetación.

- Temperatura promedio: 14.0°C
- Temperatura máxima: 40.1°C
- Características térmicas:

Zona con superficies expuestas como concreto y pavimento, que absorben y emiten calor de manera significativa. Se aprecia menor presencia de vegetación en el entorno, lo que contribuye a una distribución térmica desigual.

- Interpretación:

La falta de cobertura vegetal amplifica las temperaturas en las áreas expuestas, especialmente en las superficies pavimentadas, lo que genera condiciones de estrés térmico local en horas de alta radiación solar.

4.1.6.2. Imagen B: Zona con vegetación.

- Temperatura promedio: 14.3°C

- Temperatura máxima: 43.0°C
- Características térmicas:

Área con densa cobertura vegetal que proporciona sombra y regula las temperaturas locales. A pesar de las altas temperaturas máximas puntuales, la vegetación ayuda a reducir el impacto del calor en el entorno inmediato.

- Interpretación:

La presencia de árboles y sombra crea un microclima más confortable térmicamente, con una regulación térmica más eficiente, evidenciando el papel de la vegetación en la mitigación de las temperaturas extremas.

4.1.6.3. Comparación entre A y B.

a) Diferencia de temperatura:

Aunque las temperaturas máximas son similares (40.1°C en A y 43.0°C en B), la vegetación en la Imagen B genera un microclima más estable y agradable, con sombras que regulan el calor.

b) Impacto de la vegetación:

La cobertura arbórea en la Imagen B contribuye significativamente a la regulación térmica, mientras que la ausencia de vegetación en la Imagen A provoca una mayor absorción y emisión de calor por las superficies urbanas.

c) Confort térmico:

La Imagen B presenta un entorno más confortable, adecuado para actividades humanas, debido al efecto refrescante de la vegetación. En contraste, la Imagen A destaca por su menor confort térmico, propio de áreas urbanizadas sin vegetación.

La imagen termográfica revela que el molle *Schinus molle* L. actúa como un excelente termorregulador ambiental. Se observa que este árbol mantiene el área fresca, con una temperatura aproximada de 14.3 °C. En contraste, en las zonas sin vegetación, la temperatura aumenta significativamente, alcanzando hasta los 43.0 °C. Esta diferencia resalta el papel crucial del molle en la regulación térmica del ambiente, proporcionando un clima más fresco y agradable en su entorno inmediato. Esta diferencia significativa pone en evidencia la capacidad de esta planta para moderar las temperaturas y mantener un microclima más fresco, subrayando la importancia de la vegetación para regular el calor en su entorno.

El molle se distingue en la imagen por mantener una temperatura media de 14.3 °C en las áreas donde está presente. Esto sugiere que el árbol, gracias a su denso follaje, sombra y el proceso de transpiración, contribuye de manera notable a la reducción del calor en su entorno inmediato. El microclima fresco creado alrededor del árbol es esencial para mitigar los efectos del calor extremo, lo que se refleja en las áreas de la imagen donde los tonos más claros representan temperaturas más bajas.

La capacidad del molle para absorber la radiación solar y liberar humedad al ambiente hace que el aire a su alrededor sea más fresco, proporcionando confort térmico a las personas y animales que habitan en su proximidad.

En contraste, las áreas sin la presencia del molle, representadas en la imagen con tonos más oscuros, alcanzan temperaturas de hasta 43.0 °C, lo que sugiere la presencia de un efecto de isla de calor. Este fenómeno se debe a la ausencia de vegetación que, en su lugar, ha sido reemplazada por superficies duras (como concreto o asfalto), las cuales absorben y retienen el calor, incrementando la temperatura ambiente significativamente.

La diferencia de 28.7 °C entre las áreas con y sin vegetación resalta la capacidad del molle para moderar las temperaturas locales y mitigar el calor en su entorno. Esta reducción de

casi 30 °C es particularmente significativa en áreas urbanas, donde la ausencia de vegetación puede exacerbar el calor, afectando negativamente la calidad de vida

La imagen termográfica pone de manifiesto la importancia del molle en la regulación térmica del ambiente, demostrando su capacidad para reducir las temperaturas locales en casi 30 °C en comparación con las áreas sin vegetación. Esta evidencia subraya la necesidad de preservar y fomentar la plantación de árboles como el molle en espacios urbanos y periurbanos, no solo para combatir el aumento de las temperaturas, sino también para mejorar el confort térmico y la calidad de vida de las personas que habitan en estos entornos.

4.1.7. *Salix babylonica* L (*Sauce llorón*)

Tabla 17

Características del punto de monitoreo

Característica	Descripción
Nombre común	Sauce lloron
Nombre científico	<i>Salix babylonica</i> L.
Ubicación	Urb. La Florida, Urb Progreso (coloquialmente parque las palomas) S/N
Coordenadas	19 L 179544.88 m E 8502236.64 m S

Figura 19

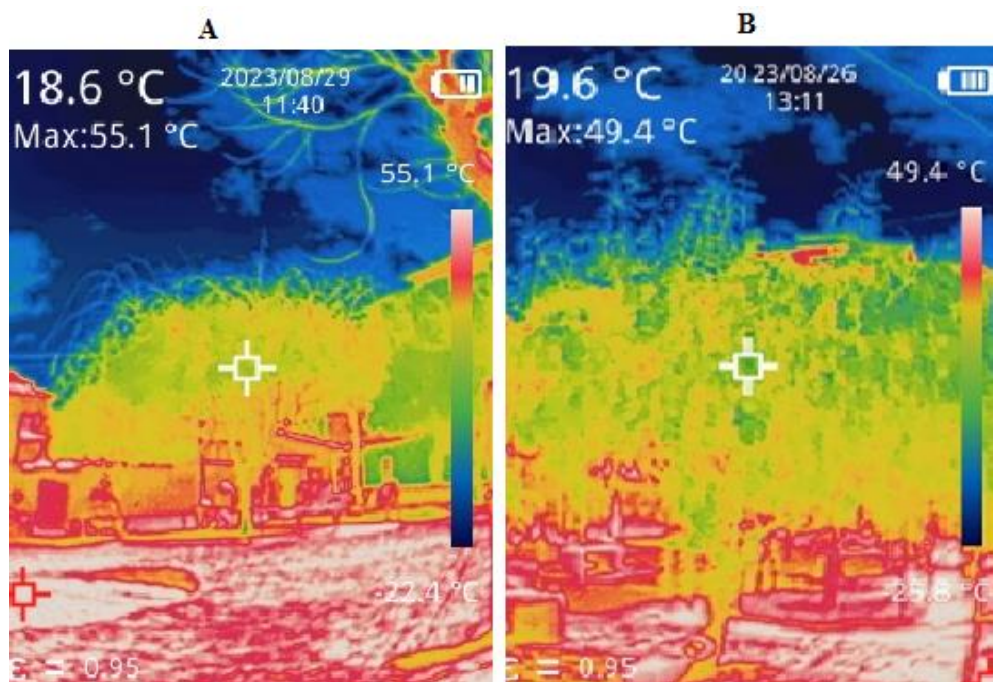
Salix babylonica L



Nota: Urb. Florida - Urb TTio Urb . Progreso

Figura 20

Imagen termografía Sin/Con vegetación



Nota: Imagen termográfica con y sin sauce del punto de monitoreo 12 y13

Tabla 18

Descripción del punto de monitoreo 12 y 13 de la figura termográfica 20

Imagen	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima	Temperatura media	Escala de temperatura	Observaciones
A	55.1 °C	18.6 °C	36.85 °C	Azul (más frío) - Blanco/Rojo intenso (más caliente),	Poca cobertura
B	49.4 °C	19.6 °C	34.50 °C	Azul (más frío) Blanco/Rojo intenso (más caliente)	Área con mayor densidad vegetal

4.1.7.1. Imagen A: Zona sin vegetación.

- Temperatura promedio: 18.6°C
- Temperatura máxima: 55.1°C
- Características térmicas:

La zona muestra un rango de temperaturas con áreas de alta emisión térmica, posiblemente debido a superficies expuestas como pavimento o techos sin sombra. Hay vegetación presente, pero su impacto parece limitado frente a las áreas urbanas cercanas.

- Interpretación:

Las superficies artificiales dominantes, junto con una vegetación menos densa o menos efectiva, generan un entorno con puntos de calor significativos. Esto refleja la importancia de una cobertura vegetal más uniforme y amplia para mitigar el calor.

4.1.7.2. Imagen B: Zona con vegetación.

- Temperatura promedio: 19.6°C

- Temperatura máxima: 49.4°C
- Características térmicas:

Área con mayor presencia de vegetación densa, lo que ayuda a reducir las temperaturas máximas respecto a las zonas circundantes. Se observa un efecto termorregulador más efectivo, aunque aún hay puntos de calor en superficies urbanas.

- Interpretación:

La vegetación en esta área contribuye de forma notable a regular las temperaturas, especialmente en las zonas sombreadas, aunque las áreas sin sombra aún reflejan temperaturas elevadas.

4.1.7.3. Comparación entre A y B.

a) Diferencia de temperatura:

La Imagen A presenta temperaturas máximas más altas (55.1°C), probablemente debido a la mayor proporción de superficies urbanas expuestas. En cambio, la Imagen B, con un máximo de 49.4°C, demuestra una mejor regulación térmica gracias a la vegetación.

b) Impacto de la vegetación:

La cobertura vegetal en la Imagen B resulta más efectiva al disminuir la intensidad de los puntos de calor, mientras que en la Imagen A, su distribución y efecto son más limitados.

c) Confort térmico:

La Imagen B ofrece un entorno más agradable para actividades humanas, mientras que la Imagen A refleja condiciones más extremas que podrían generar estrés térmico en áreas expuestas.

La imagen termográfica muestra claramente que el Sauce llorón *Salix babylonica* L., conocido así coloquialmente, es un excelente termorregulador del ambiente. En las áreas donde

está presente, la temperatura media se mantiene en 22°C, creando un ambiente más fresco y agradable. En contraste, en ausencia de vegetación, la temperatura puede alcanzar hasta los 49.0°C, lo que evidencia la capacidad del Sauce llorón para reducir el calor de su entorno. La importancia de mantener y plantar más árboles como el Sauce llorón en zonas urbanas para mitigar el Impacto del calor y mejorar el confort térmico en las áreas comunes en la comunidad.

El Sauce llorón, al reducir las temperaturas, mejora considerablemente el confort térmico en áreas comunes. Esto es fundamental en áreas comunes urbanas donde la densidad de concreto y asfalto suele agravar el fenómeno de isla de calor. La plantación y conservación de este tipo de árboles no solo contribuye a la mitigación del cambio climático, sino que también promueve la calidad de vida de los residentes y ciudadanos de a pie al crear microclimas más agradables. Por tanto, fomentar la siembra de árboles como el Sauce llorón puede ser una estrategia clave para enfrentar el estrés térmico y mejorar el confort en las zonas urbanas.

El Sauce llorón demuestra ser un excelente regulador térmico en áreas urbanas, como lo evidencia la comparación termográfica. Su capacidad para reducir las temperaturas en hasta 27°C en comparación con áreas sin vegetación destaca su papel fundamental en la creación de microclimas más frescos y agradables. La preservación y plantación de árboles como el Sauce llorón en zonas urbanas no solo mitiga el impacto del calor extremo, sino que también mejora el confort térmico y la calidad de vida en espacios comunes.

4.1.8. *Populus deltoides* W.Bartram ex Marshall (Alamo vela)

Tabla 19

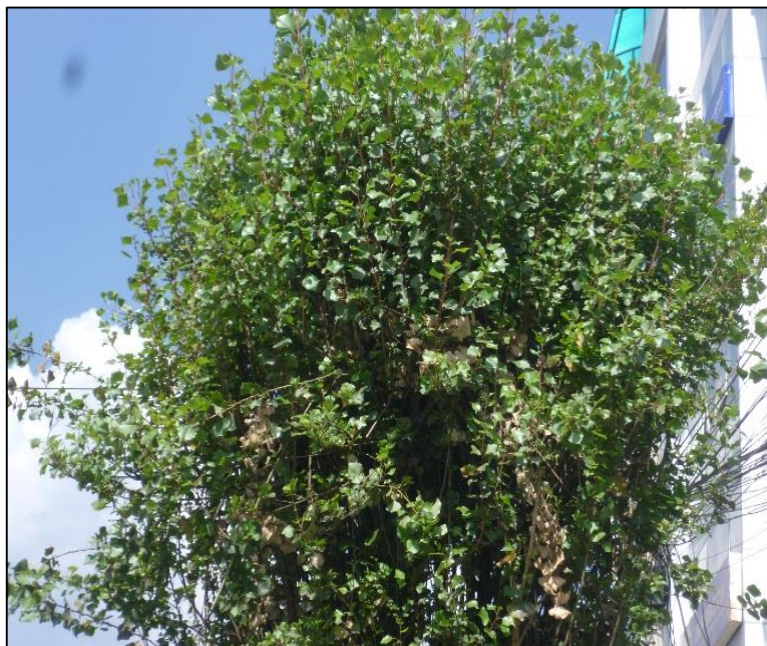
Características del punto de monitoreo

Característica	Descripción
Nombre común	Álamo vela
Nombre científico	<i>Populus deltoides</i> W.Bartram ex Marshall

Ubicación	Av. De La Cultura Paradero Universidad Av. De La Cultura Hospital
Coordenadas	19 L 179623.43 m E 8503046.34 m S

Figura 21

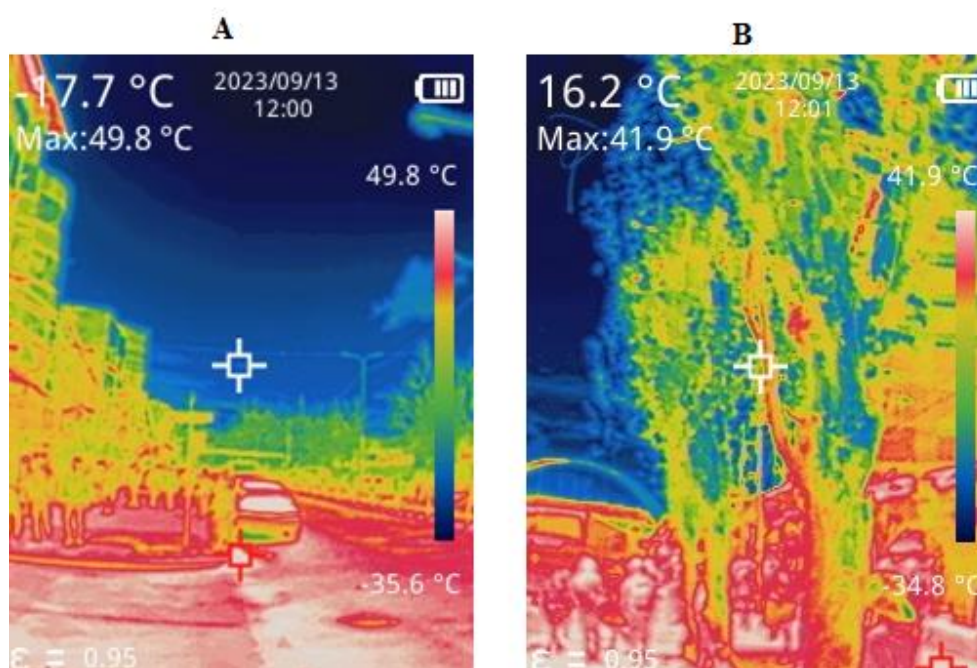
Populus deltoides W.Bartram ex Marshall



Nota: Av. De la Cultura - Paradero Universidad.

Figura 22

Imagen termográfica Sin/Con vegetación



Nota: Imagen termográfica con y sin vegetación del punto de monitoreo 27

Tabla 20

Descripción del punto de monitoreo 27 de la figura termografica 22

Imagen	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima	Temperatura media	Escala de temperatura	Observaciones
A	49.8 °C	-	-	Azul (más frío) - Blanco/Rojo intenso (más caliente),	Sin vegetación
B	41.9 °C	16.2 °C		Azul (más frío) Blanco/Rojo intenso (más caliente)	Con vegetación

4.1.8.1. Imagen A: Zona sin vegetación.

- Temperatura promedio: 17.7°C
- Temperatura máxima: 49.8°C

- Características térmicas:

La imagen muestra un ambiente urbano con predominancia de superficies expuestas como el asfalto y las fachadas de edificios, que retienen y emiten calor. Hay poca o ninguna sombra visible, lo que aumenta las temperaturas en la zona.

- Interpretación:

La falta de vegetación y sombras genera un entorno térmicamente incómodo, con un riesgo significativo de estrés térmico en las áreas directamente expuestas al sol.

4.1.8.2. Imagen B: Zona con vegetación.

- Temperatura promedio: 16.2°C
- Temperatura máxima: 41.9°C
- Características térmicas:

La imagen presenta una cobertura vegetal significativa, con sombras que cubren áreas urbanas. Esto reduce las temperaturas generales en comparación con la Imagen A, particularmente en los espacios sombreados.

- Interpretación:

La vegetación densa actúa como un regulador térmico efectivo, proporcionando un entorno más confortable para las actividades humanas. Sin embargo, las superficies sin sombra siguen siendo puntos de calor.

4.1.8.3. Comparación entre A y B.

a) Diferencia de temperatura:

La Imagen A muestra temperaturas significativamente más altas debido a la ausencia de vegetación y sombra. En comparación, la Imagen B destaca por su regulación térmica, con un máximo de 41.9°C frente a los 49.8°C de la Imagen A.

b) Impacto de la vegetación:

La vegetación en la Imagen B mejora el microclima local, proporcionando sombra y reduciendo las temperaturas extremas.

c) Confort térmico:

La Imagen B ofrece condiciones más adecuadas para la actividad humana, mientras que la Imagen A presenta un entorno menos confortable y potencialmente riesgoso en términos de estrés térmico.

Las imágenes termográficas ponen de manifiesto el papel fundamental de la vegetación como termorregulador natural de áreas comunes del distrito. En las áreas con cobertura vegetal, se observa que la temperatura media se mantiene en niveles más frescos, proporcionando un entorno más agradable y estable. En cambio, en zonas sin y escasa vegetación, la temperatura puede alcanzar niveles altos, como los mencionados, lo que evidencia una gran variabilidad térmica. Estos análisis demuestran la importancia de incluir vegetación en los planes de urbanización y gestión de espacios públicos y áreas comunes del distrito para reducir las temperaturas extremas y proporcionar ambientes más saludables.

Estas notables diferencias demuestran que la vegetación no solo contribuye a reducir el calor en climas cálidos, sino que también protege al entorno de fluctuaciones extremas de temperatura, actuando como un moderador térmico natural. Además de regular las temperaturas, la vegetación también mejora la calidad del aire evitar la contaminación sonora dar un ambiente más estético y ser un área de distracción donde los ciudadanos puedan pasar momentos agradables .

4.1.9. *Polylepis incana* cf. (Queuña)

Tabla 21

Características del punto de monitoreo

Característica	Descripción
Nombre común	Queuña
Nombre científico	<i>Polylepis incana</i> cf.
Ubicación	Plaza Tupac Amaru
Coordenadas	19 L 178896.51 m E 8503099.90 m S
	19 L 178858.75 m E 8503116.67 m S

Figura 23

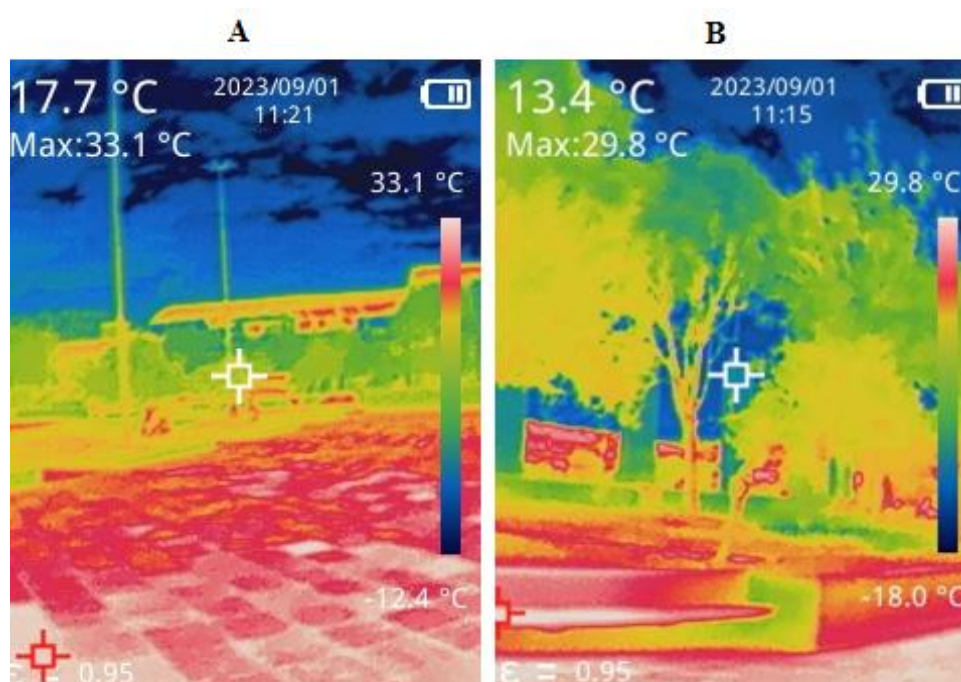
Polylepis incana cf.



Nota: Plaza Túpac Amaru

Figura 24

Imágenes termográficas Sin/Con vegetación



Nota: Imagen termográfica con y sin vegetación del punto de monitoreo 01 y 02

Tabla 22

Descripción del punto de monitoreo 01 de la figura termografica 24

Imagen	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima	Temperatura media	Escala de temperatura	Observaciones
A	31.1 °C	12.4 °C	17.7 °C	Azul (más frío) - Blanco/Rojo intenso (más caliente),	Sin vegetación
B	29.8 °C	18.8 °C	13.4 °C	Azul (más frío) Blanco/Rojo intenso (más caliente)	Con vegetación

4.1.9.1. Imagen A: Zona sin vegetación.

- Temperatura promedio: 17.7°C
- Temperatura máxima: 33.1°C

- Características térmicas:

La superficie es mayormente pavimentada y expuesta al sol. La falta de vegetación limita la regulación térmica, permitiendo que las superficies acumulen y emitan calor, especialmente en el pavimento.

- Interpretación:

Las altas temperaturas evidencian un espacio vulnerable al estrés térmico debido a la falta de vegetación. Es probable que este tipo de entorno sea menos confortable para las personas durante las horas de mayor radiación solar.

4.1.9.2. Imagen B: Zona con vegetación.

- Temperatura promedio: 13.4°C
- Temperatura máxima: 29.8°C
- Características térmicas:

La presencia de una queña y otras zonas verdes genera un efecto de enfriamiento térmico. Las sombras del árbol disminuyen significativamente la temperatura en las inmediaciones, beneficiando el confort térmico.

- Interpretación:

La vegetación actúa como regulador térmico natural. En este caso, la queña reduce el impacto del calor, haciendo que el espacio sea más fresco y agradable para quienes lo utilizan.

4.1.9.3. Comparación entre A y B.

- a) Diferencia de temperatura:

Existe una reducción significativa de la temperatura máxima de 3.3°C y una disminución en la temperatura promedio de 4.3°C en la Imagen B debido a la influencia de la vegetación.

b) Impacto de la vegetación:

La queuña y la vegetación circundante actúan como agentes termorreguladores, lo que demuestra su importancia en espacios urbanos.

c) Confort térmico:

La Imagen B representa un espacio más cómodo para las personas, resaltando la necesidad de integrar árboles y vegetación en zonas urbanas.

Las imágenes termográficas ponen de manifiesto el papel fundamental de la vegetación como termorregulador natural de áreas comunes del distrito. En las áreas con cobertura vegetal, se observa que la temperatura media se mantiene en niveles más frescos, proporcionando un entorno más agradable y estable. En cambio, en zonas sin y escasa vegetación, la temperatura puede alcanzar niveles altos, como los mencionados, lo que evidencia una gran variabilidad térmica. Estos análisis demuestran la importancia de incluir vegetación en los planes de urbanización y gestión de espacios públicos y áreas comunes del distrito para reducir las temperaturas extremas y proporcionar ambientes más saludables.

Estas notables diferencias demuestran que la vegetación no solo contribuye a reducir el calor en climas cálidos, sino que también protege al entorno de fluctuaciones extremas de temperatura, actuando como un moderador térmico natural. Además de regular las temperaturas, la vegetación también mejora la calidad del aire evitar la contaminación sonora dar un ambiente más estético y ser un área de distracción donde los ciudadanos puedan pasar momentos agradables.

4.2. Valor del índice WBGT en zonas con cobertura vegetal arbórea y sin cobertura vegetal arbórea

En esta sección se muestran los resultados obtenidos del cálculo del índice WBGT con y sin vegetación arbórea se presentan de forma progresiva, iniciando con los valores promedio registrados en las zonas con y sin cobertura arbórea, posteriormente, se detallan los seis monitoreos realizados, complementados con tablas resúmenes que sintetiza los principales indicadores analizado. luego , se muestran representaciones gráficas, como el diagrama de caja (box plot), que permiten visualizar la variabilidad y dispersión de los datos.

