



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

Relación entre la urbanización e islas de calor urbano por análisis
espectro-temporal del Distrito de San Juan de Lurigancho, 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Violeta Fiorella Palacios Arbaiza

ASESOR:

Alejandro Suarez Alvites PhD

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2018

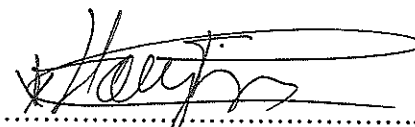
El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a) Palacios Arbaiza Violeta Fiorella; cuyo título es: "Relación entre la urbanización e islas de calor urbano por análisis espectro-temporal del Distrito de San Juan de Lurigancho, 2018"

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 14 (número) catorce letras).

Lima Este (o Filial) 18 de julio del 2018.



.....
EDUARDO ROMALDO ESPINOZA FARFAN
PRESIDENTE



.....
JOSE ELOY CUÉLLAR BAUTISTA
SECRETARIO



.....
FERNANDO ANTONIO SERNAQUE AUCCAHUASI
VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---------------------------------------------------------------------------	--------	-----------

Dedicatoria

Esta tesis se la dedico a Dios en primera instancia por haberme brindado sabiduría para poder afrontar cada uno de los retos que se presentaban y a mis queridos padres por su apoyo, consejos, comprensión, confianza y amor en los momentos difíciles, además de brindarme valores y principios para poder conseguir mis objetivos.

Agradecimientos

En primer lugar, deseo expresar mi agradecimiento al Ind. Alejandro Suarez Alvites, por el apoyo que ha brindado a este trabajo. Por el respeto a mis ideas. Gracias por la confianza desde que asumí mi asesoría.

Así mismo, agradezco a los docentes de la UCV que, de alguna manera, apoyaron en la elaboración de la tesis.

Gracias a mi familia, a mi hermano y compañeras que siempre me han prestado apoyo moral y humano en los momentos difíciles de este trabajo.

A todos muchas, Gracias.

Declaratoria de autenticidad

Yo Violeta Fiorella Palacios Arbaiza Violeta con DNI N° 75478300, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica. Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces. En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 18 de Julio de 2018



Violeta Fiorella Palacios Arbaiza
DNI:75478300

Presentación

Señores miembros del jurado, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “Relación entre la urbanización e islas de calor urbano por análisis espectro-temporal del Distrito de San Juan de Lurigancho, 2018”, cuyo objetivo fue evaluar la relación entre la urbanización y las islas de calor urbano en el Distrito de San Juan de Lurigancho y que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Ambiental . La investigación consta de seis capítulos. En el primer capítulo plantea la teórica que explica como el proceso de urbanización, ha generado islas de calor urbana, también se presenta los trabajos previos donde se aplicó la percepción remota para determinar las ICU, así mismo se presenta el problema y la justificación de la investigación basado en enfoques basado en el uso de tecnología; en el segundo capítulo se muestra el tipo de investigación la cual es no experimental, correlacional causal, así como la operacionalización de las variables, la muestra y fundamentalmente el procesamiento de las Imágenes Satelitales LANDSAT 5 TM y LANDSAT 8 , el cual permitió hallar las temperaturas superficiales terrestres, áreas urbanas e industriales y el método de análisis descriptivo y regresión multivariable , en el tercer capítulo se detalla los resultados de las ICU y el proceso urbanístico de las zonas de mayor ocurrencia de las ICU , en primera instancia se muestra el análisis de la urbanización y de las ICU , así como la determinación de la correlación y los modelos de regresión para la estimación de la prueba de hipótesis. En el cuarto capítulo se explica la discusión de los resultados con los autores cuyos trabajos de investigación, tienen valores de coeficiente de regresión donde la urbanización explica la formación de las ICU. En el quinto capítulo se presenta las conclusiones donde las áreas verdes y el NDVI, poseen correlaciones negativas significativa, por otro lado, las ICU y las áreas urbanas e industriales, tienen una correlación positiva significativa. En el sexto capítulo se recomienda analizar la contaminación atmosférica donde se encuentra las ICU

Resumen

El distrito de San Juan de Lurigancho ubicado al este de Lima, está experimentando la pérdida de cobertura de áreas verdes, esto debido a la demanda de uso de suelo para desarrollo urbano. Como consecuencia, se pierde la capacidad de la evapotranspiración, incrementándose la temperatura ambiental y reflejándose en formas de Islas de Calor Urbano (ICU). La distribución de estas islas fue determinada usando la percepción remota. Las imágenes se obtuvieron de la base de datos provenientes de los satélites LANDSAT 5TM y LANDSAT 8. En el procesamiento de imágenes se utilizó el método métrico para obtener la radianza termal, con ello se determinó los valores de la temperatura superficial terrestre, así como el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizado (NDVI). El contraste entre las áreas verdes, las áreas industriales, y las áreas urbanas fueron cuantificados en unidades superficiales. Las imágenes procesadas fueron para un periodo de 12 años comprendidos entre (1999 - 2017) utilizando datos para periodos con menor a 10% de nubosidad. Las zonas con mayor ocurrencia de las ICU son 1, 2, 3, y 5 de las 8 clasificadas por el Municipio Local. El modelo matemático de regresión múltiple de ICU (expresado como máximo térmico, tmt) como función de las áreas verdes y NDVI tiene un coeficiente de correlación 0.80; mientras que, la correlación múltiple entre las ICU, áreas urbanas y áreas industriales tienen un coeficiente de correlación de 0.9, indicando que ambos modelos son satisfactorios.

Palabras Claves: Evapotranspiración, Isla de Calor Urbana, Percepción Remota, Imágenes LANDSAT 5 TM, Imágenes LANDSAT 8, Método Métrico, NDVI y Temperatura Máximo Térmico

Abstract

San Juan de Lurigancho placed at the Eastern of Lima, is experienced the losing of green areas due to the high demand of soils for urban development and services. As a result, the phenomena of Evotranspiration is reduced, the environmental temperature increases, producing the urban-heat-islands (ICU). The distribution of these so called Islands were determined using remote perception images. The images were acquired from the data base provided by LANDSAT 5TM and LANDSAT 8. The Metric-Method was used to processes the images, getting the Thermal Radiance, and the temperature of the soil surface. Finally, the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) was calculated. It was formulated the contrast between green areas with industrial and urban areas and reported in units of area. The data processed were from a period of twelve years (1999, 2017) and selecting those for periods with cloudiness lesser than 10%. Areas 1, 2, 3, and 5, from 8 characterized by the Local Government, show highest occurrence of ICUs. The multiple regression between ICU (as the temperature of maximum thermal, tmt), green areas, and NDVI has a correlation coefficient 0.80. In the other hand, the coefficient for ICU as function of Urban areas and Industrial Areas is 0.90, indicating that the models are consistent.

Key Words: Evotranspiration, Urban Heat Islands, Remote Perception, LANSAT 5TM and LANDSAT 8 Images, Metric Method, NDVI, Temperature of Maximum Thermal

Índice general

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Realidad problemática.....	2
1.2	Trabajos previos.....	3
1.2.1	Antecedentes Nacionales	3
1.2.2	Antecedentes Internacionales	4
1.3	Teorías relacionadas al tema	9
1.3.1	Urbanización.....	9
1.3.2	Modificación de la cobertura vegetal	9
1.3.3	Áreas Verdes	10
1.3.4	Sectorización territorial del uso de suelo	10
1.3.5	Islas de Calor.....	11
1.3.6	Teledetección y tratamiento de las imágenes satelitales.....	14
1.3.7	Método (MÉTRICO) para la estimación TST del LANDSAT 5TM.....	18
1.3.8	Cálculo de (TST) con las imágenes satelitales LANDSAT 8.	20
1.4	Formulación del problema.....	23
1.4.1	Problema general.	23
1.4.2	Problemas específicos.....	23
1.5	Justificación del estudio.	24
1.5.1	Justificación teórica	24
1.5.2	Justificación metodológica.....	25
1.5.3	Justificación tecnológica	25
1.5.4	Justificación económica.....	26
1.6	Hipótesis	26
1.6.1	Hipótesis general	26
1.6.2	Hipótesis específicas	27
1.7	Objetivos	28
1.7.1	Objetivo general.....	28
1.7.2	Objetivos específicos.....	28
II.	MÉTODO.....	29
2.1	Diseño de la investigación.....	30
2.2	Variables, operacionalización.....	31
2.2.1	Variables.....	31
2.2.2	Operacionalización de las variables	31
2.2.3	Matriz de Operacionalización de las variables.....	32

2.3 Población y muestra.....	33
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	35
2.4.1 Procesamiento de imágenes para hallar la (Temperaturas Superficiales Terrestres)	38
2.4.2 Procesamiento de las imágenes satelitales para la obtención de Valores de los indicadores de la urbanización.....	44
2.5 Técnica de recolección de datos.....	44
2.6 Instrumentos de recolección de datos.....	45
2.7 Validez y confiabilidad del instrumento.	45
2.7.1 Métodos de análisis de datos	45
2.7.2 Aspectos éticos.....	47
III. RESULTADOS	48
3.1 Determinación de las Zonas de Estudio con Mayor Ocurrencia de Islas de Calor Urbana.	49
3.2 Análisis de la Variable Urbanización.	51
3.2.1 Análisis de la Variable Urbanización - Zona 1	51
3.2.2 Análisis de la Variable Urbanización -Zona 2	53
3.2.3 Análisis de la Variable Urbanización -Zona 3	55
3.2.4 Análisis de la Variable Urbanización -Zona 5	57
3.3 Análisis de la Variable Isla de Calor Urbana	61
3.3.1 Análisis de la Variable ICU – Zona 1	61
3.3.2 Análisis de la Variable ICU – Zona 2	63
3.3.3 Análisis de la Variable ICU – Zona 3	65
3.3.4 Análisis de la Variable ICU – Zona 5	67
3.4 Determinación del grado de correlación y modelos de regresión para la estimación de la prueba de hipótesis.....	71
3.4.1 Resultados de Coeficiente de Correlación.....	79
IV. DISCUSIÓN.....	71
V. CONCLUSIONES	83
VI. RECOMENDACIONES.....	87
VII. REFERENCIAS	90
VIII.ANEXOS.....	88

Índice de tablas

Tabla 1	Porcentajes de Uso de Suelo de San Juan de Lurigancho.....	11
Tabla 2	Características Básicas de las islas de calor urbano superficial y atmosférico (UHI)	12
Tabla 3	Características del Sensor de LANDSAT5 TM	15
Tabla 4	Distribución de las bandas en OLI y TIRS	16
Tabla 5	Matriz de operacionalización de las variables de la investigación	32
Tabla 6	Puntos Centrales de las Zonas de Muestreo del Proyecto	33

Índice de Cuadros

Cuadro 1	Datos de Imágenes Satelitales LANSADT 5.....	36
Cuadro 2	Datos de Imágenes Satelitales LANSADT 8	36
Cuadro 3	Expertos que validaron el Instrumento	45
Cuadro 4	Cronograma para la toma de datos.	46
Cuadro 5	Ubicación de las ICU de Mayor Frecuencia Zona 1,2,3,5.....	49
Cuadro 6	Número de ICU evaluadas por zonas en el Distrito de S.J.L.....	50
Cuadro 7	Resultados de la variable de la Zona 1.....	51
Cuadro 8	Resultados Descriptivos obtenidos del SPSS- Zona 1	51
Cuadro 9	Cuadro de Normalidad de los indicadores de la variable Urbanización- Zona 1	52
Cuadro 10	Resultados de la variable urbanización de la Zona 2	53
Cuadro 11	Resultados Descriptivos - Zona 2.....	53
Cuadro 12	Cuadro de Normalidad de los indicadores de la variable urbanización – Zona 2	54
Cuadro 13	Resultados de la variable urbanización de la Zona 3	55
Cuadro 14	Resultados Descriptivos obtenidos del SPSS- Zona 3.....	55
Cuadro 15	Cuadro de Normalidad de los indicadores de la variable urbanización – Zona 3	56
Cuadro 16	Resultados de la variable urbanización de la Zona 5	57
Cuadro 17	Resultados Descriptivos obtenidos del SPSS- Zona 5.....	57
Cuadro 18	Cuadro de Normalidad de los indicadores de la variable urbanización – Zona 5	57

Cuadro 19	Áreas verdes (m ²) por habitantes de las Zonas de Estudio (2015). 58	
Cuadro 20	Resultados Descriptivos obtenidos del SPSS- Zona 1	61
Cuadro 21	Normalidad de los indicadores de la ICU- Zona 1	61
Cuadro 22	Resultados de la Variable ICU – Zona 2	63
Cuadro 23	Resultados Descriptivos obtenidos del SPSS- Zona 2.....	63
Cuadro 24	Normalidad de los indicadores de la ICU- Zona 2	63
Cuadro 25	Resultados de la Variable ICU – Zona 3	65
Cuadro 26	Resultados Descriptivos obtenidos del SPSS- Zona 3.....	65
Cuadro 27	Normalidad de los indicadores de la ICU- Zona 3	65
Cuadro 28	Resultados de la Variable ICU – Zona 5	67
Cuadro 29	Resultados Descriptivos obtenidos del SPSS- Zona 5.....	67
Cuadro 30	Normalidad de los indicadores de la ICU- Zona 5.....	67
Cuadro 31	Correlación del Máximo Térmico y las dimensiones de la urbanización - Zona 1	71
Cuadro 32	Resumen del modelo Temperatura del Máximo térmico vs las áreas verdes y áreas urbanas- Zona 1.....	72
Cuadro 33	Resumen modelo Temperatura del Máximo térmico vs el NDVI y áreas verdes - Zona 1	73
Cuadro 34	Correlación del Máximo Térmico y las dimensiones de la urbanización - Zona 2.....	74
Cuadro 35	Resumen modelo (Temperatura del Máximo térmico vs el NDVI y áreas verdes - Zona 2	74
Cuadro 36	Correlación del Máximo Térmico y las dimensiones de la urbanización -Zona 3.....	76
Cuadro 37	Resumen modelo Temperatura del Máximo Térmico vs el NDVI y áreas verdes - Zona 3	76
Cuadro 38	Correlación del Máximo Térmico y las dimensiones de la urbanización -Zona 5.....	77
Cuadro 39	Coeficiente de correlación (r) y determinación (r ²) de modelos de temperatura del máximo térmico (variable 1) vs (áreas verdes, áreas urbanas)..	79

Cuadro 40	Cuadro resumen de los coeficientes de correlación (r) y de determinación (r ²) entre la TMT (variable dependiente) y (Áreas Industriales, Áreas Urbanas).	80
Cuadro 41	Coeficiente de correlación (r) y de determinación (r ²) en las relaciones entre la temperatura del máximo térmico (variable dependiente) y (NDVI, Áreas Verdes).	81
Cuadro 42	Instrumento de recolección de datos de la Variable Urbanización.	94
Cuadro 43	Instrumento de recolección de datos de la Variable ICU	95

Índice de figuras

Figura 1	Ubicación del Área de Estudio en la imagen multiespectral compuesta a color (Path 007-Row 0.68)	36
Figura 2	Esquema Propuesto para el procesamiento de la información	40
Figura 3	Flujograma de cálculo del NDVI y la TST con Imágenes LANDSAT 5	41
Figura 4	Flujograma de cálculo del NDVI y de las TST con Imágenes LANDSAT 8	42
Figura 5	Diagrama de flujo de interpolación de los valores de TST , para el cálculo de las áreas de las ICU	43
Figura 6	Mapa de Variación de Urbanización de las Zonas del Área de estudio Zona 1-2	59
Figura 7	Mapa de Variación de Urbanización de las Zonas del Área de estudio Zona 3-5	60
Figura 8	Mapa de Variación de las Islas de Calor Urbana Zonas 1-2	69
Figura 9	Mapa de Variación de las Islas de Calor Urbana Zonas 3-5	70
Figura 10	Metadato de las imágenes de TST del satélite Landsat 5 y Landsat 8.	101

Índice de anexos

Anexo 1	Matriz de consistencias	93
Anexo 2	Instrumento de Recolección de datos.....	94
Anexo 3	Resultados de cada una de la variable urbanización Zona 1 y 2.....	96
Anexo 4	Resultados de cada una de la variable urbanización Zona 3 y 5.....	97
Anexo 5	Resultados de los Indicadores de la Variable Islas de Calor Urbano – Zona 1-2	98
Anexo 6	Resultados de los Indicadores de la Variable Islas de Calor Urbano – Zona 3-5	99
Anexo 7	Imágenes de cuantificación de islas de calor urbana	100
Anexo 8	Validación de los Instrumentos de medición a través de Juicio de Expertos	102

Índice de gráficos

Gráfico 1	Generación de las Islas de Calor Urbano entre (1999-2017).	50
Gráfico 2	Variación de áreas verdes, urbana e industriales producto del proceso de urbanización – Zona 1	52
Gráfico 3	Variación de áreas verdes, urbana producto del proceso de urbanización – Zona 2.....	54
Gráfico 4	Variación de áreas verdes, urbana producto del proceso de urbanización – Zona 3.....	56
Gráfico 5	Variación de áreas verdes, urbana producto del proceso de urbanización – Zona.....	58
Gráfico 6	Comportamiento Multitemporal de las ICU – Zona 1	62
Gráfico 7	Comportamiento Multitemporal de las ICU – Zona 2	64
Gráfico 8	Comportamiento Multitemporal de las ICU – Zona 3	66
Gráfico 9	Comportamiento Multitemporal de las ICU – Zona 5	68
Gráfico 10	Gráfico de contornos de superficie del comportamiento de las islas de calor urbana vs áreas urbanas y áreas Verdes (m ²) – Zona 1	79
Gráfico 11	Matricial del comportamiento de las islas de calor urbana vs áreas urbana y áreas Verdes (m ²) – Zona 2	79
Gráfico 12	Gráfico Matricial del comportamiento de las islas de calor urbana vs Áreas Industriales y Urbanas (m ²) – Zona 3.....	80

Gráfico 13	Gráfico Matricial del comportamiento de las islas de calor urbana vs Áreas Industriales y Urbanas (m ²) – Zona 5.....	80
Gráfico 14	Gráfico Matricial del comportamiento de las islas de calor urbana vs NDVI y áreas Verdes (m ²) – Zona 1.....	81

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente el crecimiento demográfico de América Latina, se viene desarrollando de manera acelerada debido al incremento de la población, la cual busca satisfacer sus necesidades básicas, de vivienda y servicios. Las poblaciones por lo general se desarrollan en las áreas centrales urbanas provocando el cambio de uso de suelo con la posterior pérdida de las áreas de cobertura vegetal.

El reflejo de esta problemática se observa en San Juan de Lurigancho es uno de los distritos en el Perú representativo donde el crecimiento poblacional anual es de 5%. En los últimos años, se observa la pérdida de áreas verdes por la demanda de usos de suelos urbanos en las actividades comerciales, industriales y la implementación de redes viales que permiten satisfacer los requerimientos de la población. Como resultado se origina los cambios en los microclimas presentes en el entorno a las ciudades, observándose fenómenos como las denominadas islas de calor urbano, que se caracterizan por ser áreas específicas donde los valores de temperatura de superficie terrestre (TST) es el promedio de las temperaturas de las áreas circundantes.

Es por ello que el presente proyecto de investigación, tiene por objetivo evaluar la relación entre la urbanización y las islas de calor urbano basado en el estudio multitemporal de las imágenes de las zonas en estudio ubicadas en el Distrito de San Juan de Lurigancho. La metodología que se desarrolló incluye la aplicación de la percepción remota de imágenes satelitales obtenidas por el sensor del LANDSAT5 y LANDSAT8. Se aplicó el método métrico y algoritmo que determina la radiancia termal de la Banda 6 del LANDSAT 5 y la banda 10 del LANDSAT8 TIRS, estos métodos permiten hallar temperaturas superficiales terrestres transformando la señal digital en longitudes de onda electromagnética. Así mismo se determinó al NDVI como el índice de porcentajes de vegetación de aquellas áreas verdes.

Las teorías relacionadas al tema se reportan en este informe, así como las hipótesis, objetivos, método, resultados y conclusiones. Finalmente se explica la prueba de la hipótesis validando si se acepta o rechaza la hipótesis nula.

1.1 Realidad problemática

Estudios del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) demuestran que la ciudad de Lima Metropolitana ha experimentado diversos cambios, tanto en su entorno inmediato, su paisaje natural, y la atmosfera llegando a convertir un gran porcentaje de su superficie en suelos sin cobertura vegetal; esto da origen a los microclimas que se denominan islas de temperaturas predominantes o islas de calor (Miranda, S y Chávez, S, 2012, p.2).

Actualmente existen múltiples datos de imágenes satelitales de la superficie terrestre obtenidas por los sensores de los satélites, sin embargo, estas imágenes no son indicativos directos de la existencia de núcleos de calor, puesto que únicamente representan valores de Nivel Digital (ND). No obstante, existen métodos que son aplicados para transformar los ND en escalas de temperatura superficial. Para obtener los valores de TST se utiliza el logaritmo MÉTRICO, este método se desarrolló en imágenes de satélite LANSADT 5TM (FERNÁNDEZ G y MOREIRA N, 2013, p.2). Así mismo la temperatura obtenida con imágenes del LANSADT 8 TM se obtuvo usando el algoritmo derivado de la radiancia térmica observadas en la Banda TIRS 10 del LANSADT 10 (Ugur, A y Gordana, J, 2016, p.3).

Por otro lado, se menciona que las causas que hacen posible la formación del fenómeno de las islas de calor, se atribuyen a los cambios de uso de suelo agrícola a suelo urbano e industrial, donde se registra pérdidas de la cobertura vegetal, llegando a cambiar los microclimas urbanos.

Por ello, es de extrema importancia determinar los núcleos térmicos de las zonas urbanas para cuantificar el desarrollo de las islas de calor urbanas (ICU). Esta información fue obtenida a partir de análisis espectro temporal con los valores de TST. El modelamiento de las imágenes satelitales es de gran utilidad para establecer las medidas de prevención que permitan preservar las áreas verdes buscando disminuir la temperatura de la superficie terrestre.

1.2 Trabajos previos

1.2.1 Antecedentes Nacionales

Soberón, V y Obregón, E. (2015), En el proyecto de investigación “Identificación de las islas de calor en la ciudad de Lima metropolitana utilizando imágenes satelitales LANSADT (5TM)” Se planteó como objetivo identificar las islas de calor urbano superficial de la ciudad de Lima y su relación con la temperatura del aire. Por su diseño el proyecto es no experimental, correlacional y descriptivo. La metodología consistió en hallar las radiancias de los datos de las imágenes de satélite LANSADT (5TM) para luego hallar la temperatura de brillo la cual fue corregida por la emisividad. Las imágenes que se modelaron pertenecieron a las fechas 7 marzo del 2011, 31 de enero del 2012, 2 de abril de 2009, respecto al área de estudio se consideró la zona urbana y rural en la cual se reconoce tres tipos de uso de suelo comercial, industrial y suelo desnudo. En cuanto a la metodología se halló el NDVI, la cual permite realizar la diferenciación entre dos coberturas de superficie con diferentes respuestas espectrales de dos bandas, para hallar las temperaturas superficiales terrestres se desarrolló previamente un realce de las imágenes que permiten diferenciar entre los suelos desnudos y con vegetación. Permitiendo determinar las islas de calor teniendo como referencia aquellas superficies que poseen temperaturas mayores al promedio de temperatura hallada en el área urbana. Finalmente se llegó a identificar 15 islas de calor en la zona urbano, las cuales se encuentran en los distritos de Villa María del Triunfo, Villa el Salvador, San Juan de Miraflores San Juan de Lurigancho, así mismo la relación entre en NDVI y la temperatura de superficie es negativa, cuya regresión es 0.89 puesto que mientras mayor sea la existencia de cobertura vegetal la temperatura de superficie será menor.

Mendoza, J. (2014) quien realizó el trabajo de investigación “Implementación de un método operativo para la estimación de temperatura superficial terrestre en la Región Callao Usando datos de las Imágenes Satelitales” plantea como objetivo implementar el método para estimar la temperatura de la superficie terrestre en la región Callao, utilizando imágenes satelitales. En cuanto a la metodología, se utilizó el software IDL Tm (Interactive Dta Language), ENVI TM (Enviromental for

Visualización Images), y LyX (procesador de documentos); también se analizó imágenes del sensor TM del satélite LANDSAT 5. Estos datos de las imágenes fueron obtenidos de U.S Geological Survey (USGS). Estados Unidos o (INPE) Brasil, la metodología se desarrolló a partir de la calibración radiométrica, el cálculo de la reflectancia de la superficie, NDVI, emisividad, temperatura de brillo y la temperatura superficial. Concluyendo que los resultados de temperatura superficial de las imágenes de satélite tomada el 05-05-1996, tiene una diferencia de 1,55°C para el agua, 11,6°C para la vegetación y 15,78°C para el suelo, por lo tanto, se puede deducir que la temperatura superficial del suelo árido es mayor que la temperatura de los suelos con vegetación.

1.2.2 Antecedentes Internacionales

Sarricolea, P, et al. (2008) realizó el trabajo de investigación “Análisis de la máxima intensidad de la isla de calor urbana nocturna de la ciudad de Rancagua (Chile) y sus factores explicativos” siendo el objetivo principal hallar las temperaturas de la ciudad de Chile. El método utilizado fue recopilar datos de las temperaturas del aire utilizando dispositivos móviles, estaciones meteorológicas fijas, así como imágenes del LANDSATMSS de 1975 y LANDSAT TM de 2008. Las imágenes MODIS de combinación de 32 días pertenecientes al 2007 fueron utilizadas para las cuatro estaciones del año. En conclusión, se confirmó que el área urbana se ha triplicado en dicho periodo, se obtuvo como resultado 10,45 Km² a los 30,23 Km², alcanzando una densidad poblacional de 9057 habitantes por Km². Así mismo, se determinó que la intensidad de las Islas de Calor Urbana (ICU) es más pronunciada en las estaciones de estiaje, debido a que en el interior del límite urbano de las diferencias de temperatura están sobre 4°C, mientras que en primavera los focos térmicos de la ciudad solo alcanzan 2°C.

Soto, A y Perez, R (2015) quien elaboro la tesis “Uso de Percepción Remota y (SIG) para la determinación de islas de calor urbano en ciudad Juárez, Chihuahua”, planteó como objetivo determinar (ICU) en Juárez. Este trabajo busco determinar las islas de calor debido a que el aumento urbano que perciben las ciudades se encuentra incorporados a diferentes problemas ambientales como es el cambio de uso de suelo y el manejo de materiales en la construcción de las edificaciones con

una alta capacidad de absorción de la radiación electromagnética las cuales producen un incremento de temperatura en las zonas urbanas, respecto a las zonas rurales. La metodología que aplicaron es la percepción remota y sistemas de información geográfica los cuales permiten transformar el nivel digital (ND) en valores de temperaturas ($^{\circ}\text{C}$), estos datos se promediaron con las temperaturas mayores y menores, con el fin de observar las islas de calor. Se concluyó que las temperaturas son superiores en los meses de verano y se encuentran ubicadas en la zona centro de la ciudad, considerado como un lugar más urbanizado en algunos casos, se muestra 10°C de diferencia.

Romero, H. y Sarricolea, P. (2006) quien realizo el trabajo “Patrones y factores de crecimiento espacial de la ciudad de Santiago de Chile y sus Efectos en la generación de islas de calor urbanas de superficie” planteó como objetivo identificar áreas de cambios de usos y coberturas de suelo utilizando series temporales de imágenes satelitales LANDSAT obtenidas entre 1975 y 2004 en la ciudad de Chile. La metodología consistió en un análisis y procedimiento de imágenes satelitales mediante sistemas de información geográfica, el cual permite observar los cambios en los usos y coberturas de los suelos empleados modelos de regresión múltiple donde la variable dependiente es el porcentaje de áreas y las variables explicativas corresponden a la distribución de la población, las densidades urbanas y la distancia hacia el centro de la ciudad. En conclusión, se encontró que la expansión física de la ciudad desde 1975 y 2004 se produjo un aumento de 33 962 a 63 134 (has).

Serra, J (2008), En el artículo titulado “Estudio de la isla de calor de la ciudad de Ibiza”, planteó como objetivo reconocer islas de calor urbano (ICU) en la ciudad de IBIZA, menciona que el fenómeno se desarrolla en el centro de la ciudad, donde las construcciones como edificios constituyen estructuras más densas y compactas, la cual genera focos de temperaturas, las causas son producto de diferentes actividades como los procesos de combustión en las áreas urbanas y manufactureras. Por otro lado, se realizó una caracterización de las islas de calor,

por su intensidad la cual se obtuvo mediante la diferencia máxima observada, en un instante fijo, entre la temperatura de un punto del centro de la ciudad y otra de la periferia. La metodología consistió en la aplicación del método de transeptos, el cual permitió obtener datos de temperaturas de dos campañas (invernal y estival), esta técnica incorpora el uso de vehículos que obtienen datos meteorológicos como las temperaturas de la atmosfera, previamente localizadas en varios puntos del recorrido, esta información fue interpolada para el reconocimiento de áreas donde se presenta una (ICU). Concluyendo que, en la etapa estival, se obtuvo un valor de intensidad máxima de $6,4^{\circ}\text{C}$ y una intensidad inferior es de $0,9^{\circ}\text{C}$.

Trujillo, S. (2012), en el estudio sobre “Estimación de temperatura superficial en el Valle de Aburra Mediante Técnicas de Percepción Remota” se planteó como objetivo calcular valores de (TST) en el área urbana del Valle de Aburra, a través de un análisis de imágenes satelitales. La metodología comprende en correlacionar la temperatura superficial promedio de la zona urbana del área de estudio y la intensidad de vegetación para lo cual, se realizó un procedimiento el cual empieza con la selección de la información espacial de las imágenes satelitales, el análisis temporal fueron entre los años 1986 y 2010, para luego pasar por un ajuste de información digital, estimar la temperatura superficial utilizando el software ArcGIS 10 y ERDAS 9.1, por otro lado se halló el NDVI (Índice Normalizado de Vegetación) el cual permite hallar la densidad de vegetación en un determinado área y posteriormente desarrollar la correlación con la temperatura superficial. Se concluye que el área de estudio presenta una intensidad de las ICU alrededor de 6°C , esto indica que el área urbe esta 6°C por encima de las zonas rurales, resultando un incremento en el consumo de energía.

Némiga, A, et al (2016), quien realizo el trabajo “Arbolado urbano y su relación con la radiación solar y las variaciones térmicas en metrópolis mexicanas”, planteó como objetivo identificar la magnitud de las variaciones de radiación solar y temperatura de la metrópolis. Este trabajo analizo a través del crecimiento urbano descontrolado la alteración de temperaturas de la periferia de las áreas urbanas.

En cuanto a su metodología se utilizó como instrumento la cartografía e imágenes satelitales, permitiendo hallar las temperaturas en primera instancia de SENAMHI y la información del sensor MODIS Terra, después se procedió a relacionar el NDVI con la presencia de vegetación en el interior de las trazas urbanas de la ciudad de México. Los resultados demuestran que la vegetación urbana y los cuerpos de agua contribuyen a regular la variación de la temperatura y que los fenómenos de las islas de calor suelen ocurrir en condiciones atmosféricas tropicales de la ciudad de México.

Ferrelli, F. et al (2015), en la tesis sobre “Utilización de Imágenes satelitales para el estudio de la distribución térmica en distintas coberturas del suelo de la ciudad de Bahía Blanca”. El objetivo fue analizar el comportamiento de la temperatura de superficie Terrestre (TST) y su relación con las distintas coberturas de suelo en la ciudad Bahía Blanca, Argentina. Esta investigación se desarrolló debido a que el clima urbano está siendo modificado por las actividades urbanas, que originaron los cambios de cobertura del suelo alterando la temperatura superficial. Para poder demostrar este tipo de fenómeno se tuvo que desarrollar primero un análisis de datos meteorológicos, segundo procesamiento de imágenes satelitales y tercera interpretación visual del terreno. Para el cálculo de la TST con las imágenes satelitales se aplicó el método Monomocal, cuyos resultados en forma general demuestran que en invierno la intensidad de la isla de calor es mayor ($>5^{\circ}\text{C}$) y en verano (entre $15 - 25^{\circ}\text{C}$), Concluyo que los valores de temperatura en la zona de la periferia es de ($45,1^{\circ}\text{C}$) y el suelo disperso (46°C) y el menor en el centro de la ciudad (2°C) y finalmente se determinó que los meses con mayor índices de (TST) son los meses de verano.

