

**Comportamiento Espacio-Temporal del COVID 19 en el municipio de Soacha,
Colombia**

Juan Aristizábal y Sebastián Silva

Facultad de Ingeniería Ambiental y Civil, Universidad Antonio Nariño

Especialización en Sistemas de Información Geográfica

Andrés Carvajal

Junio 2021

AGRADECIMIENTOS

A Dios quien con su bendición llena nuestra vida y la de nuestras familias por estar siempre presente.

A nuestras familias por el apoyo incondicional en todo momento, por su amor, trabajo y sacrificio, gracias a ustedes hemos logrado un objetivo más. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser sus hijos.

A la Universidad Antonio Nariño y su facultad de Ingeniería Ambiental y Civil a sus docentes por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la especialización, de manera especial, al profesor Andrés Carvajal tutor de nuestro proyecto de investigación quien ha guiado con su paciencia y conocimiento.

A la secretaria de Salud de Soacha por facilitarnos la información para el desarrollo de la investigación y al personal profesional de la salud que sin su labor no hubiese sido posible realizar este documento.

TABLA DE CONTENIDO

Resumen.....	8
Introducción	9
Objetivos.....	10
General.....	10
Específicos	11
Marco Teórico.....	11
SARS COV-2 y generalidades.....	11
Los Coronavirus.....	11
Generalidades.....	11
Propagación COVID 19 a nivel mundial	12
Propagación COVID-19 en Colombia	13
Sistemas de Información Geográfica en Epidemiología y Salud Pública.....	17
La epidemiología en la Salud Pública.....	17
Los Sistemas de Información Geográfica	18
Sistemas de Información Geográfica en epidemiología y Salud Pública	18
Análisis Patrones de Puntos	20

	4
Densidad de Kernel.....	20
Mapa de Isocronas	22
Estado del Conocimiento	23
Internacional	23
Nacional	27
Metodología	28
Área de Estudio.....	28
Clasificación usos del suelo	31
Bases de Datos	32
Geocodificación	33
Cargue y diseño de la información espacial	36
Mapas de Calor – Densidad de Kernel	37
Mapas de Difusión Temporal – Isocronas	39
Resultados y discusión.....	40
Análisis espacial.....	41
Análisis temporal	58
Conclusiones	75

Recomendaciones	76
Bibliografía	77

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. <i>Distribución casos de COVID-19 según fecha inicio de síntomas origen del caso, Cali – Colombia.....</i>	21
Figura 2. <i>Mapa de isócronas en minutos centros de atención drogodependientes.</i>	22
Figura 3. <i>Localización área de estudio.....</i>	30
Figura 4. <i>Área de almacenamiento de información geográfica</i>	36
Figura 5. <i>Herramienta Kernel Density</i>	37
Figura 6. <i>Herramienta Reclassify</i>	38
Figura 7. <i>Herramienta Superposición ponderada</i>	38
Figura 8. <i>Herramienta IDW.....</i>	39
Figura 9. <i>Herramienta cálculo de distancia</i>	40
Figura 10. <i>Evolución casos covid-19 Soacha semana 12 a semana 51 año 2020.....</i>	41
Figura 11. <i>Mapa densidad casos positivos COVID-19 mes 1</i>	42
Figura 12. <i>Mapa densidad casos positivos COVID-19 mes 2</i>	43

Figura 13. <i>Mapa densidad casos positivos COVID-19 mes 3</i>	45
Figura 14. <i>Mapa densidad casos positivos COVID-19 mes 4</i>	46
Figura 15. <i>Mapa densidad casos positivos COVID-19 mes 5</i>	48
Figura 16. <i>Mapa densidad casos positivos COVID-19 mes 6</i>	49
Figura 17. <i>Mapa densidad casos positivos COVID-19 mes 7</i>	50
Figura 18. <i>Mapa densidad casos positivos COVID-19 mes 8</i>	52
Figura 19. <i>Mapa densidad casos positivos COVID-19 mes 9</i>	54
Figura 20. <i>Mapa clasificación zonas de contagio COVID-19 de Soacha 2020</i>	57
Figura 21. <i>Mapa difusión temporal mes 1</i>	59
Figura 22. <i>Mapa difusión temporal mes 2</i>	61
Figura 23. <i>Mapa difusión temporal mes 3</i>	63
Figura 24. <i>Mapa difusión temporal mes 4</i>	65
Figura 25. <i>Mapa difusión temporal mes 5</i>	67
Figura 26. <i>Mapa difusión temporal mes 6</i>	69
Figura 27. <i>Mapa difusión temporal mes 7</i>	70
Figura 28. <i>Mapa difusión temporal mes 8</i>	72
Figura 29. <i>Mapa difusión temporal mes 9</i>	74

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. <i>Calculó población municipio de Soacha por comunas, 2017</i>	29
Tabla 2. <i>Densidad poblacional por comuna, Soacha 2017</i>	29
Tabla 3. <i>Codificación direcciones municipio Soacha</i>	33
Tabla 4. <i>Resultados proceso de georreferenciación base de datos</i>	34
Tabla 5. <i>Reporte base de datos geocodificada</i>	34
Tabla 6. <i>Periodos de análisis de la información</i>	35
Tabla 7. <i>Estadísticas por semana mes 1</i>	59
Tabla 8. <i>Estadísticas por semana mes 2</i>	60
Tabla 9. <i>Estadísticas por semana mes 3</i>	62
Tabla 10. <i>Estadísticas por semana mes 4</i>	64
Tabla 11. <i>Estadísticas por semana mes 5</i>	66
Tabla 12. <i>Estadísticas por semana mes 6</i>	68
Tabla 13. <i>Estadísticas por semana mes 7</i>	69
Tabla 14. <i>Estadísticas por semana mes 8</i>	71
Tabla 15. <i>Estadísticas por semana mes 9</i>	73

Resumen

El presente trabajo de investigación consiste en determinar el comportamiento del COVID-19 en el municipio de Soacha – Colombia realizando un análisis espacio temporal de los casos reportados en los primeros nueve meses de la pandemia, para esto se realizó la georreferenciación de casos puntuales otorgados por la Secretaria de Salud de Soacha con la validación de casos del Instituto Nacional de Salud aplicando el método por densidad Kernel y la interpolación de valores por el método IDW asociados a la temporalidad del evento sobre el área urbana del municipio, discriminando dicho comportamiento por mes calendario y poder así interpretar la información de los casos notificados por cada periodo de estudio. Se lograron establecer unas áreas de contagio importantes en sectores muy puntuales de algunas comunas del municipio intensificadas en el primer pico de la pandemia, así mismo un comportamiento diferencial en el tiempo estableciendo la movilidad del virus en el periodo de análisis.

Palabras clave: Pandemia, COVID-19, Salud Pública, SIG, Epidemiología, Soacha - Colombia

Abstract

This research work consists of determining the behavior of COVID-19 in the municipality of Soacha – Colombia performing a space-time analysis of the cases reported in the first nine months of the pandemic, for this the georeferencing was carried out of specific cases granted by the Secretary of Health of Soacha with the validation of cases of the National Institute of Health applying the Kernel density method and the interpolation of values by the IDW method associated with the temporality of the event over the urban area of the municipality, discriminating said

behavior by calendar month and thus be able to interpret the information of the cases reported for each study period. Contagion areas were established of some communes of the municipality intensified in the first peak of the pandemic, likewise a differential behavior in time establishing the mobility of the virus in the analysis period.

Keywords: Pandemic, COVID-19, Public Health, GIS, Epidemiology, Soacha - Colombia

Introducción

La pandemia del SARS-CoV2 más conocida como COVID-19 originada en la provincia de Wuhan en China cuya causa exacta aún está por determinarse, ha logrado infectar a más de 79 millones de personas y generar la muerte directa de alrededor de 1'7 millones a nivel mundial (OMS, 2020a). En Colombia el primer caso reportado se dio en el mes de marzo de 2020 y hasta el 31 de diciembre del mismo año había logrado el deceso de 43.213 personas y contagiar a 1.642.775, la capital por el peso poblacional que ostenta ha sido la ciudad más afectada con un número total de casos reportados de 464.910 de los cuales 9.788 fallecieron como consecuencia del virus (INS, 2020), sin embargo y teniendo como referencia la cercanía entre Bogotá y Soacha, el municipio ha logrado mantener un número medio de infecciones manteniéndose por debajo de los primeros diez lugares de contagio en el país todo esto teniendo en cuenta su tamaño poblacional, así las cosas Soacha cerró el año 2020 con un total de casos de 16.542 y 453 defunciones (INS, 2021).

Teniendo en cuenta lo anterior, se plantean las siguientes preguntas de investigación: ¿Cuál fue el comportamiento espacial de la pandemia en el municipio? ¿En qué meses hubo una mayor circulación del virus? ¿Se puede generar una tendencia del número de contagios para el 2021 y su representación territorial?, en el presente documento se intentará dar respuesta a estos interrogantes brindando más elementos de análisis sobre la situación actual en el municipio.

Poder entender como un fenómeno se manifiesta en el espacio geográfico permite desde cualquier óptica la toma de acciones, la geografía, pero sobre todo los Sistemas de Información Geográfica (SIG) han venido facilitando la visualización casi que en tiempo real de cualquier evento dado en un espacio y tiempo. En este documento se investigará la evolución en términos espaciales de la enfermedad del COVID 19 en el municipio de Soacha aplicando diferentes técnicas de análisis espacial, permitiendo caracterizar el comportamiento de la pandemia en sus primeros nueve meses y aportando al conocimiento del fenómeno para que desde un enfoque territorial se puedan tomar acciones en salud que ayuden a la mitigación de los impactos que puedan generar futuras pandemias.

Objetivos

General

- Evaluar el comportamiento espacio-temporal de la pandemia del SARS COVID-19 entre los meses de marzo- diciembre de 2020 en el municipio de Soacha, Colombia

Específicos

- Identificar las áreas de contagio de casos confirmados con COVID-19 por mes en el municipio de Soacha, Cundinamarca
- Analizar los cambios espaciales y temporales de los contagios por COVID-19 en el municipio de Soacha, Cundinamarca

Marco Teórico

SARS COV-2 y generalidades

Los Coronavirus

Los coronavirus han sido una familia de virus las cuales pueden generar graves enfermedades a la población humana, desde una leve gripe hasta una SRAS (síndrome respiratorio agudo severo). En el 2019 se dio a conocer al mundo una nueva cepa de esta familia de coronavirus, sin ningún tipo de información de su hallazgo, ni transmisión, gravedad e impacto clínico (OMS, 2020b).

Generalidades

El nuevo SARS COV 2 clasificado por la OMS (Organización Mundial de la Salud) como emergencia de salud pública a nivel mundial con potencial de infección alto llegando en algunos casos a la mortalidad del paciente, estadísticas afirman pocos casos probables de COVID 19 en menores de edad. Con mayor riesgo se encuentra la población de adultos mayores, en

ocasión siendo mortal en pacientes que presentan comorbilidades como la diabetes, asma o hipertensión. La infección se transmite de persona a persona por la expulsión de secreción de partículas que entran en contacto con las demás personas. Los síntomas presentes a causa del COVID 19 pueden ser; infección respiratoria aguda, que puede ser leve, moderada o severa, tos, fiebre, secreciones nasales y malestar general, además de pérdida del gusto y del olfato como claros síntomas de que el paciente presenta (MINSALUD, 2020b).

Propagación COVID 19 a nivel mundial

Los primeros casos reportados por la nueva cepa del SARS COV 2 fueron notificados en la ciudad de Wuhan (China) en diciembre de 2019 dentro de los mercados de abastecimiento de alimento más importante de la ciudad, siendo los primeros infectados por este virus, propietarios, empleados, comerciantes, visitantes y consumidores dentro de este sitio ubicado en la ciudad, siendo la principal fuente de brote en el país asiático (WHO, 2020).

A partir del 20 de enero de 2020 cuatro países ya reportaban casos confirmados entre ellos China con (198 casos y 3 defunciones), Japón (1 caso reportado), Tailandia (2 casos) y República de Corea (1 caso) estos tres últimos países con casos importados de Wuhan (China) (PAHO, 2020a). La Organización Mundial de la salud (OMS) implementó vigilancia sobre la Unión Europea debido a que a través de los viajes internacionales de Asia a Europa podría presentarse situaciones similares de casos reportados como los que estaban pasando entre países asiáticos, y el 24 de enero de 2020 se conoció el primer caso confirmado de COVID 19 en Francia, donde se investigó que la persona tenía antecedentes de viajes a China, días más tarde Alemania notifico casos confirmados con una persona que tuvo presencia en el país Asiático. Hacia el 30 de enero de 2020 la OMS declaro emergencia de salud pública de importancia

internacional debido a que los casos iban en aumento y demás países europeos entre ellos Italia reportaban casos en viajeros que procedían no solo de Asia, sino de países vecinos que venían presentando transmisiones en curso (ECDC, 2020). Se reportaron cerca de 80.000 casos positivos y más de 800 muertas en China. A comienzos del mes de marzo de 2020 se notificaron más de 113.672 casos positivos en 100 países alrededor de los 5 continentes (Manrique-Abril et al., 2020). Varios países europeos establecieron medidas estrictas como el distanciamiento social, en zonas altamente afectadas y que se fueron expandiendo a nivel nacional. A raíz de que en la mayoría de países ya se presentaran casos confirmados y decenas de decesos de vidas humanas el director de la OMS Tedros Adhanom declarara el COVID 19 como una pandemia mundial (ECDC, 2020)

Propagación COVID-19 en Colombia

El 6 de marzo de 2020 se confirmó el primer caso de COVID 19 en Colombia a una mujer de 19 años procedente de territorio Italiano, de acuerdo a los exámenes de salud realizados, la paciente presento síntomas leves y de acuerdo al Instituto Nacional de Salud confirmara el resultado positivo (MINSALUD, 2020e), tres días después se confirmó dos nuevos casos positivos en Medellín (Antioquia), estas dos personas procedentes de España, de acuerdo a los protocolos del Ministerio de Salud del país se dio el aislamiento preventivo y se estableció el cerco epidemiológico para conocer los contactos que tuvieron estas dos personas con las demás (MINSALUD, 2020d). El 15 de marzo Colombia ya reportaba un total de 45 casos confirmados en ciudades como Bogotá, Cartagena, Cali, Cúcuta, Manizales, Medellín entre otros (MINSALUD, 2020f), el 17 de marzo con un total de 65 casos el presidente Iván Duque declarara estado de emergencia y ordena aislamiento obligatorio a mayores de 70 años para que

permanezcan aislados dentro de sus casas para así evitar mayores riesgos de contagio o que se presenten decesos debido a que son población de mayor vulnerabilidad al virus (Presidencia de la Republica de Colombia, 2020b). El 20 de marzo el presidente Iván duque declara aislamiento preventivo en todo el país debido al aumento de casos confirmados de un total de 145 todo esto para evitar mayor número de contagios y así no colapsar el sistema de salud (Presidencia de la Republica de Colombia, 2020a).

Al 30 de julio de 2020 Colombia reportaba un total de casos de 276.055 y 9.454 muertes a partir de ahí, la velocidad de propagación se evidencio en los casos reportados a nivel exponencial, ciudades como Bogotá, Medellín, Cali, Villavicencio, Cartagena y Leticia son las más afectadas por este incremento de casos en el país.(Chaves Castro, 2021). La velocidad de contagio contempla cuatro dimensiones: número de contagios, numero de hospitalizaciones, numero de UCI's ocupadas por pacientes críticos y número de fallecidos, en salud publica el número reproductivo básico (R_0) estima la velocidad con que una enfermedad se propaga sobre una población (Ridenhour et al., 2018), con un (R_0) mayor a 1 el número contagios ira en aumento, todo depende de cuánto crecimiento tenga esa variable, por ejemplo el sistema de salud colapsara si va en aumento exponencial, si el (R_0) es menor a 1 el número de trasmisión se reduce con el tiempo. Sobre inicio del mes de marzo de 2020 el (R_0) en Colombia era de 3,7 número debido a causa de los contagios transmitidos por los viajeros internacionales que llegaban al país, ciudades capitales, las más impactadas debido a la cantidad de población, sin embargo, debido al aislamiento preventivo se logra controlar ese aumento del (R_0) hasta tenerlo en la excepción de algunas ciudades como Villavicencio por el aumento de casos dentro de los centros de reclusión, Leticia por la entrada y salida de personas al país vecino de Brasil, debido a que en este país pocas medidas de prevención se dieron frente a esta pandemia y Barranquilla

que no estaban acatando la medida de aislamiento los casos han ido en aumento. De acuerdo a la proyección estimada el número reproductivo básico (R_0) nos ayudaría a predecir que tanto el País se va a ver afectado a fin de no colapsar el sistema de salud (Sánchez Castillo Abdón, 2020),

Para controlar la tasa de velocidad de propagación del virus era necesario fuertes medidas de restricción a toda la actividad económica con excepciones al comercio de primera necesidad, sin embargo, con el 60% de la economía informal y con la tasa de pobreza que vive el país era imposible quedarse en casa ya que la mayoría de personas encontraban el sustento diario en las calles, lo cual se vio reflejado tristemente en Tasajera con la explosión de un camión cisterna de gasolina allanado por la población que buscaba un sustento económico y que desgraciadamente cobro la vida de 42 personas, en Bogotá se realizaban campamentos de personas inmigrantes del vecino país de Venezuela, ya que son población vulnerable a raíz de la situación que vive el país en aislamiento debido a que la mayoría de ellos desempeñan actividades económicas en las calles, Bogotá sufría en el mes de Julio un total de 60.394 casos confirmados de COVID 19 con 1.478 nuevos casos, afectando el sistema de salud. Los centros de salud en las ciudades con escasos recursos han sido drásticamente afectados un ejemplo de eso es el Choco donde no se tienen hospitales avanzados para el tratamiento de pacientes gravemente afectados por COVID 19, en junio de 2020 se llegó a reportar un aumento de 1.700% y ocupación UCI al 100%, hasta esa fecha se reportaban más de 2.000 casos y 81 muertes. A pesar del panorama preocupante, las medidas implementadas por el Gobierno Nacional daban luz de esperanza en la medida que iban progresando con el tiempo, iban disminuyendo los casos, los centros de salud se encontraban menos saturados y se pensaba gradualmente en lo posible reabrir ciertas actividades económicas que puedan beneficiar a toda la población colombiana (Daniels, 2020).

Propagación COVID-19 en Soacha

En el municipio de Soacha se confirmó el primer caso el 15 de marzo de 2020 a un habitante residente en ese municipio proveniente del vecino país de Ecuador, las autoridades de salud confirmaron el caso positivo en una EPS de la capital, la persona realizó el respectivo aislamiento preventivo en su hogar, mientras que las autoridades de salud procedieron a realizar el cerco epidemiológico y el rastreo de las personas con las que pudo haber interactuado. (Torres, 2020). Horas antes de que se reportara el primer caso de COVID 19 en el municipio el alcalde de Soacha, Juan Carlos Saldarriaga declaró bajo el decreto 132 de 16 de marzo 2020 emergencia sanitaria en salud, la situación de calamidad pública para así evitar el impacto que tenga el virus frente a la población humana y otras disposiciones como: suspensión de clases presenciales, prohibición de eventos de cualquier índole, prohibición de venta de licores, prohibición de visitas a población de mayor riesgo, prohibición de venta de comida callejera entre otras (Alcaldía de Soacha, 2020c). Desde el primer caso confirmado el 15 de marzo de 2020, el municipio de Soacha – Cundinamarca como en los demás municipios la tasa de contagio ha crecido de manera exponencial, a fecha de 14 de julio de 2020 reportaba más de 580 casos positivos aportando un 34,3% al departamento de Cundinamarca, siendo las más afectadas las mujeres con un 54,1% cerca de 314 casos positivos entre los 10 a 29 años de edad, a esa fecha se registran 5 decesos por COVID 19 con una tasa de 6,6 por cada un millón de habitantes y una letalidad del 0,86% (PAHO, 2020b). A fecha del 28 de diciembre de 2020 se notificaban en el municipio un total de 15.281 casos confirmados, 444 muertes y 516 casos activos, aproximadamente el 54,7% de casos se presentan en mujeres con 8.843, la población donde se concentra casos activos está entre los 20 a 39 años y se reportan más de 152 casos en personas mayores de 60 años. Soacha concentra el 24,7% de casos al departamento de Cundinamarca, la velocidad de propagación ha venido

disminuyendo debido a las medidas implementadas por la Alcaldía en conjunto con la Gobernación de Cundinamarca con una disminución de un 62,3% comparada con el 8 de marzo (PAHO, 2020c)

Sistemas de Información Geográfica en Epidemiología y Salud Pública

La epidemiología en la Salud Pública

La epidemiología ayuda a entender como un evento de salud y enfermedad se distribuye y con qué frecuencia la enfermedad se propaga en las poblaciones humanas, conocer sus determinantes y causas que lo genera centrando su estudio en poblaciones o colectividades humanas generando conocimiento en el campo médico, sanitaria y social al servicio de la salud y de la prevención de enfermedades (Villa Romero et al., 2012). La mayoría de los países presentan deficiencias en el manejo de enfermedades generando retrasos en las políticas, estrategias y acciones en la toma de decisiones por parte de los entes de estado en el tratamiento de casos de salud frente a la población humana, para eso se deben fortalecer los programas de salud con un sistema de información rápido que permita precisar y determinar las áreas o lugares con vulnerabilidad de presentar algún tipo de evento de salud o enfermedad, focalizando grupos prioritarios para su debida intervención. Los avances tecnológicos en la informática mejoran y hace más factible el tratamiento de datos y los sistemas de información de los servicios de la salud pueden operar de manera más eficiente, el manejo de mapas generados por computadoras es un claro ejemplo de que tan útil pueden estas tecnologías ayudar a la hora de la toma de decisiones con tan solo obtener y conocer la ubicación geográfica de la población que pueda estar en riesgo ante cualquier eventualidad. Es por eso que los sistemas de información

geográfica se consideran una herramienta útil que pueden dar soluciones efectivas ante algún fenómeno de salud que se presente en determinada área geográfica (PAHO, 1996).