Tabla 23

Promedios de los índices WBGT hallados en exteriores

Puntos de Monitoreo	Nombre del Punto de Monitoreo	Vegetación	COORDENADA UTM	Vegetación	WBGT °C 1	WBGT °C 2	WBGT °C 3	WBGT °C 4	WBGT °C 5	WBGT °C 6	PROMEDIO °C
P.M. N ° 01	Plaza Tupac Amaru	Con	19 L 178896.51 m E 8503099.90 m S	Con	21,4	17,6	17,7	17,7	16,3	18,8	18,26
P.M. N ° 02	Plaza Tupac Amaru	Sin	19 L 178858.75 m E 8503116.67 m S	Sin	31,4	28,3	27,0	30,1	30,0	29,0	29,29
P.M. N ° 03	Av. La Paz Línea del Ferrocarril	Con	19 L 178750.87 m E 8502276.84 m S	Con	21,8	19,3	21,1	20,7	20,4	21,5	20,80
P.M. N ° 04	Av. La Paz Línea del Ferrocarril	Sin	19 L 178756.03 m E 8502261.87 m S	Sin	27,7	27,3	28,0	29,5	27,2	29,5	28,20
P.M. N ° 05	Ovaló Pachacutec	Sin	19 L 178712.35 m E 8502106.60 m S	Sin	28,5	27,2	27,2	30,3	29,1	29,9	28,71
P.M. N ° 06	Primer Puente Urb. Ttio - La Florida	Con	19 L 178988.53 m E 8502075.12 m S	Con	18,7	16,4	20,5	15,2	19,6	16,7	17,86
P.M. N ° 07	Primer Puente Urb. Ttio - La Florida	Sin	19 L 179000.52 m E 8502073.31 m S	Sin	23,8	26,1	30,1	26,2	26,7	27,0	26,66
P.M. N ° 08	Paradero Segundo Antiguo Urb. Ttio - La Florida	Con	19 L 179202.24 m E 8502048.08 m S	Con	20,9	17,1	16,4	14,7	18,6	16,6	17,39
P.M. N ° 09	Paradero Segundo Antiguo Urb. Ttio - La Florida	Sin	19 L 179201.21 m E 8502047.48 m S	Sin	24,9	25,4	24,7	27,2	26,6	27,7	26,10
P.M. N ° 10	Plaza Los Capulies	Con	19 L 179226.75 m E 8502177.80 m S	Con	21,9	18,9	22,8	20,6	20,4	19,1	20,63
P.M. N ° 11	Plaza Los Capulies	Sin	19 L 179218.05 m E 8502185.52 m S	Sin	27,5	25,3	28,6	30,3	28,4	27,3	27,89
P.M. N ° 12	Parque S/N Las Palomas	Con	19 L 179544.88 m E 8502236.64 m S	Con	23,7	19,1	29,6	26,7	21,9	19,8	23,48
P.M. N ° 13	Parque S/N Las Palomas	Sin	19 L 179554.97 m E 8502239.90 m S	Sin	25,7	28,5	29,5	29,1	26,7	25,0	27,42
P.M. N ° 14	CEBA Jose de San Martín Av. Jorge Chavez	Con	19 L 179168.55 m E 8501935.48 m S	Con	22,0	21,1	22,3	20,1	18,3	20,0	20,62
P.M. N ° 15	CEBA Jose de San Martín Av. Jorge Chavez	Sin	19 L 179197.05 m E 8501935.91 m S	Sin	25,7	31,0	30,2	29,0	27,5	28,7	28,67
P.M. N ° 16	Parque Sergio Allauca	Sin	19 L 179339.65 m E 8501899.69 m S	Sin	27,5	27,4	32,4	30,6	31,1	30,7	29,96
P.M. N ° 17	Parroquia Sr de los Milagros	Sin	19 L 179540.60 m E 8502064.82 m S	Sin	28,4	31,0	29,5	31,4	30,8	32,0	30,52
P.M. N ° 18	Tercer Paradero de Urb. Ttio La Florida	Sin	19 L 179565.26 m E 8502004.49 m S	Sin	28,8	27,9	31,2	28,2	29,0	32,1	29,54
P.M. N ° 19	Cuarto Paradero de Urb. Ttio	Sin	19 L 179743.02 m E 8501980.98 m S	Sin	29,6	27,7	30,9	29,3	30,3	33,6	30,23
P.M. N ° 20	Quinto Paradero de Urb. Ttio	Sin	19 L 179942.87 m E 8501972.32 m S	Sin	29,3	30,9	28,9	32,0	31,7	34,9	31,26
P.M. N ° 21	Av. Tupac Amaru	Con	19 L 179163.42 m E 8502302.70 m S	Con	26,9	19,1	16,0	20,7	18,8	19,1	20,09
P.M. N ° 22	Av. Tupac Amaru	Sin	19 L 179172.56 m E 8502309.61 m S	Sin	30,9	30,2	22,9	29,5	28,1	28,7	28,38
P.M. N ° 23	Parque Navarrete Kalinowski Urb. San Borja	Con	19 L 179000.69 m E 8502343.79 m S	Con	19,5	20,6	20,8	19,5	21,3	19,7	20,22
P.M. N ° 24	Parque Navarrete Kalinowski Urb. San Borja	Sin	19 L 179000.69 m E 8502343.65 m S	Sin	26,3	29,2	28,8	29,9	28,5	29,5	28,70
P.M. N ° 25	Paradero Garcilazo Av. de la Cultura	Sin	19 L 178908.01 m E 8503250.22 m S	Sin	28,6	22,8	26,1	29,3	29,6	31,1	27,93
P.M. N ° 26	Paradero Amauta Av. de la Cultura	Sin	19 L 179124.70 m E 8503186.44 m S	Sin	31,7	28,9	28,9	29,1	29,7	28,0	29,40
P.M. N ° 27	Paradero UNSAAC Av. de la Cultura	Sin	19 L 179623.43 m E 8503046.34 m S	Sin	29,0	28,7	27,8	29,3	29,5	29,2	28,94
P.M. N ° 28	Paradero Hospital Regional	Sin	19 L 179988.95 m E 8502924.16 m S	Sin	26,4	30,2	26,6	30,7	29,9	29,3	28,85
P.M. N ° 29	Parque España Urb. Santa Monica	Con	19 L 180576.36 m E 8502667.93 m S	Con	20,5	26,8	18,2	17,7	20,4	22,4	21,02
P.M. N ° 30	Parque España Urb. Santa Monica	Sin	19 L 180587.43 m E 8502669.57 m S	Sin	29,6	28,3	27,6	29,4	28,3	30,2	28,89
P.M. N ° 31	Paradero Urb. Santa Rosa	Con	19 L 180767.67 m E 8502688.51 m S	Con	21,4	18,7	18,7	21,6	21,6	22,8	20,81
P.M. N ° 32	Paradero Urb. Santa Rosa	Sin	19 L 180790.30 m E 8502687.97 m S	Sin	28,9	28,8	26,3	26,8	26,8	29,8	27,91
P.M. N ° 33	Paradero Urb. Marcavalle Av. de la Cultura	Con	19 L 181082.52 m E 8502609.42 m S	Con	20,0	19,4	21,3	18,9	20,3	18,1	19,66
P.M. N ° 34	Paradero Urb. Marcavalle Av. de la Cultura	Sin	19 L 181082.52 m E 8502609.33 m S	Sin	26,1	27,8	27,8	27,0	29,7	27,9	27,72
P.M. N ° 35	Av. Peru - Pucllaykancha	Con	19 L 180143.95 m E 8502076.13 m S	Con	20,2	18,3	19,5	20,7	17,8	19,9	19,39
P.M. N ° 36	Av. Peru - Pucllaykancha	Sin	19 L 180143.96 m E 8502075.99 m S	Sin	23,6	28,2	27,2	30,2	29,9	29,8	28,17
P.M. N ° 37	Estadio Garcilazo Av. Huayruropata	Sin	19 L 178936.96 m E 8502929.70 m S	Sin	25,3	21,1	28,8	29,1	28,3	30,9	27,27
P.M. N ° 38	Parque Quispicanchi	Sin	19 L 179272.06 m E 8502298.04 m S	Sin	29,43	30,17	31,92	30,36	31,92	29,43	30,54

Nota. Promedios del índice WBGT obtenidos entre el 20 de agosto y el 20 de noviembre.

Tabla 24

Primer Monitoreo para hallar el índice WBGT

Puntos de Monitoreo	Nombre del Punto de Monitoreo	Vegetacion	COORDENADA UTM	tnw °C		ta °C		tg °C		WBGT °C
P.M. N ° 01	Plaza Tupac Amaru	Con	19 L 178896.51 m E 8503099.90 m S	18,8	0,7	30,4	0,1	26,2	0,2	21,44
P.M. N ° 02	Plaza Tupac Amaru	Sin	19 L 178858.75 m E 8503116.67 m S	26,7	0,7	39,7	0,1	43,5	0,2	31,36
P.M. N ° 03	Av. La Paz Línea del Ferrocarril	Con	19 L 178750.87 m E 8502276.84 m S	18,9	0,7	31,2	0,1	27	0,2	21,75
P.M. N ° 04	Av. La Paz Línea del Ferrocarril	Sin	19 L 178756.03 m E 8502261.87 m S	23,4	0,7	38	0,1	37,6	0,2	27,7
P.M. N ° 05	Ovalo Pachacutec	Sin	19 L 178712.35 m E 8502106.60 m S	24,6	0,7	41,2	0,1	36	0,2	28,54
P.M. N ° 06	Primer Puente Urb. Ttio - La Florida	Con	19 L 178988.53 m E 8502075.12 m S	16,4	0,7	26,1	0,1	23,2	0,2	18,73
P.M. N ° 07	Primer Puente Urb. Ttio - La Florida	Sin	19 L 179000.52 m E 8502073.31 m S	20,4	0,7	31,2	0,1	32,2	0,2	23,84
P.M. N ° 08	Paradero Segundo Antiguo Urb. Ttio -La Florida	Con	19 L 179202.24 m E 8502048.08 m S	18,5	0,7	28,6	0,1	25,6	0,2	20,93
P.M. N ° 09	Paradero Segundo Antiguo Urb. Ttio -La Florida	Sin	19 L 179201.21 m E 8502047.48 m S	21,2	0,7	31,4	0,1	34,7	0,2	24,92
P.M. N ° 10	Plaza Los Capulies	Con	19 L 179226.75 m E 8502177.80 m S	18,9	0,7	30,3	0,1	28,4	0,2	21,94
P.M. N ° 11	Plaza Los Capulies	Sin	19 L 179218.05 m E 8502185.52 m S	23,4	0,7	35,9	0,1	37,5	0,2	27,47
P.M. N ° 12	Parque S/N Las Palomas	Con	19 L 179544.88 m E 8502236.64 m S	19,6	0,7	32,1	0,1	34	0,2	23,73
P.M. N ° 13	Parque S/N Las Palomas	Sin	19 L 179554.97 m E 8502239.90 m S	22,1	0,7	35,7	0,1	33,4	0,2	25,72
P.M. N ° 14	CEBA Jose de San Martin Av. Jorge Chavez	Con	19 L 179168.55 m E 8501935.48 m S	18,8	0,7	28,8	0,1	29,7	0,2	21,98
P.M. N ° 15	CEBA Jose de San Martin Av. Jorge Chavez	Sin	19 L 179197.05 m E 8501935.91 m S	22,3	0,7	29,3	0,1	35,8	0,2	25,7
P.M. N ° 16	Parque Sergio Allauca	Sin	19 L 179339.65 m E 8501899.69 m S	23	0,7	38	0,1	37,9	0,2	27,48
P.M. N ° 17	Parroquia Sr de los Milagros	Sin	19 L 179540.60 m E 8502064.82 m S	24,2	0,7	37,7	0,1	38,5	0,2	28,41
P.M. N ° 18	Tercer Paradero de Urb. Ttio La Florida	Sin	19 L 179565.26 m E 8502004.49 m S	24,9	0,7	40,4	0,1	36,7	0,2	28,81
P.M. N ° 19	Cuarto Paradero de Urb. Ttio	Sin	19 L 179743.02 m E 8501980.98 m S	25	0,7	39,2	0,1	41	0,2	29,62
P.M. N ° 20	Quinto Paradero de Urb. Ttio	Sin	19 L 179942.87 m E 8501972.32 m S	24	0,7	38	0,1	43,3	0,2	29,26
P.M. N ° 21	Av. Tupac Amaru	Con	19 L 179163.42 m E 8502302.70 m S	23	0,7	41,1	0,1	33,4	0,2	26,89
P.M. N ° 22	Av. Tupac Amaru	Sin	19 L 179172.56 m E 8502309.61 m S	25,8	0,7	37,7	0,1	45,1	0,2	30,85
P.M. N ° 23	Parque Navarrete Kalinowski Urb. San Borja	Con	19 L 179000.69 m E 8502343.79 m S	17,7	0,7	23,8	0,1	23,5	0,2	19,47
P.M. N ° 24	Parque Navarrete Kalinowski Urb. San Borja	Sin	19 L 179000.69 m E 8502343.65 m S	22,8	0,7	28,8	0,1	37,4	0,2	26,32
P.M. N ° 25	Paradero Garcilazo Av. de la Cultura	Sin	19 L 178908.01 m E 8503250.22 m S	25,1	0,7	38,7	0,1	35,7	0,2	28,58
P.M. N ° 26	Paradero Amauta Av. de la Cultura	Sin	19 L 179124.70 m E 8503186.44 m S	27,1	0,7	40,9	0,1	43,3	0,2	31,72
P.M. N ° 27	Paradero UNSAAC Av. de la Cultura	Sin	19 L 179623.43 m E 8503046.34 m S	24,6	0,7	38,6	0,1	39,8	0,2	29,04
P.M. N ° 28	Paradero Hospital Regional	Sin	19 L 179988.95 m E 8502924.16 m S	23	0,7	37	0,1	33	0,2	26,4
P.M. N ° 29	Parque España Urb. Santa Monica	Con	19 L 180576.36 m E 8502667.93 m S	17,8	0,7	27,6	0,1	26,6	0,2	20,54
P.M. N ° 30	Parque España Urb. Santa Monica	Sin	19 L 180587.43 m E 8502669.57 m S	25,2	0,7	37,8	0,1	40,8	0,2	29,58
P.M. N ° 31	Paradero Urb. Santa Rosa	Con	19 L 180767.67 m E 8502688.51 m S	18,7	0,7	30,8	0,1	26,2	0,2	21,41
P.M. N ° 32	Paradero Urb. Santa Rosa	Sin	19 L 180790.30 m E 8502687.97 m S	25	0,7	40,1	0,1	36,7	0,2	28,85
P.M. N ° 33	Paradero Urb. Marcavalle Av. de la Cultura	Con	19 L 181082.52 m E 8502609.42 m S	17,6	0,7	28,6	0,1	24	0,2	19,98
P.M. N ° 34	Paradero Urb. Marcavalle Av. de la Cultura	Sin	19 L 181082.52 m E 8502609.33 m S	22	0,7	32,7	0,1	37	0,2	26,07
P.M. N ° 35	Av. Peru - Pucllaykancha	Con	19 L 180143.95 m E 8502076.13 m S	17,8	0,7	30	0,1	23,7	0,2	20,2
P.M. N ° 36	Av. Peru - Pucllaykancha	Sin	19 L 180143.96 m E 8502075.99 m S	20,3	0,7	33,9	0,1	30,1	0,2	23,62
P.M. N ° 37	Estadio Garcilazo Av. Huayruropata	Sin	19 L 178936.96 m E 8502929.70 m S	22,1	0,7	31,3	0,1	33,6	0,2	25,32
P.M. N ° 38	Parque Quispicanchi	Sin	19 L 179272.06 m E 8502298.04 m S	24,5	0,7	35,6	0,1	43,6	0,2	29,43

Nota. Los valores del índice WBGT fueron calculados utilizando la fórmula: $WBGT = T_{nw}(0,7) + (0,1)T_a + T_g(0,2)$. Donde: T_{nw} : temperatura húmeda natural, T_a : temperatura del aire y T_g : Temperatura del globo.

Tabla 25

Segundo Monitoreo para hallar el índice WBGT

Puntos de Monitoreo	Nombre del Punto de Monitoreo	Vegetacion	COORDENADA UTM	tnw °C		ta °C		tg °C		WBGT °C
P.M. N ° 01	Plaza Tupac Amaru	Con	19 L 178896.51 m E 8503099.90 m S	14,9	0,7	20,3	0,1	25,6	0,2	17,58
P.M. N ° 02	Plaza Tupac Amaru	Sin	19 L 178858.75 m E 8503116.67 m S	22,9	0,7	26,9	0,1	47,7	0,2	28,26
P.M. N ° 03	Av. La Paz Línea del Ferrocarril	Con	19 L 178750.87 m E 8502276.84 m S	17,1	0,7	28,5	0,1	22,6	0,2	19,34
P.M. N ° 04	Av. La Paz Línea del Ferrocarril	Sin	19 L 178756.03 m E 8502261.87 m S	23,4	0,7	38,9	0,1	35	0,2	27,27
P.M. N ° 05	Ovalo Pachacutec	Sin	19 L 178712.35 m E 8502106.60 m S	23	0,7	37,4	0,1	36,7	0,2	27,18
P.M. N ° 06	Primer Puente Urb. Ttio - La Florida	Con	19 L 178988.53 m E 8502075.12 m S	14,5	0,7	22,7	0,1	19,8	0,2	16,38
P.M. N ° 07	Primer Puente Urb. Ttio - La Florida	Sin	19 L 179000.52 m E 8502073.31 m S	23,1	0,7	34,1	0,1	32,8	0,2	26,14
P.M. N ° 08	Paradero Segundo Antiguo Urb. Ttio -La Florida	Con	19 L 179202.24 m E 8502048.08 m S	15,5	0,7	24,4	0,1	19,1	0,2	17,11
P.M. N ° 09	Paradero Segundo Antiguo Urb. Ttio -La Florida	Sin	19 L 179201.21 m E 8502047.48 m S	21,8	0,7	29,2	0,1	36	0,2	25,38
P.M. N ° 10	Plaza Los Capulies	Con	19 L 179226.75 m E 8502177.80 m S	16,3	0,7	22,7	0,1	26,1	0,2	18,9
P.M. N ° 11	Plaza Los Capulies	Sin	19 L 179218.05 m E 8502185.52 m S	22,1	0,7	32,8	0,1	32,7	0,2	25,29
P.M. N ° 12	Parque S/N Las Palomas	Con	19 L 179544.88 m E 8502236.64 m S	16,2	0,7	27	0,1	25,2	0,2	19,08
P.M. N ° 13	Parque S/N Las Palomas	Sin	19 L 179554.97 m E 8502239.90 m S	23,8	0,7	39,6	0,1	39,4	0,2	28,5
P.M. N ° 14	CEBA Jose de San Martín Av. Jorge Chavez	Con	19 L 179168.55 m E 8501935.48 m S	18,7	0,7	32,2	0,1	24,1	0,2	21,13
P.M. N ° 15	CEBA Jose de San Martín Av. Jorge Chavez	Sin	19 L 179197.05 m E 8501935.91 m S	26,8	0,7	42,7	0,1	39,7	0,2	30,97
P.M. N ° 16	Parque Sergio Allauca	Sin	19 L 179339.65 m E 8501899.69 m S	22,8	0,7	35,6	0,1	39,3	0,2	27,38
P.M. N ° 17	Parroquia Sr de los Milagros	Sin	19 L 179540.60 m E 8502064.82 m S	26,1	0,7	42,9	0,1	42,4	0,2	31,04
P.M. N ° 18	Tercer Paradero de Urb. Ttio La Florida	Sin	19 L 179565.26 m E 8502004.49 m S	23,6	0,7	37,2	0,1	38,4	0,2	27,92
P.M. N ° 19	Cuarto Paradero de Urb. Ttio	Sin	19 L 179743.02 m E 8501980.98 m S	23,6	0,7	37,7	0,1	36,9	0,2	27,67
P.M. N ° 20	Quinto Paradero de Urb. Ttio	Sin	19 L 179942.87 m E 8501972.32 m S	25,7	0,7	38,8	0,1	44,9	0,2	30,85
P.M. N ° 21	Av. Tupac Amaru	Con	19 L 179163.42 m E 8502302.70 m S	16,8	0,7	28,6	0,1	22,2	0,2	19,06
P.M. N ° 22	Av. Tupac Amaru	Sin	19 L 179172.56 m E 8502309.61 m S	26	0,7	38,6	0,1	40,7	0,2	30,2
P.M. N ° 23	Parque Navarrete Kalinowski Urb. San Borja	Con	19 L 179000.69 m E 8502343.79 m S	17,4	0,7	26,8	0,1	28,7	0,2	20,6
P.M. N ° 24	Parque Navarrete Kalinowski Urb. San Borja	Sin	19 L 179000.69 m E 8502343.65 m S	24,2	0,7	33,3	0,1	44,6	0,2	29,19
P.M. N ° 25	Paradero Garcilazo Av. de la Cultura	Sin	19 L 178908.01 m E 8503250.22 m S	18,9	0,7	25,1	0,1	35,4	0,2	22,82
P.M. N ° 26	Paradero Amauta Av. de la Cultura	Sin	19 L 179124.70 m E 8503186.44 m S	24	0,7	36,7	0,1	42,3	0,2	28,93
P.M. N ° 27	Paradero UNSAAC Av. de la Cultura	Sin	19 L 179623.43 m E 8503046.34 m S	24	0,7	34,1	0,1	42,5	0,2	28,71
P.M. N ° 28	Paradero Hospital Regional	Sin	19 L 179988.95 m E 8502924.16 m S	25,8	0,7	38,6	0,1	41,2	0,2	30,16
P.M. N ° 29	Parque España Urb. Santa Monica	Con	19 L 180576.36 m E 8502667.93 m S	22,9	0,7	38,2	0,1	34,8	0,2	26,81
P.M. N ° 30	Parque España Urb. Santa Monica	Sin	19 L 180587.43 m E 8502669.57 m S	25,1	0,7	39,6	0,1	33,6	0,2	28,25
P.M. N ° 31	Paradero Urb. Santa Rosa	Con	19 L 180767.67 m E 8502688.51 m S	16,7	0,7	24,4	0,1	22,8	0,2	18,69
P.M. N ° 32	Paradero Urb. Santa Rosa	Sin	19 L 180790.30 m E 8502687.97 m S	25,2	0,7	39,6	0,1	36,1	0,2	28,82
P.M. N ° 33	Paradero Urb. Marcavalle Av. de la Cultura	Con	19 L 181082.52 m E 8502609.42 m S	17,3	0,7	23,4	0,1	24,6	0,2	19,37
P.M. N ° 34	Paradero Urb. Marcavalle Av. de la Cultura	Sin	19 L 181082.52 m E 8502609.33 m S	23,8	0,7	39,9	0,1	35,7	0,2	27,79
P.M. N ° 35	Av. Peru - Pucllaykancha	Con	19 L 180143.95 m E 8502076.13 m S	15,9	0,7	25,8	0,1	22,7	0,2	18,25
P.M. N ° 36	Av. Peru - Pucllaykancha	Sin	19 L 180143.96 m E 8502075.99 m S	25	0,7	39,9	0,1	33,3	0,2	28,15
P.M. N ° 37	Estadio Garcilazo Av. Huayruopata	Sin	19 L 178936.96 m E 8502929.70 m S	17,1	0,7	20,2	0,1	35,7	0,2	21,13
P.M. N ° 38	Parque Quispicanchi	Sin	19 L 179272.06 m E 8502298.04 m S	24,8	0,7	33,7	0,1	47,2	0,2	30,17

Nota. Los valores del índice WBGT fueron calculados utilizando la fórmula: $WBGT = (0,7)T_{nw} + (0,2)T_g + (0,1)T_a$. Donde: T_{nw} : temperatura húmeda natural, T_a : temperatura del aire y T_g : Temperatura del globo.

Tabla 26

Tercer Monitoreo para hallar el índice WBGT

Puntos de Monitoreo	Nombre del Punto de Monitoreo	Vegetacion	COORDENADA UTM	tnw °C	ta °C	tg °C	WBGT °C
P.M. N ° 01	Plaza Tupac Amaru	Con	19 L 178896.51 m E 8503099.90 m S	15,8	0,7	27,8	17,72
P.M. N ° 02	Plaza Tupac Amaru	Sin	19 L 178858.75 m E 8503116.67 m S	24,2	0,7	36	26,98
P.M. N ° 03	Av. La Paz Linea del Ferrocarril	Con	19 L 178750.87 m E 8502276.84 m S	18,3	0,7	29,1	21,08
P.M. N ° 04	Av. La Paz Linea del Ferrocarril	Sin	19 L 178756.03 m E 8502261.87 m S	24	0,7	35,3	27,95
P.M. N ° 05	Ovalo Pachacutec	Sin	19 L 178712.35 m E 8502106.60 m S	23,7	0,7	35,4	27,19
P.M. N ° 06	Primer Puente Urb. Ttio - La Florida	Con	19 L 178988.53 m E 8502075.12 m S	16,6	0,7	30,9	20,47
P.M. N ° 07	Primer Puente Urb. Ttio - La Florida	Sin	19 L 179000.52 m E 8502073.31 m S	25,2	0,7	39,8	30,06
P.M. N ° 08	Paradero Segundo Antiguo Urb. Ttio -La Florida	Con	19 L 179202.24 m E 8502048.08 m S	14,7	0,7	23,4	16,35
P.M. N ° 09	Paradero Segundo Antiguo Urb. Ttio -La Florida	Sin	19 L 179201.21 m E 8502047.48 m S	21	0,7	27	24,74
P.M. N ° 10	Plaza Los Capulies	Con	19 L 179226.75 m E 8502177.80 m S	19,8	0,7	32,5	22,83
P.M. N ° 11	Plaza Los Capulies	Sin	19 L 179218.05 m E 8502185.52 m S	24,5	0,7	40,1	28,6
P.M. N ° 12	Parque S/N Las Palomas	Con	19 L 179544.88 m E 8502236.64 m S	25,1	0,7	39,3	29,62
P.M. N ° 13	Parque S/N Las Palomas	Sin	19 L 179554.97 m E 8502239.90 m S	24,9	0,7	38,6	29,45
P.M. N ° 14	CEBA Jose de San Martin Av. Jorge Chavez	Con	19 L 179168.55 m E 8501935.48 m S	19,1	0,7	31,5	22,28
P.M. N ° 15	CEBA Jose de San Martin Av. Jorge Chavez	Sin	19 L 179197.05 m E 8501935.91 m S	25	0,7	33,9	30,15
P.M. N ° 16	Parque Sergio Allauca	Sin	19 L 179339.65 m E 8501899.69 m S	27,8	0,7	39,3	32,43
P.M. N ° 17	Parroquia Sr de los Milagros	Sin	19 L 179540.60 m E 8502064.82 m S	24,8	0,7	38,1	29,47
P.M. N ° 18	Tercer Paradero de Urb. Ttio La Florida	Sin	19 L 179565.26 m E 8502004.49 m S	26,5	0,7	41,5	31,16
P.M. N ° 19	Cuarto Paradero de Urb. Ttio	Sin	19 L 179743.02 m E 8501980.98 m S	26,7	0,7	42,7	30,92
P.M. N ° 20	Quinto Paradero de Urb. Ttio	Sin	19 L 179942.87 m E 8501972.32 m S	24,5	0,7	39,4	28,89
P.M. N ° 21	Av. Tupac Amaru	Con	19 L 179163.42 m E 8502302.70 m S	14,3	0,7	23	15,97
P.M. N ° 22	Av. Tupac Amaru	Sin	19 L 179172.56 m E 8502309.61 m S	19,3	0,7	23	22,87
P.M. N ° 23	Parque Navarrete Kalinowski Urb. San Borja	Con	19 L 179000.69 m E 8502343.79 m S	17,9	0,7	28,7	20,8
P.M. N ° 24	Parque Navarrete Kalinowski Urb. San Borja	Sin	19 L 179000.69 m E 8502343.65 m S	24,1	0,7	36,4	28,77
P.M. N ° 25	Paradero Garcilazo Av. de la Cultura	Sin	19 L 178908.01 m E 8503250.22 m S	22	0,7	35,8	26,14
P.M. N ° 26	Paradero Amauta Av. de la Cultura	Sin	19 L 179124.70 m E 8503186.44 m S	24	0,7	36,7	28,93
P.M. N ° 27	Paradero UNSAAC Av. de la Cultura	Sin	19 L 179623.43 m E 8503046.34 m S	23,3	0,7	40,1	27,84
P.M. N ° 28	Paradero Hospital Regional	Sin	19 L 179988.95 m E 8502924.16 m S	22,2	0,7	37,9	26,55
P.M. N ° 29	Parque España Urb. Santa Monica	Con	19 L 180576.36 m E 8502667.93 m S	15,5	0,7	26,8	18,19
P.M. N ° 30	Parque España Urb. Santa Monica	Sin	19 L 180587.43 m E 8502669.57 m S	22,9	0,7	34,8	27,57
P.M. N ° 31	Paradero Urb. Santa Rosa	Con	19 L 180767.67 m E 8502688.51 m S	16,2	0,7	28,9	18,71
P.M. N ° 32	Paradero Urb. Santa Rosa	Sin	19 L 180790.30 m E 8502687.97 m S	22,2	0,7	36,4	26,32
P.M. N ° 33	Paradero Urb. Marcavalle Av. de la Cultura	Con	19 L 181082.52 m E 8502609.42 m S	18,1	0,7	31,8	21,27
P.M. N ° 34	Paradero Urb. Marcavalle Av. de la Cultura	Sin	19 L 181082.52 m E 8502609.33 m S	22,9	0,7	35,9	27,76
P.M. N ° 35	Av. Peru - Pucllaykancha	Con	19 L 180143.95 m E 8502076.13 m S	16,9	0,7	26,7	19,54
P.M. N ° 36	Av. Peru - Pucllaykancha	Sin	19 L 180143.96 m E 8502075.99 m S	23,1	0,7	34,9	27,24
P.M. N ° 37	Estadio Garcilazo Av. Huayruopata	Sin	19 L 178936.96 m E 8502929.70 m S	24	0,7	36,2	28,84
P.M. N ° 38	Parque Quispicanchi	Sin	19 L 179272.06 m E 8502298.04 m S	25,8	0,7	35	31,92

Nota. Los valores del índice WBGT fueron calculados utilizando la fórmula: $WBGT = (0,7)T_{nw} + (0,2)T_g + (0,1)T_a$. Donde: T_{nw} : temperatura húmeda natural, T_a : temperatura del aire y T_g : Temperatura del globo.

