

PROTOTIPO DE HERRAMIENTA SOFTWARE PARA LA DETECCIÓN DE  
RIESGOS EPIDEMIOLÓGICOS EN BUCARAMANGA Y SU ÁREA  
METROPOLITANA, MEDIANTE ANÁLISIS GEOESPACIAL APLICADO A  
POBLACIONES DE INTERÉS.

JACKSON STIVEN GUTIERREZ BALLEEN  
JOHANA MARISOL SARAVIA BULLA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA  
INGENIERÍA DE SISTEMAS  
SANTANDER  
BUCARAMANGA  
2020

PROTOTIPO DE HERRAMIENTA SOFTWARE PARA LA DETECCIÓN DE  
RIESGOS EPIDEMIOLÓGICOS EN BUCARAMANGA Y SU ÁREA  
METROPOLITANA, MEDIANTE ANÁLISIS GEOESPACIAL APLICADO A  
POBLACIONES DE INTERÉS.

INTEGRANTES:

JACKSON STIVEN GUTIERREZ BALLEEN

JOHANA MARISOL SARAVIA BULLA

DIRECTOR:

FEISAR ENRIQUE MORENO CORZO

CODIRECTOR:

LEONARDO HERNÁN TALERO SARMIENTO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA

INGENIERÍA DE SISTEMAS

SANTANDER

BUCARAMANGA

2020

## Tabla de contenido

<i>Tabla de Figuras</i>	5
<i>Tabla de tablas</i>	7
<i>Tabla de Ecuaciones</i>	8
<i>Resumen</i>	9
<i>Abstract</i>	10
<i>Introducción</i>	11
<i>Capítulo 1: Planteamiento del Problema y Justificación</i>	12
1.1 <i>Planteamiento</i>	12
1.2 <i>Árbol del Problema</i>	12
1.3 <i>Justificación</i>	13
<i>Capítulo 2: Objetivos y productos</i>	14
2.1 <i>Objetivo General</i>	14
2.2 <i>Objetivos Específicos</i>	14
2.3 <i>Actividades y productos</i>	14
<i>Capítulo 3: Antecedentes y Estado del Arte</i>	17
3.1 <i>Antecedentes</i>	17
3.2 <i>Estado del Arte</i>	19
<i>Capítulo 4: Marco Teórico</i>	25
4.1 <i>Términos de salud</i>	25
4.1.1 <i>Formas de transmisión</i>	26
4.1.2 <i>Epidemiológicos</i>	27
4.1.3 <i>Enfermedades Respiratorias</i>	28
4.1.4 <i>Infecciones</i>	28
4.2 <i>Cartografía</i>	29
4.2.1 <i>Sistemas de coordenadas</i>	29
4.2.2 <i>UTM (Transversa Universal de Mercator)</i>	32
4.2 <i>Análisis Espacial</i>	33
4.3.1 <i>Análisis de patrones de puntos</i>	33
4.4 <i>Teoría del color</i>	38

4.4.1 Circulo Cromático	38
4.4.2 Color HSL	39
4.4.3 Color RGB	40
4.4.4 Color HSV	40
Capítulo 5: Marco Metodológico	42
5.1 Requerimientos	43
5.2 Casos de Uso	44
5.2.1 Actividades Casos de uso	45
5.3 Diagrama de secuencia	52
5.3 MockUp	53
Capítulo 6: Resultados	59
6.1 Experiencia del desarrollo	59
6.2 Mapas de Calor	60
6.3 El análisis del software	65
<b>Capítulo 7: Conclusiones y recomendaciones</b>	<b>72</b>
7.1 Conclusiones	72
7.2 Recomendaciones	73
Bibliografía	74
ANEXOS	76
Cartografía de puntos de agua	76
Manual de usuario	79

## Tabla de Figuras

<i>Figura 1: Árbol de problema.....</i>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<i>Figura 2: Aproximación esférica de la tierra 1 .....</i>	30
<i>Figura 3: Coordenadas Geográficas.....</i>	31
<i>Figura 4 Mercado transversal.....</i>	32
<i>Figura 5: Puntos Aleatorios .....</i>	35
<i>Figura 6: Puntos regulares .....</i>	35
<i>Figura 7: Puntos Agregados .....</i>	35
<i>Figura 8: Circulo cromático .....</i>	39
<i>Figura 9: Color rgb.....</i>	40
<i>Figura 10: Color hsb .....</i>	41
<i>Figura 11: Gráfico del proceso de desarrollo de prototipos.....</i>	42
<i>Figura 12: Diagrama de casos de uso .....</i>	45
<i>Figura 13: Caso de uso carga de archivos.....</i>	46
<i>Figura 14: Caso de uso Verificar datos.....</i>	47
<i>Figura 15: Caso de uso aplicar filtros a los datos .....</i>	48
<i>Figura 16: Caso de uso Aplicar metodo kde a los datos.....</i>	49
<i>Figura 17: Caso de uso aplicar índice de correlación adaptada .....</i>	50
<i>Figura 18: Caso de uso visualizar método.....</i>	51
<i>Figura 19: Diagrama de secuencia carga y filtrar .....</i>	52
<i>Figura 20: Diagrama de secuencia método kde .....</i>	53
<i>Figura 21: Mockup Carga de Archivos.....</i>	54
<i>Figura 22: Interfaz filtrar datos .....</i>	55
<i>Figura 23: Interfaz metodo kde .....</i>	56
<i>Figura 24: Interfaz mapa .....</i>	57
<i>Figura 25: Interfaz Análisis.....</i>	58
<i>Figura 26: Tabla de puntos sin filtros.....</i>	60
<i>Figura 27: Mapa de calor sin filtro .....</i>	61
<i>Figura 28: Tabla Filtro Sexo M .....</i>	62
<i>Figura 29: Mapa calor filtro Sexo M.....</i>	63
<i>Figura 30: Tabla Filtro Sexo F.....</i>	64
<i>Figura 31: Mapa de Calor de Filtrar Sexo F .....</i>	65
<i>Figura 32: Función de núcleo Gaussiana .....</i>	66
<i>Figura 33: Mapa Calor Epanechnikov.....</i>	67
<i>Figura 34: Mapa de Calor Varianza Mínima.....</i>	68
<i>Figura 35: Mapa de calor Uniforme .....</i>	69
<i>Figura 36: Mapa de calor Triangular.....</i>	70

<i>Figura 37: Mensaje emergente .....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 38: Google Earth.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 39: Primera hoja manual .....</i>	<i>79</i>
<i>Figura 40: Segunda hoja manual .....</i>	<i>80</i>
<i>Figura 41: Tercera hoja manual .....</i>	<i>81</i>
<i>Figura 42: Cuarta hoja manual.....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 43: Quinta hoja manual.....</i>	<i>83</i>
<i>Figura 44: Sexta hoja manual .....</i>	<i>84</i>

## Tabla de tablas

<i>Tabla 1: Objetivos, actividades y productos</i> .....	16
<i>Tabla 2: Análisis sociodemográfico y espacial de la transmisión de la tuberculosis en la ciudad de Armenia.</i> .....	19
<i>Tabla 3: Herramientas Cartográficas digitales en vigilancia de enfermedades transmitidas por Aedes.</i> .....	20
<i>Tabla 4: Estratificación temporal de Aedes Aegypti basada en herramientas geoespaciales y aprendizaje automático.</i> .....	20
<i>Tabla 5: Malaria en el estado sucre, venezuela: evidencias empíricas sobre los patrones culturales como elemento del paisaje condicionante de la endemia.</i> .....	21
<i>Tabla 6: Implementación de modelos espacio temporales para predecir la distribución de las enfermedades transmitidas por vectores en zonas críticas de Sasaima- Cundinamarca.</i> .....	21
<i>Tabla 7: Prototipo de un sistema de geolocalización de enfermedades vectoriales en la ciudad de Guayaquil, a partir de una base de datos médica, mediante el uso de carto.</i> .....	22
<i>Tabla 8: Georreferenciación de pacientes diagnosticados con fibrosis quística en la unidad proyecto Aragua. universidad de Carabobo, período junio 1993-junio 2011. Venezuela.</i> .....	22
<i>Tabla 9: Mapeamento de hotspots de transmissão de malária utilizando geolocalização de pacientes.</i> .....	23
<i>Tabla 10: Geolocalização de casos de sobrepeso/obesidade e pressão arterial alterada em escolares.</i> .....	23
<i>Tabla 11: Ocorrência e geolocalização de parasitos intestinais em laudos parasitológicos de fezes de crianças em um laboratório privado do município de Alto Paraiso/ro nos anos de 2017-2018.</i> .....	24
<i>Tabla 12: Requerimientos</i> .....	43
<i>Tabla 13: Fuentes de agua</i> .....	76

## Tabla de Ecuaciones

<i>Ecuación 1: Formula utm para x</i> .....	33
<i>Ecuación 2: Formula utm para y</i> .....	33
<i>Ecuación 3: Análisis de cuadrantes</i> .....	36
<i>Ecuación 4: Densidad de Kernel</i> .....	37
<i>Ecuación 5: Función K ripley</i> .....	37
<i>Ecuación 6: Saturación</i> .....	39
<i>Ecuación 7: Luminosidad</i> .....	40

## Resumen

En este documento se muestra el desarrollo del prototipo de herramienta software para la detección de riesgos epidemiológicos en Bucaramanga y su área metropolitana, mediante análisis geoespacial aplicado a poblaciones de interés, elaborado por **JACKSON STIVEN GUTIERREZ BALLÉN** y **JOHANA MARISOL SARAVIA BULLA**, para lo cual se implementan métodos estadísticos para el análisis geoespacial como lo es el método *Kernel Density Estimator* y la función *K de Ripley*. El documento está compuesto por siete capítulos, que comienzan con el planteamiento del problema, revisión de teoría y termina con sus correspondientes resultados y conclusiones.

En el primer capítulo, se encuentra el planteamiento del problema, el árbol del problema y la justificación que permite el entendimiento de porque se trabajará en este tema. En el capítulo segundo, se plantean los objetivos del proyecto con sus actividades y productos que nos indican como serán los pasos que debemos seguir para poder terminar el proyecto. En el tercer capítulo, están los antecedentes quienes nos llevan a relacionarnos directamente con el estado del arte.

En el cuarto capítulo, se encuentra el marco teórico que está dividido en cuatro subcapítulos estos contienen algunos términos de salud, cartografía, análisis de patrones de puntos y teoría del color que son importantes aclarar para el desarrollo del documento. En el quinto capítulo, se encuentra el marco metodológico en donde se lleva a cabo todo lo relacionado con arquitectura y metodologías usadas para desarrollar el proyecto, incluso en este capítulo se encuentra los diagramas de caso de uso, diagramas de actividades y secuencia, y los mockups.

En el sexto capítulo, se encuentra los resultados, este capítulo se muestran los datos que fueron usados para cargar en el prototipo de herramienta de software, incluso se muestra en este capítulo los resultados de cada sesión. En el séptimo capítulo, está todo lo correspondiente a las conclusiones encontradas despues del proceso de diseño y desarrollo del prototipo de herramienta de software, asimismo, estan las recomendaciones y el posible trabajo a futuro.

**Palabras clave:** Análisis espacial, geoespacial, kernel density estimation, patrones de puntos.

## Abstract

This document shows the development of the software tool prototype for the detection of epidemiological risks in Bucaramanga and its metropolitan area, through geospatial analysis applied to populations of interest, prepared by **JACKSON STIVEN GUTIERREZ BALLÉN** and **JOHANA MARISOL SARAVIA BULLA**, for which they implement statistical methods for geospatial analysis such as the *Kernel Density Estimator* method and *Ripley's K* function. The document is composed of seven chapters, which begin with the statement of the problem, review of theory and ends with their corresponding results and conclusions.

In the first chapter, you will find the problem statement, the problem tree and the justification that allows you to understand why you will work on this issue. In the second chapter, the objectives of the project are outlined with their activities and products that indicate the steps that we must follow in order to complete the project. In the third chapter, there are the antecedents that lead us to relate directly to the state of the art.

In the fourth chapter, there is the theoretical framework that is divided into four sub-chapters, these contain some terms of health, cartography, point pattern analysis and color theory that are important to clarify for the development of the document. In the fifth chapter, you will find the methodological framework where everything related to architecture and methodologies used to develop the project is carried out, even in this chapter you will find the use case diagrams, activity and sequence diagrams, and the mockups.

In the sixth chapter, you will find the results, this chapter shows the data that was used to load in the software tool prototype, even in this chapter the results obtained at the end of each session are shown. In the seventh chapter, there is what corresponds to the conclusions found after the entire development process that led to the construction of the software tool prototype, as well as the recommendations and possible future work.

**Keywords:** Spatial analysis, geospatial, kernel density estimation, point patterns.

## Introducción

En este proyecto de grado tuvo como finalidad el desarrollo de un prototipo de una herramienta de software ya que hace algún tiempo en a nivel mundial y en Colombia se viene presentando un problema común y es que algunos sectores dentro de una ciudad son afectados por infecciones, virus, enfermedades bases u otras por lo cual esto representa un foco de atención para las autoridades del poder para saber porque estos son más vulnerables que los otros sectores ya que estos problemas de salud pública pueden afectar de manera muy significativa en la ciudad porque no se conocen si la causa que los afecta es el medio en el que viven o son influidos por un factor externo como lo son empresas aledañas, subsuelo y aire contaminados.

Para estudiar más esta problemática nosotros abordaremos la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana para establecer cuáles son estos sectores que con mayor frecuencia son afectados por virus y enfermedades que ponen en riesgo la salud, ya sea que estos se vean afectados por el medio en donde se encuentran u otros factores además de analizar si repercuten de manera aleatoria o siguen algún tipo de patrón. Para lograr esto se implementará un prototipo que realice análisis geoespacial y específicamente el análisis de patrones de puntos, que serán implementados con herramientas para detectar áreas como lo es Kernel Density Estimation (KDE) que nos permite agrupar datos no paramétricos, también se aplicará el método “I de Morán” que es una medida de autocorrelación espacial.

Este prototipo de herramienta de software puede servir de apoyo a personas u organizaciones que necesitan ver las relaciones o eventos que ocurren en una determinada zona dentro de un mapa mediante análisis de patrones de puntos y las relaciones entre ellas para apoyar en la toma de decisiones con respecto a los diferentes casos de estudio.

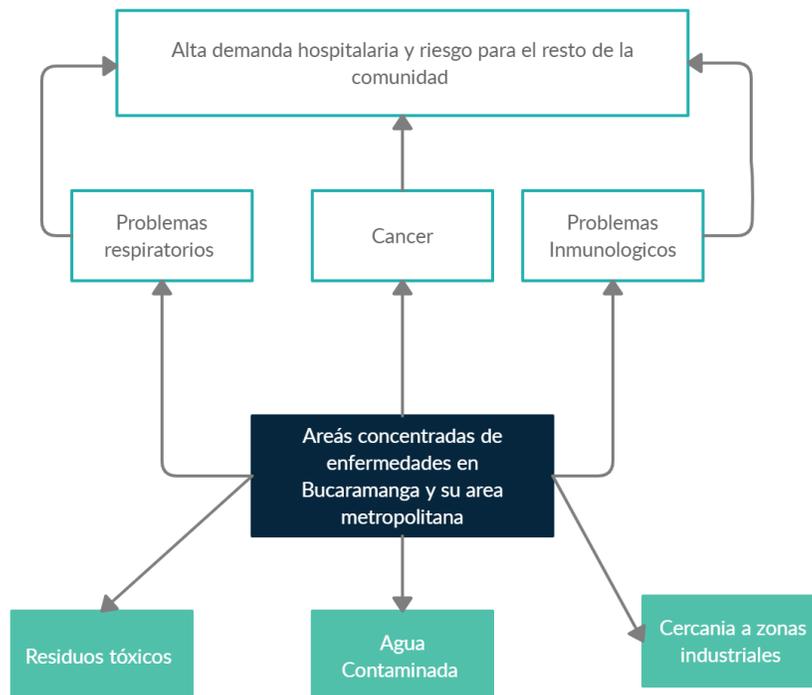
# Capítulo 1: Planteamiento del Problema y Justificación

## 1.1 Planteamiento

Se ha analizado que ciertas áreas en el área metropolitana de Bucaramanga se han visto tipos de concentración de enfermedades causadas por residuos tóxicos, agua contaminada o la cercanía a zonas industriales, estos factores representan una afectación a la población ya que les causa problemas respiratorios, cáncer y problemas inmunológicos que pueden llegar a futuro desencadenar más enfermedades por lo cual hay una alta demanda hospitalaria en estos sectores y pueden llegar a presentar un gran riesgo para la población en Bucaramanga.

## 1.2 Árbol del Problema

**FIGURA 1: ÁRBOL DE PROBLEMA**



FUENTE: LOS AUTORES

### 1.3 Justificación

El presente prototipo se enfocará en localizar las áreas que se encuentran mayormente afectadas por riesgos de salud en Bucaramanga y su área metropolitana, ya que debido a los recientes estudios se puede decir que en cualquier ciudad siempre hay sectores que son mayormente afectados que otros y estos normalmente son afectados por el medio en el que viven, factores naturales u otros, pero a pesar de que es algo muy común en cualquier parte se desconoce qué es lo que hace que una población se encuentre vulnerable que otra, por lo cual el presente prototipo permitirá localizar los barrios más afectados en Bucaramanga y su área metropolitana, además que también identificará si los problemas de concentración de enfermedades sean causados aleatoriamente o por patrones.

## Capítulo 2: Objetivos y productos

### 2.1 Objetivo General

Desarrollar un prototipo de herramienta software que permita detectar grupos de población en riesgo epidemiológico en el municipio de Bucaramanga, por medio de Kernel Density Estimation (KDE) ajustado por valores ponderados de variables sociodemográficas.

### 2.2 Objetivos Específicos

- 1) Diseñar el prototipo de herramienta software en lo referente a entradas, salidas de datos y análisis espacial.
- 2) Implementar opciones de carga de archivos cartográficos.
- 3) Implementar el método de análisis espacial KDE con ajuste de valores ponderados y visualización de resultados en mapas.
- 4) Evaluar el modelo implementado por medio de su aplicación a un conjunto de datos poblacionales del municipio de Bucaramanga, utilizando diferentes ponderados por variables sociodemográficas.

### 2.3 Actividades y productos

Objetivo específico	Actividad	Productos	Ubicación
Diseñar el prototipo de herramienta software en lo referente a entradas, salidas de datos y análisis espacial.	Realizar la definición de los requerimientos del prototipo.	Documentos de requerimientos, análisis y diseño	Capítulo 5: Marco Metodológico
	Definir y detallar los casos de uso que se implementarán en el prototipo para el estudio de detección de riesgos.		

	Diseñar los componentes del prototipo de herramienta de software.		
	Diseñar las interfaces de carga y aplicación de métodos del prototipo	Documento de definición de wireframes de aplicación	Capítulo 5: Marco Metodológico
Implementar opciones de carga de archivos cartográficos	Seleccionar los tipos de archivos cartográficos que se podrán cargar en el prototipo.	Módulo de carga de información cartográfica del prototipo	Capítulo 6: Resultados
	Implementar las opciones de carga de los tipos de archivos seleccionados.		
Implementar el método de análisis espacial KDE con ajuste de valores ponderados y visualización de resultados en mapas	Implementar la interfaz de parametrización del método KDE, incluyendo filtros por variables demográficas	Módulo de aplicación de métodos y visualización de resultados	Capítulo 6: Resultados
	Desarrollar el algoritmo del método KDE.		
	Implementar la interfaz de visualización de resultados cartográficos		

<p>Evaluar el modelo implementado por medio de su aplicación a un conjunto de datos poblacionales del municipio de Bucaramanga, utilizando diferentes ponderados por variables sociodemográficas</p>	<p>Alistamiento de datos</p>	<p>Documento de análisis de resultados</p>	<p>Capítulo 6: Resultados</p>
	<p>Analizar la conveniencia de los datos estadísticos epidemiológicos y de enfermedades obtenidos</p>		
	<p>Aplicar el método utilizando diferentes filtros de variables demográficas.</p>		
	<p>Analizar los resultados</p>		

**TABLA 1. OBJETIVOS, ACTIVIDADES Y PRODUCTOS**

## Capítulo 3: Antecedentes y Estado del Arte

### 3.1 Antecedentes

Desde hace años se ha implementado el análisis geoespacial para tener una vista más general de cómo se comportan los contagios de alguna enfermedad mediante el análisis de patrones de contagio y cómo estos están en menor o mayor medida dependiendo de factores como el clima, tipo de población y costumbres del sector.

La presencia de enfermedades en algunas zonas más que en otras y la expansión de estas se pueden evidenciar mediante estudios geoespaciales en poblaciones. Por ello hay varias investigaciones que muestran el comportamiento de alguna enfermedad dependiendo de su entorno.