Los Sistemas de Información Geográfica

Los sistemas de información geográfica constituyen un subconjunto importante y muy dinámico de las tecnologías desarrolladas para el tratamiento de información geográfica, que se han desarrollado a partir de innovaciones tecnológicas habidas en disciplinas y campos de investigación diversos (geografía, ciencias ambientales, biología, informática, tratamiento de imágenes, etc.) para construir un sistema coherente y muy potente para representar, analizar y visualizar información geográfica. (Escolano Utrilla, 2015)

Sistemas de Información Geográfica en epidemiología y Salud Pública

Los Sistemas de Información Geográfica como en muchos campos también aplica recientemente en el sector salud, alguno de sus usos más frecuentes se encuentra: determinar la situación de salud en un área, la generación y estudio de hipótesis de investigación, establecer los grupos de alto riesgo a la salud, la proyección y programación de actividades, el seguimiento y la evaluación de intervenciones (CESPEDES, 2005). Los Sistemas de información Geográfica aplicado a la epidemiología nos da a conocer la distribución ante algún caso de situación de salud particular que pueda afectar a los habitantes desde una escala continental pasando por (CESPEDES, 2005) lo regional, nacional, departamental hasta llegar a un nivel local (PAHO, 1996). Los SIG-Epi proveen otras perspectivas de aplicación como:

Funciones básicas y procesamiento de datos espaciales (geo-procesamiento). Las funcionalidades de uso y procesamiento de datos son: la incorporación de los atributos de tablas de datos con las bases cartográficas digitales, la selección y consulta de datos espaciales, la geo-referenciación de aspectos en el mapa desde tablas de datos con variables de latitud y longitud; operaciones de geo-procesamiento como por ejemplo; la creación de zonas de influencia para precisar las zonas de impacto o influjo, y la elaboración de esquemas radiales utilizados para medir espacios lineales origen-destino. (PAHO, 2001b)

Otro servicio importante es la generación de mapas temáticos, tales como mapas de valores únicos, de densidad de puntos, de gráficos de barras y pastel, y de intervalos o rangos con diferentes métodos de clasificación. (PAHO, 2001b).

Métodos cuantitativos en epidemiología. Particularmente valioso en el análisis exploratorio de datos. Entre ellas están: estadísticas descriptivas, análisis de correlación y regresión lineal, funciones para el cálculo de tasas, razones y proporciones (PAHO, 2001b); su estandarización por los métodos directo e indirecto (Fleiss et al., 2003); y el suavizamiento espacial (KAFADAR, 1996).

Métodos útiles en la práctica de la Salud Pública. Se han agregado algunos métodos que son convenientes en el desarrollo de análisis y toma de decisiones en la práctica de la salud pública, como: la localización de zonas críticas y prioritarias (PAHO, 2001b), la formación de un Índice Compuesto de Salud de necesidades básicas insatisfechas en salud, la determinación y detección de conglomerados espaciales y en tiempo-espacio, cuantificar la asociación de factores de exposición ambiental y eventos de salud para estudios epidemiológicos de caso-control y un

método de valoración de entrada a los servicios de salud, como disposición simple de asequibilidad usando los espacios lineales origen-destino. (PAHO, 2001a)

Análisis Patrones de Puntos

Existe una enorme cantidad de técnicas y recursos para el análisis de patrones de puntos, ya que tratan de examinar el grado de concentración o dispersión de un fenómeno en el espacio, así como la relación de las características de su distribución espacial con otros elementos de orden no geográfico, en este caso nos enfocaremos en la estimación del grado de densidad de puntos (Kernel) (Rodrigues-Silveira, 2013).

Densidad de Kernel

Se define como un proceso no paramétrico utilizado para obtener la función de distribución de probabilidades de una o más variables. Todo indicador posee una función de densidad de probabilidades dependiendo del modo en el que se presenten los casos. El algoritmo del cálculo de kernel determina la probabilidad de ocurrencia de un determinado evento en una localización del espacio y está dada mediante la siguiente fórmula:

$$Density = \frac{1}{(radius)^2} \sum_{i=1}^n \left[\frac{3}{\pi} \cdot pop_i \left(1 - \left(\frac{dist_i}{radius} \right)^2 \right)^2 \right]$$

For $dist_i < radius$

donde:

$i = 1, \dots, n$ son los puntos de entrada. Solo debe incluir puntos en la suma si están dentro de la distancia de radio de la ubicación (x, y) .

pop_i es el valor de campo de población del punto i , que es un parámetro opcional.

$dist_i$ es la distancia entre el punto i y la ubicación (x, y) (ESRI, 2015).

La representación de estos resultados es mediante una cuadrícula sobre el mapa y atribuir sobre cada celda un color característico que corresponda con la probabilidad de existencia de cierta concentración de puntos en esa cuadrícula, este color corresponde a un valor y se representa en una escala continua que va desde colores más calientes para altas probabilidades a otros más fríos para bajas. (Rodrigues-Silveira, 2013).

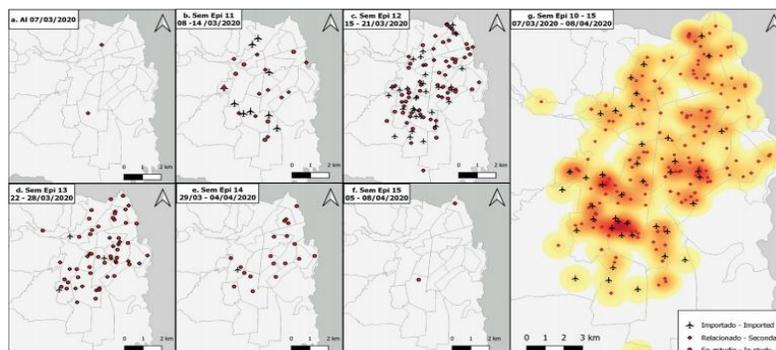


Figura 1. Distribución casos de COVID-19 según fecha de inicio de síntomas y origen del caso, Cali – Colombia

Fuente: Universidad Nacional de Colombia

Mapa de Isocronas

Una isócrona es una línea que une puntos en el terreno que tienen un valor igual en cuanto a tiempo. Delimitan todos los lugares a los que es posible llegar desde un punto de origen en un tiempo determinado. Las isócronas tienen muchas áreas de aplicación para el cálculo de zonas de servicio, zonas de captación y áreas de accesibilidad, entre otras (GEOScéntricos, 2019). Los mapas isocronos, son mapas que representan zonas a las cuales se puede llegar en un mismo tiempo, son útiles en especial para poder estimar zonas de influencia de población en tiempo desde un punto en particular (Alfa geomatics, 2020).

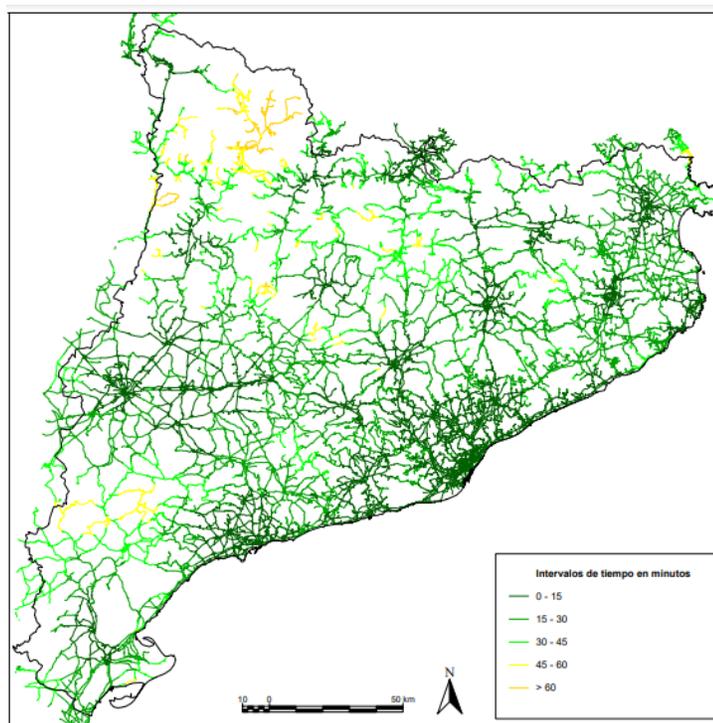


Figura 2. Mapa de isócronas en minutos centros de atención drogodependientes.

Fuente: Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica

Estado del Conocimiento

A continuación, se presentan diferentes investigaciones desde el campo internacional y local relacionado con la investigación, análisis espacial-temporal pandemia SARS COVID19 como tema principal del presente estudio.

Internacional

Masrur et al., (2020) En Bangladés analizaron el impacto que el virus podría generar sobre la población y proyectar el avance de la pandemia sobre este país. Se realizó una investigación espacio-temporal con la utilización de la información de los casos reportados otorgados por la institución de salud de ese país para conocer el aumento de los casos por días, además el uso de LandScan Population logro dar a conocer los datos de distribución de la población. Los análisis fueron realizados a través de SatScan para indicar la existencia de conglomerados del virus que se indaga en áreas con probabilidad de existir. Este estudio ayudo a conocer la progresión espacio-temporal del virus y la evolución que tuvo este durante el año 2020 permitiendo a las autoridades de ese país tomar las respectivas medidas y estar preparados para futuras enfermedades contagiosas.

García et al., (2020) Determinaron la distribución espacio-temporal de las variables asociadas al seguimiento e impacto de la epidemia del COVID –19 en Cataluña por medio de datos que provienen del registro RSAcovid19 del Departamento de salud de Cataluña. A través de su estudio describieron los comportamientos heterogéneos en la dinámica de la propagación del virus que se ha dado en cada una de las ABS (Área Básica de Salud). La metodología empleada especifica los diferentes modelos dinámicos que permiten divisar qué información del

pasado es relevante para explicar los valores presentes de la tasa de contagio. Los resultados ponen en manifiesto la heterogeneidad en la propagación de la epidemia, se hace necesario intensificar las actuaciones que permitan controlar la difusión de la epidemia y reducir su dependencia respecto al pasado.

Desjardins et al., (2020) El COVID 19 afectó en mayor medida a la potencia más grande del mundo, los Estados Unidos de América, convirtiéndose así en uno de los países con mayor cantidad de muertes al día en todo el planeta, a inicios de la pandemia un grupo de investigadores de la Universidad Johns Hopkins utilizaron métodos estadísticos para poder determinar grupos activos significativos que presenten el virus para poder tomar mejores decisiones al momento de implementar medidas preventivas y oportunas. El método estadístico utilizado fue el SaTScan que ayudó a estimar las agrupaciones potenciales que ocurrieron en el periodo de enero a marzo del año 2020 en los respectivos condados de los Estados Unidos. Se recopilieron datos de geolocalización aportados por la Universidad Johns Hopkins gratuitamente en el compilado de datos COVID 19, estableciendo los recuentos a los condados correspondientes a través de un registro de información geográfica, a través de mapas básicos establecen las áreas con mayores niveles de riesgo para que los respectivos departamentos de salud locales monitoreen y tomen decisiones de manera adecuada.

Ramirez, (2020) buscó dar a conocer la apremiante necesidad de responder con análisis e indagaciones de carácter local al conocimiento de la dinámica de esta patología y poner a consideración los resultados del seguimiento de la pandemia en la Argentina con los datos del primer mes de registro de la enfermedad, datos otorgados por el Ministerio de Salud de ese país. La técnica utilizada responde a procesos estadísticos y cartográficos para estimar la evolución de

casos que se analizan. A través de esta investigación se hace un intento por reconocer etapas del proceso, en donde la primera etapa se observa una muestra en ascenso muy leve debido a los primeros casos reportados en el país, 10 días después los casos comienzan a ser más evidentes por lo que se asume la aparición de una segunda etapa. Finalmente, finalizando el mes observan una evolución en la curva más empinada del crecimiento en los casos confirmados donde se reconoce una tercera etapa. El estudio nos ayuda a concluir que a partir de un enfoque espacio temporal son relevantes en el estudio de la distribución espacial de enfermedades transmitidas de persona a persona y otros procesos de difusión.

Liu et al., (2021) En su investigación realizada en China acerca de cómo factores externos como la climatología, la dinámica de población, los estados socioeconómicos y la calidad del aire que de alguna u otra forma contribuyen a la influencia del virus COVID 19 en ese país. La recolección de datos la realizan de los respectivos centros de estudios, los casos de COVID 19 del departamento de salud de ese país otorgándoles una base final de casos reportados, los datos climáticos del centro nacional meteorológico de china, datos de variables como la temperatura, humedad, presión atmosférica y precipitación. También datos atmosféricos como PM 2,5, PM 10, monóxido de carbono, ozono entre otros, la recolección de datos se da a fecha del 1 de diciembre de 2019 al 30 de abril de 2020. La dinámica de la población se tomó a partir de la cantidad de residentes de Wuhan salieron a otras ciudades y cuantos entraron a esa ciudad (conociendo que el origen del COVID 19 se dio en esa ciudad) y los estados socioeconómicos de la población fueron datos otorgados por la Oficina Nacional de Estadística, datos respectivos de cada provincia para conocer el estado económico y social de cada individuo de ese país. A partir de toda esta recopilación de datos realizaron la respectiva aplicación de la estadística, realizando métodos de autocorrelación espacial para conocer la similitud de los datos,

el grado agrupación y la incidencia del COVID-19 en esas respectivas áreas de estudio, además de la aplicación del modelo GWR (Regresión ponderada geográficamente) para conocer la relación entre la incidencia del COVID-19 con los demás factores de investigación. Dando como resultado los mayores conglomerados del virus en las áreas de Wuhan (epicentro de la pandemia), dando a entender que la dinámica de la población dentro de Wuhan fue uno de los factores importantes en la transmisión del virus en el país, en cuanto a la temperatura fue más compleja porque variaba de una región a otra y dependía de la correlación que se daban en las distintas regiones del país, necesita un poco más de investigación respecto a esa variable, respecto al factor aire, el ozono ayuda a disminuir el riesgo de infección debido al amplio espectro de esterilización de patógenos (Elvis & Ekta, 2011). También recomiendan hacer más investigaciones. En general estos factores pueden llegar a afectar la incidencia del COVID-19 buscando que el gobierno emplee las respectivas medidas de contención y prevención del virus para evitar su rápida propagación causando así muchas cantidades de muertes.

Núñez, (2020) en su investigación tienen como finalidad analizar la ocurrencia de la enfermedad del COVID 19 y la evolución de la velocidad en la propagación del virus en los municipios de Chiapas, con la aplicación de modelos estadísticos espacio temporal estimando las tasas de incidencia acumulada en los respectivos meses. Los resultados muestran la influencia del tiempo como la causa fundamental para disponer la propagación de los contagios, estos modelos pudieron aplicarse exitosamente a la evolución de las tasas de incidencia acumulada dada la disponibilidad y oportunidad de datos, lo que permitió analizar las variaciones geográficas y temporales.

Nacional

Cuartas et al., (2020) realizaron una investigación cuyo objetivo principal fue explicar el comportamiento del virus Covid19 en la ciudad de Cali durante el primer mes de epidemia. Una metodología basada en conceptos de herramientas de densidad, en este caso la densidad de Kernel y conceptos de análisis espaciales en este caso la Función K de Ripley para verificar la aparición de patrones espaciales, donde se logró identificar que la mayor agregación de casos se presentó en el lado sur de la ciudad, aunque se identificaron puntos hacia el occidente y oriente y algunos con menor relevancia en el norte Aunque esta inclinación se debe a las medidas restrictivas otorgadas por el municipio dadas de igual forma por el gobierno nacional no se puede omitir el escaso acceso de la población a las pruebas diagnósticas, las demoras en los resultados, en el manejo y conservación de las respectivas muestras.

Granada-Echeverri et al., (2020) Evaluaron la concentración y el avance del COVID 19 en la ciudad de Pereira añadiendo información espacial como la ubicación de la población afectada por el virus, el desplazamiento de la población dentro de la ciudad, nivel de estrato, edades y división de la población por compartimientos epidemiológicos. Apoyados en el modelo de Márkov donde la probabilidad de que un evento ocurra se basa a partir de registros históricos o acontecimientos similares. Este modelo emplea variables de población, datos demográficos que permitan realizar una proyección espacial donde los resultados obtenidos ayudaran a establecer y conocer el comportamiento de la curva epidemiológica y respecto a esto dar un punto de vista sobre las distintas medidas o estrategias que puede la ciudad implementar para reducir y hacer frente al brote del COVID 19.

Metodología

Área de Estudio

El área de estudio de la presente investigación se extiende sobre el perímetro urbano del municipio de Soacha el cual consta de 31.62 km², ubicado en la provincia del mismo nombre, conformada también por el municipio de Sibaté, esta a su vez se localiza en el centro del departamento de Cundinamarca haciendo parte de las 15 provincias dadas por el gobierno departamental. Administrativamente Soacha está dividido en 6 comunas (sin embargo y para efectos del análisis se incluye Ciudad verde como comuna 7), 676 barrios, 2 corregimientos y 14 veredas, (Figura 3). De acuerdo con las proyecciones del DANE para el año 2020 el municipio cuenta con 753.548 habitantes, de los cuales 387.820 son mujeres y 365.728 hombres, siendo el decenio de 21 a 30 años (19%) el de mayor representatividad poblacional seguido por el de 0 -10 años (18%) (*DANE, proyecciones de población 2018, s/f*), no obstante y de acuerdo con fuentes locales se tiene el cálculo de 30.084 habitantes más como consecuencia de la migración del vecino país venezolano. Sin embargo y a pesar de las proyecciones arrojadas en el censo nacional 2018, la Secretaria de Planeación Municipal en el año 2017 hizo un cálculo de la población urbana tomando como base el registro catastral de la Geodatabase municipal con la cual se hizo el conteo de predios y mejoras construidas multiplicando por el promedio de personas por hogar dado por el DANE para Soacha que es de 3,8, arrojando un total de 744.222 habitantes con la distribución por comunas visible en la tabla 1, en este sentido el municipio siempre ha tenido inconvenientes para la estimación de su población ya que es uno de los municipios con mayor crecimiento poblacional del país como consecuencia del desplazamiento forzado interno y la cercanía con la capital.

Sector	Hogares	Población
Comuna 1	30.611	116.322
Comuna 2	26.425	100.415
Comuna 3	17.141	65.136
Comuna 4	22.191	84.326
Comuna 5	53.947	204.999
Comuna 6	18.449	70.106
Ciudad Verde	27.084	102.919
Total	195.848	744.222

Tabla 1. *Calculó población municipio de Soacha por comunas, 2017*

Fuente: Proyecciones Secretaria de Planeación Municipal, adaptado de ASIS 2020

Con esta información se logró calcular la densidad por comunas arrojando los datos visibles en la tabla 2, en donde las comunas 5 - San Mateo y Ciudad verde con 54.67 y 30.54 personas por km² respectivamente, superan el dato de todo el municipio (23.54), por otra parte, la comuna 1 – Compartir obtuvo la menor densidad poblacional a pesar de tener la segunda mayor población.