Tabla 27

Cuarto Monitoreo para hallar el índice WBGT

Puntos de Monitoreo	Nombre del Punto de Monitoreo	Vegetacion	COORDENADA UTM	tw ⁿ °C		ta °C		tg °C		WBGT °C
P.M. N ° 01	Plaza Tupac Amaru	Con	19 L 178896.51 m E 8503099.90 m S	14,9	0,7	21,8	0,1	25,5	0,2	17,71
P.M. N ° 02	Plaza Tupac Amaru	Sin	19 L 178858.75 m E 8503116.67 m S	25,1	0,7	35,1	0,1	45,1	0,2	30,1
P.M. N ° 03	Av. La Paz Linea del Ferrocarril	Con	19 L 178750.87 m E 8502276.84 m S	16,5	0,7	22,4	0,1	34,6	0,2	20,71
P.M. N ° 04	Av. La Paz Linea del Ferrocarril	Sin	19 L 178756.03 m E 8502261.87 m S	24	0,7	31,3	0,1	47,9	0,2	29,51
P.M. N ° 05	Ovalo Pachacutec	Sin	19 L 178712.35 m E 8502106.60 m S	24,6	0,7	31,5	0,1	49,7	0,2	30,31
P.M. N ° 06	Primer Puente Urb. Ttio - La Florida	Con	19 L 178988.53 m E 8502075.12 m S	13,5	0,7	18	0,1	19,8	0,2	15,21
P.M. N ° 07	Primer Puente Urb. Ttio - La Florida	Sin	19 L 179000.52 m E 8502073.31 m S	21,7	0,7	28,3	0,1	40,7	0,2	26,16
P.M. N ° 08	Paradero Segundo Antiguo Urb. Ttio -La Florida	Con	19 L 179202.24 m E 8502048.08 m S	12,8	0,7	17,5	0,1	19,9	0,2	14,69
P.M. N ° 09	Paradero Segundo Antiguo Urb. Ttio -La Florida	Sin	19 L 179201.21 m E 8502047.48 m S	22,3	0,7	27,5	0,1	44,3	0,2	27,22
P.M. N ° 10	Plaza Los Capulies	Con	19 L 179226.75 m E 8502177.80 m S	17,1	0,7	23,3	0,1	31,7	0,2	20,64
P.M. N ° 11	Plaza Los Capulies	Sin	19 L 179218.05 m E 8502185.52 m S	24,6	0,7	32	0,1	49,2	0,2	30,26
P.M. N ° 12	Parque S/N Las Palomas	Con	19 L 179544.88 m E 8502236.64 m S	20,9	0,7	39,1	0,1	40,7	0,2	26,68
P.M. N ° 13	Parque S/N Las Palomas	Sin	19 L 179554.97 m E 8502239.90 m S	23,9	0,7	33,9	0,1	44,9	0,2	29,1
P.M. N ° 14	CEBA Jose de San Martin Av. Jorge Chavez	Con	19 L 179168.55 m E 8501935.48 m S	16,6	0,7	23,1	0,1	30,9	0,2	20,11
P.M. N ° 15	CEBA Jose de San Martin Av. Jorge Chavez	Sin	19 L 179197.05 m E 8501935.91 m S	23,7	0,7	30,4	0,1	46,9	0,2	29,01
P.M. N ° 16	Parque Sergio Allauca	Sin	19 L 179339.65 m E 8501899.69 m S	24,6	0,7	32	0,1	51,1	0,2	30,64
P.M. N ° 17	Parroquia Sr de los Milagros	Sin	19 L 179540.60 m E 8502064.82 m S	25,3	0,7	35,8	0,1	50,6	0,2	31,41
P.M. N ° 18	Tercer Paradero de Urb. Ttio La Florida	Sin	19 L 179565.26 m E 8502004.49 m S	23	0,7	27,7	0,1	46,8	0,2	28,23
P.M. N ° 19	Cuarto Paradero de Urb. Ttio	Sin	19 L 179743.02 m E 8501980.98 m S	23,8	0,7	31,1	0,1	47,5	0,2	29,27
P.M. N ° 20	Quinto Paradero de Urb. Ttio	Sin	19 L 179942.87 m E 8501972.32 m S	25,6	0,7	37,4	0,1	51,7	0,2	32
P.M. N ° 21	Av. Tupac Amaru	Con	19 L 179163.42 m E 8502302.70 m S	17,1	0,7	23,2	0,1	31,8	0,2	20,65
P.M. N ° 22	Av. Tupac Amaru	Sin	19 L 179172.56 m E 8502309.61 m S	24,3	0,7	33,5	0,1	45,7	0,2	29,5
P.M. N ° 23	Parque Navarrete Kalinowski Urb. San Borja	Con	19 L 179000.69 m E 8502343.79 m S	16,2	0,7	21,3	0,1	29,9	0,2	19,45
P.M. N ° 24	Parque Navarrete Kalinowski Urb. San Borja	Sin	19 L 179000.69 m E 8502343.65 m S	24,5	0,7	31,5	0,1	48,1	0,2	29,92
P.M. N ° 25	Paradero Garcilazo Av. de la Cultura	Sin	19 L 178908.01 m E 8503250.22 m S	24,3	0,7	34,3	0,1	44,4	0,2	29,32
P.M. N ° 26	Paradero Amauta Av. de la Cultura	Sin	19 L 179124.70 m E 8503186.44 m S	23,9	0,7	32,7	0,1	45,4	0,2	29,08
P.M. N ° 27	Paradero UNSAAC Av. de la Cultura	Sin	19 L 179623.43 m E 8503046.34 m S	23,7	0,7	30,3	0,1	48,3	0,2	29,28
P.M. N ° 28	Paradero Hospital Regional	Sin	19 L 179988.95 m E 8502924.16 m S	25	0,7	32,4	0,1	50	0,2	30,74
P.M. N ° 29	Parque España Urb. Santa Monica	Con	19 L 180576.36 m E 8502667.93 m S	14,9	0,7	20	0,1	26,5	0,2	17,73
P.M. N ° 30	Parque España Urb. Santa Monica	Sin	19 L 180587.43 m E 8502669.57 m S	23,6	0,7	30,8	0,1	49,2	0,2	29,44
P.M. N ° 31	Paradero Urb. Santa Rosa	Con	19 L 180767.67 m E 8502688.51 m S	18,2	0,7	26,4	0,1	31,2	0,2	21,62
P.M. N ° 32	Paradero Urb. Santa Rosa	Sin	19 L 180790.30 m E 8502687.97 m S	22	0,7	29,9	0,1	42,2	0,2	26,83
P.M. N ° 33	Paradero Urb. Marcavalle Av. de la Cultura	Con	19 L 181082.52 m E 8502609.42 m S	15,9	0,7	23	0,1	27,3	0,2	18,89
P.M. N ° 34	Paradero Urb. Marcavalle Av. de la Cultura	Sin	19 L 181082.52 m E 8502609.33 m S	22,4	0,7	32,8	0,1	40,4	0,2	27,04
P.M. N ° 35	Av. Peru - Pucllaykancha	Con	19 L 180143.95 m E 8502076.13 m S	16,2	0,7	23	0,1	35,4	0,2	20,72
P.M. N ° 36	Av. Peru - Pucllaykancha	Sin	19 L 180143.96 m E 8502075.99 m S	24,7	0,7	35,6	0,1	46,9	0,2	30,23
P.M. N ° 37	Estadio Garcilazo Av. Huayruopata	Sin	19 L 178936.96 m E 8502929.70 m S	25,1	0,7	40,3	0,1	37,7	0,2	29,14
P.M. N ° 38	Parque Quispicanchi	Sin	19 L 179272.06 m E 8502298.04 m S	26,5	0,7	40,9	0,1	38,6	0,2	30,36

Nota. Los valores del índice WBGT fueron calculados utilizando la fórmula: $WBGT = (0,7)T_{nw} + (0,2)T_g + (0,1)T_a$. Donde: T_{nw} : temperatura húmeda natural, T_a : temperatura del aire y T_g : Temperatura del globo.

Tabla 28

Quinto Monitoreo para hallar el índice WBGT

Puntos de Monitoreo	Nombre del Punto de Monitoreo	Vegetacion	COORDENADA UTM	tw _n °C		ta °C		tg °C		WBGT °C
P.M. N ° 01	Plaza Tupac Amaru	Con	19 L 178896.51 m E 8503099.90 m	13,6	0,7	19	0,1	24,4	0,2	16,3
P.M. N ° 02	Plaza Tupac Amaru	Sin	19 L 178858.75 m E 8503116.67 m	24,6	0,7	33,9	0,1	47,1	0,2	30,03
P.M. N ° 03	Av. La Paz Linea del Ferrocarril	Con	19 L 178750.87 m E 8502276.84 m	17,4	0,7	23,7	0,1	29,3	0,2	20,41
P.M. N ° 04	Av. La Paz Linea del Ferrocarril	Sin	19 L 178756.03 m E 8502261.87 m	22,6	0,7	29,6	0,1	42,3	0,2	27,24
P.M. N ° 05	Ovalo Pachacutec	Sin	19 L 178712.35 m E 8502106.60 m	24,2	0,7	30,2	0,1	45,9	0,2	29,14
P.M. N ° 06	Primer Puente Urb. Ttio - La Florida	Con	19 L 178988.53 m E 8502075.12 m	16,2	0,7	21,4	0,1	30,7	0,2	19,62
P.M. N ° 07	Primer Puente Urb. Ttio - La Florida	Sin	19 L 179000.52 m E 8502073.31 m	22,3	0,7	29	0,1	41,1	0,2	26,73
P.M. N ° 08	Paradero Segundo Antiguo Urb. Ttio -La Florida	Con	19 L 179202.24 m E 8502048.08 m	15,8	0,7	21,8	0,1	26,9	0,2	18,62
P.M. N ° 09	Paradero Segundo Antiguo Urb. Ttio -La Florida	Sin	19 L 179201.21 m E 8502047.48 m	22	0,7	29,2	0,1	41,4	0,2	26,6
P.M. N ° 10	Plaza Los Capulies	Con	19 L 179226.75 m E 8502177.80 m	16,6	0,7	25,5	0,1	31,2	0,2	20,41
P.M. N ° 11	Plaza Los Capulies	Sin	19 L 179218.05 m E 8502185.52 m	22,8	0,7	33,8	0,1	45,3	0,2	28,4
P.M. N ° 12	Parque S/N Las Palomas	Con	19 L 179544.88 m E 8502236.64 m	17,4	0,7	26,8	0,1	35,4	0,2	21,94
P.M. N ° 13	Parque S/N Las Palomas	Sin	19 L 179554.97 m E 8502239.90 m	21,6	0,7	31,4	0,1	42,3	0,2	26,72
P.M. N ° 14	CEBA Jose de San Martin Av. Jorge Chavez	Con	19 L 179168.55 m E 8501935.48 m	14,9	0,7	18,6	0,1	29,8	0,2	18,25
P.M. N ° 15	CEBA Jose de San Martin Av. Jorge Chavez	Sin	19 L 179197.05 m E 8501935.91 m	22,2	0,7	29,9	0,1	45	0,2	27,53
P.M. N ° 16	Parque Sergio Allauca	Sin	19 L 179339.65 m E 8501899.69 m	24,5	0,7	34	0,1	52,8	0,2	31,11
P.M. N ° 17	Parroquia Sr de los Milagros	Sin	19 L 179540.60 m E 8502064.82 m	24,6	0,7	34,2	0,1	50,8	0,2	30,8
P.M. N ° 18	Tercer Paradero de Urb. Ttio La Florida	Sin	19 L 179565.26 m E 8502004.49 m	23,5	0,7	29,3	0,1	48,1	0,2	29
P.M. N ° 19	Cuarto Paradero de Urb. Ttio	Sin	19 L 179743.02 m E 8501980.98 m	24,2	0,7	33,8	0,1	50	0,2	30,32
P.M. N ° 20	Quinto Paradero de Urb. Ttio	Sin	19 L 179942.87 m E 8501972.32 m	25,6	0,7	33,9	0,1	51,7	0,2	31,65
P.M. N ° 21	Av. Tupac Amaru	Con	19 L 179163.42 m E 8502302.70 m	15,7	0,7	23,1	0,1	27,7	0,2	18,84
P.M. N ° 22	Av. Tupac Amaru	Sin	19 L 179172.56 m E 8502309.61 m	23	0,7	30,6	0,1	44,9	0,2	28,14
P.M. N ° 23	Parque Navarrete Kalinowski Urb. San Borja	Con	19 L 179000.69 m E 8502343.79 m	16,8	0,7	25	0,1	35,1	0,2	21,28
P.M. N ° 24	Parque Navarrete Kalinowski Urb. San Borja	Sin	19 L 179000.69 m E 8502343.65 m	23	0,7	32,8	0,1	45,6	0,2	28,5
P.M. N ° 25	Paradero Garcilazo Av. de la Cultura	Sin	19 L 178908.01 m E 8503250.22 m	23,9	0,7	31,5	0,1	48,8	0,2	29,64
P.M. N ° 26	Paradero Amauta Av. de la Cultura	Sin	19 L 179124.70 m E 8503186.44 m	24	0,7	35,7	0,1	46,7	0,2	29,71
P.M. N ° 27	Paradero UNSAAC Av. de la Cultura	Sin	19 L 179623.43 m E 8503046.34 m	24	0,7	34	0,1	46,7	0,2	29,54
P.M. N ° 28	Paradero Hospital Regional	Sin	19 L 179988.95 m E 8502924.16 m	23,1	0,7	45,9	0,1	45,8	0,2	29,92
P.M. N ° 29	Parque España Urb. Santa Monica	Con	19 L 180576.36 m E 8502667.93 m	17	0,7	24,8	0,1	30,3	0,2	20,44
P.M. N ° 30	Parque España Urb. Santa Monica	Sin	19 L 180587.43 m E 8502669.57 m	22,5	0,7	30,8	0,1	47,5	0,2	28,33
P.M. N ° 31	Paradero Urb. Santa Rosa	Con	19 L 180767.67 m E 8502688.51 m	18,2	0,7	26,4	0,1	31,2	0,2	21,62
P.M. N ° 32	Paradero Urb. Santa Rosa	Sin	19 L 180790.30 m E 8502687.97 m	22	0,7	29,9	0,1	42,2	0,2	26,83
P.M. N ° 33	Paradero Urb. Marcavalle Av. de la Cultura	Con	19 L 181082.52 m E 8502609.42 m	17,3	0,7	24,9	0,1	28,7	0,2	20,34
P.M. N ° 34	Paradero Urb. Marcavalle Av. de la Cultura	Sin	19 L 181082.52 m E 8502609.33 m	24,3	0,7	32,8	0,1	47,2	0,2	29,73
P.M. N ° 35	Av. Peru - Pucllaykancha	Con	19 L 180143.95 m E 8502076.13 m	14,5	0,7	21,3	0,1	27,6	0,2	17,8
P.M. N ° 36	Av. Peru - Pucllaykancha	Sin	19 L 180143.96 m E 8502075.99 m	24	0,7	31	0,1	50,2	0,2	29,94
P.M. N ° 37	Estadio Garcilazo Av. Huayruopata	Sin	19 L 178936.96 m E 8502929.70 m	23,5	0,7	29,8	0,1	44,1	0,2	28,25
P.M. N ° 38	Parque Quispicanchi	Sin	19 L 179272.06 m E 8502298.04 m	25,8	0,7	35	0,1	51,8	0,2	31,92

Nota. Los valores del índice WBGT fueron calculados utilizando la fórmula: $WBGT = (0,7)T_{nw} + (0,2)T_g + (0,1)T_a$. Donde: T_{nw} : temperatura húmeda natural, T_a : temperatura del aire y T_g : Temperatura del globo.

Tabla 29

Sexto Monitoreo para hallar el índice WBGT

Puntos de Monitoreo	Nombre del Punto de Monitoreo	Vegetacion	COORDENADA UTM	tnw °C	ta °C	tg °C	WBGT °C
P.M. N ° 01	Plaza Tupac Amaru	Con	19 L 178896.51 m E 8503099.90 m S	15,2	0,7	24,1	18,81
P.M. N ° 02	Plaza Tupac Amaru	Sin	19 L 178858.75 m E 8503116.67 m S	23,5	0,7	35,4	29,01
P.M. N ° 03	Av. La Paz Línea del Ferrocarril	Con	19 L 178750.87 m E 8502276.84 m S	17,8	0,7	26,1	21,49
P.M. N ° 04	Av. La Paz Línea del Ferrocarril	Sin	19 L 178756.03 m E 8502261.87 m S	24,1	0,7	34,3	29,54
P.M. N ° 05	Ovalo Pachacuteg	Sin	19 L 178712.35 m E 8502106.60 m S	24,8	0,7	31,9	29,89
P.M. N ° 06	Primer Puente Urb. Ttio - La Florida	Con	19 L 178988.53 m E 8502075.12 m S	14,5	0,7	19,9	16,72
P.M. N ° 07	Primer Puente Urb. Ttio - La Florida	Sin	19 L 179000.52 m E 8502073.31 m S	22,1	0,7	26,9	27,04
P.M. N ° 08	Paradero Segundo Antiguo Urb. Ttio -La Florida	Con	19 L 179202.24 m E 8502048.08 m S	14,5	0,7	18,9	16,62
P.M. N ° 09	Paradero Segundo Antiguo Urb. Ttio -La Florida	Sin	19 L 179201.21 m E 8502047.48 m S	22,6	0,7	27,9	27,71
P.M. N ° 10	Plaza Los Capulies	Con	19 L 179226.75 m E 8502177.80 m S	16,2	0,7	23,5	19,07
P.M. N ° 11	Plaza Los Capulies	Sin	19 L 179218.05 m E 8502185.52 m S	22,5	0,7	29,1	27,3
P.M. N ° 12	Parque S/N Las Palomas	Con	19 L 179544.88 m E 8502236.64 m S	16,3	0,7	24,6	19,81
P.M. N ° 13	Parque S/N Las Palomas	Sin	19 L 179554.97 m E 8502239.90 m S	20,2	0,7	28,3	25,03
P.M. N ° 14	CEBA Jose de San Martin Av. Jorge Chavez	Con	19 L 179168.55 m E 8501935.48 m S	16,5	0,7	23,7	19,96
P.M. N ° 15	CEBA Jose de San Martin Av. Jorge Chavez	Sin	19 L 179197.05 m E 8501935.91 m S	23,1	0,7	33,1	28,66
P.M. N ° 16	Parque Sergio Allauca	Sin	19 L 179339.65 m E 8501899.69 m S	26	0,7	37,5	30,71
P.M. N ° 17	Parroquia Sr de los Milagros	Sin	19 L 179540.60 m E 8502064.82 m S	27,7	0,7	43	32,01
P.M. N ° 18	Tercer Paradero de Urb. Ttio La Florida	Sin	19 L 179565.26 m E 8502004.49 m S	27,5	0,7	42,3	32,12
P.M. N ° 19	Cuarto Paradero de Urb. Ttio	Sin	19 L 179743.02 m E 8501980.98 m S	28,8	0,7	44,2	33,6
P.M. N ° 20	Quinto Paradero de Urb. Ttio	Sin	19 L 179942.87 m E 8501972.32 m S	30,2	0,7	48,4	34,9
P.M. N ° 21	Av. Tupac Amaru	Con	19 L 179163.42 m E 8502302.70 m S	15,5	0,7	24,2	19,11
P.M. N ° 22	Av. Tupac Amaru	Sin	19 L 179172.56 m E 8502309.61 m S	23,5	0,7	35,5	28,72
P.M. N ° 23	Parque Navarrete Kalinowski Urb. San Borja	Con	19 L 179000.69 m E 8502343.79 m S	16,5	0,7	24,1	19,72
P.M. N ° 24	Parque Navarrete Kalinowski Urb. San Borja	Sin	19 L 179000.69 m E 8502343.65 m S	23,6	0,7	30,8	29,52
P.M. N ° 25	Paradero Garcilazo Av. de la Cultura	Sin	19 L 178908.01 m E 8503250.22 m S	25,5	0,7	34,6	31,09
P.M. N ° 26	Paradero Amauta Av. de la Cultura	Sin	19 L 179124.70 m E 8503186.44 m S	23,5	0,7	32,5	28,02
P.M. N ° 27	Paradero UNSAAC Av. de la Cultura	Sin	19 L 179623.43 m E 8503046.34 m S	24,1	0,7	33,9	29,2
P.M. N ° 28	Paradero Hospital Regional	Sin	19 L 179988.95 m E 8502924.16 m S	23,8	0,7	32,4	29,3
P.M. N ° 29	Parque España Urb. Santa Monica	Con	19 L 180576.36 m E 8502667.93 m S	18,3	0,7	26,8	22,41
P.M. N ° 30	Parque España Urb. Santa Monica	Sin	19 L 180587.43 m E 8502669.57 m S	24,5	0,7	29,9	30,16
P.M. N ° 31	Paradero Urb. Santa Rosa	Con	19 L 180767.67 m E 8502688.51 m S	18,4	0,7	25,6	22,82
P.M. N ° 32	Paradero Urb. Santa Rosa	Sin	19 L 180790.30 m E 8502687.97 m S	24,8	0,7	32,7	29,81
P.M. N ° 33	Paradero Urb. Marcavalle Av. de la Cultura	Con	19 L 181082.52 m E 8502609.42 m S	14,9	0,7	21,7	18,08
P.M. N ° 34	Paradero Urb. Marcavalle Av. de la Cultura	Sin	19 L 181082.52 m E 8502609.33 m S	22,8	0,7	29,6	27,94
P.M. N ° 35	Av. Peru - Pucclaykancha	Con	19 L 180143.95 m E 8502076.13 m S	16,4	0,7	22,7	19,85
P.M. N ° 36	Av. Peru - Pucclaykancha	Sin	19 L 180143.96 m E 8502075.99 m S	24,1	0,7	33,1	29,84
P.M. N ° 37	Estadio Garcilazo Av. Huayruropata	Sin	19 L 178936.96 m E 8502929.70 m S	24,4	0,7	36,1	30,93
P.M. N ° 38	Parque Quispicanchi	Sin	19 L 179272.06 m E 8502298.04 m S	24,5	0,7	35,6	29,43

Nota. Los valores del índice WBGT fueron calculados utilizando la fórmula : $WBGT = (0,7)T_{nw} + (0,2)T_g + (0,1)T_a$. Donde: T_{nw} : temperatura húmeda natural, T_a : temperatura del aire y T_g : Temperatura del globo.

4.2.1. Índice WBGT Con Vegetación

- Mínimo (mín.): 14.7 °C es la temperatura más baja registrada.
- Máximo (máx.): 29.6 °C es la temperatura más alta registrada.
- Mediana (median): 19.9 °C es el valor medio, lo que significa que la mitad de las temperaturas son menores o iguales a este valor y la otra mitad son mayores.
- Primer cuartil (q1): 18.7 °C , valor por debajo del cual se encuentra el 25% de los datos.
- Tercer cuartil (q3): 21.2 °C , valor por debajo del cual se encuentra el 75% de los datos.
- Rango intercuartílico (iqr): 2.54 °C es la diferencia entre el tercer y el primer cuartil (q3 - q1), lo que representa la dispersión central de los datos.
- Media (mean): 20.0 °C es el promedio de las temperaturas.
- Desviación estándar (sd): 2.56 °C mide cuánto varían las temperaturas respecto a la media.

Tabla 30

Índice WBGT Con Vegetación

Veg.	Mín.	Máx.	median	q1	q3	iqr	mean	sd
Con	14.7	29.6	19.9	18.7	21.2	2.54	20.0	2.56

4.2.2. Índice WBGT Sin Vegetación

- Mínimo (mín.): 21.1 °C es la temperatura más baja registrada.
- Máximo (máx.): 34.9 °C es la temperatura más alta registrada.
- Mediana (median): 28.9 °C es el valor central de los datos.
- Primer cuartil (q1): 27.5 °C valor por debajo del cual se encuentra el 25% de los datos.
- Tercer cuartil (q3): 30.0 °C valor por debajo del cual se encuentra el 75% de los datos.
- Rango intercuartílico (iqr): 2.24 °C es la dispersión central de los datos.
- Media (mean): 28.7 °C es el promedio de las temperaturas.

- Desviación estándar (sd): 2.10 °C mide la variación de las temperaturas respecto a la media.

Tabla 31

Índice WBGT Sin Vegetación

Veg.	Mín.	Máx.	median	q1	q3	iqr	mean	sd
Sin	21.1	34.9	28.9	27.5	30.0	2.24	28.7	2.10

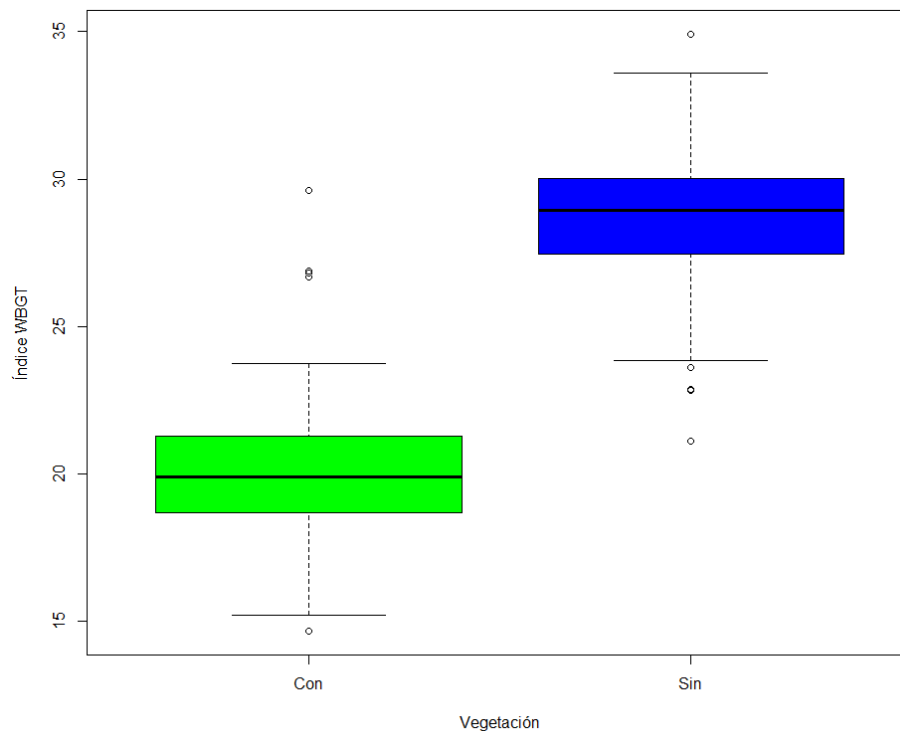
El índice WBGT con vegetación tiene temperaturas más bajas, con una media de 20.0 °C, lo que indica que la vegetación ayuda a mantener el ambiente más fresco. El rango de temperaturas también es menor (14.7 °C a 29.6 °C).

El índice sin vegetación, en cambio, presenta temperaturas significativamente más altas, con una media de 28.7 °C, y un rango más estrecho (21.1 °C a 34.9 °C), lo que sugiere que la falta de vegetación contribuye a temperaturas más elevadas y posiblemente a un mayor estrés térmico.