En el año 2008 Adriana Molina (Molina, 2008) realizó en algunos municipios del departamento de Antioquia un “sistema de información geográfica para el análisis de la distribución espacial de la malaria en Colombia” en el cual identificó zonas endémicas de malaria y su caracterización sistemática con el fin de realizar un control de los recursos mediante una asignación eficaz.

También Mariana González realizó un modelo en Córdoba (Argentina) en el año 2015 sobre análisis geoespacial en epidemiología del cáncer, “en el que se han identificado muchos factores de riesgo significativos como resultado de los hallazgos en el análisis de patrones geográficos de las enfermedades” (Gonzalez, 2015).

Se han empleado estudios sociodemográficos y espaciales para el análisis y “transmisión de la tuberculosis en la ciudad de Armenia, Colombia”. Realizado por Nelson Arenas, este “trata de un estudio observacional retrospectivo, de base poblacional, en el que se incluyeron los datos de casos notificados al PCT por los hospitales, clínicas y centros de salud de Armenia a la Secretaría de Salud en el período 2005–2010” (Arenas et al., 2012). También en Cuba “se realizó una revisión documental de diversas fuentes para obtener información acerca de los factores de riesgo de introducción del dengue, así como los distintos métodos utilizados para el análisis espacial de esta enfermedad. En el trabajo se describen detalladamente los tres primeros pasos para realizar la estratificación del dengue como proceso integrador de diagnóstico-intervención-evaluación” (Antonio Quesada Guilera I et al., 2012)

En Puerto Rico se desarrolló un estudio de la incidencia de la leptospirosis humana entre los años 1996 a 2014 en el cual “El propósito principal fue evaluar la distribución espacial de la ocurrencia de leptospirosis humana y asociar dicha

distribución con determinados factores ambientales, climatológicos y demográficos socioeconómicos mediante el uso de los Sistemas de Información Geográfica y modelos de regresión de Poisson. Se observó que los habitantes ubicados en lugares con alta precipitación promedio anual (1,882 - 2,726 mm) tuvieron 65 % (IRR = 1.65; IC 95 %: 1.32, 2.08) exceso de riesgo de leptospirosis que aquellos que no se expusieron. Además, los datos sugirieron que los casos de leptospirosis se agruparon espacialmente mostrándose los puntos calientes al centro oeste de Puerto Rico” (Santiago Ramos et al., 2018).

En Medellín, Colombia se realizó un estudio de la distribución espacial y casos de incidencia de dengue, el cual buscaba “el conocimiento de la distribución espacial de los casos y la incidencia se pueden definir áreas que requieren mayor esfuerzo en las estrategias de control. En este sentido, el trabajo se realizó con el objetivo de analizar la distribución espacial de los casos y la incidencia de dengue en Medellín durante el período 2007 al 2011, el cual incluyó años endémicos y epidémicos” (Almanza et al., 2013)

En Cundinamarca se realizó un estudio sobre la “distribución espacial de *Aedes aegypti* (Díptera: Culicidae). Determinar la probabilidad de la presencia del vector del dengue en el área rural de los municipios de Anapoima y La Mesa, Cundinamarca. En este se visitaron 102 viviendas del área rural, se inspeccionaron los criaderos potenciales del mosquito *A. Aegypti* y se capturaron las formas adultas encontradas en su interior. La probabilidad de la presencia o la ausencia del vector en el área de estudio, se estableció mediante el método de interpolación espacial *Kriging*” (Cabezas et al., 2017).

A nivel general en Colombia se realizó un estudio de la “distribución geográfica del riesgo de rabia de origen silvestre y evaluación de los factores asociados con su incidencia en Colombia, entre los años 1982 y 2010. Este buscaba actualizar la información sobre la distribución geográfica de los focos de rabia transmitida por quirópteros en Colombia y evaluar las condiciones bióticas y abióticas asociadas con la incidencia de esta enfermedad en el país” (Brito-Hoyos et al., 2013).

### 3.2 Estado del Arte

En la exploración sobre información de sectores que sufren cierto tipo de enfermedades y buscando una definición que se ajuste a nuestra realidad, nos hemos dado a la tarea de revisar la literatura que se encuentra existente en las bases de datos escolares, buscando antecedentes de estudio, investigaciones, proyectos o artículos similares, que nos permitan construir una base sólida para el desarrollo de nuestro proyecto, de modo que las conclusiones y resultados finales sean óptimos, para esto consultamos la base de datos escolares como lo son Google Scholar, IEEE, Scopus y SpringerLink en la cual para filtrar datos utilizamos palabras como: geoespacial, sociodemográfico, cartográficos y estos los combinamos con la palabra enfermedad. Utilizamos estas palabras ya que nuestro proyecto es un prototipo de herramienta geoespacial por el cual debe tener información relacionada con ubicación espacial, elementos cartográficos y todo lo relacionado a estos. Por otro lado, se utiliza la palabra enfermedades para centrarnos un poco a la problemática que estamos esperando solucionar.

1	Título	“Análisis sociodemográfico y espacial de la transmisión de la tuberculosis en la ciudad de Armenia” (Colombia)
	Resumen	Este documento hizo un estudio en la ciudad de Armenia Colombia para determinar rasgos con respecto al tipo de población y los sectores donde más casos de tuberculosis hay.
	Descripción	Da a ejemplificar cómo se implementa un estudio observacional retrospectivo de base poblacional para determinar patrones y causas en la presencia de una enfermedad en determinada población y lugar.
	Referencia bibliografía	(Arenas et al., 2012)

**TABLA 2: ANÁLISIS SOCIODEMOGRÁFICO Y ESPACIAL DE LA TRANSMISIÓN DE LA TUBERCULOSIS EN LA CIUDAD DE ARMENIA.**

2	Titulo	“Herramientas Cartográficas digitales en vigilancia de enfermedades transmitidas por Aedes spp; caso en Costa Rica”.
	Resumen	Este estudio busca focos de transmisión de virus como el dengue, zika, Chikunguña o fiebre amarilla y a su transmisor (Aedes spp) utilizando la herramienta cartográfica Google earth.
	Descripción	Este proyecto en su desarrollo usa marcación de puntos en zonas donde viven personas que manifiestan tener enfermedades transmitidas por el Aedes spp. Esto nos da una opción de respaldo para el análisis.
	Referencia bibliografía	(Ledezma Acevedo et al., 2018)

**TABLA 3: HERRAMIENTAS CARTOGRÁFICAS DIGITALES EN VIGILANCIA DE ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR AEDES.**

3	Titulo	“Estratificación temporal de Aedes Aegypti basada en herramientas geoespaciales y aprendizaje automático”.
	Resumen	“En el presente trabajo se utilizan técnicas de ingeniería del software para extraer los requerimientos y aplicar una metodología de desarrollo acorde a las necesidades, para implementar un framework para la generación de modelos de aprendizaje automático (ML) con el objetivo de estimar la abundancia de vectores de Dengue, Zika y Chikunguña”.
	Descripción	Este documento explica la implementación de la epidemiología panorámica en el mismo y como funciona con el framework, también la aplicación de ML en el mismo para determinar la abundancia de Aedes Aegypti.
	Referencia bibliografía	(Scavuzzo, 2018)

**TABLA 4: ESTRATIFICACIÓN TEMPORAL DE AEDES AEGYPTI BASADA EN HERRAMIENTAS GEOESPACIALES Y APRENDIZAJE AUTOMÁTICO.**

4	Título	“Malaria en el estado sucre, venezuela: evidencias empíricas sobre los patrones culturales como elemento del paisaje condicionante de la endemia”.
	Resumen	Este artículo estudia cómo los factores culturales y de movilidad están relacionados con el aumento o disminución de la malaria en el estado de sucre en Venezuela.
	Descripción	Este artículo da a considerar el factor cultural como lo es el periodo vacacional en el cual cierta parte de la población se desplaza y puede llevar o traer a su lugar de origen enfermedades y virus los cuales afectan a la población aledaña.
	Referencia bibliografía	(ramos & SÁEZ, 2016)

**TABLA 5: MALARIA EN EL ESTADO SUCRE, VENEZUELA: EVIDENCIAS EMPÍRICAS SOBRE LOS PATRONES CULTURALES COMO ELEMENTO DEL PAISAJE CONDICIONANTE DE LA ENDEMIAS.**

5	Título	“Implementación de modelos espacio temporales para predecir la distribución de las enfermedades transmitidas por vectores en zonas críticas de Sasaima- Cundinamarca”.
	Resumen	“Consiste en la implementación de modelos espacio temporales operados desde plataformas tecnológicas tipo SIG, con el fin de realizar una predicción del posible comportamiento de las enfermedades transmitidas por vectores por parte del mosquito Aedes Aegypti y Flebótomos”.
	Descripción	“Este proyecto implementa la herramienta LUR la cual es una herramienta novedosa de manejo geoespacial que permitirán la predicción, la representación espacial de variables y las categorías de análisis del diseño necesarias en el procesamiento de datos epidemiológicos”.
	Referencia bibliografía	(Castañeda Becerra & Tunjano Aristizábal, 2018)

**TABLA 6: IMPLEMENTACIÓN DE MODELOS ESPACIO TEMPORALES PARA PREDECIR LA DISTRIBUCIÓN DE LAS ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR VECTORES EN ZONAS CRÍTICAS DE SASAIMA- CUNDINAMARCA.**

6	Título	“Prototipo de un sistema de geolocalización de enfermedades vectoriales en la ciudad de Guayaquil, a partir de una base de datos médica, mediante el uso de carto”.
	Resumen	“Este proyecto busca mostrar la localización de las zonas con presencia de enfermedades vectoriales registradas en la base de datos, mediante la presentación de un mapa urbano, para que el Ministerio de Salud Pública pueda mitigar la presencia de brotes infecciosos en la ciudad de Guayaquil”.
	Descripción	“Este prototipo de geolocalización de enfermedades vectoriales usa una base de datos médica para realizar un sistema de visualización de la cartoDB para tener un mejor control de las enfermedades”.
	Referencia bibliografía	(CARLOS & GINGER, 2017)

**TABLA 7: PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE GEOLOCALIZACIÓN DE ENFERMEDADES VECTORIALES EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL, A PARTIR DE UNA BASE DE DATOS MÉDICA, MEDIANTE EL USO DE CARTO.**

7	Título	“Georreferenciación de pacientes diagnosticados con fibrosis quística en la unidad proyecto Aragua. universidad de Carabobo, período junio 1993-junio 2011. Venezuela”.
	Resumen	“Es una investigación de tipo descriptiva, documental y retrospectiva, que permitió desarrollar un modelo georreferenciar con 69 pacientes diagnosticados con Fibrosis Quística en la Unidad Proyecto Aragua (UPA), durante el periodo junio 1993- junio 2011. Los resultados obtenidos evidenciaron que los lugares de procedencia”.
	Descripción	Este proyecto determina de manera georreferenciada los puntos de origen donde hay personas que sufren fibrosis quística para así determinar el comportamiento de esta.
	Referencia bibliografía	(Unio et al., 2012).

**TABLA 8: GEORREFERENCIACIÓN DE PACIENTES DIAGNOSTICADOS CON FIBROSIS QUÍSTICA EN LA UNIDAD PROYECTO ARAGUA. UNIVERSIDAD DE CARABOBO, PERÍODO JUNIO 1993-JUNIO 2011. VENEZUELA.**

8	Título	“Mapeamento de hotspots de transmissão de malária utilizando geolocalização de pacientes”.
	Resumen	Es un sistema que trata de recoger información de personas que han sufrido de malaria dando sus datos en los hospitales que visiten para que así se pueda los epidemiólogos y especialistas en salud pública pueden explorar y analizar datos de geolocalización, lo que permite priorizar las regiones vulnerables durante las campañas de control.
	Descripción	Este proyecto determina de manera geoespacial determinar cuáles son las regiones vulnerables de malaria
	Referencia bibliografía	(Cardozo, 2018)

**TABLA 9: MAPEAMENTO DE HOTSPOTS DE TRANSMISSÃO DE MALÁRIA UTILIZANDO GEOLOCALIZAÇÃO DE PACIENTES.**

9	Título	“Geolocalização de casos de sobrepeso/obesidade e pressão arterial alterada em escolares”.
	Resumen	Es una investigación de estudio en el cual trata de analizar la obesidad en escuelas del municipio Santa Cruz con niños de 18 escuelas diferentes de la región debido al aumento de casos de presión arterial
	Descripción	El proyecto utiliza métodos de geolocalización para poder ubicar las escuelas con mayores casos de obesidad en la región
	Referencia bibliografía	(Pasa et al., 2017)

**TABLA 10: GEOLOCALIZAÇÃO DE CASOS DE SOBREPESO/OBESIDADE E PRESSÃO ARTERIAL ALTERADA EM ESCOLARES.**

10	Título	“Ocorrência e geolocalização de parasitos intestinais em laudos parasitológicos de fezes de crianças em um laboratório privado do município de Alto Paraiso/ro nos anos de 2017-2018”.
	Resumen	Es un estudio descriptivo-retrospectivo que trata de encontrar las razones y factores que afectan que los niños de ciertas áreas de la ciudad tengan problemas intestinales por parásitos
	Descripción	Este proyecto estima la prevalencia, geolocalización y factores asociados a casos de parásitos intestinales en niños del municipio de Alto Paraíso-RO
	Referencia bibliografía	(Menacho, 2012)

**TABLA 11: OCORRÊNCIA E GEOLOCALIZAÇÃO DE PARASITOS INTESTINAIS EM LAUDOS PARASITOLÓGICOS DE FEZES DE CRIANÇAS EM UM LABORATÓRIO PRIVADO DO MUNICÍPIO DE ALTO PARAISO/RO NOS ANOS DE 2017-2018.**

## Capítulo 4: Marco Teórico

El objetivo de este capítulo es brindar conocimientos previos, sobre los temas que tratará el documento para un entendimiento más amplio de la problemática que será tratada. Todos los temas que serán descritos a continuación serán empleados en el documento de manera más práctica.

### 4.1 Términos de salud

En este documento se tratarán temas básicos del ámbito de la salud y de temas relacionados a la recolección de datos que tienen que ver con los factores de una población afectada.

#### Mortalidad:

La mortalidad es un tipo de dato que indica la cantidad de defunciones por lugar, lapso y motivo. Los datos de mortalidad son aquellos que están relacionados directamente con la población total, lo que significa que es la recolección de datos totales de las personas muertas de una región.

#### Letalidad:

La letalidad es un tipo de dato que mide la gravedad de una enfermedad considerada desde la población, y es definida como la relación de casos de una enfermedad mortal respecto al conjunto total de casos en un periodo de tiempo determinado. Lo que demuestra la capacidad de la enfermedad de producir la muerte.

#### Morbilidad:

Hace referencia a la presentación y síntomas de una enfermedad o como esta proporcionada la enfermedad en un determinado lugar y tiempo. Así como a los problemas médicos que se pueden presentar por un tratamiento.

## Prevalencia:

La prevalencia es una medida de morbilidad de una enfermedad, esta se refiere a la cantidad de individuos que, relacionado con la población total, padecen en un momento específico alguna enfermedad. Ya que una persona solo puede estar sana o enferma en relación con cualquier enfermedad. Esta prevalencia representa la probabilidad de que alguien este sujeto a alguna enfermedad en un momento determinado.

## Incidencia:

La incidencia mide la morbilidad de una enfermedad, como se expresa el volumen de casos nuevos que aparecen en cierto periodo y la velocidad con que lo hacen. Esto quiere decir que expresa la probabilidad y la velocidad con la que los individuos de determinada población desarrollan una enfermedad durante cierto periodo.

### 4.1.1 Formas de transmisión

Las enfermedades se transmiten de manera diferente dependiendo del patógeno que estas contengan de esta manera existen diferentes tipos de transmisión de enfermedades por las cuales estos virus pasan de una persona a otra.

#### 4.1.1.1 Transmisión por contacto directo

Es este tipo de transmisión se requiere de una persona contagiada y otra que no, la cual se infecta por contacto físico.

#### 4.1.1.2 Transmisión por contacto indirecto

Es una transmisión que ocurre por contacto con superficies contaminadas o por interactuar con algún animal ya sea doméstico, roedores o insectos como: moscas, mosquitos, pulgas y garrapatas. Estos medios pueden portar la enfermedad y contagiar a una persona susceptible o no infectada.

#### 4.1.1.3 Transmisión hereditaria

Es una transmisión que se da a través de los genes en el núcleo celular, los cuales determinan características anatómicas y fisiológicas de los descendientes. De otra forma se puede decir que es una condición genética en la cual el hijo es infectado por sus padres por medio de los componentes de su ADN.

#### 4.1.1.4 Transmisión aérea

Es un tipo de transmisión en la que no necesariamente debe haber contacto directo, basta solo con estar a una distancia de 1 metro para contagiarse. Este tipo de transmisión existe cuando el patógeno se encuentra por el aire y su tiempo de vida resiste un poco por fuera del hospedador.

### 4.1.2 Epidemiológicos

En el documento cuando hablemos de Epidemiológicos, nos referiremos a los riesgos de ciertos tipos de enfermedades que suelen atacar a cierto tipo de población. Teniendo en cuenta que el termino epidemiológicos proviene de la palabra epidemiología que estudia la distribución y lo que determina los estados y eventos que se relacionan con la salud y la aplicación de estudios para su control. A lo que referimos con factores de riesgos epidemiológicos como Las circunstancias o situaciones que favorecen la probabilidad de adquirir una enfermedad o afección, por ejemplo, la exposición a rayos solares puede provocar cáncer de piel. Cabe aclarar que para cada enfermedad existen diferentes tipos de riesgos epidemiológicos.

#### 4.1.2.1 Enfermedades crónicas

Este tipo de enfermedades son de larga duración y usualmente de progresión lenta. Este tipo de enfermedades suelen ser incurables. Por esta razón no son solo simplemente tratadas, sino que se manejan globalmente, tales como las enfermedades cardiovasculares, el cáncer, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica y la diabetes.

#### 4.1.2.2 Enfermedades Agudas

Las enfermedades agudas son aquellas que su comienzo es repentino y tienen una evolución rápida, incluyendo su final, suelen ser fácilmente diagnosticadas y no suelen pasar desapercibidas. Normalmente se suelen limitar a un órgano o área específica del cuerpo. Una vez ocurre el diagnóstico y se instaura un tratamiento, de esta forma acabar con la enfermedad. Sin embargo, en casos graves la enfermedad aguda puede llevar a la muerte. Algunos ejemplos de estas enfermedades son bronquitis aguda, conjuntivitis, apendicitis y la gastroenteritis.

#### 4.1.3 Enfermedades Respiratorias

Las enfermedades respiratorias son aquellas que perjudican las vías respiratorias. Incluyen infecciones tales como la neumonía, la bronquitis y el asma.

##### 4.1.3.1 Infecciones Respiratorias

Son un tipo de enfermedades que afectan principalmente el sistema respiratorio y surge por virus, bacterias o microorganismos que comienzan de forma inesperada y no suelen durar más de dos semanas. Sin embargo, toda infección respiratoria mal cuidada llega a representar un problema más grave ya que si son mal cuidadas pueden amenazar la vida, porque pueden convertirse en Neumonías.

#### 4.1.4 Infecciones

Las infecciones son una enfermedad causada por microorganismos patógenos que se multiplican y atacan los tejidos internos de cuerpo. Normalmente las infecciones se deben a virus, bacterias, hongos o parásitos.

##### 4.1.4.1 Infecciones Gastrointestinales

Las infecciones gastrointestinales se tratan de infecciones en los aparatos digestivos o intestinales haciendo muchas veces la inflamación del estómago o de

los intestinos. Estas infecciones son normalmente adquiridas por culpa de alimentos o aguas.

#### 4.1.4.2 Infecciones hepáticas

Son infecciones que atacan el hígado haciéndolo inflamarse, esta infección por un patógeno sin cuidado puede causar el cáncer de hígado. Normalmente estas infecciones se deben al consumo de sustancias tóxicas, contacto con alguien infectado y aguas o alimentos contaminados.

## 4.2 Cartografía

### 4.2.1 Sistemas de coordenadas

El sistema de coordenadas hace referencia al conjunto de valores y puntos que permiten definir y ubicar un punto en el espacio euclídeo.