Sector	Población	Área (Km2)	Densidad
Comuna 1	116.322	9.79	11.88
Comuna 2	100.415	4.83	20.79
Comuna 3	65.136	3.17	20.55
Comuna 4	84.326	3.66	23.04
Comuna 5	204.999	3.75	54.67
Comuna 6	70.106	3.05	22.99
Ciudad Verde	102.919	3.37	30.54
Total	744.222	31.62	23.54

Tabla 2. *Densidad poblacional por comuna, Soacha 2017*

Fuente: Proyecciones Secretaria de Planeación Municipal, adaptado por autores

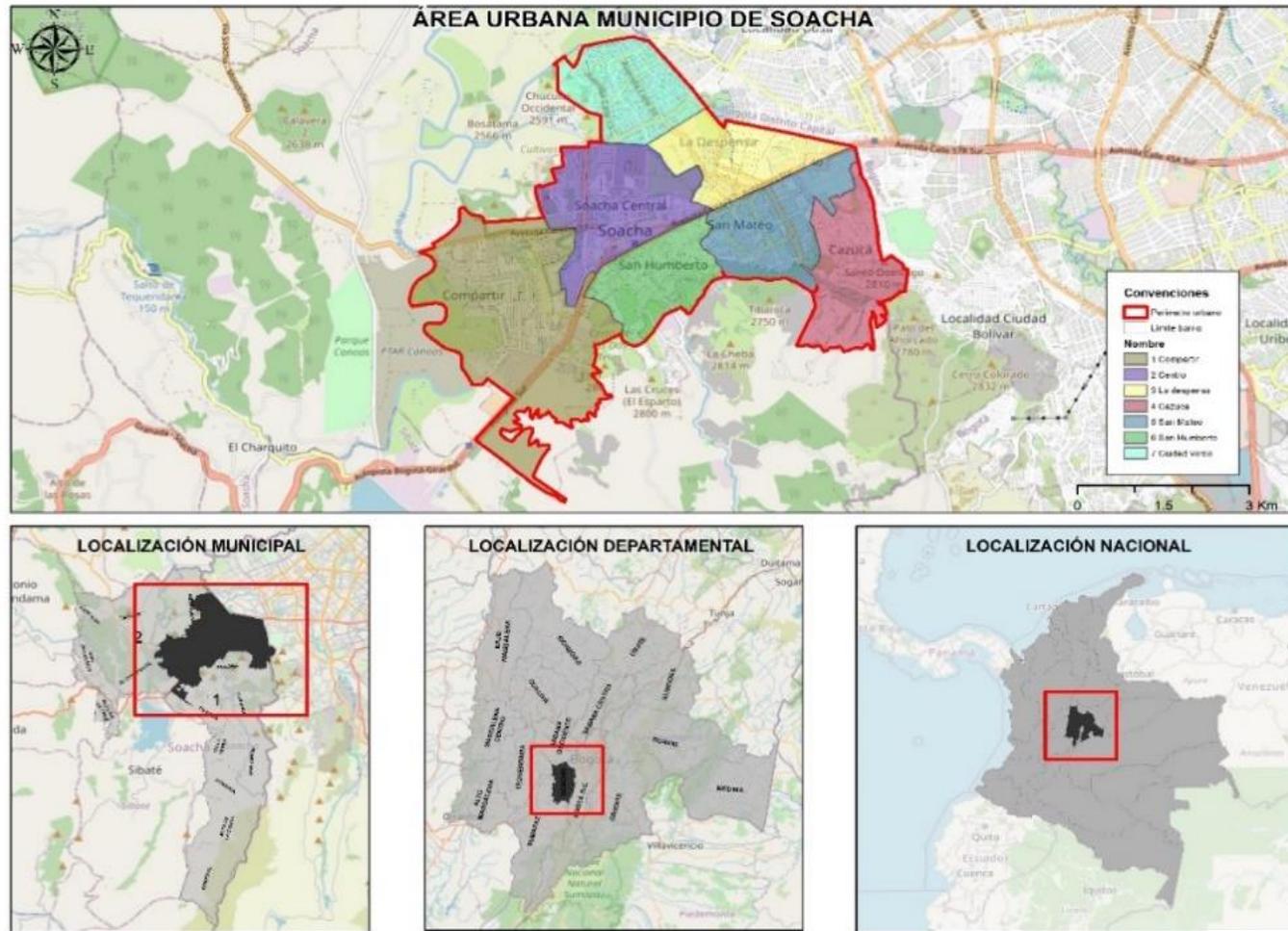


Figura 3. Localización área de estudio

Fuente: Elaboración propia a partir de datos IGAC y secretaria de planeación municipal Soacha

Clasificación usos del suelo

El perímetro urbano del municipio de Soacha cuenta con cinco clasificaciones del uso del suelo de acuerdo con el concepto de tejido urbano que se ha trabajado desde la administración municipal, a través de la revisión del año 2018, en donde resaltan: Tejido residencial, tejido medio, central y especializado (Figura 4). Se entiende por tejido residencial a las áreas de uso netamente residencial, tejido medio a las áreas de uso mixto entre residencial y de servicios o comerciales, tejido central son áreas ocupadas por usos comerciales y de servicios y tejido especializado a aquellas zonas en las cuales existen usos industriales, de dotación y de extracción (Soacha, 2000).

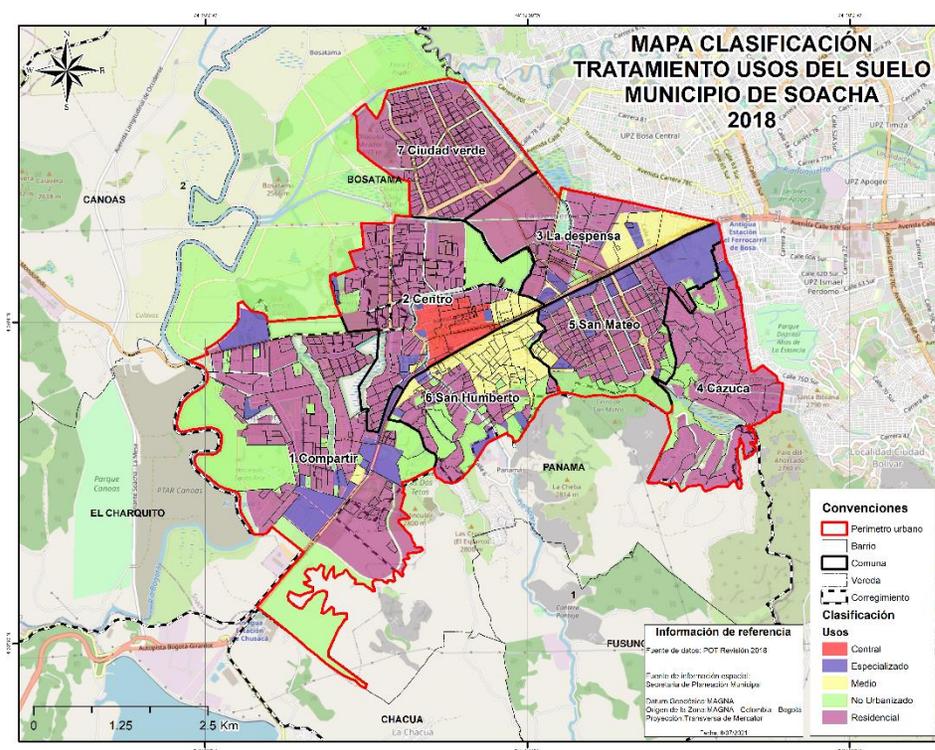


Figura 4. Mapa clasificación usos del suelo

Fuente: Elaboración propia a partir de datos IGAC y secretaria de planeación municipal Soacha

Bases de Datos

El Instituto Nacional de Salud (INS) como ente rector de la información de eventos de interés en salud pública para el país, genera una base de datos con los registros diarios de contagio a nivel nacional, esta base se envía a los diferentes entes territoriales departamentales para realizar la validación y depuración, aquí determinan que registros son nuevos, cuáles han sido notificados al SIVIGILA (Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública) y cuáles están pendientes por notificar, seguidamente realizan el envío a los entes municipales para que cada uno realice las acciones pertinentes de evaluación y seguimiento de los casos notificados, dicha base consta de 48 variables entre las cuales se destacan para el objetivo de la investigación las variables de ubicación (dirección), edad, sexo, Id del caso y fecha de notificación. Como se menciona anteriormente, el objetivo del presente estudio es evaluar el comportamiento espacial y temporal entre los meses de marzo a diciembre, sin embargo, para efectos de precisar el lapso de tiempo a abordar se toma como fecha inicial la del primer caso reportado en el municipio siendo el 15 de marzo y teniendo como fecha final el 18 de diciembre, así se pueden establecer periodos de 30 días para los análisis, logrando satisfacer el objetivo de la investigación. De acuerdo con este periodo de tiempo de nueve meses, se logra consolidar una base de datos con 15.671 registros de casos positivos con COVID-19 notificados para el municipio de Soacha.

Geocodificación

A la variable de dirección se le realiza el proceso de estandarización de acuerdo a la nomenclatura urbana del municipio dada por la Secretaria de Planeación Municipal, en este proceso se eliminaron símbolos especiales como puntos, comas, asteriscos, numerales, guiones, barras, complementos y espacios, posteriormente se organizó el cuadrante (ESTE - E o SUR - S) de acuerdo al tipo de vía (tabla 3.)

Tipo de vía	Codificación	Cuadrante	Codificación	Arquitectura		Ejemplo
				Cuadrante SUR	Cuadrante ESTE	
Calle	CL	SUR	S	Mitad	Final	CL 1 S 4G 95
Diagonal	DG	SUR	S	Mitad	Final	DG 14A 0 56 E
Carrera	KR	ESTE	E	Final	Mitad	KR 1 E 30B 54
Transversal	TV	ESTE	E	Final	Mitad	TV 11 4 95 S

Tabla 3. Codificación direcciones municipio Soacha

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente en el software Excel se realizó el cruce mediante la función =BUSCARV con la base de datos de placas domiciliarias del municipio de Soacha, la cual trae consigo las coordenadas (x, y) de todos los predios urbanos del municipio, además de los atributos de barrio y comuna, con esto se logra tener la posición geográfica de cada uno de los registros válidos dentro de la base de datos, obteniendo los siguientes resultados (Tabla 4).

Registros	Cantidad	%
Georreferenciados	14698	0.938
Área rural	19	0.001
Sin dato	273	0.017
Sin localizar	681	0.043
Totales	15671	1

Tabla 4. Resultados proceso de georreferenciación base de datos

Fuente: Elaboración propia

El proceso de georreferenciación arrojó un total 14.698 registros lo que representa el 94% de la totalidad de la base de datos, a continuación, se relacionan los registros por cada mes discriminando los datos georreferenciados y los perdidos en los cuales se agruparon aquellos que no tenían dato de ubicación (dirección), los que no se lograron geocodificar y aquellos que estaban en el área rural del municipio (Tabla 5).

Periodo	Georreferenciados	Perdidos	Totales
Mes 1	56	1	57
Mes 2	82	0	82
Mes 3	634	18	652
Mes 4	2111	81	2192
Mes 5	4428	205	4633
Mes 6	2765	102	2867
Mes 7	1619	140	1759
Mes 8	1632	225	1857
Mes 9	1371	201	1572
Total	14698	973	15671

Tabla 5. Reporte base de datos geocodificada

Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos Secretaria de Salud de Soacha 2020

Como parte de los objetivos de la investigación es analizar el comportamiento espacial y temporal mes a mes y luego de la revisión de la base de datos se hace necesario agregar variables tales como: semana epidemiológica, día de ocurrencia, mes y periodo, esta última calculada por lapsos de 30 días (Tabla 6).

Periodo	Lapso en días	Días calendario
Mes 1	15 marzo - 14 abril	30
Mes 2	15 abril - 15 mayo	30
Mes 3	16 mayo - 15 junio	30
Mes 4	16 junio - 16 julio	30
Mes 5	17 julio - 16 agosto	30
Mes 6	17 agosto - 16 septiembre	30
Mes 7	17 septiembre - 17 octubre	30
Mes 8	18 octubre - 17 noviembre	30
Mes 9	18 noviembre - 18 diciembre	30
	Total	270

Tabla 6. *Periodos de análisis de la información*

Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos Secretaria de Salud de Soacha 2020

Bajo esta cronología de trabajo se realizó el cargue de la base de datos georreferenciada mediante las coordenadas x,y al software ArcGIS de escritorio en su versión 10.7.1 cuya licencia otorga la Universidad Antonio Nariño, para su posterior conversión en una capa geográfica en formato shapefile e incluyéndolo en la geodatabase creada para la investigación, en la cual también reposa la información geográfica de base del municipio como son los límites por comuna y barrios además del perímetro urbano.

Cargue y diseño de la información espacial

La información geográfica está organizada mediante una base de datos geográfica denominada “COVID-19_analisis_Soacha” con sistema de coordenadas MAGNA Colombia Bogotá, en la cual se alojan las capas base del municipio mencionadas anteriormente, agregando las capas usuarios COVID-19 positivos para cada uno los periodos a analizar (Figura 5). En esta misma área se almacena la información ráster de los cálculos sobre la densidad por km² y de interpolación para cada uno de los periodos de análisis.

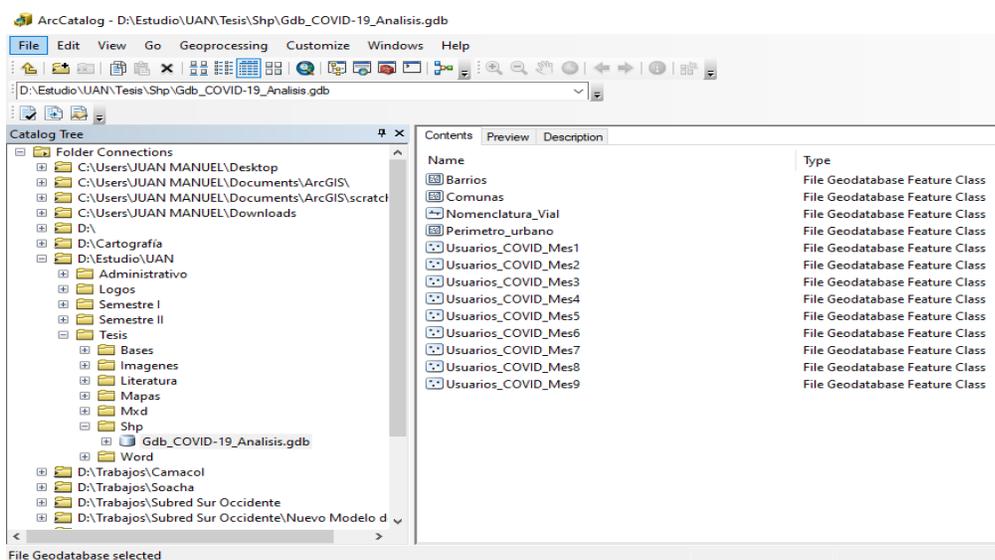


Figura 5. Área de almacenamiento de información geográfica

Fuente: Elaboración propia, mediante licenciamiento UAN

Mapas de Calor – Densidad de Kernel

Por medio de la herramienta Kernel Density incluida dentro de la extensión Spatial Analyst Tools – Density (Figura 6), se calculó la densidad de puntos por km² para cada uno de los nueve meses de trabajo.

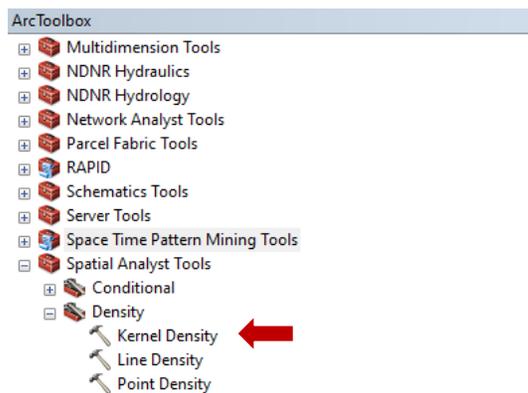


Figura 6. *Herramienta Kernel Density*

Fuente: Elaboración propia, mediante licenciamiento UAN

Posteriormente se realizó la reclasificación de los nueve ráster, mediante la herramienta Reclassify para reasignar los valores de cada clase calculada en los diferentes meses de estudio a un valor entero con el cual se logre realizar la superposición de ponderada (Figura 7).

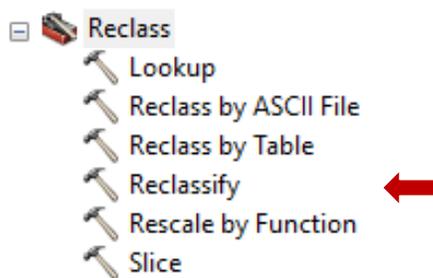


Figura 7. *Herramienta Reclassify*

Fuente: Elaboración propia, mediante licenciamiento UAN

Finalmente, los ráster reclasificados y ponderados equitativamente entre los nueve archivos se superpusieron mediante la herramienta de Weighted Overlay, generaron cinco categorías de resultado denominadas zonas de baja, media baja, media, media alta y alta influencia del COVID-19 en el municipio de Soacha, determinando así las áreas con mayor y menor afectación del virus en el lapso de tiempo estimado (Figura 8).

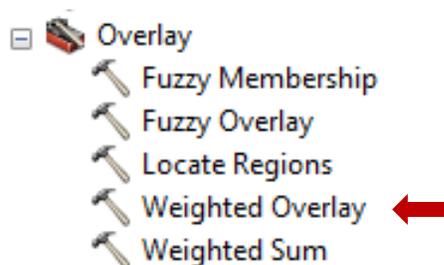


Figura 8. *Herramienta Superposición ponderada*

Fuente: Elaboración propia, mediante licenciamiento UAN

Mapas de Difusión Temporal – Isocronas

Mediante la variable “Día” agregada en la base de datos de cada periodo de análisis, se logra tener la frecuencia de ocurrencia diaria de los eventos, con dicha variable y mediante la herramienta de la Inverse Distance Weighting (IDW) nuevamente localizada en la caja de herramientas de Spatial Analyst Tools – Interpolation (Figura 9), se calcula las áreas de difusión de acuerdo a la aparición de casos positivos COVID-19 en el municipio de Soacha y con ello se generan los mapas por cada mes.

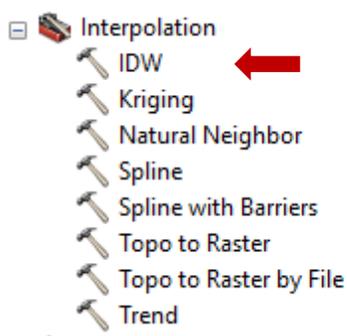


Figura 9. Herramienta IDW

Fuente: Elaboración propia, mediante licenciamiento UAN

Posteriormente se calcularon las distancias de los casos por semana y mes por medio de la herramienta “Point distance” para determinar la difusión espacial promedio y así poder establecer que tanta movilidad tuvo el virus en el periodo de análisis, la herramienta se encuentra dentro en Analysis tools – Proximity (Figura 10).

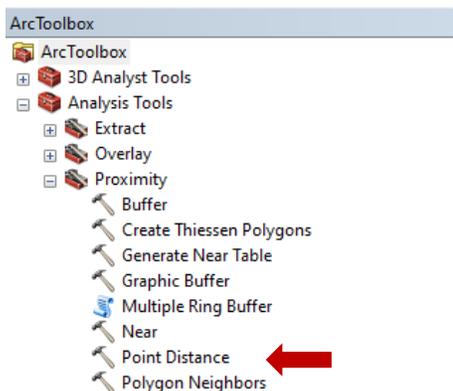


Figura 10. *Herramienta cálculo de distancia*

Fuente: Elaboración propia, mediante licenciamiento UAN

Resultados y discusión

La evolución de casos positivos por semana epidemiológica muestra un comportamiento de una campana de Gauss a lo largo de los nueve meses de análisis, por cada semana se tiene el número de casos notificados al municipio, así mismo se hace alusión a cada una de las medidas tomadas por parte del gobierno nacional y municipal y como dichas decisiones impactaron en la evolución del virus en el municipio. La reactivación económica impulsada desde el gobierno nacional en la semana 23 junto con el primer y segundo día sin IVA impulsaron el crecimiento de casos, el primer pico de la pandemia en la semana 32 logró la cifra de 1333 casos nuevos, posteriormente se presentó la disminución de casos notablemente trayendo consigo decisiones como el fin de la cuarentena estricta, posibilitando la apertura de otros sectores de la economía. Sobre las últimas semanas de estudio se presenta pocas variaciones en los datos, aunque con la constante de que los casos disminuyen ostensiblemente terminando en una cifra de 135 casos a mitad de diciembre (Figura 11).