Este análisis refuerza la importancia de la vegetación para regular las temperaturas y mejorar el confort térmico en los espacios urbanos.

Figura 25

Diagrama de caja del Índice WBGT con Vegetación y Sin Vegetación



En la Figura 25, se observa los niveles del índice WBGT (Wet Bulb Globe Temperature) en zonas con y sin vegetación arbórea. Se observa que los valores del índice WBGT son más altos en áreas sin la presencia de vegetación, frente a las áreas que si poseen vegetación arbórea. Esta relación demuestra el efecto positivo de la vegetación arbórea en la reducción del estrés térmico, ya que ayuda a mejorar el confort térmico en espacios urbanos.

Esto sugiere un mayor estrés térmico, lo que puede resultar en condiciones menos confortables para los habitantes y transeúntes. El índice WBGT Con Vegetación, en contraste, presenta valores menores en áreas con vegetación. La presencia de árboles y plantas contribuye a la regulación de la temperatura, aumentando la humedad relativa y reduciendo la radiación solar directa, lo que crea un microclima más fresco y agradable.

Estos hallazgos refuerzan la importancia de incorporar y mantener la vegetación en el diseño urbano, no solo para mejorar la calidad estética de los espacios, sino también para mitigar el efecto de las islas de calor urbanas y mejorar el bienestar general de la población. La

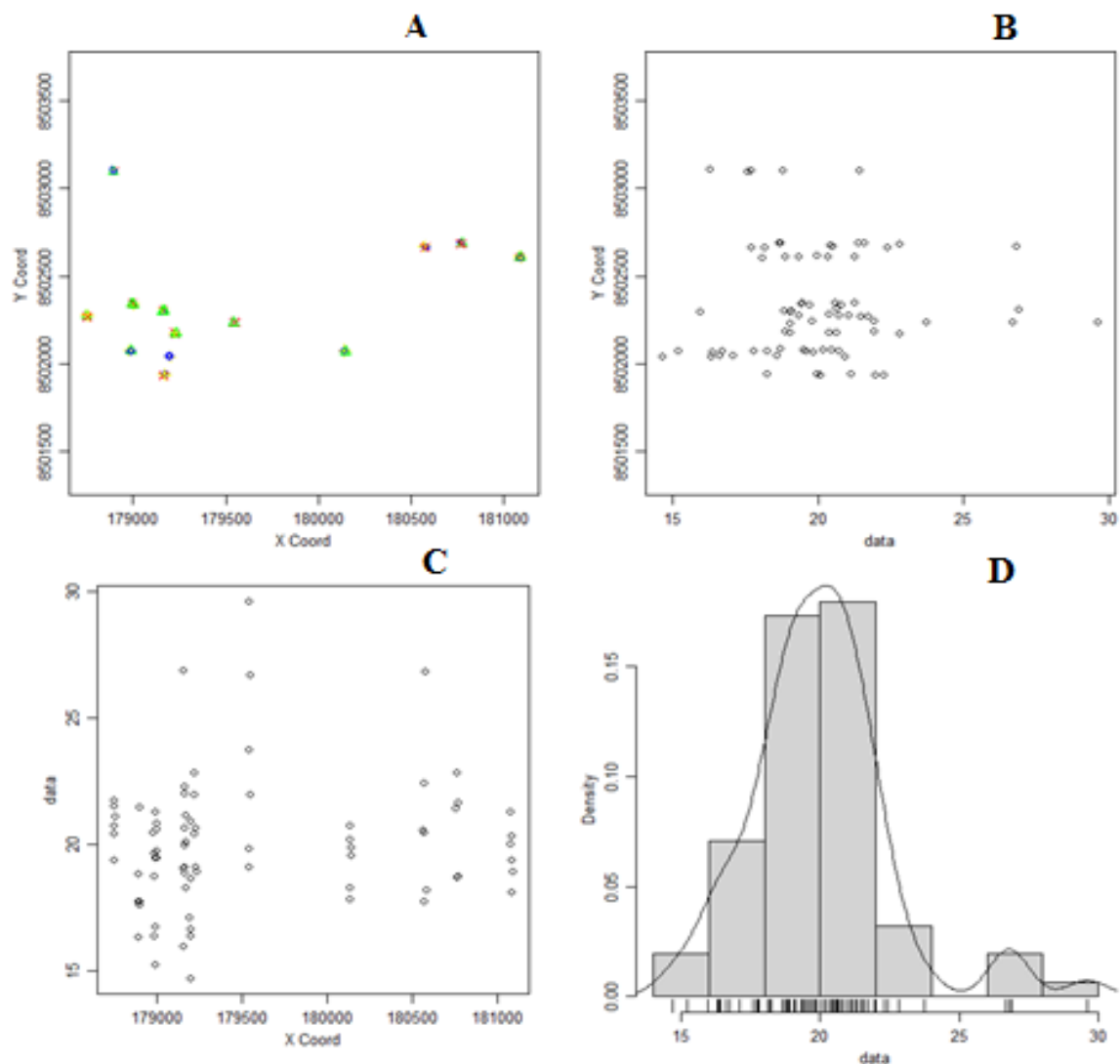
vegetación actúa como un regulador natural del clima, ofreciendo beneficios significativos en términos de confort térmico.

Este análisis es un argumento sólido sobre la necesidad de promover áreas verdes en el distrito de Wanchaq, destacando cómo la vegetación puede ser una solución efectiva frente a los problemas de estrés térmico en entornos urbanos.

En la Figura 27 se presenta un diagrama de cajas que muestra la distribución del índice WBGT (Wet Bulb Globe Temperature) en zonas con y sin cobertura vegetación arbórea. Este análisis permite evidenciar las diferencias térmicas asociadas a la presencia de vegetación en espacios urbanos. En las áreas con vegetación, se observa que el índice WBGT presenta un valor mínimo cercano a 15.5, una mediana aproximada de 20 y un valor máximo (excluyendo valores atípicos) cercano a 24.5. Se identifican algunos valores atípicos que superan ligeramente los 25. Por otro lado, en las áreas sin vegetación, el índice WBGT muestra un mínimo de aproximadamente 25.5, una mediana cercana a 29 y un máximo cercano a 34, con valores atípicos que incluso superan este valor. Esta diferencia refleja de manera clara que las zonas sin cobertura vegetal experimentan niveles significativamente más altos de estrés térmico, lo cual puede afectar negativamente el confort y la salud de las personas expuestas. La vegetación arbórea actúa como un agente termorregulador al proporcionar sombra, aumentar la humedad relativa a través de la evapotranspiración y reducir la radiación solar directa, generando así un microclima más fresco y confortable. Estos hallazgos respaldan la necesidad de conservar e incrementar las áreas verdes urbanas como estrategia eficaz para mitigar el efecto de isla de calor urbano y mejorar el bienestar térmico en espacios públicos. En el contexto del distrito de Wánchaq, esto refuerza la importancia de integrar la infraestructura verde en la planificación urbana sostenible.

Figura 26

Representación gráfica del análisis geoestadístico del índice WBGT en zonas con vegetación



Nota: (A) Distribución en función de las coordenadas geográficas de los valores del índice WBGT considerando la presencia de vegetación, (B) (C) comportamiento direccional de los valores observados según la correspondiente coordenada geográfica (D).

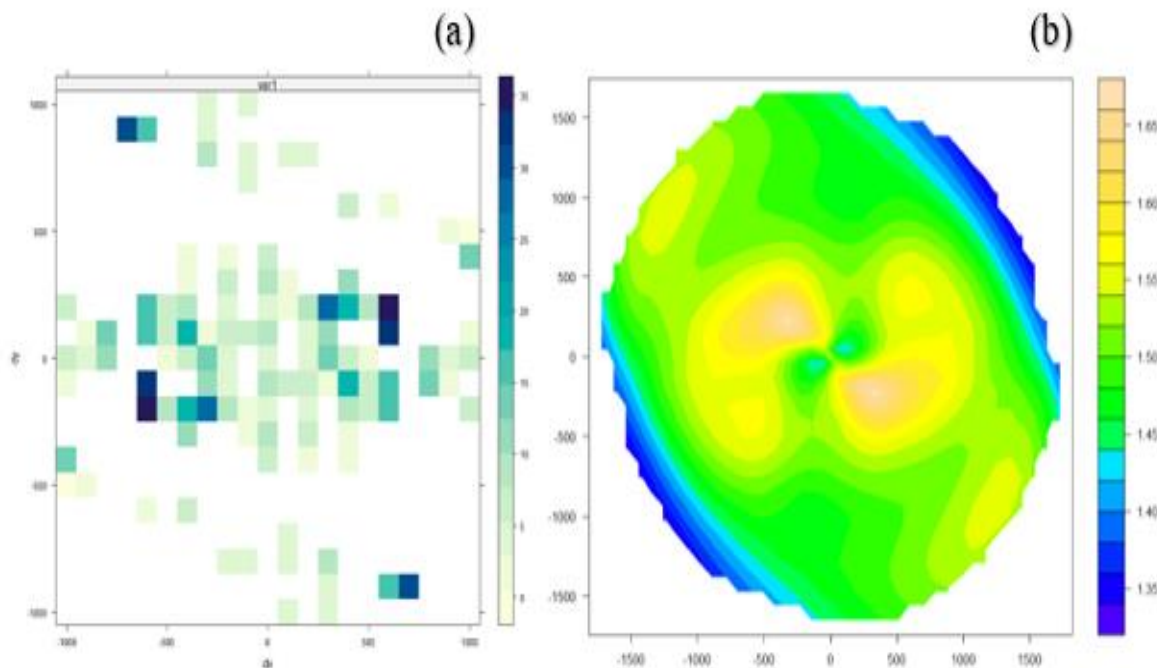
La gráfica sugiere que los datos están distribuidos de manera relativamente normal, con una tendencia hacia los valores centrales, sin embargo, se observa el histograma del índice mostrando evidencias de un comportamiento asimétrico con presencia de valores atípicos, presentando valores altos en torno de 20 °C.

4.2.3. Análisis isotrópico y estacionariedad del índice WBGT con vegetación

En las siguientes Figuras se describen la isotropía y la estacionariedad y se presentan los gráficos correspondientes a los análisis de isotropía y estacionariedad del índice WBGT realizados sobre el conjunto de datos térmicos obtenidos en los puntos de monitoreo.

Figura 27

Gráficos de isotropía y estacionariedad en zonas con vegetacion



Las gráficas a) y b) de la Figura 27 , muestra el índice WBGT en zonas con vegetación, en particular al centro. Esta dispersión muestra que existe una dirección que varía los valores de los índices WBGT. Por tal motivo existen evidencias de ser isotrópico y se requiere de una prueba de isotropía, siendo el resultado de un $p\text{-valor}=0.531$ que frente a un umbral del 0.05 de nivel de significancia, sugiere que no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula, es decir, el fenómeno parece ser isotrópico.

Así mismo, se realizó la prueba de estacionariedad que con un $p\text{-valor}=0.138$ y frente al 5% de nivel de significancia, no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula, es decir, los datos podrían ser estacionarios.

Los gráficos de isotropía y estacionariedad son herramientas comunes en análisis de datos espaciales y series temporales para verificar si los datos cumplen con las suposiciones necesarias para ciertos métodos estadísticos, como kriging o modelos de series temporales.

Estos resultados sugieren que el índice WBGT en la zona con vegetación presenta un comportamiento isotrópico y posiblemente estacionario, lo que es útil para la modelación y análisis geo estadístico del fenómeno en cuestión.

Figura 28

Semivarianza de los pares de valores de cada una de las relaciones de todos los puntos para todos los puntos vecinos

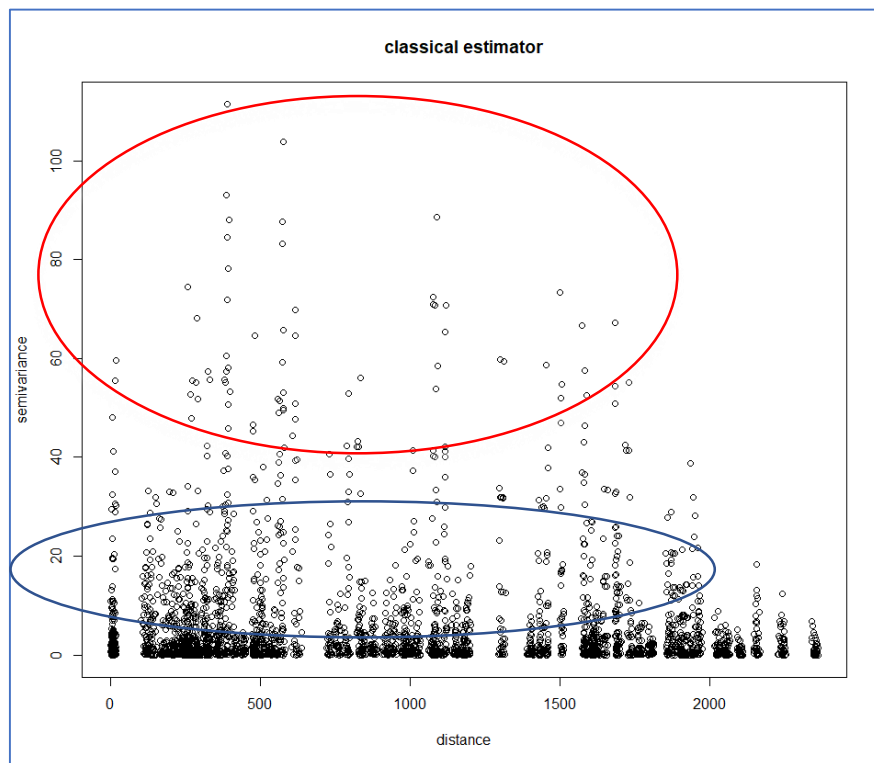
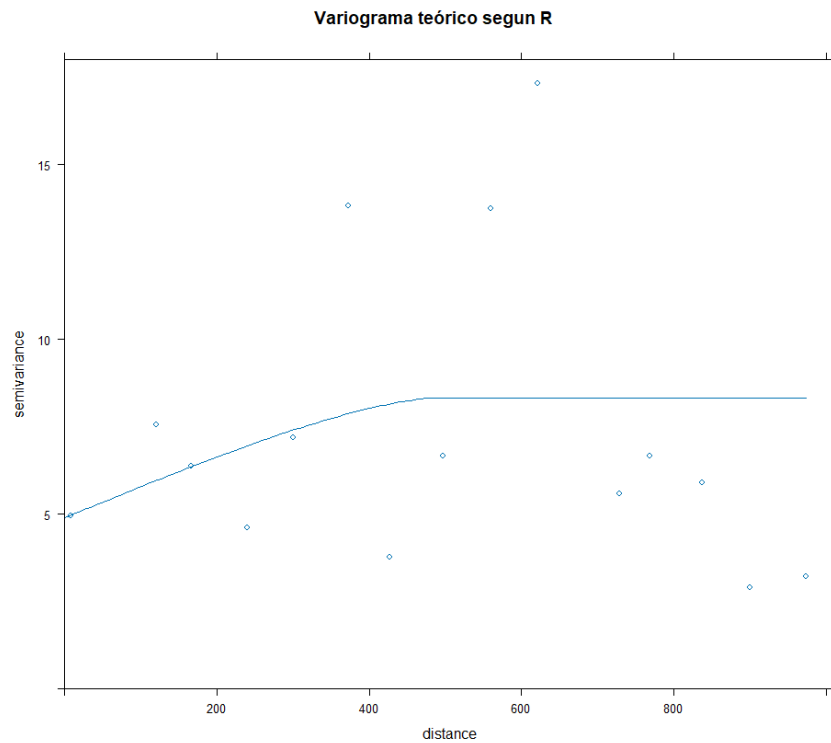


Figura 29

Semivariograma teórico siendo ajustado por el modelo teórico circular



En la Figura , se observa el modelo teórico “circular” es el que mejor se ajustó a los datos observados en diferentes zonas, otorgando los valores estimados de los parámetros del modelo, siendo:

Efecto pepita: 4.883097

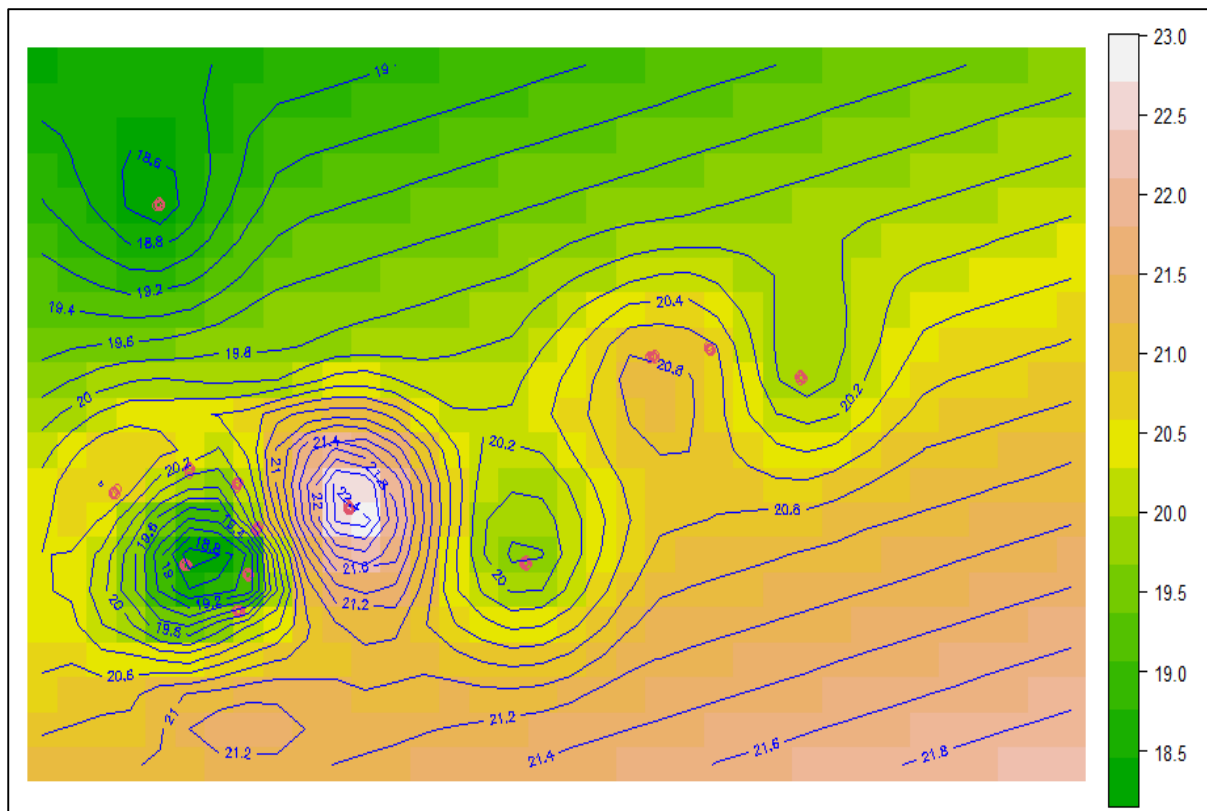
Rango: 487.476 mt.

Alcance: 3.443157

Siendo este modelo teórico que servirá de base para realizar la predicción espacial.

Figura 30

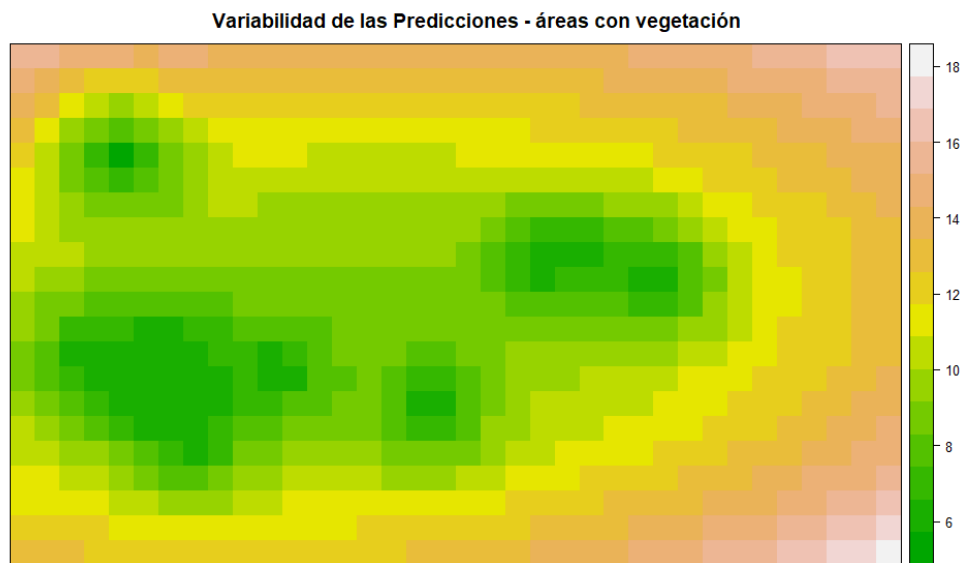
Predicción espacial del índice WBGT zonas con vegetación



En la Figura 30 se muestra el patrón espacial del índice WBGT el cual fue obtenido mediante el proceso conocido como “kriging universal”, se puede observar con las curvas de nivel los valores de predicción del índice WBGT a lo largo de las diferentes zonas (los puntos rojos muestran las zonas de los valores observados in situ), con un error cuadrático medio equivalente a 0,1222825 siendo un valor bastante pequeño y mostrando buena predicción de los valores considerando las zonas con vegetación.

Figura 31

Variabilidad de las Predicciones-Áreas con vegetación

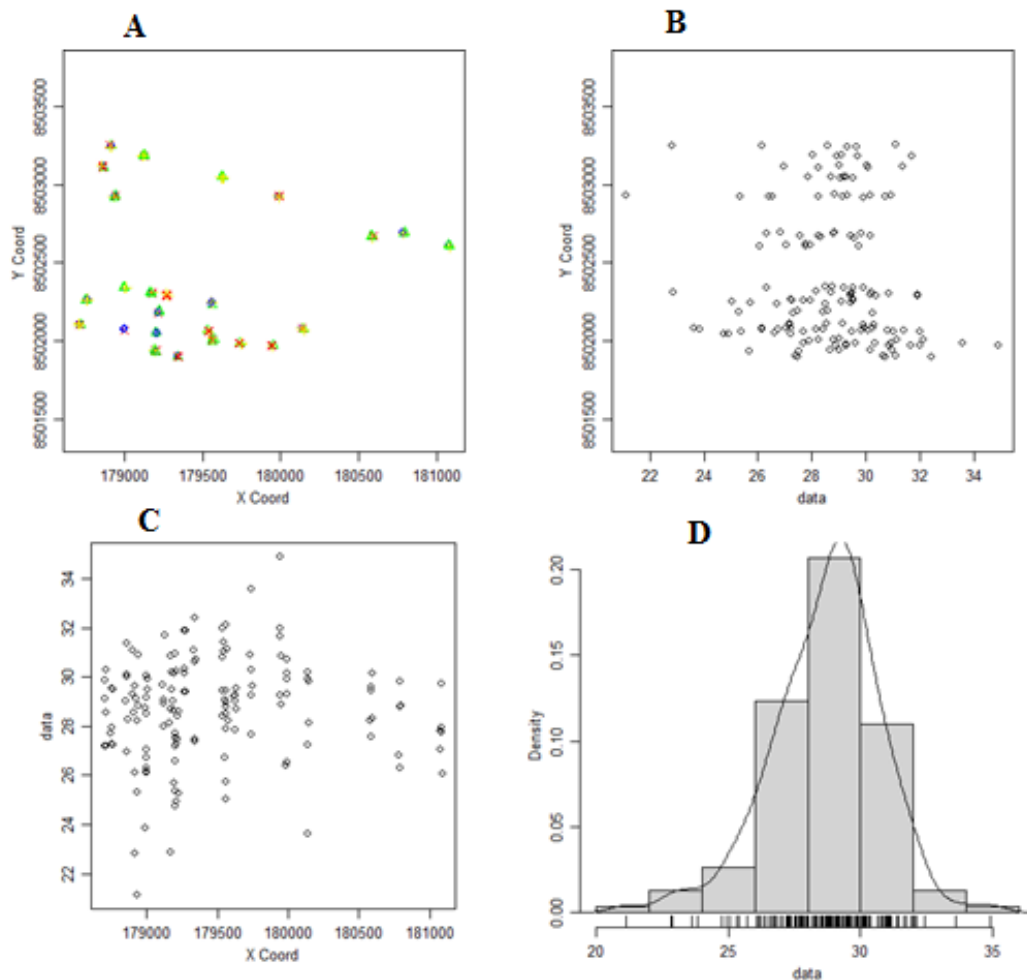


En la Figura 31, se muestra un mapa de calor donde se aprecia la adecuación para describir la “variabilidad” de la predicción espacial del índice WBGT considerando zonas con vegetación

4.2.4. Resultados Gráficos estadísticos del Índice WBGT Sin Vegetación

Figura 32

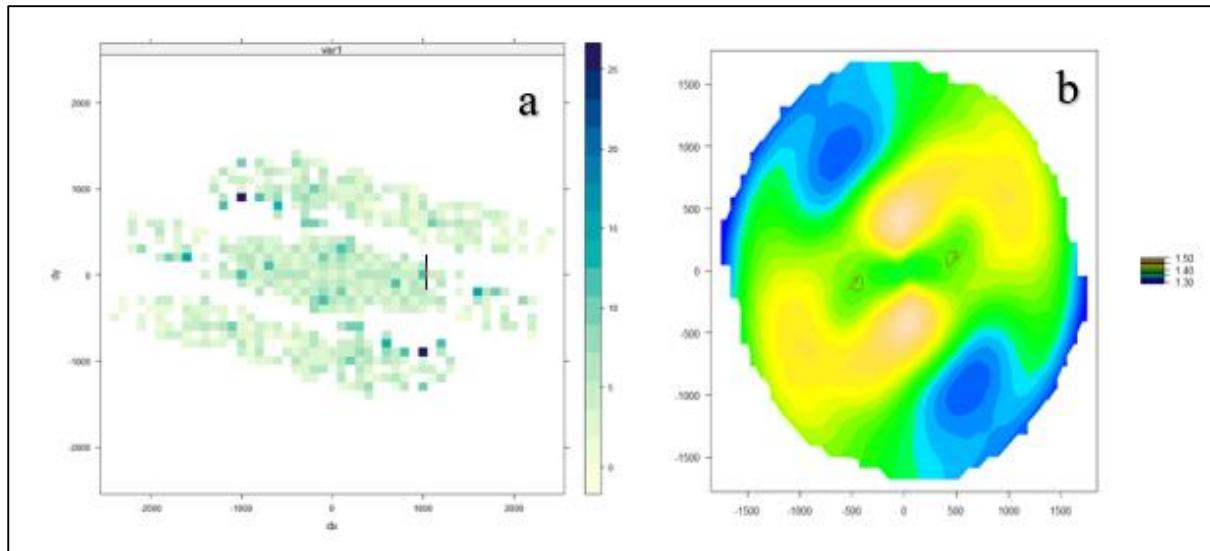
Representación gráfica del análisis geoestadístico del índice WBGT en zonas sin vegetación



En la Figura 32, (A) se observa en la gráfica extremo superior izquierda, la distribución en función de las coordenadas geográficas de los valores del índice WBGT considerando zonas sin vegetación, (B) y (C) mientras que estos gráficos derecho superior e izquierdo inferior muestran el comportamiento direccional de los valores observados según la correspondiente coordenada geográfica, mostrando evidencias de la presencia de tendencias lineales, (D) en la gráfica derecha inferior se observa el histograma del índice mostrando evidencias de un comportamiento simétrico, presentando valores altos en torno de 28 y 30 °C.