Ugur, A y Gordana J (2016), En la investigación “Algoritmo para el mapeo automatizado de la temperatura de la superficie terrestre. Usando los datos del satélite LANDSAT 8 Se planteó como objetivo hallar la temperatura de la superficie terrestre para Ontario and Quebec ubicados en Canadá, donde se comparará con los valores de temperatura del aire, Por su diseño es no-experimental, correlacional descriptivo. La metodología consistió en hallar las temperaturas aplicando el

algoritmo el cual fue derivado de la radiancia termal de la banda 10 del LANDSAT 8 TIR. Las imágenes que se modelaron pertenecieron a las fechas de 02 de mayo del 2015 y el 4 de junio del 2015 respecto a las áreas de estudio son provincias de Ontario y Quebec, en estas áreas se diferencian los cuerpos de agua, áreas urbanas y áreas verdes. En cuanto a la metodología se evaluó la radiancia espectral de la atmosfera superior, seguido de la conversión de la radiancia a AT-Sensor de temperatura, determinación del NDVI, para estimar la fracción vegetal. La emisividad de la superficie terrestre fue utilizada para corregir a la temperatura de brillo, resultando en los valores de TST expresado en °C. Finalmente los valores de TST y los valores de temperatura del aire, son sometidos para hallar la desviación de 2.4°C y Quebec con 2.7 °C, este comportamiento responde a los valores medidos por las estaciones meteorológicas a una altura de 1 metro, en este estudio se observa a las imágenes satelitales elaboradas en presencia de nubosidad.

Iral, P y Meneses, F (2017), En la investigación “Análisis Espacio – Temporal de Variables que inciden en la Generación de Isla de Calor Urbana en la Localidad de Kennedy”. Planteo como objetivo determinar las variables que inciden en la ocurrencia del fenómeno de islas de calor urbana en Kennedy. El trabajo es un estudio de tipo correlacional; la metodología incluye el uso de la Teledetección, trabajó con imágenes satelitales Landsat 5, Landsat 7 y Landsat 8 desde (1990 - 2016) aplicando el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) apoyado por herramientas estadísticas, donde se estableció como variables al NDVI, Albedo Superficial Terrestre, Temperatura Superficial Terrestre, Consumo de Energía Eléctrica, Población y la Urbanización. Como resultado se determinó que la mayor incidencia de las islas de calor se encuentra en las áreas industriales. El valor reportado de la correlación de Pearson de la Urbanización frente a la Temperatura Superficial Terrestre fue de 0.91, indicando que las variables explican el 91% del resultado de la TST. Esto indica que la Urbanización influye en el desarrollo de las ICU en la localidad de Kennedy, donde la expansión urbana se incrementó en 83,23% para el año 2015. Resulta predecible que el comportamiento de las áreas aledañas tendrá similar comportamiento en los años futuros.

1.3 Teorías relacionadas al tema

1.3.1 Urbanización

La urbanización es el crecimiento de las ciudades y la edificación de infraestructura por las poblaciones, en América latina en el año 2008, el 81 % de la ciudad coexistía en áreas urbanizadas y se espera que esta proporción aumente a medida que existe la alta densidad poblacional, la cual se incrementa cada año.

Por otro lado, se menciona que, el Proceso de Urbanización, es el predominio del desarrollo urbano acompañado con las construcciones y las vías de transporte los cuales comprometen la mayoría de las funciones de los suelos. (Gardi, C, Et al, 2014, p.30). El proceso geográfico y socioeconómico que influye en la transformación de la cobertura vegetal es a partir del cambio de uso de suelo, el cual se encuentra inicialmente ocupada por paisajes naturales o estaba dedicado a actividades agropecuarias. El incremento de las zonas urbanas las cuales conducen a la modificación de la cobertura del suelo natural, produce un incremento de la temperatura de dichas áreas producto de la disminución del valor del albedo (Soto A y Perez E, 2015, p.2).

1.3.2 Modificación de la cobertura vegetal

En las zonas rurales, la vegetación y las tierras abiertas suelen dominar el paisaje puesto que, los árboles y la vegetación suministran sombra, lo que ayuda a disminuir las temperaturas superficiales. También ayuda a reducir las temperaturas del aire a través del proceso llamado evapotranspiración, donde las plantas expulsan agua hacia la atmosfera circundante, disipando el calor ambiental. Por el contrario, las áreas urbanas se caracterizan por ser superficies secas e impermeables en estructuras como techos convencionales, aceras, carreteras y estacionamientos. A medida que, las ciudades incrementan su tamaño, se pierde más vegetación; por ello, el cambio de la cubierta del suelo disminuye y provoca la reducción de áreas con sombra y humedad. Entonces las áreas urbanas evaporan menos agua, y contribuyen a elevar la temperatura del suelo y del aire. (EPA,2008, p.6).

Así mismo la pérdida de cobertura vegetal está ligado a los cambios de uso de suelo, afectando el cambio de energía entre la superficie terrestre con la atmosfera, generando la pérdida de biodiversidad, degradación del suelo, deterioro y/o pérdida de los servicios ambientales, resiliencia y un incremento en la vulnerabilidad de los asentamientos humanos frente a los eventos climáticos (EPA, 2008, p.116).

Finalmente se afirma que la pérdida de cobertura vegetal es producto de la Urbanización, la cual genera disminución en la calidad del suelo, dicho fenómeno se denomina desertificación debido a que las temperaturas del suelo siempre se encuentran elevadas, por que reciben mayor radiación solar directa y su porcentaje de humedad es baja. (EPA, 2008, p.141).

1.3.3 Áreas Verdes

Según el Comercio (2015); Lima no cumple con la cantidad de áreas verdes, las cuales, según la OMS, debe de tener (9m²/hab), el cual permite una mejora en la calidad de aire y por lo tanto una mejor calidad de vida. Sin Embargo, Lima tiene (3.1m² de área efectivamente habilitada), cifras del Plan Metropolitano de Desarrollo Urbano de Lima y Callao (PLAM 2035); y está se encuentra muy por debajo de las ciudades como Santiago de Chile, México DF, Bogotá y Quito. (p.1).

A sí mismo, se recalca que nueve distritos superan lo recomendado por la OMS, cuatro de ellos se ubican en Lima Centro, concentrando el 35%, del área verde pública total; sin embargo, solo ocupa el 4% de la población y acoge al 15% de la población de la capital. Lima centro tiene 6,14 m² de áreas verdes por habitante mientras que Lima este, la zona con menor disponibilidad tiene 3 m² por habitante (p.1).

Romero, R. (2017), muestra que el distrito de San Juan de Lurigancho, para el año 2016, se encontró 1.62 m² de áreas verdes por habitante. (p.1)

1.3.4 Sectorización territorial del uso de suelo

La Municipalidad Distrital de San Juan de Lurigancho. (2011), plantea que el uso de suelo, que actualmente se viene desarrollando, es de vivienda, comercio, servicios, educación, salud e industrial. Por otro lado, indica que las actividades urbanas, generan un flujo de las personas, por lo tanto, se necesitan infraestructura urbana y de transporte. (p.13).

El 2015 el distrito de San Juan de Lurigancho, presento un Plan de Desarrollo Económico el cual tiene como referencia general la sectorización territorial del distrito, considerando 8 zonas que agrupan un total de 27 comunas. Según el uso de Suelos donde se realizó la caracterización de uso de suelos actual a nivel distrital.

A continuación, en la Tabla 1 se detallan los porcentajes de uso de suelo para el distrito de San Juan de Lurigancho.

Tabla 1 Porcentajes de Uso de Suelo de San Juan de Lurigancho

Uso de Suelo	(%)
Residencial	75
Vivienda Taller	10
OU-Penales	4
Industria Liviana	3
Comercio	4
Equipamiento	3
Parque Zonal	1

Fuente: Plan de Desarrollo Económico Local, S.J.L (2005).

1.3.5 Islas de Calor

Las islas de calor se constituyen en las superficies urbanas y suburbanas, debido que la mayoría de los materiales, por las cuales están edificadas, puesto que no permiten el desarrollo de la irradiación, tienden a absorber y retener mayor calor reflejado proveniente del sol y suelen tener temperaturas superiores a los materiales del área rural. (Gartland, 2008, p.1).

Las (ICU) se caracterizan por tener temperaturas más altas que las zonas rurales circundantes, y esto constituye uno de los cambios significativos producto de la acción del hombre así como, resultados de diferentes procesos relacionados con la urbanización provocando la alteración de la cobertura de suelo a partir del incremento de actividades como el transporte y las industrias.(Soto A y Perez E, 2015 , p 2).

Las islas de calor urbano están típicamente presentes día y noche, pero tienden a ser más fuertes durante el día por la presencia de los rayos solares. Para el periodo de día, la diferencia entre las temperaturas de las zonas urbanas y rurales es de 18 a 27 °C. Por otro lado, la magnitud de las islas de calor urbana varía con las

estaciones climáticas, así la intensidad de la radiación solar se incrementa durante el verano, y esto se manifiesta como la variación de las islas de calor típicamente más grandes en verano (EPA, 2008, p.2).

Tabla 2 Características Básicas de las islas de calor urbano superficial y atmosférico (UHI)

Características	Superficie UHI	Atmosférica UHI
Desarrollo Temporal la cual se propaga con el tiempo	<ul style="list-style-type: none"> • Se presenta durante el día y de la noche. • La intensidad dura en los meses y días. 	<ul style="list-style-type: none"> • Puede ser corto, ya que no puede durar en el día • Mayor intensidad se da en la noche o por la mañana en invierno.
Intensidad Máxima de temperatura	<p>Mas variación temporal de temperatura</p> <ul style="list-style-type: none"> • Día: 18 a 27 °F (-1 to 2°C) • Noche: 9 a 18 °F (5 a 10°C) 	<p>Variación Mínima</p> <ul style="list-style-type: none"> • Día: -1,8 a 5.4 °F (-1 a 2°C) • Noche: 12,6 a 21,6 °F (7 a 12 °C)
Método de identificación.	<p>Medición indirecta</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sensor Remoto 	<ul style="list-style-type: none"> • Estaciones meteorológicas fijas • Transeptos (puntos medidos en una determinada distancia) Móviles.
Características	<ul style="list-style-type: none"> • Superficie UHI 	<ul style="list-style-type: none"> • Atmosférica UHI
Descripción.	<ul style="list-style-type: none"> • Imagen Termal 	<ul style="list-style-type: none"> • Mapa de Isotermas • Gráficos de Temperatura

Fuente: EPA (United States Environmental Protection Agency)

a) Causas que generan (ICU)

La producción de islas de calor es por lo general antropogénicos procedente de las múltiples acciones y procesos de combustión llevadas a cabo en las áreas industriales como, por ejemplo, sistemas de calefacción, transporte, alumbrado, industria, etc.

La reducción de la evaporación, es debido a la sustitución del suelo por un suelo pavimentado (la cual tiene características y propiedades) que ayudan al aumento de la absorción de la radiación solar, debido al efecto de captura que produce la singular geometría de las calles y edificios, obteniendo como resultado una

disminución del albedo porcentaje de radiación electromagnética emitida a la superficie debido a que la radiación solar incidente sobre variados reflexiones en las fachadas y el suelo, quedando atrapada. (Moreno Citado en Serra, J. 2007. p .58).

b) Ocurrencia, Intensidad y Desarrollo de la ICU

La ocurrencia, intensidad y desarrollo de la ICU , pueden ser observadas a través de imágenes satelitales que codifican la radiación emitida por la superficie terrestre en la región del infrarojo del espectro electromagnético, empleándose el concepto de isla de calor de superficie (ICS) para referirse a la elevación de la temperatura superficial de un área en relación a su entorno (Stone y Rodgers, 2001; citado por Romero.H y Sarricolea, P, 2016, p. 3).

c) Parámetros de la Isla de calor

Los parámetros que caracterizan a las islas de calor son: intensidad de temperatura, configuración y la localización del máximo térmico. (Prats C, et al 1993 y Gartland 2008 citado en Gálvez J, 2013 p. 2).

La intensidad de las islas de calor urbano, es uno de los parámetros producto de la diferencia máxima observada, en un momento determinado, entre la temperatura de un punto centro de la ciudad y otro de la periferia, estará influenciado por la hora del día y la estación del año (Serra J, 2007, p.59).

La configuración urbana de las islas de calor, tiene como punto central, el núcleo térmico histórico la cual engloba los puntos más altos de temperatura, también es influenciado por topografía del lugar (Cuadrants J, et al, 1992, p.118).

El Máximo térmico es el área espacial donde las temperaturas son mayores, dentro de la ciudad donde se procede la mayor diferencia de temperatura, por lo tanto, se estará hallando la máxima intensidad (Gálvez J, 2013, p.1).

d) Efectos de la isla de calor

La temperatura de las islas de calor urbano, se manifiestan en verano pudiendo afectar a las comunidades ambientales y la calidad de vida. Los efectos negativos son: Incremento del consumo de energía, elevación de las emisiones de las industrias. (EPA Citado en Soberón V y Obregón E, 2014, p.11).

Según el Comercio (2015) Menciona que las islas de calor son un fenómeno climático urbano que puede causar enfermedades a la piel y ojos. (p.1).

1.3.6 Teledetección y tratamiento de las imágenes satelitales

“La teledetección generalmente engloba procesos que permite la captación de imágenes mediante un sensor el cual capta las radiaciones en diferentes longitudes de onda que emite los diferentes cuerpos de la superficie terrestre. Esta radiación se caracteriza en términos de la longitud de onda la cual indica la distancia entre dos picos sucesivos de una onda. Si el objeto con temperatura superior al cero absoluto, irradia energía significa que tendrá mayor temperatura, por lo tanto, la radiación será más intensa en longitudes de onda corta. Por otro lado, la existencia de distintas longitudes de onda agrupa la existencia de bandas continuas, el cual se muestra en el espectro electromagnético” (Basterra, I. 2011. p.3).

a) Percepción Remota

Es una técnica la cual, permite obtener información de un objeto, analizando los datos adquiridos mediante algún dispositivo (sensor) que no está en contacto físico con dicho objeto. Esto se realiza a través, del registro de la emisión de energía absorbida por el sensor para procesar y analizar esta información.(Sanches, 2016, p.2)

b) Sensores Remotos

Instrumentos utilizados en la teledetección para captar imágenes de la superficie de la tierra, a través de la captura de la emisión radiante de la superficie de la tierra en diferentes rangos espectrales, con lo cual se obtiene imágenes de una misma área, con diferentes características reflectivas de su superficie. Además de ello se le atribuye la capacidad de detectar segmentos del espectro los cuales no son perceptibles en la región visible. (Sanches,2016.p.2).

c) Clasificación de Sensores

Se llaman sensores pasivos a los que no poseen una fuente propia de radiación emitida por los albos (porcentaje de radiación emitida a la atmósfera) y se llaman sensores activos a los que no dependen de la iluminación del sol, es decir que el sensor capta la energía reflejada por la superficie de la tierra en diferentes longitudes de onda.

En función del tipo de producto, los satélites que proveen predicción numérica de las condiciones del clima (Operational Numerical Weather Prediction, NWP) no proveen imágenes solamente proveen datos numéricos codificados. Así mismo, existen los satélites que suministran informaciones en forma de imágenes (Imagery Satellite, IS) y crean la variación espacial de la respuesta espectral de la superficie observada.

Sensor del LANDSAT 5

El LANDSAT 5, posee un sensor TM el cual realiza un rastreo multiespectral, creado para proporcionar una mayor resolución espacial, y la mejor discriminación espectral entre los objetos de la superficie terrestre. Así mismo, opera simultáneamente en siete bandas espectrales, de las cuales las primeras 3 pertenecen al rango visible, 1 en el infrarrojo cercano, 2 en el infrarrojo medio y 1 en el infrarrojo termal. Su resolución espacial es de 30 metros en las bandas del visible e infrarrojo medio y una banda del infrarrojo termal, la cual tiene como resultado una escena terrestre registrada de 185 km².

Tabla 3 Características del Sensor de LANDSAT5 TM

Modo Espectral	Espacial (metros)	Espectral (micras)		Radiométrica	Temporal
Multiespectral	30	Banda 1 azul:	0.45 – 0.52	8 bits	16 días
		Banda 2 verde:	0.52 – 0.60		
		Banda 3 roja:	0.63 – 0.69		
		Banda 4 infrarrojo cercano 1:	0.76 – 0.90		
		Banda 5 Infrarrojo cercano 2:	1.55 – 1.75		
		Banda 7 Infrarrojo medio:	2.08 – 2.35		
Termal	120	Banda 6 Infrarrojo térmico	10.4 – 12.5		

Fuente: INEGI. Dirección General de Geografía y Medio Ambiente

Sensor de LANDSAT 8

El satélite LANDSAT 8 tiene dos instrumentos de rastreo: Operacional Land Imager (OLI), y un sensor térmico infrarrojo denominado (TIRS). Las bandas espectrales del sensor OLI, son similares a el sensor LANDSAT 7ETM+, con la diferencia que se ha incremento dos bandas espectrales: un canal profundo en la azul visible (banda 1), diseñado específicamente para recursos hídricos para investigación en zonas costeras, y un nuevo canal infrarrojo (banda 9) para el análisis en detección de nubes cirrus. Por otro lado, el sensor TIRS recoge dos bandas espectrales en longitudes de onda incluidas por la misma banda en los anteriores sensores TM y ETM+. El LANSADT 8 toma imágenes obtenidas por el sensor (OLI) y (TIRS) consta de nueve bandas espectrales con una resolución espacial de 30 metros para las bandas 1 a 7 y 9. El tamaño aproximado de la escena es de 170 km de norte -sur por 183 km de este a oeste (106km por 114km). (Ariza, A,2013. p.10)

Tabla 4 Distribución de las bandas en OLI y TIRS

Bandas	Longitud de onda (micrómetros)	Resolución (metros)
Banda 1- Aerosol costero	0.43 – 0.45	30
Banda 2-Azul	0.45 -0.51	30
Banda 3- Verde	0.53 – 0.59	30
Banda 4- Rojo	0.64 – 0.67	30
Banda 5- Infrarrojo cercano (NIR)	0.85 – 0.88	30
Banda 6- SWIR 1	1.57 – 1.65	30
Banda 7- SWIR 2	2.11 – 2.29	15
Banda 8- Pancromático	0.50 – 0.68	15
Banda 9 - Cirrus	1.36 – 1.38	30
*Banda 10-Infrarrojo térmico (TIRS) 1	10.60 – 11.19	100
*Banda 11-Infrarrojo térmico (TIRS) 2	11.50 _ 12.51	100

* Las bandas TIRS se adquieren a una resolución de 100 metros, pero se vuelven a muestrear a 30 metros. Fuente: (USGS .2013).

d) Tipos de Resolución de los Satelites

Resolución Radiométrica

Chuvienco, (2010) es la sensibilidad del sensor, e indica su capacidad para detectar variaciones en la radiancia espectral. Determina el número de niveles por pixel (64-128-256-1024). A mayor resolución radiométrica, mejor es la definición de la imagen.

Resolución Espacial

Es dado por el objeto más pequeño que puede ser diferenciado sobre la imagen. Define el tamaño de pixel, que es la distancia correspondiente al tamaño de la mínima unidad de información en la imagen. (Sanches,2016.p.2).

Resolución Espectral

Indica que a través de las bandas espectrales el sensor puede discriminar diferentes regiones del espectro electromagnético, y se considera como idóneo cuanto mayor es el número de bandas que son proporcionadas, lo cual permitirá la caracterización espectral de las distintas cubiertas. (Sanches,2016.p.2).

Resolución Temporal

Es la periodicidad con que el sensor adquiere imágenes de la misma porción de la superficie terrestre. Está en función de las características orbitales de la plataforma o satélite de rastreo (altura, velocidad e inclinación) y de la orientación del sensor (ángulo de observación y ángulo de cobertura) (Chuvienco, 2010). El ciclo de recubrimiento corresponde al paso del satélite sobre la misma región de la tierra.

e) La Respuesta Espectral

Es el comportamiento de los cuerpos ante la incidencia de las radiaciones electromagnéticas de distinta frecuencias , por lo general todos los cuerpos tienen diferente respuesta espectral debido a la existencia de factores como:el ángulo de incidencia de la energía con el cuerpo , aspecto del relieve , interacción atmosférica con las distintas longitudes de onda y variaciones ambientales (Sanches , 2016.p.2).

1.3.7 Método (MÉTRICO) para la estimación TST del LANDSAT 5TM

Para determinar la temperatura superficial, se procede a aplicar el método de logaritmo MÉTRICO, este método es aplicado en imágenes satelitales LANDSAT TM, a continuación, se detalla las diferentes etapas de cálculos para obtener las TST (Fernández, G y Moreira, N. 2013, p.2).

Etapa 1: Selección de la imagen, basado en el tipo de estudio a realizar; para ello se debe de tener el objetivo definido en el desarrollo de proyectos ambientales, incluyendo el cuadrante de la región en estudio dado por la longitud y latitud que son posiciones geográficas.

Etapa 2: La radiancia está asociada a la banda termal (banda 6), de una parcela de energía emitida por cada pixel de imagen, la radiancia es un valor de energía solar reflejada por cada pixel, el cual corresponde a un punto de coordenada en la toma de imagen de un satélite, por unidad de tiempo y área de estudio. Está relacionado con el ángulo sólido de propagación de la radiación y su comportamiento espectral. Por lo tanto, para poder hallar la radiancia espectral se aplica la ecuación a la banda 6 termal obtenida por el sensor del LANDSAT5 TM (Fernández G y Moreira, 2013, cita a Cunha et al, 2009, p, 36), según la siguiente ecuación.

$$L_{sen} = L_{min} + \left[\frac{L_{max} - L_{min}}{255} \right] ND \quad (1)$$

Donde L_{sen} es la radiancia espectral, en $W m^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1}$, ND son números digitales de la banda 6 relacionado con la intensidad de pixel, cuando se tiene una diferenciación de (0 a 255 bites); L_{max} y L_{min} son longitudes de onda máximas y mínimas.

Etapa 3: La radiancia espectral producto de la ecuación 1, se convierte a temperatura de brillo (Tb) o temperatura del satélite, en Kelvin (K). La cual se calcula.

$$Tb = \frac{k_2}{\ln\left[\frac{k_1}{L_{sen}} + 1\right]} \quad (2)$$

Según (Chander): k_1 y k_2 son constantes de calibración, por lo general para el sensor 5TM los valores para $k_1 = 607.76 Wm^{-2}sr^{-1}\mu m^{-1}$ y $k_2 = 1260.56 K$.

L_{sen} , es la radiancia la cual se calculó en la Ecuación-1 y ln es la función logaritmo natural. (Fernández G y Moreira, 2013, cita a Martines, 2009, p.35).

El NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizado)

Mediante la medida de la intensidad de la luz del espectro visible e infrarrojo reflejado por la superficie terrestre hacia el espacio, se calcula el (NDVI). Este índice está establecido para determinar el pigmento responsable de la coloración verde de las hojas de plantas. Esta absorbe la luz visible (0,4 a 1,1 micras). Mientras mayor sea el número de hojas, menor será la longitud de la onda al momento de la reflexión. La expresión matemática para hallar el índice: (EPA, 2008, p.130).

Formula del NDVI

$$NDVI = \frac{NIR-VIS}{NIR+VIS} \quad (3)$$

Etapa 3: En cada uno de los pixeles los cuales representan una coordenada fija de la imagen satelital cuyos cálculos del NDVI siempre resultan en un número que va de (-1) a más uno (1) por lo tanto, el valor 0 tiene una significancia que indica mínimo de densidad de hojas y al aproximarse a 1, el índice indica el máximo de la densidad de hojas verdes. (EPA, 2008, p.130).

Etapa 4: Se procede hallar la emisividad (ϵ), la cual es definida como la relación entre la radiación de una superficie (M) relativa a la de un emisor perfecto a la misma temperatura (Mn). (Chuvienco, E & Huete, A. 2016, p.27). es calculada en base a la siguiente ecuación

$$\epsilon = \epsilon_v P_v + \epsilon_m(1 - P_v) + d\epsilon \quad (4)$$

Donde (ϵ_v) es la emisividad de la vegetación cuyo valor constante es de 0.98; ϵ_m , emisividad del suelo urbano asume un valor constante de 0.92: P_v (proporción de la vegetación) y ($d\epsilon$) es la fracción de emisividad, estos datos últimos se obtienen de ecuaciones que se presentaran en las siguientes ecuaciones: (Soberón, V y Obregon, E, 2015, p.37).La fracción de cobertura vegetal verde (F_v), es definida como la fracción por la cubierta verde o la proporción de la superficie de suelo (Sánchez, I et al,2010. p.15)

$$Fv = \frac{(NDVI - 0.2)^2}{(0.5 - 0.2)^2} \quad (5)$$

$$d\varepsilon = (1 - \varepsilon_m)v\varepsilon 0.55 = (1 - Pv) \quad (6)$$

Etapa 5: Cálculo de la Temperatura de brillo corregida por la emisividad, donde se plantea la siguiente fórmula de la ecuación 6, la cual permite hallar la temperatura de brillo (Tb) corregida por emisividad; para ello se utilizó la información de la banda 6, con los pixeles de resolución temporal de 30 m x 30 m, obtenida de la misma fuente

$$TST = \frac{Tb}{[1 + \left(\lambda \frac{Tb}{p}\right) (Ln\varepsilon)]} \quad (7)$$

Siendo, λ la longitud de onda de la radiancia emitida (11.5 μ m), ε es la emisividad y p es una constante 1.438×2998 m K, se obtuvo mediante la ecuación 7.

$$p = \frac{ch}{\sigma} \quad (8)$$

Donde, h es la constante de Plank (6.63×10^{-34} J s), c es la velocidad de la luz (2.998×10^8 m/s), σ es la constante de Stefan Boltzmann (1.38×10^{-23} J K⁻¹). Una vez que se logra obtener la temperatura de superficie, en grados Celsius, convirtiendo luego en la escala absoluta Kelvin, y reportado como TST ver la Ecuación-7 (Farina citado en Soberón, V y Obregón, E, 2015, p.37).

1.3.8 Cálculo de (TST) con las imágenes satelitales LANDSAT 8.

A continuación, se presenta las ecuaciones que permite la obtención de la temperatura superficial terrestre donde los datos son las imágenes obtenidas a través de la toma del satélite LANDSAT 8, las bandas a utilizar son las bandas 4 y 5 y obtener el valor del NDVI, puesto que es un indicador para hallar la emisividad (e). La banda 10 TIR se usa para el cálculo de la radiancia que después se convertirá en temperatura de brillo, y finalmente se corrige el resultado de la Temperatura de Brillo con la emisividad obtenida para el cálculo de la temperatura de la superficie terrestre.

Cálculo de la Radiancia del TOA banda 10.

Science for a changing world (USGS), 2016 Plantea :

Inicialmente las imágenes se procesan en unidades de luminosidad absoluta usando cálculos de radiancia flotantes de 32 bits. Estos se convierten en valores enteros de 16 bits. Luego estos se convierten en valores de resplandor espectral utilizando factores de escala de resplandor que son atribuidos para la banda 10 del LANDSAT 8, las cuales se encuentran en la metadata de las imagenes satelitales.(p.60).

Metodo de ganancia y sesgo de la radiancia TOA

$$TOA(L\lambda) = (M_L \times Q_{cal}) + A_L \quad (1.1)$$

Donde:

$L\lambda$, es el valor de la radiancia espectral en el techo de la atmosfera (TOA) medida en valores de $W\ m^{-2}\ sr^{-1}\ \mu m^{-1}$

M_L , es el factor de reescalamiento multiplicativo especifico de banda (valor disponible en el archivo de metadatos MTL .
RADIANCE_MULT_BAND_10 = 3.3420E-04

A_L es el factor de reescalamiento aditivo especifico de la banda 10.
RADIANCE_ADD_BAND_10 = 0.10000

Q_{cal} es el que corresponde a la banda 10

Conversión de la radiancia del TOA a Temperatura de Brillo

Los valores corregidos a radiancia del sensor TIRS tambien se pueden convertir el valor de la lumonisidad espectral que es la temperatura efectiva vista por el satélite bajo su posición que la emisividad sea 1 (USGS, 2016, p.61)

$$Tb = \frac{k_2}{\ln \left[\frac{k_1}{L_{sen}(TOA L\lambda)} + 1 \right]} \quad (1.2)$$

Donde:

$K1$ y $K2$ Son constantes de conversión térmica especificas de la banda a partir de los metadatos.

K1_CONSTANT_BAND_10 = 774.8853

K2_CONSTANT_BAND_10 = 1321.0789

TOA $L\lambda$ = La radiancia de la banda 10 hallada en la formula (1.1).

Cálculo del NDVI

El cálculo del NDVI nos permitira hallar los valores de fraccion vegetal (P_v) , emisividad (ϵ).

$$NDVI = \frac{(NIR (band 5) - R (band 4))}{(NIR (band 5) + R (band 4))} \quad (1.3)$$

Los valores del NIR son representados por el infrarrojo cercano banda (Band 5) y R representado por la (Band 4). (EPA, 2008, p.130).

Cálculo de Proporción Vegetal (P_v)

$$P_v = \frac{(NDVI - 0.2)^2}{(0.5 - 0.2)^2} \quad (1.4)$$

Donde :

$NDVI$: Representa al producto del NDVI hallado en por la ecuacion (1.4).

$NDVI_v$: 0.5 representa el ndvi para suelo con cobrtura vegetal

$NDVI_s$: 0.2 representa el ndvi para suelos de uso urbano

Cálculo de la emisividad de la superficie terrestre

$$\epsilon_\lambda = \epsilon_{v\lambda}P_v + \epsilon_{s\lambda}(1 - P_v) + C_\lambda \quad (1.5)$$

$$C_\lambda = (1 - \epsilon_m)v\epsilon 0.55 = (1 - P_v)$$

Donde ($\epsilon_{v\lambda}$) es la emisividad de la vegetación cuyo valor constante es de 0.98, emisividad del suelo urbano $\epsilon_{s\lambda}$ asume un valor constante de 0.92: P_v (proporción de la vegetación) y ($d\epsilon$) es la fracción de emisividad.

Cálculo de la Temperatura Superficial Terrestre

En este cálculo se procede a corregir a la Temperatura de brillo por la emisividad, donde se plantea la siguiente fórmula de la ecuación 1.7, la cual permite hallar la temperatura de brillo (T_b) corregida por emisividad; para ello se utilizó la información de la banda 10, con los pixeles de resolución temporal de 30 m x 30 m, obtenida de la misma fuente.

$$T_{ST} = \frac{Tb}{[1 + \left(\lambda \frac{Tb}{p}\right) (Ln\varepsilon)]} \quad (1.6)$$

Siendo, λ la longitud de onda de la radiancia emitida (11.5 μm), ε es la actividad y p tiene un valor de $1.438 \times 2998 \text{m} \cdot \text{K}$, se obtuvo mediante la ecuación 7.

$$p = \frac{ch}{\sigma} \quad (1.7)$$

Donde, h es la constante de Plank ($6.26 \times 10^{-34} \text{Js}$), c es la velocidad de la luz ($2.998 \times 10^8 \text{ m/s}$), σ es la constante de Stefan Boltzmann ($1.38 \times 10^{-23} \text{ J}^\circ\text{K}^{-1}$). Una vez que se logra obtener la temperatura de superficie, en grados Celsius, se calcula restando 273.15 a la temperatura de la ecuación 1.7 y ecuación 1.6 respectivamente (FARINA citado en SOBERÓN, V y OBREGON, E, 2015, p.37).