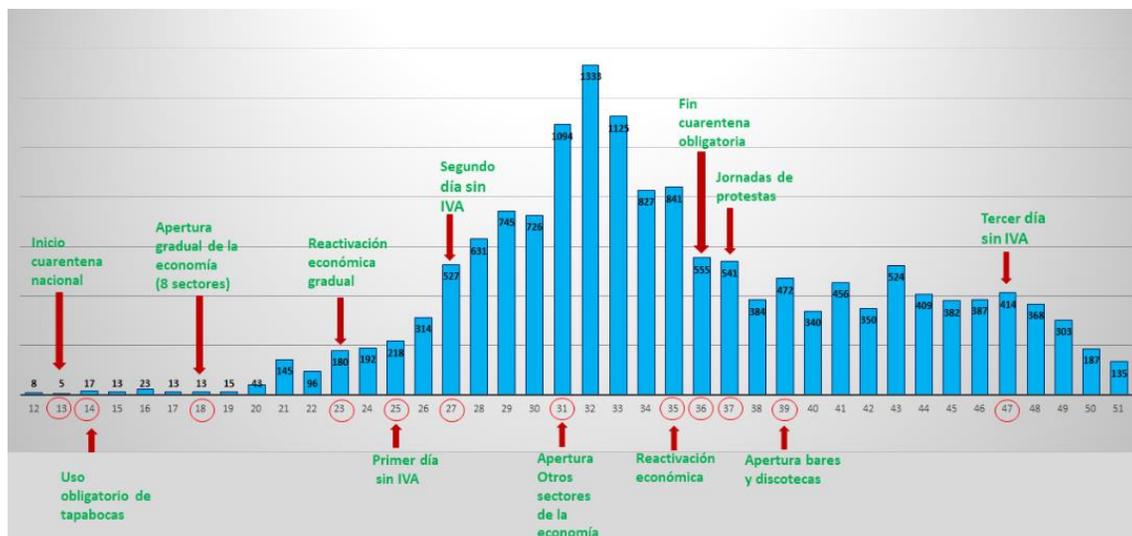


Figura 11. Evolución casos covid-19 Soacha semana 12 a semana 51 año 2020

Elaboración propia a partir de datos de Secretaria de Salud municipal de Soacha

Análisis espacial

Mes 1. 15 de marzo al 14 de abril de 2020

A partir del análisis espacial se puede identificar que las áreas de intensidad más elevadas de casos COVID-19 (las de coloración más oscura en el mapa) situadas puntualmente en las comunas de San Mateo y Compartir, donde se concentraron en mayor magnitud los primeros casos de la enfermedad en el municipio durante el primer mes de pandemia con un promedio de densidad alta de 8 a 12 casos por km², en tercera instancia la comuna de Cazuca, situándose en el costado norte presencia de casos positivos con alta concentración (Figura 12).

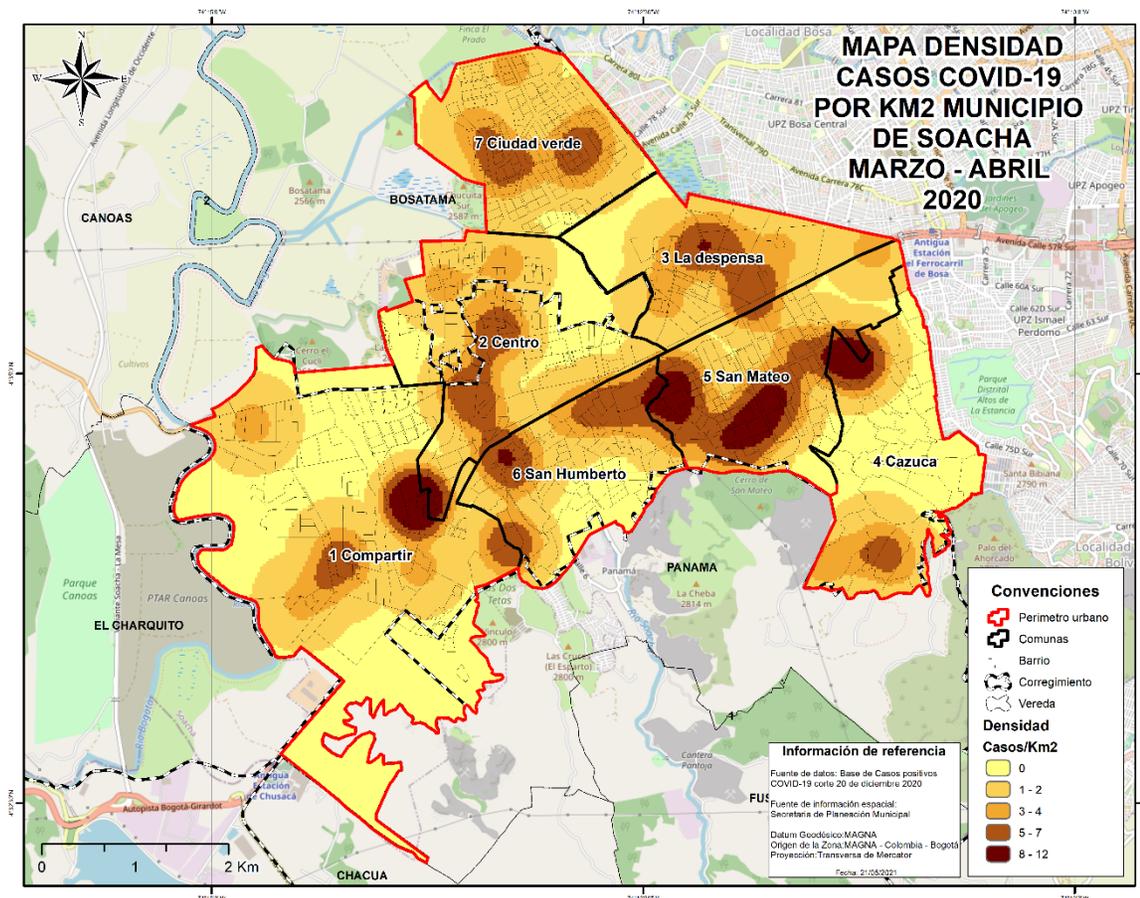


Figura 12. Mapa densidad casos positivos COVID-19 mes 1

Elaboración propia a partir de datos de Secretaria de Planeación y Secretaria de Salud municipal de Soacha

Mes 2. 15 de abril al 15 de mayo de 2020

En el segundo mes, se observe un crecimiento en la cantidad de casos activos en el municipio con alta intensidad entre 14 a 22 casos por km², se observa que sigue el alto contagio en la comuna de San Mateo, específicamente en los barrios Alelés y Magnolios, zonas con alta presencia de conjuntos residenciales, la comuna de Ciudad Verde también comenzó a verse con

gran afectación en la cantidad de casos positivos, la Comuna de Compartir mantiene la misma cantidad de contagios que el mes pasado y la Comuna Centro comienza a verse reflejado el aumento de los casos de Covid-19 probablemente por la apertura gradual de la economía que dio el gobierno, siendo la Comuna Centro la zona con mayor concentración de comercio formal e informal del municipio (Figura 13).

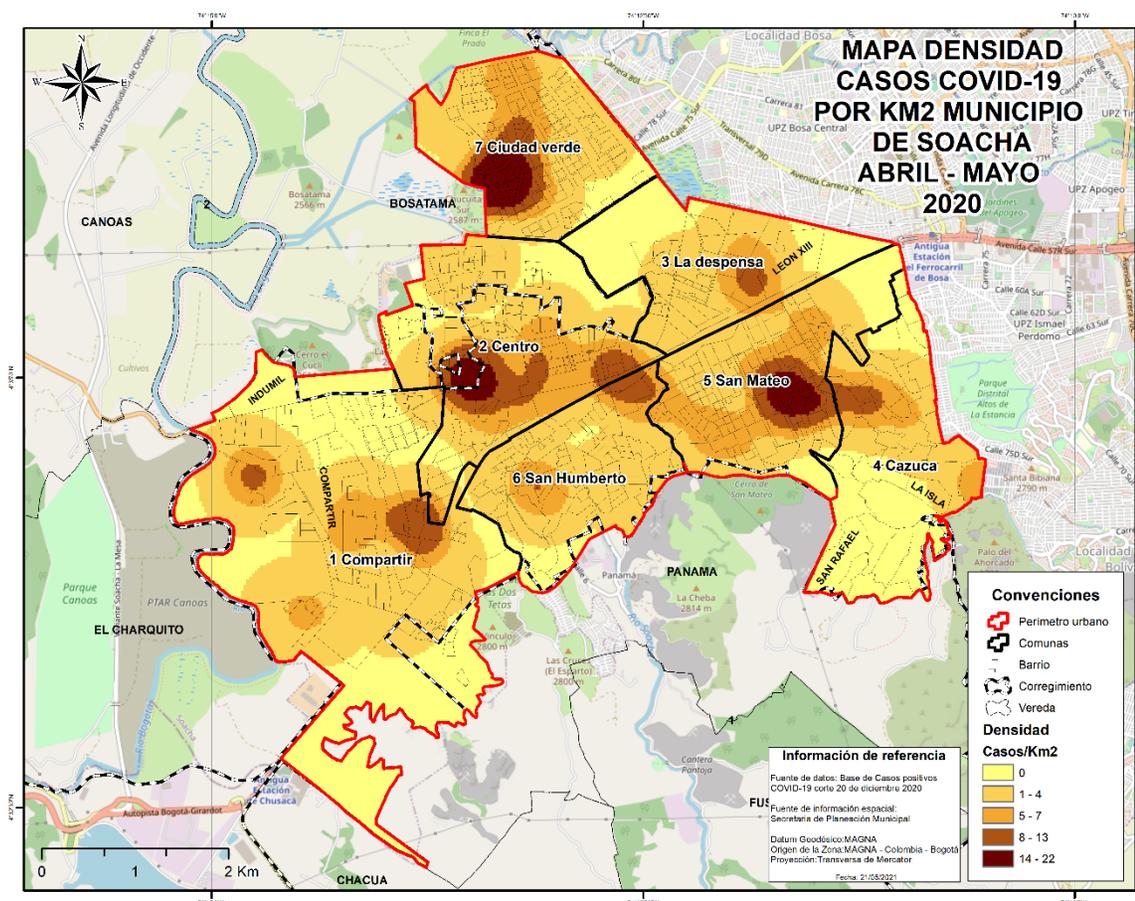


Figura 13. Mapa densidad casos positivos COVID-19 mes 2

Elaboración propia a partir de datos de Secretaría de Planeación y Secretaria de Salud municipal de Soacha

Mes 3. 16 de mayo – 15 de junio 2020

Se agudiza el aumento de casos positivos en la Comuna de Ciudad Verde, zona exclusiva a conjunto residenciales como: Laurel, Gardenia, Loto, Palma real, Tulipán, Victoria con un rango aproximado de 54 a 80 casos. Con poco margen siendo media alta la Comuna de San Mateo, no obstante, la de mayor afectación durante este mes fue la Comuna San Humberto, siendo uno de los principales corredores viales del municipio y con gran variación de comercio formal e informal, además de la reactivación económica de la mayoría de sectores que dio el gobierno durante ese mes (Figura 14).

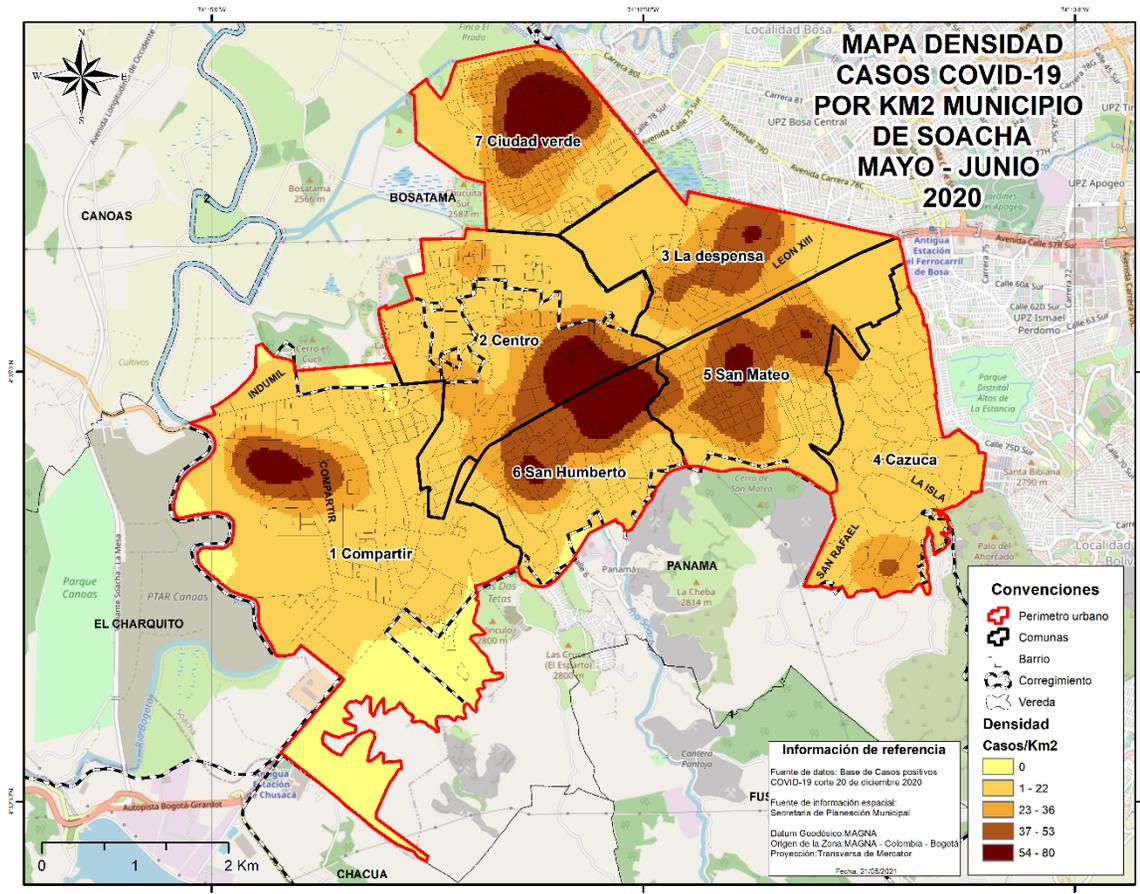


Figura 14. Mapa densidad casos positivos COVID-19 mes 3

Elaboración propia a partir de datos de Secretaria de Planeación y Secretaria de Salud municipal de Soacha

Mes 4. 16 de junio al 16 de julio de 2020

Se pudo observar que los casos van en aumento posiblemente a la flexibilidad que implementó el gobierno respecto a las medidas de aislamiento y a la reactivación económica del país en especial a dos días importantes durante ese mes, los días sin IVA, el primero de ellos y la causa más probable del aumento de casos se registró el 19 de junio con el debido permiso de las autoridades locales de mantener los comercios abiertos al público las 24 horas y sin restricciones de “pico y cedula” ni “pico y género” (Alcaldía de Soacha, 2020d) durante todo el día se presentaron aglomeraciones en los respectivos centro comerciales y tiendas locales sin el debido distanciamiento social, el mal uso de tapabocas (Soacha iniciativa ciudadana, 2020) haciendo que durante el respectivo mes se dispararan los números de contagios sobre el municipio en especial en las Comunas Centro y San Humberto por su actividad comercial y Comunas como San Mateo, Ciudad Verde, La despensa y Compartir, las dispersión de los focos de contagios en los respectivos conjuntos residenciales, barrios populares entre otros, siendo uno de los meses con mayor crecimiento de contagio del virus con intensidad media alta de 150 casos y una alta de 250 casos por km², la situación se presentó un día antes de que el gobierno reportara la mayor cifra de contagios con 3171 casos en un solo día hasta la fecha (MINSALUD, 2020c) (Figura 15).

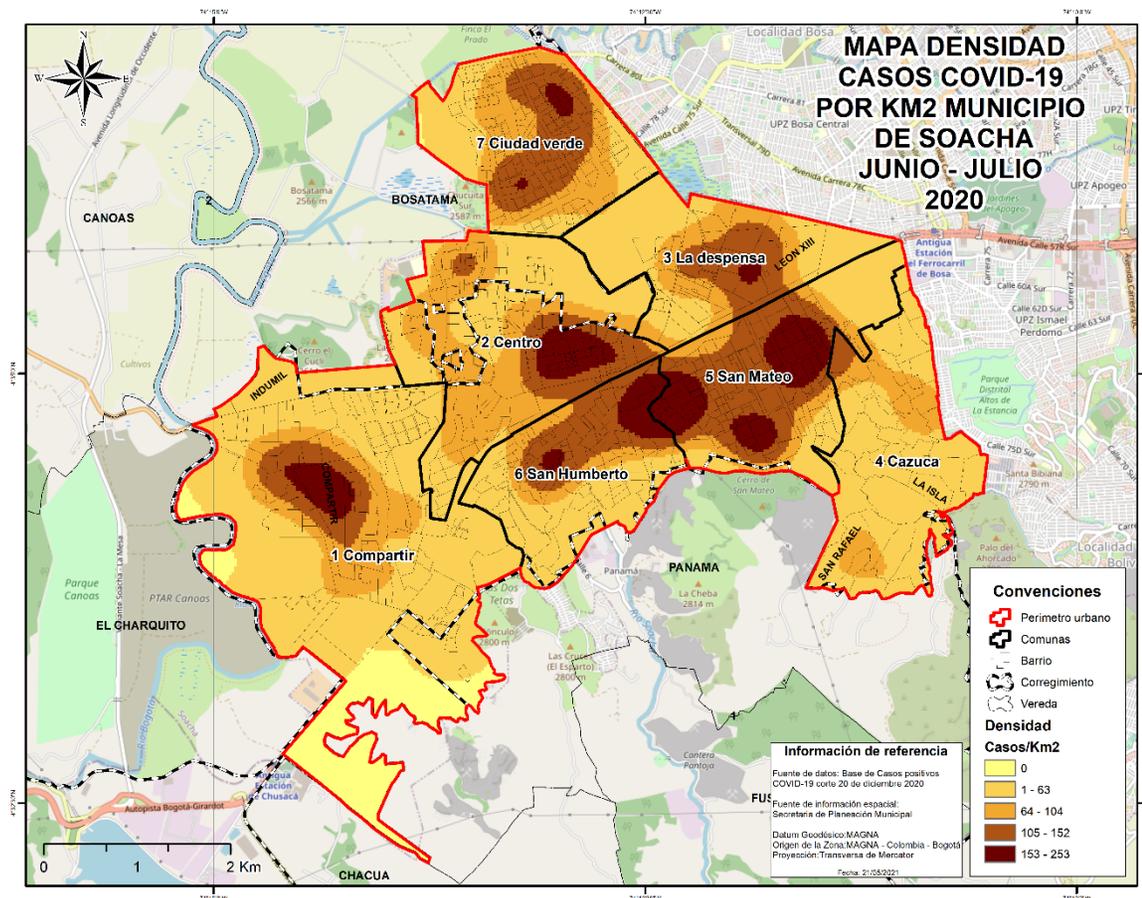


Figura 15. Mapa densidad casos positivos COVID-19 mes 4

Elaboración propia a partir de datos de Secretaria de Planeación y Secretaria de Salud municipal de Soacha

Mes 5. 17 de julio al 16 de agosto de 2020

El aumento exponencial que ha tenido el municipio durante una de las fases más críticas durante la pandemia, el primer pico. Observándose claramente que la tasa de densidad llegaba a cifras récord de contagios con un valor superior de 461 casos por km^2 en el municipio viéndose afectados 6 de las 7 comunas severamente, todo este aumento es probablemente a la flexibilidad

de algunos ciudadanos al salir a las calles, la reactivación del sector comercio, el sistema de transporte presentando aglomeraciones (MINSALUD, 2020a). Las comunas de San Mateo y Ciudad Verde han sido las más vulnerables en el sentido que muchas familias escogen el Municipio como su lugar de residencia en estas dos comunas especialmente, las comunas Centro y San Humberto ya venían en proceso de aumento de casos Covid-19 debido a que son principales corredores viales y gran parte de comercio formal e informal, mientras Compartir y La Despensa las dos comunas más populares del municipio también se vieron afectadas drásticamente con el incremento de casos en barrios como León XIII, Los Olivos, Potrero Grande en la comuna de La Despensa y en Compartir barrios como Ciudad Latina, Paseo Real, Nueva Compartir entre otros (Figura 16).