Figura 33

Gráficos de isotropía y estacionariedad sin zonas de vegetación



Las gráficas a) y b) de la Figura 33, muestra el índice WBGT en zonas sin vegetación, en particular al centro y de manera diagonal mostrando las direcciones que varían los valores de los índices WBGT. Por tal motivo existen evidencias de ser isotrópico y se requiere de una prueba de isotropía, siendo el resultado de un $p\text{-valor}=0.357$ que frente a un umbral del 0.05 de nivel de significancia, sugiere que no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula, es decir, el fenómeno parece ser isotrópico.

Así mismo, se realizó la prueba de estacionariedad que con un $p\text{-valor}=0.071$ y frente al 5% de nivel de significancia, no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula, es decir, los datos podrían ser estacionarios.

Figura 34

Semivarianza de los pares de valores de cada una de las relaciones de todos los puntos para todos los puntos vecinos en zonas sin vegetación

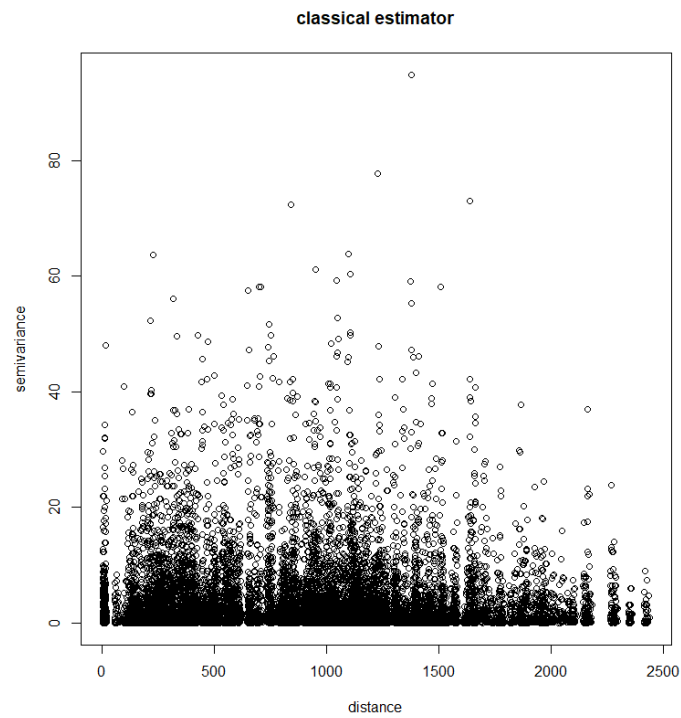
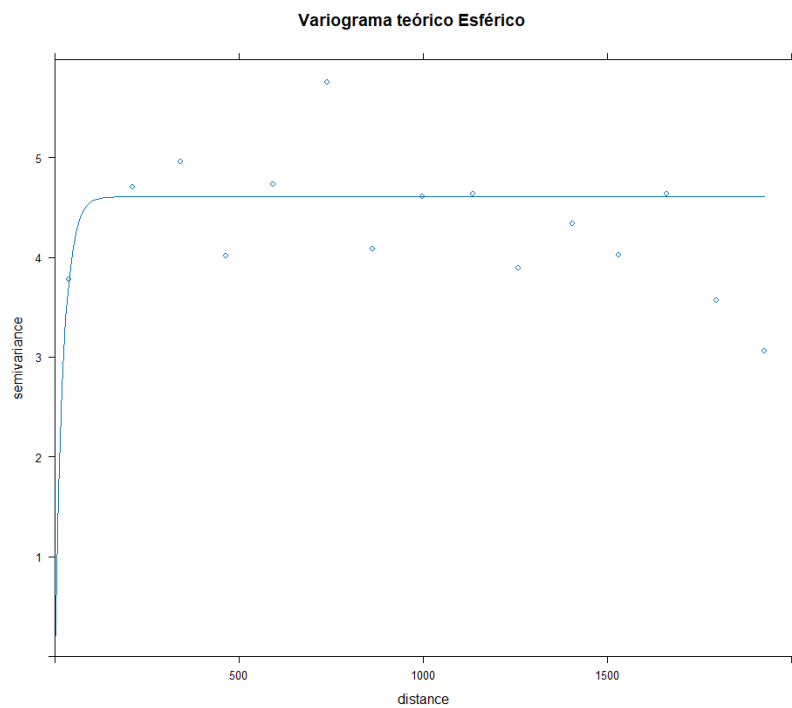


Figura 35

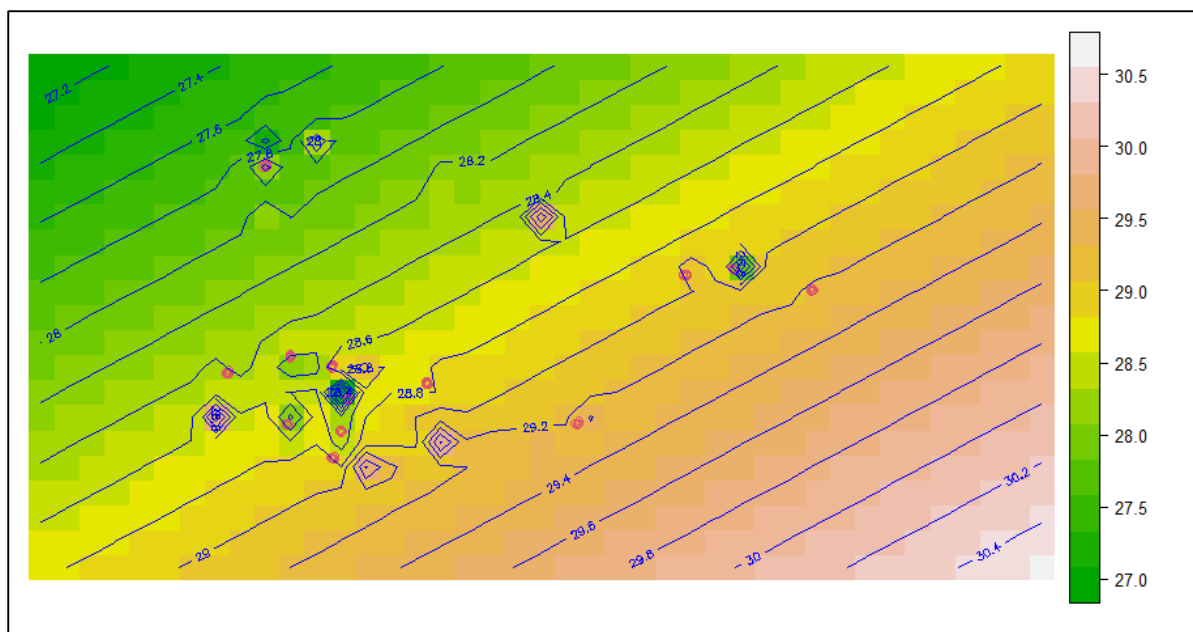
Semivariograma teórico siendo ajustado por el modelo teórico esférico



En la Figura se muestra el patrón espacial del índice WBGT sin considerar zonas de vegetación el cual fue obtenido mediante el proceso conocido como “*kriging universal*” utilizando el modelo teórico esférico ajustado en el semivariograma, siendo base para la presentación de ésta predicción espacial. Se puede observar con las curvas de nivel los valores de predicción del índice WBGT a lo largo de las diferentes zonas (los puntos rojos muestran las zonas de los valores observados en situ), con un error cuadrático medio equivalente a 378.3393 siendo un valor bastante alto por mostrar que los valores tomados in situ son bastantes alejados generando así gran variabilidad.

Figura 36

Predicción espacial del índice WBGT sin considerar zonas de vegetación

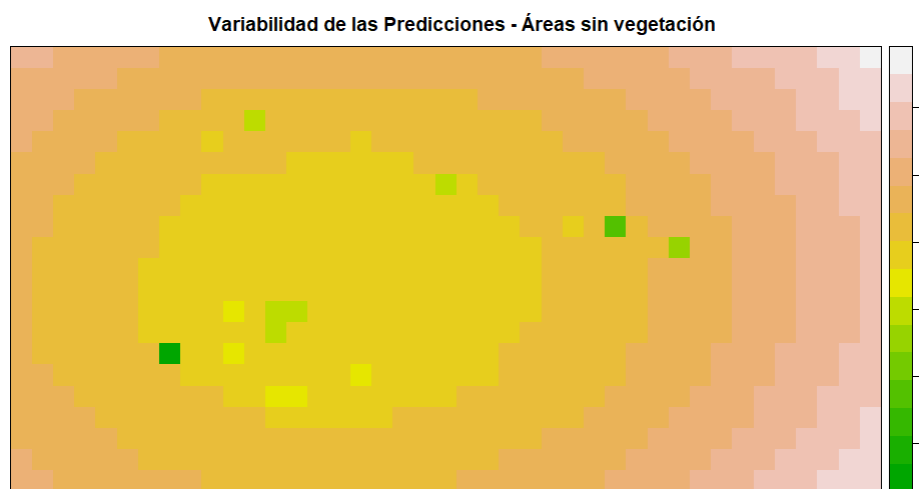


En la Figura 36 se muestra el patrón espacial del índice WBGT sin considerar zonas de vegetación el cual fue obtenido mediante el proceso conocido como “*kriging universal*” utilizando el modelo teórico esférico ajustado en el semivariograma, siendo base para la presentación de ésta predicción espacial. La predicción espacial del índice WBGT sin considerar zonas con cobertura vegetal arbórea revela una distribución térmica más uniforme, con valores que oscilan entre 27.0 °C y 30.5 °C. Se observa un gradiente térmico creciente de

oeste a este, indicando mayor acumulación de calor en zonas desprovistas de vegetación. Asimismo, se identifican núcleos térmicos localizados que podrían representar áreas críticas de sobrecalentamiento urbano. El mapa fue generado mediante kriging universal con modelo esférico ajustado al semivariograma, permitiendo una estimación continua del índice WBGT en el área de estudio.

Figura 37

Variabilidad de las predicciones del índice WBGT considerando áreas sin vegetación.



La figura 37 nos muestra la variabilidad espacial del índice Web Bulb Glob Temperature en áreas que carecen de árboles, donde se observa una mayor concentración de valores elevados (zonas en tonos amarillos y naranjas), indicando condiciones de mayor estrés térmico en ausencia de árboles.

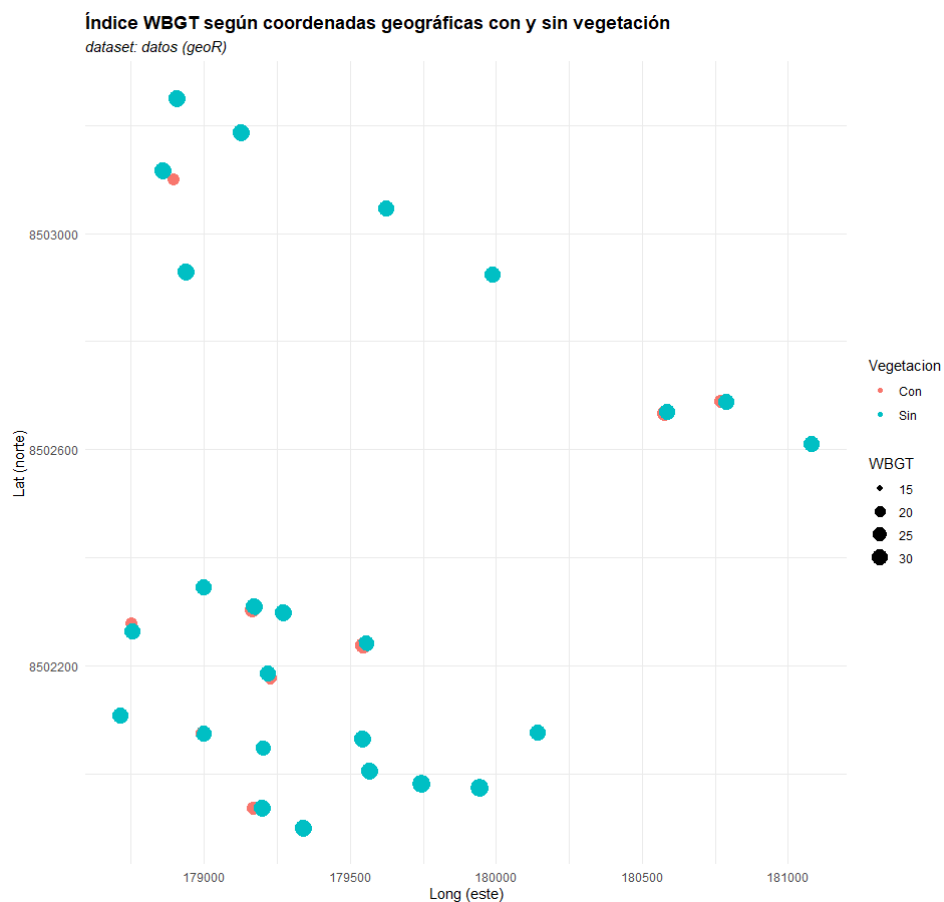
4.3. Puntos críticos representativos de estrés térmico

Los puntos críticos se definieron con base en los valores más elevados del índice WBGT y en la ausencia de cobertura arbórea. Para la representación espacial se empleó la georreferenciación de los sitios de muestreo mediante coordenadas U.T.M. Los datos fueron organizados sistematizados y procesados en hojas de cálculo luego por un software estadístico R studio para la visualización espacial, generando gráficos de dispersión (scatter plots) y mapas de calor que permitieron ubicar las áreas con mayor riesgo de estrés térmico.

Se consideraron como críticos aquellos sectores donde el WBGT superó los límites de confort térmico establecidos por la norma ISO 724

Figura 38

Diagrama de dispersión del Índice WBGT según coordenadas geográficas con y sin vegetación



En el presente reporte de resultados, se da a conocer la predicción espacial del índice WBGT medido en el distrito de Wanchaq – Cusco. En la Figura 38 se observa el diagrama de dispersión (Scatter plot) de los valores del índice WBGT que fueron medidos en puntos georreferenciados tanto para la longitud y latitud en el mencionado distrito, los datos que fueron medidos con y sin vegetación en diferentes zonas. Se puede observar que a medida que aumenta el tamaño de los círculos indica mayor índice WBGT (mediciones entre 25°C y 30°C).

Mapa de calor

Un mapa de calor sirve para expresar características espaciales de la distribución e intensidad de un fenómeno específico en una determinada área geográfica. Es un recurso gráfico que permite la visualización de asociaciones en sistemas complejos, en especial cuando se espera que las relaciones sigan una dirección específica (Haarman et al., 2015).

Además, el mapa de calor es una herramienta que ayuda a visualizar datos en forma de matriz usando colores. Estos son de dos tipos: mapas espaciales, que muestran patrones geográficos como por la temperatura global o actividad web, y mapas de cuadrícula, que organizan los valores de las variables en celdas de colores. Los mapas de cuadrícula reordenan filas y columnas mediante agrupamiento jerárquico, agrupando patrones similares, por lo que también se llaman mapas de calor de clúster (Gu, 2022).

4.3.1. Mapa de calor con presencia de vegetación

En la Figura 39 Mapa de Calor del distrito de Wanchaq con vegetación se observa la distribución del estrés térmico en las principales avenidas y áreas comunes del distrito de Wánchaq. El análisis mostrado se basa en una superposición de datos geoespaciales con puntos de monitoreo, identificados según su nivel de cobertura vegetal. La información fue procesada utilizando el programa QGIS, lo que permitió generar una visualización precisa de las zonas críticas.

Asimismo, se tomó en cuenta el índice WBGT. Los resultados obtenidos reflejan una clara relación entre la cobertura vegetal y la disminución del estrés térmico, evidenciando el rol fundamental de las especies arbóreas presentes en su mayoría especies arbóreas no nativas en la regulación térmica del entorno urbano. Este mapa es una herramienta esencial para la toma de decisiones en la planificación urbana y en la implementación de estrategias de mitigación frente al cambio climático.

Este tipo de análisis es crucial para proponer estrategias de mitigación basadas en la implementación de infraestructura verde y la conservación de espacios naturales en entornos urbanos.

a) Ubicación Geográfica

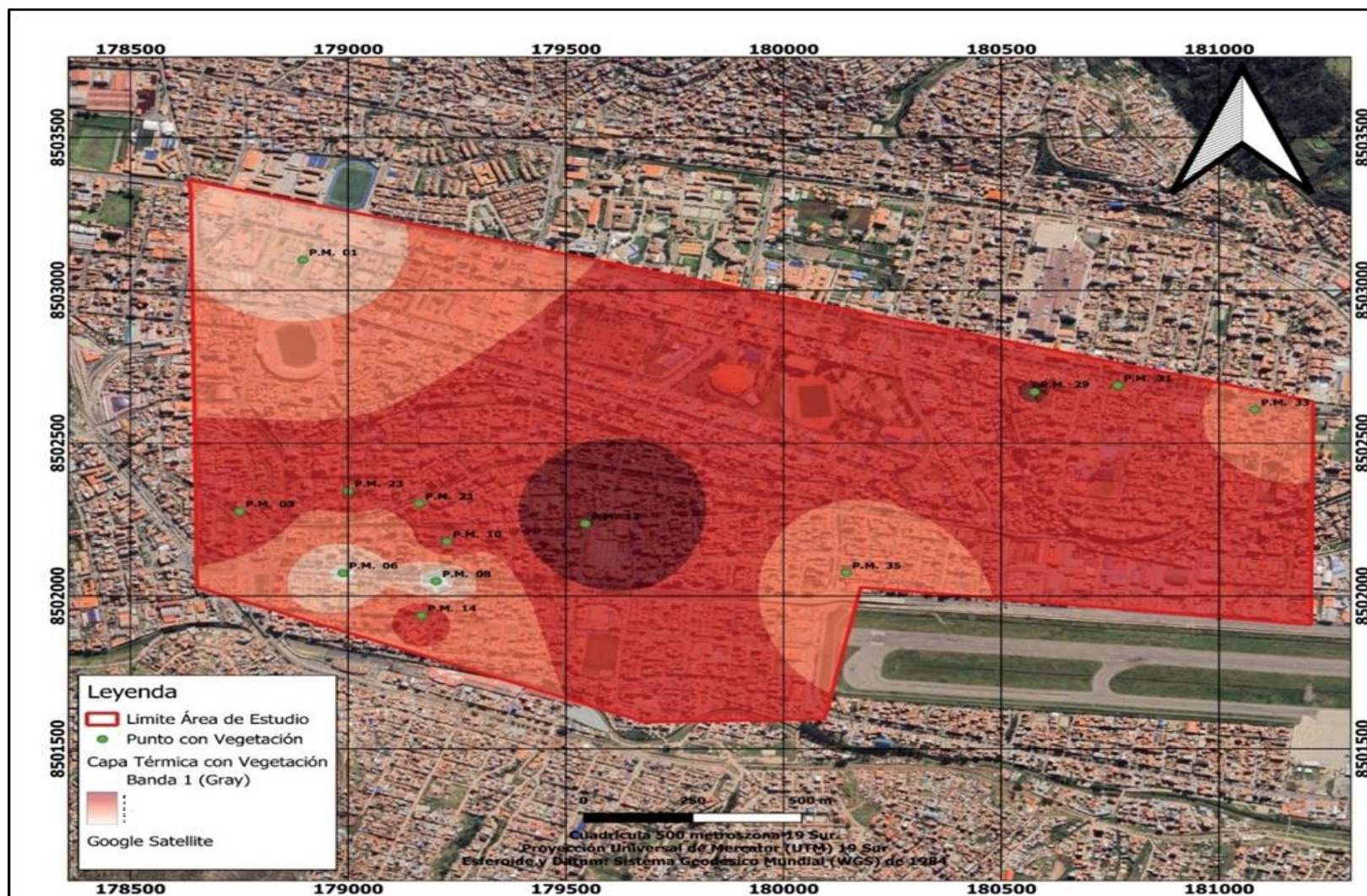
El mapa del distrito de Wánchaq, provincia de Cusco, Perú, presenta un análisis detallado del índice WBGT, en áreas con cobertura vegetal.

Para la representación del área de estudio, se utilizó una imagen satelital de alta resolución obtenida mediante Google Earth Pro, que fue procesada y georreferenciada en QGIS. Este enfoque permitió delimitar con precisión las zonas de monitoreo, clasificándolas según su nivel de cobertura vegetal.

Los datos obtenidos brindan una visión clara de la distribución espacial del estrés térmico, evidenciando que las áreas con mayor cobertura vegetal presentan índices WBGT significativamente más bajos en comparación con las zonas urbanizadas sin vegetación.

Figura 39

Mapa de Calor del distrito de Wanchaq con vegetación



b) Descripción del Mapa de Calor del distrito de Wanchaq con vegetación.

Elementos principales

- **Límite del Área de Estudio:**

Se delimita el área de estudio con una línea roja continua, abarcando avenidas principales, áreas comunes, y zonas de interés dentro del distrito.

- **Puntos de Monitoreo:**

Se identifican puntos específicos de monitoreo con vegetación arbórea, marcados con iconos verdes y numerados como P.M. (Punto de Monitoreo). Ejemplos: P.M. 03, P.M. 06, P.M. 35, entre otros.

- **Capa Térmica:**

La capa térmica, mostrada en tonos grises y rojos, indica la intensidad del estrés térmico. Las zonas más oscuras representan áreas de mayor temperatura superficial (índice más alto en la escala de 1 a 5).

Leyenda

Leyenda: La leyenda detalla:

- Límite del área de estudio.
 - Puntos con vegetación.
 - Gradiente de la capa térmica .
- **5 (Rojo oscuro):** Representa la categoría más alta, la más intensa.
 - **4 (Rojo intermedio):** Es el siguiente nivel de intensidad.
 - **3 (Rojo claro):** Un valor moderado.
 - **2(Naranja claro):** Un valor bajo.
 - **1 (Blanco o muy pálido):** Es la categoría más baja o menos intensa.

c) Interpretación.

El mapa evidencia la distribución del estrés térmico en función de la cobertura vegetal. Se observa que las áreas con vegetación (representadas por los puntos de monitoreo) presentan menores índices térmicos en comparación con áreas densamente urbanizadas o sin vegetación. El mapa muestra la conexión entre la cobertura vegetal arbórea y la distribución del estrés térmico en el distrito de Wánchaq. Se observa claramente que las áreas con presencia de vegetación arbórea, identificadas por los puntos de monitoreo (P.M.), presentan temperaturas superficiales más bajas, reflejadas en las tonalidades más claras de la capa térmica. Por el contrario, las zonas urbanizadas con poca o nula vegetación, como calles y edificaciones, exhiben tonalidades más oscuras, indicando un mayor nivel de estrés térmico.

Esto evidencia el efecto termorregulador de la vegetación arbórea, alineándose con estudios previos sobre el impacto de la cobertura vegetal en la reducción de la temperatura ambiente (Gómez et al., 2016)."

4.3.2. *Mapa de calor sin presencia de vegetación*

El Mapa de Calor del distrito de Wanchaq sin vegetación es un mapa que corresponde al distrito de Wánchaq, provincia de Cusco, Perú, y presenta un análisis detallado del WBGT. Para la representación del área de estudio, se utilizó una imagen satelital de alta resolución obtenida mediante Google Earth, la cual luego fue procesada en QGIS para garantizar una georreferenciación precisa.

El análisis se enfocó en este caso corresponde a zonas urbanas caracterizadas por la ausencia de vegetación arbórea, lo que permitió identificar áreas críticas con altos niveles de estrés térmico. Estos resultados destacan la vulnerabilidad térmica de las superficies construidas, como pavimentos y edificaciones, que contribuyen significativamente al efecto de isla de calor urbano.

Con este mapa de calor busca proporcionar una base para el desarrollo de estrategias de mitigación, como el incremento de la vegetación urbana y la adopción de materiales reflectivos, con el fin de mejorar el confort térmico en entornos altamente urbanizados.

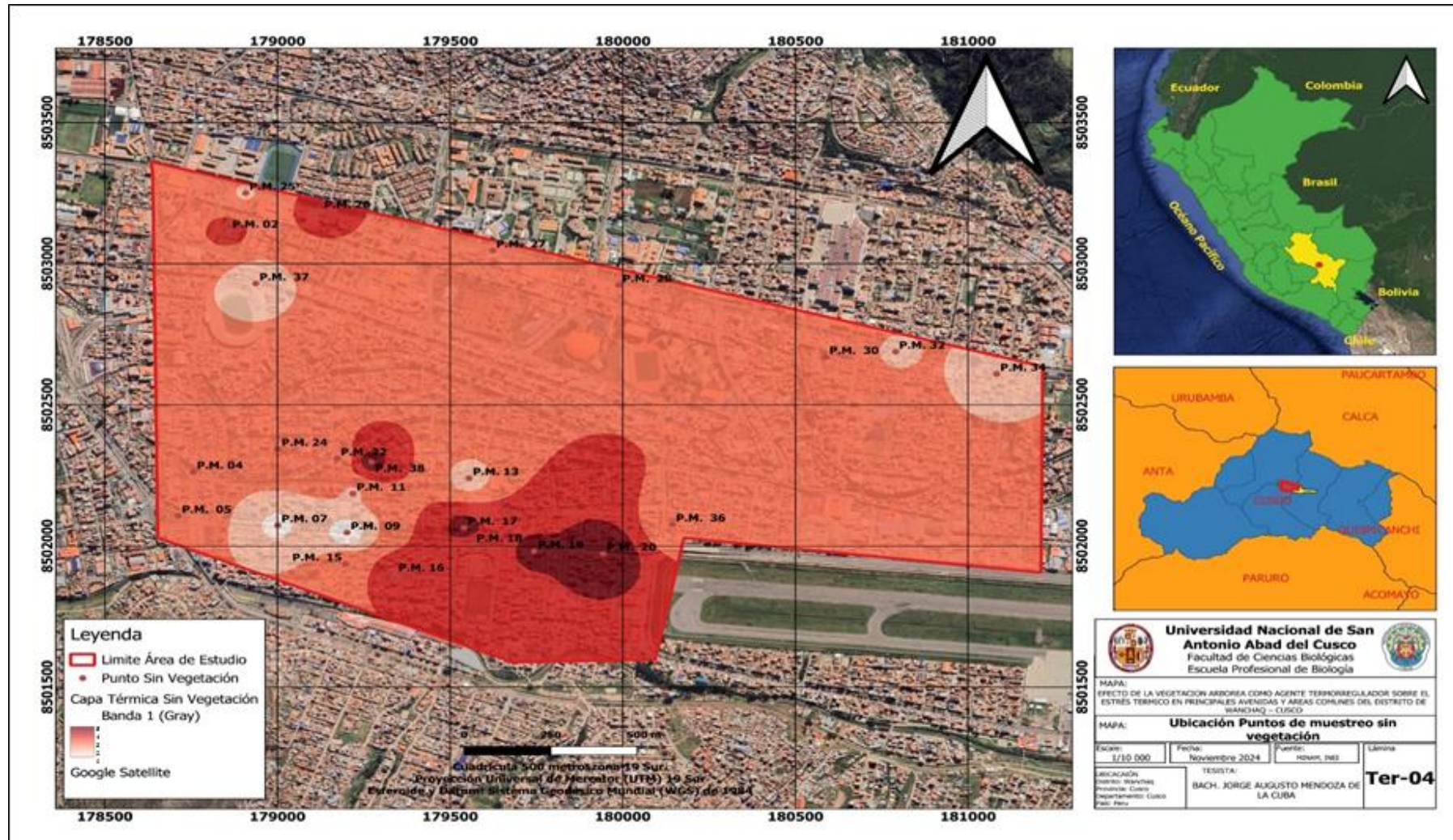
a) Ubicación Geográfica.