1.4 Formulación del problema.

1.4.1 Problema general.

¿Qué relación existe entre la urbanización y las islas de calor urbano en el Distrito de San Juan de Lurigancho, 2018?

1.4.2 Problemas específicos.

¿Cuál es la relación que existe entre la modificación de cobertura vegetal y las Islas de calor urbano en el Distrito de San Juan de Lurigancho, 2018?

¿Cuál es la relación que existe entre las áreas urbanas e industriales y las Islas de calor urbano en el Distrito de San Juan de Lurigancho, 2018?

1.5 Justificación del estudio.

En los últimos años la población de San Juan de Lurigancho incremento desde (1981 a 2007), en una cantidad de 259 390 a 898 443 habitantes, desarrollando un crecimiento del 5% anual (INEI, 2007, p.20). Permitiendo un avance en la construcción de viviendas, fábricas y vías principales, llegando a modificar el uso de suelo rural por un suelo urbano. “El acrecimiento de las zonas urbanas lleva al cambio de la cobertura del suelo natural trayendo consigo un incremento en las temperaturas de estas zonas debido a la disminución del albedo y la falta de cobertura vegetal. (Soto D, y Pérez, E. ,2015, p.2). Llegando a determinar que las temperaturas de los centros urbanos se encuentran por encima del promedio del área de estudio.

Por ello el presente trabajo tiene como objetivo determinar la relación los valores de temperaturas superficiales terrestres, para luego ser relacionadas con los indicadores de la urbanización, debido al cambio del uso de suelo, permitiendo plantear medidas de control y evitar el crecimiento de las islas de calor urbano.

1.5.1 Justificación teórica

El desarrollo de las islas de calor urbana son producidas por cambios en el uso del suelo haciendo, que estos tengan mayor capacidad de retención de calor ,es por ello se ha desarrollado métodos en el cual se tiene como elemento fundamental las imágenes satelitales, específicamente la banda termal del LANDSAT 5 y LANDSAT8 .Las ICU se ubican en las superficies urbanas y suburbanas, debido que la mayoría de los materiales no permiten el desarrollo de la irradiación y tienden a absorber y retener mayor calor reflejado proveniente del sol y suelen tener temperaturas superiores a los materiales del área rural. (Gartland, 2008, p.1).

La ocurrencia, intensidad y desarrollo de la ICU , pueden ser observadas a traves, de imágenes satelitales que codifican la radiación emisividad por la superficie terrestre en la dimensión del infrarojo del espectro electromagético, empleandose el concepto de isla de calor de superficie (ICS) para referirse a la elevación de la temperatura superficial de un área en relación a su entorno (Arnfield, 2003; Stone y Rodgers, 2001; Voogt, 2004; Voogt Y Oke; 2003; citado por Romero.H y Sarricolea, P, 2016, p. 3).

1.5.2 Justificación metodológica

Actualmente el desarrollo del método métrico, en el cual se ejecuta algoritmos que convierten los niveles digitales en valores de Temperatura en °C, tiene como principio básico la transformación del nivel digital en radiancia, el cálculo del NDVI, con el objetivo de realizar el cálculo de la fracción vegetal y la emisividad, además de ello se involucra el uso de softwares como el Arcgis 10.3 y ERDAS, los cuales permiten obtener valores de temperatura por cada pixel.

Existe un método que sirve para transformar estos niveles de digitales en escala de temperatura superficial. Para determinar la temperatura superficial terrestre, se procede a aplicar el logaritmo MÉTRICO, este método se desarrolla en imágenes de satélite LANDSAT TM (Fernández G y Moreira N, 2013, p.2).

Apoyando la teoría explicada la (EPA,2008) menciona que los científicos utilizan los modelos numéricos y estimaciones basadas en modelos empíricos, en el cual usa la teledetección remota, como una técnica de medición indirecta a partir de modelamiento de imágenes térmicas (p.2).

(SARRICOLEA, et al, 2008) El soporte del análisis espacial fue el Sistema de Información geográfica (SIG) ArcGIS desktop 9.2, el cual permitió interpolar y extrapolar las temperaturas a partir del método geoestadístico Kriging, que proporciona una predicción muy certera de la variación espacial de los datos (p.75).

1.5.3 Justificación tecnológica

El presente proyecto tiene como insumos fundamentales, a las imágenes del LANDSAT 5 y LANDSAT 8 de los periodos (1999 hasta 2017) debido a que se busca desarrollar un análisis, más específico de la producción de ICU, en el distrito de San Juan de Lurigancho, con el objetivo de evaluar la relación de la urbanización y las ICU.

Referente a lo explicado (Soberón, 2014), Sugiere realizar investigaciones más detalladas en los núcleos encontrados (Ate y Lurigancho, Villa María del Triunfo y San Juan de Lurigancho) y en zonas industriales y comerciales de Lima Metropolitana. (p.73).

(Soto A, Eli, P, 2015) Referencia al uso de datos satelitales de temperatura de superficie de la Tierra, así como el uso de percepción remota y sistemas de información geográfica son herramientas muy importantes para el análisis y determinación de este tipo de variables (p.7).

1.5.4 Justificación económica

La aplicación de la metodología comprende un proceso donde se hace ejecución y manejo de una serie de programas que involucre, el desarrollo de algoritmos como el ArcGIS, Erdas, Envi, Google Earth, todos estos son fundamentales en la obtención de la data, estos programas se manejaron en los laboratorios de cómputo de la universidad Cesar Vallejo, Las imágenes LANDSAT 5 y LANDSAT 8 fueron obtenidas del INPE y del USGS, de manera gratuita con fines de investigación. Por lo tanto, en términos económicos se justifica que el proyecto sea viable, sin embargo, se requiere de tiempo necesario para ejecutar el proyecto por ser un estudio de análisis multiespectral temporal.

Referente a lo explicado (Soberón, 2014), Sugiere realizar investigaciones más detalladas con el uso de imágenes del LANDSAT descargadas del USGS (p.73). Finalmente se hace mención también a (Mendoza, 2014) quien hizo uso de las imágenes descargadas en el INPE y de la USGS para su proyecto de hallar las islas de calos urbana.

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis general

Ho: No Existe una relación directa y significativa entre la urbanización y las islas de calor urbano en el Distrito de San Juan de Lurigancho, 2018.

Ha: Existe una relación directa y significativa entre la urbanización y las islas de calor urbano en el Distrito de San Juan de Lurigancho, 2018

1.6.2 Hipótesis específicas

Ho= No Existe una relación inversa y significativa entre la modificación de cobertura vegetal y las islas de calor urbano en el Distrito de San Juan de Lurigancho, 2018.

Ha: Existe una relación inversa y significativa entre la modificación de cobertura vegetal y las islas de calor urbano en el Distrito de San Juan de Lurigancho, 2018.

Para plantear la hipótesis donde se infiere que las áreas verdes disminuyen a medida que el proceso de urbanización avanza , por consiguiente se :

(Sarricolea,P y Romero, H), menciona que los índices vegetales normalizados se relaciona claramente de forma inversa con los valores térmicos.(p.5).

(Sarricolea,P y Romero, H), Las correlaciones son negativas para NDVI y para la Altitud es decir que la disminución de una estas variables provoca un aumento en las temperaturas (p.8).

Ho: No Existe una relación directa y significativa entre las áreas urbanas e industriales y las islas de calor urbano en el Distrito de San Juan de Lurigancho,2018.

Ha: Existe una relación directa y significativa entre las áreas urbanas e industriales y las islas de calor urbano en el Distrito de San Juan de Lurigancho, 2018.

A continuación se cita a investigadores quienes realizaron estudios aplicando los mismos dimensiones, los cuales sirvieron para poder desarrollar modelos de regresión que expliquen los fenómenos .

(Moreno ,C y Serra, J , 2016) Realizó el análisis de las ICU en dos ciudades egipcias a partir de imágenes térmicas , donde el fenómeno se muestra se encuentra en las áreas densamente pobladas de la ciudad y las áreas industriales , específicamente donde se ubica las industrias cementeras.(p.13).

(Soberon, V, 2016) En su estudio declara que las temperaturas de la superficie , posiblemente se da por una elevada densidad poblacional y elavado número de industrias en las ciudad ,(p.40).

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo general

Evaluar la relación entre la urbanización y las islas de calor urbano en el Distrito de San Juan de Lurigancho, 2018

1.7.2 Objetivos específicos

Los objetivos específicos fueron los siguientes:

OE1: Demostrar la relación entre la modificación de cobertura vegetal y las islas de calor urbano en el Distrito de San Juan de Lurigancho, 2018

OE2: Identificar la relación entre las áreas urbanas e industriales y las islas de calor urbano en el Distrito de San Juan de Lurigancho, 2018

II. MÉTODO

2.1 Diseño de la investigación

Diseño de Investigación: No experimental

El presente trabajo es de diseño de investigación no experimental, debido a que no se construye ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente en la investigación por quien la realiza. (Sampieri, 2006, p.205).

Tipo de Diseño Transeccional descriptivo correlacional - causal

El tipo de diseño es transeccional o transversal puesto que los resultados a recopilar solo representan el desarrollo del fenómeno en un momento único. (Sampieri, 2006, p.207).

El tipo de investigación es descriptivo correlacional causal porque, engloba en primera instancia el diseño descriptivo el cual busca detallar las propiedades más relevantes de cada una de los grupos o variables del estudio. Por otro lado, es correlacional causal porque permite o tiene como objetivo principal evaluar las relaciones entre dos o más categorías, conceptos o variables en un momento de terminado. A veces, únicamente en términos correlacionales, otras en función de la relación causan - efecto (causal). (Sampieri, 2006, p.211).

Por otro lado, este tipo de estudio tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías, o variables en una muestra o contexto en particular. En ocasiones sólo se analiza la relación la relación entre dos variables, pero con frecuencia se ubican en el estudio vínculos entre tres o más variables. (Sampieri,2006, p.93).

El valor de la investigación correlacional, tiene en alguna medida, un valor explicativo, aunque de forma parcial, ya que el hecho de saber que dos conceptos o variables se relacionan y aporta cierta información explicativos (Sampieri,2006, p.93).

2.2 Variables, operacionalización

2.2.1 Variables

Variable 1: La Urbanización.

Variable 2: Islas de Calor Urbano.

2.2.2 Operacionalización de las variables

Operacionalización de la Variable: La Urbanización:

Para determinar los procesos de urbanización se desarrolló mediante la técnica de la (TELEDECCIÓN) de imágenes satelitales y se utilizó la banda del infrarrojo cercano y las bandas visibles del LANDSAT 5 y LANDSAT 8 para el cálculo de NDVI el cual hace referencia a los valores de modificación de la cobertura vegetal, así mismo, se halló las áreas de las zonas industriales y urbanas teniendo como base el mapa catastral de San Juan de Lurigancho así como, insumos de las imágenes del google earth , por tener alta información de cambios de áreas en una variación de tiempo , la operacionalización se desarrolló con el del uso del Software Arcgis 10.3, ERDAS y Google earth.

Operacionalización de la variable: Islas de Calor Urbana

Para hallar las islas de calor de superficie urbana se hizo mediante la tecnología de (Teledetección) de imágenes satelitales en la cual, se utilizó la banda térmica tanto del LANDSAT 7 y LANDSAT 8, se aplica el método Métrico y el uso de algoritmos que convierten el nivel digital en radiancias, para luego hallar los valores de temperatura de brillo, estos son corregidos por la emisividad. Después de hallar los valores de temperatura por cada pixel de las imágenes satelitales, se procedió a realizar una interpolación, permitiendo obtener la configuración de las ICU, interpretándose como área.

2.2.3 Matriz de Operacionalización de las variables

Tabla 5 Matriz de operacionalización de las variables de la investigación

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Instrumento	Escala de Medición
Urbanización	Es un proceso territorial y socioeconómico que induce una transformación radical de la cobertura vegetal y uso del suelo, el cual se encuentra ocupada por paisajes naturales o estaba de dedicado a actividades agropecuarias (Soto, A y Perez E, 2015, p.2).	Para determinar los procesos de urbanización se desarrollará mediante (TELEDECCIÓN) de imágenes satelitales en la cual se utilizará la banda del infrarrojo cercano y las bandas visibles, para el cálculo de NDVI, así mismo se hallará las áreas de las zonas industriales y urbanas a través del uso del (Software Arcgis 10.3), ERDAS y Google hearth	Modificación de la cobertura vegetal	NDVI	Ficha de recojo de datos	-1 a 1
				Índice de Nivel Diferencial de Vegetación	Ficha de recojo de datos	m ²
			Zonas urbano e industriales	Áreas Verdes	Ficha de recojo de datos	m ²
				Áreas Urbana	Ficha de recojo de datos	m ²
Islas de Calor Urbana	Las islas de calor urbano (ICU) es un fenómeno común en que las temperaturas superficiales son más altas en las zonas urbanas que en las zonas rurales circundantes y este representa uno de los cambios más significativos inducidos por el hombre en el clima de la superficie terrestre ya que es el resultado de dos procesos diferentes pero asociados de la urbanización como es la modificación de la cobertura de suelo y las actividades como el transporte y las industrias.(Soto A y Perez E, 2015 , p 2)	Para determinar las islas de calor de superficie urbana se desarrollará mediante la tecnología de (TELEDETECCIÓN) de imágenes satelitales en la cual se utilizará la banda termal, para convertir el nivel digital en radiancias, por medio del método METRICO.se hallará las áreas de por medio de interpolación de los valores obtenidos después de aplicado el método	Intensidad	Temperatura del Máximo térmico	Ficha de recojo de datos	C ^o
				Temperatura de la Configuración	Ficha de recojo de datos	C ^o
			Máximo Térmico	Temperatura	Ficha de recojo de datos	C ^o
				Área	Ficha de recojo de datos	m ²
			Configuración	Temperatura	Ficha de recojo de datos	C ^o
				Altura	Ficha de recojo de datos	m.s.n.m
				Área	Ficha de recojo de datos	m ²

Fuente: Propia del Autor.

2.3 Población y muestra

Población

La población del presente proyecto de investigación comprende los 140.45 Km² del distrito de San Juan de Lurigancho, ubicado en la provincia de Lima y departamento de Lima. Esta área representa el 5% del área total de Lima Metropolitana. Ver Mapa 1

Muestra

Es un tipo de muestra no probabilística y comprende las 8 zonas distribuidas en la jurisdicción de San Juan de Lurigancho establecidas por el Plan de Desarrollo Económico Local de S.J.L (PDEL).

Tabla 6 Puntos Centrales de las Zonas de Muestreo del Proyecto

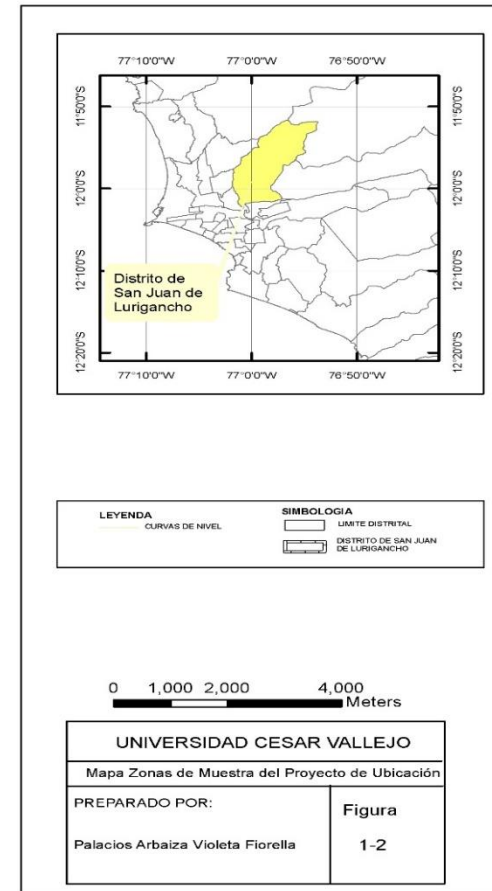
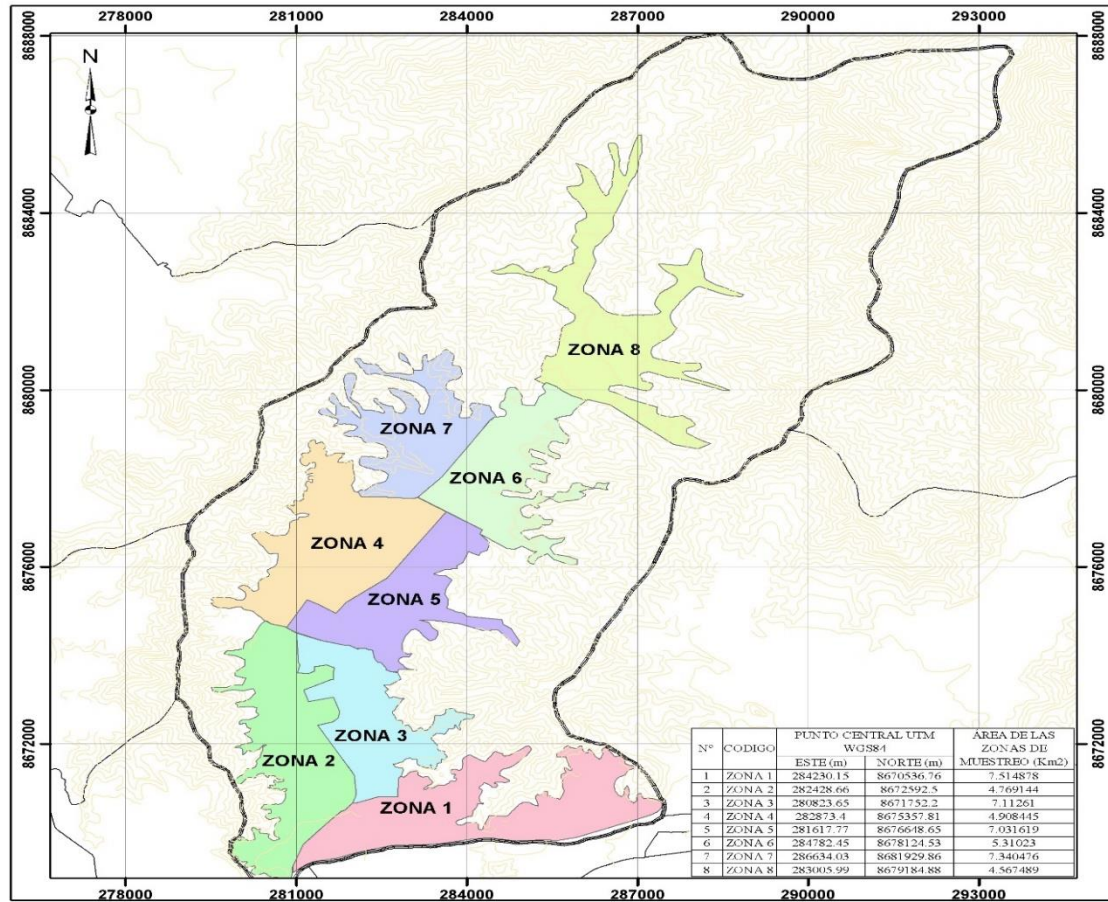
Nº	CODIGO	Coordenadas UTM – WGS84		ÁREA DE LAS ZONAS DE MUESTREO
		ESTE (m)	NORTE (m)	
1	ZONA 1	284230,15	8670536,76	7,514878
2	ZONA 2	282428,66	8672592,50	4,769144
3	ZONA 3	280823,65	8671752,20	7,11261
4	ZONA 4	282873,40	8675357,81	4,908445
5	ZONA 5	281617,77	8676648,65	7,031619
6	ZONA 6	284782,45	8678124,53	5,31023
7	ZONA 7	286634,03	8681929,86	7,340476
8	ZONA 8	283005,99	8679184,88	4,567489

Elaboración Propia del Autor

2.3.3. Criterios de Selección.

El presente proyecto de investigación tiene como población el distrito de San Juan de Lurigancho, la cual considera las 8 zonas que corresponden a áreas urbanas, estas a su vez se ven relacionadas con la generación de las islas de calor urbano.

Mapa 1 Mapa de Zonas del Distrito de San Juan de Lurigancho.



Fuente: Propia del Autor.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Área de Estudio

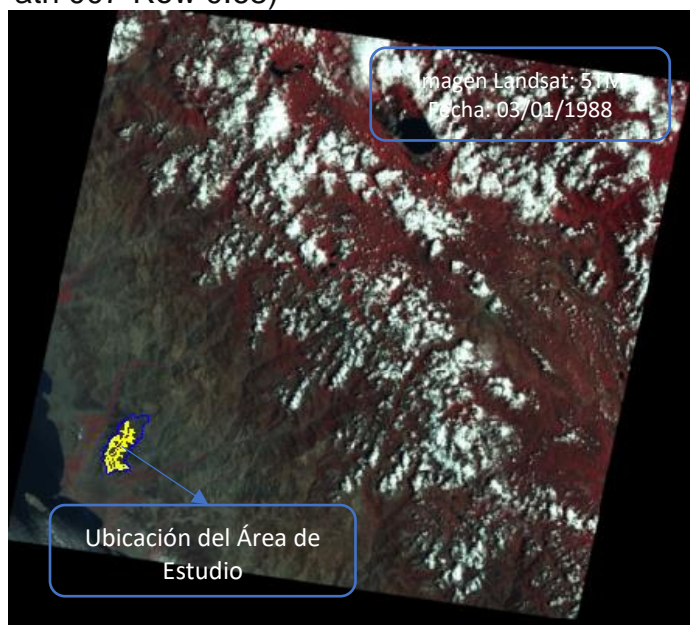
Por tanto, este estudio esta direccionada al reconocimiento del fenómeno islas de calor urbano (ICU), como producto de la urbanización del distrito de San Juan de Lurigancho ubicado en la provincia de Lima , departamento de Lima, posee una altitud de 205 msnm, con una Latitud Sur 12°01'28" , Longitud Oeste 77°00'09'.

En cuanto a los aspectos demográficos, el distrito de S.J.L cuenta con un área de 140.45 (km²), con una población de 1 047 725 habitantes y una densidad poblacional de 8 314,69 (hab. /Km²) (INEI periodo 2013), constituyendo uno de los distritos condicionadas por una serie indicadores o características para el desarrollo de las islas de calor urbano.

Caracterización de los datos de la Imagen Satelital (LANDSAT 5 y LANDSAT 8)

Para el desarrollo del procedimiento de la investigacion como parte fundamental del estudio se utilizó 12 imágenes satelitales LANDSAT 5 y LANDSAT 8, corresponden al periodo entre (1999 a 2017). El proyecto se desarrollo con 8 imágenes del LANDSAT 5 TM las cuales tienen una resolucion espacial de 30m en el rango visible y 120 en la banda térmica , 4 imágenes obtenidas por el LANDSAT 8 cuya resolución espacial de las bandas visibles tienen 30 m y la banda termal 10 del sensor OLI es de 100 m. Estas imágenes fueron obtenidas por el INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) y la USGS (U.S Geological Survey), por otra parte solo se selecciono imágenes, fueron tomadas en los meses de verano(enero-abril).

Figura 1 Ubicación del Área de Estudio en la imagen multispectral compuesta a color (Path 007-Row 0.68)



Fuente: Imagen descargada del INPE.

Cuadro 1 Datos de Imágenes Satelitales LANSADT 5

Path-Row	Sensor	Fecha de adquisición
007-068	TM	22 de marzo de 1999
007-068	TM	12 de abril de 2001
007-068	TM	03 de marzo de 2004
007-068	TM	18 de febrero de 2005
007-068	TM	11 de febrero de 2008
007-068	TM	02 de abril de 2009
007-068	TM	31 de enero 2010
007-068	TM	07 de marzo 2011

Fuente : Elaboracion propia.

Cuadro 2 Datos de Imágenes Satelitales LANSADT 8 .

Path-Row	Sensor	Fecha de adquisición
007-068	OLI	24 de marzo de 2013
007-068	OLI	18 de marzo de 2015
007-068	OLI	27 de marzo de 2016
007-068	OLI	01 de marzo de 2017

Fuente : Propia del Autor

➤ **Procesamiento de las imágenes satelitales para la obtención de temperaturas superficiales (TST).**

Para el cálculo de las temperaturas superficiales terrestres se llegó a estimar a partir de la técnica denominada percepción remota, la cual consiste en el uso de las imágenes satelitales LANDSAT 5 y LANDSAT 8, esta a su vez comprende el cumplimiento de tres etapas:

➤ **Reconocimiento Espectral del Área de Estudio**

Consistió en el reconocimiento del perfil espectral de cada elemento diferenciado, para cada una de las imágenes satelitales, que se muestran en los cuerpos que fueron analizados como los parques, ejes viales, zonas industriales, áreas de densidad baja y alta, el software para desarrollar dicho reconocimiento es el Erdas en el interface de (Spectral Profile). Este análisis muestra el comportamiento de cada elemento cuando emite la radiación en diferentes longitudes de onda, esta se mostrará para las seis bandas monoespectrales, ya que cada una se caracteriza por tener información de un rango de longitudes de onda.

➤ **Pre-procesamiento de imágenes satelitales**

En esta etapa las imágenes obtenidas por el sensor del LANDSAT 5, las cuales se muestran en el Cuadro 1. Fueron trabajadas independientemente

- La corrección polinómica: Se desarrolló un ajuste espacial a partir de un archivo vector (shapefile) del distrito de S.J.L a partir de puntos de control para corregir las distorsiones geométricas, se utilizó el (google earth, Arcgis, Herdas).

➤ **Factores de Calibración del Landsat 5 y Landsat 8.**

Así mismo, se realizó la corrección radiométrica la cual consiste en calibrar los valores de escala de grises 0-255. Para ello se aplicó dos métodos, el método de reescalamiento de la radiancia espectral aplicado para las imágenes del Landsat 5, y el método de ganancia y sesgo de la radiancia TOA, estas a su vez se corrigieron por la corrección atmosférica.

Cabe señalar que después de aplicar estas correcciones se reduce el error en un 2% para los valores de reflectancia, por otro lado, las resoluciones espaciales por pertenecer a dos satélites diferentes como el Landsat 5 y Landsat 8, poseen resultantes de imágenes con valores de emisividad halladas por formulas, corrige a la temperatura de brillo, se aplica el método de interpolación Nearest Neighbor, resultado de pixeles de 30 m, para el Landsat 5 y Landsat 8. Esta información se muestra en la Figura 10, ubicada en la parte de los anexos.

2.4.1 Procesamiento de imágenes para hallar la (Temperaturas Superficiales Terrestres)

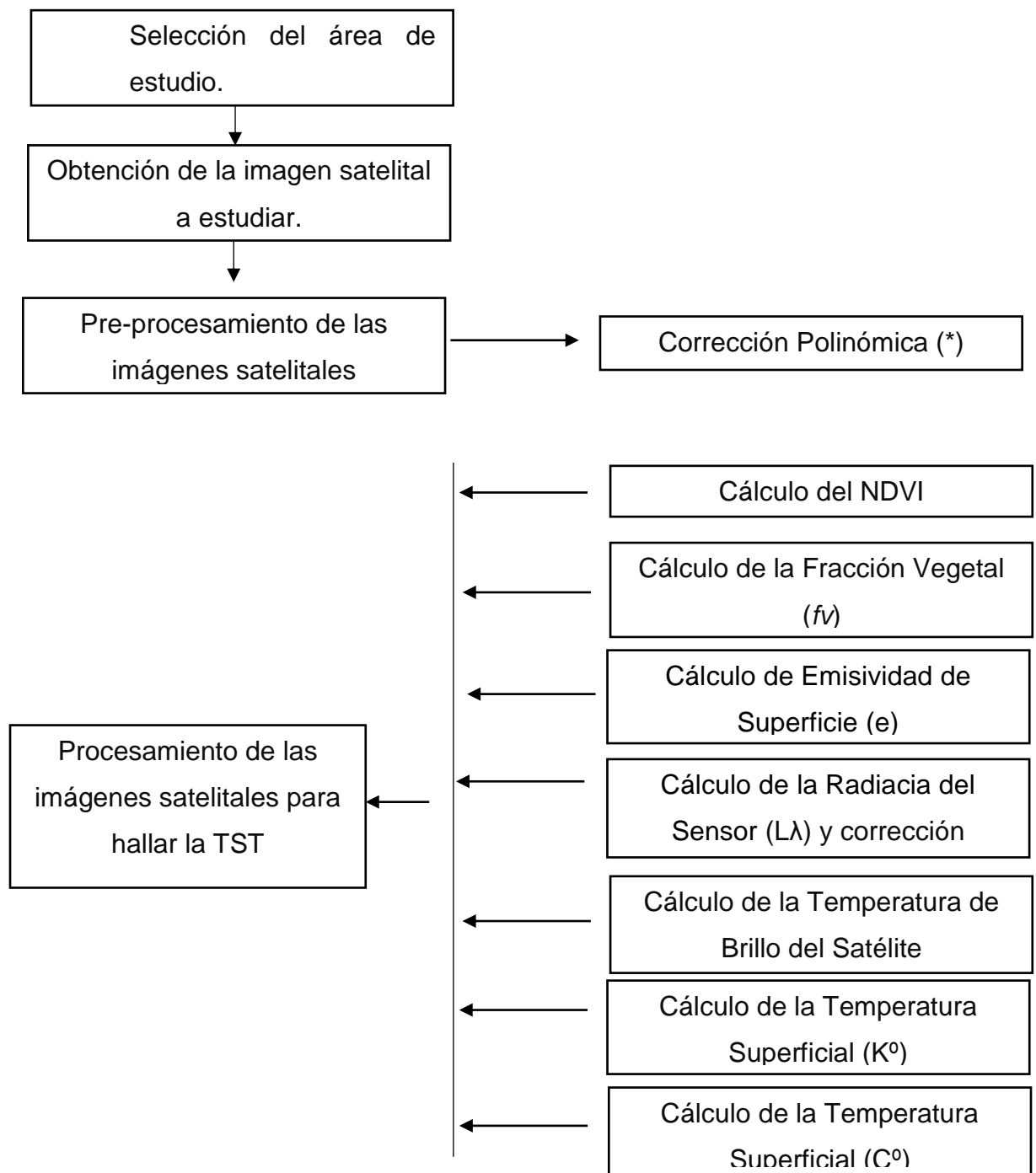
Una vez que se ha desarrollado el reconocimiento espectral y pre procesamiento de las imágenes de satélite se procedera hallar la Temperatura Superficial Terrestre (TST), del área de estudio, a partir de la generación de modelos para la obtención de índices y componentes de ecuación. Para alcanzar dicho fin se debe de desarrollar la siguiente metodología.