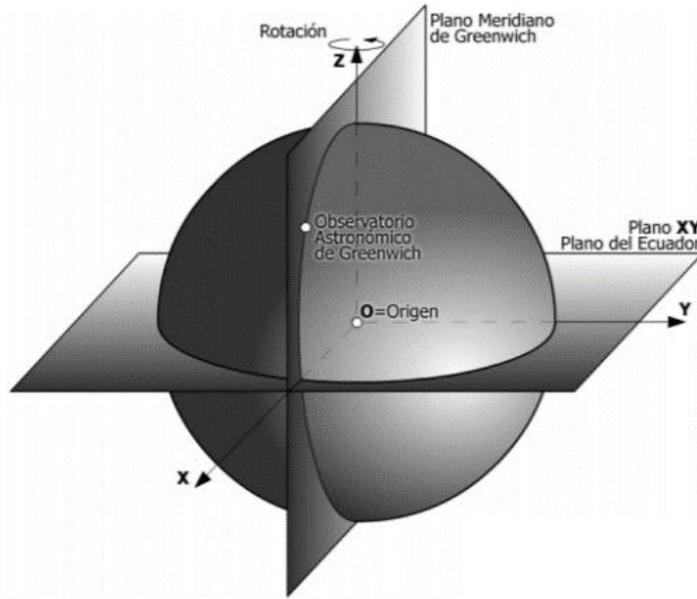
#### 4.2.1.1 Coordenadas geográficas

Principalmente la tierra es una esfera homogénea con un radio determinado. El eje de rotación es cortado por la superficie terrestre en dos puntos: el polo Norte (PN) y en el polo Sur (PS). El polo Norte es el cual se puede observar hacia su interior la tierra, rotando en sentido contrario a las manecillas del reloj.

La línea vertical en cualquier punto sobre la superficie de la tierra pasa por el centro de la Tierra. La posición de un punto E de la superficie de la Tierra es determinada por dos coordenadas:

- **latitud geográfica:** Al ángulo que forma la vertical de E con el plano del ecuador terrestre, esta varía de  $0^\circ$  a  $90^\circ$  en el hemisferio boreal (latitud norte) y de  $0^\circ$  a  $-90^\circ$  en el hemisferio austral (latitud sur).

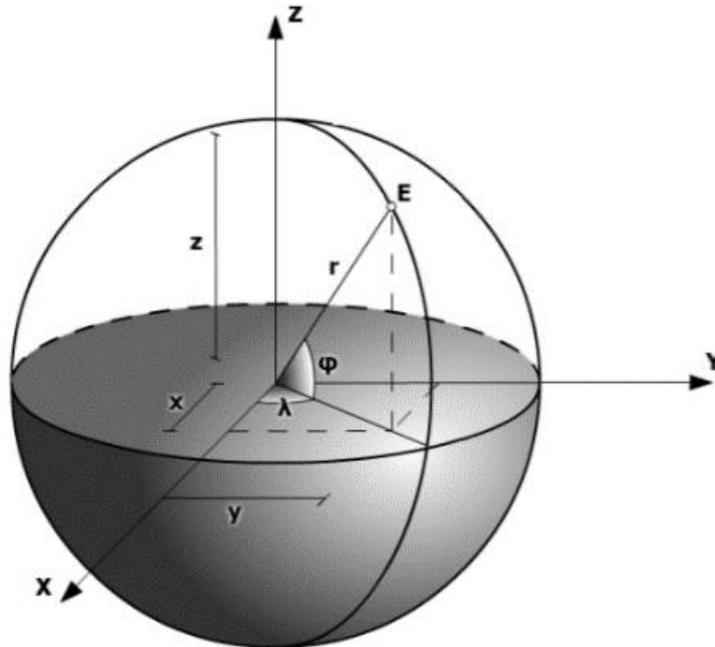
**FIGURA 2: APROXIMACIÓN ESFÉRICA DE LA TIERRA 1**



**FUENTE: (FURONES, 2011)**

- “Se llama longitud geográfica ( $\lambda$ ) del punto E al ángulo que forma el meridiano del punto con el meridiano origen. La longitud geográfica varía de  $0^\circ$  a  $180^\circ$  en el hemisferio oriental y de  $0^\circ$  a  $-180^\circ$  en el hemisferio occidental, es decir, el primero al este y el segundo al oeste” (Furones, 2011).

FIGURA 3: COORDENADAS GEOGRÁFICAS



FUENTE: (FURONES, 2011)

#### 4.2.1.2 Proyecciones cartográficas (proyecciones planas, cilíndricas, cónicas)

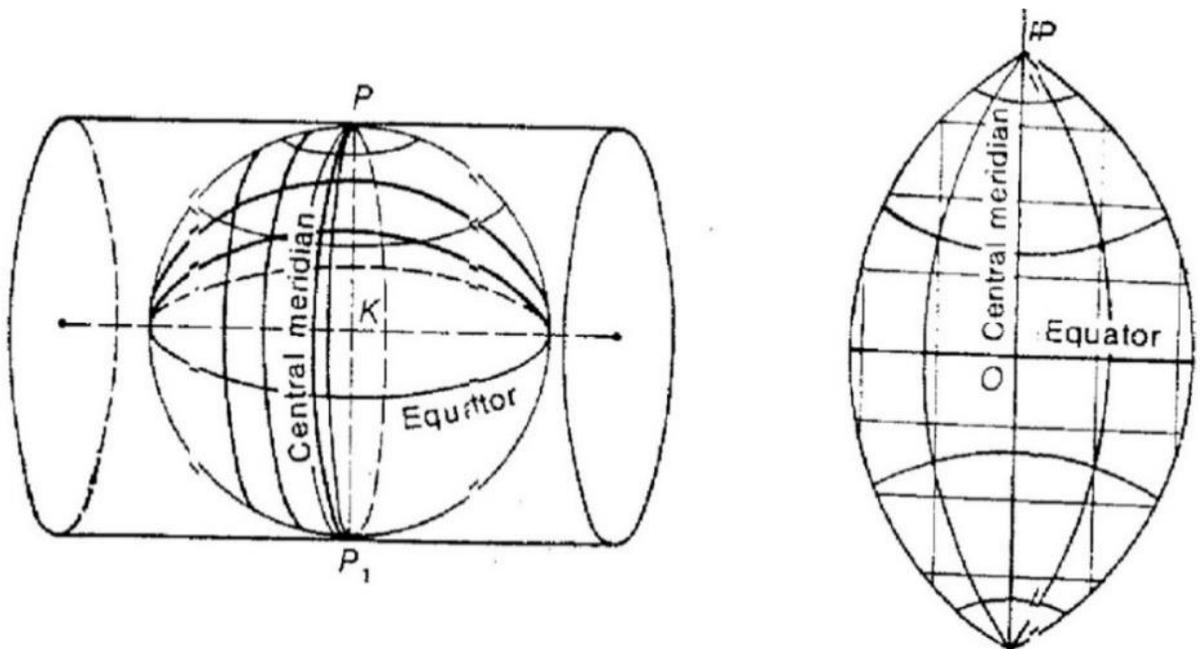
“Las proyecciones cartográficas son el sistema de representación gráfica que establece una relación ordenada entre los puntos de la superficie curva de la tierra y los de una superficie plana” (Fallas, 2008).

- **Las proyecciones acimutales o planas:** estas derivan a partir de una cuadrícula geográfica del Globo expresada como un plano tangente en algún punto.
- **Las proyecciones cilíndricas:** se derivan de la proyección del globo terráqueo en un papel con forma de cilindro que es tangente a, o que se intercepta con dicho globo. La mayoría de las proyecciones cilíndricas son derivadas de tal forma que el cilindro toque al globo en el ecuador.
- **Las proyecciones cónicas:** uno o más conos son ubicados de tal forma que intercepten una porción del Globo y la cuadrícula geográfica es proyectada en dicho cono.

## 4.2.2 UTM (Transversa Universal de Mercator)

“Esta no es una proyección en sí misma sino más bien un sistema de coordenadas planas basado en la proyección Transversal de Mercator. Meridianos centrales son establecidos cada  $6^\circ$  de longitud en el ámbito  $84^\circ$  norte y  $-80^\circ$  sur. Esto define 60 zonas que se extienden  $3^\circ$  de longitud a ambos lados del meridiano central. Cada zona es designada con una letra del alfabeto, etiquetando de sur a norte” (Fallas, 2008).

FIGURA 4 MERCATO TRANSVERSAL



FUENTE : MASLOV, A. ET AL. (1984), PÁG. 444

Se caracteriza a otros tipos de proyecciones ya que sobre una superficie cilíndrica se proyecta el globo terráqueo, cabe aclarar que la ubicación del eje del cilindro es igual al eje ecuatorial. Las virtudes que presenta este tipo de proyección son todas relacionadas a la medición, se ve el globo terráqueo con una cuadrícula formada por paralelos y meridianos, al formar la cuadrícula se hace más sencillo medir las distancias porque sus direcciones son fáciles de marcar.

La proyección UTM llega a diferenciarse de la proyección TM por medio del factor de reducción de escala de magnitudes lineales que es  $k_0 = 0.9996$  que es algo esencial ya que permite reducir las deformaciones y amplifica la zona de utilización.

Cabe recordar también que el UTM al ser una proyección también perteneciente a TM encuentra diferentes fórmulas como son las Gauss-Kruger.

#### ECUACIÓN 1: FORMULA UTM PARA X

$$x = \left(\frac{R}{2}\right) \ln \left( \frac{(1 + \cos \varphi \operatorname{seno} \Delta\lambda)}{(1 - \cos \varphi \operatorname{seno} \Delta\lambda)} \right)$$

#### ECUACIÓN 2: FORMULA UTM PARA Y

$$y = R \operatorname{arctan} \left( \frac{\tan \varphi}{\cos \Delta\lambda} \right)$$

### Longitud

“Se define la longitud ( $\lambda$ ) de un punto P como el valor del diedro formado por el plano meridiano que pasa por P y el meridiano origen, (**0° meridiano de Greenwich**)”. (Fernández-Coppel, 2001)

### Latitud

“Se denomina Latitud geográfica ( $\varphi$ ) de un punto P al ángulo formado la vertical a la tierra que pasa por dicho punto con el plano ecuador”.

“La vertical se considera la unión del punto con el origen o centro de la tierra, obteniéndose la latitud midiendo el ángulo ( $\varphi$ ) sobre el meridiano que pasa por el punto P”. (Fernández-Coppel, 2001)

## 4.2 Análisis Espacial

Es necesario aclarar el tema geoespacial es necesario para entender unos temas del análisis o estadística espaciales que es la comprensión de métodos formales que investigan las entidades que utilizan sus características topológicas, geográficas o geométricas empleadas en el documento.

### 4.3.1 Análisis de patrones de puntos

El análisis de patrones es un tipo de análisis estadístico que permite encontrar la estructura de un conjunto de puntos con unos tipos de parámetros que normalmente suelen ser la densidad o las distancias entre puntos y su configuración en el espacio. El análisis de patrones de puntos es necesario ya que con este proceso estadístico

se logra identificar de una forma matemática el comportamiento de un conjunto de datos.

## Aglomeración

Es la concentración de muchos objetos o personas en un mismo lugar, normalmente el conjunto es desordenado. Nosotros utilizaremos este término para referirnos a la cantidad de personas en una misma región.

### 4.3.1.1 Modelo de distribución espacial

Este modelo es la ubicación de varios puntos referenciados geográficamente en un territorio, también se suele conocer bajo el termino patrón de puntos, este modelo brinda información esencial acerca de las variables y operaciones que se desarrollan en estos puntos.

#### LOCALIZACIÓN DE PUNTOS:

Al hablar de la localización de puntos nos referimos a que cada punto tiene un valor y un tamaño.

#### DENSIDAD:

En este caso la densidad será altamente usada porque va a ser referida en los valores que asumen las variables y estas se dividen en la unidad de superficie.

#### MAPAS DE DENSIDAD:

Son un tipo de mapas que se caracterizan porque muestran las superficies en donde se concentran varios puntos. Para crear un mapa de densidad se necesita contar con coordenadas de latitud y longitud o por equivalencia nombres de para la ubicación, estos mapas también se diferencian por sus rangos de color referentes a la cantidad de puntos.

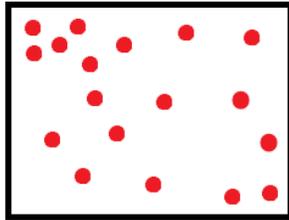
#### TIPOS DE PATRONES DE PUNTOS

Existen diferentes interpretaciones sobre las ubicaciones de puntos en mismo espacio por lo cual se han diferenciado 3 tipos de características en los puntos.

### *ALEATORIO:*

Este tipo de patrón no tiene ninguna secuencia, cada ubicación de un punto es interpretada como autónoma entre las otras.

**FIGURA 5: PUNTOS ALEATORIOS**

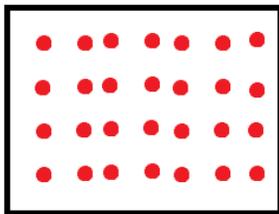


**FUENTE: LOS AUTORES**

### *REGULAR*

Este tipo de patrón se interpreta que la densidad de los puntos es constante y tienen una distancia entre sí.

**FIGURA 6: PUNTOS REGULARES**

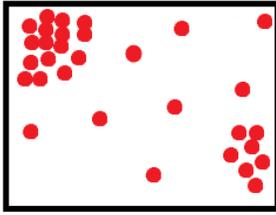


**FUENTE: LOS AUTORES**

### *AGREGADO*

Este tipo de patrón se dice que la densidad es demasiado alta en algunas zonas lo que en otras palabras se puede interpretar como la aglomeración de puntos en un área.

**FIGURA 7: PUNTOS AGREGADOS**



FUENTE: LOS AUTORES

#### 4.3.1.2 Análisis de patrón de puntos

El análisis de patrón de puntos o análisis de densidad es quien toma algunas cantidades dentro de unos fenómenos y los amplifica a través de un territorio teniendo en cuenta el promedio de las medidas en una ubicación y su relación espacial.

#### ANÁLISIS DE CUADRANTES:

Es dividir en cuadrantes el área en donde se realiza el estudio, para estudiar el número de puntos que se visualizan en cada cuadrante. Cada cuadrante debe tener un tamaño en la que se evite tener problemas escala para que no afecte los resultados, para saber cual es el tamaño adecuado se utiliza esta formula

#### ECUACIÓN 3: ANÁLISIS DE CUADRANTES

$$\sqrt{\frac{2 \times A}{\#P}}$$

En donde :

*A: Es el área que se esta estudiando*

*#P : Cantidad de puntos*

#### DENSIDAD DE KERNEL:

La densidad de Kernel es otra forma en la cual se puede obtener la densidad, es generar una superficie curva uniforme sobre cada punto del estudio. Este tipo de método es usado cuando los datos de las densidades de los puntos no tienen un comportamiento paramétrico. Cuya formula permite convertir un problema de espacio dimensional a un problema lineal.

#### ECUACIÓN 4: DENSIDAD DE KERNEL

$$f(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n kh(x - x_i)$$

En donde:

x: Son los datos de muestra aleatorios

k: Es Kernel

h: Son valores mayores a 0 para ajustar parametros

#### FUNCIÓN K DE RIPLEY:

Es la función de Ripley o herramienta de análisis de conglomerados espaciales de distancias múltiples se encarga de determinar cómo están agrupadas las distancias. Sus datos se miden en un escalar para cada punto dentro de una cuadrícula regular.

#### ECUACIÓN 5: FUNCIÓN K RIPLEY

$$K(t) = \lambda^{-1} \sum_{i \neq j} \frac{I(d_{ij} < t)}{n}$$

En donde:

$d_{ij}$ : distancia euclidiana entre los puntos  $i$  – esimo y  $j$  – esimo

$t$ : radio de busqueda

$\lambda$ : densidad promedio de puntos

$I$ : función indicadora

#### EXPLORACIÓN DE KULLDORF:

Este método se encarga de la interacción espacial, en este tipo de estadística de explorar se usan las áreas circulares o cilíndricas para poder observar los excesos de casos entre el espacio y el tiempo.

#### PRUEBA DE KULLDORFF:

Consiste en una prueba que se encarga de escanear circularmente para crear unas ventanas también circulares secuenciales en cada región y el radio de estas ventanas tendrá una variación desde 0 hasta la distancia máxima que se le especifique.

### TEST DE KNOX:

Se usa este tipo de prueba para identificar si ocurren agregaciones espaciales en un tiempo, que suelen ocurrir cuando los casos que están en observación en una región tienen cercanía.

### KDE+:

Es un método que se basa en principios de estimación de densidad de Kernel, su símbolo más es para indicar una diferencia con el KDE, también es para mostrar que el método admite la selección del objetivo con conglomerados significativos para de esta forma realizar una clasificación.

### NETKDE:

Es también un método que se basa en usar una fórmula similar a KDE, pero sus distancias se basan en las distancias a lo largo de una red a diferencia del KDE quien sus distancias son euclidianas. Suele usarse en algoritmos Dijkstra.

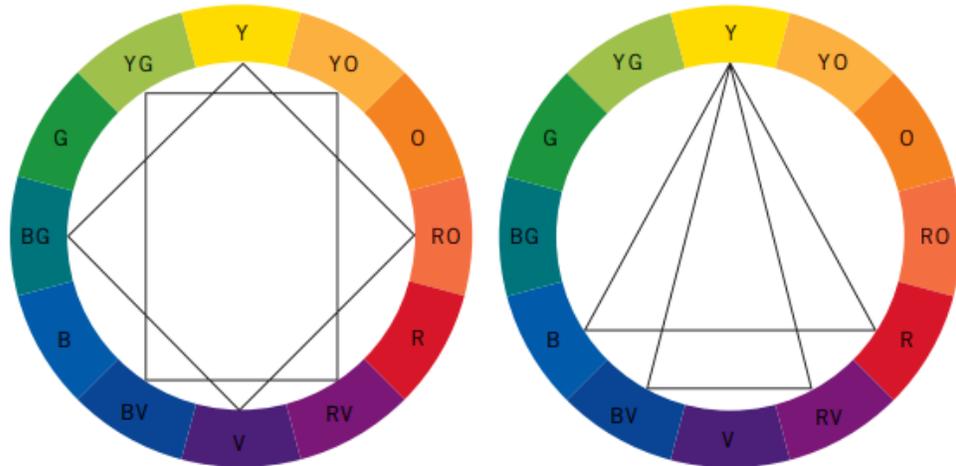
## 4.4 Teoría del color

La teoría del color se caracteriza por unos tipos de reglas que permiten la adecuada mezcla de colores. En este documento se usará la teoría del color en la parte de los mapas de esta forma se puede observar mejor las diferencias en los conjuntos de datos.

### 4.4.1 Circulo Cromático

Este se representa como una rueda dividida en doce partes. Los colores primarios están ubicados de forma que uno de ellos esté en la parte central superior y los otros dos en la cuarta porción. En medio de dos colores primarios son ubicados tres tonos secundarios de tal forma que en la porción central sea una mezcla de las mismas cantidades de ambos primarios y el color más cerca a cada primario sea la mezcla del secundario central más el primario junto a este.

**FIGURA 8: CIRCULO CROMÁTICO**



**FUENTE: HOLTZSCHUE, 2017**

#### 4.4.2 Color HSL

El modelo de colores HSL es representado por un cono doble o también suele presentarse en un hexágono. Está conformado por dos vértices que corresponden al color blanco o al color negro, en el cual el ángulo formado por estos dos es definido como el matiz, su distancia al eje también representa algo que en este modelo es la saturación y por último la distancia entre los ejes blanco y negro representa la luminancia. El color HSL es la deformación de los espacios de colores de forma no lineal.

Para la saturación se implementa la siguiente formula

#### **ECUACIÓN 6: SATURACIÓN**

$$S_{hsl} = \frac{0, c}{1 - |2L - 1|}$$

En donde, C es el croma

La luminosidad se calcula con la siguiente formula,

#### ECUACIÓN 7: LUMINOSIDAD

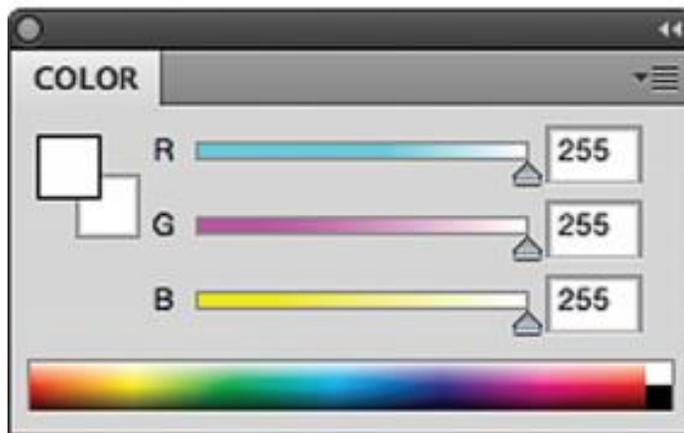
$$L = \frac{1}{2}(M + m)$$

En donde el promedio entre mayor y menos componente de los colores, es decir  $M = \max(r,g,b)$  y  $m = \min(r,g,b)$ .

#### 4.4.3 Color RGB

La combinación de los colores primarios de la luz, que son rojo, verde y azul, utiliza el sistema de color adicional. Todos los colores posibles que pueden ser creados por la mezcla de estas tres luces de color son aludidos como el espectro de color de estas luces en concreto. Cuando ningún color luz está presente, se percibe el negro. Los colores primarios de luz tienen aplicación en los monitores de un ordenador, televisores, proyectores de vídeo y todos aquellos sistemas que utilizan combinaciones de materiales que fosforecen en el rojo, verde y azul.