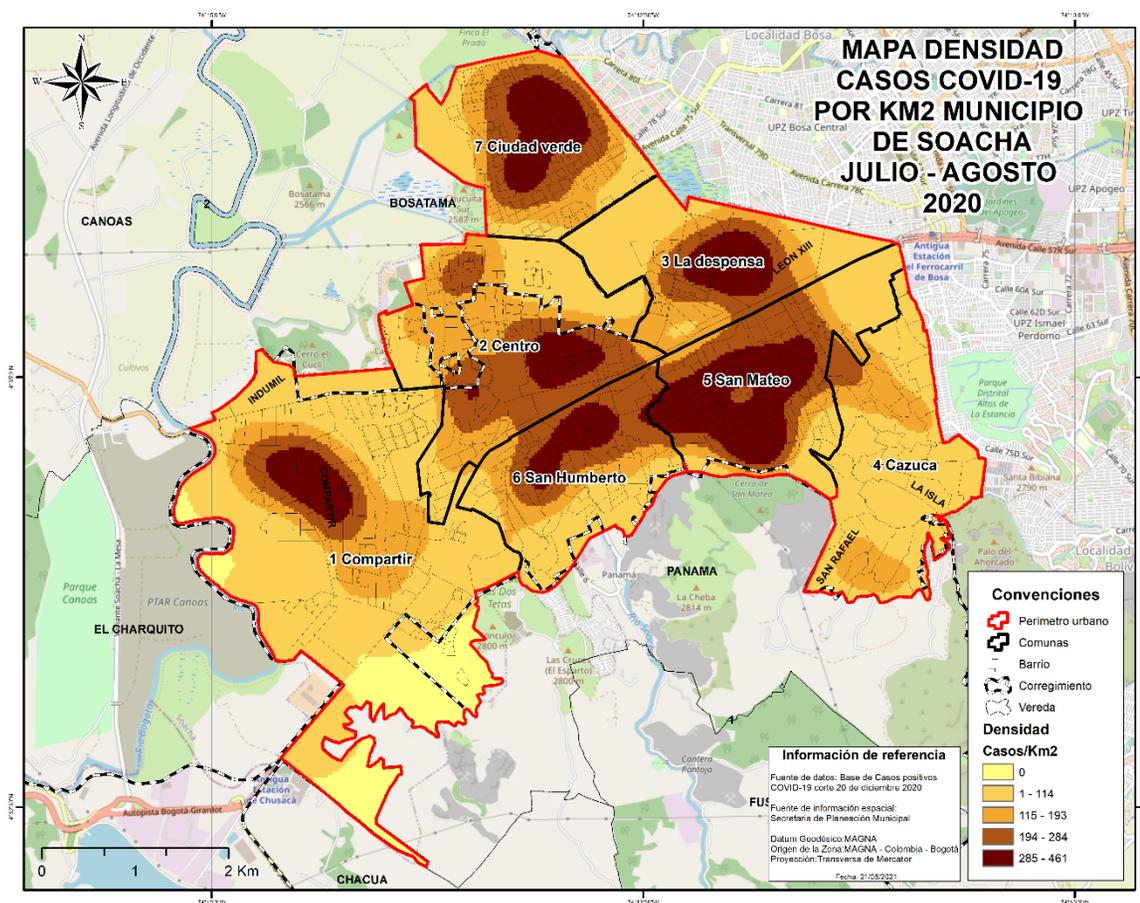


Figura 16. Mapa densidad casos positivos COVID-19 mes 5

Elaboración propia a partir de datos de Secretaria de Planeación y Secretaria de Salud municipal de Soacha

Mes 6. 17 de agosto al 16 de septiembre de 2020

Un descenso en el número de contagios después del primer pico de la pandemia registrado en el municipio durante el mes pasado, se observa una reducción de casos en la comuna de San Humberto en los barrios de San Bernardino, El Dorado, Andalucía y San Marcos que respecto al mes pasado la tasa de contagios era casi más de un 60%. Las comunas de San Mateo y Ciudad Verde reportaron menores cantidades de casos respecto al mes pasado pero siguen siendo las zonas con mayores cantidades de casos reportados en los respectivos barrios y conjuntos residenciales, de igual manera Compartir y la Despensa, teniendo en cuenta que durante ese mes el gobierno dio fin a la fase de cuarentena obligatoria y pasar a un aislamiento selectivo incluyendo la reactivación económica y el regreso del transporte aéreo nación y el terrestre municipal (Figura 17).

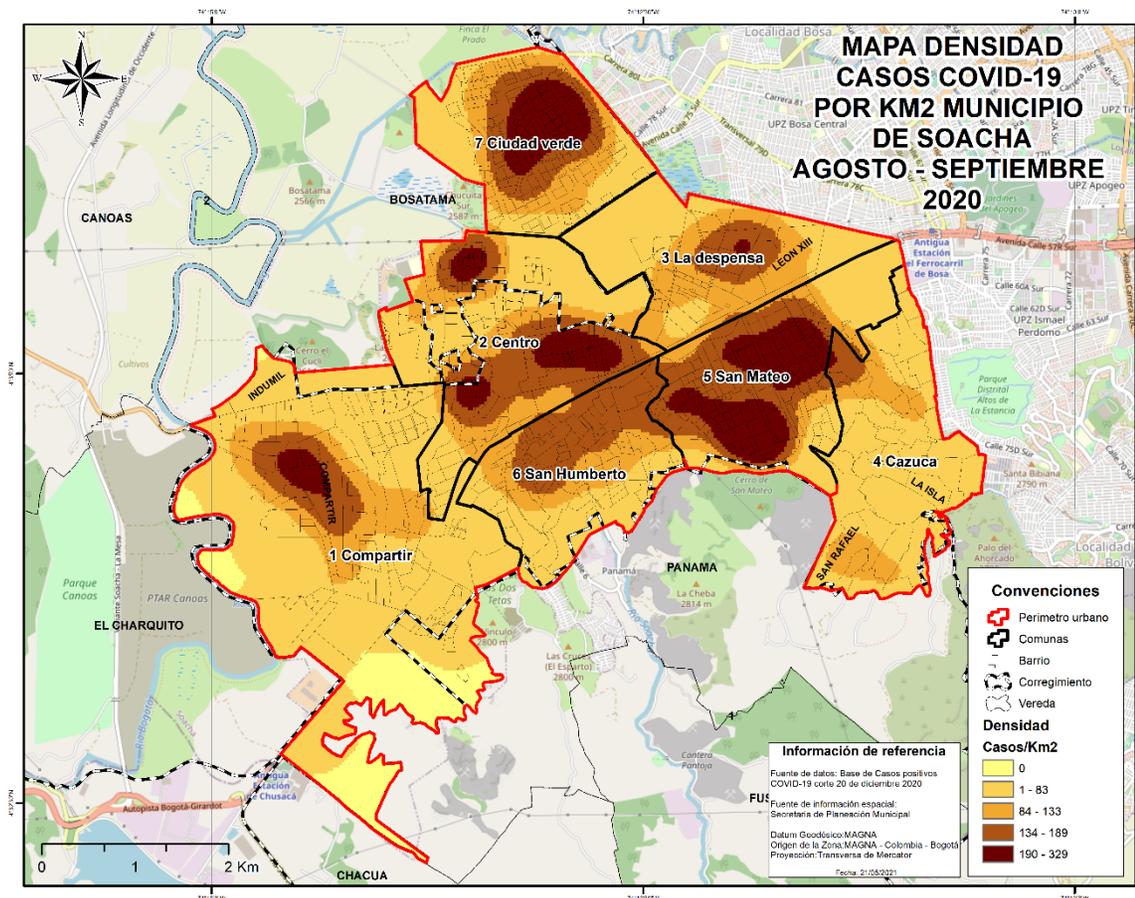


Figura 17. Mapa densidad casos positivos COVID-19 mes 6

Elaboración propia a partir de datos de Secretaria de Planeación y Secretaria de Salud municipal de Soacha

Mes 7. 17 de septiembre al 17 de octubre de 2020

El municipio reporta menos cantidad de casos respecto a los dos últimos meses pasados con un alta de 164 casos durante ese mes, las situaciones más críticas siguen siendo las comunas residenciales como Ciudad Verde y San Mateo, le sigue las comunas Compartir y La Despensa con mercados comerciales y su alta población en barrios populares y en una tercera instancia las

comunas con corredores viales como Centro y San Humberto teniendo como eje principal la Autopista Sur. Sin embargo, de acuerdo a esta disminución de casos el gobierno local da una reapertura gradual a algunos establecimientos que fueron drásticamente golpeados durante la pandemia que fueron los bares y restaurantes decretando por medio de resolución un plan piloto para reactivar en menor proporción algunos establecimientos que prestan estos servicios, pero contando con la cantidad permitida de aforo, cumpliendo con el respectivo distanciamiento social y protocolos de bioseguridad (Figura 18).

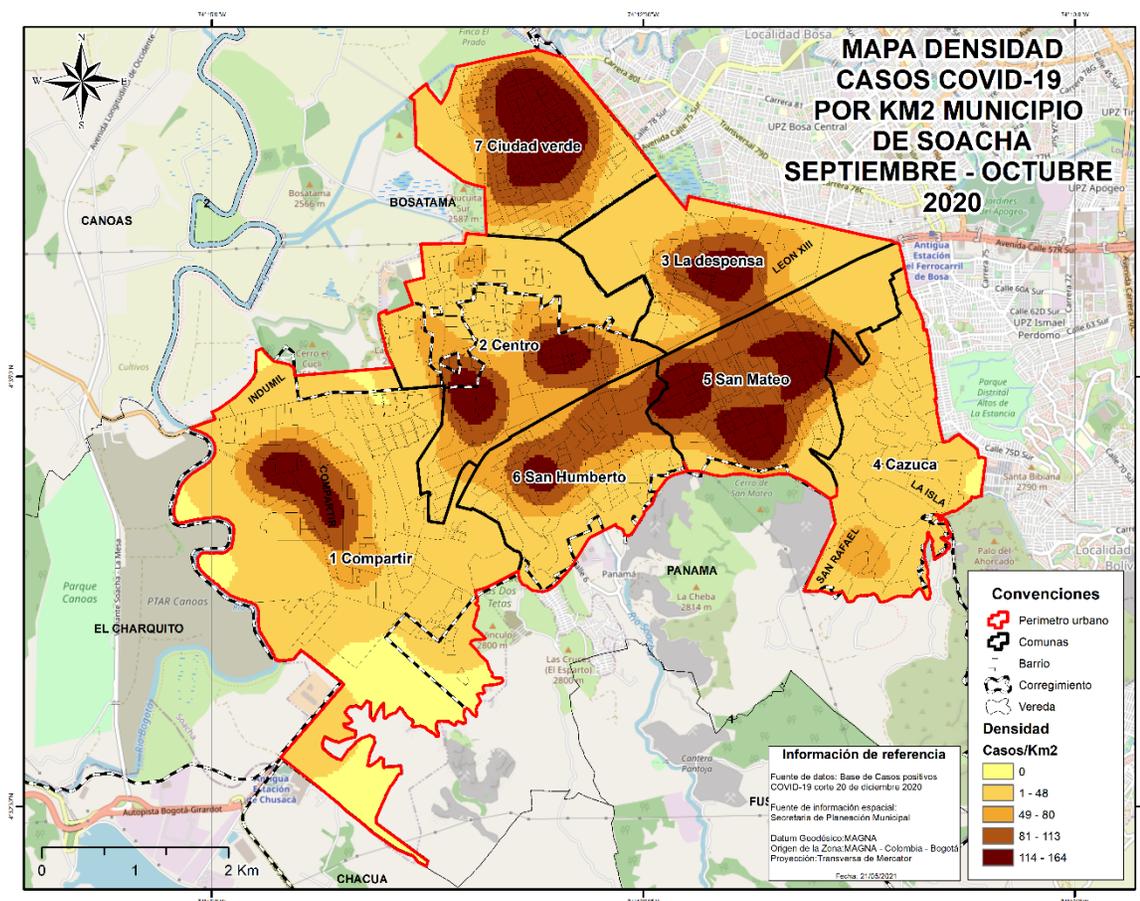


Figura 18. Mapa densidad casos positivos COVID-19 mes 7

Elaboración propia a partir de datos de Secretaria de Planeación y Secretaria de Salud
municipal de Soacha

Mes 8. 18 de octubre al 17 de noviembre de 2020

De acuerdo a la resolución 0206 de 2020 (Alcaldía de Soacha, 2020b) implementada por la alcaldía del municipio de Soacha en la reactivación de algunos bares, gastrobares y restaurantes durante este mes se vio un aumento en el número de contagios debido a que muchos ciudadanos observando el panorama del mes pasado donde se reportaba baja en los casos, vieron la oportunidad de salir a restaurantes a compartir en familia, igualmente las pruebas piloto de algunos gastrobares pudiendo ser focos de contagios haciendo que las comunas más perjudicadas sigan siendo nuevamente San Mateo y Ciudad Verde, por la cantidad de personas que se trasladan a dichos lugares, igualmente las fiestas clandestinas son otros sitios que generan aglomeraciones en lugares cerrados y con poca ventilación sin el respectivo distanciamiento social haciendo que posiblemente los casos aumenten (Alcaldía de Soacha, 2020a) (Figura 19).

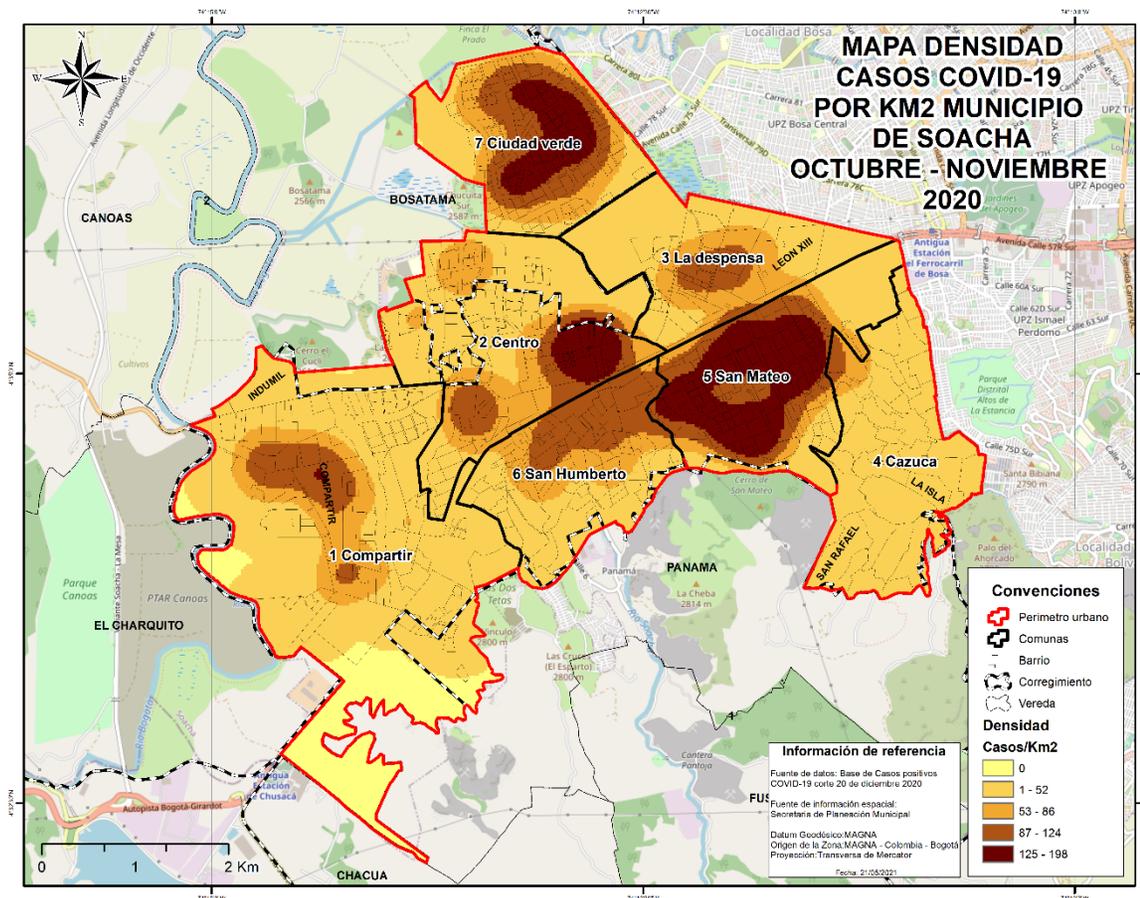


Figura 19. Mapa densidad casos positivos COVID-19 mes 8

Elaboración propia a partir de datos de Secretaria de Planeación y Secretaria de Salud municipal de Soacha

Mes 9. 18 de noviembre al 18 de diciembre de 2020

En el último mes, se logró ver una tendencia controlada y equilibrada en cuanto al nivel de contagio en el municipio el cual se redujo en un 10 %, Durante ese mes estuvo presente el tercer y último día sin IVA del año, autoridades locales dispusieron de mayor vigilancia y el debido cumplimiento de las medidas de bioseguridad en los respectivos Centros comerciales para evitar

así aglomeraciones y focos de contagios, también iniciando mes de diciembre autorizan que los establecimientos comerciales operen hasta la media noche para que el público pueda hacer las respectivas compras de fin de año con la expectativa que los comerciantes logren recuperar las ganancias que no pudieron durante el año. Pero no cambia que los altos contagios se siguen dando en la zona de conjuntos residenciales focalizadas en San Mateo y Ciudad Verde mientras que Centro y San Humberto por su sector comercial, la distribución de densidad en la Comuna de Compartir y La despensa ha sido equilibrada y con tendencia a la baja de casos reportados, Cazuca una de las comunas menos afectadas en proporción a las demás del municipio también ha ido a la baja con un promedio de casos de 73 por km² (Figura 20).

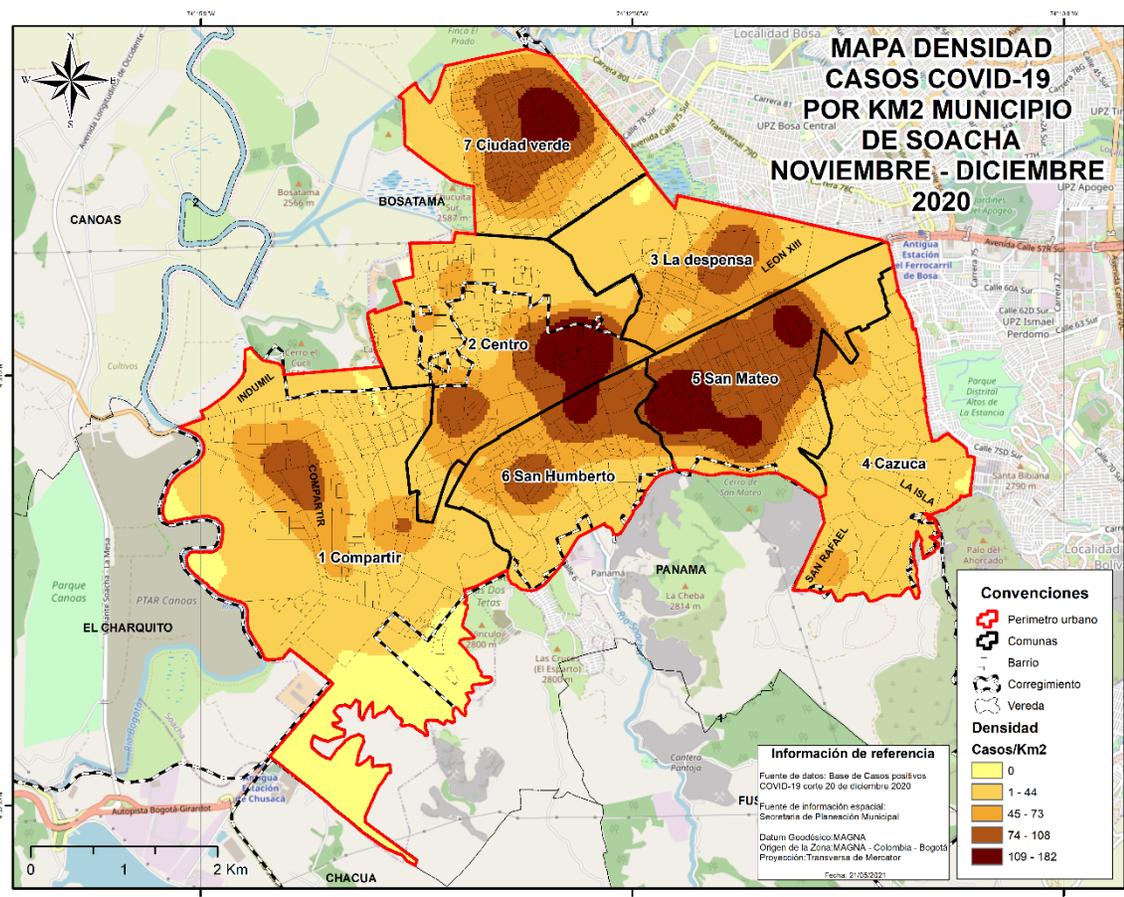


Figura 20. *Mapa densidad casos positivos COVID-19 mes 9*

Elaboración propia a partir de datos de Secretaria de Planeación y Secretaria de Salud municipal de Soacha

De acuerdo con la superposición de los ráster de cada mes se obtuvo un mapa resultado que resume el comportamiento del virus durante los primeros nueve meses de circulación en el municipio, representando las zonas afectadas de acuerdo con la clasificación propuesta.