- Cálculo del NDVI (Índice de Vegetación Diferencial) , permitira obtener datos de densidad de cobertura vegetal , estos valores se encuentran comprendidos en rangos de (1 a -1) , este primer indice utiliza las Bandas infrarroja intermedia y la banda roja, para calcular el indice mencionado se hara uso de la formula N°3 y formula N° 1.4, la cual se muestra la sección 1.3.6 .Este resultado nos muestra una imagen raster con valores de NDVI, por cada pixel diferente.
- Cálculo de la Fracción de Vegetación (fv), tiene como insumo principal la imagen raster resultado del (NDVI), y se hallo con la ecuacion N° 5 para el LANDSAT 5 y formula N°1.6 para el LANDSAT 8 la cual se muestra en la sección 1.3.6 y 1.3.7.
- Cálculo de Emisividad de Superficie (e), se hallo a traves de la imagen resultante de la fracción de vegetación y valores determinados para la emisividad de la cubierta de vegetación y cubierta de suelo , el modelo se aprecia en la formula N° 4 y la formula N°1.5, para cada imagen de acuerdo al sensor LANDSAT5 y LANDSAT8 el cual se muestra en la sección 1.3.6 y 1.3.7

- Cálculo de la Radiación del Sensor ($L\lambda$), para llevar a cabo el siguiente procedimiento se utilizó la imagen de la Banda 6 denominada (Banda Termal) para las imágenes del LANDSAT 5TM , y la Banda 10 del LANDSAT 8 debido a que la banda 11 esta significativamente más contaminada por la luz dispersa que la banda 10, por lo que se recomienda hallar con la banda 10 , este nos permitió hallar la radiancia de cada pixel pertenecientes a la banda espectral, la cual será expresado en valores de diferentes longitudes onda para cada pixel del área de estudio, la ecuación que permite hallar la radiación es la fórmula N°1, formula N° 1.1y la cual se muestra en la sección 1.3.6 y 1.3.7 respectivamente
- Cálculo de la Temperatura de Brillo del Satélite (TB), para poder hallar la TB se utilizó la radiancia del sensor ($L\lambda$), previamente hallada (se muestra en forma de imagen ráster). La fórmula aplicar se muestra en la ecuación N°2, y la ecuación N°2.1 dentro de la sección 1.3.6 y 1.3.7.
- Cálculo de la Temperatura Superficial (TS en K^0), fue hallado a partir de la resultante de la temperatura de brillo del satelite,y los valores de longitud de onda media de la banda termal y la emisividad de la superficie, el modelo se puede observar en la formula N° 7 y N° 1.7 para cada imagen tanto del LANDSAT 5 y LANDSAT 8 , perteneciente a la sección 1.3.6 y 1.3.7.
- Cálculo de Temperatura Superficial Terrestre (K^0) a (0C): Este cálculo permitio convertir los valores de temperatura superficial terrestre en (0C), por ello, se debe de restar con 273 0K al resultante del cálculo de la (TST) en (K^0).

A continuación, se muestra los dos diagramas de flujo para obtener los valores de modificación de cobertura vegetal (NDVI) así como, el procesamiento de la (TST) del LANDSAT 5 y LANDSAT 8.

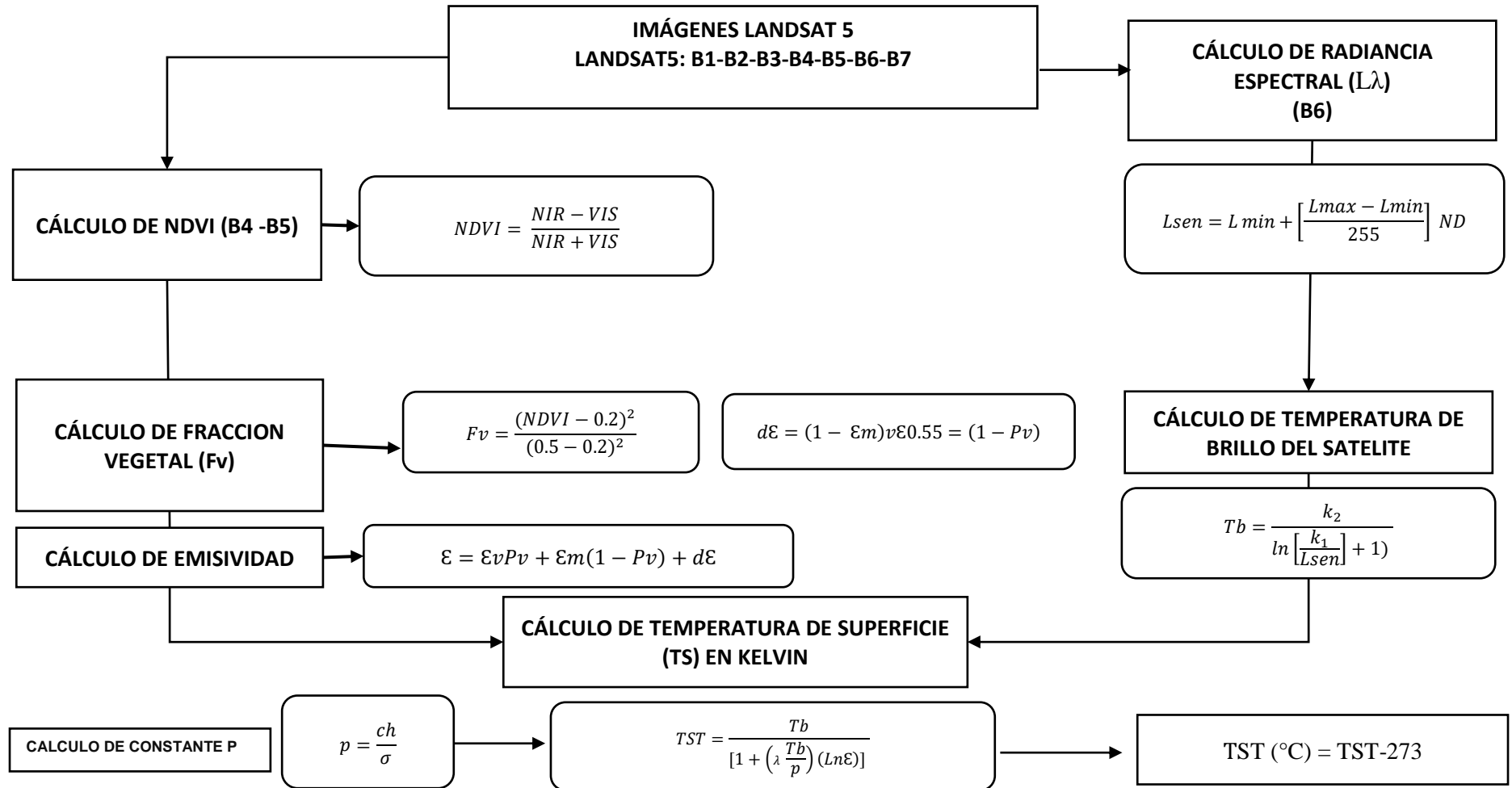
Figura 2 Esquema Propuesto para el procesamiento de la información.



(*) Las imágenes del LANSADT 8, no necesitan la corrección polinómica, estas se encuentran debidamente georreferenciadas a diferencia de las imágenes del LANDSAT 5.

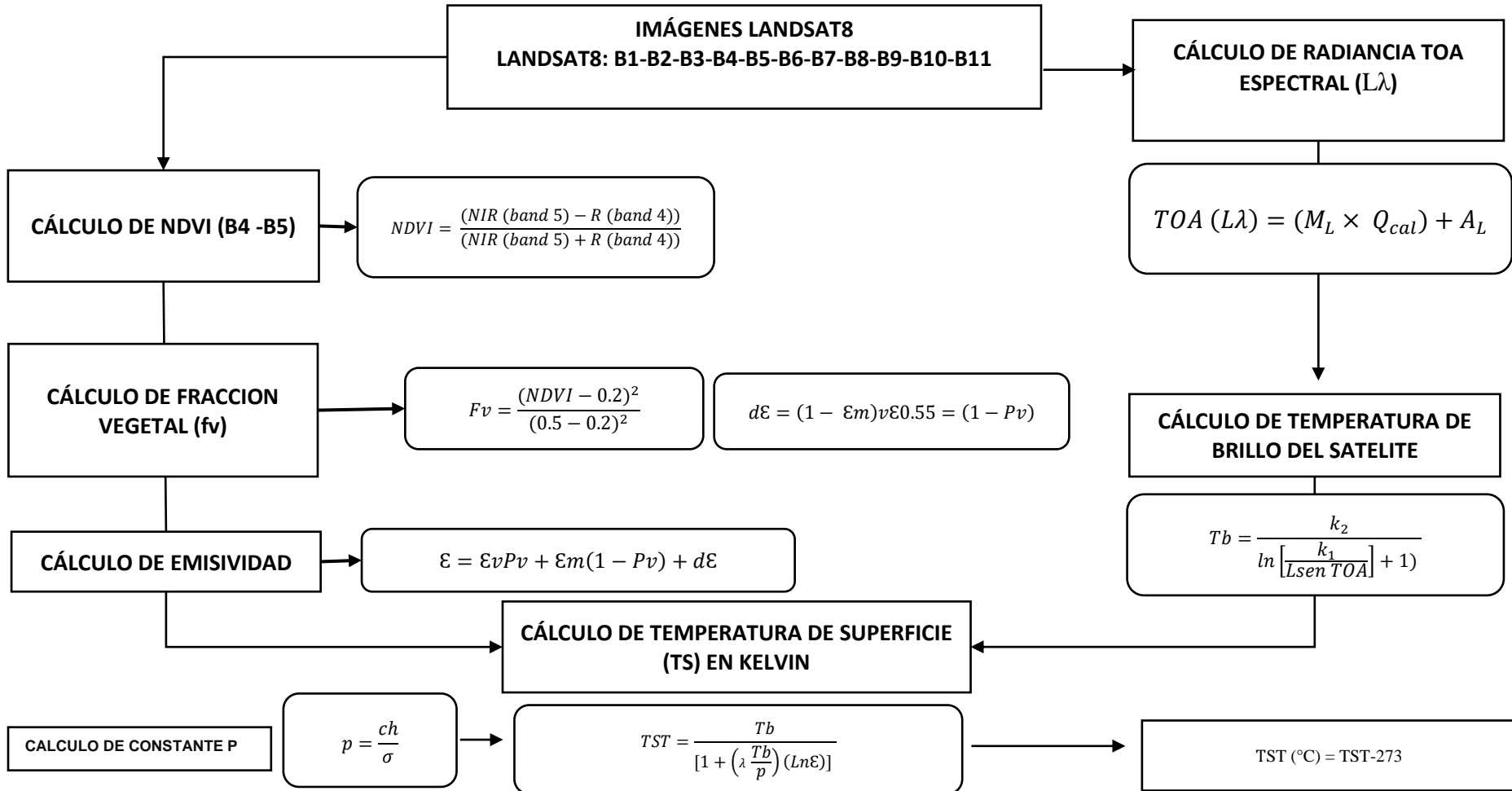
Figura 3

Flujograma de cálculo del NDVI y la TST con Imágenes LANDSAT 5



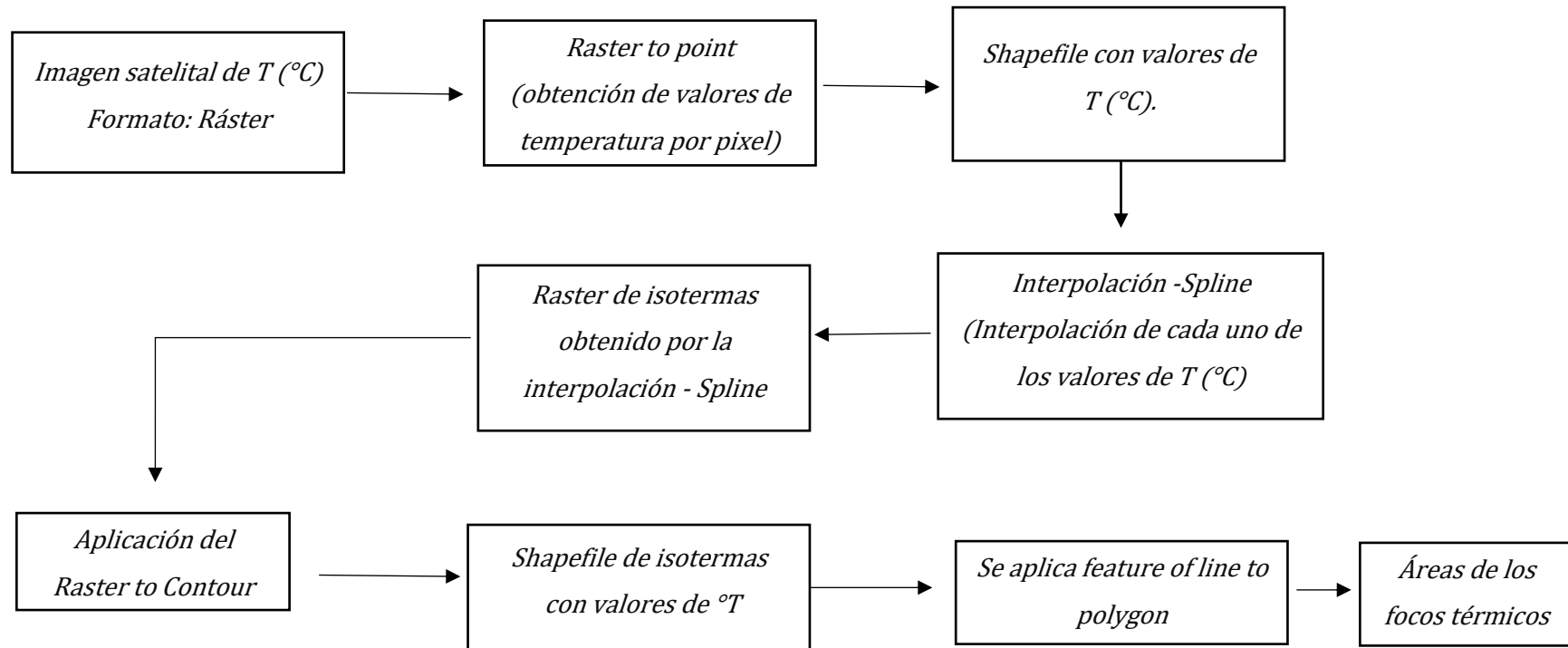
Fuente: Propia del autor.

Figura 4 Flujograma de cálculo del NDVI y de las TST con Imágenes LANDSAT 8



Fuente: Propia del Autor

Figura 5 Diagrama de flujo de interpolación de los valores de TST , para el cálculo de las áreas de las ICU



Fuente: Propia del Autor

2.4.2 Procesamiento de las imágenes satelitales para la obtención de Valores de los indicadores de la urbanización.

Para poder identificar la modificación de uso de suelo de las zonas urbanas y zonas industriales, y la delimitación de áreas se utilizó las imágenes proporcionadas por el Google earth , de los años de estudio, donde se ha delimitado las áreas verdes , las áreas industriales y las zonas urbanas estas se encontraban en formato KMZ , después se transformó a formato Shapefile , para poder calcular las áreas en m^2 con el programa de computadoras ARCGIS™, para poder delimitar las áreas se tubo como referencia el mapa catastral del distrito de San Juan de Lurigancho.

El Programa ARCGIS™ permitió mostrar en la misma interface tanto imágenes satelitales y vectores (mapa catastral), permitiendo superponer un vector sobre una imagen satelital, este proceso permite mostrar en forma de vectores las áreas en forma de clasificación no supervisada. Estos vectores facilitan la comunicación con el Programa de Computadoras ERDAS™ y Arcgis que transforma esta información en áreas (m^2).

2.5 Técnica de recolección de datos.

La técnica a realizar se denomina Percepción Remota (Procesamiento digital de imágenes), la cual consiste en procesar imágenes captadas por un dispositivo (sensor), el cual a través de un registro del reflejo o emisión de energía por parte del sensor procesa, analiza y aplica la información.

2.6 Instrumentos de recolección de datos.

El instrumento de observación es la recolección de datos para el presente proyecto de investigación es una ficha de recolección la cual se Muestra en el Anexo 2.

2.7 Validez y confiabilidad del instrumento.

Se utilizo la técnica de validación denominada juicio de expertos (Critica de Jueces especializados en Metodología de la investigación científica), la cual conto con 5 expertos, que tengan conocimientos, basado en la línea de investigación del proyecto de investigación. En el siguiente cuadro se muestran los especialistas que validaron el desarrollo de proyecto de Investigación. Los cuales se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3 Expertos que validaron el Instrumento

N°	Apellidos y Nombres del Especialista	Puntaje Promedio (%)
01	Ing. Delgado Arenas, Delgado	90
02	Ing. Gamarra Chavarry, Luis Felipe	95
03	Ing. Tullume, Chavesta, Milton Cesar	95
04	Ing. Zevallos, Máximo León	90
05	Ing. Sanches Zavaleta, Kevin Enrique	95

Fuente: Elaboración Propia del autor.

2.7.1 Métodos de análisis de datos

➤ Método de Recojo de Datos

Los instrumentos de recolección de datos constan de formatos uno por cada variable. Cada formato fue llenado con información resultante de los valores de cada indicador por variable. Cada uno de los datos fueron halados con los Programas de Computadora ERDAS™ y ARCGIS™.

En el formato de observación de la variable urbanización que modifica la cobertura vegetal, reportada en el Anexo 3 y Anexo 4, se reporta el valor de NDVI en promedio, la cual se encuentra en un rango de (-1 a 1) de aquellas áreas verdes de cada zona de estudio.

El dato sobre pérdida de cobertura vegetal, áreas de zonas urbanas y las zonas industriales, se reporta en (m².) Son extraídos por cada zona de muestreo, del distrito de San Juan de Lurigancho.

Los valores de los parámetros de las islas de calor urbano, como los de la intensidad de la isla de calor urbana fue hallada por la diferencia de la temperatura del máximo térmico y los valores de la temperatura de configuración, los datos del máximo térmico reportan a la temperatura mayor de cada ICU en (°C) y Los datos de la configuración son la temperatura de los límites de las isothermas (°C);y finalmente, la altitud de las zonas focalizadas se reporta en metros sobre el nivel del mar (msnm). En el Anexo 4 y Anexo 6 se muestra en resumen los datos requeridos por la investigación

Cuadro 4 Cronograma para la toma de datos.

Nº	Toma de Datos de las Variables	Semana						
		Lu	Ma	M	Ju	Vi	Sa	Do
1	Cálculo del NDVI							
2	Cálculo de la Temperatura Superficial Terrestre							
3	Cálculo de las áreas urbanas							
3	Cálculo de las áreas industriales							
4	Cálculo de las áreas de los máximos térmicos							
6	Generación de polígonos las áreas de estudio.							

Fuente: Propia del autor

➤ **Método de Procedimiento de datos**

Los datos proporcionados por los instrumentos, fueron analizados usando estadística, Descriptiva (Distribución de Frecuencias representados en gráficos) los cuales han permitido evaluar la incidencia mayor de las islas de calor urbana en determinadas zonas, debido a la presencia de áreas verdes, NDVI, áreas industriales y áreas urbanas. A sí mismo, se desarrolló los principales análisis estadísticos como la normalidad de los datos, y análisis de temporalidad de las ICU.

Finalmente se desarrolló la inferencia para estimar parámetros y validar la hipótesis como la correlación de Pearson con un intervalo de confianza de 99%, después se realizó Regresión (Correlación /Causal), multivariable de los indicadores de cada variable donde se tiene como resultado el coeficiente de correlación (r) y el coeficiente de determinación (r^2), además se evaluó en que porcentaje las variables urbanización llagaron a influir en la generación de las islas de calor urbana, así mismo se evalúa el ANOVA de un factor para ver la desviación de las variables y finalmente se plantea las ecuaciones de predicción de las islas de calor urbana, Para cada una de las pruebas se utilizó el programa SPSS (Santistatistical Package for the Social Sciencien) versión 23.

2.7.2 Aspectos éticos

En el siguiente proyecto de investigación se mostrará información que ayudará a contribuir a la conservación de la calidad del medio ambiente, a través de la información que muestra el comportamiento de las islas de calor urbano producto y el proceso de urbanización, el cual sirve como índice de sostenibilidad ambiental en la implementación del sistema de ordenamiento territorial. Además, de la investigación considera el cumplimiento de la dirección rectoral N°0313-2017-UCV, así como el cumplimiento del Manual ISO.UCV.2017.

Por otro lado, la conformidad con el artículo 14 del Código de Ética de la Investigación de la UCV, aprobado con la resolución de Consejo Universitario N° 0126-2017/UCV del 23 de mayo de 2017.

III. RESULTADOS

En el presente capítulo se presentan los resultados, hallados después de aplicar la metodología explicada, entre los resultados que se muestran se encuentra la ubicación de las Islas de Calor Urbana en el Distrito de San Juan de Lurigancho, hallados entre los años (1999 - 2017). Así mismo se muestra el análisis de relación entre el Máximo Térmico con las Áreas Urbanas, el análisis del Máximo Térmico y las Áreas Industriales. También se expresa el análisis de la relación entre el Máximo térmico y pérdida de cobertura vegetal, donde se contempla el análisis de la relación del Máximo Térmico con los valores de NDVI y las Áreas Verdes. Después se muestra los análisis de correlación y regresión, donde se expresarán los modelos numéricos los cuales permitirán realizar los modelos predictores, en la generación de las ICU.

3.1 Determinación de las Zonas de Estudio con Mayor Ocurrencia de Islas de Calor Urbana.

Los valores de temperatura superficial terrestre hallados por el Método Métrico a la Banda 6 del LANDSAT 5 y El Algoritmo a la Banda 10 del LANDSAT 8, corresponde a imágenes que fueron obtenidas por el satélite en los meses de verano (enero-abril), con valores de nubosidad por debajo del 10%. Después de analizar la ocurrencia de las Islas de Calor en los doce años (1999 – 2017) se llegó a determinar que solo 4 de 8 zonas, tienden a tener mayor presencia de las ICU. Por ello se muestra 5 mapas de (TST) de la ocurrencia de ICU (1999, 2004, 2009, 2013, 2017), donde se demuestra la persistencia de la ICU en el tiempo. A continuación, se muestra la frecuencia de las ICU por zonas, en el distrito de San Juan de Lurigancho además se puede observar en Anexo 4

Cuadro 5 Ubicación de las ICU de Mayor Frecuencia Zona 1,2,3,5

N°	Zona	Coordenadas UTM-WGS84	
		Este (m)	Norte (m)
1	Zona 1	285539.61	8670657.52
2	Zona 2	280366.97	8672405.84
3	Zona 3	281838.05	8671950.75
4	Zona 5	281382.38	8675158.30

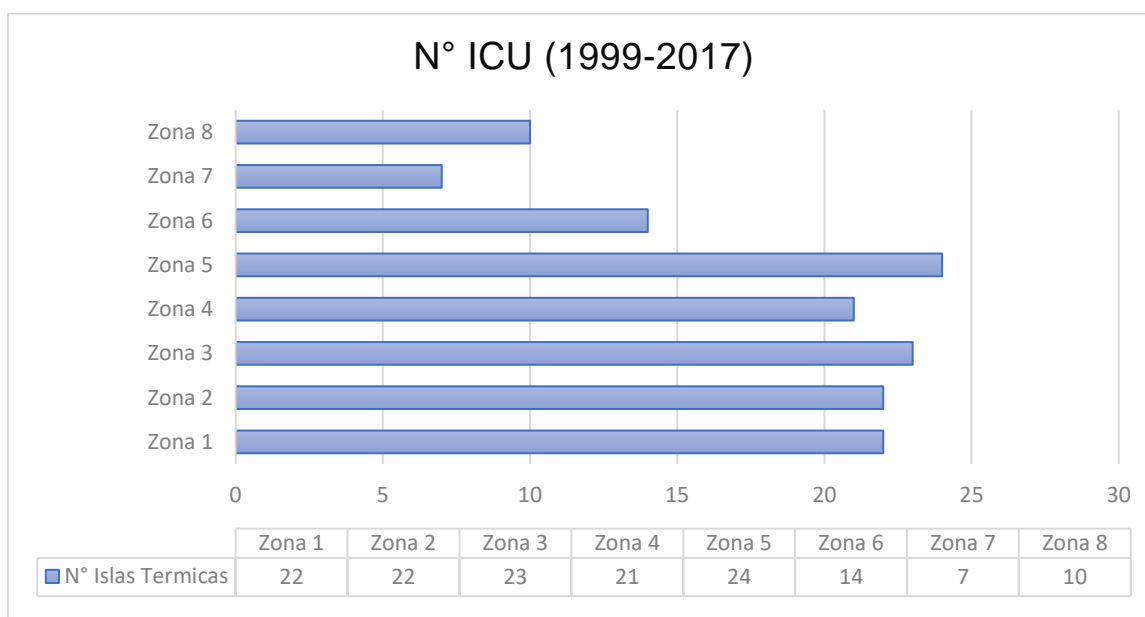
Fuente: Propia del autor.

Cuadro 6 Número de ICU evaluadas por zonas en el Distrito de S.J.L

Años/Zonas	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8
1999	1	1	1	2	1	1	0	1
2001	1	1	1	1	0	1	0	0
2004	1	2	1	2	0	1	0	0
2005	2	3	1	1	3	1	1	0
2008	1	1	1	3	1	3	1	1
2009	4	1	1	1	1	1	0	2
2010	2	2	2	6	1	1	2	2
2011	2	1	3	1	4	1	1	1
2013	3	1	1	0	3	0	0	0
2015	1	1	4	2	4	1	1	0
2016	1	2	3	1	3	1	1	3
2017	3	6	4	1	3	2	0	0
Total	22	22	23	21	22	14	7	10

Fuente: Propia del Autor.

Gráfico 1 Generación de las Islas de Calor Urbano entre (1999-2017).



Fuente: Propia del Autor.

El Gráfico 1, representa que las (zonas 1, 2, 3, 5), son aquellas zonas donde los índices de ocurrencia del fenómeno de las islas de calor urbana, son superiores a 22 unidades de (ICU), halladas entre (1999-2017). Por ello el siguiente análisis de los resultados estarán únicamente enfocados a las zonas mencionadas.

3.2 Análisis de la Variable Urbanización.

3.2.1 Análisis de la Variable Urbanización - Zona 1

Cuadro 7 Resultados de la variable de la Zona 1

Años	Modificación de Cobertura Vegetal		Zonas Urbanas/Industrial	
	NDVI (-1 a 1)	Áreas Verdes (m ²)	Áreas de Zona Urbana (m ²)	Áreas de la Zona Industrial (m ²)
1999	0.27	116148.88	7514878.09	666524.91
2001	0.25	109897.45	7524741.98	676401.12
2004	0.21	101197.6	7539380.14	687432.63
2005	0.24	97352.75	7543420.63	747849.96
2008	0.24	94346.75	7563524.8	801175.55
2009	0.24	93084.96	7564674.6	813037.95
2010	0.24	92339.4	7570516.38	813037.95
2011	0.22	90612.79	7570083.90	813363.78
2013	0.16	86605.82	7575194.20	847844.74
2015	0.2	83671.57	7578819.88	864756.79
2016	0.16	83037.47	7580722.85	867837.62
2017	0.15	81382.18	7585603.34	867837.62

Fuente: Propia del autor

Cuadro 8 Resultados Descriptivos obtenidos del SPSS- Zona 1

	Media	Mediana	Variancia	Mínimo	Máximo
Área Urbana	7559296.7300	7567379.2450	535437121.722	7.51E+06	7.59E+06
Áreas Verdes	94139.8017	92712.1800	114730797.582	81382.18	116148.88
Áreas Industrial	78892504.833 3	81303794.000 0	5747078457732 4.50	6.67E+07	8.68E+07
NDVI	0.2163	0.2300	0.002	0.15	0.27

Fuente: Propia del autor

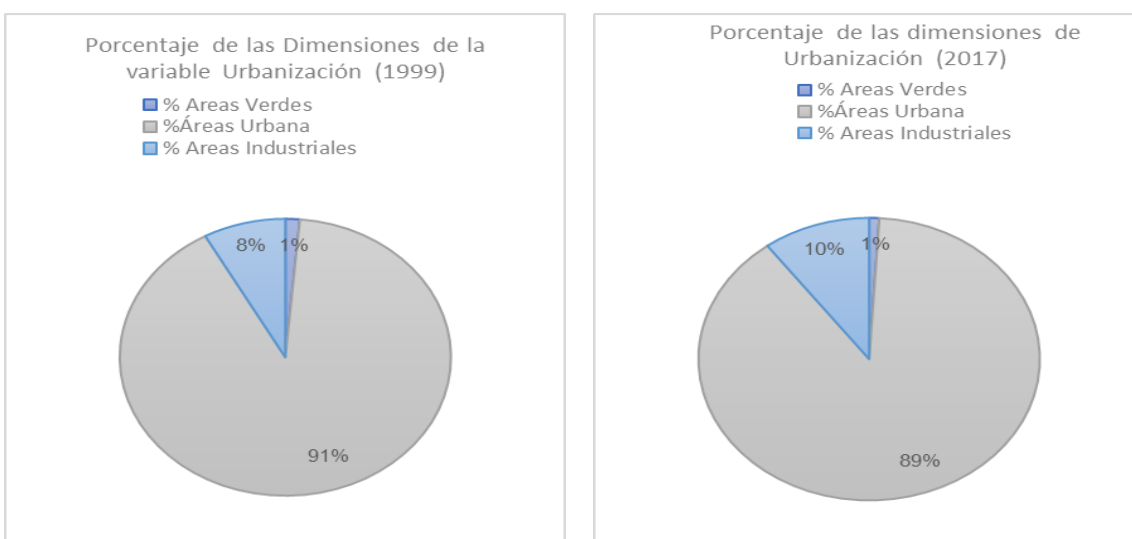
Cuadro 9 Cuadro de Normalidad de los indicadores de la variable Urbanización- Zona 1

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Área Urbanas	,891	12	,122
Áreas Verdes	,924	12	,322
Áreas Industrial	,855	12	,042
NDVI	,890	12	,117

Fuente Propia del autor

Los indicadores que se muestran normalidad, es decir tienen valores mayores de 0.05, como las áreas urbanas, áreas verdes, NDVI, serán aplicados para la validación de la hipótesis a través del valor de la correlación de Pearson.

Gráfico 2 Variación de áreas verdes, urbana e industriales producto del proceso de urbanización – Zona 1



Fuente: Propia del autor.

Los resultados para la zona 1, demuestra que el proceso de urbanización ha generado un incremento de las áreas industriales del 2%, ya que en 1999 estas áreas comprendían 666524.91m² y en el 2017 867837.62 m². Respecto al 1% de las áreas verdes, y al decrecimiento del área urbana del 2%, se interpreta como la pérdida de las áreas verdes debido a que, en 1999 se tenía 116148.88 m² con un valor de NDVI del 0.27 , el cual infiere poca presencia de cobertura vegetal rala, por otro lado en el 2017 con un valor de 81382.18 m² y NDVI del 0.15, estos datos

representan que hay una casi nula presencia de cobertura vegetal de las áreas verdes , así como la pérdida en su totalidad de estas .