El mapa corresponde al distrito de Wánchaq, ubicado en la provincia de Cusco, Perú, y presenta un análisis detallado del índice WBGT en áreas sin cobertura vegetal. Este análisis se enfocó en identificar zonas urbanas expuestas a altos niveles de estrés térmico debido a la ausencia de vegetación.

Para la representación del área de estudio, se utilizó una imagen satelital obtenida mediante Google Earth Pro, la cual fue procesada y georreferenciada con herramientas SIG (Sistemas de Información Geográfica). La precisión de esta metodología permitió delimitar las zonas urbanizadas y evaluar sus características térmicas en relación con su entorno.

Figura 40

Mapa de Calor del distrito de Wanchaq sin vegetación



b) Descripción del Mapa de Calor del distrito de Wanchaq sin vegetación

Elementos principales

- **Límite del Área de Estudio:**

El área analizada está delimitada por una línea roja continua, que incluye avenidas principales, zonas residenciales, y áreas cercanas al aeropuerto.

- **Puntos de Monitoreo:**

Se identifican 17 puntos de monitoreo sin vegetación, marcados con símbolos rojos y numerados (P.M. 01, P.M. 04, P.M. 16, P.M. 36, etc.). Estos puntos representan zonas estratégicas seleccionadas para evaluar el impacto térmico en ausencia de cobertura arbórea.

- **Capa Térmica:**

La capa térmica se presenta en una escala de grises y rojos, donde las tonalidades más oscuras (valor 5) indican las áreas con temperaturas superficiales más altas, y las más claras (valor 1) representan temperaturas menores. Este gradiente térmico permite visualizar claramente las zonas críticas en términos de estrés térmico.

Leyenda

La leyenda del mapa describe los siguientes elementos:

- Límite del área de estudio.
- Puntos sin vegetación.
- Gradiente de la capa térmica (escala de valores de 1 a 5).

Nivel de Intensidad de Calor

- **5 (Rojo oscuro):** Mayor intensidad de calor (zonas muy calientes).
- **4 (Rojo intermedio):** Alta intensidad de calor.
- **3 (Rojo claro):** Calor moderado.
- **2 (Naranja claro):** Baja intensidad de calor.

- **1 (Blanco o pálido):** Menor intensidad de calor .

c) Interpretación

El mapa destaca cómo la ausencia de vegetación en las áreas urbanizadas incrementa significativamente la temperatura superficial, generando un estrés térmico elevado. Las zonas con mayor densidad de edificaciones y pavimento, como las avenidas principales y áreas cercanas al aeropuerto, presentan las temperaturas más altas, reforzando la idea de que estas áreas son altamente vulnerables al fenómeno de islas de calor urbanas.

Este mapa muestra la distribución del estrés térmico en el distrito de Wánchaq en relación con los puntos de monitoreo sin cobertura vegetal arbórea. Se utiliza una capa térmica en escala de grises y tonos rojizos para representar las temperaturas superficiales y su intensidad en distintas áreas. Este mapa pone en evidencia la importancia de priorizar la arborización en las zonas críticas identificadas. Implementar estrategias de planificación urbana que incluyan la creación de áreas verdes podría ser una solución efectiva para mitigar el estrés térmico y mejorar la calidad ambiental en el distrito de Wánchaq.

DISCUSIÓN

El presente estudio permitió evidenciar variaciones en los niveles de estrés térmico en distintos puntos del distrito de Wánchaq, diferenciando entre zonas con y sin cobertura vegetal arbórea. Se observó una tendencia clara: el estrés térmico fue considerablemente mayor en las áreas sin vegetación, en comparación con aquellas que cuentan con cobertura arbórea. Esta diferencia sugiere que la presencia de vegetación arbórea desempeña un papel fundamental como regulador térmico natural en entornos urbanos.

La media del WBGT en las zonas con cobertura vegetal fue de 20.0 °C, mientras que en las zonas sin vegetación alcanzó los 28.7 °C. Esta diferencia notable confirma el papel mitigador de la vegetación arbórea sobre el estrés térmico, en concordancia con lo reportado por Bustamante (2021), quien indicó que el arbolado urbano mejora las condiciones de confort térmico en espacios abiertos. Asimismo, Cárdenas (2019), en un estudio realizado en Brasil, demostró que la densidad arbórea puede reducir la temperatura del suelo hasta en 25 °C, reforzando la importancia de los árboles en la moderación del clima urbano.

El análisis de la variabilidad térmica también mostró diferencias relevantes. Aunque la desviación estándar en zonas sin vegetación fue ligeramente menor (2.10 °C) que en las zonas con árboles (2.56 °C), esta diferencia puede atribuirse a que las zonas sin cobertura arbórea presentan temperaturas altas de forma más constante a lo largo del día. En contraste, las áreas con vegetación exhiben una mayor fluctuación térmica, posiblemente por la interacción de factores como la sombra, la humedad y la circulación del aire bajo la copa de los árboles. Este fenómeno ha sido descrito por Duval et al. (2019), quienes concluyeron que la temperatura bajo el dosel arbóreo es significativamente menor en comparación con áreas expuestas al sol, lo que contribuye a un entorno más confortable para los habitantes.

Además, Rubiano (2019) observó en Bogotá que la distribución desigual de la infraestructura verde afecta la capacidad de regulación térmica en las ciudades, lo cual podría

explicar las variaciones en los valores de WBGT observadas en diferentes sectores de Wánchaq. Esto pone en evidencia la necesidad de una planificación urbana más equitativa en la distribución del arbolado.

Desde una perspectiva nacional, los hallazgos de este estudio concuerdan con investigaciones desarrolladas en el contexto Peruano. Por ejemplo, Yanavilca Anticona (2021) y Sierralta (2021) destacaron la influencia del arbolado urbano en la mitigación del estrés térmico en distintas ciudades del país. En particular, Fuentes (2018), en Arequipa, resaltó el papel de especies como *Morus nigra* y *Casuarina equisetifolia* en la regulación de los microclimas urbanos, lo cual sugiere la importancia de identificar y utilizar especies con alto potencial termorregulador en futuras estrategias de arborización en Wánchaq.

Finalmente, los resultados de este estudio refuerzan la necesidad de incorporar políticas de conservación de espacios verdes en el distrito de Wánchaq como medida efectiva para reducir el estrés térmico y mejorar el bienestar urbano. La evidencia presentada respalda el diseño de estrategias de infraestructura verde orientadas a mitigar los efectos del cambio climático y la mala toma de decisiones en cortar los árboles y mala planificación de parques , con miras a lograr ciudades más saludables, resilientes y sostenibles.

CONCLUSIONES

- Las especies arbóreas presentes en las principales avenidas y áreas comunes del distrito de Wánchaq han demostrado un papel fundamental como agentes termorreguladores del entorno urbano. A través del estudio se determinaron 08 géneros, que cumplen un rol activo como agentes termorreguladores en el entorno urbano, contribuyendo a la mitigación del estrés térmico. Entre todas, *Fraxinus americana* (Fresno) destaca como la especie con mayor capacidad termorreguladora, evidenciando una significativa reducción de temperatura ambiental.
- El cálculo del índice WBGT en las zonas con y sin cobertura vegetal arbórea ha demostrado diferencias significativas en los niveles de estrés térmico entre ambos grupos. Las áreas con cobertura vegetal arbórea presentan menores valores del índice WBGT, lo que indica condiciones más favorables para el confort térmico, los valores de WBGT son mucho más elevados en zonas sin cobertura arbórea, lo que incrementa el riesgo de sufrir estrés térmico, especialmente durante las horas de mayor radiación solar.
- Las áreas comunes con menor presencia de sombras naturales son los principales focos de estrés térmico, entre estos puntos críticos destacan tramos expuestos directamente a la radiación solar, , sin árboles que mitiguen el aumento de temperatura del ambiente, los valores altos de acuerdo a los mapas de calor se observan principalmente en los puntos de monitoreo, Paradero UNSAAC ,Paradero Amauta , y Tercer al Quinto Paradero de la Urb. Ttio. por no presentar cobertura arbórea. Los valores bajos considerados aceptables a moderados se registran en puntos con vegetación, como el Primer al Segundo Paradero de la Urb. Ttio La Florida, Parque Navarrete y el CEBA José de San Martín .
- La presencia de vegetación arbórea tiene efecto termorregulador en principales avenidas y áreas comunes del distrito de Wanchaq como agente termorregulador sobre el estrés térmico.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda implementar mayor cobertura vegetal en los puntos críticos para mitigar el estrés térmico y desarrollar un programa de capacitación y concientización que involucre a funcionarios y a la comunidad en la plantación y cuidado de especies arbóreas presentes en la jurisdicción del distrito. Este programa debe incluir talleres prácticos y campañas informativas, con el objetivo de fomentar la plantación de especies arbóreas en parques, plazas y áreas comunes.
2. Debe considerarse establecer un protocolo estandarizado para la medición del Índice WBGT en diferentes entornos, especialmente del distrito antes considerado Jardín, acompañado de un programa de monitoreo regular en diversas áreas comunes. Esto permitirá obtener datos sobre las condiciones térmicas y facilitará la implementación de estrategias efectivas para proteger la salud pública y mejorar el confort térmico en la comunidad.
3. Se sugiere implementar un programa de conservación que se enfoque en la preservación de las áreas comunes como parques, plazas, bulevares, etc., asegurando que no sean transformadas en espacios destinados a canchas sintéticas y/o administrativas. Este programa podría incluir campañas de sensibilización dirigidas a la comunidad sobre la importancia de los árboles como reguladores térmicos, así como la organización de actividades de mantenimiento y limpieza en estos espacios para fomentar su cuidado y uso sostenible. Se recomienda priorizar especies arbóreas con alta capacidad termorreguladora y adaptabilidad al clima local, tales como pino (*Pinus spp.*), molle (*Schinus molle*), sauces (*Salix spp.*) y fresnos (*Fraxinus spp.*).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón Ramírez, A. (2009). Análisis de la relación entre morfología y microclima urbano y el material particulado en las comunas de Santiago Centro y Las Condes [Tesis de Maestría, Universidad de Chile]. Repositorio MGPA. <https://mgpa.forestaluchile.cl/Tesis/Alarc%C3%B3n,%20Alicia.pdf>
- Alexiades, M. N., & Wood Sheldon, J. (1996). Selected Guidelines for Ethnobotanical Research: A Field Manual (Vol. 10). https://www.flacsoandes.edu.ec/sites/default/files/agora/files/1360094912.fa_agora_2013_szent6.pdf
- Alzamora Taype, I., & Poblete Loyola, M. (2012). Evaluación de gases efecto invernadero en la cuenca atmosférica del Valle del Cusco [Tesis de Titulación, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. Repositorio Institucional UNSAAC. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/1107>
- Budd, G. M. (2008). Wet-bulb globe temperature (WBGT)—Its history and its limitations. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 11(1), 20-32. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2007.07.003>
- Bustamante Zapata, A. M. (2021). Influencia del arbolado urbano en el confort térmico en espacios abiertos. Caso de estudio en Bogotá D.C. (Colombia) [Tesis de Maestría, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio Institucional Universidad Distrital. <https://repository.udistrital.edu.co/items/e31a9c13-cfa8-468b-b2a9-bfaeaf64f787>
- Cárdenas Celis, A. M. (2019). La influencia de la arborización y de la pavimentación en el confort térmico urbano en la avenida Leopoldo Machado, Macapá- Brasil, 2017 [Tesis de Maestría, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio Institucional de la Universidad

- Ricardo Palma. <https://repositorio.urp.edu.pe/entities/publication/8e516672-f9a1-4efb-aa6b-fc60e85f510a>
- Casillas Higuera, Á., & Garcia Cueto, R. (2009). Microclima Urbano: La Isla Urbana de Calor. Congreso Nacional de Estudiantes de Posgrado del Instituto de Ingeniería, UABC. https://www.researchgate.net/publication/271840822_Microclima_Urbano_La_Isla_Urbana_de_Calor
- Chica-Olmo, M., & Abarca-Hernández, F. (2000). Computing geostatistical image texture for remotely sensed data classification. *Computers & Geosciences*, 26(4), 373-383. [https://doi.org/10.1016/S0098-3004\(99\)00118-1](https://doi.org/10.1016/S0098-3004(99)00118-1)
- Chui, A. C., Gittelsohn, A., Sebastian, E., Stamler, N., & Gaffin, S. R. (2018). Urban heat islands and cooler infrastructure – Measuring near-surface temperatures with hand-held infrared cameras. *Urban Climate*, 24, 51-62. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2017.12.009>
- Corral Dávalos, L. (2019). Estadística y Técnicas Experimentales para la Investigación Biológica. Editorial Universitaria Abya-Yala. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19040/1/Estad%C3%ADsticas%20y%20t%C3%A9cnicas%20experimentales.pdf>
- Duval, V. S., Benedetti, G. M., & Baudis, K. (2020). El impacto del arbolado de alineación en el microclima urbano. Bahía Blanca, Argentina. *Investigaciones Geográficas*, 73, 171-188. <https://doi.org/10.14198/INGEO2020.DBB>
- Emck, P., Moreira-Muñoz, A., & Richter, M. (2006). El clima y sus efectos en la vegetación. Botánica económica de los Andes Centrales, 11-36. <https://www.beisa.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdf/Capitulo%2002.pdf>

- Ferrelli, F., & Piccolo, M. C. (2017). Estudio del confort climático a escala micro-local. El caso de la ciudad de Bahía Blanca (Argentina). *Bitácora Urbano Territorial*, 27(3), 91-100.
<https://doi.org/10.15446/bitacora.v27n3.56995>
- Fuentes Huanqui, G. M. (2018). La Isla de Calor y la Incidencia de la Arborización Urbana en el Confort Térmico del Centro Histórico de la Ciudad de Arequipa 2017 [Tesis de Maestría, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio Institucional de la Universidad Católica de Santa María. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/items/ab65abfa-0389-48da-a2b6-76c8bab6c1a0>
- Gentry, A. H. (1993). A field guide to the families and genera of woody plants of Northwest South America (with supplementary notes on herbaceous taxa). Conservation International. Conservation International.
- Gómez Arias, V. (2020). Beneficios de los árboles en el confort térmico de las viviendas [Trabajo de Grado, Universidad EIA].
<https://repository.eia.edu.co/server/api/core/bitstreams/5e10949a-5291-4c02-96a0-8506e4da98ee/content>
- González Betanzos, F., Escoto Ponce de León, M. del C., & Koral Chávez López, J. (2017). Estadística aplicada en psicología y ciencias de la salud. Editorial El Manual Moderno.
- Gu, Z. (2022). Complex heatmap visualization. *iMeta*, 1(3), e43.
<https://doi.org/10.1002/imt2.43>
- Gutiérrez, R. E., Guerra, K. B., & Gutiérrez, M. D. (2018). Evaluación de Riesgo por Estrés Térmico en Trabajadores de los Procesos de Incineración y Secado de una Empresa de Tableros Contrachapados. *Información Tecnológica*, 29(3), 133-144.
<https://doi.org/10.4067/S0718-07642018000300133>
- Haarman, B. C. M. (Benno), Riemersma-Van Der Lek, R. F., Nolen, W. A., Mendes, R., Drexhage, H. A., & Burger, H. (2015). Feature-expression heat maps – A new visual

- method to explore complex associations between two variable sets. *Journal of Biomedical Informatics*, 53, 156-161. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2014.10.003>
- Hernández, E. M. (2020). Cámaras Termográficas (IR térmico) [Trabajo Fin de Grado, Universidad de La Laguna]. Repositorio Institucional de la Universidad de La Laguna. <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/21422/Camaras%20termograficas%20%28IR%20termico%29.pdf>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta (1ra ed.). McGraw-Hill Interamericana Editores S.A. de C.V.
- Hunter, C. H., & Minyard, C. O. (1999). Estimating web bulb globe temperature using standard meteorological measurements (2da ed.). Conference on Environmental Applications. <https://sti.srs.gov/fulltext/ms9900757/ms9900757.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). Cusco. Resultados definitivos: Vol. Tomo I. INEI. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1559/08TOMO_01.pdf
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2023). Notas Técnicas de Prevención 1.189. Evaluación del riesgo de estrés térmico: Índice WBGT. Centro Nacional de Condiciones de Trabajo. <https://www.sesst.org/wp-content/uploads/2024/02/ntp-1189-evaluacion-del-riesgo-de-estres-termico.indice-wbgt-24-11-2023.pdf>
- Journel, A. G., & Huijbregts, C. J. (1978). *Mining Geostatistics*. Academic Press.
- Liu, Q., Li, M., Wang, W., Jin, S., Piao, H., Jiang, Y., Li, N., & Yao, H. (2025). Infrared thermography in clinical practice: A literature review. *European Journal of Medical Research*, 30(1), 33. <https://doi.org/10.1186/s40001-025-02278-z>

- Mancera Fernández, M., Mancera Ruíz, J. R., Mancera Ruía, M. R., & Mancera Ruíz, M. T. (2012). Seguridad e higiene industrial: Gestión de riesgos. Alfaomega Colombia. https://www.academia.edu/36319515/Seguridad_e_higiene_industrial_Mancera_Fernandez_Mario_Alfaomega_Colombia_pdf_1_1_1_
- Matteucci, S. D., & Colma, A. (1982). Metodología para el estudio de la vegetación (Vol. 22). https://aprobioma.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/03/metod_para_el_estudio_de_la_vegetacion_archivo1.pdf
- Montoya, L. D., Mauney, D. C., & Srubar, W. V. (2017). Investigation of efficient air pollutant removal using active flow control. *Building and Environment*, 122, 134-144. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.06.012>
- Municipalidad Distrital de Wanchaq. (2019). Presupuesto Institucional de Apertura 2020 [Documento PDF]. https://www.leyes.congreso.gob.pe/Documentos/2016_2021/Consejo_Directivo/Documentos_Otras_Instituciones/OFICIO-003-2019-MDW-C.pdf
- Observatorio Meteorológico Luis Olazo Olivera - Perayoc. (2024). Datos meteorológicos de Temperatura, Precipitación, Horas de sol, Vientos y Humedad relativa.
- Odum, E. P., & Sarmiento, F. O. (2018). *Ecology: A bridge between science and society* (2da ed.). McGraw-Hill Interamericana. <https://es.scribd.com/document/581060202/Odum-y-Sarmiento-1998-Ecologia-El-Puente-Entre-Ciencia-y-Sociedad-1-240>
- Paes Villar, Á. (2021). Estudio de la isla urbana de calor [Tesis de Titulación, Universidad de Valladolid]. UVaDOC: Repositorio Documental UVa. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/50721>
- Programa de Adaptación al Cambio Climático PACC - Perú. (2012). Caracterización climática de las regiones Apurímac y Cusco. SENAMHI.

[https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/siar-
apurimac/archivos/public/docs/1479.pdf](https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/siar-
apurimac/archivos/public/docs/1479.pdf)

- Ramírez, J., & González, M. (2019). Evaluación del confort térmico y estrés por calor en espacios urbanos. Editorial Ambiental.
- Rosas Pérez, I., Carranza Ortiz, G., Nava Cruz, Y., & Larqué Saavedra, A. (2006). 6. La percepción sobre la conservación de la cobertura vegetal. En Más allá del cambio climático: Las dimensiones psicosociales del cambio ambiental global (pp. 123-140). Instituto Nacional de Ecología.
- Rubiano Calderón, K. D. (2019). Distribución de la infraestructura verde y su capacidad de regulación térmica en Bogotá, Colombia. Colombia forestal, 22(2), 83-100.
<https://doi.org/10.14483/2256201X.14304>
- Santamouris, S. (2014). Enfriar las ciudades: Una revisión de las tecnologías de mitigación de techos reflectantes y verdes para combatir la isla de calor y mejorar el confort en entornos urbanos. Energía solar, 103, 682-703.
<https://doi.org/10.1016/j.solener.2012.07.003>
- Sierralta Escudero, N. (2021). Efecto del Arbolado urbano en el confort térmico del peatón en la Av. Evitamiento de la ciudad de Tarapoto – 2020 [Tesis de Maestría, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio Institucional de la Universidad Ricardo Palma.
[https://repositorio.urp.edu.pe/entities/publication/1ec60faf-5551-4e1d-82ec-
de3d7336ed72](https://repositorio.urp.edu.pe/entities/publication/1ec60faf-5551-4e1d-82ec-de3d7336ed72)
- Student. (1908). The Probable Error of a Mean. Biometrika, 6(1), 1-25.
[https://seismo.berkeley.edu/~kirchner/eps_120/Odds_n_ends/Students_original_paper
.pdf](https://seismo.berkeley.edu/~kirchner/eps_120/Odds_n_ends/Students_original_paper.pdf)
- Takagi, H., Esteban, M., Mikami, T., & Fujii, D. (2016). Projection of coastal floods in 2050 Jakarta. Urban Climate, 17, 135-145. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2016.05.003>

- Triola, M. F. (2022). Estadística (14va ed). Pearson Educación.
https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w23962w/Estadistica_Triola.pdf
- Vásquez, A. E. (2016). Infraestructura verde, servicios ecosistémicos y sus aportes para enfrentar el cambio climático en ciudades: El caso del corredor ribereño del río Mapocho en Santiago de Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*, 63, 63-86.
<https://www.scielo.cl/pdf/rgeong/n63/art05.pdf>
- Villaseñor, J. L. (2016). Checklist of the native vascular plants of México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(3). <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017>
- Visión TIR. (s. f.). Caso de Estudio: Monitorizar, optimizar y reducir la temperatura industrial con termografía infrarroja. <https://visiontir.com/es/caso-de-estudio-monitorizar-optimizar-y-reducir-la-temperatura-industrial-con-termografia-infrarroja/>
- Yanavilca Anticona, O. C. (2021). Isla de calor urbano y su incidencia en el confort térmico de espacios públicos del sector El Progreso- Huanchaco 2018 [Tesis Doctoral, Universidad César Vallejo]. Repositorio de la Universidad César Vallejo.
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/56530/Yanavilca_AOC-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

Anexo 01. Promedios de monitoreos

Puntos de Monitoreo	Nombre del Punto de Monitoreo	Vegetación	COORDENADA UTM	Vegetación	WBGT °C 1	WBGT °C 2	WBGT °C 3	WBGT °C 4	WBGT °C 5	WBGT °C 6	PROMEDIO °C
P.M. N ° 01	Plaza Tupac Amaru	Con	19 L 178896.51 m E 8503099.90 m S	Con	21,4	17,6	17,7	17,7	16,3	18,8	18,26
P.M. N ° 02	Plaza Tupac Amaru	Sin	19 L 178858.75 m E 8503116.67 m S	Sin	31,4	28,3	27,0	30,1	30,0	29,0	29,29
P.M. N ° 03	Av. La Paz Línea del Ferrocarril	Con	19 L 178750.87 m E 8502276.84 m S	Con	21,8	19,3	21,1	20,7	20,4	21,5	20,80
P.M. N ° 04	Av. La Paz Línea del Ferrocarril	Sin	19 L 178756.03 m E 8502261.87 m S	Sin	27,7	27,3	28,0	29,5	27,2	29,5	28,20
P.M. N ° 05	Ovalo Pachacutec	Sin	19 L 178712.35 m E 8502106.60 m S	Sin	28,5	27,2	27,2	30,3	29,1	29,9	28,71
P.M. N ° 06	Primer Puente Urb. Ttio - La Florida	Con	19 L 178988.53 m E 8502075.12 m S	Con	18,7	16,4	20,5	15,2	19,6	16,7	17,86
P.M. N ° 07	Primer Puente Urb. Ttio - La Florida	Sin	19 L 179000.52 m E 8502073.31 m S	Sin	23,8	26,1	30,1	26,2	26,7	27,0	26,66
P.M. N ° 08	Paradero Segundo Antiguo Urb. Ttio -La Florida	Con	19 L 179202.24 m E 8502048.08 m S	Con	20,9	17,1	16,4	14,7	18,6	16,6	17,39
P.M. N ° 09	Paradero Segundo Antiguo Urb. Ttio -La Florida	Sin	19 L 179201.21 m E 8502047.48 m S	Sin	24,9	25,4	24,7	27,2	26,6	27,7	26,10
P.M. N ° 10	Plaza Los Capulies	Con	19 L 179226.75 m E 8502177.80 m S	Con	21,9	18,9	22,8	20,6	20,4	19,1	20,63
P.M. N ° 11	Plaza Los Capulies	Sin	19 L 179218.05 m E 8502185.52 m S	Sin	27,5	25,3	28,6	30,3	28,4	27,3	27,89
P.M. N ° 12	Parque S/N Las Palomas	Con	19 L 179544.88 m E 8502236.64 m S	Con	23,7	19,1	29,6	26,7	21,9	19,8	23,48
P.M. N ° 13	Parque S/N Las Palomas	Sin	19 L 179554.97 m E 8502239.90 m S	Sin	25,7	28,5	29,5	29,1	26,7	25,0	27,42
P.M. N ° 14	CEBA Jose de San Martín Av. Jorge Chavez	Con	19 L 179168.55 m E 8501935.48 m S	Con	22,0	21,1	22,3	20,1	18,3	20,0	20,62
P.M. N ° 15	CEBA Jose de San Martín Av. Jorge Chavez	Sin	19 L 179197.05 m E 8501935.91 m S	Sin	25,7	31,0	30,2	29,0	27,5	28,7	28,67
P.M. N ° 16	Parque Sergio Allauca	Sin	19 L 179339.65 m E 8501899.69 m S	Sin	27,5	27,4	32,4	30,6	31,1	30,7	29,96
P.M. N ° 17	Parroquia Sr de los Milagros	Sin	19 L 179540.60 m E 8502064.82 m S	Sin	28,4	31,0	29,5	31,4	30,8	32,0	30,52
P.M. N ° 18	Tercer Paradero de Urb. Ttio La Florida	Sin	19 L 179565.26 m E 8502004.49 m S	Sin	28,8	27,9	31,2	28,2	29,0	32,1	29,54
P.M. N ° 19	Cuarto Paradero de Urb. Ttio	Sin	19 L 179743.02 m E 8501980.98 m S	Sin	29,6	27,7	30,9	29,3	30,3	33,6	30,23
P.M. N ° 20	Quinto Paradero de Urb. Ttio	Sin	19 L 179942.87 m E 8501972.32 m S	Sin	29,3	30,9	28,9	32,0	31,7	34,9	31,26
P.M. N ° 21	Av. Tupac Amaru	Con	19 L 179163.42 m E 8502302.70 m S	Con	26,9	19,1	16,0	20,7	18,8	19,1	20,09
P.M. N ° 22	Av. Tupac Amaru	Sin	19 L 179172.56 m E 8502309.61 m S	Sin	30,9	30,2	22,9	29,5	28,1	28,7	28,38
P.M. N ° 23	Parque Navarrete Kalinowski Urb. San Borja	Con	19 L 179000.69 m E 8502343.79 m S	Con	19,5	20,6	20,8	19,5	21,3	19,7	20,22
P.M. N ° 24	Parque Navarrete Kalinowski Urb. San Borja	Sin	19 L 179000.69 m E 8502343.65 m S	Sin	26,3	29,2	28,8	29,9	28,5	29,5	28,70
P.M. N ° 25	Paradero Garcilazo Av. de la Cultura	Sin	19 L 178908.01 m E 8503250.22 m S	Sin	28,6	22,8	26,1	29,3	29,6	31,1	27,93
P.M. N ° 26	Paradero Amauta Av. de la Cultura	Sin	19 L 179124.70 m E 8503186.44 m S	Sin	31,7	28,9	28,9	29,1	29,7	28,0	29,40
P.M. N ° 27	Paradero UNSAAC Av. de la Cultura	Sin	19 L 179623.43 m E 8503046.34 m S	Sin	29,0	28,7	27,8	29,3	29,5	29,2	28,94
P.M. N ° 28	Paradero Hospital Regional	Sin	19 L 179988.95 m E 8502924.16 m S	Sin	26,4	30,2	26,6	30,7	29,9	29,3	28,85
P.M. N ° 29	Parque España Urb. Santa Monica	Con	19 L 180576.36 m E 8502667.93 m S	Con	20,5	26,8	18,2	17,7	20,4	22,4	21,02
P.M. N ° 30	Parque España Urb. Santa Monica	Sin	19 L 180587.43 m E 8502669.57 m S	Sin	29,6	28,3	27,6	29,4	28,3	30,2	28,89
P.M. N ° 31	Paradero Urb. Santa Rosa	Con	19 L 180767.67 m E 8502688.51 m S	Con	21,4	18,7	18,7	21,6	21,6	22,8	20,81
P.M. N ° 32	Paradero Urb. Santa Rosa	Sin	19 L 180790.30 m E 8502687.97 m S	Sin	28,9	28,8	26,3	26,8	26,8	29,8	27,91
P.M. N ° 33	Paradero Urb. Marcavalle Av. de la Cultura	Con	19 L 181082.52 m E 8502609.42 m S	Con	20,0	19,4	21,3	18,9	20,3	18,1	19,66
P.M. N ° 34	Paradero Urb. Marcavalle Av. de la Cultura	Sin	19 L 181082.52 m E 8502609.33 m S	Sin	26,1	27,8	27,8	27,0	29,7	27,9	27,72
P.M. N ° 35	Av. Peru - Pucllaykancha	Con	19 L 180143.95 m E 8502076.13 m S	Con	20,2	18,3	19,5	20,7	17,8	19,9	19,39
P.M. N ° 36	Av. Peru - Pucllaykancha	Sin	19 L 180143.96 m E 8502075.99 m S	Sin	23,6	28,2	27,2	30,2	29,9	29,8	28,17
P.M. N ° 37	Estadio Garcilazo Av. Huayruropata	Sin	19 L 178936.96 m E 8502929.70 m S	Sin	25,3	21,1	28,8	29,1	28,3	30,9	27,27
P.M. N ° 38	Parque Quispicanchi	Sin	19 L 179272.06 m E 8502298.04 m S	Sin	29,43	30,17	31,92	30,36	31,92	29,43	30,54