FIGURA 9: COLOR RGB

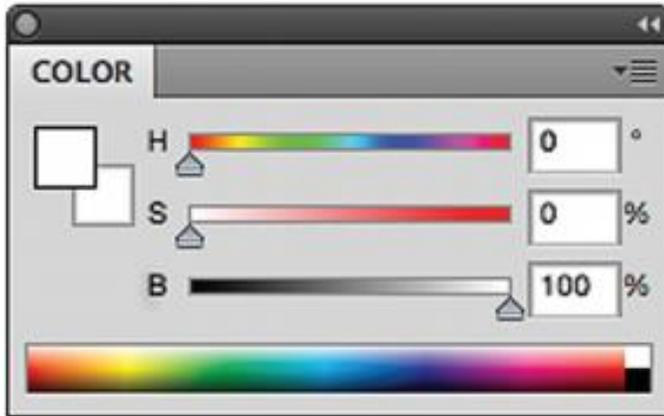


FUENTE: HOLTZSCHUE, 2017

#### 4.4.4 Color HSV

En el modelo de color HSV, el color se define normalmente con la letra H y es definido por un tono, la saturación es representada por la letra S y su luminosidad por la letra V, por lo que se parece más a la percepción del color humano que a los modelos de color aditivos y sustractivos. Es fácil ajustar un color por su saturación y brillo. En consecuencia, en la mayoría de las aplicaciones gráficas puede definir un color de acuerdo con el modelo de color HSV.

FIGURA 10: COLOR HSB



FUENTE: HOLTZSCHUE, 2017

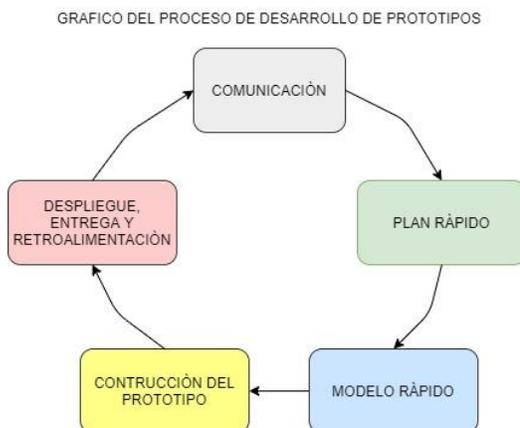
## Capítulo 5: Marco Metodológico

Se uso JAVA como lenguaje de programación porque este ofrece seguridad y un mayor nivel de rendimiento con respecto a otros, además que este ofrece variedad de librerías y herramientas las cuales facilitarían el desarrollo del sistema de detección de riesgos epidemiológicos. El software fue desarrollado en el IDE NetBeans pues es dinámico de usar, además ofrece Templates y Wizards las cuales ayudan al desarrollo del software. También se implementó KDE el cual es un método que se basa en principios de estimación de densidad de kernel porque este permite estimar la función de densidad de probabilidad de una variable aleatoria.

Se usaron datos de archivos UTM para referenciación de puntos sobre la superficie terrestre. El software está orientado para escritorio, pues esto permite un mayor uso de recursos durante el procesamiento de datos y así obtener un rendimiento más óptimo y preciso. No se usó base de datos pues se trabajará sobre archivos que se cargan al software y se exportan a un archivo KML.

Como metodología de desarrollo de software se usó la Ágil pues esta se centra en participaciones para tener un desarrollo más dinámico y participativo, además esta se fundamenta en un ciclo de vida iterativo e incremental el cual consiste en un desarrollo progresivo del software proporcionando un mínimo producto viable periódica y específicamente se usó la metodología basada en prototipos.

**FIGURA 11: GRÁFICO DEL PROCESO DE DESARROLLO DE PROTOTIPOS**



**FUENTE: LOS AUTORES**

Debido a que el proyecto tuvo un desarrollo iterativo e incremental se efectuaron las actividades y objetivos de manera secuencial. De esta forma en la primera iteración se entregó el diseño del prototipo de herramienta de software en lo referente a entradas, salidas de datos y análisis espacial; esta se centró en definir los requerimientos del prototipo, detallar casos de uso, diseñar componentes e interfaces. En la segunda iteración se implementaron las opciones de carga de archivos cartográficos; también estuvo centrada en selección de archivos cartográficos e implementación de opciones de carga. En la tercera iteración se implementó el método de análisis espacial KDE y su desarrollo e implementación de la interfaz; esta se enfocó en implementar la interfaz de parametrización del método KDE. En la cuarta y última iteración se evaluó el modelo implementado por medio de su aplicación a un conjunto de datos poblacionales del municipio de Bucaramanga; esta se centró en el alistamiento de datos, análisis de conveniencia de datos y análisis de resultados. A pesar de que se definió la cantidad de iteraciones que se llevaron a cabo, se implementaron más debido a las correcciones que se hicieron.

## 5.1 Requerimientos

En la siguiente tabla podemos observar los diferentes requerimientos funcionales y no funcionales que requiere el prototipo para poder alcanzar los objetivos por medio de sus actividades que fueron definidas en el Capítulo 2: Objetivos y productos de este documento.

**TABLA 12: REQUERIMIENTOS**

REQUERIMIENTOS	
FUNCIONALES	NO FUNCIONALES
1. Cargar datos. 1.1. Subir cartografía de casos 1.2. Subir cartografía de puntos de comparación.	1. El sistema debe hacer la carga de los archivos en menos de un minuto.
2. Validar estructura de los datos.	2. El tiempo de reinicio del sistema debe ser menor a 5 minutos.
3. Aplicar filtros demográficos a los datos.	
4. Aplicar método KDE a los datos seleccionados.	

5. Visualizar el método (mapa de calor con puntos).	
6. Aplicar el índice de correlación adaptada (I de moran).	

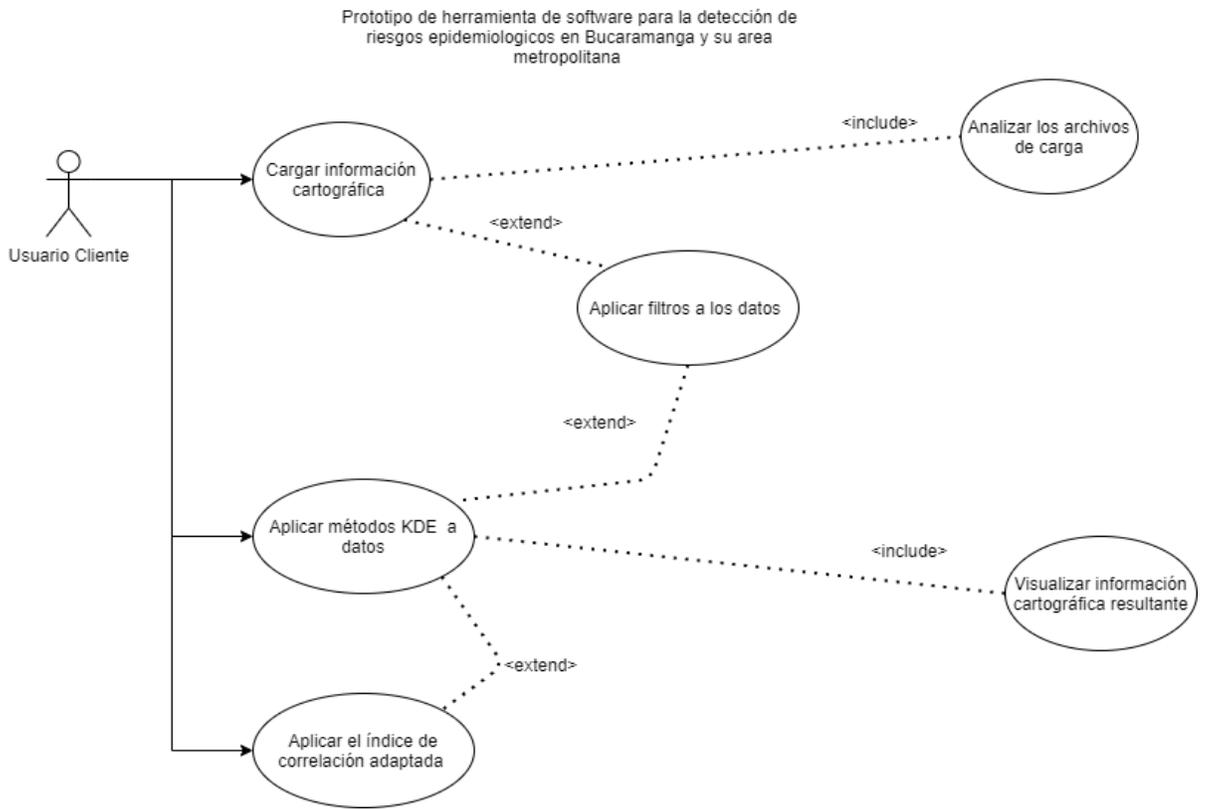
**FUENTE: LOS AUTORES**

## 5.2 Casos de Uso

Por medio de la tabla de requerimientos se realiza el diagrama de casos de uso el cual permite observar de mejor manera como funcionarían los requerimientos y como estos se relacionan entre sí.

Se identifican los casos de uso por medio de flujos básicos y alternativos, usando diagramas de actividades UML, esto permite la identificación de objetos y métodos de programación.

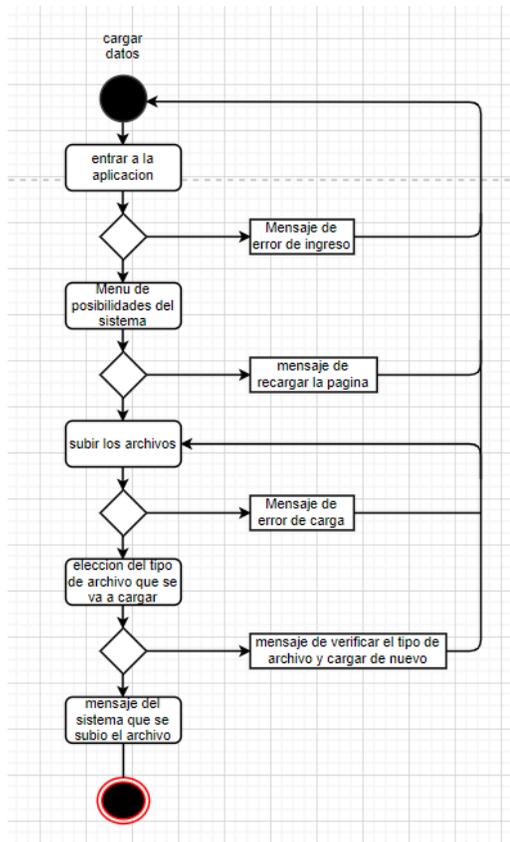
**FIGURA 12: DIAGRAMA DE CASOS DE USO**



**FUENTE: LOS AUTORES**

### 5.2.1 Actividades Casos de uso

**FIGURA 13: CASO DE USO CARGA DE ARCHIVOS**



**FUENTE: LOS AUTORES**

En este flujo de datos se hace la carga de los archivos KML correspondientes a la cartografía del municipio, la cartografía de los posibles focos de infección y por ultimo los puntos de contagio.

**Precondiciones:**

En este caso de uso no se usan precondiciones.

**Flujo básico**

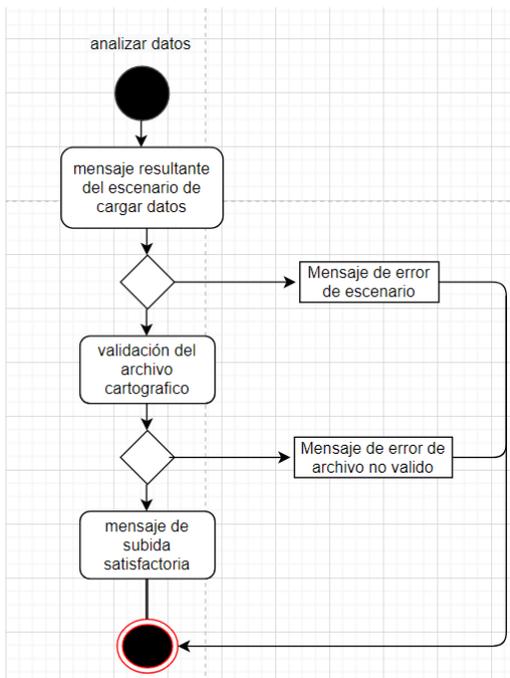
1. El usuario entra a la aplicación.
2. Presiona el botón Agregar archivo.
3. Selecciona cada archivo KML según el que requiera la ventana.
4. El software carga los datos.

**Flujo alternativo 1**

En el paso 4

5. El software detecta un error en la carga.
6. Se muestra un error.
7. El usuario regresa a la ventana de carga de archivos y se deben recargar los archivos.

**FIGURA 14: CASO DE USO VERIFICAR DATOS**



**FUENTE: LOS AUTORES**

En este caso de uso una vez cargado los archivos el software procederá a analizar los datos que obtiene de los archivos KML.

**Precondiciones:**

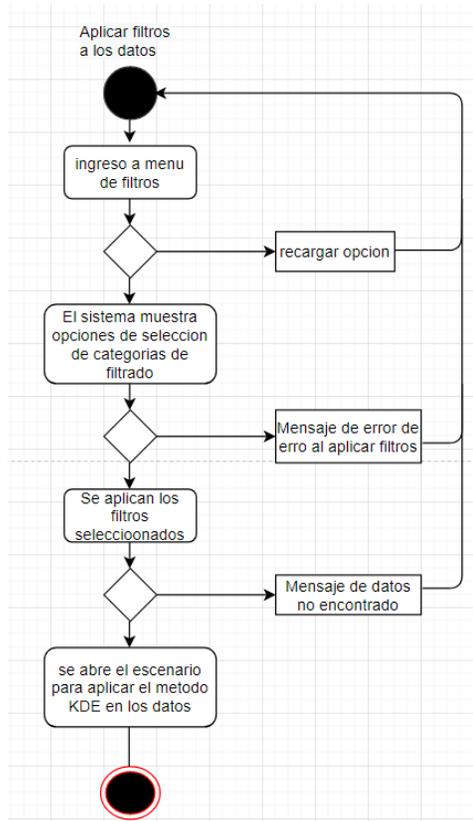
Carga satisfactoria de los archivos KML según su tipo.

**Flujo básico**

1. Se muestra un mensaje indicando que los archivos se cargaron satisfactoriamente.

2. El software procesa los datos.
3. Se muestra un mensaje indicando que los archivos son válidos.

**FIGURA 15: CASO DE USO APLICAR FILTROS A LOS DATOS**



**FUENTE: LOS AUTORES**

En este caso de uso el usuario interactúa con la interfaz de filtrado en la cual se obtiene un nuevo arreglo de datos según los filtros que aplique el usuario.

**Precondiciones:**

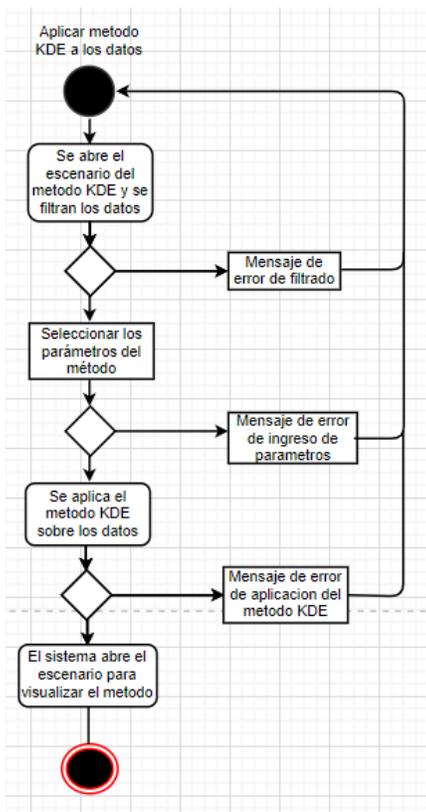
Validación satisfactoria de los archivos KML.

**Flujo básico**

1. El usuario selecciona el botón filtrar en la ventana consecutiva a las de cargas los KML.

2. El usuario selecciona el tipo de parámetro que desea filtrar y la forma de comparación en su respectivo comboBox.
3. El usuario ingresa el parámetro a filtrar y selecciona filtrar.
4. El usuario selecciona el botón aplicar KDE para abrir la ventana del método pasándole la lista filtrada.

**FIGURA 16: CASO DE USO APLICAR MÉTODO KDE A LOS DATOS**



**FUENTE: LOS AUTORES**

En este caso de uso el usuario ingresa los parámetros (función de núcleo, resolución y ancho de banda) para que el método KDE pueda determinar la densidad de núcleo.

**Precondiciones:**

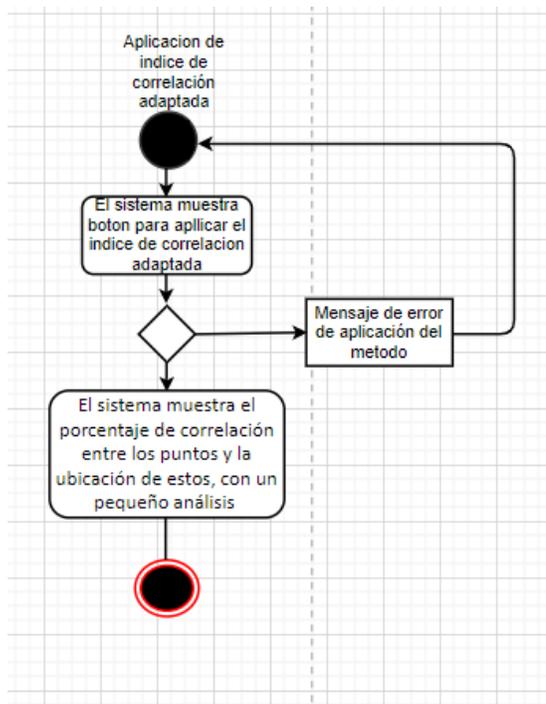
El usuario debe haber cargado los archivos KML.

**Flujo básico**

1. El usuario selecciona la función de núcleo que desea aplicar.

2. El usuario ingresa los parámetros de ancho de banda y resolución.
3. El usuario selecciona el botón calcular para aplicar el método KDE.
4. El sistema abre y visualiza los datos en el mapa de calor.

**FIGURA 17: CASO DE USO APLICAR ÍNDICE DE CORRELACIÓN ADAPTADA**



**FUENTE: LOS AUTORES**

En este caso de uso el software determina el índice de correlación adaptada a partir de los datos resultantes de aplicar el método KDE.

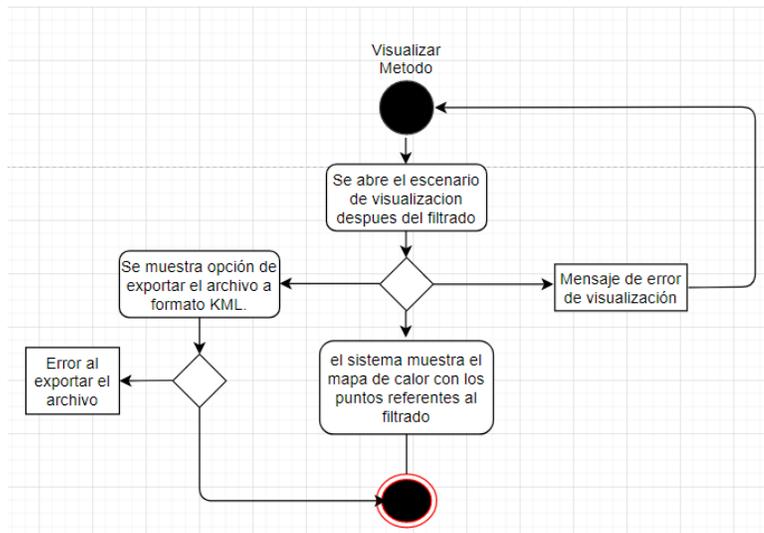
**Precondiciones:**

Aplicación del método KDE.

**Flujo básico**

1. El sistema analiza los datos.
2. El sistema arroja una notificación del resultado de aplicar el índice de correlación adaptada.

**FIGURA 18: CASO DE USO VISUALIZAR MÉTODO**



**FUENTE: LOS AUTORES**

En este caso de uso el sistema realiza la visualización del mapa de calor y de la distribución de los puntos según la función que se le aplique.

**Precondiciones:**

Validación satisfactoria de los archivos KML y filtrado de datos.