Durante la evolución de la pandemia en Soacha la comuna 4 Cazuca fue la de menor exposición a los casos positivos, debido a que la mayor parte de su territorio estuvo clasificada entre Media baja y Baja con un área de 1.67 km² y 1.49 km² respectivamente, representando el 87% del territorio de la comuna. Sobre áreas altas de la comuna en barrios como Los pinos, Buenos aires, Las Margaritas y San Rafael, así como en zonas bajas en límites con San Mateo se presentó un nivel de contagio medio con un área de 0.36 km², finalmente sobre el barrio Julio Rincón se presentó una zona media alta que representa el 3% del total de la comuna.

De igual forma en la comuna 3 La despensa se presentaron cuatro clasificaciones, destacándose la media baja con un 33%, seguido por la clasificación media con 28%. En sectores con lotes sin construcción que colindan con Ciudad verde se presentan áreas de clasificación baja al igual que sobre el barrio La despensa que limita con la localidad de Bosa en inmediaciones de la autopista sur representando un área de 0.75 km². Por último, se observó un sector de contagio medio alto en los barrios de León XIII, Los olivos, Los ocales y Pablo VI, equivalente al 16% del total del área de la comuna.

En la comuna 1 la clasificación baja ocupa una extensión de 5.52 km² representando el 57% del área total de la comuna, localizándose sobre la parte sur del municipio en cercanías al río Bogotá, Cerro El Cuclí y zonas colindantes sin construir sobre la autopista sur. Seguidamente se observa que el nivel de contagio se concentra hacia el interior de la comuna en la cual la clasificación media baja alcanza un 26% de área de contagio, posteriormente la incidencia de contagios sigue aumentando hacia el centro de la comuna con clasificación media en barrios como: Los ducales, San Fernando, Villa Sofía y Quintas de Santa Ana entre otros representando el 13% del territorio y por último la clasificación media alta en barrios como Nueva Compartir, Ciudad Latina y El vivero con un área del 4%.

Para la comuna 6 San Humberto las zonas con mayor representatividad sobre el territorio se presentaron en clasificación media alta con un 28% mayoritariamente sobre áreas planas en cercanía al corredor vial más importante del municipio, de igual forma se observa otra área entre los barrios San Marcos, La florida, Ubaté y Cohabitar. Por otra parte, las áreas con clasificación media representan un total de 0.81 km² equivalente al 27% del territorio. Por último, hacia los cerros orientales se dan las concentraciones media baja y baja con 26% y 20% respectivamente.

La mayor representatividad territorial en la comuna 2 Centro se dio en la clasificación media baja con un 39% localizándose sobre la periferia de la comuna, en sectores del cerro La veredita y de Hogares, así mismo la clasificación baja con área de 0.51 km² mantiene esta distribución hacia los extremos de la comuna. Por el contrario, la clasificación media y media alta se presentan sobre los sectores comerciales y administrativos del municipio con áreas de 1.48 km² y 0.96 km².

La comuna de Ciudad verde caracterizada por estar compuesta por solo propiedades horizontales mantuvo una tendencia a altos niveles de contagio durante el periodo evaluado, el 36% de su territorio estuvo sobre la categoría media alta, el 28% sobre la media y 1% en clasificación alta representada principalmente en tres conjuntos residenciales. Se observa que hacia las periferias la concentración de casos positivos disminuye con un 23% en categoría media baja y 12% en baja.

Por último, la comuna San Mateo se caracterizó en el transcurso de los nueve meses por mantener altos niveles de contagio, en este sentido el 8% de su territorio alcanzo la máxima clasificación en barrios como Las Vegas de San Mateo, San Mateo primer sector e Iguazú en un primer sector aledaño a la comuna San Humberto, así mismo en otro sector en los barrios Casa linda, Oasis y San Lucas y otros puntos dispersos en zonas de propiedad horizontal hacia el nor-este del municipio. Siguiendo con la incidencia de alto número de contagios la clasificación media alta sobresale con un área de 1.81 km² representando el 49% del total de área de contagio, la clasificación media alcanza un 16% del territorio, mientras que la clasificación media baja (16%) y baja (11%) se presentaron sobre las zonas altas de los cerros orientales y el área industrial del municipio en inmediaciones con la localidad de Ciudad Bolívar (Figura 21).

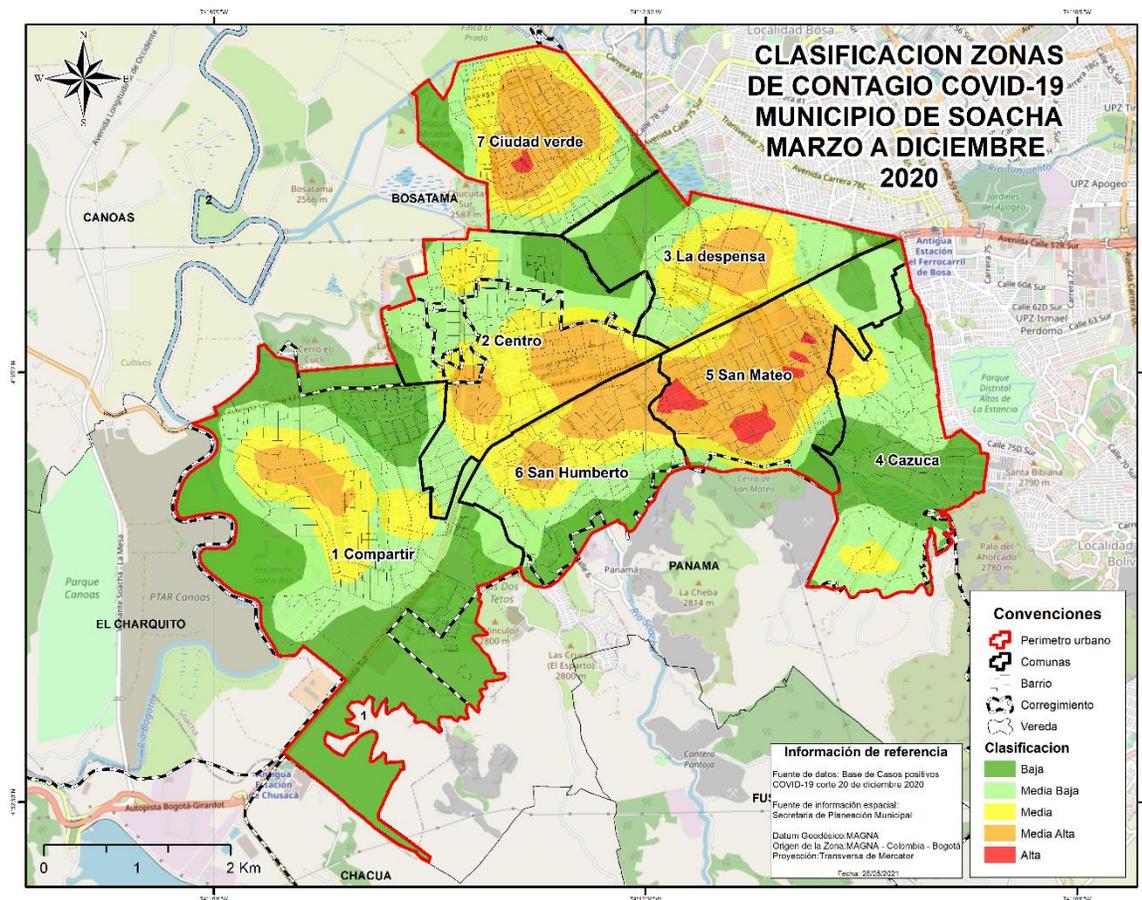


Figura 21. Mapa clasificación zonas de contagio COVID-19 Soacha 2020

Elaboración propia a partir de datos de Secretaria de Planeación y Secretaria de Salud municipal de Soacha

Análisis temporal

Para realizar los análisis temporales se optó por discriminar cada mes en cinco partes iguales, es decir en seis días calendario para poder contrastar el comportamiento del virus en el transcurso del tiempo.

Mes 1

En el mes uno (marzo 15 – abril 14) en el municipio de Soacha se presentaron un total de 57 casos positivos COVID-19, lográndose localizar 56 de ellos, la difusión semana a semana muestra un comportamiento diferencial, en la primera semana los seis casos se localizaron en cinco de las siete comunas, la distancia promedio fue de 2.980 m. La semana dos los casos se concentran mayoritariamente en la parte norte del municipio entre las comunas La despensa, San Mateo y Cazuca, siendo la distancia menor a la semana anterior 1.861 m, por otra parte, en la semana tres los casos empiezan a dispersarse por todo el municipio con mayor presencia en las comunas Compartir, Centro y Ciudad verde, en la comuna San Humberto los casos se localizaron sobre la zona más plana, la distancia promedio fue de 2.775 m. Para la semana cuatro los 13 casos notificados tuvieron un comportamiento disperso sobre todo el área urbana aumentando a 3.718 m la distancia promedio, finalmente en la semana cinco los eventos fueron más concentrados entre las comunas Centro, Compartir, San Humberto y Cazuca, obteniendo una distancia de 2.454 m entre los veinte casos reportados en dicho periodo (Figura 22). Se observa un crecimiento en los casos a partir de la semana tres, con un incremento final entre la semana uno y cuatro de 233%. La distancia promedio entre todos los casos del mes fue de 2.876 m (Tabla 7).

Semana	Casos	Variación	Distancia m
15/03/2020 – 20/03/2020	6	0%	2980
21/03/2020 – 26/03/2020	6	0%	1861
27/03/2020 – 02/04/2020	11	83%	2775
03/04/2020 – 08/04/2020	13	18%	3718
09/04/2020 – 14/04/2020	20	54%	2454
Total	56		2876

Tabla 7. Estadísticas por semana mes 1

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Secretaria de Salud de Soacha

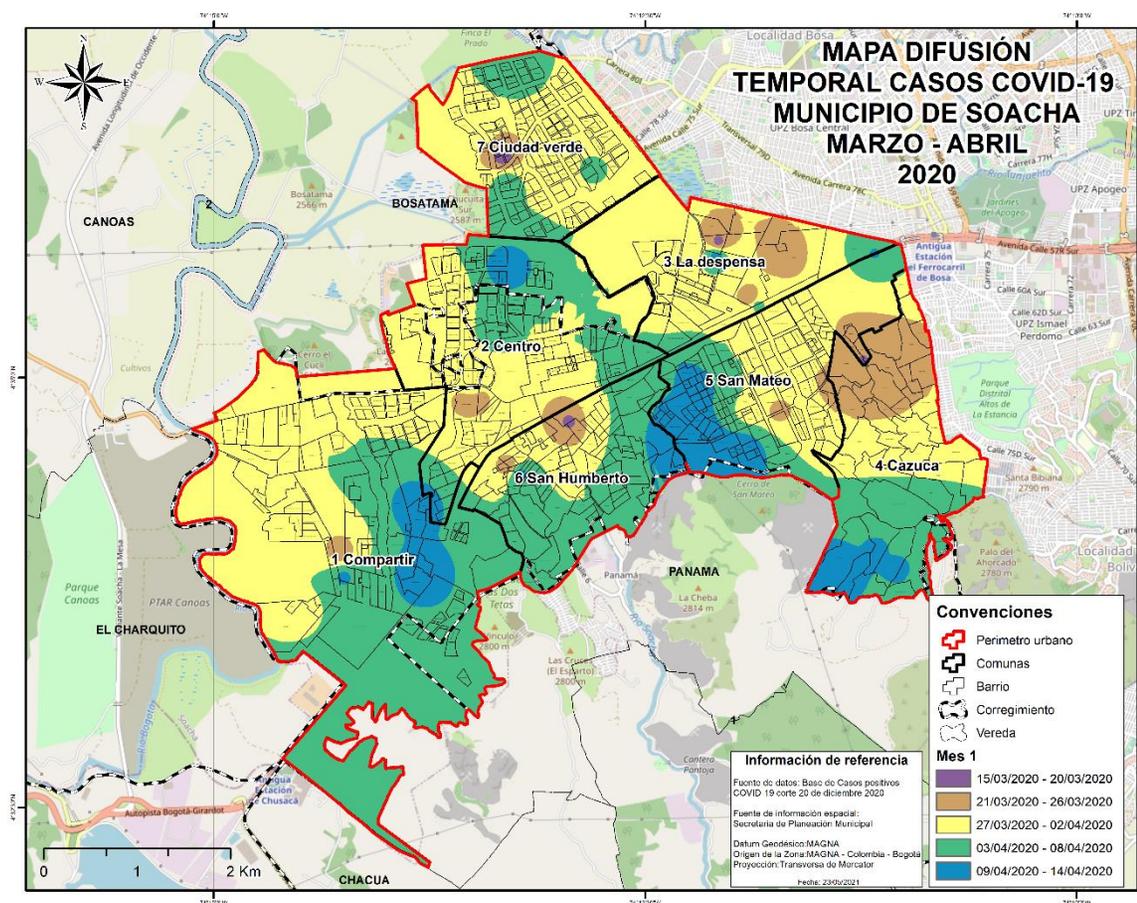


Figura 22. Mapa difusión temporal mes 1

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Secretaria de Planeación y de Salud Soacha

Mes 2

El segundo periodo de análisis está comprendido entre el 15 de abril y 15 de mayo, en este lapso de tiempo los casos tuvieron una distancia promedio de dispersión de 2.938 m, siendo superior al mes anterior. El comportamiento semana a semana muestra una concentración en la aparición de casos en el periodo del 15 al 26 abril en zonas específicas de San Mateo, San Humberto, La despensa y Ciudad verde, por el contrario, entre el 27 de abril y el 8 de mayo los nuevos casos positivos se localizaron a lo largo y ancho del municipio, periodo en el cual fue iniciada por el gobierno nacional la apertura de ocho sectores de la economía, finalmente entre el 9 y 15 de mayo los casos tuvieron una movilidad reducida en sectores de Ciudad verde, Centro, San Humberto, Compartir y Cazuca (Figura 23).

La variación de casos por cada periodo de tiempo muestra una caída de casos notificados importante a finales del mes de abril, pero con un elevado incremento en los mismos hacia mediados de mayo llegando a representar el 192% de más casos que un mes antes (Tabla 8).

Semana	Casos	Variación	Distancia m
15/04/2020 - 20/04/2020	12	-40%	2896
21/04/2020 - 26/04/2020	14	17%	2983
27/04/2020 - 02/05/2020	9	-36%	2617
03/05/2020 - 08/05/2020	12	33%	2967
09/05/2020 - 15/05/2020	35	192%	3145
Total	82		2938

Tabla 8. Estadísticas por semana mes 2

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Secretaria de Salud de Soacha

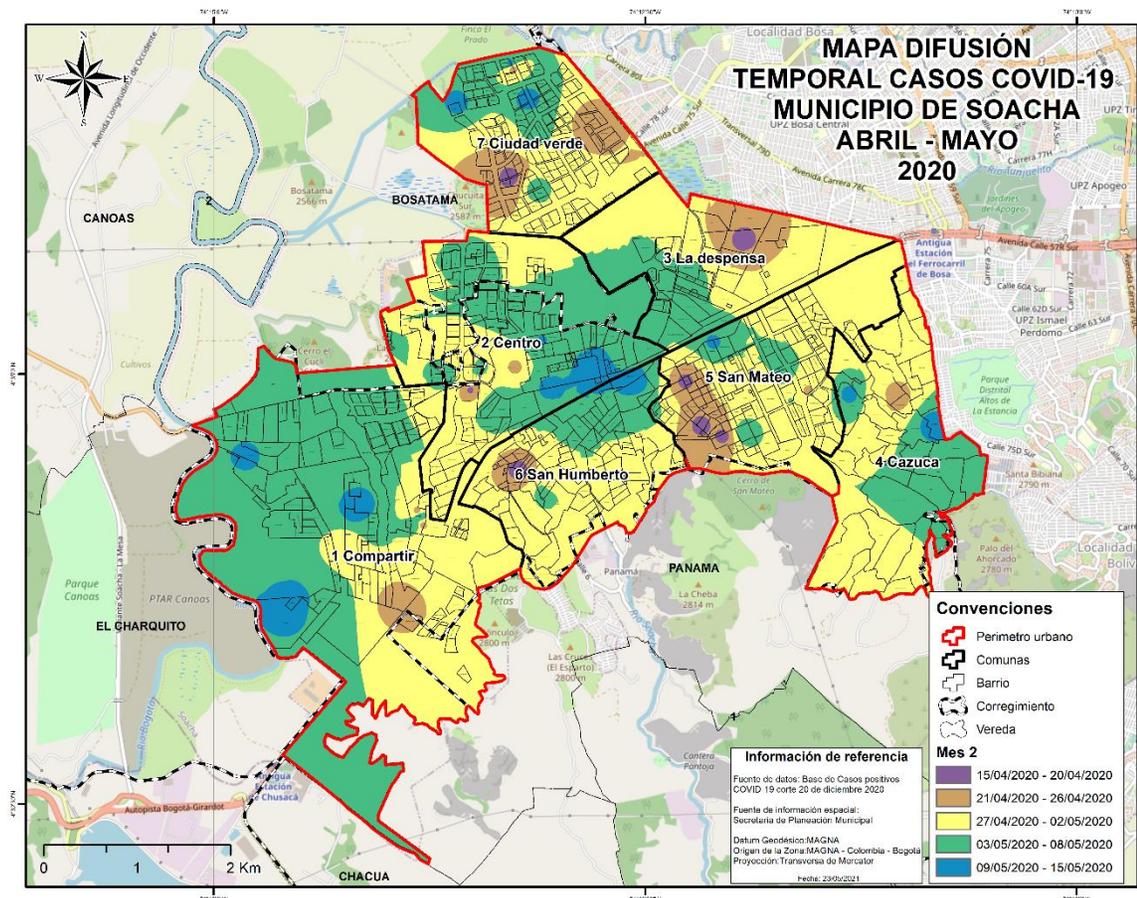


Figura 23. Mapa difusión temporal mes 2

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Secretaría de Planeación y de Salud Soacha

Mes 3

Entre mediados de mayo y junio arrancó en el país la apertura económica como medida para mitigar los impactos socioeconómicos de la pandemia para la cual se habilitó la reactivación de otros sectores de la economía, esto trajo consigo un aumento significativo en la notificación de casos positivos y con ello un comportamiento en el tiempo con mayor frecuencia y así mismo mayor variación (Tabla 9), el municipio paso de tener 35 casos por semana a mediados de mayo a

tener 144 en la siguiente, con una leve reducción finalizando el mes y de ahí en adelante en constante crecimiento. La distancia promedio entre casos estuvo en 2.884 m, con pequeñas concentraciones de casos en las dos primeras semanas en todas las comunas, siendo más notorias en zonas comunes entre la comuna Centro y San Humberto, zonas altas de Cazuca, sectores de la comuna Compartir y Ciudad verde.

Semana	Casos	Variación	Distancia m
16/05/2020 - 22/05/2020	144	311%	2861
23/05/2020 - 28/05/2020	75	-48%	2990
29/05/2020 - 03/06/2020	122	63%	2968
04/06/2020 - 09/06/2020	142	16%	2960
10/06/2020 - 15/06/2020	151	6%	2757
Total	634		2884

Tabla 9. Estadísticas por semana mes 3

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Secretaria de Salud de Soacha

Por otra parte, el comportamiento de casos en la última semana tuvo una concentración mayor lo que se refleja en la disminución de la distancia entre los casos (2.757 m), localizándose mayoritariamente en sectores de los barrios Ducales I, Santelmo, El salitre y Lagos de Malibu en la comuna 1 Compartir, así como en algunas unidades residenciales de la comuna 2 Centro y Ciudad verde (Figura 24).