3.2.2 Análisis de la Variable Urbanización -Zona 2

Cuadro 10 Resultados de la variable urbanización de la Zona 2

Años	Modificación de Cobertura Vegetal		Zonas Urbanas/Industrial	
	NDVI (-1 a 1)	Áreas Verdes (m ²)	Áreas de Zona Urbana (m ²)	Áreas de la Zona Industrial (m ²)
1999	0.27	238402.67	7024680.30	-
2001	0.25	236757.33	7119541.57	-
2004	0.28	215976.02	7157712.14	-
2005	0.245	203302.18	7170385.98	-
2008	0.249	193025.68	7215239.99	-
2009	0.243	196224.02	7286308.39	-
2010	0.29	183142.03	7312167.61	-
2011	0.25	179718.90	7317311.34	-
2013	0.29	176831.40	7464663.56	-
2015	0.26	171646.33	7536192.36	-
2016	0.22	175823.79	7635122.68	-
2017	0.26	171480.27	7686668.15	-

Fuente: Propia del Autor

Cuadro 11 Resultados Descriptivos - Zona 2

	Media	Mediana	Variancia	Mínimo	Máximo
Área Urbana	7327166,172	7299238,000	7299238,000	7024680,30	7024680,30
Áreas Verdes	195194,21	188083,8550	573804589,682	171480,27	238402,68
NDVI	,2589	,2550	,000	,22	,29

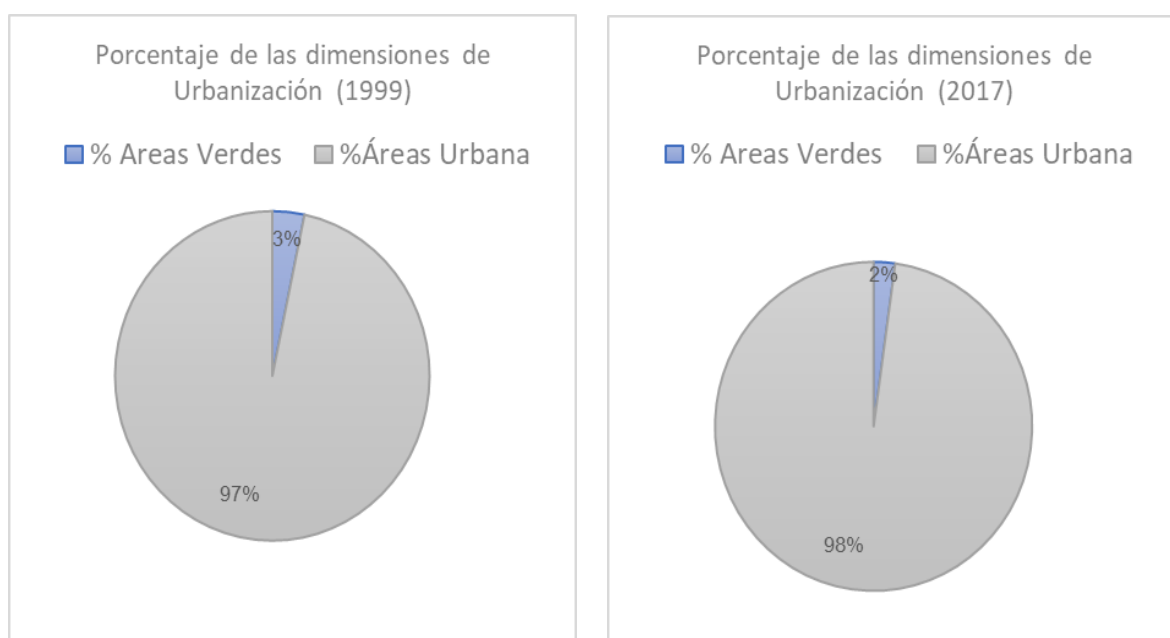
Cuadro 12 Cuadro de Normalidad de los indicadores de la variable urbanización – Zona 2

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Área Urbana	,861	12	,051
Áreas Verdes	,944	12	,556
NDVI	,943	12	,539

Fuente Propia del autor

El valor de la significancia de los indicadores de la variable es mayor que 0.05, por lo tanto, los datos son normales para poder aplicar la correlación de Pearson.

Gráfico 3 Variación de áreas verdes, urbana producto del proceso de urbanización – Zona 2



Fuente: Propia del Autor

La zona 2, no posee zonas industriales, sin embargo, la pérdida de áreas verdes desde 1999 hasta el 2017 es de 66922,41 m², representado el 1%, además de presentar un NDVI de 0,25, esto responde a que algunas áreas verdes hayan sido revegetadas. Sin embargo, no es suficiente para poder reestablecer todas las áreas verdes y por consiguiente los niveles de NDVI incrementen.

3.2.3 Análisis de la Variable Urbanización -Zona 3

Cuadro 13 Resultados de la variable urbanización de la Zona 3

Años	Modificación de Cobertura Vegetal		Zonas Urbanas/Industrial	
	NDVI (-1 a 1)	Áreas Verdes (m ²)	Áreas de Zona Urbana (m ²)	Áreas de la Zona Industrial (m ²)
1999	0.18	361276.55	4351027.72	74972.08
2001	0.17	353002.19	4400693.12	77151.44
2004	0.21	349591.47	4435128.62	77151.44
2005	0.17	350240.67	4433317.48	78313.40
2008	0.18	342767.26	4424938.36	102326.10
2009	0.17	340512.96	4448212.29	102467.60
2010	0.17	339170.71	4452389.74	102467.60
2011	0.15	313720.00	4474995.58	105312.48
2013	0.12	320598.49	4676569.13	113555.94
2015	0.16	293589.85	4684590.11	114449.92
2016	0.16	289432.77	4706840.87	114449.92
2017	0.15	290402.45	4809828.64	115423.84

Fuente: Propia de los Autor.

Cuadro 14 Resultados Descriptivos obtenidos del SPSS- Zona 3

	Media	Mediana	Variancia	Mínimo	Máximo
Área Urbana	4524877,6383	4450301,0150	22592541909,143	4,35E+6	4,81E+6
Áreas Verdes	328692,1142	339841,8350	684611460,566	289432,77	361276,55
NDVI	,1658	,1700	,000	,12	,21
Área Industrial	98170,1467	102467,6000	271428039,882	74972,08	115423,84

Fuente: Propia del autor.

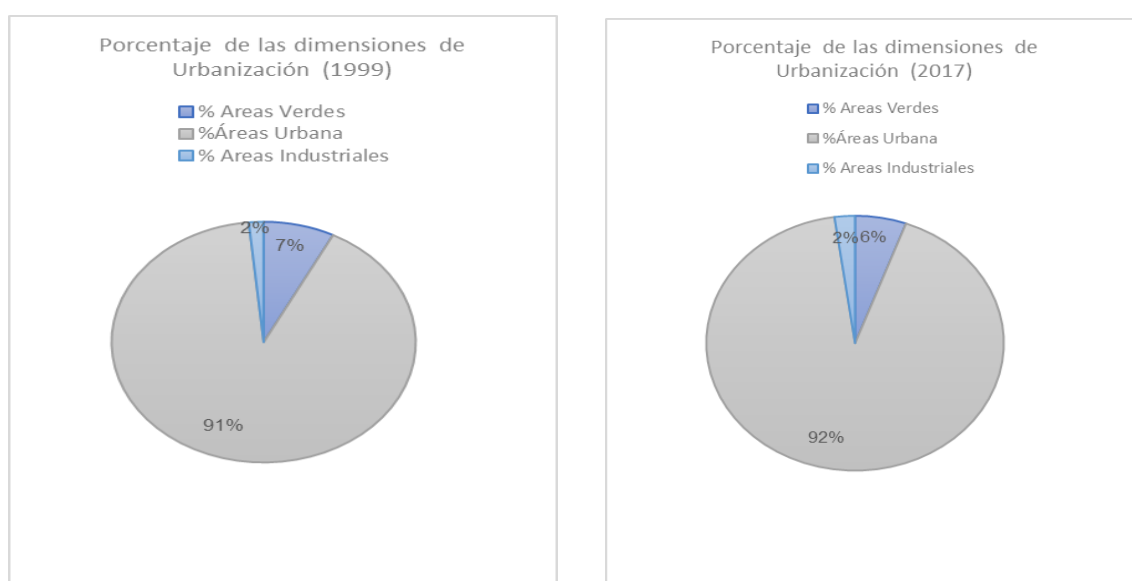
Cuadro 15 Cuadro de Normalidad de los indicadores de la variable urbanización – Zona 3

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Área Urbana	,876	12	,078
Áreas Verdes	,838	12	,026
NDVI	,810	12	,012
Área Industrial	,930	12	,375

Fuente: Propia del autor

Los indicadores que se muestran normalidad, es decir tienen valores mayores de 0.05, son los indicadores áreas verdes y NDVI, a los cuales se les aplicara para la validación de la hipótesis la correlación de Pearson, por otro lado, para los indicadores áreas urbanas y áreas verdes se realizara la prueba Ro no paramétrica.

Gráfico 4 Variación de áreas verdes, urbana producto del proceso de urbanización – Zona 3



Fuente: Propia del autor.

Los resultados para la zona 3, demuestra que el proceso de urbanización ha generado un incremento del 1%, de las zonas urbanas de 458,800.92 m², respecto a 1999 con un valor 4351027.72 m². El 2%, de áreas verdes significa un valor poco significativo, ya que el área urbana está ocupando el 92%. Mas adelante se muestra cómo estas variables explican la generación del fenómeno de las islas de calor urbana.

3.2.4 Análisis de la Variable Urbanización -Zona 5

Cuadro 16 Resultados de la variable urbanización de la Zona 5

Años	Modificación de Cobertura Vegetal		Zonas Urbanas/Industrial	
	NDVI (-1 a 1)	Áreas Verdes (m ²)	Áreas de Zona Urbana (m ²)	Áreas de la Zona Industrial (m ²)
1999	0.12	34029.82	4896705.83	770.61
2001	0.11	32066.52	4909961.82	2055.16
2004	0.1	30527.17	5233824.69	4457.15
2005	0.11	30526.17	5246731.48	4600.23
2008	0.12	29491.95	5342192.57	89864.07
2009	0.128	34427.50	5596356.09	95243.99
2010	0.11	25181.51	5799575.31	103113.29
2011	0.1	25180.51	5802413.47	109831.54
2013	0.09	23609.25	5803620.86	154338.23
2015	0.08	29196.58	5962008.12	181715.57
2016	0.09	33787.17	5987283.18	191008.54
2017	0.08	45197.93	6052067.21	193844.14

Fuente: Propia del Autor

Cuadro 17 Resultados Descriptivos obtenidos del SPSS- Zona 5

	Media	Mediana	Variancia	Mínimo	Máximo
Área Urbana	5552728,3858	5552728,3858	170635176536,611	4,90E+6	6,05E+6
Áreas Verdes	31101,8400	30526,6700	32691745,776	23609,25	45197,93
NDVI	0.10	,1050	,000	,08	,13
Área Industrial	94236,8767	99178,6400	5838337798,602	770,61	193844,14

Fuente: Propia del autor.

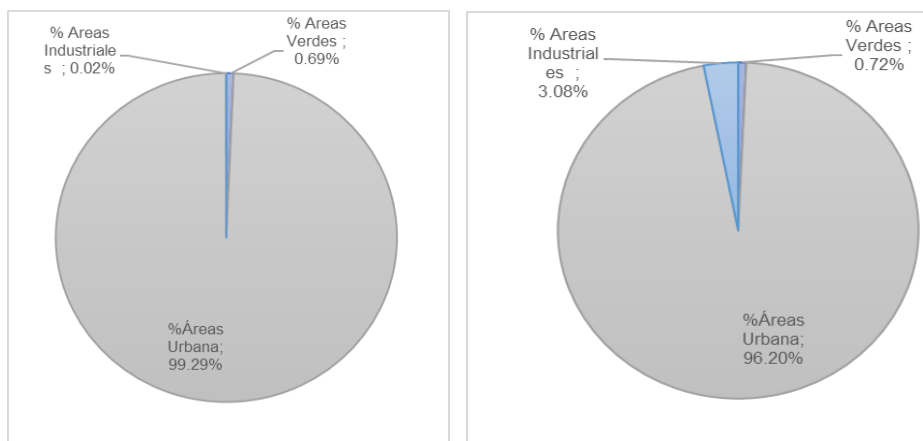
Cuadro 18 Cuadro de Normalidad de los indicadores de la variable urbanización – Zona 5

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Área Urbana	,895	12	,135
Áreas Verdes	,867	12	,060
NDVI	,899	12	,152
Área Industrial	,942	12	,523

Fuente: Propia del Autor

Todas las dimensiones tienen un valor mayor de significancia 0,05, por lo tanto, se encuentran aptos para realizar la correlación de Pearson.

Gráfico 5 Variación de áreas verdes, urbana producto del proceso de urbanización – Zona



Fuente: Propia de los autores

Fuente: Propia del autor

En la zona 5, del distrito de San Juan de Lurigancho se aprecia, el incremento de las áreas industriales, puesto que se muestra un cambio de 3.08% para el 2017, esto obedece a que el desarrollo de fábricas se ha desarrollado de manera progresiva, por otro lado, un ligero incremento de las áreas verdes de 11168.11m².

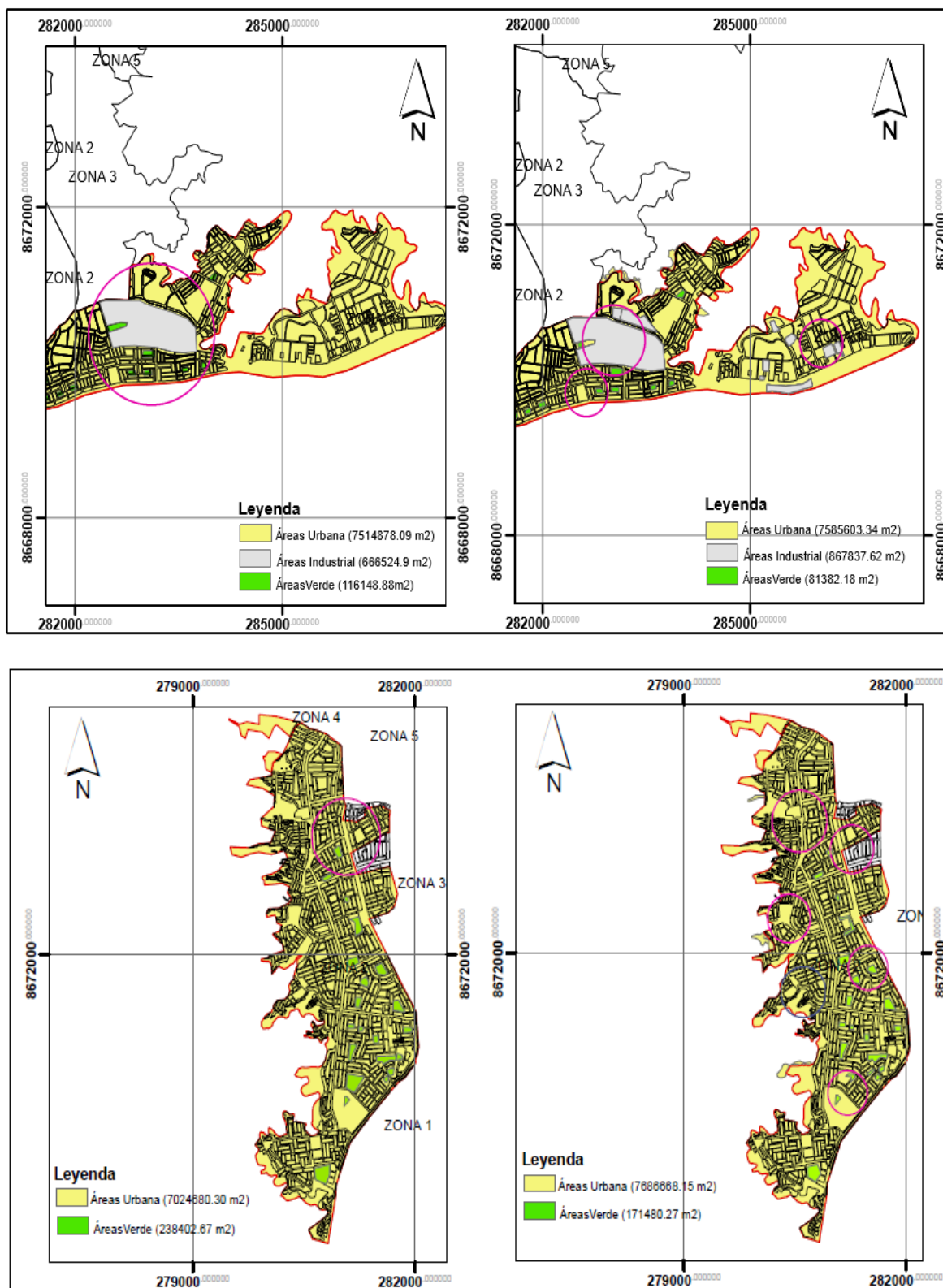
Cuadro 19 Áreas verdes (m²) por habitantes de las Zonas de Estudio (2015).

Zonas de Estudio	Población	Áreas Verdes	(m ² /hab)
ZONA 1	119192.375	83037.47	0.70
ZONA 2	171992.333	171646.33	1.00
ZONA 3	89306.8465	293589.85	3.29
ZONA 5	124435.819	29196.58	0.23

Fuente: Propia del Autor.

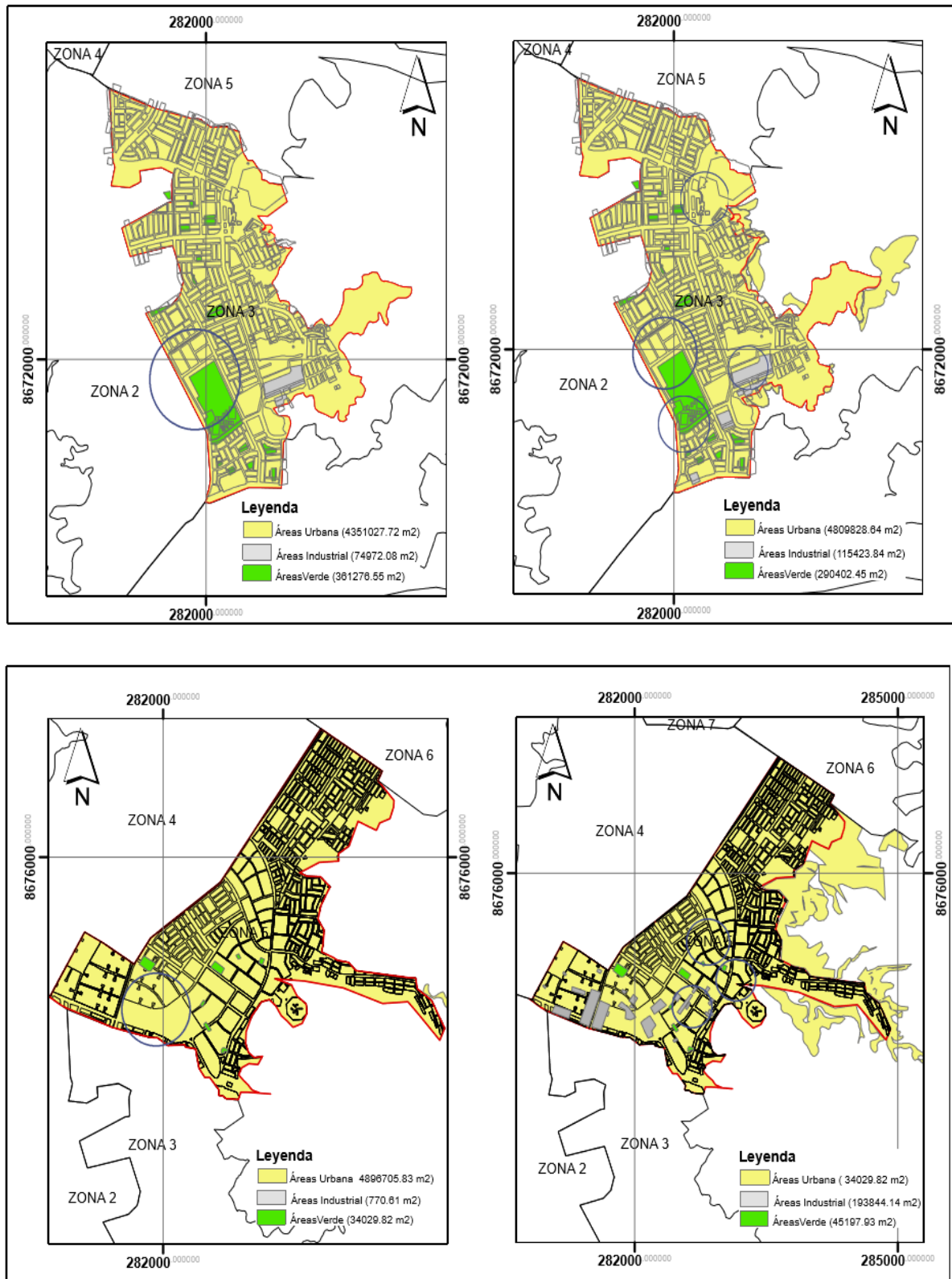
En promedio las cuatro zonas de estudio muestran 1.30 (m² de áreas verdes /habitante), significa que está por debajo de (2 m² / hab) planteado para Lima Metropolitana, siendo un indicador de la generación con mayor frecuencia de ICU.

Figura 6 Mapa de Variación de Urbanización de las Zonas del Área de estudio
Zona 1-2



Fuente: Propia del Autor

Figura 7 Mapa de Variación de Urbanización de las Zonas del Área de estudio
Zona 3-5



Fuente: Propia del Autor

3.3 Análisis de la Variable Isla de Calor Urbana

3.3.1 Análisis de la Variable ICU – Zona 1

Años	Intensidad de la ICU			Máximo Térmico de la ICU		Confirmación de la ICU		
	Temperatura del Máximo Térmico (°C)	Temperatura de la configuración (°C)	(Δ =TU-TR)	Temperatura °C	Área (m ²)	Temperatura °C	Altura (m.s.n.m)	Área (m ²)
1999	28.97	26.88	2.09	28.97	51033.96	26.88	227	204594.9
2001	20.93	19.6	1.33	20.93	43144.29	19.6	216	456575.5
2004	25.26	23.7	1.56	25.26	9214.35	23.7	220	21100.35
2005	29.35	26.62	2.73	29.35	16972.2	26.62	220	284286.6
2008	24.6	23.19	1.41	24.6	3283.54	23.19	253	8438.37
2009	30.46	27.1	3.36	30.46	24296.49	27.1	219	95781.75
2010	34.09	31.1	2.99	34.09	89209.4	31.1	213	389146.9
2011	31.59	28.6	2.99	31.59	146205	28.6	252	467125.3
2013	33.53	30.83	2.7	33.53	16070	30.83	223	122329.1
2015	37.69	35.89	1.8	37.69	19305	35.89	223	167884.4
2016	38.66	36.51	2.15	38.66	7878.90	35.4	223	958334
2017	39.65	38.24	1.41	39.65	33311.95	36.47	223	593022.1

Fuente: Propia del autor

Cuadro 20 Resultados Descriptivos obtenidos del SPSS- Zona 1

	Media	Mediana	Variancia	Mínimo	Máximo
Intensidad de la ICU	2,2,519100	2,1200	,519	1,33	3,36
Máximo Térmico	31,2317	31,0250	34,214	20,93	39,65
Temperatura de la Configuración ICU	28,7817	27,8500	28,687	19,60	36,47
Área de la configuración del ICU	314051,5942	244440,7250	76378089124,992	8438,37	958334,00

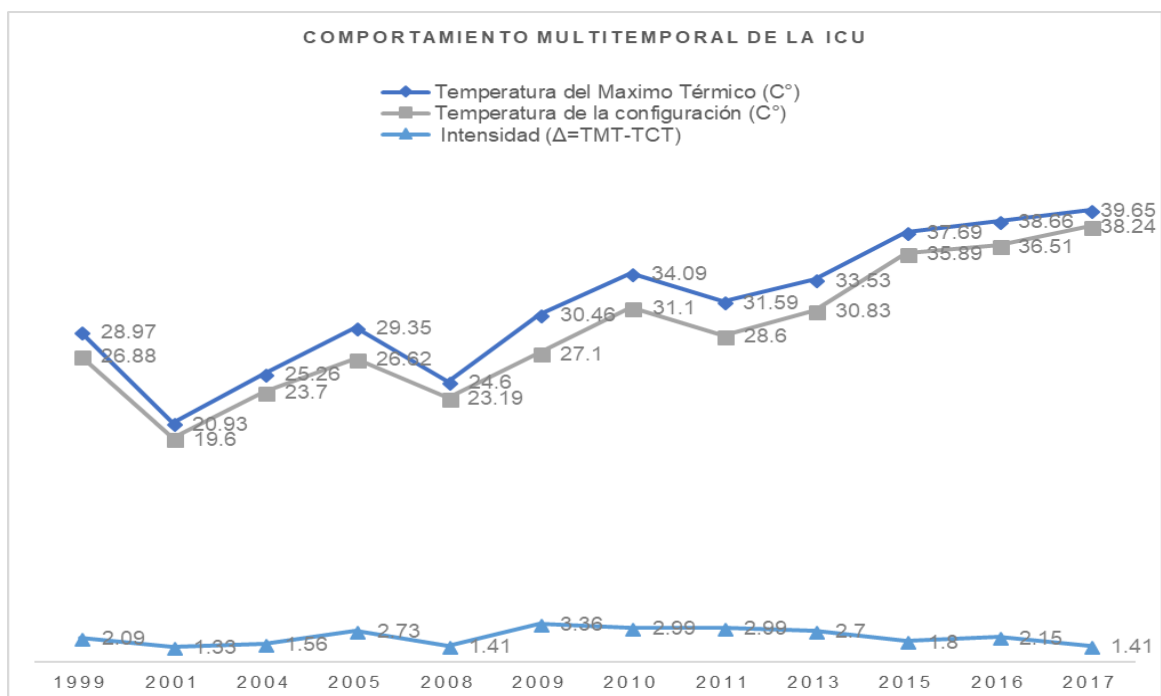
Fuente: Propia del autor.

Cuadro 21 Normalidad de los indicadores de la ICU- Zona 1

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Intensidad de la ICU	,909	12	,204
Máximo Térmico	,967	12	,872
Temperatura de la Configuración ICU	,951	12	,655
Área de la configuración del ICU	,908	12	,199

Fuente: Propia del Autor

Gráfico 6 Comportamiento Multitemporal de las ICU – Zona 1



Fuente: Propia del Autor

Según el gráfico se puede observar que el mayor foco de calor urbano se generó el año 2017 con un valor de temperatura de máximo térmico de 39.65 °C, esta se encuentra ubicada en el complejo industrial ubicada en la avenida Las Lomas, Urbanización el Carmelo, así como la Av. Gran Chimú posee una configuración de 38.65 °C, y una intensidad de 2.15, este valor se encuentra dentro del valor promedio de los valores de intensidad de las ICU, las cuales comprenden los 12 años de estudio. Este comportamiento responde a la pérdida de áreas vegetales en 1% y el incremento de las áreas industriales en 2%, además los valores de NDVI se encuentran en 0.15 casi nula la presencia de cobertura vegetal en el 2017. A diferencia de la isla de calor urbana en el 2001, con valores de 20.93 °C, donde se presentaba las áreas con valor de NDVI de 0.25 significa que estas áreas se encuentran entre suelos mixtos de vegetación y suelo urbano.

3.3.2 Análisis de la Variable ICU – Zona 2

Cuadro 22 Resultados de la Variable ICU – Zona 2

Años	Intensidad de la ICU			Máximo Térmico de la ICU		Confirmación de la ICU		
	Temperatura del Máximo Térmico (°C)	Temperatura de la configuración (°C)	(Δ =TU-TR)	Temperatura °C	Área (m ²)	Temperatura °C	Altura (m.s.n.m)	Área (m ²)
1999	28.97	26.88	2.09	28.97	47986.57	26.88	234	107422.4
2001	23.51	22.26	1.25	23.51	5752.27	22.26	215	67259.36
2004	26.91	23.7	3.21	26.91	4014.69	23.7	263	103545.7
2005	27.89	26.62	1.27	27.89	25494.18	26.62	289	56155.41
2008	27.84	24.6	3.24	27.84	5329.96	24.6	285	25238.07
2009	30.46	27.1	3.36	30.46	3862.00	27.1	301	50307.29
2010	31.1	28.84	2.26	31.1	9766.33	28.84	302	85765.36
2011	31.59	29.94	1.65	31.59	2542.51	29.94	319	12065.21
2013	30.84	28.58	2.26	30.84	12800.92	28.58	212	30698.99
2015	36.83	34.78	2.05	36.83	8496.67	34.78	218	33766.74
2016	38.66	36.51	2.15	38.66	16788.11	36.51	218	48375.46
2017	41.24	39.65	1.59	39.65	6434.68	38.24	218	48968.97

Fuente: Propia del autor.

Cuadro 23 Resultados Descriptivos obtenidos del SPSS- Zona 2

	Media	Mediana	Variación	Mínimo	Máximo
Intensidad de la ICU	2,1983	2,1200	,539	1,25	3,36
Máximo Térmico	31,3200	30,6500	26,689	23,51	41,24
Temperatura de la Configuración ICU	41,24	30,6500	24,032	23,51	39,65
Área de la configuración del ICU	55797,4133	49638,1300	915285028,809	12065,21	107422,40

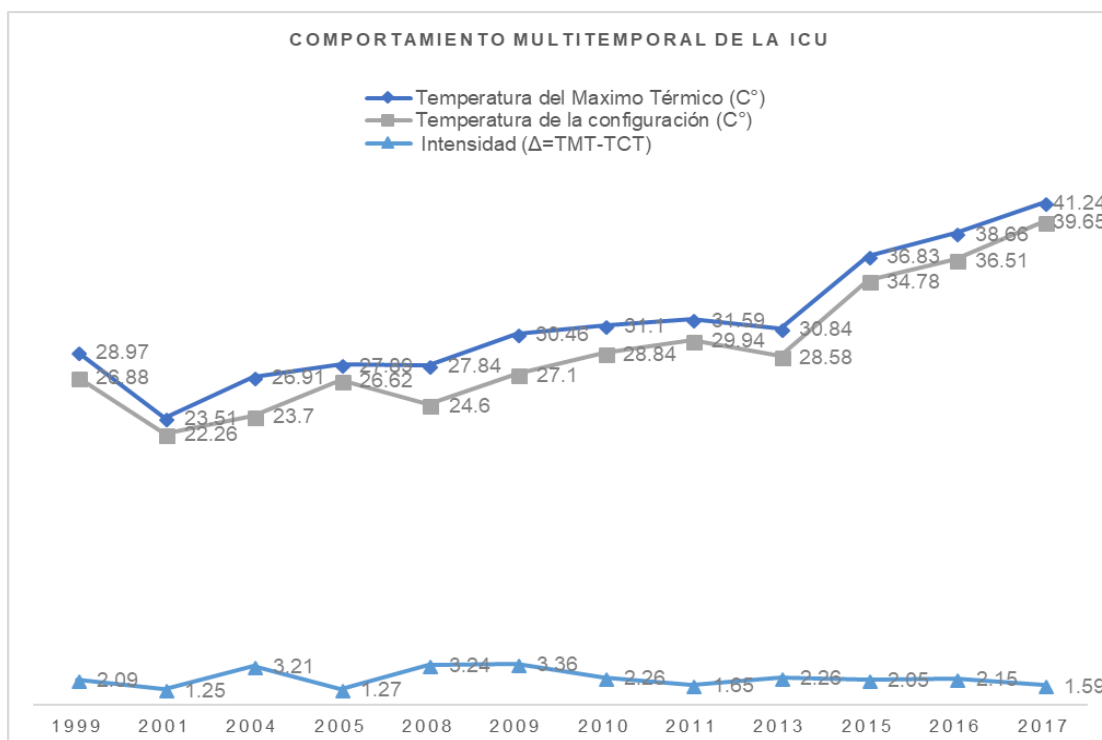
Fuente: Propia del autor.

Cuadro 24 Normalidad de los indicadores de la ICU- Zona 2

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Intensidad de la ICU	,898	12	,150
Máximo Térmico	,929	12	,374
Temperatura de la Configuración ICU	,926	12	,342
Área de la configuración del ICU	,939	12	,487

Fuente: Propia del Autor

Gráfico 7 Comportamiento Multitemporal de las ICU – Zona 2



Fuente: Propia del autor.

Según el Gráfico 7 se puede observar la tendencia de las islas de calor se han incrementado desde 1999, donde el mayor foco de calor urbano se generó el año 2017 con un máximo térmico de 41.24°C y configuración 39.65 °C, esta isla de calor abarca un área de 48968.97m², posee una intensidad de 1.59, ubicado a 218 de altura. También se demuestra que la mayor intensidad de las ICU, se presenta en el 2009, con un valor de 3.24, debido a que el foco de calor presento como máximo térmico 27.84 °C y temperatura de configuración de 24.6. Este comportamiento responde a la perdida de áreas vegetales de 66922,41 m² representado el 1% para el año 2017, además los valores de NDVI de las áreas verdes poseen valores de 0.26 significa que estas áreas poseen poca o rala vegetación.