**Flujo básico**

1. El usuario selecciona el botón método KDE.
2. El sistema muestra el mapa de calor con los puntos referentes al filtrado

**Flujo alternativo 1**

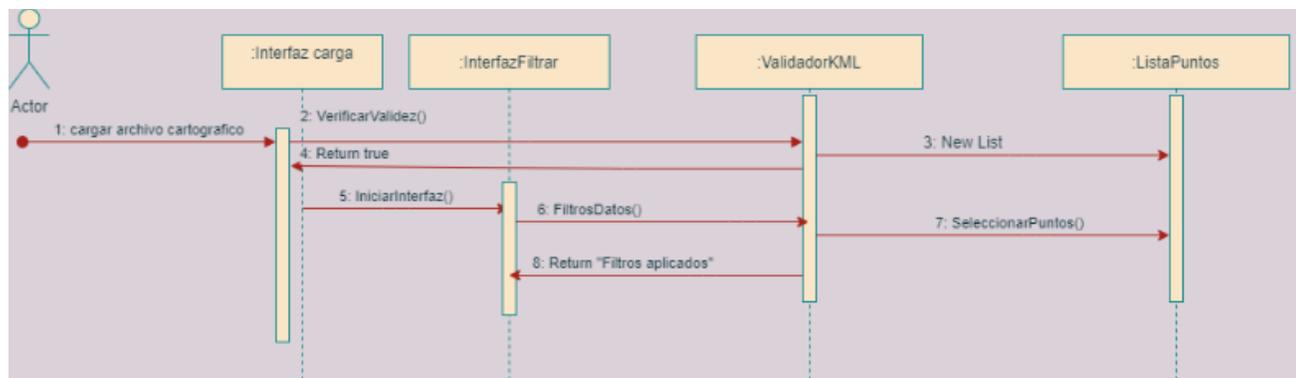
En el paso 1

El usuario selecciona la opción de exportar el archivo resultante a formato KML.

## 5.3 Diagrama de secuencia

En estos diagramas se ve la secuencia que hace el usuario en el prototipo para llegar al resultado de mostrar el mapa de calor con puntos relacionados, de esta forma poder ver los pasos que hace el programa realiza y las páginas que este usa.

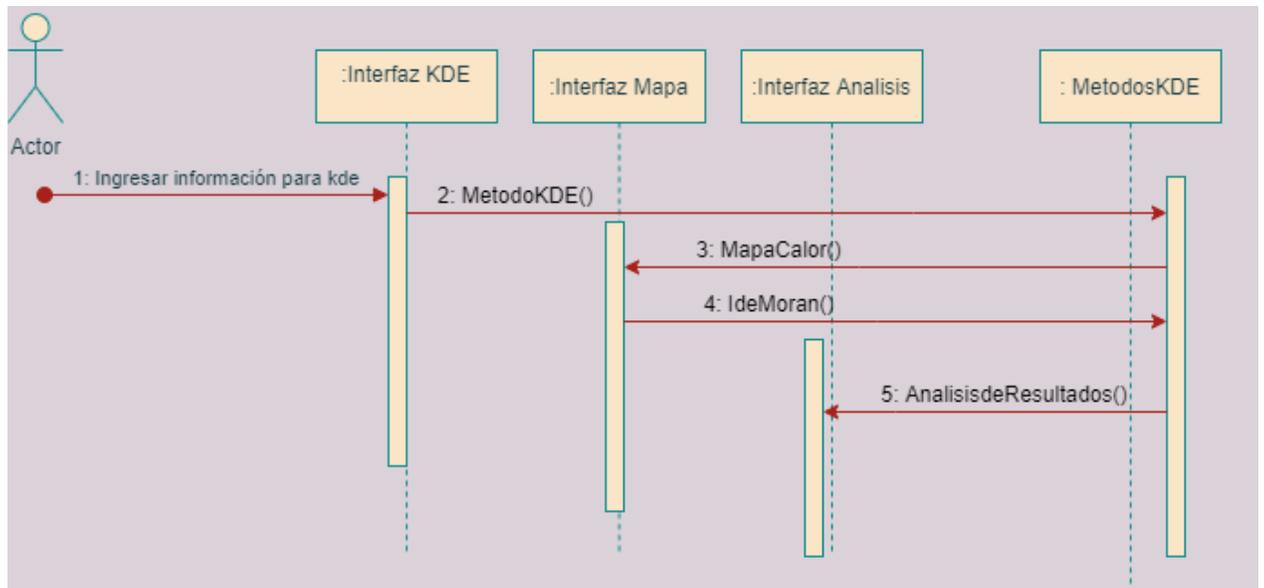
**FIGURA 19: DIAGRAMA DE SECUENCIA CARGA Y FILTRAR**



**FUENTE: LOS AUTORES.**

En este diagrama de secuencia se puede observar los pasos que el usuario puede realizar recién ingresa en el prototipo y sus interfaces. Comenzando desde la interfaz de carga en donde el usuario ingresara los archivos cartográficos y el programa verifica si los documentos seleccionados son válidos, una vez el sistema verifique la validez de los archivos de carga el usuario puede seleccionar si filtrar o no los datos, en el grafico anterior se ve los pasos que hace el usuario y el sistema si se elige la opción de filtrar los datos. Una vez el sistema filtra datos se ejecuta los mismos pasos que el siguiente diagrama de secuencia.

**FIGURA 20: DIAGRAMA DE SECUENCIA MÉTODO KDE**



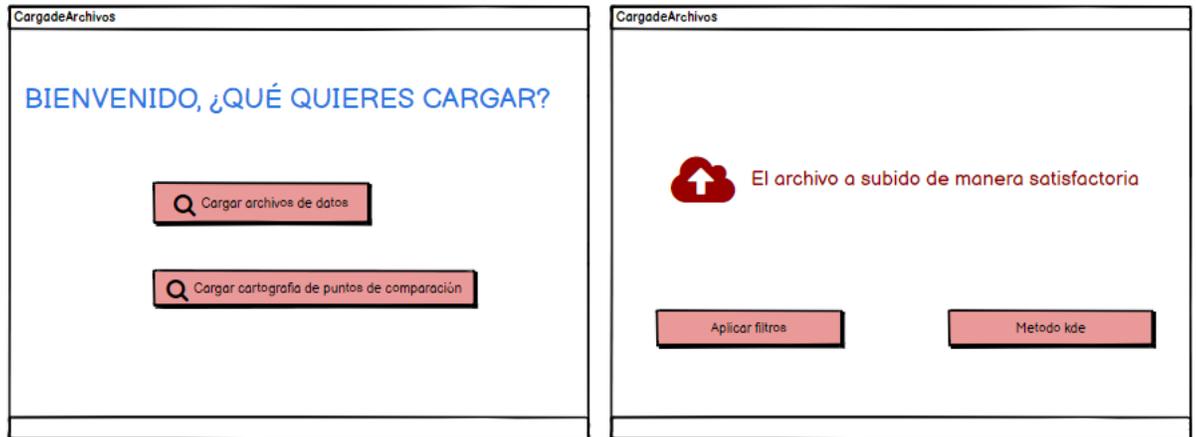
**FUENTE: LOS AUTORES**

En este diagrama se ven los pasos y que realiza el usuario y el prototipo para llegar ya el final en donde se muestra el mapa de calor con los puntos localizados y da un análisis de resultados.

### 5.3 MockUp

En el MockUp es una representación de como seria el diseño de las interfaces que tendrá el prototipo y como tendrán los elementos que son necesarios. Esto son solo ideas de cómo serán las interfaces.

**FIGURA 21: MOCKUP CARGA DE ARCHIVOS**



**FUENTE: LOS AUTORES**

En la imagen anterior podemos observar la primera interfaz que posee el prototipo que es una interfaz de carga de archivos en el cual el usuario sube el archivo y posteriormente el sistema valida que el archivo es válido y le da dos opciones el cual abrirán diferentes ventanas.

FIGURA 22: INTERFAZ FILTRAR DATOS

Filtrar datos

**Sexo**  
 Masculino [ ]Femenino

**Edad**  
 Desde \_\_ hasta los \_\_  
 \_\_ años

**Dirección**  
\_\_\_\_\_

Fecha

DECEMBER 2020						
S	M	T	W	T	F	S
29	30	1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31	1	2

Aplicar filtros

FUENTE: LOS AUTORES

Esta es la ventana si el usuario decide aplicar filtros, en el cual tendrá que seleccionar los parámetros en los cuales los datos serán filtrados y después de elegir los datos tendrá que subirlos en el botón y se abrirá la interfaz del método kde.

FIGURA 23: INTERFAZ MÉTODO KDE

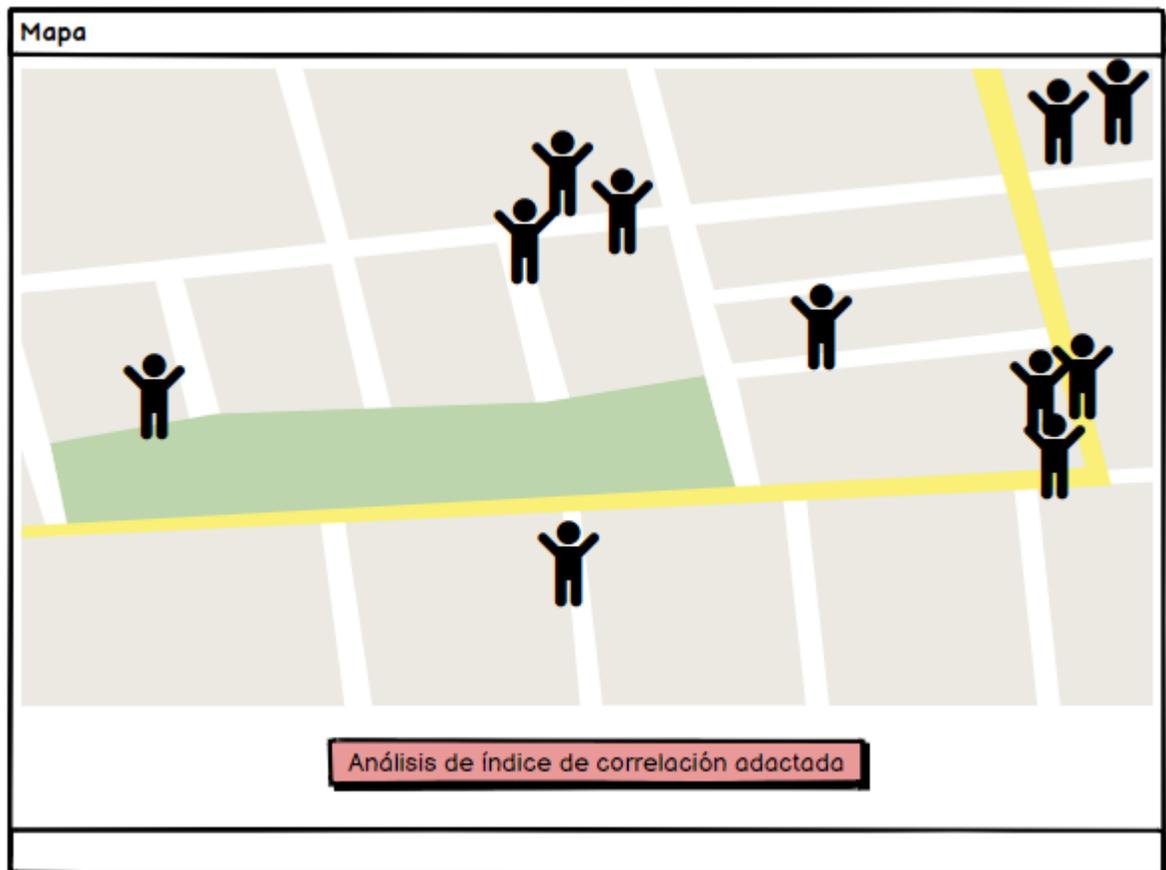
The image shows a window titled "MetodoKDE" with the following elements:

- Resolución**: A text input field with a horizontal line below it.
- Ancho de Banda**: A text input field with a horizontal line below it.
- Función**: A section containing five radio button options:
  - Unifrome
  - Triangular
  - Epanechnikov
  - Normal
  - Valle Poussin
- Ir al mapa**: A red button with black text located in the bottom right corner.

FUENTE: LOS AUTORES

Esta es la interfaz del método kde que se abre en el momento que en el usuario desde la interfaz de carga de archivos decide abrirla, también se abre cuando el usuario ya ha terminado de aplicar los filtros. En esta interfaz se define la resolución, el ancho de banda y la función que quieren que se realice el método kde, una vez estén rellenos los datos el usuario deberá oprimir un botón el cual le mostrara el mapa de calor con los puntos y datos seleccionados dependiendo de los parámetros

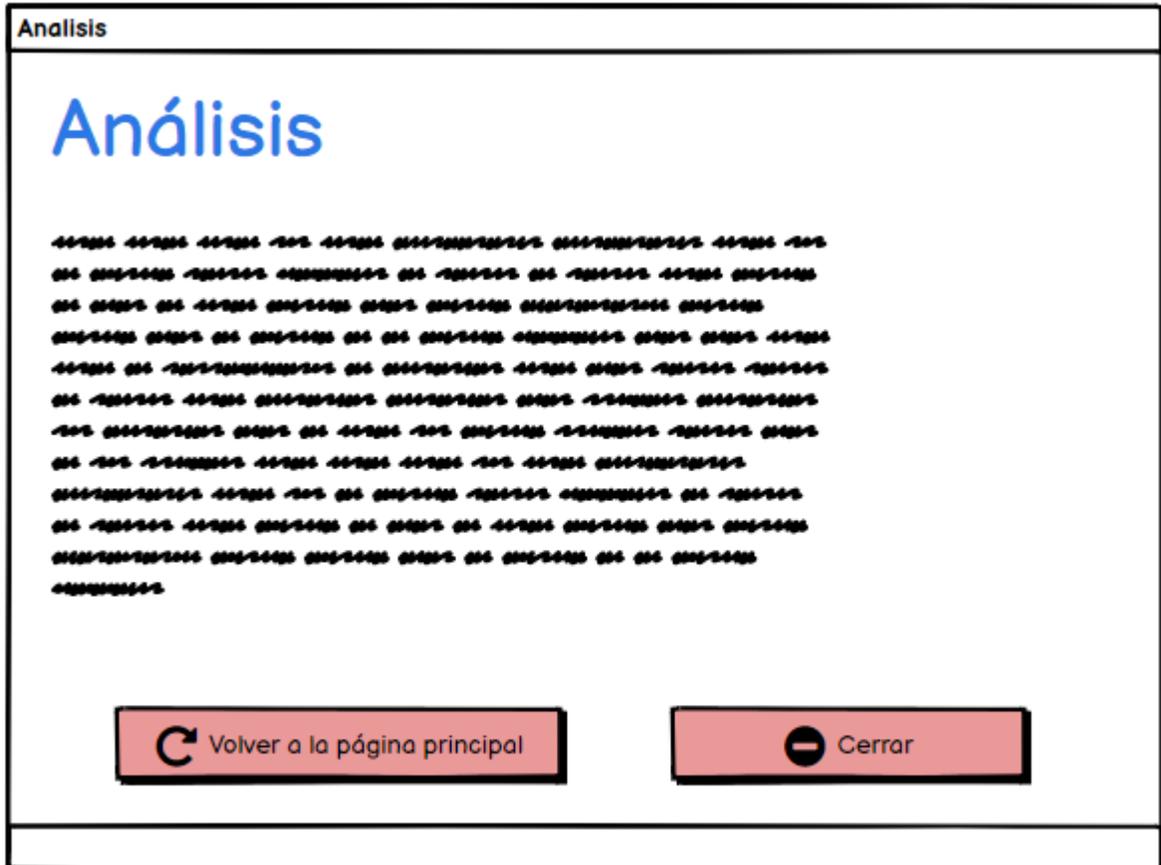
FIGURA 24: INTERFAZ MAPA



FUENTE: LOS AUTORES

En la interfaz del mapa se ven los puntos de referencia en el mapa de calor y se le muestra a el usuario la opción de que por medio del mapa se haga un análisis del índice de correlación adaptada.

FIGURA 25: INTERFAZ ANÁLISIS



FUENTE: LOS AUTORES

En la interfaz de análisis se muestra si se los datos se relacionan o no se relacionan con el método estadístico de la I de moran y el programa se termina con esta última interfaz

## Capítulo 6: Resultados

En este capítulo se toman los resultados que se pudieron observar en la hora del desarrollo del prototipo de software y los análisis. Sin embargo, por inconvenientes externos al desarrollo de este documento no se logró encontrar el archivo con formato .kml de enfermedades respiratorias, por lo cual las demostraciones se harán con el archivo de dengue del municipio de Floridablanca, Santander en el 2015.

### 6.1 Experiencia del desarrollo

A la hora del desarrollo se tuvieron que hacer análisis de cómo se debían organizar los datos, ya que se tomó en cuenta que debe leerse solo exclusivamente archivos .kml y estos tienen una forma única de análisis. Por lo cual en un principio para los datos que contienen estos archivos diferentes a los de las coordenadas, eran almacenados en un HashMap que es un tipo de dato de la clase Java Útil parecido a un ArrayList, dado a que su forma de guardado es como una matriz, pero su almacenamiento es guardado por una Key y un Value que no necesariamente deben ser del mismo tipo. Sin embargo, aunque el HashMap es útil para almacenar los datos no nos brindaba un orden específico a la hora de poder hacer una tabla para mostrar los datos, por lo cual, se modificó a LinkedHashMap que es una extensión del HashMap por lo que su estructura es muy similar, la diferencia entre estas dos es que en el LinkedHashMap se guardan los datos de manera secuencial lo que permite ser encontrados por una iteración que es más práctico a la hora de mostrar los datos.

También se vio la posibilidad de implementar todas las cargas en una misma página para que fuera de lectura más rápida, pero por medio de una mejor accesibilidad del usuario para no confundir los archivos se planificó que las subidas fueran en diferentes interfaces. Una vez acordado que fueran diferentes interfaces de subida se planificó cual debía ser la primera cartografía para leerla con su correspondiente ¿por qué?

Las interfaces fueron creadas en orden imaginando a la hora del gráfico final, por eso se la primera interfaz es la cartografía que corresponde al municipio o lugar que se analizará, luego es la interfaz de la cartografía que corresponde a esos puntos que se van a referencias y por último se creó la interfaz de los puntos en donde que

se aplicará el método kde, hay que tener en cuenta que el archivo que es subido en la anterior interfaz mencionada es editable ya que se le pueden aplicar filtros para notar diferencias en los resultados puros del kml.

## 6.2 Mapas de Calor

En este subcapítulo se observará como cambian los resultados gracias a la implementación de los filtros. Para aclarar en las siguientes ilustraciones se utilizaron siempre los mismos documentos (.kml) para demostrar así los datos reales.

En la siguiente ilustración podrá observar los datos del archivo que subió en la interfaz de puntos sin ninguna alteración.