Primer Monitoreo para hallar el índice WBGT

Puntos de Monitoreo	Nombre del Punto de Monitoreo	Vegetacion	COORDENADA UTM	tw _n °C		ta °C		tg °C		WBGT °C
P.M. N ° 01	Plaza Tupac Amaru	Con	19 L 178896.51 m E 8503099.90 m S	18,8	0,7	30,4	0,1	26,2	0,2	21,44
P.M. N ° 02	Plaza Tupac Amaru	Sin	19 L 178858.75 m E 8503116.67 m S	26,7	0,7	39,7	0,1	43,5	0,2	31,36
P.M. N ° 03	Av. La Paz Linea del Ferrocarril	Con	19 L 178750.87 m E 8502276.84 m S	18,9	0,7	31,2	0,1	27	0,2	21,75
P.M. N ° 04	Av. La Paz Linea del Ferrocarril	Sin	19 L 178756.03 m E 8502261.87 m S	23,4	0,7	38	0,1	37,6	0,2	27,7
P.M. N ° 05	Ovalo Pachacutec	Sin	19 L 178712.35 m E 8502106.60 m S	24,6	0,7	41,2	0,1	36	0,2	28,54
P.M. N ° 06	Primer Puente Urb. Ttio - La Florida	Con	19 L 178988.53 m E 8502075.12 m S	16,4	0,7	26,1	0,1	23,2	0,2	18,73
P.M. N ° 07	Primer Puente Urb. Ttio - La Florida	Sin	19 L 179000.52 m E 8502073.31 m S	20,4	0,7	31,2	0,1	32,2	0,2	23,84
P.M. N ° 08	Paradero Segundo Antiguo Urb. Ttio -La Florida	Con	19 L 179202.24 m E 8502048.08 m S	18,5	0,7	28,6	0,1	25,6	0,2	20,93
P.M. N ° 09	Paradero Segundo Antiguo Urb. Ttio -La Florida	Sin	19 L 179201.21 m E 8502047.48 m S	21,2	0,7	31,4	0,1	34,7	0,2	24,92
P.M. N ° 10	Plaza Los Capulies	Con	19 L 179226.75 m E 8502177.80 m S	18,9	0,7	30,3	0,1	28,4	0,2	21,94
P.M. N ° 11	Plaza Los Capulies	Sin	19 L 179218.05 m E 8502185.52 m S	23,4	0,7	35,9	0,1	37,5	0,2	27,47
P.M. N ° 12	Parque S/N Las Palomas	Con	19 L 179544.88 m E 8502236.64 m S	19,6	0,7	32,1	0,1	34	0,2	23,73
P.M. N ° 13	Parque S/N Las Palomas	Sin	19 L 179554.97 m E 8502239.90 m S	22,1	0,7	35,7	0,1	33,4	0,2	25,72
P.M. N ° 14	CEBA Jose de San Martin Av. Jorge Chavez	Con	19 L 179168.55 m E 8501935.48 m S	18,8	0,7	28,8	0,1	29,7	0,2	21,98
P.M. N ° 15	CEBA Jose de San Martin Av. Jorge Chavez	Sin	19 L 179197.05 m E 8501935.91 m S	22,3	0,7	29,3	0,1	35,8	0,2	25,7
P.M. N ° 16	Parque Sergio Allauca	Sin	19 L 179339.65 m E 8501899.69 m S	23	0,7	38	0,1	37,9	0,2	27,48
P.M. N ° 17	Parroquia Sr de los Milagros	Sin	19 L 179540.60 m E 8502064.82 m S	24,2	0,7	37,7	0,1	38,5	0,2	28,41
P.M. N ° 18	Tercer Paradero de Urb. Ttio La Florida	Sin	19 L 179565.26 m E 8502004.49 m S	24,9	0,7	40,4	0,1	36,7	0,2	28,81
P.M. N ° 19	Cuarto Paradero de Urb. Ttio	Sin	19 L 179743.02 m E 8501980.98 m S	25	0,7	39,2	0,1	41	0,2	29,62
P.M. N ° 20	Quinto Parderode Urb. Ttio	Sin	19 L 179942.87 m E 8501972.32 m S	24	0,7	38	0,1	43,3	0,2	29,26
P.M. N ° 21	Av. Tupac Amaru	Con	19 L 179163.42 m E 8502302.70 m S	23	0,7	41,1	0,1	33,4	0,2	26,89
P.M. N ° 22	Av. Tupac Amaru	Sin	19 L 179172.56 m E 8502309.61 m S	25,8	0,7	37,7	0,1	45,1	0,2	30,85
P.M. N ° 23	Parque Navarrete Kalinowski Urb. San Borja	Con	19 L 179000.69 m E 8502343.79 m S	17,7	0,7	23,8	0,1	23,5	0,2	19,47
P.M. N ° 24	Parque Navarrete Kalinowski Urb. San Borja	Sin	19 L 179000.69 m E 8502343.65 m S	22,8	0,7	28,8	0,1	37,4	0,2	26,32
P.M. N ° 25	Paradero Garcilazo Av. de la Cultura	Sin	19 L 178908.01 m E 8503250.22 m S	25,1	0,7	38,7	0,1	35,7	0,2	28,58
P.M. N ° 26	Paradero Amauta Av. de la Cultura	Sin	19 L 179124.70 m E 8503186.44 m S	27,1	0,7	40,9	0,1	43,3	0,2	31,72
P.M. N ° 27	Paradero UNSAAC Av. de la Cultura	Sin	19 L 179623.43 m E 8503046.34 m S	24,6	0,7	38,6	0,1	39,8	0,2	29,04
P.M. N ° 28	Paradero Hospital Regional	Sin	19 L 179988.95 m E 8502924.16 m S	23	0,7	37	0,1	33	0,2	26,4
P.M. N ° 29	Parque España Urb. Santa Monica	Con	19 L 180576.36 m E 8502667.93 m S	17,8	0,7	27,6	0,1	26,6	0,2	20,54
P.M. N ° 30	Parque España Urb. Santa Monica	Sin	19 L 180587.43 m E 8502669.57 m S	25,2	0,7	37,8	0,1	40,8	0,2	29,58
P.M. N ° 31	Paradero Urb. Santa Rosa	Con	19 L 180767.67 m E 8502688.51 m S	18,7	0,7	30,8	0,1	26,2	0,2	21,41
P.M. N ° 32	Paradero Urb. Santa Rosa	Sin	19 L 180790.30 m E 8502687.97 m S	25	0,7	40,1	0,1	36,7	0,2	28,85
P.M. N ° 33	Paradero Urb. Marcavalle Av. de la Cultura	Con	19 L 181082.52 m E 8502609.42 m S	17,6	0,7	28,6	0,1	24	0,2	19,98
P.M. N ° 34	Paradero Urb. Marcavalle Av. de la Cultura	Sin	19 L 181082.52 m E 8502609.33 m S	22	0,7	32,7	0,1	37	0,2	26,07
P.M. N ° 35	Av. Peru - Pucllaykancha	Con	19 L 180143.95 m E 8502076.13 m S	17,8	0,7	30	0,1	23,7	0,2	20,2
P.M. N ° 36	Av. Peru - Pucllaykancha	Sin	19 L 180143.96 m E 8502075.99 m S	20,3	0,7	33,9	0,1	30,1	0,2	23,62
P.M. N ° 37	Estadio Garcilazo Av. Huayruropata	Sin	19 L 178936.96 m E 8502929.70 m S	22,1	0,7	31,3	0,1	33,6	0,2	25,32
P.M. N ° 38	Parque Quispicanchi	Sin	19 L 179272.06 m E 8502298.04 m S	24,5	0,7	35,6	0,1	43,6	0,2	29,43

Segundo Monitoreo para hallar el índice WBGT

Puntos de Monitoreo	Nombre del Punto de Monitoreo	Vegetacion	COORDENADA UTM	tw _n °C		ta °C		tg °C		WBGT °C
P.M. N ° 01	Plaza Tupac Amaru	Con	19 L 178896.51 m E 8503099.90 m S	14,9	0,7	20,3	0,1	25,6	0,2	17,58
P.M. N ° 02	Plaza Tupac Amaru	Sin	19 L 178858.75 m E 8503116.67 m S	22,9	0,7	26,9	0,1	47,7	0,2	28,26
P.M. N ° 03	Av. La Paz Linea del Ferrocarril	Con	19 L 178750.87 m E 8502276.84 m S	17,1	0,7	28,5	0,1	22,6	0,2	19,34
P.M. N ° 04	Av. La Paz Linea del Ferrocarril	Sin	19 L 178756.03 m E 8502261.87 m S	23,4	0,7	38,9	0,1	35	0,2	27,27
P.M. N ° 05	Ovalo Pachacuteg	Sin	19 L 178712.35 m E 8502106.60 m S	23	0,7	37,4	0,1	36,7	0,2	27,18
P.M. N ° 06	Primer Puente Urb. Ttio - La Florida	Con	19 L 178988.53 m E 8502075.12 m S	14,5	0,7	22,7	0,1	19,8	0,2	16,38
P.M. N ° 07	Primer Puente Urb. Ttio - La Florida	Sin	19 L 179000.52 m E 8502073.31 m S	23,1	0,7	34,1	0,1	32,8	0,2	26,14
P.M. N ° 08	Paradero Segundo Antiguo Urb. Ttio -La Florida	Con	19 L 179202.24 m E 8502048.08 m S	15,5	0,7	24,4	0,1	19,1	0,2	17,11
P.M. N ° 09	Paradero Segundo Antiguo Urb. Ttio -La Florida	Sin	19 L 179201.21 m E 8502047.48 m S	21,8	0,7	29,2	0,1	36	0,2	25,38
P.M. N ° 10	Plaza Los Capulies	Con	19 L 179226.75 m E 8502177.80 m S	16,3	0,7	22,7	0,1	26,1	0,2	18,9
P.M. N ° 11	Plaza Los Capulies	Sin	19 L 179218.05 m E 8502185.52 m S	22,1	0,7	32,8	0,1	32,7	0,2	25,29
P.M. N ° 12	Parque S/N Las Palomas	Con	19 L 179544.88 m E 8502236.64 m S	16,2	0,7	27	0,1	25,2	0,2	19,08
P.M. N ° 13	Parque S/N Las Palomas	Sin	19 L 179554.97 m E 8502239.90 m S	23,8	0,7	39,6	0,1	39,4	0,2	28,5
P.M. N ° 14	CEBA Jose de San Martin Av. Jorge Chavez	Con	19 L 179168.55 m E 8501935.48 m S	18,7	0,7	32,2	0,1	24,1	0,2	21,13
P.M. N ° 15	CEBA Jose de San Martin Av. Jorge Chavez	Sin	19 L 179197.05 m E 8501935.91 m S	26,8	0,7	42,7	0,1	39,7	0,2	30,97
P.M. N ° 16	Parque Sergio Allauca	Sin	19 L 179339.65 m E 8501899.69 m S	22,8	0,7	35,6	0,1	39,3	0,2	27,38
P.M. N ° 17	Parroquia Sr de los Milagros	Sin	19 L 179540.60 m E 8502064.82 m S	26,1	0,7	42,9	0,1	42,4	0,2	31,04
P.M. N ° 18	Tercer Paradero de Urb. Ttio La Florida	Sin	19 L 179565.26 m E 8502004.49 m S	23,6	0,7	37,2	0,1	38,4	0,2	27,92
P.M. N ° 19	Cuarto Paradero de Urb. Ttio	Sin	19 L 179743.02 m E 8501980.98 m S	23,6	0,7	37,7	0,1	36,9	0,2	27,67
P.M. N ° 20	Quinto Paradero de Urb. Ttio	Sin	19 L 179942.87 m E 8501972.32 m S	25,7	0,7	38,8	0,1	44,9	0,2	30,85
P.M. N ° 21	Av. Tupac Amaru	Con	19 L 179163.42 m E 8502302.70 m S	16,8	0,7	28,6	0,1	22,2	0,2	19,06
P.M. N ° 22	Av. Tupac Amaru	Sin	19 L 179172.56 m E 8502309.61 m S	26	0,7	38,6	0,1	40,7	0,2	30,2
P.M. N ° 23	Parque Navarrete Kalinowski Urb. San Borja	Con	19 L 179000.69 m E 8502343.79 m S	17,4	0,7	26,8	0,1	28,7	0,2	20,6
P.M. N ° 24	Parque Navarrete Kalinowski Urb. San Borja	Sin	19 L 179000.69 m E 8502343.65 m S	24,2	0,7	33,3	0,1	44,6	0,2	29,19
P.M. N ° 25	Paradero Garcilazo Av. de la Cultura	Sin	19 L 178908.01 m E 8503250.22 m S	18,9	0,7	25,1	0,1	35,4	0,2	22,82
P.M. N ° 26	Paradero Amauta Av. de la Cultura	Sin	19 L 179124.70 m E 8503186.44 m S	24	0,7	36,7	0,1	42,3	0,2	28,93
P.M. N ° 27	Paradero UNSAAC Av. de la Cultura	Sin	19 L 179623.43 m E 8503046.34 m S	24	0,7	34,1	0,1	42,5	0,2	28,71
P.M. N ° 28	Paradero Hospital Regional	Sin	19 L 179988.95 m E 8502924.16 m S	25,8	0,7	38,6	0,1	41,2	0,2	30,16
P.M. N ° 29	Parque España Urb. Santa Monica	Con	19 L 180576.36 m E 8502667.93 m S	22,9	0,7	38,2	0,1	34,8	0,2	26,81
P.M. N ° 30	Parque España Urb. Santa Monica	Sin	19 L 180587.43 m E 8502669.57 m S	25,1	0,7	39,6	0,1	33,6	0,2	28,25
P.M. N ° 31	Paradero Urb. Santa Rosa	Con	19 L 180767.67 m E 8502688.51 m S	16,7	0,7	24,4	0,1	22,8	0,2	18,69
P.M. N ° 32	Paradero Urb. Santa Rosa	Sin	19 L 180790.30 m E 8502687.97 m S	25,2	0,7	39,6	0,1	36,1	0,2	28,82
P.M. N ° 33	Paradero Urb. Marcavalle Av. de la Cultura	Con	19 L 181082.52 m E 8502609.42 m S	17,3	0,7	23,4	0,1	24,6	0,2	19,37
P.M. N ° 34	Paradero Urb. Marcavalle Av. de la Cultura	Sin	19 L 181082.52 m E 8502609.33 m S	23,8	0,7	39,9	0,1	35,7	0,2	27,79
P.M. N ° 35	Av. Peru - Pucllaykancha	Con	19 L 180143.95 m E 8502076.13 m S	15,9	0,7	25,8	0,1	22,7	0,2	18,25
P.M. N ° 36	Av. Peru - Pucllaykancha	Sin	19 L 180143.96 m E 8502075.99 m S	25	0,7	39,9	0,1	33,3	0,2	28,15
P.M. N ° 37	Estadio Garcilazo Av. Huayruopata	Sin	19 L 178936.96 m E 8502929.70 m S	17,1	0,7	20,2	0,1	35,7	0,2	21,13
P.M. N ° 38	Parque Quispicanchi	Sin	19 L 179272.06 m E 8502298.04 m S	24,8	0,7	33,7	0,1	47,2	0,2	30,17

Tercer Monitoreo para hallar el índice WBGT

Puntos de Monitoreo	Nombre del Punto de Monitoreo	Vegetacion	COORDENADA UTM	tw ⁿ °C		ta °C		tg °C		WBGT °C
P.M. N ° 01	Plaza Tupac Amaru	Con	19 L 178896.51 m E 8503099.90 m S	15,8	0,7	27,8	0,1	19,4	0,2	17,72
P.M. N ° 02	Plaza Tupac Amaru	Sin	19 L 178858.75 m E 8503116.67 m S	24,2	0,7	36	0,1	32,2	0,2	26,98
P.M. N ° 03	Av. La Paz Linea del Ferrocarril	Con	19 L 178750.87 m E 8502276.84 m S	18,3	0,7	29,1	0,1	26,8	0,2	21,08
P.M. N ° 04	Av. La Paz Linea del Ferrocarril	Sin	19 L 178756.03 m E 8502261.87 m S	24	0,7	35,3	0,1	38,1	0,2	27,95
P.M. N ° 05	Ovalo Pachacuteg	Sin	19 L 178712.35 m E 8502106.60 m S	23,7	0,7	35,4	0,1	35,3	0,2	27,19
P.M. N ° 06	Primer Puente Urb. Ttio - La Florida	Con	19 L 178988.53 m E 8502075.12 m S	16,6	0,7	30,9	0,1	28,8	0,2	20,47
P.M. N ° 07	Primer Puente Urb. Ttio - La Florida	Sin	19 L 179000.52 m E 8502073.31 m S	25,2	0,7	39,8	0,1	42,2	0,2	30,06
P.M. N ° 08	Paradero Segundo Antiguo Urb. Ttio -La Florida	Con	19 L 179202.24 m E 8502048.08 m S	14,7	0,7	23,4	0,1	18,6	0,2	16,35
P.M. N ° 09	Paradero Segundo Antiguo Urb. Ttio -La Florida	Sin	19 L 179201.21 m E 8502047.48 m S	21	0,7	27	0,1	36,7	0,2	24,74
P.M. N ° 10	Plaza Los Capulies	Con	19 L 179226.75 m E 8502177.80 m S	19,8	0,7	32,5	0,1	28,6	0,2	22,83
P.M. N ° 11	Plaza Los Capulies	Sin	19 L 179218.05 m E 8502185.52 m S	24,5	0,7	40,1	0,1	37,2	0,2	28,6
P.M. N ° 12	Parque S/N Las Palomas	Con	19 L 179544.88 m E 8502236.64 m S	25,1	0,7	39,3	0,1	40,6	0,2	29,62
P.M. N ° 13	Parque S/N Las Palomas	Sin	19 L 179554.97 m E 8502239.90 m S	24,9	0,7	38,6	0,1	40,8	0,2	29,45
P.M. N ° 14	CEBA Jose de San Martin Av. Jorge Chavez	Con	19 L 179168.55 m E 8501935.48 m S	19,1	0,7	31,5	0,1	28,8	0,2	22,28
P.M. N ° 15	CEBA Jose de San Martin Av. Jorge Chavez	Sin	19 L 179197.05 m E 8501935.91 m S	25	0,7	33,9	0,1	46,3	0,2	30,15
P.M. N ° 16	Parque Sergio Allauca	Sin	19 L 179339.65 m E 8501899.69 m S	27,8	0,7	39,3	0,1	45,2	0,2	32,43
P.M. N ° 17	Parroquia Sr de los Milagros	Sin	19 L 179540.60 m E 8502064.82 m S	24,8	0,7	38,1	0,1	41,5	0,2	29,47
P.M. N ° 18	Tercer Paradero de Urb. Ttio La Florida	Sin	19 L 179565.26 m E 8502004.49 m S	26,5	0,7	41,5	0,1	42,3	0,2	31,16
P.M. N ° 19	Cuarto Paradero de Urb. Ttio	Sin	19 L 179743.02 m E 8501980.98 m S	26,7	0,7	42,7	0,1	39,8	0,2	30,92
P.M. N ° 20	Quinto Paradero de Urb. Ttio	Sin	19 L 179942.87 m E 8501972.32 m S	24,5	0,7	39,4	0,1	39	0,2	28,89
P.M. N ° 21	Av. Tupac Amaru	Con	19 L 179163.42 m E 8502302.70 m S	14,3	0,7	23	0,1	18,3	0,2	15,97
P.M. N ° 22	Av. Tupac Amaru	Sin	19 L 179172.56 m E 8502309.61 m S	19,3	0,7	23	0,1	35,3	0,2	22,87
P.M. N ° 23	Parque Navarrete Kalinowski Urb. San Borja	Con	19 L 179000.69 m E 8502343.79 m S	17,9	0,7	28,7	0,1	27	0,2	20,8
P.M. N ° 24	Parque Navarrete Kalinowski Urb. San Borja	Sin	19 L 179000.69 m E 8502343.65 m S	24,1	0,7	36,4	0,1	41,3	0,2	28,77
P.M. N ° 25	Paradero Garcilazo Av. de la Cultura	Sin	19 L 178908.01 m E 8503250.22 m S	22	0,7	35,8	0,1	35,8	0,2	26,14
P.M. N ° 26	Paradero Amauta Av. de la Cultura	Sin	19 L 179124.70 m E 8503186.44 m S	24	0,7	36,7	0,1	42,3	0,2	28,93
P.M. N ° 27	Paradero UNSAAC Av. de la Cultura	Sin	19 L 179623.43 m E 8503046.34 m S	23,3	0,7	40,1	0,1	37,6	0,2	27,84
P.M. N ° 28	Paradero Hospital Regional	Sin	19 L 179988.95 m E 8502924.16 m S	22,2	0,7	37,9	0,1	36,1	0,2	26,55
P.M. N ° 29	Parque España Urb. Santa Monica	Con	19 L 180576.36 m E 8502667.93 m S	15,5	0,7	26,8	0,1	23,3	0,2	18,19
P.M. N ° 30	Parque España Urb. Santa Monica	Sin	19 L 180587.43 m E 8502669.57 m S	22,9	0,7	34,8	0,1	40,3	0,2	27,57
P.M. N ° 31	Paradero Urb. Santa Rosa	Con	19 L 180767.67 m E 8502688.51 m S	16,2	0,7	28,9	0,1	22,4	0,2	18,71
P.M. N ° 32	Paradero Urb. Santa Rosa	Sin	19 L 180790.30 m E 8502687.97 m S	22,2	0,7	36,4	0,1	35,7	0,2	26,32
P.M. N ° 33	Paradero Urb. Marcavalle Av. de la Cultura	Con	19 L 181082.52 m E 8502609.42 m S	18,1	0,7	31,8	0,1	27,1	0,2	21,27
P.M. N ° 34	Paradero Urb. Marcavalle Av. de la Cultura	Sin	19 L 181082.52 m E 8502609.33 m S	22,9	0,7	35,9	0,1	40,7	0,2	27,76
P.M. N ° 35	Av. Peru - Puclaykancha	Con	19 L 180143.95 m E 8502076.13 m S	16,9	0,7	26,7	0,1	25,2	0,2	19,54
P.M. N ° 36	Av. Peru - Puclaykancha	Sin	19 L 180143.96 m E 8502075.99 m S	23,1	0,7	34,9	0,1	37,9	0,2	27,24
P.M. N ° 37	Estadio Garcilazo Av. Huayruropata	Sin	19 L 178936.96 m E 8502929.70 m S	24	0,7	36,2	0,1	42,1	0,2	28,84
P.M. N ° 38	Parque Quispicanchi	Sin	19 L 179272.06 m E 8502298.04 m S	25,8	0,7	35	0,1	51,8	0,2	31,92