3.3.3 Análisis de la Variable ICU – Zona 3

Cuadro 25 Resultados de la Variable ICU – Zona 3

Años	Intensidad de la ICU			Máximo Térmico de la ICU		Confirmación de la ICU		
	Temperatura del Máximo Térmico (°C)	Temperatura de la configuración (°C)	(Δ =TU-TR)	Temperatura °C	Área (m ²)	Temperatura °C	Altura (m.s.n.m)	Área (m ²)
1999	28.97	26.88	2.09	28.97	6352.15	26.88	315	82184.37
2001	23.51	22.26	1.25	23.51	5752.27	22.26	215	67259.36
2004	28.75	23.7	5.05	28.75	9687.50	23.7	215	308896.3
2005	29.35	25.35	4	29.35	5128.99	25.35	215	95152.64
2008	27.84	23.9	3.94	27.84	3038.07	23.9	218	29869.7
2009	30.46	27.1	3.36	30.46	4979.45	27.1	227	32119.22
2010	31.1	28.84	2.26	31.1	3813.40	28.84	228	24733.9
2011	31.59	29.94	1.65	31.59	16548.88	29.94	240	83752.49
2013	30.84	28.58	2.26	30.84	9929.60	28.58	214	104050.4
2015	38.72	36.83	1.89	38.72	7075.49	36.83	215	60852.25
2016	38.66	36.51	2.15	38.66	10104.92	36.51	218	229050.8
2017	41.24	36.47	4.77	41.24	17501.88	38.24	218	150809.8

Fuente: Propia del autor.

Cuadro 26 Resultados Descriptivos obtenidos del SPSS- Zona 3

	Media	Mediana	Variancia	Mínimo	Máximo
Intensidad de la ICU	2,8892	2,2600	1,633	1,25	5,05
Máximo Térmico	31,7525	30,6500	26,818	23,51	41,24
Temperatura de la Configuración ICU	28,8633	27,8400	26,848	22,26	36,83
Área de la configuración del ICU	105727,6025	82968,4300	7354233232,418	24733,90	308896,30

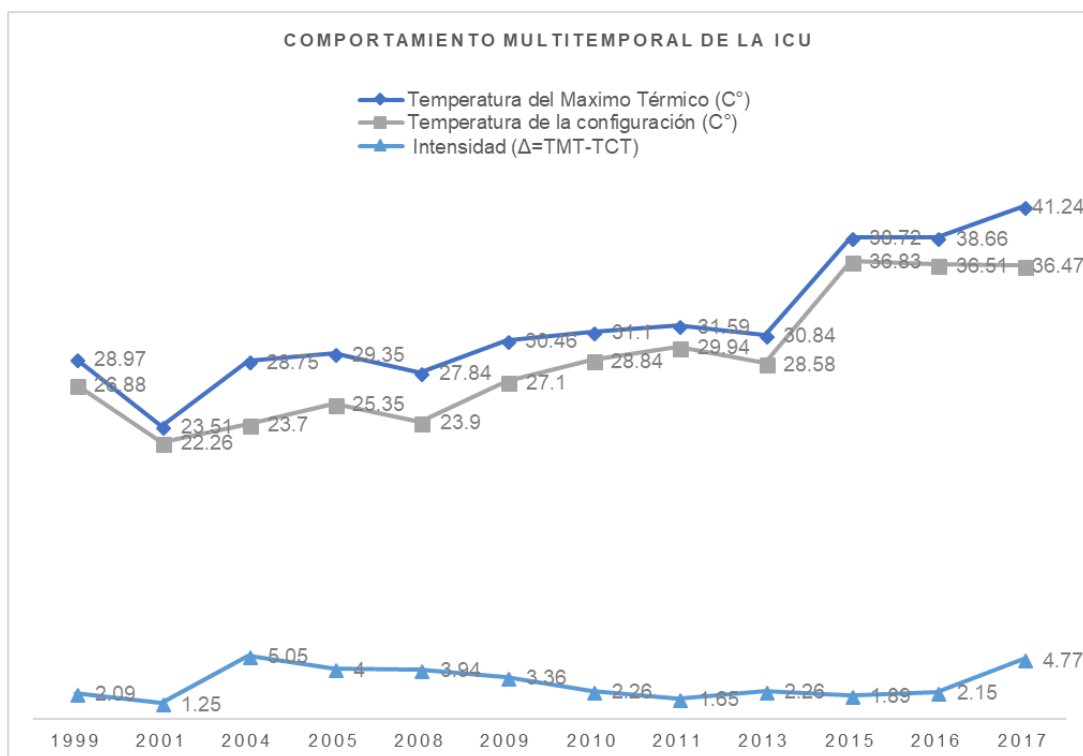
Fuente: Propia del autor.

Cuadro 27 Normalidad de los indicadores de la ICU- Zona 3

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Intensidad de la ICU	,899	12	,154
Máximo Térmico	,894	12	,132
Temperatura de la Configuración ICU	,882	12	,093
Área de la configuración del ICU	,830	12	,021

Fuente: Propia del Autor

Gráfico 8 Comportamiento Multitemporal de las ICU – Zona 3



Fuente: Propia del autor.

Según el Gráfico 8 se observa, que la tendencia de las islas de calor se han incrementado desde 1999, donde el mayor foco de calor urbano se generó el año 2017 con un máximo térmico de 41.24°C y configuración 36.47 °C, esta isla de calor abarca un área de 150809.8 m², posee una intensidad de 4.77, se encuentra ubicado a 218 de altura. La menor intensidad de islas se generó el 2001 con valores de máximo térmico 23.51 °C, y una temperatura de configuración de 22.26 °C.

Este comportamiento del incremento de las islas de calor urbano responde al incremento de zonas urbanas de 458,800.92 m² respecto a 1999, Así mismo la zona 3 en el 2017 posee el 92% de uso de suelo urbano y un 6% de uso de suelo industrial donde los niveles de NDVI es de 0.15, significa que se han perdido casi toda la cobertura vegetal por el cambio de uso de suelo , ya que en 2001 el NDVI tenía valores de 0.21, correspondiente a suelos entre mixtos de áreas verdes y suelo urbano.

3.3.4 Análisis de la Variable ICU – Zona 5

Cuadro 28 Resultados de la Variable ICU – Zona 5

Años	Intensidad de la ICU			Máximo Térmico de la ICU		Confirmación de la ICU		
	Temperatura del Máximo Térmico (°C)	Temperatura de la configuración (°C)	(Δ =TU-TR)	Temperatura °C	Área (m ²)	Temperatura °C	Altura (m.s.n.m)	Área (m ²)
1999	28.97	26.88	2.09	28.97	47986.57	26.88	234	107422.4
2001	23.51	22.26	1.25	23.51	5752.27	22.26	215	67259.36
2004	26.91	23.7	3.21	26.91	4014.69	23.7	263	103545.7
2005	27.89	26.62	1.27	27.89	25494.18	26.62	289	56155.41
2008	27.84	24.6	3.24	27.84	5329.96	24.6	285	25238.07
2009	30.46	27.1	3.36	30.46	3862.00	27.1	301	50307.29
2010	31.1	28.84	2.26	31.1	9766.33	28.84	302	85765.36
2011	31.59	29.94	1.65	31.59	2542.51	29.94	319	12065.21
2013	30.83	26.33	4.5	30.83	120753.18	26.33	219	428801.9
2015	38.72	36.83	1.89	38.72	32648.11	36.83	224	273142.5
2016	38.66	37.09	1.57	38.66	27070.94	37.09	234	76988.04
2017	39.65	38.24	1.41	39.65	207380.53	38.24	234	503657.6

Fuente: Propia del Autor

Cuadro 29 Resultados Descriptivos obtenidos del SPSS- Zona 5

	Media	Mediana	Variancia	Mínimo	Máximo
Intensidad de la ICU	2,3083	1,9900	1,073	1,25	4,50
Máximo Térmico	31,3442	30,6450	26,269	23,51	39,65
Temperatura de la Configuración ICU	29,0358	26,9900	28,9009	22,26	38,24
Área de la configuración del ICU	149195,7367	81376,7000	26506472952,675	12065,21	503657,60

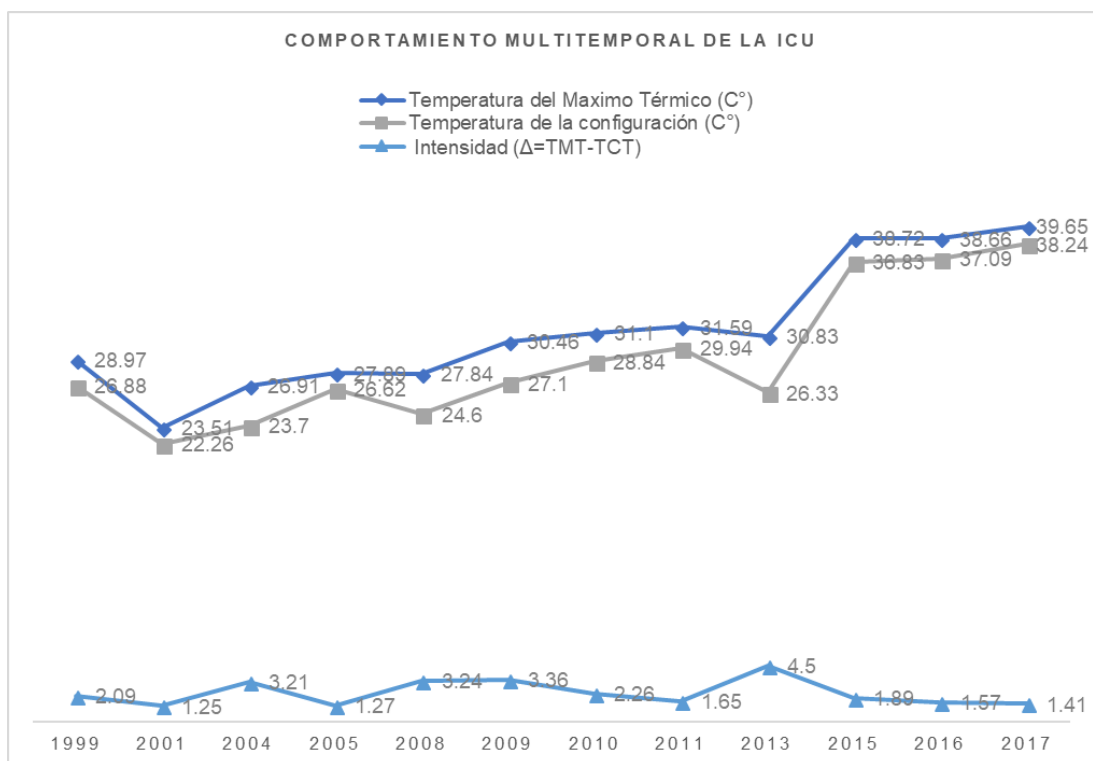
Fuente: Propia del autor.

Cuadro 30 Normalidad de los indicadores de la ICU- Zona 5

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Intensidad de la ICU	,882	12	,094
Máximo Térmico	,897	12	,144
Temperatura de la Configuración ICU	,869	12	,064
Área de la configuración del ICU	,749	12	,003

Fuente: Propia del Autor

Gráfico 9 Comportamiento Multitemporal de las ICU – Zona 5

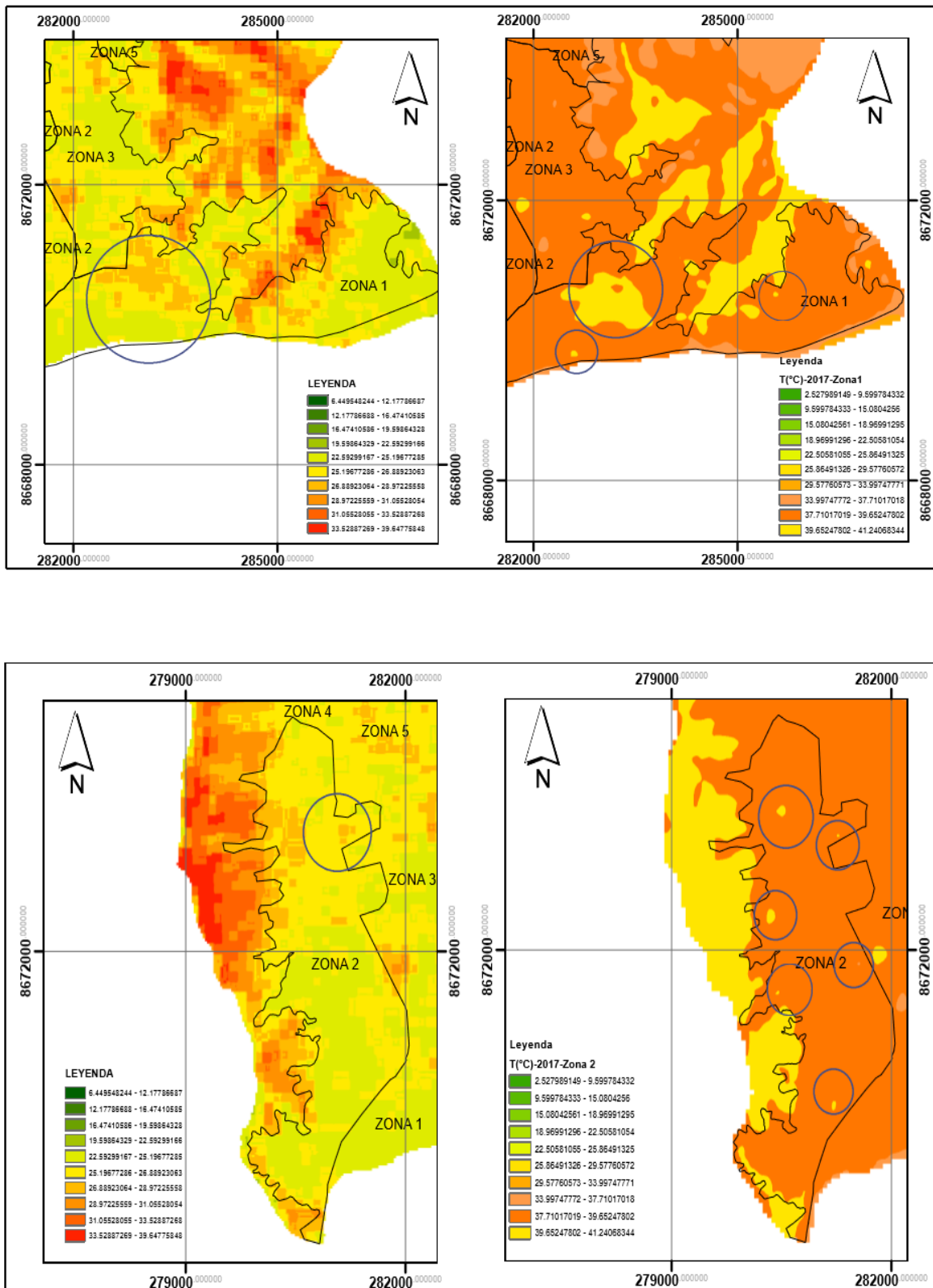


Fuente: Propia del autor.

Según el Gráfico 9 observa la tendencia de las islas de calor se han incrementado desde 1999, donde el mayor foco de calor urbano se generó el año 2017 con un máximo térmico de 39.65°C y configuración de 38.24 °C, esta isla de calor abarca un 503657.6 área de m², posee una intensidad de 1.41, se encuentra ubicado a 234 de altura. La mayor intensidad de la isla de calor de 3.36 se dio en el 2013 con valores de máximo térmico 30.83, y una temperatura de configuración de 26.33.

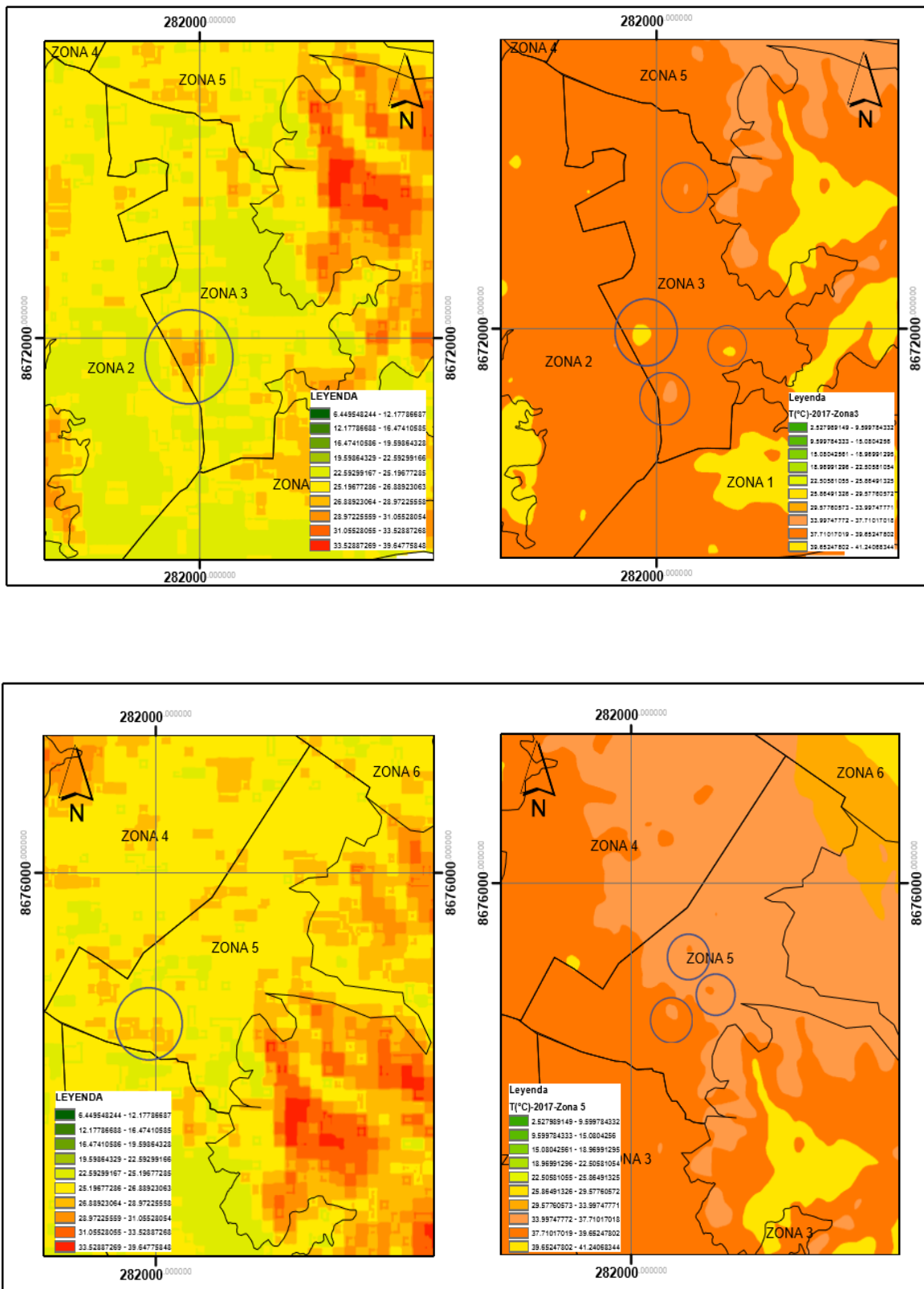
Las islas de calor urbano para zona 5, responde al incremento marcado de las áreas industriales de 1999 hasta 2017 en 11168.11m², representando el 3% del total de área la zona 5 y una deficiencia en áreas verdes puesto que solo existe 0.72% de estas y poseen valores de NDVI 0,08, significa que hay una nula capacidad de cobertura vegetal en los parques.

Figura 8 Mapa de Variación de las Islas de Calor Urbana Zonas 1-2



Fuente: Propia del Autor

Figura 9 Mapa de Variación de las Islas de Calor Urbana Zonas 3-5



Fuente: Propia del Autor

3.4 Determinación del grado de correlación y modelos de regresión para la estimación de la prueba de hipótesis

En el presente ítem se establecerá las pruebas estadísticas que permiten demostrar que la hipótesis alterna se acepte y la nula se rechace, se realizó la prueba de normalidad en primera instancia, luego el análisis de la correlación de Pearson y con el análisis de ANOVA para la estimación de la hipótesis, finalmente los modelos de regresión para evaluar el grado de correlación de las ecuaciones.

H0: No Existe una relación directa y significativa entre la urbanización y las islas de calor urbano en el Distrito de San Juan de Lurigancho, 2018.

Ha: Existe una relación directa y significativa entre la urbanización y las islas de calor urbano en el Distrito de San Juan de Lurigancho, 2018.

Cuadro 31 Correlación del Máximo Térmico y las dimensiones de la urbanización - Zona 1

				Correlaciones				
				Temperatura del Máximo Térmico ICU	Área Industrial	Área Urbana	Áreas Verdes	NDVI
Temperatura del Máximo Térmico ICU	Correlación de Pearson			1	,814**	,774**	-,787**	-,712**
	Sig. (bilateral)				,001	,003	,002	,009
	N			12	12	12	12	12

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

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

Fuente: Propia del autor

Del cuadro Cuadro 31 , se interpreta que las correlaciones de las dimensiones de urbanización tanto de las áreas urbanas y áreas industriales tienen una relación positiva significativa por mostrar valores mayores de 0.7, que expresado en porcentaje es 70%, mientras que los valores de NDVI y Áreas Verdes tienen una relación negativa significativa también con valores mayores de 70. Por otro lado, se muestra que todos los valores de significancia son menores de 0,01, se interpreta que hay una probabilidad de error menos del 0.01 % para poder establecer que la urbanización tiene una relación directa y significativa con las islas de calor urbana; por consiguiente, se infiere que se acepta la hipótesis alterna

Cuadro 32 Resumen del modelo Temperatura del Máximo térmico vs las áreas verdes y áreas urbanas- Zona 1

Resumen del modelo^b

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Cambio en R cuadrado	Estadísticos de cambio			Sig. Cambio en F
						Cambio en F	gl1	gl2	
1	,787 ^a	,619	,534	3,99272	,619	7,304	2	9	,013

a. Predictores: (Constante), Áreas Verdes, Área Urbana

b. Variable dependiente: Temperatura del Máximo Térmico ICU

Fuente: Propia del Autor

ANOVA^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	232,878	2	116,439	7,304	,013 ^b
	Residuo	143,476	9	15,942		
	Total	376,355	11			

a. Variable dependiente: Temperatura del Máximo Térmico ICU

b. Predictores: (Constante), Áreas Verdes, Área Urbana

Fuente: Propia del Autor

Coefficientes^a

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados			99.0% intervalo de confianza para B	
		B	Desv. Error	Beta	t	Sig.	Límite inferior	Límite superior
1	(Constante)	-52,266	2076,427		-,025	,980	-6800,312	6695,780
	Área Urbana	1,597E-5	,000	,063	,060	,954	-,001	,001
	Áreas Verdes	-0,000396	,001	-,725	-,684	,511	-,002	,001

a. Variable dependiente: Temperatura del Máximo Térmico ICU

Fuente: Propia del Autor

$$Y = -52.24 + 1.597 \times 10^{-5} (X_1) - 0.000396 (X_2)$$

Después de desarrollar el modelo, se muestra un coeficiente de correlación (r) de 0.787 y la determinación muestra (r²) 0,629, el cual muestran una correlación de media a considerable; mientras el valor de F de 7.304 en ANOVA es mayor que la significancia de 0,013 por lo tanto se acepta la hipótesis alterna.

Cuadro 33 Resumen modelo Temperatura del Máximo térmico vs el NDVI y áreas verdes - Zona 1

Resumen del modelo^b

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Cambio en R cuadrado	Estadísticos de cambio			Sig. Cambio en F
						Cambio en F	gl1	gl2	
1	,802 ^a	,643	,563	3,86520	,643	8,096	2	9	,010

a. Predictores: (Constante), Áreas Verdes, NDVI

b. Variable dependiente: Temperatura del Máximo Térmico ICU

ANOVA^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	241,897	2	120,948	8,096	,010 ^b
	Residuo	134,458	9	14,940		
	Total	376,355	11			

a. Variable dependiente: Temperatura del Máximo Térmico ICU

b. Predictores: (Constante), Áreas Verdes, NDVI

Coefficientes^a

Modelo		Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados			99.0% intervalo de confianza para B	
		B	Desv. Error	Beta	t	Sig.	Límite inferior	Límite superior
1	(Constante)	69,390	10,709		6,480	,000	34,587	104,192
	NDVI	-35,893	46,053	-,250	-,779	,456	-185,557	113,770
	Áreas Verdes	-0,000323		-,591	-1,847	,098	-,001	,000

a. Variable dependiente: Temperatura del Máximo Térmico ICU

$$Y = 69.390 - 35.893 (X_1) - 0.000326(X_2)$$

Después de desarrollar el modelo, se muestra un coeficiente de correlación (r) de 0.80 y la determinación muestra (r²) 0,64, el cual demuestra que las áreas verdes, NDVI son variables que explican hasta el 80% de los valores del máximo térmico, así mismo la tabla del ANOVA posee el valor de F de 8, 096 es mayor que 0, 010 por lo tanto se acepta la hipótesis alterna.

Cuadro 34 Correlación del Máximo Térmico y las dimensiones de la urbanización
- Zona 2

Correlaciones					
		Temperatura del Máximo Térmico ICU	Áreas Verdes	Área Urbana	NDVI
Temperatura del Máximo Térmico ICU	Correlación de Pearson	1	-,763**	,914**	-,209
	Sig. (bilateral)		,004	,000	,514
	N	12	12	12	12

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

Fuente: Propia del autor

Del Cuadro 34, se interpreta que las correlaciones del área urbana tienen una relación positiva significativa por mostrar valores mayores de 0,914 y que expresa en porcentaje es 91%, mientras que los valores de Áreas Verdes tienen una relación negativa significativa con un valor de -7,63 expresado en porcentaje es de 76.3%, mientras que el NDVI, no ingresa al análisis debido a que no muestra valores normales . Por otro lado, se muestra que todos los valores de significancia de las áreas verdes y urbanas son menores de 0,01 y se interpreta que hay una probabilidad de error que es menos del 0.01 % para poder establecer que la urbanización tiene una relación directa y significativa con las islas de calor urbana; por consiguiente, se infiere que se acepta la hipótesis alterna.

Cuadro 35 Resumen modelo (Temperatura del Máximo térmico vs el NDVI y áreas verdes - Zona 2

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,916 ^a	,838	,802	2,29693

a. Predictores: (Constante), Área Urbana, Áreas Verdes

Fuente: Propia del autor

ANOVA^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	246,092	2	123,046	23,322	,000 ^b
	Residuo	47,483	9	5,276		
	Total	293,575	11			

a. Variable dependiente: Temperatura del Máximo Térmico ICU

b. Predictores: (Constante), Área Urbana, Áreas Verdes

Fuente: Propia del autor

Coeficientes^a

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error	Beta		
1	(Constante)	-151,922	57,359		-2,649	,027
	Áreas Verdes	0,000021	,000	,097	,367	,722
	Área Urbana	0,000024	,000	,998	3,773	,004

a. Variable dependiente: Temperatura del Máximo Térmico ICU

Fuente: Propia del autor

$$Y = -151,922 + 0,000021(X_1) + 0,000024(X_2)$$

Después de desarrollar el modelo, se muestra un coeficiente de correlación (r) de 0,91.6 y la determinación muestra (r²) 0,83, el cual demuestra que las áreas verdes y las áreas urbanas son variables que explican hasta el 91% de los valores del máximo térmico, así mismo la tabla del ANOVA posee el valor de F de 23,322 es mayor que 0,000 por lo tanto se acepta la hipótesis alterna.

Cuadro 36 Correlación del Máximo Térmico y las dimensiones de la urbanización
-Zona 3

		Temperatura del Máximo Térmico ICU	Área Urbana	Área Industrial
Temperatura del Máximo Térmico ICU	Correlación de Pearson	1	,873**	,744**
	Sig. (bilateral)		,000	,006
	N	12	12	12

Fuente: Propia del autor

Del Cuadro 36, se interpreta que las correlaciones de las dimensiones de urbanización tanto de las áreas urbanas y áreas industriales tienen una relación positiva significativa, porque muestra valores mayores de 0.7, que expresado en porcentaje es 70%, siendo estas las variables que expresan el resultado de las islas de calor urbano. Por otro lado, se muestra que todos los valores de significancia son menores de 0,01, interpretando que hay una probabilidad de error menos del 0.01 % para poder establecer que la urbanización tiene una relación directa y significativa con las islas de calor urbana; por consiguiente, se infiere que se acepta la hipótesis alterna.

Cuadro 37 Resumen modelo Temperatura del Máximo Térmico vs el NDVI y áreas verdes - Zona 3

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,877 ^a	,769	,717	2,75384

a. Predictores: (Constante), Área Industrial, Área Urbana

Fuente: Propia del autor

ANOVA ^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	226,751	2	113,375	14,950	,001 ^b
	Residuo	68,253	9	7,584		
	Total	295,003	11			

a. Variable dependiente: Temperatura del Máximo Térmico ICU

b. Predictores: (Constante), Área Industrial, Área Urbana

Fuente: Propia del autor

Coeficientes^a

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Sig.
		B	Desv. Error	Beta	t	
1	(Constante)	-92,267	35,309		-2,613	,028
	Área Urbana	0,000027	,000	,770	2,891	,018
	Área Industrial	0,000041	,000	,129	,486	,638

a. Variable dependiente: Temperatura del Máximo Térmico ICU

Fuente: Propia del autor

$$Y = -92,267 + 0,000027(X_1) + 0,000041(X_2)$$

Después de desarrollar el modelo, se muestra un coeficiente de correlación (r) de 0,87 y la determinación muestra (r²) 0,76, el cual demuestra que las áreas verdes y las áreas urbanas son variables que explican hasta el 87% de los valores del máximo térmico, así mismo la tabla del ANOVA posee el valor de F de 14.950 es mayor que 0,001 por lo tanto se acepta la hipótesis alterna.

Cuadro 38 Correlación del Máximo Térmico y las dimensiones de la urbanización -Zona 5

		Temperatura del Máximo Térmico ICU	Área Urbana	Área Industrial	NDVI
Temperatura del Máximo Térmico ICU	Correlación de Pearson	1	,858**	,886**	-,715**
	Sig. (bilateral)		,000	,000	,009
	N	12	12	12	12

Fuente: Propia del autor.

Del Cuadro 38, del se interpreta que las correlaciones de las dimensiones de urbanización tanto de las áreas urbanas y áreas industriales tienen una relación positiva significativa por mostrar valores mayores de 0.80, que expresado en porcentaje es 80%, siendo estas las variables que expresan el resultado de las islas de calor urbano, el NDVI muestra una relación negativa significativa del 71,5 %. Por otro lado, se muestra que todos los valores de significancia son menores de 0,01, interpretando que hay una probabilidad de error menos del 0.01 % para poder establecer que la urbanización tiene una relación directa y significativa con las islas de calor urbana; por consiguiente, se infiere que se acepta la hipótesis alterna.

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,889 ^a	,791	,744	2,59253

a. Predictores: (Constante), Área Urbana, Área Industrial

ANOVA^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	228,470	2	114,235	16,996	,001 ^b
	Residuo	60,491	9	6,721		
	Total	288,960	11			

a. Variable dependiente: Temperatura del Máximo Térmico ICU

b. Predictores: (Constante), Área Urbana, Área Industrial

Coefficientes^a

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficiente s estandarizados	t	Sig.	99.0% intervalo de confianza para B	
		B	Desv. Error				Límite inferior	Límite superior
1	(Constante)	12,242	28,160		,435	,674	-79,274	103,757
	Área Industrial	0,000046	,000	,685	1,532	,160	,000	,000
	Área Urbana	0,000003	,000	,214	,480	,643	,000	,000

a. Variable dependiente: Temperatura del Máximo Térmico ICU

$$Y = 12,242 + 0,000046(X_1) + 0,000003(X_2).$$

Después de desarrollar el modelo, se muestra un coeficiente de correlación (r) de 0.88 y la determinación muestra (r²) 0,79, el cual demuestra que las áreas urbanas y las áreas industriales son variables que explican hasta el 88% de los valores del máximo térmico, así mismo la tabla del ANOVA posee el valor de F de 16,996 es mayor que el valor de significancia por lo tanto se acepta la hipótesis alterna.