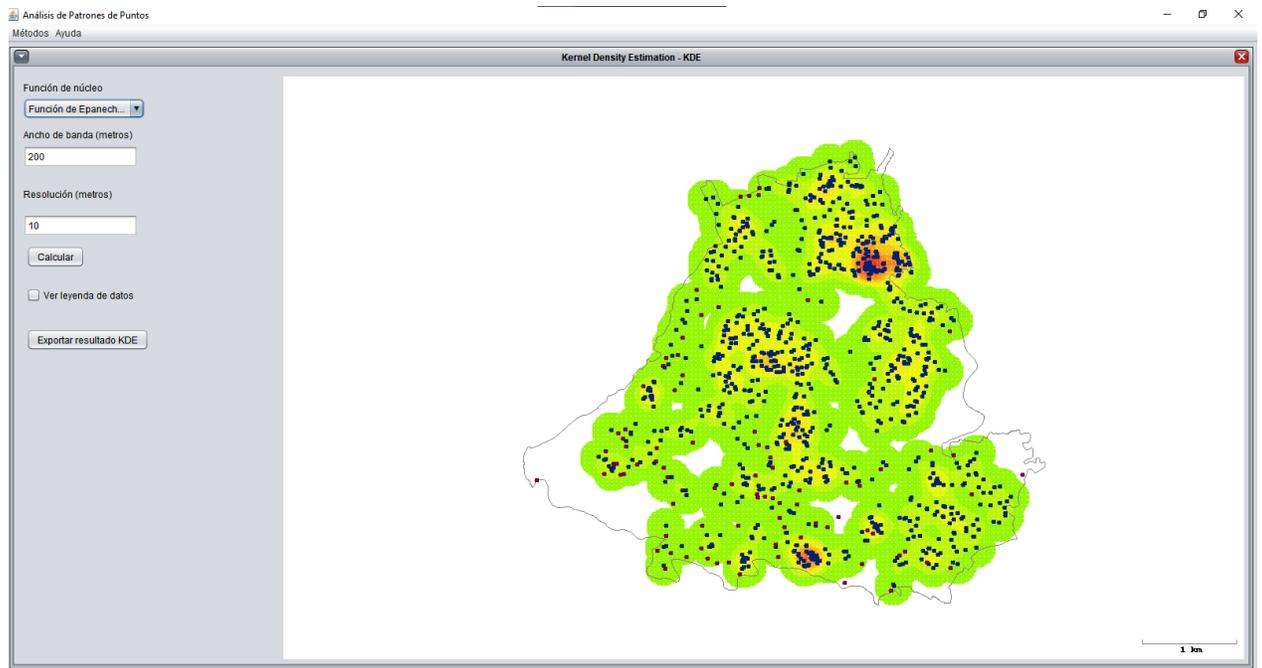
**FIGURA 26: TABLA DE PUNTOS SIN FILTROS**

ID	cod_eve	fec_not	semana	edad_	sexo_	bar_ver_	dir_res_	tip_ss_	con_fin_	ajuste_
2	210	09/01/2...	1	24	M	MOLINO...	CALLE ...	C	1	3
3	210	11/01/2...	1	58	M	OASIS...	CARRE...	C	1	3
7	210	15/01/2...	1	46	F	LA CUM...	CARRE...	S	1	3
8	210	08/01/2...	1	27	F	SIN INF...	CIRCU...	C	1	7
11	210	12/01/2...	1	14	M	ZAPAMA...	CALLE ...	S	1	3
16	210	11/03/2...	10	35	M	BELLAV...	SECTO...	C	1	7
18	210	12/03/2...	10	72	F	LA CUM...	CARRE...	P	1	7
19	210	18/03/2...	10	32	F	SIN INF...	CALLE ...	C	1	3
22	210	13/03/2...	10	8	F	ZAPAMA...	CALLE ...	C	1	3
24	210	14/03/2...	10	0	F	CIUDAD...	CARRE...	C	1	7
27	210	20/03/2...	11	24	M	CERRO...	CALLE ...	C	1	3
29	210	23/03/2...	11	18	M	CERRO...	CALLE ...	C	1	3
32	210	31/03/2...	11	1	F	CASCO ...	CALLE ...	S	1	3
34	210	25/03/2...	12	25	F	CASCO ...	CALLE ...	C	1	3
39	210	26/03/2...	12	37	M	CIUDAD...	CALLE ...	C	1	7
41	210	29/03/2...	12	12	M	LA CUM...	CARRE...	S	1	7
43	210	06/04/2...	13	66	M	LA CUM...	CARRE...	C	1	7
44	210	10/04/2...	13	47	F	PRADO...	CALLE ...	C	1	7
47	210	07/04/2...	13	17	F	GARCIA...	CARRE...	C	1	7
49	210	17/04/2...	14	40	M	LA CUM...	CALLE ...	P	1	7
51	210	12/04/2...	14	62	F	CIPRES...	CONJU...	C	1	7
52	210	08/04/2...	14	4	F	VILLABEL	CALLE ...	C	1	3
53	210	10/04/2...	14	5	F	CERRO...	CALLE ...	C	1	3
54	210	11/04/2...	14	4	M	CERRO...	CALLE ...	C	1	3
56	210	08/04/2...	14	13	F	PALME...	CALLE ...	C	1	3
57	210	20/04/2...	15	26	F	EL BOS...	SECTO...	C	1	3
63	210	20/04/2...	15	30	M	OASIS...	CALLE ...	C	1	3
66	210	25/04/2...	16	23	F	PALME...	CARRE...	C	1	3
67	210	09/05/2...	16	20	F	LA CUM...	CALLE ...	C	1	3
71	210	27/04/2...	16	8	F	EL CAR...	CALLE ...	P	1	7
80	210	27/05/2...	18	63	M	LA CUM...	CARRE...	C	1	3
82	210	15/05/2...	18	36	F	LA CUM...	CARRE...	C	1	3
84	210	12/05/2...	18	33	F	LA TRIN...	CARRE...	C	1	7
88	210	11/05/2...	18	11	M	VILLA L...	CARRE...	C	1	3
89	210	20/05/2...	19	28	M	SAN BE...	CALLE ...	C	1	7

**FUENTE: LOS AUTORES**

Para todos los mapas de calor vamos a tener en cuenta una resolución de 10, un ancho de banda de 200 y la función Epanechnikov.

**FIGURA 27: MAPA DE CALOR SIN FILTRO**



**FUENTE: LOS AUTORES**

Ahora para poder observar diferencias aplicaremos el filtro del sexo teniendo en cuenta que los datos sin filtrar tienen un total de 990 datos. La primera ilustración será la correspondiente al filtro de sexo M que tiene referencia al sexo Masculino

**FIGURA 28: TABLA FILTRO SEXO M**

ID	cod_eve	fec_not	semana	edad_	sexo_	bar_ver_	dir_res_	tip_ss_	con_fin_	ajuste_
2	210	09/01/2...	1	24	M	MOLINO...	CALLE ...	C	1	3
3	210	11/01/2...	1	58	M	OASIS	CARRE...	C	1	3
11	210	12/01/2...	1	14	M	ZAPAMA...	CALLE ...	S	1	3
16	210	11/03/2...	10	35	M	BELLAV...	SECTO...	C	1	7
27	210	20/03/2...	11	24	M	CERRO...	CALLE ...	C	1	3
29	210	23/03/2...	11	18	M	CERRO...	CALLE ...	C	1	3
39	210	26/03/2...	12	37	M	CIUDAD...	CALLE ...	C	1	7
41	210	29/03/2...	12	12	M	LA CUM...	CARRE...	S	1	7
43	210	06/04/2...	13	66	M	LA CUM...	CARRE...	C	1	7
49	210	17/04/2...	14	40	M	LA CUM...	CALLE ...	P	1	7
54	210	11/04/2...	14	4	M	CERRO...	CALLE ...	C	1	3
63	210	20/04/2...	15	30	M	OASIS	CALLE ...	C	1	3
80	210	27/05/2...	18	63	M	LA CUM...	CARRE...	C	1	3
88	210	11/05/2...	18	11	M	VILLA L...	CARRE...	C	1	3
89	210	20/05/2...	19	28	M	SAN BE...	CALLE ...	C	1	7
95	210	12/05/2...	19	13	M	VILLA L...	CARRE...	C	1	3
97	210	16/05/2...	19	10	M	VILLABEL	CALLE ...	C	1	3
106	210	23/05/2...	20	64	M	CALDAS	CARRE...	C	1	7
110	210	20/05/2...	20	32	M	SANTA ...	CARRE...	C	1	3
124	210	03/06/2...	22	65	M	CIUDAD...	CALLE ...	E	1	7
129	210	05/06/2...	22	14	M	CADAV...	CARRE...	C	1	3
130	210	15/06/2...	23	29	M	BRISAS ...	CARRE...	C	1	7
132	210	16/06/2...	23	28	M	VILLABEL	CALLE ...	P	1	7
137	210	13/06/2...	23	68	M	SANTA ...	CARRE...	C	1	7
142	210	13/06/2...	23	15	M	SIN INF...	CARRE...	C	1	7
147	210	20/06/2...	24	14	M	VILLA C...	CARRE...	C	1	3
162	210	06/07/2...	26	30	M	COVIFL...	CALLE ...	C	1	3
166	210	04/07/2...	26	11	M	BUCARI...	BLOQU...	C	1	3
199	210	20/07/2...	28	10	M	LAGOS III	CALLE ...	C	1	3
207	210	28/07/2...	29	42	M	LA PAZ	CARRE...	C	1	3
211	210	27/07/2...	29	16	M	NUEVO ...	CALLE ...	C	1	3
213	210	31/01/2...	3	21	M	CASCO ...	CALLE ...	E	1	3
226	210	01/08/2...	30	34	M	LAGOS I	CALLE ...	C	1	7
228	210	29/07/2...	30	35	M	PALOMI...	CARRE...	C	1	3
230	210	12/08/2	31	24	M	VIL L A C	CARRE...	C	1	3

**FUENTE: LOS AUTORES**

Teniendo en cuenta que los datos han sido modificados por el filtro, los puntos que se graficaban en el original en este tendrán una disminución por el filtro que nos dejaba solo los de sexo M estos datos quedan reducidos a 524 lo que significa que es el 53% de los datos originales.

**FIGURA 29: MAPA CALOR FILTRO SEXO M**



**FUENTE: LOS AUTORES**

Podemos observar en el mapa de calor es bastante diferente al de sin filtro ya que este nos muestra varias zonas que se encuentran con una concentración medianamente alta (color naranja). Ahora para seguir en nuestra demostración de los cambios por los filtros, se representarán los datos que tienen referencia al sexo F.

**FIGURA 30: TABLA FILTRO SEXO F**

**Filtrar Datos**

Seleccione valor a filtrar  
 sexo\_

Valor  
 Igual F

Rango  
 Desde Hasta

Aplicar Filtros

Metodo KDE

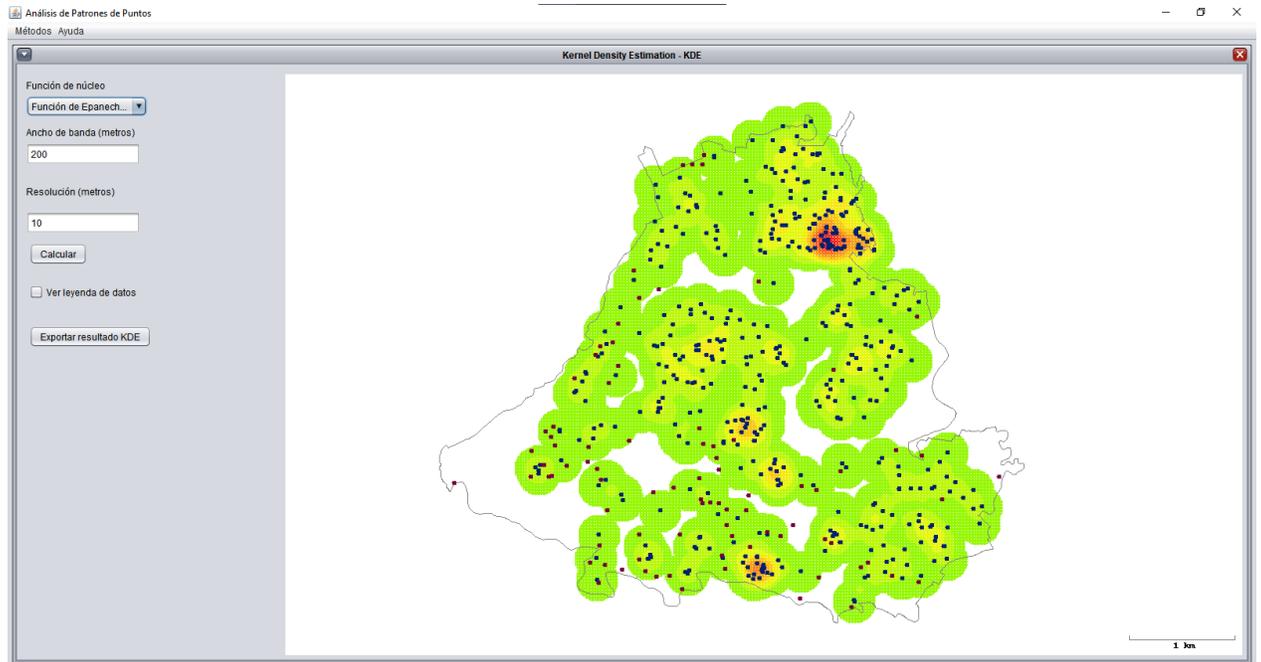
**Tabla de datos**

ID	cod_eve	fec_not	semana	edad_	sexo_	bar_ver_	dir_res_	tip_ss_	con_fin_	ajuste_
7	210	15/01/2...	1	46	F	LA CUM...	CARRE...	S	1	3
8	210	08/01/2...	1	27	F	SIN INF...	CIRCU...	C	1	7
18	210	12/03/2...	10	72	F	LA CUM...	CARRE...	P	1	7
19	210	18/03/2...	10	32	F	SIN INF...	CALLE...	C	1	3
22	210	13/03/2...	10	8	F	ZAPAMA...	CALLE...	C	1	3
24	210	14/03/2...	10	0	F	CIUDAD...	CARRE...	C	1	7
32	210	31/03/2...	11	1	F	CASCO...	CALLE...	S	1	3
34	210	25/03/2...	12	25	F	CASCO...	CALLE...	C	1	3
44	210	10/04/2...	13	47	F	PRADO...	CALLE...	C	1	7
47	210	07/04/2...	13	17	F	GARCIA...	CARRE...	C	1	7
51	210	12/04/2...	14	62	F	CIPRES...	CONJU...	C	1	7
52	210	08/04/2...	14	4	F	VILLABEL	CALLE...	C	1	3
53	210	10/04/2...	14	5	F	CERRO...	CALLE...	C	1	3
56	210	08/04/2...	14	13	F	PALME...	CALLE...	C	1	3
57	210	20/04/2...	15	26	F	EL BOS...	SECTO...	C	1	3
66	210	25/04/2...	16	23	F	PALME...	CARRE...	C	1	3
67	210	09/05/2...	16	20	F	LA CUM...	CALLE...	C	1	3
71	210	27/04/2...	16	8	F	EL CAR...	CALLE...	P	1	7
82	210	15/05/2...	18	36	F	LA CUM...	CARRE...	C	1	3
84	210	12/05/2...	18	33	F	LA TRIN...	CARRE...	C	1	7
91	210	15/05/2...	19	31	F	PARAG...	CALLE...	C	1	3
94	210	13/05/2...	19	13	F	CASCO...	CALLE...	C	1	3
96	210	12/05/2...	19	15	F	VILLA L...	CARRE...	C	1	3
98	210	20/01/2...	2	23	F	OASIS	CALLE...	S	1	3
99	210	23/01/2...	2	37	F	MIRADO...	TORRE...	C	1	3
101	210	18/01/2...	2	5	F	SIN INF...	CARRE...	C	1	7
102	210	22/01/2...	2	1	F	VERSAL...	TRANSV...	C	1	7
103	210	18/01/2...	2	10	F	ARRAYA...	CARRE...	C	1	3
125	210	09/06/2...	22	37	F	VILLA L...	CARRE...	C	1	3
144	210	24/06/2...	24	21	F	VILLA L...	CALLE...	C	1	3
146	210	23/06/2...	24	31	F	EL REP...	CALLE...	C	1	7
151	210	29/06/2...	25	63	F	EL DOR...	CARRE...	C	1	7
153	210	28/06/2...	25	48	F	TARRA...	CALLE...	C	1	7
156	210	10/07/2...	26	21	F	LAS VIL...	CARRE...	C	1	7
160	210	29/06/2...	26	70	F	PARAG...	VIA 33#	C	1	3

**FUENTE: LOS AUTORES**

En la siguiente se ilustración están dibujados los puntos del resultado de la tabla con el valor de filtrado de sexo igual a F que cuenta con 466 datos lo que equivale a un 47% del total de datos.

**FIGURA 31: MAPA DE CALOR DE FILTRAR SEXO F**



**FUENTE: LOS AUTORES**

En este mapa de calor se observa una mayoría de zonas con concentración baja (color verde) y dos zonas con alta concentración (color rojo), una al nororiente y otra al suroriente. A diferencia del mapa de calor de los datos con filtro de sexo M se nota que no hay zonas medianamente altas y suele parecerse más al mapa de calor de los datos sin filtrar.

Cabe recordar que los puntos de color azul son esos puntos a los que el usuario le aplica el método de Kernel Destiny Estimation y son los puntos que son cambiantes depende del filtro que se les aplique, por otro lado, los puntos de color carmesí son los puntos de esos lugares que se pueden influir o no en el contagio.

### 6.3 El análisis del software

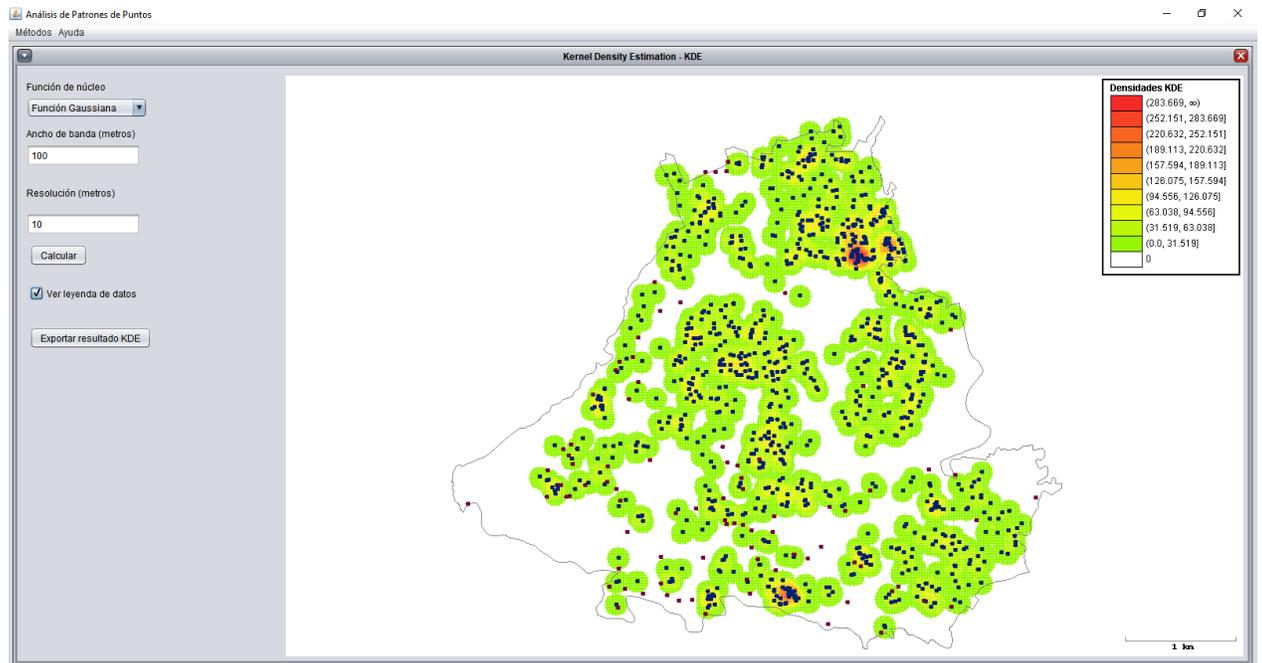
El prototipo de software se cargan varias capas en diferentes interfaces como lo hemos explicado en anteriores subcapítulos. Sin embargo, en este analizaremos mejor el funcionamiento del prototipo de software, el primer archivo que es cargado es leído como un polígono que delimita la región en donde estarán ubicados los otros dos archivos en nuestro caso este archivo .kml sería el polígono de Floridablanca. El segundo archivo cargado corresponde a esos lugares que

pueden afectar que halla o no mayor foco de contaminación, por lo que en nuestro ejemplo estos vendrían siendo todas esas fuentes hídricas, como las piscinas, lagunas y quebradas. Por último, se sube el archivo que contiene esos puntos que serán relacionados con el método de *Kernel Density Estimation* y que se compara con el archivo de los puntos de lugares para ver si están relacionados o no por medio de análisis estadísticos, como la I de Moran.

Para el estudio de concentraciones, se implementaron cinco funciones para calcular la concentración de puntos en un lugar, las cuales son probadas con los siguientes valores: 100 de ancho de banda y 10 de resolución para así observar sus focos.

Con la función de núcleo Gaussiana, el ancho de banda en 100 y la resolución en 10, se observan solo tres zonas en las que se ve una alta concentración (color rojo) y una cantidad considerable de zonas medianamente concentradas (color amarillo).