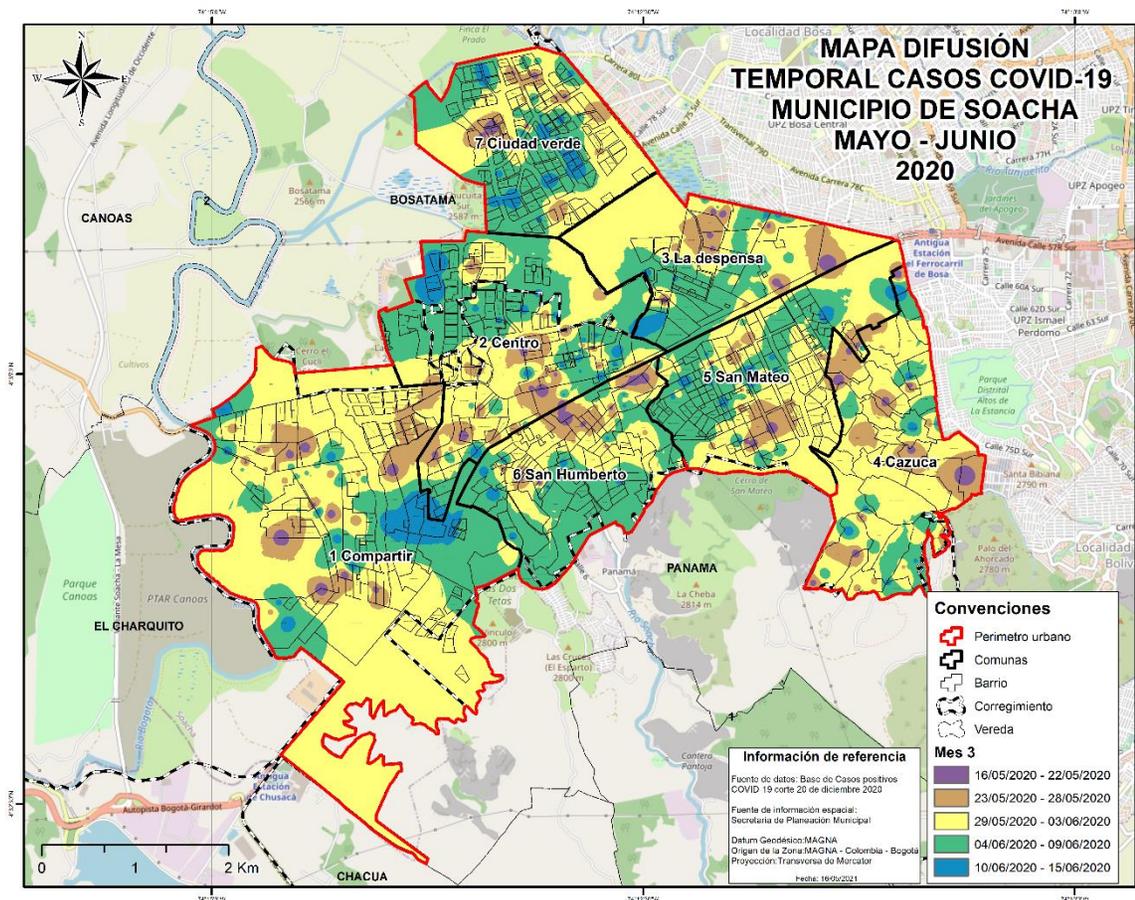


Figura 24. Mapa difusión temporal mes 3

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Secretaria de Planeación y de Salud Soacha

Mes 4

En este periodo de tiempo los casos se triplicaron en el municipio, justo en la primera semana se realiza a nivel nacional el primer día sin IVA que como se observa en la tabla 9, casi que duplica los casos a los 14 días de realizada dicha jornada, además de ello en la cuarta semana se lleva a cabo el segundo día sin IVA, lo cual saturó los espacios públicos generando aglomeraciones y disparando los casos aumentando un 176% desde mediados de junio a la mitad

de julio. En relación a la distancia entre semanas se notó una tendencia a la baja, posiblemente relacionada con contactos masivos en zonas residenciales y comerciales.

Semana	Casos	Variación	Distancia m
16/06/2020 - 22/06/2020	215	42%	3025
23/06/2020 - 28/06/2020	320	49%	2959
29/06/2020 - 04/07/2020	464	45%	2881
05/07/2020 - 10/07/2020	518	12%	2616
11/07/2020 - 16/07/2020	594	15%	2833
Total	2111		2863

Tabla 10. Estadísticas por semana mes 4

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Secretaria de Salud de Soacha

Como se observa los casos de las tres últimas semanas acaparan prácticamente toda el área urbana del municipio, por el contrario, los casos de las dos primeras se concentran principalmente en los barrios Los pinos, San Rafael, Las Margaritas y Buenos aires en Cazuca, cercanías a la plaza de mercado en Ciudad verde y la zona de Parque Campestre que alberga 20 unidades residenciales en la comuna 1 – Compartir, teniendo relación con el cálculo de las menores distancias en estos periodos de tiempo (Figura 25).

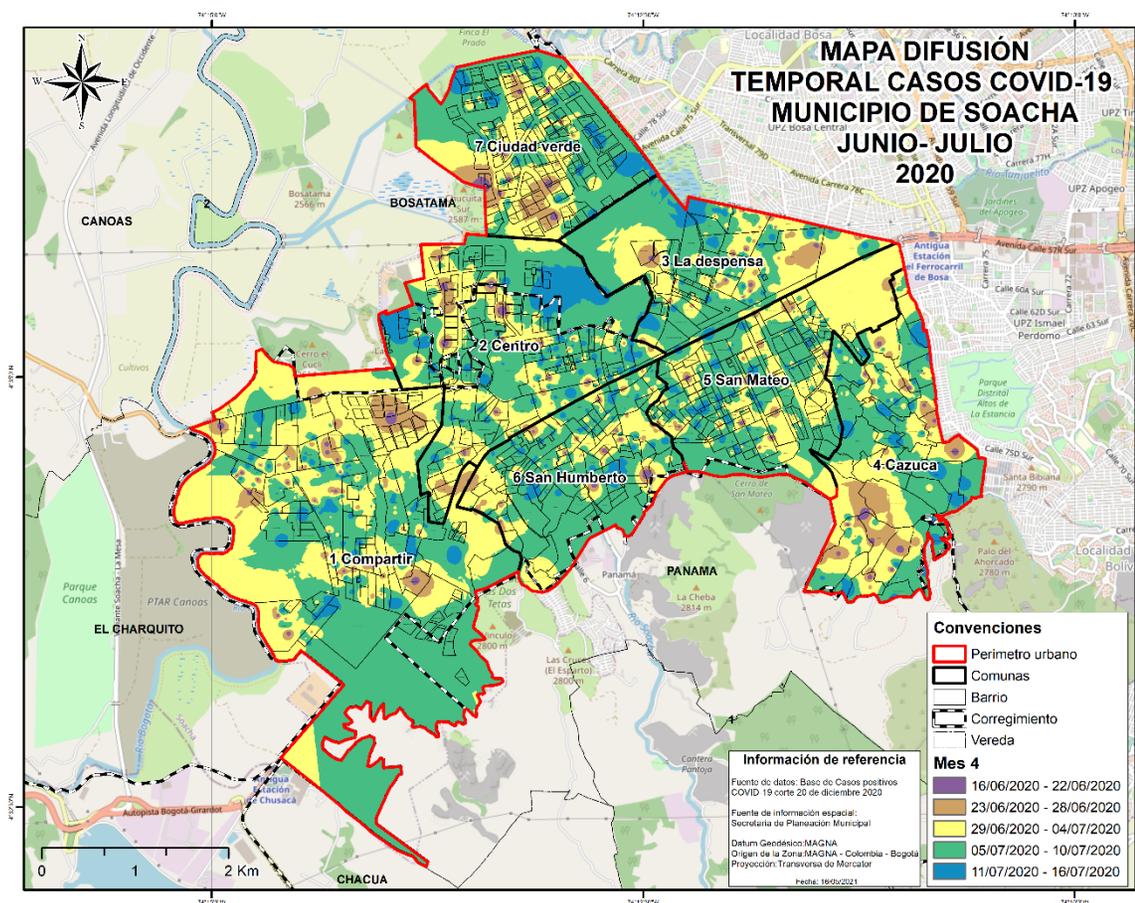


Figura 25. Mapa difusión temporal mes 4

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Secretaría de Planeación y de Salud Soacha

Mes 5

Durante este periodo de análisis se presentó lo que las autoridades sanitarias denominaron el primer pico de la pandemia, tiempo en el cual el municipio duplicó sus casos activos pasando de 2.111 a 4.428 usuarios positivos por COVID-19, siendo la semana del 5 al 10 de agosto la semana con el mayor reporte en los nueve meses de estudio, la distancia promedio no tuvo grandes variaciones de una semana a otra (Tabla 11).

Semana	Casos	Variación	Distancia m
17/07/2020 - 23/07/2020	649	9%	2881
24/07/2020 - 29/07/2020	807	24%	2904
30/07/2020 - 04/08/2020	980	21%	2861
05/08/2020 - 10/08/2020	1090	11%	2931
11/08/2020 - 16/08/2020	902	-17%	2815
Total	4428		2904

Tabla 11. *Estadísticas por semana mes 5*

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Secretaria de Salud de Soacha

El comportamiento de los casos por semana muestra un predominio de las semanas tres y cuatro no siendo notoria la concentración de casos en zonas particulares del municipio ya que los eventos se disiparon por toda el área urbana, así mismo no es posible visualizar casos de la semana cinco, periodo en el cual el número de eventos comienza a descender con una variación negativa de -17%. En cuanto a las dos primeras semanas estas mantienen una relación estrecha poco visible en el mapa, con algunas áreas muy pequeñas en todas las comunas (Figura 26).

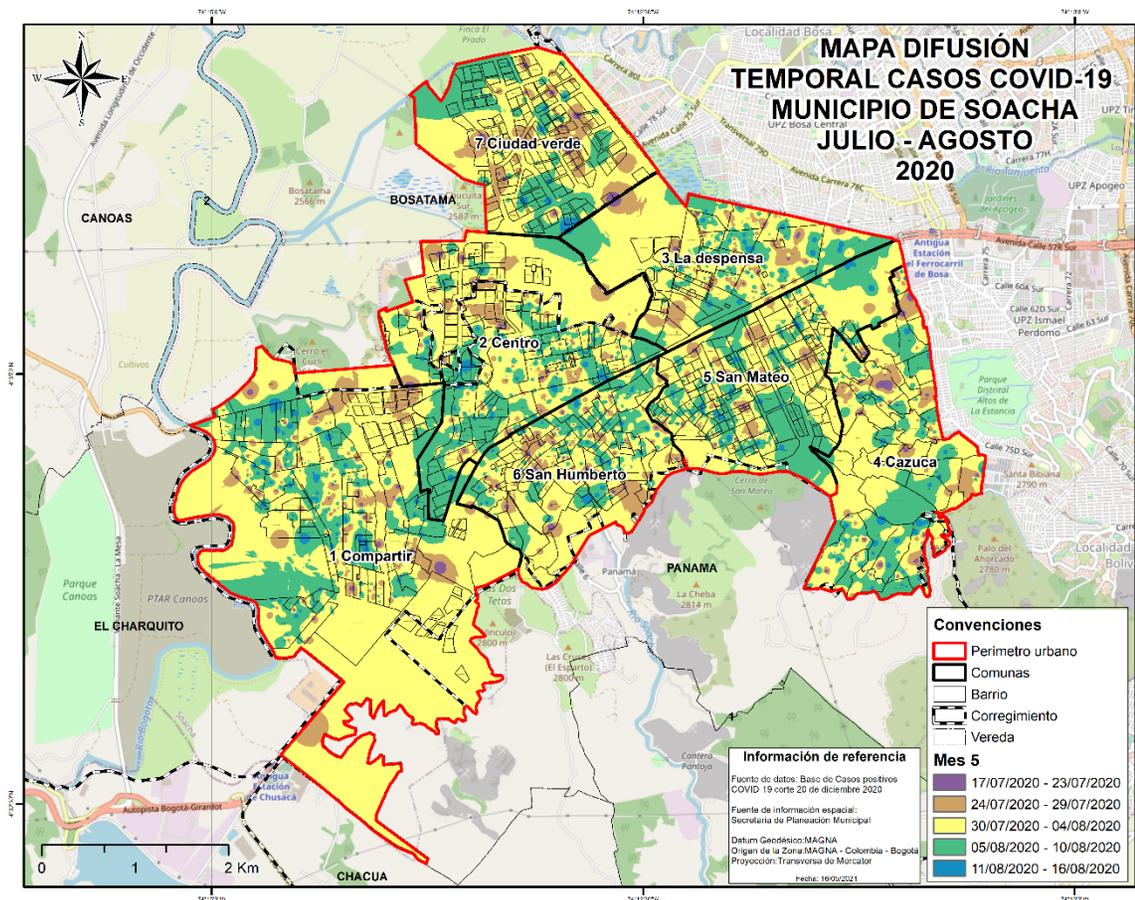


Figura 26. Mapa difusión temporal mes 5

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Secretaria de Planeación y de Salud Soacha

Mes 6

A partir del sexto mes de estudio los casos positivos empiezan a descender, teniendo un comportamiento espacial más notable en las dos primeras semanas, en las cuales los casos se expanden por todo el municipio, con mayor intensidad sobre los cerros orientales, en las comunas 4 Cazuca, 6 San Humberto y en la zona sur en la comuna 1 Compartir (Figura 27). La variación

porcentual de casos estuvo en el -16% en promedio, pasando de 746 casos en agosto a 371 en septiembre (Tabla 12).

Semana	Casos	Variación	Distancia m
17/08/2020 - 23/08/2020	746	-17%	2902
24/08/2020 - 29/08/2020	720	-3%	2736
30/08/2020 - 04/09/2020	479	-33%	2860
05/09/2020 - 10/09/2020	449	-6%	2865
11/09/2020 - 16/09/2020	371	-17%	2933
Total	2765		2905

Tabla 12. Estadísticas por semana mes 6

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Secretaria de Salud de Soacha

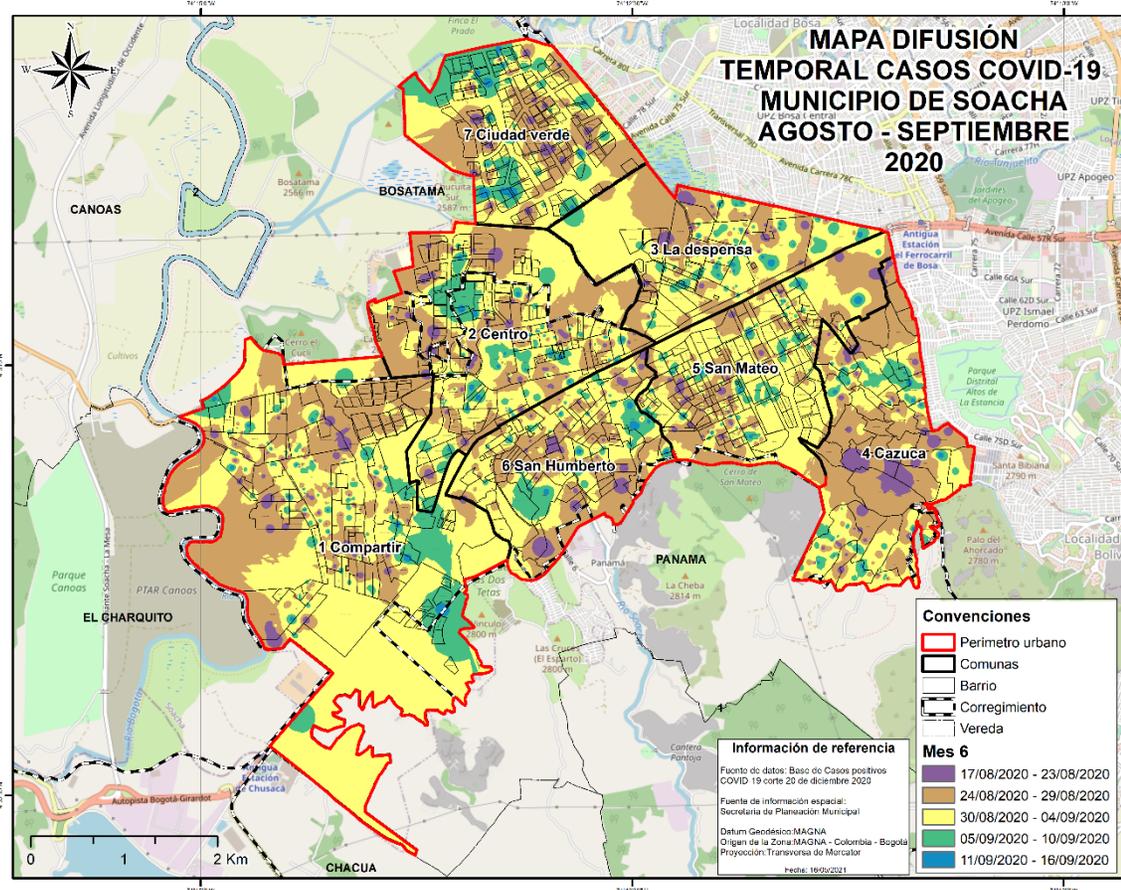


Figura 27. Mapa difusión temporal mes 6

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Secretaria de Planeación y de Salud Soacha

Mes 7

Entre los meses de septiembre a octubre se presenta un comportamiento similar al mes anterior, ya que a mayor número de casos mayor su representatividad espacial, en este periodo se mantiene la tendencia a la baja con un -30% de casos desde mediados de agosto a la mitad de septiembre (Tabla 13).

Semana	Casos	Variación	Distancia m
17/09/2020 - 23/09/2020	409	10%	2848
24/09/2020 - 29/09/2020	307	-25%	2938
30/09/2020 - 05/10/2020	279	-9%	2939
06/10/2020 - 11/10/2020	338	21%	2982
12/10/2020 - 17/10/2020	286	-15%	2658
Total	1619		2861

Tabla 13. Estadísticas por semana mes 7

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Secretaria de Salud de Soacha

En las semanas en las cuales existieron mayor número de casos como las semanas del 17 al 23 y del 24 al 29 de septiembre se observa concentración de casos en zonas específicas del municipio, la primera y con mayor notoriedad sobre Cazuca cubriendo gran parte de sus barrios una segunda zona en los cerros occidentales de la comuna Centro, la tercera área al sur occidente del municipio y una cuarta en las unidades residenciales de la comuna 3 La despensa. La última semana presenta de igual forma un comportamiento muy sectorizado con la particularidad que la distancia promedio en esta semana cae a 2.658 m, casi 300 m menos que las semanas que

antecedentes, debiéndose precisamente a la poca dispersión de los casos concentrándose en zonas más pequeñas (Figura 28).