Cuarto Monitoreo para hallar el índice WBGT

Puntos de Monitoreo	Nombre del Punto de Monitoreo	Vegetacion	COORDENADA UTM	tw n °C		ta °C		tg °C		WBGT °C
P.M. N ° 01	Plaza Tupac Amaru	Con	19 L 178896.51 m E 8503099.90 m S	14,9	0,7	21,8	0,1	25,5	0,2	17,71
P.M. N ° 02	Plaza Tupac Amaru	Sin	19 L 178858.75 m E 8503116.67 m S	25,1	0,7	35,1	0,1	45,1	0,2	30,1
P.M. N ° 03	Av. La Paz Linea del Ferrocarril	Con	19 L 178750.87 m E 8502276.84 m S	16,5	0,7	22,4	0,1	34,6	0,2	20,71
P.M. N ° 04	Av. La Paz Linea del Ferrocarril	Sin	19 L 178756.03 m E 8502261.87 m S	24	0,7	31,3	0,1	47,9	0,2	29,51
P.M. N ° 05	Ovalo Pachacutec	Sin	19 L 178712.35 m E 8502106.60 m S	24,6	0,7	31,5	0,1	49,7	0,2	30,31
P.M. N ° 06	Primer Puente Urb. Ttio - La Florida	Con	19 L 178988.53 m E 8502075.12 m S	13,5	0,7	18	0,1	19,8	0,2	15,21
P.M. N ° 07	Primer Puente Urb. Ttio - La Florida	Sin	19 L 179000.52 m E 8502073.31 m S	21,7	0,7	28,3	0,1	40,7	0,2	26,16
P.M. N ° 08	Paradero Segundo Antiguo Urb. Ttio -La Florida	Con	19 L 179202.24 m E 8502048.08 m S	12,8	0,7	17,5	0,1	19,9	0,2	14,69
P.M. N ° 09	Paradero Segundo Antiguo Urb. Ttio -La Florida	Sin	19 L 179201.21 m E 8502047.48 m S	22,3	0,7	27,5	0,1	44,3	0,2	27,22
P.M. N ° 10	Plaza Los Capulies	Con	19 L 179226.75 m E 8502177.80 m S	17,1	0,7	23,3	0,1	31,7	0,2	20,64
P.M. N ° 11	Plaza Los Capulies	Sin	19 L 179218.05 m E 8502185.52 m S	24,6	0,7	32	0,1	49,2	0,2	30,26
P.M. N ° 12	Parque S/N Las Palomas	Con	19 L 179544.88 m E 8502236.64 m S	20,9	0,7	39,1	0,1	40,7	0,2	26,68
P.M. N ° 13	Parque S/N Las Palomas	Sin	19 L 179554.97 m E 8502239.90 m S	23,9	0,7	33,9	0,1	44,9	0,2	29,1
P.M. N ° 14	CEBA Jose de San Martin Av. Jorge Chavez	Con	19 L 179168.55 m E 8501935.48 m S	16,6	0,7	23,1	0,1	30,9	0,2	20,11
P.M. N ° 15	CEBA Jose de San Martin Av. Jorge Chavez	Sin	19 L 179197.05 m E 8501935.91 m S	23,7	0,7	30,4	0,1	46,9	0,2	29,01
P.M. N ° 16	Parque Sergio Allauca	Sin	19 L 179339.65 m E 8501899.69 m S	24,6	0,7	32	0,1	51,1	0,2	30,64
P.M. N ° 17	Parroquia Sr de los Milagros	Sin	19 L 179540.60 m E 8502064.82 m S	25,3	0,7	35,8	0,1	50,6	0,2	31,41
P.M. N ° 18	Tercer Paradero de Urb. Ttio La Florida	Sin	19 L 179565.26 m E 8502004.49 m S	23	0,7	27,7	0,1	46,8	0,2	28,23
P.M. N ° 19	Cuarto Paradero de Urb. Ttio	Sin	19 L 179743.02 m E 8501980.98 m S	23,8	0,7	31,1	0,1	47,5	0,2	29,27
P.M. N ° 20	Quinto Paradero de Urb. Ttio	Sin	19 L 179942.87 m E 8501972.32 m S	25,6	0,7	37,4	0,1	51,7	0,2	32
P.M. N ° 21	Av. Tupac Amaru	Con	19 L 179163.42 m E 8502302.70 m S	17,1	0,7	23,2	0,1	31,8	0,2	20,65
P.M. N ° 22	Av. Tupac Amaru	Sin	19 L 179172.56 m E 8502309.61 m S	24,3	0,7	33,5	0,1	45,7	0,2	29,5
P.M. N ° 23	Parque Navarrete Kalinowski Urb. San Borja	Con	19 L 179000.69 m E 8502343.79 m S	16,2	0,7	21,3	0,1	29,9	0,2	19,45
P.M. N ° 24	Parque Navarrete Kalinowski Urb. San Borja	Sin	19 L 179000.69 m E 8502343.65 m S	24,5	0,7	31,5	0,1	48,1	0,2	29,92
P.M. N ° 25	Paradero Garcilazo Av. de la Cultura	Sin	19 L 178908.01 m E 8503250.22 m S	24,3	0,7	34,3	0,1	44,4	0,2	29,32
P.M. N ° 26	Paradero Amauta Av. de la Cultura	Sin	19 L 179124.70 m E 8503186.44 m S	23,9	0,7	32,7	0,1	45,4	0,2	29,08
P.M. N ° 27	Paradero UNSAAC Av. de la Cultura	Sin	19 L 179623.43 m E 8503046.34 m S	23,7	0,7	30,3	0,1	48,3	0,2	29,28
P.M. N ° 28	Paradero Hospital Regional	Sin	19 L 179988.95 m E 8502924.16 m S	25	0,7	32,4	0,1	50	0,2	30,74
P.M. N ° 29	Parque España Urb. Santa Monica	Con	19 L 180576.36 m E 8502667.93 m S	14,9	0,7	20	0,1	26,5	0,2	17,73
P.M. N ° 30	Parque España Urb. Santa Monica	Sin	19 L 180587.43 m E 8502669.57 m S	23,6	0,7	30,8	0,1	49,2	0,2	29,44
P.M. N ° 31	Paradero Urb. Santa Rosa	Con	19 L 180767.67 m E 8502688.51 m S	18,2	0,7	26,4	0,1	31,2	0,2	21,62
P.M. N ° 32	Paradero Urb. Santa Rosa	Sin	19 L 180790.30 m E 8502687.97 m S	22	0,7	29,9	0,1	42,2	0,2	26,83
P.M. N ° 33	Paradero Urb. Marcavalle Av. de la Cultura	Con	19 L 181082.52 m E 8502609.42 m S	15,9	0,7	23	0,1	27,3	0,2	18,89
P.M. N ° 34	Paradero Urb. Marcavalle Av. de la Cultura	Sin	19 L 181082.52 m E 8502609.33 m S	22,4	0,7	32,8	0,1	40,4	0,2	27,04
P.M. N ° 35	Av. Peru - Puclaykancha	Con	19 L 180143.95 m E 8502076.13 m S	16,2	0,7	23	0,1	35,4	0,2	20,72
P.M. N ° 36	Av. Peru - Puclaykancha	Sin	19 L 180143.96 m E 8502075.99 m S	24,7	0,7	35,6	0,1	46,9	0,2	30,23
P.M. N ° 37	Estadio Garcilazo Av. Huayruropata	Sin	19 L 178936.96 m E 8502929.70 m S	25,1	0,7	40,3	0,1	37,7	0,2	29,14
P.M. N ° 38	Parque Quispicanchi	Sin	19 L 179272.06 m E 8502298.04 m S	26,5	0,7	40,9	0,1	38,6	0,2	30,36

Quinto Monitoreo para hallar el índice WBGT

Puntos de Monitoreo	Nombre del Punto de Monitoreo	Vegetacion	COORDENADA UTM	tw _n °C		ta °C		tg °C		WBGT °C
P.M. N ° 01	Plaza Tupac Amaru	Con	19 L 178896.51 m E 8503099.90 m	13,6	0,7	19	0,1	24,4	0,2	16,3
P.M. N ° 02	Plaza Tupac Amaru	Sin	19 L 178858.75 m E 8503116.67 m	24,6	0,7	33,9	0,1	47,1	0,2	30,03
P.M. N ° 03	Av. La Paz Linea del Ferrocarril	Con	19 L 178750.87 m E 8502276.84 m	17,4	0,7	23,7	0,1	29,3	0,2	20,41
P.M. N ° 04	Av. La Paz Linea del Ferrocarril	Sin	19 L 178756.03 m E 8502261.87 m	22,6	0,7	29,6	0,1	42,3	0,2	27,24
P.M. N ° 05	Ovalo Pachacuteg	Sin	19 L 178712.35 m E 8502106.60 m	24,2	0,7	30,2	0,1	45,9	0,2	29,14
P.M. N ° 06	Primer Puente Urb. Ttio - La Florida	Con	19 L 178988.53 m E 8502075.12 m	16,2	0,7	21,4	0,1	30,7	0,2	19,62
P.M. N ° 07	Primer Puente Urb. Ttio - La Florida	Sin	19 L 179000.52 m E 8502073.31 m	22,3	0,7	29	0,1	41,1	0,2	26,73
P.M. N ° 08	Paradero Segundo Antiguo Urb. Ttio -La Florida	Con	19 L 179202.24 m E 8502048.08 m	15,8	0,7	21,8	0,1	26,9	0,2	18,62
P.M. N ° 09	Paradero Segundo Antiguo Urb. Ttio -La Florida	Sin	19 L 179201.21 m E 8502047.48 m	22	0,7	29,2	0,1	41,4	0,2	26,6
P.M. N ° 10	Plaza Los Capulies	Con	19 L 179226.75 m E 8502177.80 m	16,6	0,7	25,5	0,1	31,2	0,2	20,41
P.M. N ° 11	Plaza Los Capulies	Sin	19 L 179218.05 m E 8502185.52 m	22,8	0,7	33,8	0,1	45,3	0,2	28,4
P.M. N ° 12	Parque S/N Las Palomas	Con	19 L 179544.88 m E 8502236.64 m	17,4	0,7	26,8	0,1	35,4	0,2	21,94
P.M. N ° 13	Parque S/N Las Palomas	Sin	19 L 179554.97 m E 8502239.90 m	21,6	0,7	31,4	0,1	42,3	0,2	26,72
P.M. N ° 14	CEBA Jose de San Martin Av. Jorge Chavez	Con	19 L 179168.55 m E 8501935.48 m	14,9	0,7	18,6	0,1	29,8	0,2	18,25
P.M. N ° 15	CEBA Jose de San Martin Av. Jorge Chavez	Sin	19 L 179197.05 m E 8501935.91 m	22,2	0,7	29,9	0,1	45	0,2	27,53
P.M. N ° 16	Parque Sergio Allauca	Sin	19 L 179339.65 m E 8501899.69 m	24,5	0,7	34	0,1	52,8	0,2	31,11
P.M. N ° 17	Parroquia Sr de los Milagros	Sin	19 L 179540.60 m E 8502064.82 m	24,6	0,7	34,2	0,1	50,8	0,2	30,8
P.M. N ° 18	Tercer Paradero de Urb. Ttio La Florida	Sin	19 L 179565.26 m E 8502004.49 m	23,5	0,7	29,3	0,1	48,1	0,2	29
P.M. N ° 19	Cuarto Paradero de Urb. Ttio	Sin	19 L 179743.02 m E 8501980.98 m	24,2	0,7	33,8	0,1	50	0,2	30,32
P.M. N ° 20	Quinto Paradero de Urb. Ttio	Sin	19 L 179942.87 m E 8501972.32 m	25,6	0,7	33,9	0,1	51,7	0,2	31,65
P.M. N ° 21	Av. Tupac Amaru	Con	19 L 179163.42 m E 8502302.70 m	15,7	0,7	23,1	0,1	27,7	0,2	18,84
P.M. N ° 22	Av. Tupac Amaru	Sin	19 L 179172.56 m E 8502309.61 m	23	0,7	30,6	0,1	44,9	0,2	28,14
P.M. N ° 23	Parque Navarrete Kalinowski Urb. San Borja	Con	19 L 179000.69 m E 8502343.79 m	16,8	0,7	25	0,1	35,1	0,2	21,28
P.M. N ° 24	Parque Navarrete Kalinowski Urb. San Borja	Sin	19 L 179000.69 m E 8502343.65 m	23	0,7	32,8	0,1	45,6	0,2	28,5
P.M. N ° 25	Paradero Garcilazo Av. de la Cultura	Sin	19 L 178908.01 m E 8503250.22 m	23,9	0,7	31,5	0,1	48,8	0,2	29,64
P.M. N ° 26	Paradero Amauta Av. de la Cultura	Sin	19 L 179124.70 m E 8503186.44 m	24	0,7	35,7	0,1	46,7	0,2	29,71
P.M. N ° 27	Paradero UNSAAC Av. de la Cultura	Sin	19 L 179623.43 m E 8503046.34 m	24	0,7	34	0,1	46,7	0,2	29,54
P.M. N ° 28	Paradero Hospital Regional	Sin	19 L 179988.95 m E 8502924.16 m	23,1	0,7	45,9	0,1	45,8	0,2	29,92
P.M. N ° 29	Parque España Urb. Santa Monica	Con	19 L 180576.36 m E 8502667.93 m	17	0,7	24,8	0,1	30,3	0,2	20,44
P.M. N ° 30	Parque España Urb. Santa Monica	Sin	19 L 180587.43 m E 8502669.57 m	22,5	0,7	30,8	0,1	47,5	0,2	28,33
P.M. N ° 31	Paradero Urb. Santa Rosa	Con	19 L 180767.67 m E 8502688.51 m	18,2	0,7	26,4	0,1	31,2	0,2	21,62
P.M. N ° 32	Paradero Urb. Santa Rosa	Sin	19 L 180790.30 m E 8502687.97 m	22	0,7	29,9	0,1	42,2	0,2	26,83
P.M. N ° 33	Paradero Urb. Marcavalle Av. de la Cultura	Con	19 L 181082.52 m E 8502609.42 m	17,3	0,7	24,9	0,1	28,7	0,2	20,34
P.M. N ° 34	Paradero Urb. Marcavalle Av. de la Cultura	Sin	19 L 181082.52 m E 8502609.33 m	24,3	0,7	32,8	0,1	47,2	0,2	29,73
P.M. N ° 35	Av. Peru - Pucllaykancha	Con	19 L 180143.95 m E 8502076.13 m	14,5	0,7	21,3	0,1	27,6	0,2	17,8
P.M. N ° 36	Av. Peru - Pucllaykancha	Sin	19 L 180143.96 m E 8502075.99 m	24	0,7	31	0,1	50,2	0,2	29,94
P.M. N ° 37	Estadio Garcilazo Av. Huayruopata	Sin	19 L 178936.96 m E 8502929.70 m	23,5	0,7	29,8	0,1	44,1	0,2	28,25
P.M. N ° 38	Parque Quispicanchi	Sin	19 L 179272.06 m E 8502298.04 m	25,8	0,7	35	0,1	51,8	0,2	31,92

Sexto Monitoreo para hallar el índice WBGT

Puntos de Monitoreo	Nombre del Punto de Monitoreo	Vegetacion	COORDENADA UTM	tw n °C	ta °C	tg °C		WBGT °C		
P.M. N ° 01	Plaza Tupac Amaru	Con	19 L 178896.51 m E 8503099.90 m S	15,2	0,7	24,1	0,1	28,8	0,2	18,81
P.M. N ° 02	Plaza Tupac Amaru	Sin	19 L 178858.75 m E 8503116.67 m S	23,5	0,7	35,4	0,1	45,1	0,2	29,01
P.M. N ° 03	Av. La Paz Línea del Ferrocarril	Con	19 L 178750.87 m E 8502276.84 m S	17,8	0,7	26,1	0,1	32,1	0,2	21,49
P.M. N ° 04	Av. La Paz Línea del Ferrocarril	Sin	19 L 178756.03 m E 8502261.87 m S	24,1	0,7	34,3	0,1	46,2	0,2	29,54
P.M. N ° 05	Ovalo Pachacuteg	Sin	19 L 178712.35 m E 8502106.60 m S	24,8	0,7	31,9	0,1	46,7	0,2	29,89
P.M. N ° 06	Primer Puente Urb. Ttio - La Florida	Con	19 L 178988.53 m E 8502075.12 m S	14,5	0,7	19,9	0,1	22,9	0,2	16,72
P.M. N ° 07	Primer Puente Urb. Ttio - La Florida	Sin	19 L 179000.52 m E 8502073.31 m S	22,1	0,7	26,9	0,1	44,4	0,2	27,04
P.M. N ° 08	Paradero Segundo Antiguo Urb. Ttio -La Florida	Con	19 L 179202.24 m E 8502048.08 m S	14,5	0,7	18,9	0,1	22,9	0,2	16,62
P.M. N ° 09	Paradero Segundo Antiguo Urb. Ttio -La Florida	Sin	19 L 179201.21 m E 8502047.48 m S	22,6	0,7	27,9	0,1	45,5	0,2	27,71
P.M. N ° 10	Plaza Los Capulies	Con	19 L 179226.75 m E 8502177.80 m S	16,2	0,7	23,5	0,1	26,9	0,2	19,07
P.M. N ° 11	Plaza Los Capulies	Sin	19 L 179218.05 m E 8502185.52 m S	22,5	0,7	29,1	0,1	43,2	0,2	27,3
P.M. N ° 12	Parque S/N Las Palomas	Con	19 L 179544.88 m E 8502236.64 m S	16,3	0,7	24,6	0,1	29,7	0,2	19,81
P.M. N ° 13	Parque S/N Las Palomas	Sin	19 L 179554.97 m E 8502239.90 m S	20,2	0,7	28,3	0,1	40,3	0,2	25,03
P.M. N ° 14	CEBA Jose de San Martín Av. Jorge Chavez	Con	19 L 179168.55 m E 8501935.48 m S	16,5	0,7	23,7	0,1	30,2	0,2	19,96
P.M. N ° 15	CEBA Jose de San Martín Av. Jorge Chavez	Sin	19 L 179197.05 m E 8501935.91 m S	23,1	0,7	33,1	0,1	45,9	0,2	28,66
P.M. N ° 16	Parque Sergio Allauca	Sin	19 L 179339.65 m E 8501899.69 m S	26	0,7	37,5	0,1	43,8	0,2	30,71
P.M. N ° 17	Parroquia Sr de los Milagros	Sin	19 L 179540.60 m E 8502064.82 m S	27,7	0,7	43	0,1	41,6	0,2	32,01
P.M. N ° 18	Tercer Paradero de Urb. Ttio La Florida	Sin	19 L 179565.26 m E 8502004.49 m S	27,5	0,7	42,3	0,1	43,2	0,2	32,12
P.M. N ° 19	Cuarto Paradero de Urb. Ttio	Sin	19 L 179743.02 m E 8501980.98 m S	28,8	0,7	44,2	0,1	45,1	0,2	33,6
P.M. N ° 20	Quinto Parderode Urb. Ttio	Sin	19 L 179942.87 m E 8501972.32 m S	30,2	0,7	48,4	0,1	44,6	0,2	34,9
P.M. N ° 21	Av. Tupac Amaru	Con	19 L 179163.42 m E 8502302.70 m S	15,5	0,7	24,2	0,1	29,2	0,2	19,11
P.M. N ° 22	Av. Tupac Amaru	Sin	19 L 179172.56 m E 8502309.61 m S	23,5	0,7	35,5	0,1	43,6	0,2	28,72
P.M. N ° 23	Parque Navarrete Kalinowski Urb. San Borja	Con	19 L 179000.69 m E 8502343.79 m S	16,5	0,7	24,1	0,1	28,8	0,2	19,72
P.M. N ° 24	Parque Navarrete Kalinowski Urb. San Borja	Sin	19 L 179000.69 m E 8502343.65 m S	23,6	0,7	30,8	0,1	49,6	0,2	29,52
P.M. N ° 25	Paradero Garcilazo Av. de la Cultura	Sin	19 L 178908.01 m E 8503250.22 m S	25,5	0,7	34,6	0,1	48,9	0,2	31,09
P.M. N ° 26	Paradero Amauta Av. de la Cultura	Sin	19 L 179124.70 m E 8503186.44 m S	23,5	0,7	32,5	0,1	41,6	0,2	28,02
P.M. N ° 27	Paradero UNSAAC Av. de la Cultura	Sin	19 L 179623.43 m E 8503046.34 m S	24,1	0,7	33,9	0,1	44,7	0,2	29,2
P.M. N ° 28	Paradero Hospital Regional	Sin	19 L 179988.95 m E 8502924.16 m S	23,8	0,7	32,4	0,1	47	0,2	29,3
P.M. N ° 29	Parque España Urb. Santa Monica	Con	19 L 180576.36 m E 8502667.93 m S	18,3	0,7	26,8	0,1	34,6	0,2	22,41
P.M. N ° 30	Parque España Urb. Santa Monica	Sin	19 L 180587.43 m E 8502669.57 m S	24,5	0,7	29,9	0,1	50,1	0,2	30,16
P.M. N ° 31	Paradero Urb. Santa Rosa	Con	19 L 180767.67 m E 8502688.51 m S	18,4	0,7	25,6	0,1	36,9	0,2	22,82
P.M. N ° 32	Paradero Urb. Santa Rosa	Sin	19 L 180790.30 m E 8502687.97 m S	24,8	0,7	32,7	0,1	45,9	0,2	29,81
P.M. N ° 33	Paradero Urb. Marcavalle Av. de la Cultura	Con	19 L 181082.52 m E 8502609.42 m S	14,9	0,7	21,7	0,1	27,4	0,2	18,08
P.M. N ° 34	Paradero Urb. Marcavalle Av. de la Cultura	Sin	19 L 181082.52 m E 8502609.33 m S	22,8	0,7	29,6	0,1	45,1	0,2	27,94
P.M. N ° 35	Av. Peru - Pucllaykancha	Con	19 L 180143.95 m E 8502076.13 m S	16,4	0,7	22,7	0,1	30,5	0,2	19,85
P.M. N ° 36	Av. Peru - Pucllaykancha	Sin	19 L 180143.96 m E 8502075.99 m S	24,1	0,7	33,1	0,1	48,3	0,2	29,84
P.M. N ° 37	Estadio Garcilazo Av. Huayruopata	Sin	19 L 178936.96 m E 8502929.70 m S	24,4	0,7	36,1	0,1	51,2	0,2	30,93
P.M. N ° 38	Parque Quispicanchi	Sin	19 L 179272.06 m E 8502298.04 m S	24,5	0,7	35,6	0,1	43,6	0,2	29,43

Anexo 02. Constancia de autorización para la investigación

Constancia de uso de Datos. Del observatorio meteorológico de Perayoc

CONSTANCIA

El director del Observatorio Meteorológico “Luis Olazo Olivera – Perayoc” de la Universidad Nacional de San Antonio Abad de Cusco.

Hace constar:

Que, El señor **Jorge Augusto Mendoza de la Cuba** con código **Nº 120022**, Bachiller de la Facultad Ciencias Biológicas, ha solicitado el acceso a la información de datos meteorológicos de Temperatura, Precipitación, Horas de Sol, Vientos, Humedad Relativa registrada por nuestra estación, para el trabajo de tesis intitulado **“EFECTO DE LA VEGETACION ARBOREA COMO AGENTE TERMORREGULADOR SOBRE EL ESTRÉS TERMICO EN PRINCIPALES AVENIDAS Y AREAS COMUNES DEL DISTRITO DE WANCHAQ - CUSCO”**; en este sentido, ha recopilado y procesado información registrada en Libretas Meteorológicas y Estación Automático respectivamente, desde el año 2011 al 2023, lo que.

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado, para los fines que vea por conveniente.

Cusco, 04 de enero de 2024

Atentamente,



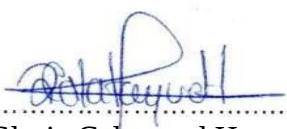
Anexo 03. Constancia de validación de especies

CONSTANCIA

Yo, Gloria Calatayud Hermoza, Bióloga CPB: 5908, certifico que he identificado, revisado y validado la lista de especies presentes en el estudio de Tesis intitulado "EFECTO DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA COMO AGENTE TERMORREGULADOR SOBRE EL ESTRÉS TÉRMICO EN PRINCIPALES AVENIDAS Y ÁREAS COMUNES DEL DISTRITO DE WANCHAQ-CUSCO", realizado por Jorge Augusto Mendoza De La Cuba con código 120022, bachiller en Ciencias Biológicas. Dicha identificación, revisión, determinación y validación corresponde al anexo 03 en el que se detallan las especies encontradas e identificadas en el área de estudio, incluyendo fotografías relevantes.

Se expide la presente constancia de este visto bueno a solicitud del interesado para los fines correspondientes.

Lugar y Fecha: Cusco, 24 de febrero del 2025.

Firma: 
M.Sc. Gloria Calatayud Hermoza

ANEXO: Validación de Especies Presentes en el Estudio

1. Nombre científico: *Fraxinus americana* L.
Nombre común: Fresno
2. Nombre científico: *Populus deltoides*
Nombre común: Alamo real
3. Nombre científico: *Phoenix canariensis* H. Wildpret
Nombre común: Palmera canaria
4. Nombre científico: *Prunus serotina* Ehrh.
Nombre común: Capulie
5. Nombre científico: *Pinus radiata* D. Don
Nombre común: Pino
6. Nombre científico: *Schinus molle* L.
Nombre común: Molle
7. Nombre científico: *Salix babylonica* L.
Nombre común: Sauce lloron
8. Nombre científico: *Populus deltoides* W. Bartram ex Marshall
Nombre común: Alamo Vela
9. Nombre científico: *Polylepis incana* cf. Nombre común: Queuña

numero	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Nombre vulgar	Fresno	Alamo real	Palmera canaria	Capulie	Pino	Molle	Alamo vela	Sauce lloron	Queuña
Nombre científico	<i>Fraxinus americana</i> L.	<i>Populus deltoides</i>	<i>Phoenix canariensis</i> H. V	<i>Prunus serotina</i> Ehrh	<i>Pinus radiata</i> D. Don	<i>Schinus molle</i> L.	<i>Populus deltoides</i> W. Bartram ex Marshall	<i>Salix babylonica</i> L.	<i>Polylepis incana</i> cf
Imagen									
									
									

Anexo 04. Galería de fotos

Imagen: vía expresa

Punto de Monitoreo ubicado en la Vía Expresa del distrito de Wánchaq, Cusco.

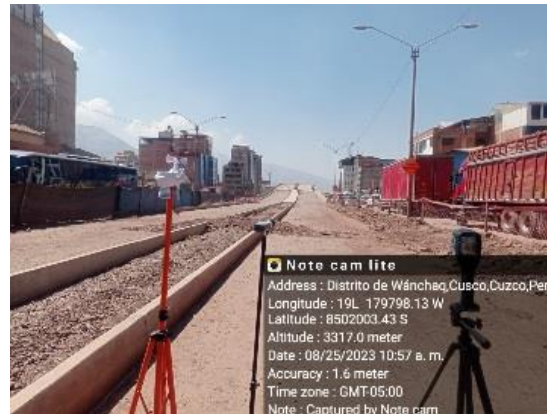


Imagen: Av Tupac Amaru

Punto de Monitoreo ubicado en la Av Tupac Amaru del distrito de Wánchaq, Cusco



Imagen:Av. 28 de julio Urb TTio - La Florida

Punto de Monitoreo ubicado en la Av. 28 de julio Urb TTio - La Florida

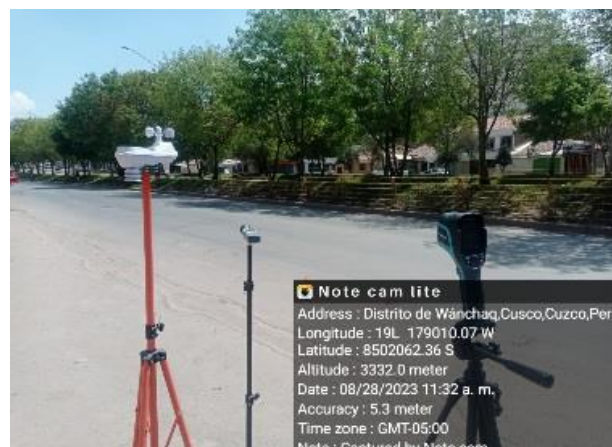


Imagen: Plazoleta Navarrete Kalinoski urb. san Borja

Punto de Monitoreo ubicado en la Plazoleta Navarrete Kalinoski Urb. San Borja

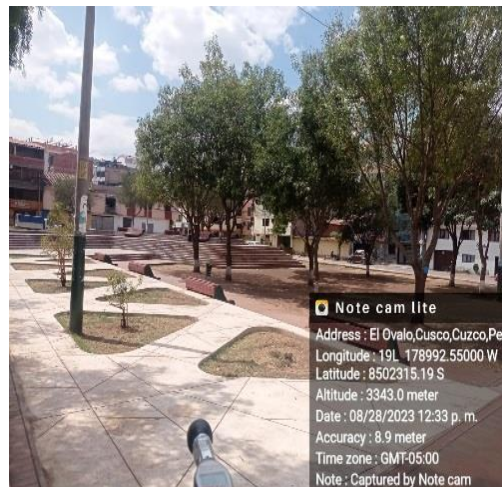


Imagen: Óvalo Pachacutec

Punto de Monitoreo ubicado en el Ovalo Pachacutec



Imagen: Plaza Tupac Amaru



Imagen: Av. De la cultura Altura del paradero Regional

Punto de Monitoreo Av. de la cultura Paradero Hospital Regional



Imagen: Av la paz línea del ferrocarril



Imagen: Av. de la cultura carril de bajada en el paradero amauta



Parque Quispicanchi sin presencia de vegetación



Registro de datos cerca al parque Pucllayqancha



Imagen: monitoreo urb . ttio la florida



Imagen. Registro de datos av La paz línea del ferrocarril



Imagen. Registrando los datos Av. 28 de Julio Urb. Ttio