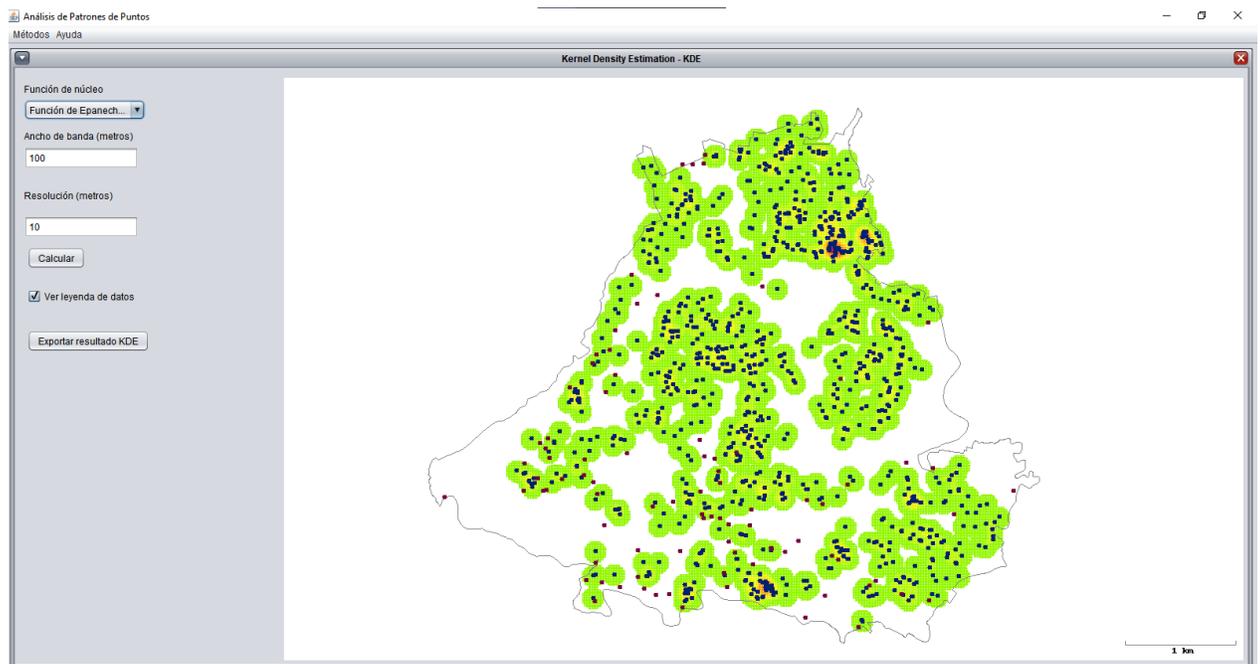
**FIGURA 32: FUNCIÓN DE NÚCLEO GAUSSIANA**



**FUENTE: LOS AUTORES**

Con la función de núcleo Epanechnikov, el ancho de banda en 100 y la resolución en 10, se observan solo tres zonas en las que se ve una alta concentración (color rojo) al igual que en la función de núcleo Gaussiana. Sin embargo, las zonas medianamente concentradas (color amarillo) son menores, dado a que la mayoría son consideradas de baja concentración (color verde)

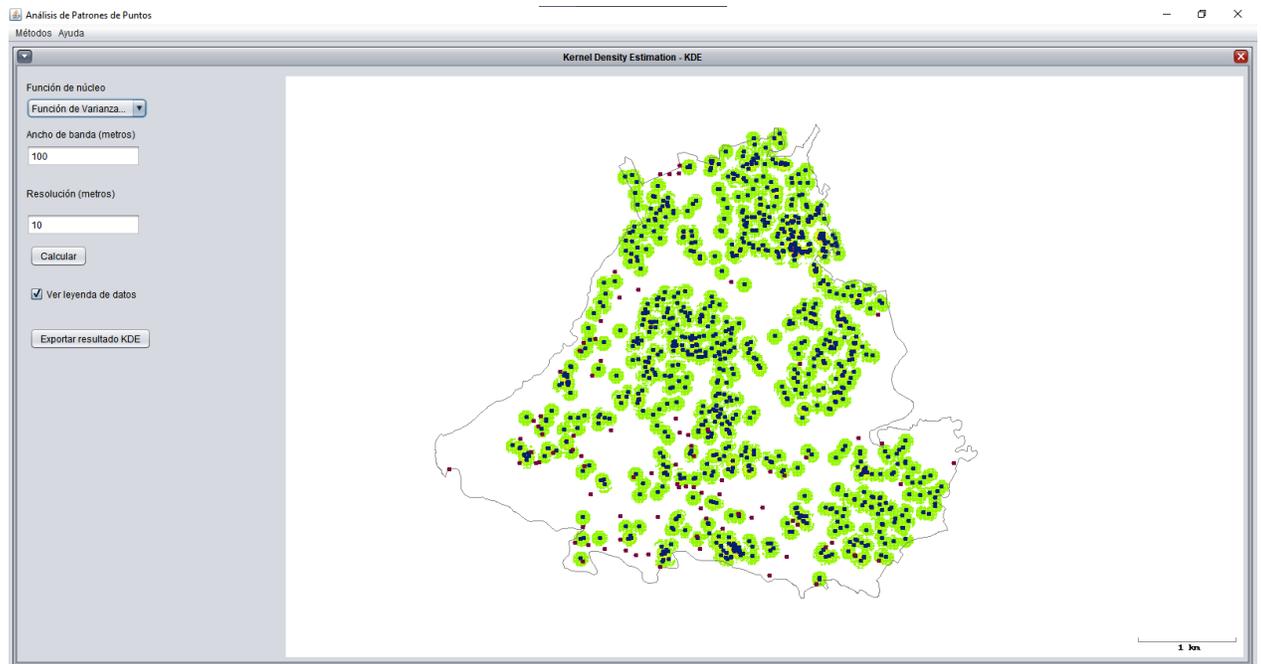
**FIGURA 33: MAPA CALOR EPANECHNIKOV**



**FUENTE: LOS AUTORES**

Con la función de núcleo Varianza mínima, el ancho de banda en 100 y la resolución en 10, se observa gran diferencia con las anteriores ya que en esta sus zonas son mucho más pequeñas, por lo cual al ser más pequeñas solo una zona es en la que se logra ver una alta concentración (color rojo) y una gran cantidad de zonas de baja concentración (color verde).

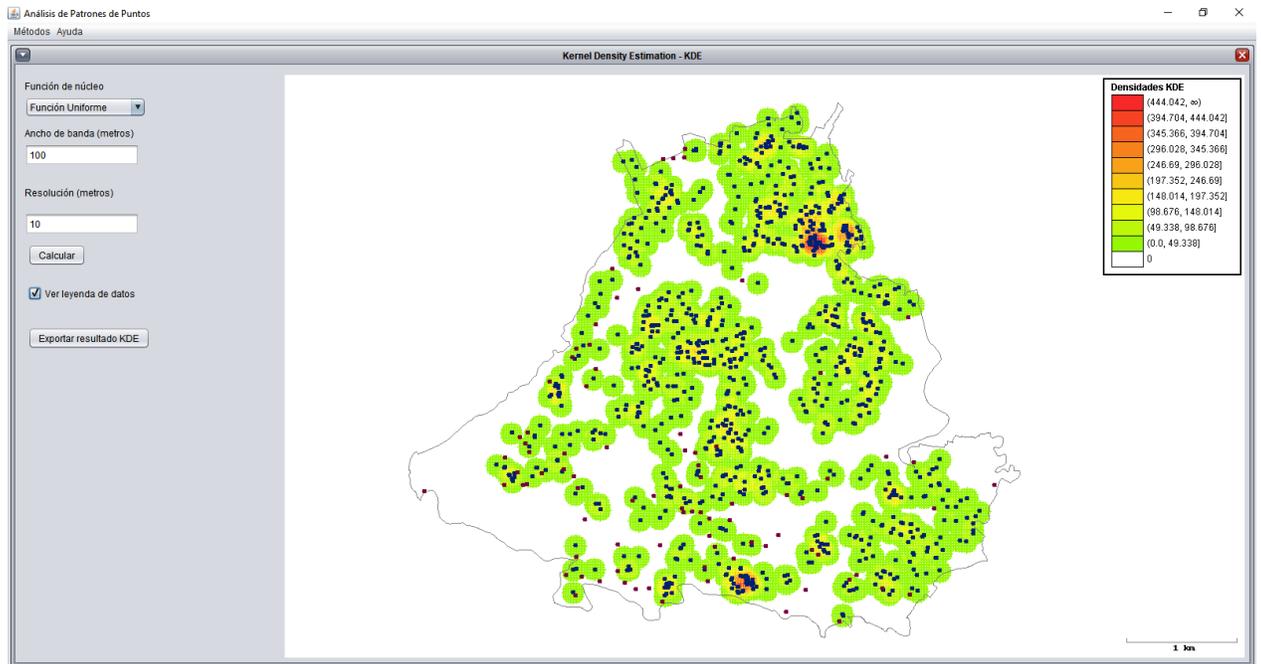
**FIGURA 34: MAPA DE CALOR VARIANZA MÍNIMA**



**FUENTE: LOS AUTORES**

Con la función de núcleo Uniforme, el ancho de banda en 100 y la resolución en 10, se observa gran parecido a la función Gaussiana, por lo cual tiene tres zonas es en la que se logra ver una alta concentración (color rojo) y una cantidad notable de zonas de mediana concentración (color verde).

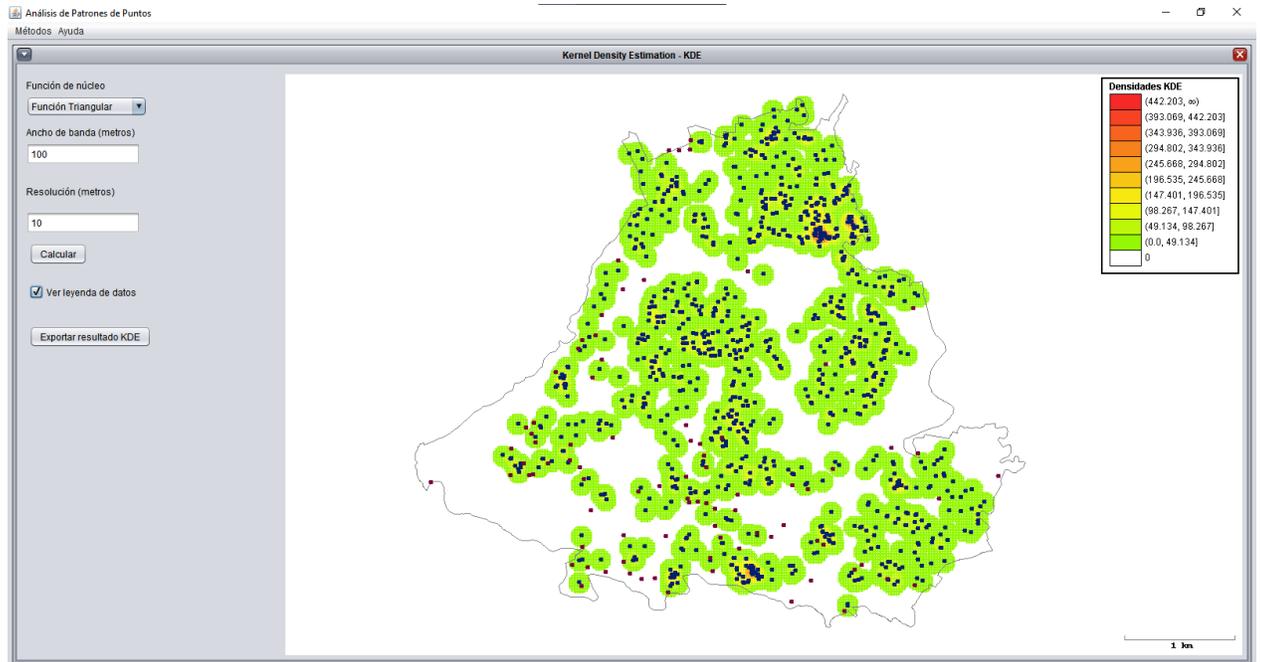
**FIGURA 35: MAPA DE CALOR UNIFORME**



**FUENTE: LOS AUTORES**

Con la función de núcleo Triangular, el ancho de banda en 100 y la resolución en 10, se aprecia un gran parecido a la función Epanechnikov, dado a que solo tres zonas en las que se ve una alta concentración (color rojo). Sin embargo se pueden ver un poco más de las zonas medianamente concentradas (color amarillo), aunque la mayoría de zonas son consideradas de baja concentración (color verde)

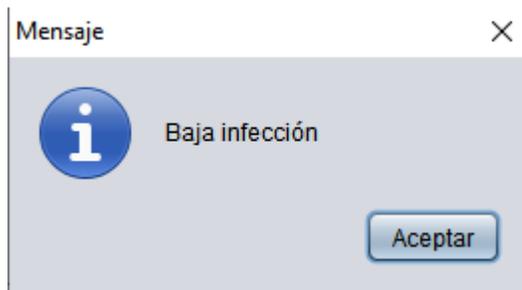
**FIGURA 36: MAPA DE CALOR TRIANGULAR**



**FUENTE: LOS AUTORES**

Una vez analizados los datos con las diferentes funciones de núcleo, podíamos observar que, sin importar la función elegida siempre salía un mensaje emergente el cual notificaba que los puntos de dengue y los puntos de referencia de lugares con fuentes hídricas no tienen ninguna relación y esto es porque para análisis estadístico no influye la función elegida sino los puntos ubicados geográficamente.

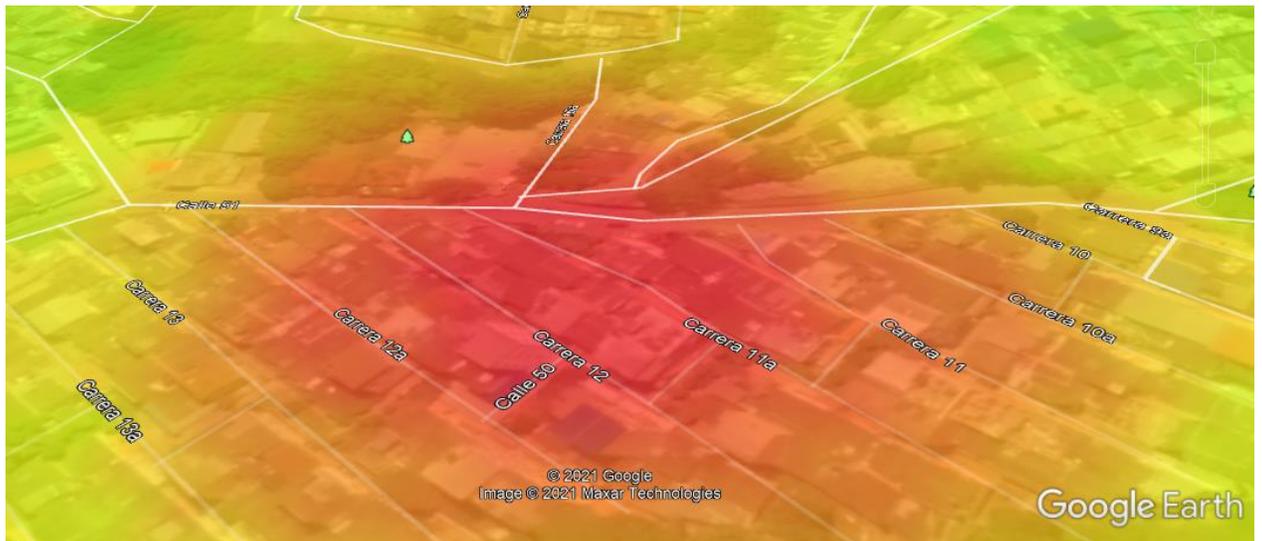
**FIGURA 37: MENSAJE EMERGENTE**



**FUENTE: LOS AUTORES**

Los datos pueden ser exportados a la herramienta de Google Earth para así poder ver de manera más específica el lugar en donde las concentraciones son más altas. Dado a que en todas las funciones de núcleo había por lo mínimo una zona de alta concentración al colocar nuestro archivo en la herramienta de Google podemos observar que la zona está ubicada entre la carrera 10ª hasta la carrera 12ª con calle 51 y la carrera 16ª con calle 51.

**FIGURA 38: GOOGLE EARTH**



**FUENTE: GOOGLE EARTH**

## Capítulo 7: Conclusiones y recomendaciones

En este último capítulo se encuentra las conclusiones que se lograron por medio de los resultados vistos en el proyecto.

### 7.1 Conclusiones

Al emplear la Función Kernel Destiny Estimation, sobre los datos de casos de dengue ocurridos en el municipio de Floridablanca en el año 2015, como opción de reemplazo ya que se presentaron inconvenientes para tener estos datos. Podemos concluir que los datos presentan tendencias a aglomeraciones lo que significa que no ocurren de una manera aleatoria o azar. Sin embargo, las piscinas y quebradas de estos municipios no tienen una relación de incidencia ya que nuestra función estadística de la I de Moran nos dio que no hay una relación entre estos.

Todo el software está hecho de manera dinámica lo cual permite que cualquier capa de eventos que se encuentre disponible para analizar serviría en el programa. Ayudando no solamente en el caso del dengue como fue mostrado en nuestros resultados, sino que en diferentes enfermedades epidemiológicas. Estos datos en manos de la entidad responsable de la salud pública, puede ayudar notablemente a la reducción de ocurrencia de enfermedades en los municipios, ya que, permite identificar las zonas o barrios más vulnerables y así promover campañas para obtener un impacto positivo que ayude a reducirlas; como se ha visto reflejado en otros lugares del mundo, en los cuales, por medio de herramientas similares a la aplicación software desarrollada en este proyecto y por medio del trabajo conjunto con las respectivas entidades responsables de la atención de dichos eventos, ayudaron notablemente en la reducción de la frecuencia de ocurrencia de estos eventos. Lo que quiere decir, que la implementación de la aplicación software en el campo de análisis espacial, con el objetivo de detectar patrones de aglomeración y ocurrencia de un fenómeno como el estudiado en este proyecto, puede ser de gran apoyo en la identificación de dichos patrones de aglomeración y, por lo tanto, ser de gran ayuda.

## 7.2 Recomendaciones

En este momento el software esta hecho de manera dinámica lo cual nos permite cargar cualquier archivo .kml, en el módulo de visualizador de resultados KDE, se ubican los puntos de manera correcta dentro de la superficie del polígono del mapa, para recomienda a un futuro agregar unas divisiones por localidades, barrios o comunas, con el objetivo de que sea para el usuario más fácil identificar las zonas con mayor concentración, por lo cual, no sería necesario exportar el archivo y llevarlo a herramientas como Google Earth.

El software le permite al usuario hacer zoom sobre el mapa de calor, para que, pueda observar con más detalle la cantidad de puntos en alguna zona en la que se desea conocer dicho dato sería mucho más fácil si pudieran ver las direcciones. La herramienta software fue desarrollada para que soportara únicamente archivos KML, aunque dichos archivos tienen un gran soporte por la compañía Google, lo que los hace altamente difundidos, no son los únicos archivos que permiten la georreferenciación o cartografía digital lo cual limita a grandes rasgos el uso del software, dado a que ni siquiera lee los archivos SHP que son los más comunes para estas tareas, por lo que es recomendable permitir que la aplicación software soporte estos y otros tipos de archivos que se usen para la cartografía digital. Otra temática es la exportación de resultados del módulo KDE, por medio de archivos KML, ya que, el proceso es rápido y se incluye a la hora exportar el kml y una imagen png, por lo que se recomienda, brindarle al usuario la opción de elegir la gama de color de su preferencia, también escoger aplicar un color diferente para cada densidad o hasta para los puntos de referencia. Por otra parte, sería útil implementar una versión web tipo Google Earth para no estar limitado a que los equipos deban tener el programa descargado.

## Bibliografía

- Arenas, N. E., Quintero-Álvarez, L., Rodríguez-Marín, K., & Gómez-Marín, J. E. (2012). Sociodemographic and spatial transmission of tuberculosis in the city of Armenia (Colombia). *Infectio*, 16(3), 154–160. [https://doi.org/10.1016/s0123-9392\(12\)70005-x](https://doi.org/10.1016/s0123-9392(12)70005-x)
- Cardozo, L. E. (2018). *utilizando geolocalização de pacientes Mapeamento de hotspots de transmissão de malária utilizando geolocalização de pacientes.*
- CARLOS, G. L. J., & GINGER, M. C. H. (2017). *Prototipo De Un Sistema De Geolocalización De Enfermedades Vectoriales En La Ciudad De Guayaquil, a Partir De Una Base De Datos Médica, Mediante El Uso De Cartografía.* 189. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/24273/1/B-CISC-PTG.1393>.  
García Lino Jaen Carlos. Muñoz Chóez Hellen Ginger.pdf
- Castañeda Becerra, S. L., & Tunjano Aristizábal, L. F. (2018). *Implementación de modelos espacio temporales para predecir la distribución de las enfermedades transmitidas por vectores en zonas críticas de Sasaima-Cundinamarca.* 144.
- Ledezma Acevedo, J. G., Rodríguez Cardenas, N., & Ureña Picado, J. (2018). Herramientas Cartográficas digitales en vigilancia de enfermedades transmitidas por Aedes spp; caso en Costa Rica. *Revista Costarricense de Salud Pública*, 27(1), 87–101.
- Menacho, F. P. (2012). *Faculdade De Educação E Meio Ambiente Cristian Gabriela Martinelli.* 50.
- Moreno, A., López, S., & Corcho, A. (2015). IMP!!!!!!!!!!!! Principales medidas en epidemiología. *Salud Pública de México*, 42(4), 338–348. [https://www.scielosp.org/article/ssm/content/raw/?resource\\_ssm\\_path=/media/assets/spm/v42n4/2882.pdf](https://www.scielosp.org/article/ssm/content/raw/?resource_ssm_path=/media/assets/spm/v42n4/2882.pdf)
- OMS | Referencias bibliográficas citadas en la carpeta de material. (2013). *WHO.* <https://www.who.int/world-health-day/previous/2005/toolkit/references/es/#.X2ymtREzqG8.mendeley>
- Pasa, L., Possuelo, L. G., Borges, T. S., Schneiders, L. D. B., Silva, C. F. da, Welser, L., Kern, D. G., Reuter, C. P., & Burgos, M. S. (2017). Geolocalização de casos

- de sobrepeso/obesidade e pressão arterial alterada em escolares. *Cinergis*, 18(3), 233. <https://doi.org/10.17058/cinergis.v18i3.9670>
- ramos, santiago, & SÁEZ, K. C. (2016). *Malaria En El Estado Sucre, Venezuela: Evidencias Empíricas Sobre Los Patrones Culturales Como Elemento Del Paisaje Condicionante De La Endemia*. October.
- Scavuzzo, J. M. (2018). *Estratificación temporal de Aedes Aegypti basada en herramientas geoespaciales y aprendizaje automático*.
- Unio, P. J. U., Yhair, D., & Información, L. S. de. (2012). Georreferenciación De Pacientes Diagnosticados Con Fibrosis Quística En La Unidad Proyecto Aragua. Universidad De Carabobo, Período Junio 1993-Junio 2011. Venezuela. *Comunidad y Salud*, 10(2), 57–66.
- Fernández-Coppel, I. a. (2001). La Proyección UTM. *Geoasbuilt.Es*, 1–52. <http://www.cartesia.org/data/apuntes/cartografia/cartografia-geograficas-utm-datum.pdf%5Cnhttp://geoasbuilt.es/tutoriales/topografia/utm.pdf>
- Pressman, R. (2002). *Ingeniería del Software. Un enfoque práctico*.