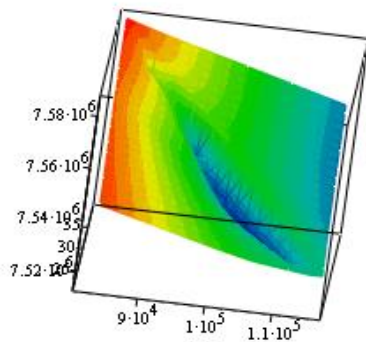
3.4.1 Resultados de Coeficiente de Correlación

Cuadro 39 Coeficiente de correlación (r) y determinación (r²) de modelos de temperatura del máximo térmico (variable 1) vs (áreas verdes, áreas urbanas).

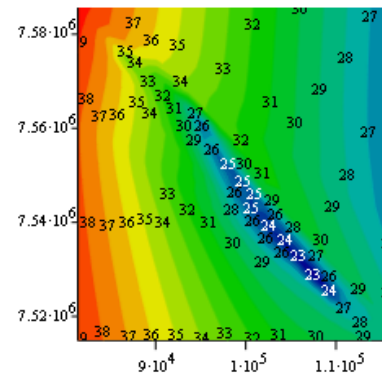
Zonas de Estudio	r	r ²
Zona 1	0.787	0.619
Zona 2	0.916	0.838
Zona 3	-	-
Zona 5	-	-

Fuente: Propia del autor

Gráfico 10 Gráfico de contornos de superficie del comportamiento de las islas de calor urbana vs áreas urbanas y áreas Verdes (m²) – Zona 1



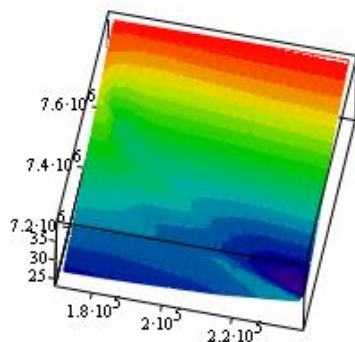
(aV3, au3, tmt3)



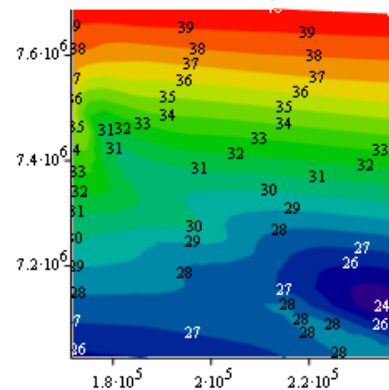
(aV3, au3, tmt3)

Fuente: Propia del Autor

Gráfico 11 Matricial del comportamiento de las islas de calor urbana vs áreas urbana y áreas Verdes (m²) – Zona 2



(aV3, au3, tmt3)



(aV3, au3, tmt3)

Fuente:

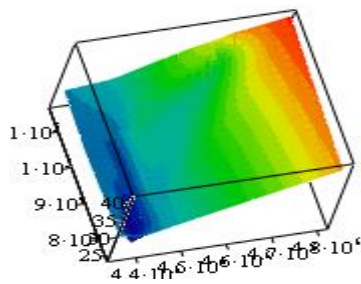
Propia del Autor

Cuadro 40 Cuadro resumen de los coeficientes de correlación (r) y de determinación (r²) entre la TMT (variable dependiente) y (Áreas Industriales, Áreas Urbanas).

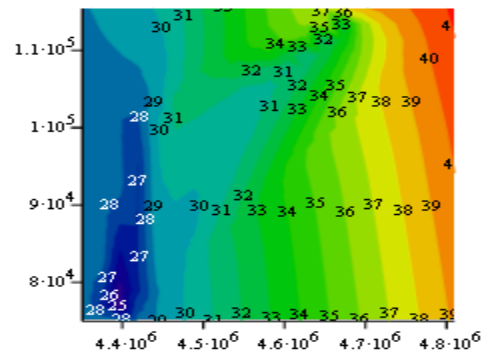
Zonas de Estudio	r	R ²
Zona 1	-	-
Zona 2	-	-
Zona 3	0.877	0.769
Zona 5	0.889	0.791

Fuente: Propia del autor

Gráfico 12 Gráfico Matricial del comportamiento de las islas de calor urbana vs Áreas Industriales y Urbanas (m²) – Zona 3



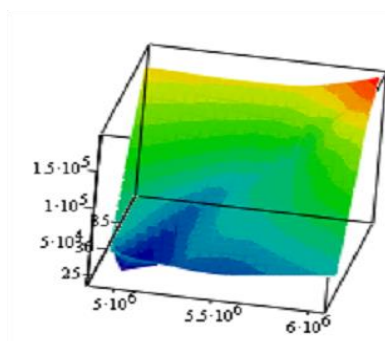
(AU, AI, MT)



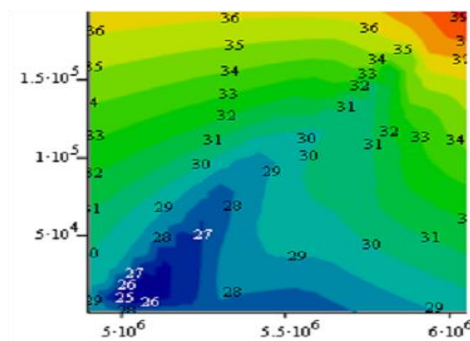
(AU, AI, MT)

Fuente: Propia del Autor

Gráfico 13 Gráfico Matricial del comportamiento de las islas de calor urbana vs Áreas Industriales y Urbanas (m²) – Zona 5



(au2, ai2, tmt2)



(au2, ai2, tmt2)

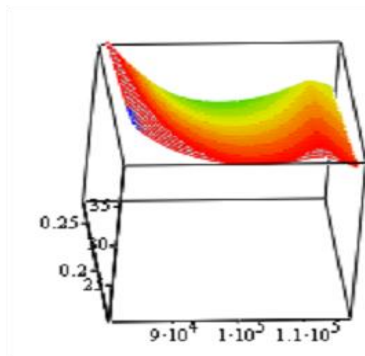
Fuente: Propia del Autor

Cuadro 41 Coeficiente de correlación (r) y de determinación (r²) en las relaciones entre la temperatura del máximo térmico (variable dependiente) y (NDVI, Áreas Verdes).

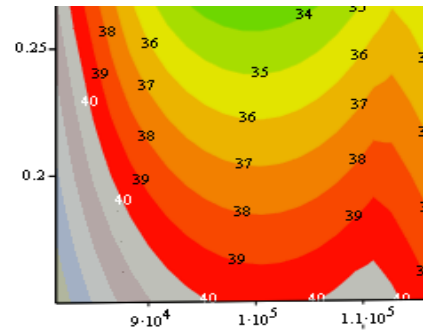
Zonas de Estudio	r	r ²
Zona 1	0.80	0.64
Zona 2	-	-
Zona 3	-	-
Zona 5	-	-

Fuente: Propia del autor

Gráfico 14 Gráfico Matricial del comportamiento de las islas de calor urbana vs NDVI y áreas Verdes (m²) – Zona 1



(av , ndvi , tmt)



(av , ndvi , tmt)

Fuente: Propia del Autor

IV. DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio referente a la evaluación de islas de calor urbana, en el distrito de san Juan de Lurigancho determino que la mayor incidencia del fenómeno térmico, se muestra en la zona 3, donde el porcentaje de áreas urbanas es de 92%, áreas verdes 6% y áreas industriales 2%; así mismo presenta de 3 a 4 núcleos térmicos, estos valores de temperaturas del máximo térmico, se encuentra por encima de los 38°C hasta los 41.24°C. Así mismo, se obtuvo un coeficiente de correlación es de 0.76 y el coeficiente de determinación de 0.769, el cual demuestra que el proceso de urbanización con el avance de las áreas urbanas, e industriales son responsables en un 76.9% de presencia de los focos térmicos, siendo estos considerados fundamentales para realizar un mayor análisis debido a que los resultados del estudio de Soberón y Obregón (2016) encontraron islas de calor urbana cuyos núcleos térmicos muestran valores de temperatura superficial terrestre de 36.04.°C respectivamente.

En cuanto a los modelos de regresión con mayor fuerza, cuyas factoras de explicación son las áreas verdes y urbanas expresados ambos en m^2 con los valores de la temperatura del máximo térmico, siendo el parámetro más significativo de las islas de calor urbana, se encuentra representado para la zona 2, con un valor de coeficiente de correlación (r) 0.91 y un coeficiente de determinación (r^2) 0.83. Esta área denominada zona 5, se caracteriza por ser una las zonas muestras represento mayor cambio en los doce años de estudio, a través del incremento de las áreas urbanas en 1 %y perdida de 1% en áreas verdes, desde el año 1999 hasta el 2017, la data que se utilizó para la correlación comprendió los meses de verano enero a abril respectivamente. Sin embargo, los resultados de SARRICOLEA et al (2008), son menores debido a que su coeficiente de correlación es de (r) 0.761 y la determinación es de (r^2) 0.579, en su modelo de regresión también aplicó para resultados obtenidos de los meses de verano, donde se plateo como factores de explicación la generación de las islas de calor a la urbanización en valores de densidad poblacional y al NDVI como modificación de la cobertura vegetal y las distancias a las fuentes húmedas, representado valores poco significativos para poder expresar los niveles en escala de temperatura, además de trabajar solo los años 2007 y 2008. Por otro lado, se interpreta que el incremento de las áreas urbanas en mayor porcentaje que las áreas verdes generan las islas de calor urbana.

Con respecto a los resultados de la regresión múltiple de la variable cobertura vegetal y sus respectivos indicadores como las áreas verdes en m^2 y el NDVI, frente a los valores de temperaturas del máximo térmico, siendo un parámetro de la isla de calor urbana, para la zona 1, se obtuvo un coeficiente de correlación de 0.80 y un coeficiente de determinación de 0.64, representando una explicación del 80%, para los valores de temperaturas del máximo térmico, este comportamiento responde a una modificación de uso de suelo entre los años de estudio (1999 - 2017), producto del proceso de urbanización, generando una pérdida de 34766.7 m^2 de áreas verdes, además de ello el valor promedio del NDVI es de 0.21 para las áreas verdes, representando un déficit de cobertura vegetal, infiriendo que mientras las áreas verdes disminuyen, el valor de los índices de vegetación se encuentran más cercanos al (-1), generando el incremento de las temperaturas de los focos potenciales de calor, por lo tanto se afirma que la correlación es fuertemente negativa o inversa, permitiendo aceptar la hipótesis alterna que existe una relación inversa y significativa entre la modificación de cobertura vegetal y las islas de calor urbano en el Distrito de San Juan de Lurigancho, 2018. Este resultado representa un alto valor de correlacional, la cual coincide con lo mencionado por SOBERÓN y OBREGÓN (2016), donde indican que existe una conexión fuerte entre las variables del modelo de regresión, puesto que sus resultados del cálculo de coeficiente de correlación varía entre 0.13 y 0.89, lo que indica que el NDVI y la temperatura de aire con los valores de la temperatura de superficie terrestre explican un 80%, sin embargo, se menciona que los valores de regresión de los valores de temperatura del aire con los valores de temperatura superficial terrestre posee una baja correlación de valor de 0.15, lo cual indica que la variable NDVI es la que más representa en este modelo de regresión.

Ahora bien, los resultados de la presente investigación con relación a la aceptación de la hipótesis donde se afirma que la urbanización tiene una correlación directa y significativa con las islas de calor urbana, son representadas por la zona 5, donde se tiene un valor de coeficiente de correlación de las áreas urbanas e industriales y los valores de las temperaturas del máximo térmico de la isla de calor responde a una correlación de Pearson de 0.858, así mismo se tiene los resultados de la correlación de la áreas urbanas con respecto a los valores del máximo térmico de 0.886, siendo ambas altamente significativas. Por otra parte, se desarrolló un modelo de regresión teniendo en cuenta los indicadores a las áreas industriales y a las áreas urbanas con los valores de las temperaturas del máximo térmico, cuyos resultados para el coeficiente de correlación de Pearson de r^2 de 0.889 y coeficiente de determinación de 0.791, donde se interpreta que la expansión de las áreas urbanas y las áreas industriales, explican el 88 % del resultado de las temperaturas de las islas de calor urbana los que fueron similares a los resultados del estudio de MENESES , T y IRAL , P (2017); quienes encontraron un coeficiente de correlación de Pearson de 0.94, dando a entender que las áreas urbanas en (ha) en modelo de regresión explica en un 94 % , a la temperatura superficial terrestre. Mientras que el modelo de regresión de la presente investigación fue de carácter multivariable por tener datos de áreas industriales en (m^2) y áreas urbanas (m^2), desde los años (2199 – 2017) destacando una pérdida de 3.09 % en áreas urbanas y muestra un incremento de áreas industriales en 11168 m^2 , siendo un 3.08 % de área industrial , por ello se afirma que las áreas urbanas e industriales ,representan de manera significativa la generación de islas de calor lo cual tiene concordancia con lo mencionado por SARRICOLEA (2010) quien afirma que las durante el día las islas de calor urbana superficial tiene dos núcleos en centro de las ciudades y las zonas industriales.

V. CONCLUSIONES

El análisis espectro temporal de las imágenes satelitales obtenidas mediante los satélites Landsat 5 y Landsat 8, permito estudiar y determinar la generación de islas de calor urbana desde 1999 hasta el 2017, del distrito de San Juan de Lurigancho, así mismo, se generó modelos de regresión con las variables áreas verdes, áreas urbanas, áreas industriales y valores de NDVI.

Se consiguió elaborar mapas con las distribuciones de las islas de calor urbana en el distrito de San Juan de Lurigancho, donde se llegó a determinar que la mayor ocurrencia de las islas de calor, se encuentran en la Zona 1, 2, 3 y 5, por haber presentado en su totalidad más de 22 unidades de islas de calor urbana entre los años de (1999-2017).

Las islas de calor urbana que se encontraron en las Zona 1,2,3,5, responde a que existe áreas verdes, que se encuentran parcialmente cubiertas por especies vegetales, por ello los valores de NDVI de las cuatro zonas, es en promedio 0.185, indicando que es casi nula la existencia de cobertura vegetal, aquella que permite el proceso de evapotranspiración para disminuir las temperaturas máximas de las islas de calor urbana.

Los mayores índices de cambio de uso de suelo, los cuales son capaces de generar o emitir calor, en el intervalo de tiempo desde (1999-2017), es representado por la Zona 5, debido a que en 18 años se incrementó las áreas de uso de suelo industrial 11168.11 m², lo cual representa actualmente un 3.08 %, a si mismo se muestra un 0.72 % de áreas verdes y un 96.20 % de áreas urbanas.

Se encontró que el mayor grado de correlación de Pearson después de correlacionar los parámetros de las islas de calor urbana (intensidad, configuración y temperatura del máximo térmico) con los indicadores de la variable urbanización (áreas verdes, áreas urbanas, NDVI y áreas industriales), fue el parámetro denominado Temperatura del Máximo Térmico, cuyos resultados en promedio son de - 0.77, 0.85, -0.54 y 0.81 con un valor de significancia de 99%. Donde los valores positivos son correlaciones significativas positivas respecto a las áreas urbanas y áreas industriales y las correlaciones significativas negativas para los valores de Áreas Verdes y el NDVI.

Se demostró, con el modelo de regresión multivariable aplicado para la zona 1 , donde los valores de NDVI y áreas verdes conjuntamente, presentaron correlaciones negativas significativas , frente a los valores del máximo térmico, a partir de ello se obtuvo un coeficiente de correlación de pearson del 80%, con el siguiente modelo $Tmt = 69.390 - 35.893 (NDVI) - 0.000326(\text{áreas verdes en } m^2)$, llegando a determinar que existe una relación inversa y significativa entre la modificación de la cobertura vegetal y la generación de las islas de calor urbana .

Se llego a identificar, para siguiente modelo de regresión múltiple donde la variable a predecir es la temperatura del máximo térmico de las islas de calor urbana, donde los valores como las áreas urbanas y áreas industriales, son indicadores de la urbanización, presentaron correlaciones positivas significativas, frente a los valores del máximo térmico, a partir de ello se obtuvo un coeficiente de correlación de Pearson de 88%, para las zona 5 , a continuación se presenta los siguientes modelos respectivamente $Tmt = 12,242 + 0,000046(\text{área industrial } m^2) + 0,000003(\text{áreas urbana } m^2)$., llegando a determinar que existe relación directa y significativa entre las áreas urbanas e industriales y las islas de calor urbano.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un análisis de las islas de calor urbana de las zonas evaluadas en el estudio, con valores de densidad poblacional por cada una de las zonas evaluadas donde se genera las ICU con mayor frecuencia.
- Se debe de realizar un análisis específico de los parámetros de las islas de calor urbana (configuración de la isla de calor urbana, intensidad de la isla de calor urbana) halladas en las zonas evaluadas, con las variables como el tipo de geometría de las calles, avenidas principales y edificaciones.
- Realizar un mayor análisis para las zonas donde se encontraron las islas de calor urbana y plantear ecuaciones para el manejo de áreas verdes ya que existe un déficit de áreas verdes por habitante.
- Ampliar la investigación con el estudio de modelamiento de contaminantes atmosféricos, cuando se da la ocurrencia las islas de calor urbana.
- Se recomienda aplicar imágenes producto de sensores de satélites que tengan información con banda térmicas, así mismo se debe de realizar la corrección de radiometría y de superficie para las bandas que se utilizan el modelamiento de temperatura superficial terrestre

VII. REFERENCIAS

- ✓ ARIZA, Alexandra. Descripción y Corrección de Productos de Landsat 8 (Landsat Data Continuity Misión) [en línea]. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2013 [Fecha de consulta: 20 de abril del 2018].
Disponible en: <http://www.un-spider.org/sites/default/files/LDCM-L8.R1.pdf>
- ✓ BASTERRA, I. Teledetección – Imágenes Satelitales – Procesamiento Digital de Imágenes, [en línea] (2011), [Fecha de consulta: 28 de setiembre del 2017]. Disponible en: <http://ing.unne.edu.ar/dep/goeciencias/fotointer/pub/teoria2011/parte02/tdi.pdf>
- ✓ COPEL, Horacio, La forma urbana en la ciudad post capitalista. Revista Bibliográfica de Geografía y ciencias Sociales [en línea]. 5 de noviembre de 2016, n° 1.177. [Fecha de consulta: 28 de febrero del 2018]. Disponible en: <http://www.ub.edu/geocrit/b3w-1177.pdf>
ISSN: 1138-9796
- ✓ U.S. Environmental Protection Agency. Reducing urban heat islands: Compendium of estrategias, [en línea], (2008) [Fecha de consulta: 30 de setiembre del 2017]. Capítulo 1. Urban Heat Island Basics.
Disponible en: <https://www.epa.gov/heat-islands/heat-island-compendium>.
- ✓ Camila Bozzo. El 58 % de limeños están insatisfechos con cantidad de parques en su distrito. [en línea], El Comercio 2015, p 07 [Fecha de consulta: 12 de mayo del 2018]. Disponible en: http://www.actualidadambiental.pe/wpcontent/uploads/2015/04/elcomercio_2015-04-01_p07.pdf
- ✓ Decreto – Ley 8912/77. Diario Oficial el peruano, Lima Perú., 29 de setiembre del 2017.
- ✓ FERNANDES George y MOREIRA de Sousa, 2013. Uso de imágenes Landsat TM 5 para análisis de temperatura de superficie del distrito Federal [en línea]. 13 a 18 de abril de 2013, INPE: [Fecha de consulta: 02 de octubre del 2017].
Disponible en: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3402667/mod_resource/content/1/ST_DF_paper.pdf

- ✓ GILL, et al. Adapacion de Adapting Cities for Climate Change: The Role of the Green Infrastructure, [en línea], n° 1, (2007), [Fecha de consulta: 12 de septiembre del 2017].
 Disponible en:
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.178.8370&rep=rep1&type=pdf>
- ✓ GALVES, José. Criterios para la planificación y el diseño de corredores fluviales urbanos para la mitigación de la isla de calor (Urban Heat Island), [en línea] Noviembre del 2014, [Fecha de consulta: 01 de octubre del 2017].
 Disponible en:
http://www.conama11.vsf.es/conama10/download/files/foro2013/CT%202013/Paneles/1896709766_panel.pdf
- ✓ GARDI, C, et al, Atlas de Suelos de América Latina y el Caribe, (2014), Unión Europea, p.30)
 ISBN: 978-92-79-255599-1.
- ✓ GARTLAND, Lian Heat Islands, Understanding and Miting Heat in Urban Áreas [en línea], 1 ed. USA: Taylor & Francis (2008), [Fecha de consulta: 30 de septiembre del 2017].
 Disponible en:
https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=oGOsBwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR3&dq=Heat+islands:+understanding+and+mitigating+heat+in+urban+areas&ots=f6yokpNsss&sig=_c534sYlcbFWay44b2zygC0OTcY#v=onepage&q=Heat%20islands%3A%20understanding%20and%20mitigating%200heat%20in%20urban%20areas&f=true
 ISBN 13: 978-1-84407-250-7
- ✓ GORDANA, Jovanovska & AVDAM Ugur. Algorithm for Automated Mapping of Land Surface Temperature Using LANSADT 8 Satellite Data. Journal of Sensors [en línea], 4 febrero del 2016. [Fecha de consulta: 20 de abril del 2018]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1155/2016/1480307>
 ID: 1480307

- ✓ Instituto Nacional de Estadística e Informática, Una Mirada a Lima Metropolitana [en línea]. 2014, [Fecha de consulta: 28 de mayo del 2018].
Disponible en:
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1168/libro.pdf
- ✓ INEI, Ficha Informativa Sobre Seguridad Ciudadana del Distrito de San Juan de Lurigancho, [en Línea], (2010). [Fecha de consulta: 1 de noviembre del 2017].
Extraído de la página Web:
<http://conasec.mininter.gob.pe/obnasec/pdfs/Nro.01DistritoSanJuandeLurigancho.pdf>
- ✓ FERRELLI, F, et al, Utilización de imágenes satelitales para el estudio de la distribución térmica en distintas coberturas del suelo de la ciudad de Bahía Blanca. Revista de Teledetección [en Línea]. 2015.nº44 [Fecha de consulta: 15 de abril del 2018]
Disponible en:
<https://polipapers.upv.es/index.php/raet/article/view/4018/4622>
ISSN: 1133-0953
- ✓ MENESES, Tanya y IRAL, Andrea. Análisis Espacio -Temporal de Variables que inciden en la Generación de Isla de Calor Urbana en la localidad de Kennedy, Tesis (Ingeniería Ambiental): Universidad Santo Tomas, Bogotá, 2016.
Disponible en:
[http://repository.usta.edu.co/bi\(TST\)ream/handle/11634/9215/MenesesTanya2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repository.usta.edu.co/bi(TST)ream/handle/11634/9215/MenesesTanya2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- ✓ MENDOSA, Juan. Implementación de un método operativo para la estimación de la temperatura superficial Terrestre en la Región Callao Usando datos de las Imágenes Satelitales, Tesis (Ingeniería Eléctrica y Electrónica). Perú: Universidad Nacional del Callao, 2014.
Disponible en: web: <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/966>
- ✓ MINAM, Protocolo orto rectificación, imágenes Landsat, [en línea]:2014, [Fecha de consulta: 29 de setiembre del 2017]. Disponible en:
<http://www.minam.gob.pe/ordenamientoterritorial/wcontent/uploads/sites/18/2013/10/Protocolo-ortorectificacion-imagenes-Landsat.pdf>.

- ✓ MIRANDA, Liliana. y CHÁVEZ, Sandro. Perfil y escenarios climáticos de lima metropolitana. Actualidad Gubernamental [en línea]. Diciembre 2012, n° 50 [Fecha de consulta: 03 de septiembre del 2017].
Disponible en: http://aempresarial.com/web/revitem/56_14540_27924.pdf.
- ✓ MORENO, Carmen y SERRA, Juan, El Estudio de la isla de calor urbana en el ámbito mediterráneo. Revista Bibliográfica de Geografía y ciencias Sociales [en línea]. 25 de noviembre de 2016, n° 1.179. [Fecha de consulta: 9 de abril del 2018]. Disponible en: <http://www.ub.edu/geocrit/b3w-1179.pdf>
ISSN: 1138-9796
- ✓ MUNICIPALIDAD DE S.J.L, Plan de Desarrollo Económico Local, San Juan de Lurigancho, [en línea] 2005, [Fecha de consulta: 28 de setiembre del 2017]. Disponible en: <http://www.munisjl.gob.pe/transparencia/plan-de-desarrollo-economico-local/plan-de-desarrollo-economico-local-2006-2015.pdf>
- ✓ MINISTERIO DE VIVIENDA, Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en el distrito de San Juan de Lurigancho, [en Línea] ,2011, [Fecha de consulta: 19 de mayo del 2018]. Disponible en: http://eudora.vivienda.gob.pe/OBSERVATORIO/Documentos/EstudiosyAsistencia/Estudios/MicrozonificacionSismicaLima/sjl/PAUTAS_TECNICAS_MICROZONIFICACION_SISMICA_sjl.pdf
- ✓ ROMERO H. y SARRICOLEA P. Patrones y factores de crecimiento espacial de la ciudad de Santiago de Chile y sus efectos en la generación de islas de calor urbanas de superficie. Centro EULA de Ciencias Ambientales de Chile [en línea], 2016, [Fecha de consulta: 03 de septiembre del 2017]. Disponible en: http://aeclim.org/wp-content/uploads/2016/02/0074_PU-SA-V-2006-H_ROMERO.pdf
- ✓ ROMERO, Roció, Lima tiene un déficit de 56 millones cuadrados en áreas verdes, [en línea]. Desarrollo Digital RPP.12 de enero del 2017 [Fecha de consulta: 25 de mayo del 2018]. Disponible en: <http://rpp.pe/data/lima-tiene-un-deficit-de-61-millones-de-metros-cuadrados-en-areas-verdes-noticia-1021931>

- ✓ Science for a changing world (USGS). Landsat(L8) Data Users Handbook [en línea]. Estados Unidos : Despartment of the interior U.S Geological Survey .2016, [Fecha de consulta: 02 de mayo del 2018].
 Disponible en:
<https://landsat.usgs.gov/sites/default/files/documents/Landsat8DataUsersHandbook.pdf>
- ✓ SARRICOLEA, Pablo, Et al. Análisis de la máxima intensidad de la isla de calor urbano nocturno de la ciudad de Rancagua Chile y sus factores explicativos. Revista Climatológica [en línea]. Noviembre 2008. [Fecha de consulta: 02 de mayo del 2018]. Disponible en:
<http://webs.ono.com/reclim3/reclim08f.pdf>
 ISSN: 1578 -8768
- ✓ SERRA Juan, Estudio de la isla de calor de la ciudad de Ibiza. Investigaciones Geográficas [en línea]. Junio del 2008, n.o 44. [Fecha de consulta: 20 de diciembre del 2017]. Disponible en:
<file:///C:/Users/usuario/Downloads/estudio-de-la-isla-de-calor-de-la-ciudad-de-ibiza-0.pdf>
 ISSN: 0213 – 4691
- ✓ SOBERÓN Vanessa y OBREGÓN Esaúl. Identificación de islas de calor en la ciudad de Lima Metropolitana utilizando imágenes de satélite Landzat 5 TM. Anales Científicos [en línea], 2016.n.o 33-44 Disponible en:
http://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/475/pdf_8.
 ISSN: 2519-7398
- ✓ SOTO Adriana y PÉREZ Eli, Uso de percepción remota y sistemas de información geográfica para la determinación de islas de calor urbano en ciudad Juárez, Chihuahua. Memorias de resúmenes en extenso SELPER. [en línea]. 2015, [Fecha de consulta: 03 de septiembre del 2017]. Disponible en: <http://www.selper.org.mx/images/Memorias2015/assets/m016.pdf>
- ✓ TRUJILLO, Santiago, Estimación de temperatura superficial en el Valle de Aburra Mediante Técnicas de Percepción Remota. Tesis (Ingeniería Ambiental). Colombia:Universidad de Antioquia, 2012.
 Disponible en:
[https://repository.eia.edu.co/bi\(TST\)ream/11190/409/1/AMBI0118.pdf](https://repository.eia.edu.co/bi(TST)ream/11190/409/1/AMBI0118.pdf)

VIII. ANEXOS

Anexo 1 Matriz de consistencias

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
General	General	General			
¿Qué relación existe entre la urbanización y las islas de calor urbano en el Distrito de San Juan de Lurigancho, 2017?	Evaluar la relación entre la urbanización y las islas de calor urbano en el Distrito de San Juan de Lurigancho, 2018	Existe una relación directa y significativa entre la urbanización y las islas de calor urbano en el Distrito de San Juan de Lurigancho, 2018		-	-
Específicos	Específicos	Específicos			Indicadores
				Intensidad de las islas térmicas	
			Islas de Calor Urbana	Es uno de los parámetros producto de la diferencia máxima observada, en un momento determinado, entre la temperatura de un punto centro de la ciudad y otro de la periferia, estará influenciado por la hora del día y la estación del año (SERRA J, 2007, p.59).	Temperatura del Máximo térmico, Temperatura de la configuración
¿Qué relación existe entre la modificación de cobertura vegetal y las islas de calor urbano en el Distrito de San Juan de Lurigancho, 2018?	Demostrar la relación entre la modificación de cobertura vegetal y las islas de calor urbano en el Distrito de San Juan de Lurigancho, 2018	Existe una relación inversa y significativa entre la modificación de cobertura vegetal y las islas de calor urbano en el Distrito de San Juan de Lurigancho, 2018.	Las (ICU) se caracterizan por tener temperaturas más altas que las zonas rurales circundantes, y esto constituye uno de los cambios significativos producto de la acción del hombre, así como, resultados de diferentes procesos relacionados con la urbanización provocando la alteración de la cobertura de suelo a partir del incremento de actividades como el transporte y las industrias. (SOTO A y PEREZ E, 2015, p 2).	Máximo térmico	
				El Máximo térmico es el área espacial de la ciudad donde se procede la mayor diferencia de temperatura, por lo tanto, se estará hallando la máxima intensidad (GALVES J, 2013, p.1)	Temperatura y Área
				Configuración de las Islas de calor urbana	
				La configuración urbana de las islas de calor, tiene como punto central, el núcleo térmico histórico la cual engloba los puntos más altos de temperatura, también es influenciado por topografía del lugar (SERRA J, 2007, p.59).	Temperatura, Altura, Área
				Modificación de la Cobertura Vegetal	
			Urbanización	La pérdida de cobertura vegetal es producto de la urbanización, la cual genera disminución en la calidad del suelo, dicho fenómeno se denomina desertificación debido a que las temperaturas del suelo siempre se encuentran elevadas, por que reciben mayor radiación solar directa y disminuye el porcentaje de humedad. (EPA, 2008, p.141).	Índice de Nivel Diferencial de Vegetación (NDVI)
¿Cuál es la relación que existe entre las áreas urbanas e industriales y las Islas de calor urbano en el Distrito de San Juan de Lurigancho, 2018?	Identificar la relación entre las áreas urbanas e industriales y las islas de calor urbano en el Distrito de San Juan de Lurigancho, 2018	Existe una relación directa y significativa entre las áreas urbanas e industriales y las islas de calor urbano en el Distrito de San Juan de Lurigancho, 2018.	Es un proceso territorial y socioeconómico que induce una transformación radical de la cobertura vegetal y uso del suelo, el cual se encuentra ocupada por paisajes naturales o estaba de dedicado a actividades agropecuarias (SOTO, A Y PEREZ E, 2015, p.2).	Zonas Urbanas e Industriales	
				Presencia de polígonos de titularidad pública, evitando a no ser por razones justificadas, la difusión y dispersión industrial por todo el terreno; cuidadosamente planificados para no afectar muy negativamente al paisaje. (CAPEL, H, 2016 p.17).	Áreas Urbanas, Áreas Industriales

Fuente : Propia del Autor

Anexo 2 Instrumento de Recolección de datos

Cuadro 42 Instrumento de recolección de datos de la Variable Urbanización.