## ANEXOS

### Cartografía de puntos de agua

Estos datos fueron sacados con ayuda de Google Earth que nos permitía mapear la zona para poder enlistar aquellas superficies que tenían un parecido a las piscinas de los conjuntos cerrados y nos permitía tomar su latitud y longitud. Sin embargo cabe recalcar que la toma y fabricación de la tabla es de total autonomía de los autores de este documento.

**TABLA 13: FUENTES DE AGUA**

Id	Nombre	Latitud	Longitud
1	Quebrada Aguablanca	7,067472	-73,12289
2	Quebrada Aguablanca	7,062072642	-73,11049827
3	Quebrada Aguablanca	7,06305529	-73,10704946
4	Quebrada Aguablanca	7,06567	-73,100255
5	Quebrada Aguablanca	7,066348	-73,097691
6	Quebrada Aguablanca	7,067082376	-73,09316067
8	Condominio Toscana	7,058889	-73,110562
9	Condominio Mediterráneo Santorini	7,060618604	-73,111291
10	Condominio Mediterráneo Firenze	7,060427899	-73,11003041
11	Piscina	7,060053	-73,108546
12	El Olympo	7,06088	-73,107074
13	Edificio	7,059908039	-73,10653626
14	Cabañas	7,059424	-73,105597
15	Cabañas	7,059487	-73,104499
16	Depósito de Agua	7,058360928	-73,10342605
17	Condominio Ventura	7,060024969	-73,09973521
18	Camino de Providenza	7,062985561	-73,10358842
19	Pinar de Versalles	7,061898	-73,097572
20	Colina Versalles	7,062832	-73,099089
21	Apartamento Floridablanca	7,063198	-73,096118
22	Quebrada Pavas	7,059275	-73,091683
23	Bosques De Baviera	7,0575	-73,093316
24	Colegio de GOYAVIER	7,056729	-73,088935
26	Conjunto residencial tamaca	7,067997	-73,11638

27	Conjunto residencial Sierra Colina	7,068982	-73,115237
28	Jardines Campestre	7,068051581	-73,11451782
29	Conjunto Residencial Álamos Parque	7,068939	-73,113267
30	Tayrona II	7,069231	-73,111453
31	Conjunto Iroka	7,068643	-73,110654
32	Piscina	7,071027	-73,107928
33	Piscina	7,067682	-73,110338
34	Moteñano Campestre	7,065113	-73,109785
35	Altos de Cañaveral Campestre	7,066651	-73,105827
36	Altos de Cañaveral	7,067034	-73,104125
37	Buganvila	7,067825	-73,101903
38	Torres de Aragón	7,066015	-73,101777
39	Cañaveral Country	7,065163	-73,09957
40	Conjunto Cañaveral de La Riviera	7,065049	-73,097879
41	Quebrada Suratoque	7,06569	-73,101654
42	Versalles II	7,063763	-73,099585
43	Conjunto residencial Aranjuez	7,061176	-73,099977
48	Colegio la quinta Puente	7,058861	-73,083161
50	Bosque de la Florida	7,067812042	-73,07620872
52	Club Social el limoncito	7,065926381	-73,08111301
53	Quantum	7,060115351	-73,08805895
54	Edificio Rayenari De La Florida	7,060507536	-73,08750447
55	Edificio Miradores De La Florida	7,059376006	-73,08541499
56	Conjunto Villa Italia	7,062204299	-73,09063433
57	Portal Sierra Florida	7,062534508	-73,09112891
58	Conjunto residencial torres de sevilla	7,063796957	-73,09389745
59	Ciudadela Comfenalco Floridablanca	7,062869577	-73,09494342
60	Apartamento Floridablanca	7,063176432	-73,0960766
61	Sede B deportiva Colegio Santa Teresita	7,066781879	-73,09188553
62	Jardin Botánico Eloy Valenzuela	7,068395261	-73,08982081
63	Club Focas	7,069702431	-73,08281078
64		7,070151601	-73,08500497
65	San diego de cañaveral	7,065763909	-73,10097755
66	Florida del Country	7,069523243	-73,10042874
67	Conjunto residencial Redil del Country	7,068569214	-73,10024206
68	Lago de Florida	7,070759602	-73,10154451

69	Parque Acualago	7,072065836	-73,10191245
70	Lagos de Mardel	7,071045694	-73,09892134
71	Maravilla Acualago	7,07052189	-73,10071919
72	Tanque de agua	7,077030949	-73,09037292
73	Conjunto recodo de la florida	7,081600114	-73,08316408
74	Conjunto residencial tamaca	7,068001313	-73,11637658
75	Jardines del campestre	7,067983222	-73,11480439
76	Conjunto residencial Sierra Colina	7,068989023	-73,1152641
77	Mirador del valle	7,070212242	-73,11628441
78	Conjuntos altos del valle	7,071406658	-73,11459692
79	Condominio Arawak	7,071907318	-73,11504452
80	Condominio parque cañaveral	7,070682403	-73,11427083
81	Conjunto villas del mediterráneo	7,070502222	-73,11137818
82	Conjunto residencial Baranoa	7,072289117	-73,11439273
83	Urbanización San Angel	7,076432794	-73,11259367
84	Condominio Altos del campestre	7,078390653	-73,11072595
85	Mirador del Campestre	7,079112241	-73,1103857
86	Conjunto Residencial Palmar del viento	7,076030372	-73,10959975
87	Condominio la Zafra	7,077441967	-73,10882075
88	Conjunto residencial Saltemo	7,079468444	-73,10931114
89	Conjunto residencial condado campestre	7,081102349	-73,1088188
90	Parque recreacional Niza	7,083972727	-73,1053326
91	La florida condominio club	7,083246831	-73,10702378
92	San felipe 2 etapa	7,085640654	-73,10745011
93	Conjunto Tatika t1	7,094630534	-73,10322116
94	Balcones de la colina	7,094650926	-73,10238172
96	Balcones de la colina	7,094702644	-73,10149573
97	Torres San esteban	7,095447795	-73,10141208
100	Conjunto residencial valverdi	7,084656623	-73,09674787

FUENTE: LOS AUTORES

## Manual de usuario

**FIGURA 39: PANTALLA PRINCIPAL Y CARGUE DE ARCHIVO KML DEL POLÍGONO**

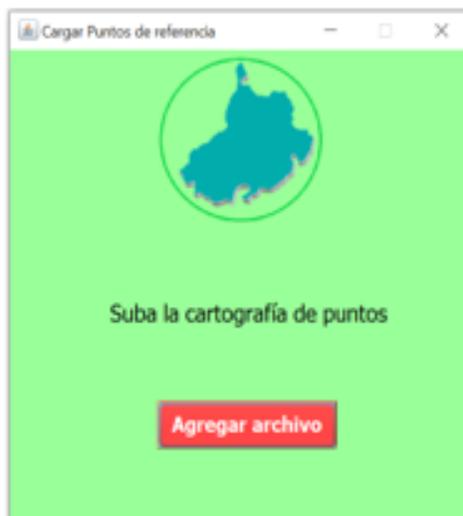


FUENTE: LOS AUTORES

**FIGURA 40: SEGUNDA PANTALLA, CARGUE DE ARCHIVO KML DE LOS PUNTOS DE REFERENCIA**

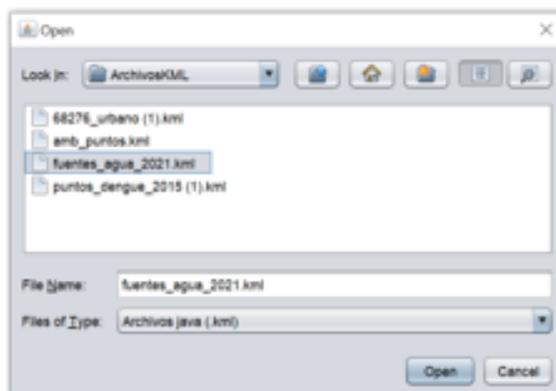
MANUAL DE USUARIO PARA PROTOTIPO DE HERRAMIENTA SOFTWARE  
PARA LA DETECCIÓN DE RIESGOS EPIDEMIOLÓGICOS EN BUCARAMANGA  
Y SU ÁREA METROPOLITANA, MEDIANTE ANÁLISIS GEOESPACIAL  
APLICADO A POBLACIONES DE INTERÉS

### CARTOGRAFÍA DE PUNTOS



Se oprime el botón **Agregar Archivo** para desplegar la ventana donde se selecciona el archivo.

### SELECCIÓN DE ARCHIVO 2



Se selecciona el archivo kml correspondiente a los posibles focos de infección

FUENTE: LOS AUTORES

**FIGURA 41: TERCERA PANTALLA, CARGUE DE ARCHIVO KML DE LOS PUNTOS PRINCIPALES**

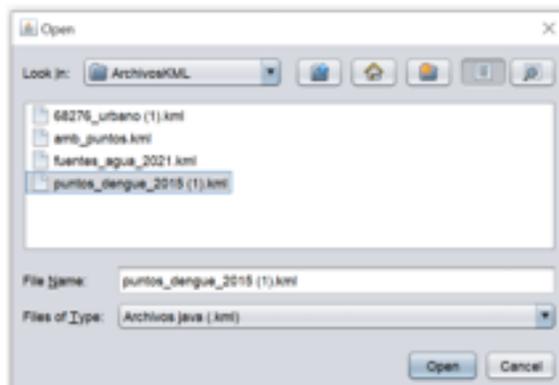
MANUAL DE USUARIO PARA PROTOTIPO DE HERRAMIENTA SOFTWARE  
PARA LA DETECCIÓN DE RIESGOS EPIDEMIOLÓGICOS EN BUCARAMANGA  
Y SU ÁREA METROPOLITANA, MEDIANTE ANÁLISIS GEOESPACIAL  
APLICADO A POBLACIONES DE INTERÉS

### CARTOGRAFÍA DE PUNTOS 2.



Se oprime el botón **Agregar Archivo** para desplegar la ventana donde se selecciona el archivo.

### SELECCIÓN DE ARCHIVO 3



Se selecciona el archivo kml correspondiente a los puntos de contagio.

FUENTE: LOS AUTORES

FIGURA 42: CUARTA PANTALLA DECISIÓN DE PASOS Y PANTALLA DE FILTRADO

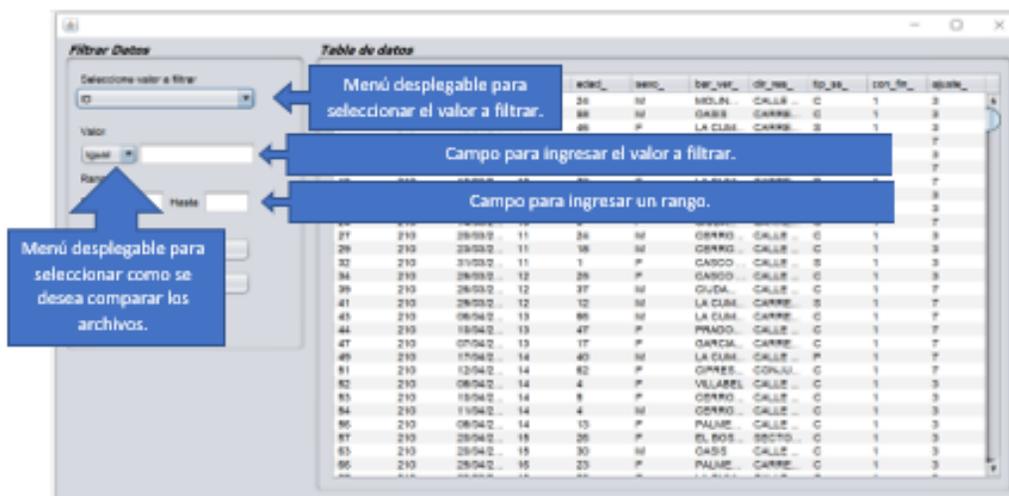
MANUAL DE USUARIO PARA PROTOTIPO DE HERRAMIENTA SOFTWARE  
PARA LA DETECCIÓN DE RIESGOS EPIDEMIOLÓGICOS EN BUCARAMANGA  
Y SU ÁREA METROPOLITANA, MEDIANTE ANÁLISIS GEOESPACIAL  
APLICADO A POBLACIONES DE INTERÉS

### VENTANA FILTRO Y METODO



Esta ventana contiene el botón filtrar el cual redirige a una nueva ventana para aplicar los filtros sobre el archivo de puntos de contagio, y el botón del método kde el cual redirige directamente a la interfaz en la que se aplica el método sobre la lista original.

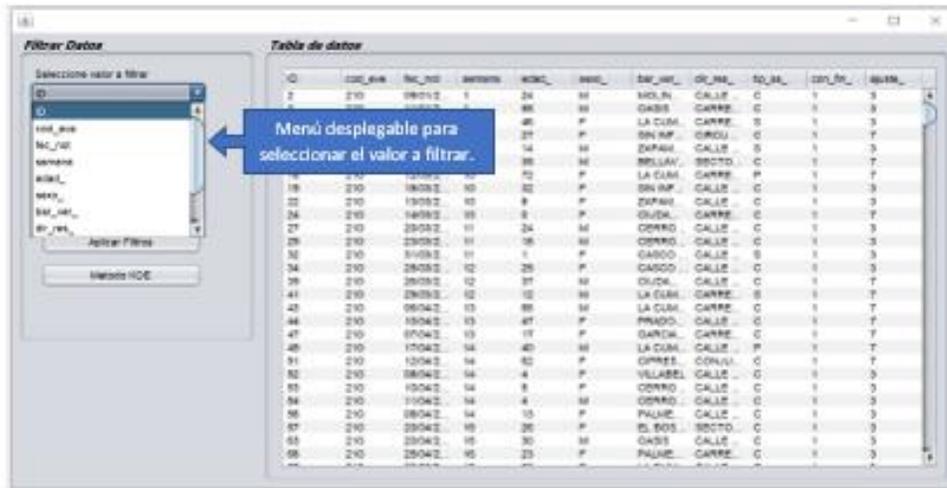
### VENTANA DE FILTRADO



FUENTE: LOS AUTORES

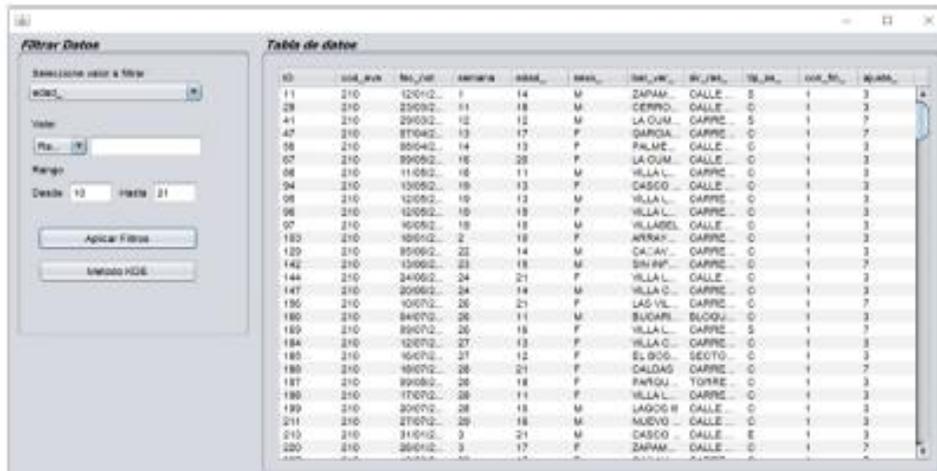
FIGURA 43: PANTALLA DEL FILTRADO

MANUAL DE USUARIO PARA PROTOTIPO DE HERRAMIENTA SOFTWARE PARA LA DETECCIÓN DE RIESGOS EPIDEMIOLOGICOS EN BUCARAMANGA Y SU AREA METROPOLITANA, MEDIANTE ANALISIS GEOESPACIAL APLICADO A POBLACIONES DE INTERÉS



Se selecciona el valor a filtrar seguido del tipo de comparación que se quiere hacer en el segundo menú desplegable. En el siguiente ejemplo se seleccionó un rango entre 10 a 21 del dato edad.

Se presiona el botón **Aplicar Filtros** y luego **Método KDE** para dirigirse a la ventana donde se aplica el método.



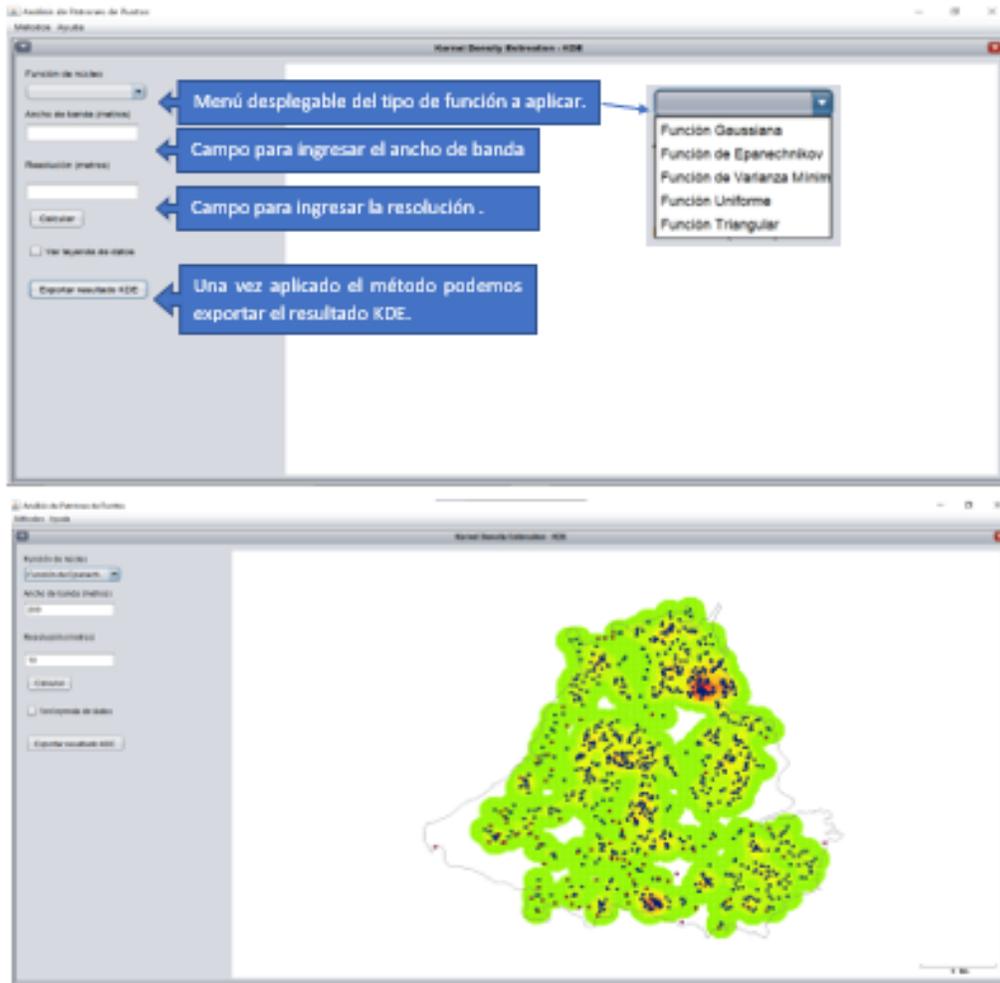
FUENTE: LOS AUTORES

FIGURA 44: PANTALLA DEL MÉTODO KDE Y RESULTADO

MANUAL DE USUARIO PARA PROTOTIPO DE HERRAMIENTA SOFTWARE  
PARA LA DETECCIÓN DE RIESGOS EPIDEMIOLOGICOS EN BUCARAMANGA  
Y SU AREA METROPOLITANA, MEDIANTE ANALISIS GEOESPACIAL  
APLICADO A POBLACIONES DE INTERÉS

PANTALLA METODO KDE

Se selecciona el tipo de función que se quiere aplicar, se ingresa el ancho de banda (200 recomendado), luego se ingresa la resolución (10 recomendado) y por último se presiona el botón calcular.



FUENTE: LOS AUTORES