Zonas de Estudio	Años	Modificación de Cobertura Vegetal		Zonas Urbanas/Industrial	
		NDVI (-1 a 1)	Áreas Verdes (m ²)	Áreas de Zona Urbana (m ²)	Áreas de la Zona Industrial (m ²)
Zona	1999				
	2001				
	2004				
	2005				
	2008				
	2009				
	2010				
	2011				
	2013				
	2015				
	2016				
2017					

Fuente: Propia del Autor

Cuadro 43 Instrumento de recolección de datos de la Variable ICU

Zonas de Estudio	Años	Intensidad de la ICU			Máximo Térmico de la ICU		Confirmación de la ICU		
		Temperatura del Máximo Térmico (°C)	Temperatura de la configuración (°C)	($\Delta=$ TU-TR)	Temperatura °C	Área (m ²)	Temperatura °C	Altura (m.s.n.m)	Área (m ²)
Zona 1	1999								
	2001								
	2004								
	2005								
	2008								
	2009								
	2010								
	2011								
	2013								
	2015								
	2016								
2017									

Fuente: Propia del Autor

Anexo 3 Resultados de cada una de la variable urbanización Zona 1 y 2.

Zonas de Estudio	Años	Modificación de Cobertura Vegetal		Zonas Urbanas/Industrial	
		NDVI (-1 a 1)	Áreas Verdes (m ²)	Áreas de Zona Urbana (m ²)	Áreas de la Zona Industrial (m ²)
Zona 1	1999	0.27	116148.88	7514878.09	666524.91
	2001	0.25	109897.45	7524741.98	676401.12
	2004	0.21	101197.6	7539380.14	687432.63
	2005	0.245	97352.75	7543420.63	747849.96
	2008	0.249	94346.75	7563524.8	801175.55
	2009	0.242	93084.96	7564674.6	813037.95
	2010	0.24	92339.4	7570516.38	813037.95
	2011	0.22	90612.79	7570083.90	813363.78
	2013	0.16	86605.82	7575194.20	847844.74
	2015	0.2	83671.57	7578819.88	864756.79
	2016	0.16	83037.47	7580722.85	867837.62
	2017	0.15	81382.18	7585603.34	867837.62
	Zona 2	1999	0.27	238402.68	7024680.30
2001		0.25	236757.33	7119541.57	-
2004		0.28	215976.02	7157712.14	-
2005		0.245	203302.18	7170385.98	-
2008		0.249	193025.68	7215239.99	-
2009		0.243	196224.02	7286308.39	-
2010		0.29	183142.03	7312167.61	-
2011		0.25	179718.90	7317311.34	-
2013		0.29	176831.40	7464663.56	-
2015		0.26	171646.33	7536192.36	-
2016	0.22	175823.79	7635122.68	-	
2017	0.26	171480.27	7686668.15	-	

Fuente: Propia del autor

(-) No existe áreas industriales.

Anexo 4 Resultados de cada una de la variable urbanización Zona 3 y 5.

Zonas de Estudio	Años	Modificación de Cobertura Vegetal		Zonas Urbanas/Industrial	
		NDVI (-1 a 1)	Áreas Verdes (m ²)	Áreas de Zona Urbana (m ²)	Áreas de la Zona Industrial (m ²)
Zona 3	1999	0.18	361276.55	4351027.72	74972.08
	2001	0.17	353002.19	4400693.12	77151.44
	2004	0.21	349591.47	4435128.62	77151.44
	2005	0.17	350240.67	4433317.48	78313.40
	2008	0.18	342767.26	4424938.36	102326.10
	2009	0.17	340512.96	4448212.29	102467.60
	2010	0.17	339170.71	4452389.74	102467.60
	2011	0.15	313720.00	4474995.58	105312.48
	2013	0.12	320598.49	4676569.13	113555.94
	2015	0.16	293589.85	4684590.11	114449.92
	2016	0.16	289432.77	4706840.87	114449.92
2017	0.15	290402.45	4809828.64	115423.84	
Zona 5	1999	0.12	34029.82	4896705.83	770.61
	2001	0.11	32066.52	4909961.82	2055.16
	2004	0.1	30527.17	5233824.69	4457.15
	2005	0.11	30526.17	5246731.48	4600.23
	2008	0.12	29491.95	5342192.57	89864.07
	2009	0.128	34427.50	5596356.09	95243.99
	2010	0.11	25181.51	5799575.31	103113.29
	2011	0.1	25180.51	5802413.47	109831.54
	2013	0.09	23609.25	5803620.86	154338.23
	2015	0.08	29196.58	5962008.12	181715.57
	2016	0.09	33787.17	5987283.18	191008.54
2017	0.08	45197.93	6052067.21	193844.14	

Fuente: Propia del autor.

Anexo 5 Resultados de los Indicadores de la Variable Islas de Calor Urbano – Zona 1-2

Zonas de Estudio	Años	Intensidad de la ICU			Máximo Térmico de la ICU		Confirmación de la ICU		
		Temperatura del Máximo Térmico (°C)	Temperatura de la configuración (°C)	(Δ =TU-TR)	Temperatura °C	Área (m ²)	Temperatura °C	Altura (m.s.n.m)	Área (m ²)
Zona 1	1999	28.97	26.88	2.09	28.97	51033.96	26.88	227	204594.9
	2001	20.93	19.6	1.33	20.93	43144.29	19.6	216	456575.5
	2004	25.26	23.7	1.56	25.26	9214.35	23.7	220	21100.35
	2005	29.35	26.62	2.73	29.35	16972.2	26.62	220	284286.6
	2008	24.6	23.19	1.41	24.6	3283.54	23.19	253	8438.37
	2009	30.46	27.1	3.36	30.46	24296.49	27.1	219	95781.75
	2010	34.09	31.1	2.99	34.09	89209.4	31.1	213	389146.9
	2011	31.59	28.6	2.99	31.59	146205	28.6	252	467125.3
	2013	33.53	30.83	2.7	33.53	16070	30.83	223	122329.1
	2015	37.69	35.89	1.8	37.69	19305	35.89	223	167884.4
	2016	38.66	36.51	2.15	38.66	7878.90	35.4	223	958334
Zona 2	2017	39.65	38.24	1.41	39.65	33311.95	36.47	223	593022.1
	1999	28.97	26.88	2.09	28.97	47986.57	26.88	234	107422.4
	2001	23.51	22.26	1.25	23.51	5752.27	22.26	215	67259.36
	2004	26.91	23.7	3.21	26.91	4014.69	23.7	263	103545.7
	2005	27.89	26.62	1.27	27.89	25494.18	26.62	289	56155.41
	2008	27.84	24.6	3.24	27.84	5329.96	24.6	285	25238.07
	2009	30.46	27.1	3.36	30.46	3862.00	27.1	301	50307.29
	2010	31.1	28.84	2.26	31.1	9766.33	28.84	302	85765.36
	2011	31.59	29.94	1.65	31.59	2542.51	29.94	319	12065.21
	2013	30.84	28.58	2.26	30.84	12800.92	28.58	212	30698.99
	2015	36.83	34.78	2.05	36.83	8496.67	34.78	218	33766.74
2016	38.66	36.51	2.15	38.66	16788.11	36.51	218	48375.46	
2017	41.24	39.65	1.59	39.65	6434.68	38.24	218	48968.97	

Fuente: Propia del autor

Anexo 6

Resultados de los Indicadores de la Variable Islas de Calor Urbano – Zona 3-5

Zonas de Estudio	Años	Intensidad de la ICU			Máximo Térmico de la ICU		Confirmación de la ICU		
		Temperatura del Máximo Térmico (°C)	Temperatura de la configuración (°C)	(Δ =TU-TR)	Temperatura °C	Área (m ²)	Temperatura °C	Altura (m.s.n.m)	Área (m ²)
Zona 3	1999	28.97	26.88	2.09	28.97	6352.15	26.88	315	82184.37
	2001	23.51	22.26	1.25	23.51	5752.27	22.26	215	67259.36
	2004	28.75	23.7	5.05	28.75	9687.50	23.7	215	308896.3
	2005	29.35	25.35	4	29.35	5128.99	25.35	215	95152.64
	2008	27.84	23.9	3.94	27.84	3038.07	23.9	218	29869.7
	2009	30.46	27.1	3.36	30.46	4979.45	27.1	227	32119.22
	2010	31.1	28.84	2.26	31.1	3813.40	28.84	228	24733.9
	2011	31.59	29.94	1.65	31.59	16548.88	29.94	240	83752.49
	2013	30.84	28.58	2.26	30.84	9929.60	28.58	214	104050.4
	2015	38.72	36.83	1.89	38.72	7075.49	36.83	215	60852.25
	2016	38.66	36.51	2.15	38.66	10104.92	36.51	218	229050.8
2017	41.24	36.47	4.77	41.24	17501.88	38.24	218	150809.8	
Zona 5	1999	28.97	26.88	2.09	28.97	47986.57	26.88	234	107422.4
	2001	23.51	22.26	1.25	23.51	5752.27	22.26	215	67259.36
	2004	26.91	23.7	3.21	26.91	4014.69	23.7	263	103545.7
	2005	27.89	26.62	1.27	27.89	25494.18	26.62	289	56155.41
	2008	27.84	24.6	3.24	27.84	5329.96	24.6	285	25238.07
	2009	30.46	27.1	3.36	30.46	3862.00	27.1	301	50307.29
	2010	31.1	28.84	2.26	31.1	9766.33	28.84	302	85765.36
	2011	31.59	29.94	1.65	31.59	2542.51	29.94	319	12065.21
	2013	30.83	26.33	4.5	30.83	120753.18	26.33	219	428801.9
	2015	38.72	36.83	1.89	38.72	32648.11	36.83	224	273142.5
	2016	38.66	37.09	1.57	38.66	27070.94	37.09	234	76988.04
2017	39.65	38.24	1.41	39.65	207380.53	38.24	234	503657.6	

Fuente: Propia del autor

Anexo 7 Imágenes de cuantificación de islas de calor urbana

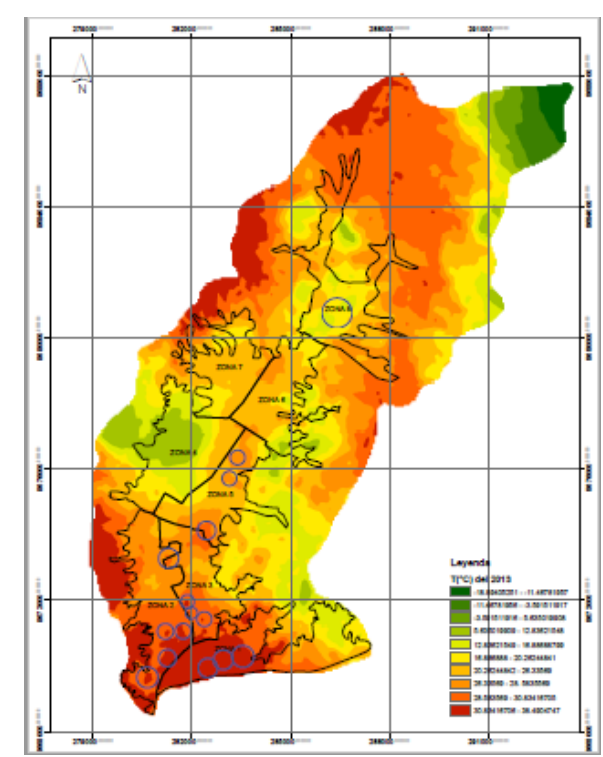
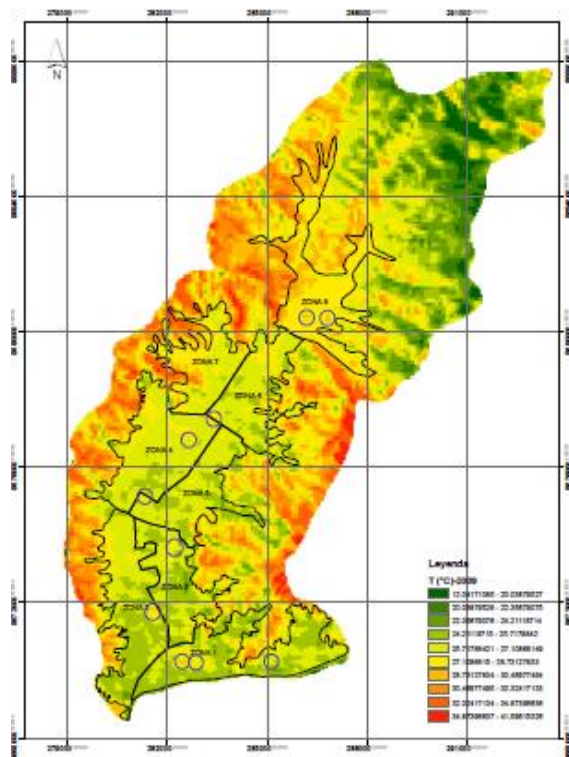
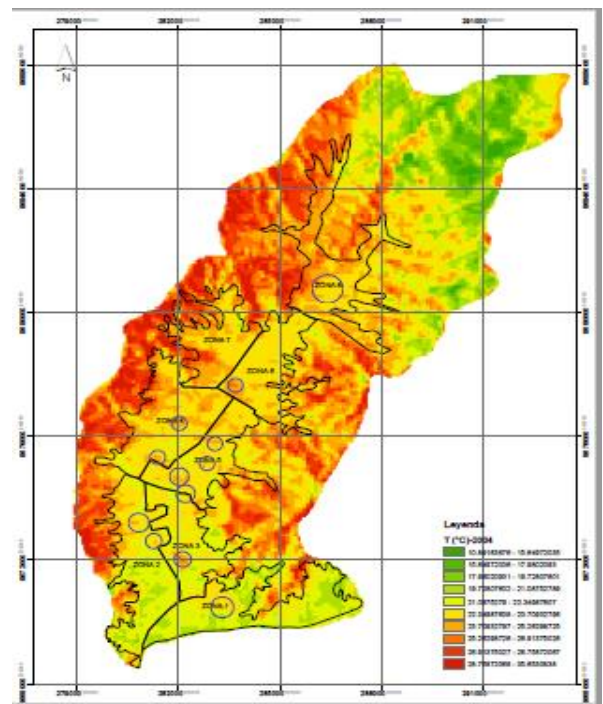
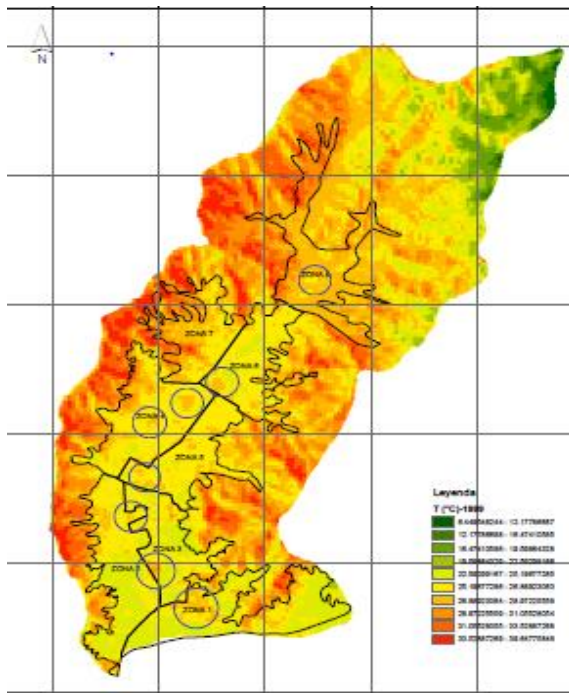
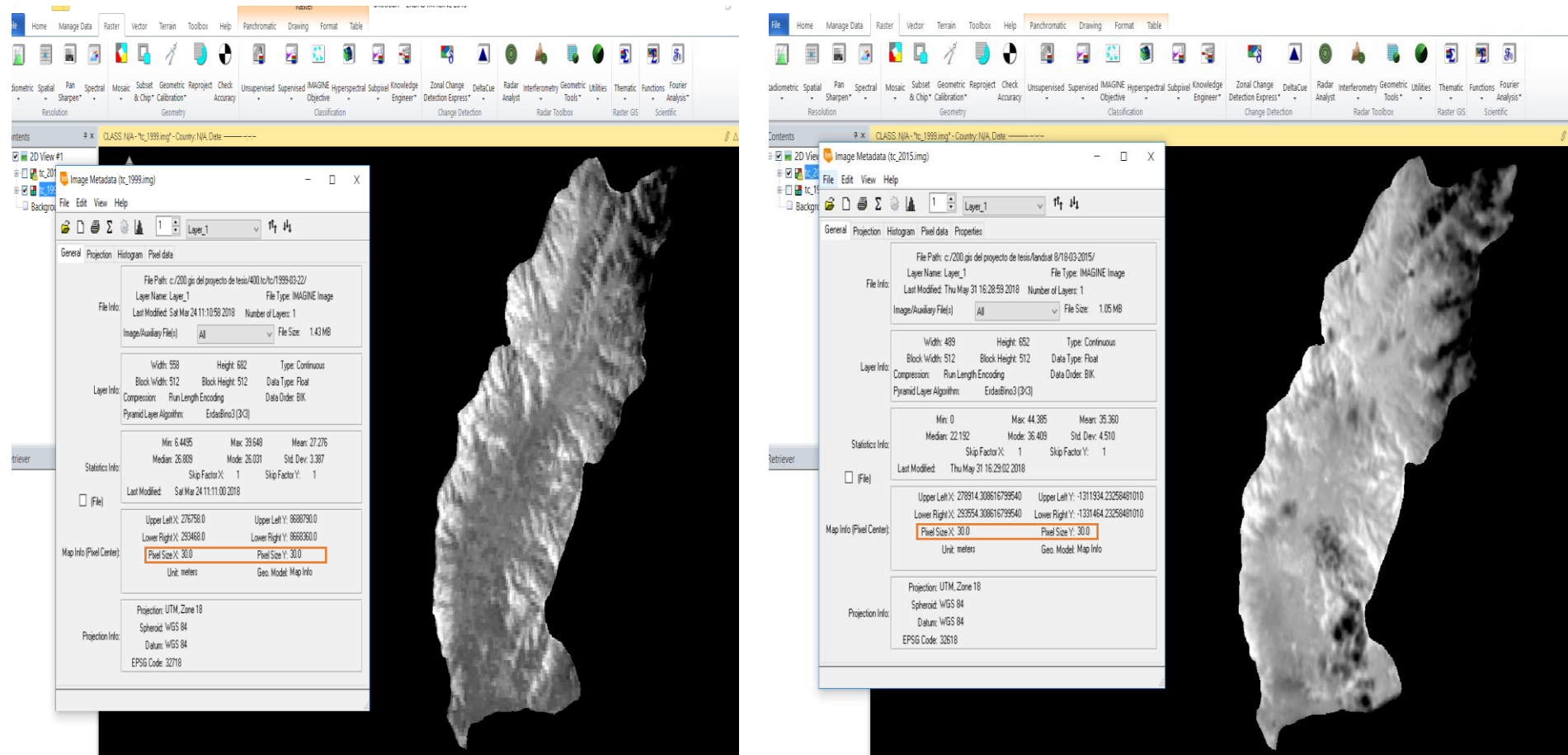


Figura 10 Metadato de las imágenes de TST del satélite Landsat 5 y Landsat 8.



Fuente: Propia del Autor

Anexo 8 Validación de los Instrumentos de medición a través de Juicio de Expertos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg: GAMARRA CHAVARRY Luis FELIPE
 1.2. Cargo e institución donde labora: DIRECTOR SENAMHI - DOCENTE UCV
 1.3. Especialidad del validador: INGENIERO GEOGRAFO - ECONOMISTA
 1.4. Nombre del instrumento: FICHA DE RECOJO DE DATOS
 1.5. Título de la investigación: Relación entre la urbanización e islas de calor urbano por análisis de espectro térmico de distrito de San Juan de Miraflores 2017
 1.6. Autor del instrumento: Calvario Antuiza, Violeta Picollo

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					95%
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					95%
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					95%
4. Organización	Existe una organización lógica.					95%
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					95%
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					95%
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					95%
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					95%
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					95%
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					95%
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						95%

III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

PRIMERA VARIABLE: Urbanización

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Modificación de la Cobertura Vegetal	Ficha de recojo de datos	✓		
Transporte	Ficha de recojo de datos	✓		
Industrias	Ficha de recojo de datos	✓		
Zonas Urbanas	Ficha de recojo de datos	✓		



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 95 %.

- El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
 El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, ... 18 de ... de ... del 2017.

Firma del experto informante.

DNI N° 10228440 Teléfono N° 95 28 72087



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg: GAMARRA CHAVARRY, Luis FELIPE
- 1.2. Cargo e institución donde labora: DIRECTOR SENAMHI - DOCENTE UCV
- 1.3. Especialidad del validador: INGENIERO GEOGRAFICO - ECONOMISTA
- 1.4. Nombre del instrumento: FICHA DE RECOJO DE DATOS
- 1.5. Título de la investigación: Relación entre la urbanización e islas de calor urbano por
asfalto en el distrito de San Juan de Lurigancho, 2017
- 1.6. Autor del instrumento: Palacios Arboiza, Violeta Jhoneth

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					95%
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					95%
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					95%
4. Organización	Existe una organización lógica.					95%
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					95%
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					95%
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					95%
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					95%
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					95%
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					95%
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						95%

III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

SEGUNDA VARIABLE: Islas de Calor Urbano

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Intensidad	Ficha de recojo de datos	✓		
Máximo Térmico	Ficha de recojo de datos	✓		
Configuración	Ficha de recojo de datos	✓		



IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 95 %.

- El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
- El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 18 de NOVIEMBRE del 2017.

Firma del experto informante.

DNI N° 07482588 Teléfono N° 966255191



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- I.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg: TULLYNE CHAVESTA MICTOÑ CESAR
- I.2. Cargo e institución donde labora: CONSULTOR Y PERITO EN EL MINISTERIO PÚBLICO
- I.3. Especialidad del validador: ING. FORESTAL
- I.4. Nombre del instrumento: FICHA DE RECOJO DE DATOS
- I.5. Título de la investigación: Relación entre la urbanización e islas de calor urbano por análisis espectro temporal de San Juan de Lurigancho
- I.6. Autor del instrumento: Palacios Arbaizu, Violeta Fiorella

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					95%
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					95%
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					95%
4. Organización	Existe una organización lógica.					95%
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					95%
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					95%
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					95%
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					95%
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					95%
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					95%
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						95%

III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

PRIMERA VARIABLE: Urbanización

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Modificación de la Cobertura Vegetal	Ficha de recojo de datos	✓		
Transporte	Ficha de recojo de datos	✓		
Industrias	Ficha de recojo de datos	✓		
Zonas Urbanas	Ficha de recojo de datos	✓		



IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 95 %.

- El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
- El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 13 de NOVIEMBRE del 2011


 Firma del experto informante.
 DNI N° 07487588 Teléfono N° 966255191

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg: TULLUME CHAVESTA MILTON CESAR
 1.2. Cargo e institución donde labora: CONSULTOR Y PERITO EN EL MINISTERIO PÚBLICO
 1.3. Especialidad del validador: ING. FORESTAL
 1.4. Nombre del instrumento: FICHA DE RECOJO DE DATOS
 1.5. Título de la investigación: Relación entre la urbanización e islas de calor urbano por análisis espacio-temporal de San Juan de Lurigancho.
 1.6. Autor del instrumento: Palacios Arbasza, Violeta Jonella.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					95%
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					95%
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					95%
4. Organización	Existe una organización lógica.					95%
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					95%
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					95%
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					95%
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					95%
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					95%
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					95%
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						95%

III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

SEGUNDA VARIABLE: Islas de Calor Urbano

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Intensidad	Ficha de recojo de datos	✓		
Máximo Térmico	Ficha de recojo de datos	✓		
Configuración	Ficha de recojo de datos	✓		

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 95 %.

- El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
 El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 18 de NOVIEMBRE del 2017.

Firma del experto informante.

DNI N° 07482588 Teléfono N° 966255191



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg: Delgado Arenas, Antonio Leonardo
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Coord. del Investigación de E.P de Ing. Amb.
- 1.3. Especialidad del validador: Ing. Químico. Metodologo.
- 1.4. Nombre del instrumento: Ficha de Recajo de Datos
- 1.5. Título de la investigación: Relación entre la urbanización e islas de calor urbano por análisis espectral-temporal del Distrito de San Juan de Lurigancho, 2011.
- 1.6. Autor del instrumento: Palacios Arce, Violeta Arellano.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					90%
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					90%
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					90%
4. Organización	Existe una organización lógica.					90%
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					90%
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					90%
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					90%
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					90%
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					90%
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					90%
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						90%

III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

PRIMERA VARIABLE: Urbanización

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Modificación de la Cobertura Vegetal	Ficha de recojo de datos	✓		
Transporte	Ficha de recojo de datos	✓		
Industrias	Ficha de recojo de datos	✓		
Zonas Urbanas	Ficha de recojo de datos	✓		



IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 90 %.

- El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
- El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 16 de Noviembre del 2011.


 Firma del experto informante.
 DNI N° 29621697 Teléfono N° 999106180



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg. Delgado Arenas, Antonio Leonardo
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Coord. de Investigación de El de Ing. Amb.
- 1.3. Especialidad del validador: Ing. Ambiental - Metodología
- 1.4. Nombre del instrumento: Ficha de Recajo de Datos
- 1.5. Título de la investigación: Relación entre la urbanización e islas de calor urbano por análisis espacial-temporal del distrito de San Juan de Lurigancho, 2017
- 1.6. Autor del instrumento: Palacios Araya, Violeta Fierrelle

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					90%
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					90%
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					90%
4. Organización	Existe una organización lógica.					90%
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					90%
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					90%
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					90%
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					90%
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					90%
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					90%
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						90%

III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEM O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

SEGUNDA VARIABLE: Islas de Calor Urbano

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Intensidad	Ficha de recojo de datos	✓		
Máximo Térmico	Ficha de recojo de datos	✓		
Configuración	Ficha de recojo de datos	✓		



IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 90 %.

- El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
- El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 16 de Noviembre del 2017.


 Firma del experto informante.
 DNI N° 29697646 Teléfono N° 999106180



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg. ZEVALLOS LEÓN, HÉCTOR
- 1.2. Cargo e institución donde labora: COORDINADOR DE PPP I y II
- 1.3. Especialidad del validador: MG. QUÍMICO; ASESOR FINANCIERO SOROTTA SAC.
- 1.4. Nombre del instrumento: FICHA DE RECOJO DE DATOS
- 1.5. Título de la investigación: Relación entre la urbanización e islas de calor urbano por análisis espacial temporal del distrito de San Juan de Lurigancho
- 1.6. Autor del instrumento: Felipe Arbayo, Violeta Florella

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					90
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					90
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					90
4. Organización	Existe una organización lógica.					90
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					90
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					90
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					90
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					90
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					90
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					90
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						90

III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

SEGUNDA VARIABLE: Islas de Calor Urbano

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Intensidad	Ficha de recojo de datos	✓		
Máximo Térmico	Ficha de recojo de datos	✓		
Configuración	Ficha de recojo de datos	✓		



IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 90 %.

- () El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
- () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 20 de NOVIEMBRE del 2017.

[Firma]
 Firma del experto informante.
 DNI N° 08421731 Teléfono N° 996354867

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg: Zevallos León Máximo
 1.2. Cargo e institución donde labora: COORDINADOR DE PPP I y II
 1.3. Especialidad del validador: ING. QUÍMICO, ASesor FINANCIERO SESARSA SAC
 1.4. Nombre del instrumento: FICHA DE RECOJO DE DATOS
 1.5. Título de la investigación: Relación entre la urbanización e islas de calor urbano por análisis
espectro Temporal del distrito de San Juan de Lurigancho, 2017
 1.6. Autor del instrumento: Palacio Abaya, Valeria Rosella

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					90
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					90
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					90
4. Organización	Existe una organización lógica.					90
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					90
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					90
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					90
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					90
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					90
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					90
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						90

III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

PRIMERA VARIABLE: Urbanización

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Modificación de la Cobertura Vegetal	Ficha de recojo de datos	✓		
Transporte	Ficha de recojo de datos	✓		
Industrias	Ficha de recojo de datos	✓		
Zonas Urbanas	Ficha de recojo de datos	✓		

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 90 %.

- () El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
 () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 20 de NOVIEMBRE del 2017.

[Firma]
 Firma del experto informante.
 DNI N° 08431231 Teléfono N° 996354867

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg: SANCHEZ ZAVALTA, KEVIN CARLOS
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE TP - UCV
 1.3. Especialidad del validador: ING. GEÓGRAFO
 1.4. Nombre del instrumento: FICHA DE RECOJO DE DATOS
 1.5. Título de la investigación: Relación entre la urbanización, vistas de Datos Urbano por Análisis espacial temporal del Distrito de San Juan de Lurigancho
 1.6. Autor del instrumento: Palacios Anbariza, Alidita Jovilla

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					95
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					95
3. Actuidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					95
4. Organización	Existe una organización lógica.					95
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					95
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					95
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.					95
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					95
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					95
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					95
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						95

III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

PRIMERA VARIABLE: Urbanización

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Modificación de la Cobertura Vegetal	Ficha de recojo de datos	✓		
Transporte	Ficha de recojo de datos	✓		
Industrias	Ficha de recojo de datos	✓		
Zonas Urbanas	Ficha de recojo de datos	✓		

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 95 %.

- () El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
 () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 23 de NOVIEMBRE del 2017


 Firma del experto informante.
 DNI N° 92910820 Teléfono N° 975571208

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

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg: SANCHEZ ZAVALERA, KEVIN ENRIQUE
 1.2. Cargo e institución donde trabaja: DOCENTE TP - UCV
 1.3. Especialidad del validador: ING. AGRICOLA
 1.4. Nombre del instrumento: FICHA DE RECOJO DE DATOS
 1.5. Título de la investigación: Relación entre la urbanización y isla de calor urbano por análisis espacial temporal del distrito de San Juan de Lurigancho
 1.6. Autor del instrumento: Palacios Astayza, Gisela Pamela

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					95
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					95
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					95
4. Organización	Existe una organización lógica.					95
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					95
6. Intencionalidad	Adecuado para su orar aspectos de las estrategias.					95
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.					95
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					95
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					95
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					95
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						95

III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMES O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO**SEGUNDA VARIABLE: Islas de Calor Urbano**

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Intensidad	Ficha de recojo de datos	✓		
Máximo Térmico	Ficha de recojo de datos	✓		
Configuración	Ficha de recojo de datos	✓		

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 95 %.

- () El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
 () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 23 de NOVIEMBRE del 2017

Firma del experto informante.

DNI N° 92910820 Teléfono N° 975596208

Yo, Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi, docente de la Facultad Ingeniería y Escuela Profesional Ingeniería Ambiental, de la Universidad César Vallejo - Lima Este (precisar filial o sede), revisor (a) de la tesis titulada


"Relación entre la urbanización e islas de calor urbano por análisis espectral-temporal del Distrito de San Juan de Lurigancho, 2018."

, del (de la) estudiante Palacios Arbizu Violeta Fionella

constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

San Juan de Lurigancho, 17 de julio del 2018



Firma

Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi
DNI N° 07268863

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---------------------------------------------------------------------------	--------	-----------



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS
EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02
 Versión : 09
 Fecha : 23-03-2018
 Página : 1 de 1

Yo Palacios Andoiza, Violeta Fiarella....., identificado con DNI N° 75478300,
 egresado de la Escuela Profesional de Ing. Ambiental..... de la
 Universidad César Vallejo, autorizo () , No autorizo () la divulgación y
 comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado
"Relacion entre la urbanización e islas de calor urbano por análisis espectro
temporal del distrito de S.J.L. 2018 en el Repositorio Institucional de la UCV
 (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822,
 Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....


 FIRMA

DNI: 75478300

FECHA: 18 de 07..... del 2018.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---------------------------------------------------------------------------	--------	-----------