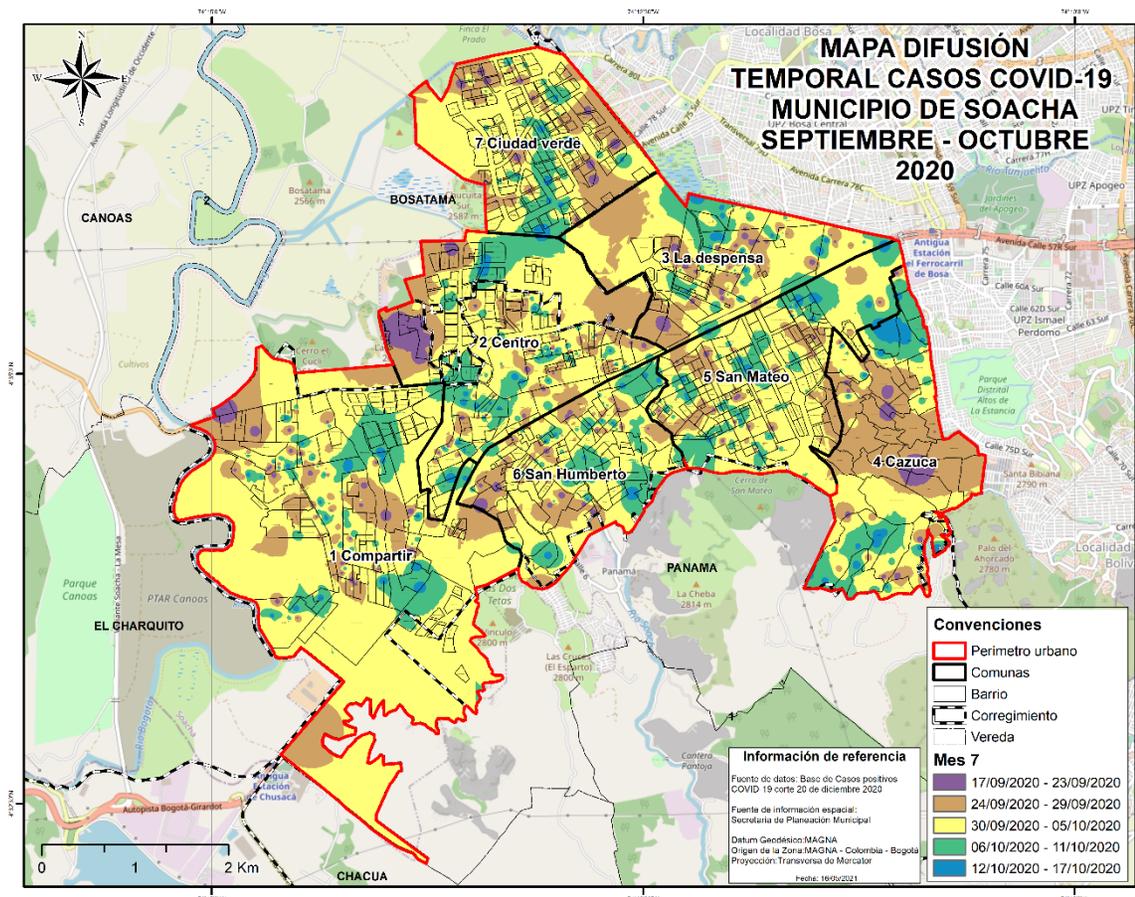


Figura 28. Mapa difusión temporal mes 7

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Secretaria de Planeación y de Salud Soacha

Mes 8

En el penúltimo mes de análisis se observa un crecimiento importante aumentando en un 61% los casos de positivos activos, sin embargo, el comportamiento semana a semana es variable con pérdidas y algunas pocas ganancias las cuales se dan en la semana posterior a la noche del día

de los niños que, aunque con algunas restricciones en el municipio se presentaron ciertas aglomeraciones en centros comerciales que quizás incidieron en el aumento de casos (Tabla 14).

Al igual que el mes anterior el comportamiento de los casos muestra concentraciones en las dos primeras semanas, principalmente en las comunas 4 Cazuca, San Humberto y Centro, sin embargo, las distancias en estas dos semanas son mayores a las subsiguientes, indicando concentraciones en muchas pequeñas partes, pero espaciadas sobre el municipio. El comportamiento de las dos últimas semanas es sectorizado en las comunas San Humberto, Compartir, Ciudad Verde y La Despensa (Figura 29).

Semana	Casos	Variación	Distancia m
18/10/2020 - 24/10/2020	461	61%	2851
25/10/2020 - 30/10/2020	324	-30%	2866
31/10/2020 - 05/11/2020	289	-11%	2836
06/11/2020 - 11/11/2020	306	6%	2738
12/11/2020 - 17/11/2020	252	-18%	2704
Total	1632		2796

Tabla 14. Estadísticas por semana mes 8

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Secretaria de Salud de Soacha

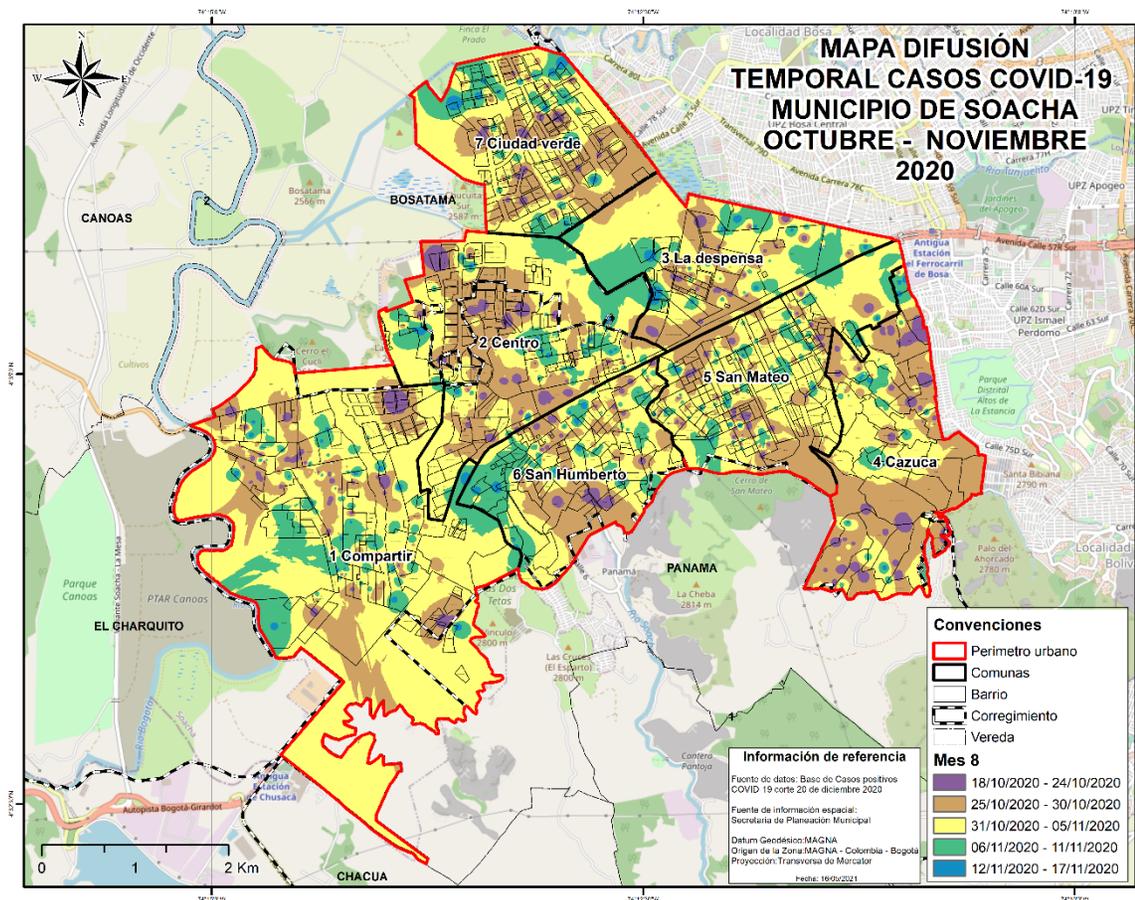


Figura 29. Mapa difusión temporal mes 8

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Secretaría de Planeación y de Salud Soacha

Mes 9

Para fin de año y con una tendencia a la baja el municipio de Soacha paso de tener 1.090 casos en el mes de agosto a tener 135 a mitad de diciembre, se presentan altibajos en la notificación de eventos con una seguida tendencia a la baja con un promedio de -28% de casos. La distancia promedio es la más baja en todos los meses de análisis con un promedio de 2.787 m (Tabla 15).

Semana	Casos	Variación	Distancia m
18/11/2020 - 24/11/2020	368	46%	2779
25/11/2020 - 30/11/2020	325	-12%	2735
01/12/2020 - 06/12/2020	258	-21%	2820
07/12/2020 - 12/12/2020	285	10%	2852
13/12/2020 - 18/12/2020	135	-53%	2556
Total	1371		2787

Tabla 15. *Estadísticas por semana mes 9*

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Secretaria de Salud de Soacha

La mayor dispersión de casos se da en los primeros días del mes de diciembre, sin embargo, las mayores concentraciones en la aparición de casos se dan las semanas del 18 al 24, 25 al 30 de noviembre y de 13 al 18 de diciembre, en los dos primeros periodos con concentraciones sobre toda el área urbana del municipio, por otra parte, la última semana muestra una dispersión corta sobre todo en Cazuca y La Despensa, con algunas pequeñas áreas en Compartir (Figura 30).

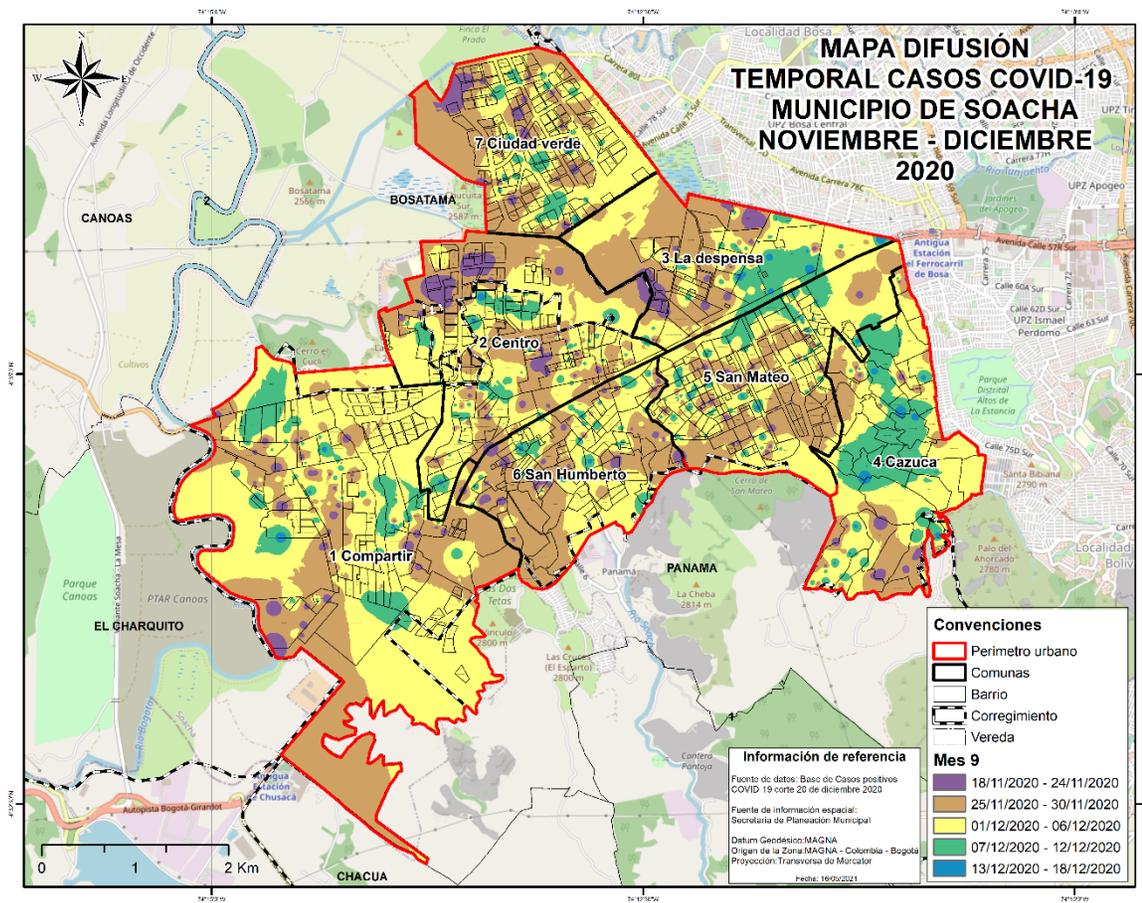


Figura 30. Mapa difusión temporal mes 9

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Secretaria de Planeación y de Salud Soacha

Conclusiones

- Las comunas San Mateo y Ciudad Verde fueron las más afectadas por la pandemia, siendo las zonas comerciales y de propiedad horizontal las de mayor incidencia de la enfermedad, representando el 57% y 38% del total del área de cada comuna respectivamente.
- Por el contrario, las comunas menos afectadas por el COVID-19 con clasificación baja son Compartir con el 57% de su territorio y Cazuca con el 41% de su extensión.
- Para los nueve meses de estudio existe una superficie compartida entre las comunas Centro, San Humberto y San Mateo clasificada en media alta con un área de 3.25 km² que representa el 10% del territorio municipal, zona que corresponde al área comercial e institucional sumado a las áreas residenciales de la comuna cinco - San Mateo.
- En los primeros y últimos tres meses de estudio se puede observar un comportamiento más sectorizado en la dispersión de casos en el tiempo, teniendo que ver mucho con la cantidad de nuevos casos por día. Al inicio en aumento con distancias más grandes y al finalizar con distancias más cortas, pero con mayor número de casos notificados por día.
- El periodo con mayor dispersión del virus fue de abril a mayo en donde se presentaron 82 casos con una distancia promedio de 2.938 m, mientras que en los dos últimos meses la aparición de casos estuvo mas sectorizada con distancia promedio de 2.790 m.

- Los Sistemas de Información Geográfica permiten reconocer y diferenciar el comportamiento espacial de eventos de interés en salud pública e implementar estrategias de mitigación, es así como estudiar el comportamiento de una pandemia con datos actualizados día a día permitirá la toma de decisiones de forma eficiente teniendo impacto sobre las zonas que requieren mayor atención.

Recomendaciones

- Respecto a los altos contagios en zonas específicas de las comunas San Mateo y Ciudad Verde, es indispensable tomar acciones encaminadas a disminuir el contagio como jornadas de educación y sensibilización a la población residente, además de intensificar jornadas de vacunación en estas áreas del municipio.
- El uso de los Sistemas de Información Geográfica se hace indispensable en áreas del conocimiento como la salud pública como método análisis y toma de decisión basado en información georreferenciada que permita una mejor comprensión de los fenómenos y procesos dados en el territorio, además del desarrollo de políticas públicas para el fortalecimiento del sector salud y así poder afrontar con mejores estrategias la mitigación de futuros eventos en salud que se puedan presentar.
- Sí bien es cierto se contó con el 94% de la base georreferenciada, es importante poder afinar la calidad del dato en las bases para contar con el total de la población y así generar análisis más acertados a la realidad.

Bibliografía

- Alcaldía de Soacha. (2020a). *#Gobierno Funcionarios de la... - Alcaldía de Soacha | Facebook*.
Control e inspección. <https://es-la.facebook.com/AlcaldiadeSoacha/posts/3493971484026238/>
- Alcaldía de Soacha. (2020b). *Resolución 0206 de 2020*. Resolución 0206 de 2020.
<https://soachainiciativaciudadana.com/wp-content/uploads/2020/10/RESOLUCION-206-DE-2020-BARES.pdf>
- Alcaldía de Soacha. (2020c, marzo). *decreto 132 16 de marzo 2020 alcaldia de soacha*.
- Alcaldía de Soacha. (2020d, junio). *Alcaldía de Soacha - Día sin IVA en Soacha. | Facebook*.
- Alfa geomatics. (2020, mayo). *¿QUÉ SON LOS MAPAS DE ISÓCRONAS?* .
- CESPEDES, M. A. (2005). *Nivel de utilización de Software Epidemiológico en dos Centros de Salud Primaria de la Provincia de Valdivia*. Universidad Austral de Chile.
- Chaves Castro, Á. H. (2021). Análisis sobre la evolución del COVID-19 en Colombia: ¿se alcanzará el pico de contagio? *Tiempo y economía*, 8(1), 123–160.
<https://doi.org/10.21789/24222704.1672>
- Cuartas, D. E., Arango-Londoño, D., Guzmán-Escarria, G., Muñoz, E., Caicedo, D., Ortega, D., Fandiño-Losada, A., Mena, J., Torres, M., Barrera, L., & Méndez, F. (2020). Sars-cov-2 spatio temporal analysis in Cali, Colombia. *Revista de Salud Publica*, 22(2), 1–6.

<https://doi.org/10.15446/rsap.V22n2.86431>

DANE, *proyecciones de población 2018*. (s/f). Proyecciones de población 2018. Recuperado el 21 de marzo de 2021, de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>

Daniels, J. P. (2020). COVID-19 cases surge in Colombia. *Lancet (London, England)*, 396(10246), 227. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)31638-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)31638-X)

Desjardins, M. R., Hohl, A., & Delmelle, E. M. (2020). Rapid surveillance of COVID-19 in the United States using a prospective space-time scan statistic: Detecting and evaluating emerging clusters. *Applied Geography*, 118, 102202. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2020.102202>

ECDC. (2020). *Timeline of ECDC's response to COVID-19*.

Elvis, A., & Ekta, J. (2011). Ozone therapy: A clinical review. *Journal of Natural Science, Biology and Medicine*, 2(1), 66. <https://doi.org/10.4103/0976-9668.82319>

Escolano Utrilla, S. (2015). *Sistemas de información geográfica*. (Zaragoza: Prensas de La Universidad de Zaragoza (Ed.)).

ESRI. (2015). *Cómo funciona la densidad kernel*. Cómo funciona la densidad kernel. <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/help/sharing/overview/tiff-export.htm>

Fleiss, J. L., Levin, B., & Paik, M. C. (2003). *Statistical Methods for Rates and Proportions*. En

Statistical Methods for Rates and Proportions. John Wiley & Sons, Inc.
<https://doi.org/10.1002/0471445428>

García, A., López-Bazo, E., López-Tamayo, J., Ma-Tano, A., Moreno, R., Pons, E., Ramos, R., Royuela, V., & Suriñach, J. (2020). *Evolución espacio-temporal de la propagación del COVID-19 en Catalunya*.

GEOScéntricos. (2019, abril). *Isócronas en QGIS*.

Granada-Echeverri, M., Molina-Cabrera, A., & Granada-Echeverri, P. (2020). Proyección espacio-temporal del Covid-19 en Pereira. *TecnoLógicas*, 23(49), 129–146.
<https://doi.org/10.22430/22565337.1655>

INS. (2020, diciembre 31). *Boletín Epidemiológico Semanal*. https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/BoletinEpidemiologico/2020_Boletin_epidemiologico_semana_52.pdf

INS. (2021). *Instituto Nacional de Salud | Colombia Boletines casos COVID-19 Colombia*. INS.
<https://www.ins.gov.co/BoletinesCasosCOVID19Colombia/2021-01-01.rar>

KAFADAR, K. (1996). SMOOTHING GEOGRAPHICAL DATA, PARTICULARLY RATES OF DISEASE. *Statistics in Medicine*, 15(23), 2539–2560.
[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0258\(19961215\)15:23<2539::AID-SIM379>3.0.CO;2-B](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0258(19961215)15:23<2539::AID-SIM379>3.0.CO;2-B)

Liu, M., Liu, M., Li, Z., Zhu, Y., Liu, Y., Wang, X., Tao, L., & Guo, X. (2021). The spatial

clustering analysis of COVID-19 and its associated factors in mainland China at the prefecture level. *Science of the Total Environment*, 777, 145992. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145992>

Manrique-Abril, F. G., Agudelo-Calderon, C. A., Gonzalez, V. M., Gutierrez, O., Tellez, C., & Herrera, G. (2020, marzo). *Modelo SIR de la pandemia de Covid 19 en Colombia* .

Masrur, A., Yu, M., Luo, W., & Dewan, A. (2020). Space-Time Patterns, Change, and Propagation of COVID-19 Risk Relative to the Intervention Scenarios in Bangladesh. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(16), 5911. <https://doi.org/10.3390/ijerph17165911>

MINSALUD. (2020a). " *Hay una gran responsabilidad de cada uno de nosotros frente a la pandemia*". <https://www.minsalud.gov.co/Paginas/Hay-una-gran-responsabilidad-de-cada-uno-de-nosotros-frente-a-la-pandemia.aspx>

MINSALUD. (2020b). *CORONAVIRUS (COVID-19)*.

MINSALUD. (2020c). *MinSaludCol en Twitter: Reporte COVID19 Para este 18 de junio, confirmamos en Colombia: 1.354 recuperados 3.171 nuevos casos 86 fallecidos 15.391 muestras procesadas Para un total de: 22.680 recuperados 60.217 casos de COVID-19 1.950 muertes 550.6*. <https://twitter.com/MinSaludCol/status/1273752948712116229>

MINSALUD. (2020d, marzo). *Colombia confirma dos nuevos casos de COVID-19*.

MINSALUD. (2020e, marzo). *Colombia confirma su primer caso de COVID-19.*

MINSALUD. (2020f, marzo). *Minsalud confirma 11 nuevos casos de coronavirus (COVID-19) en Colombia.*

Núñez, G. (2020, septiembre). *Vista de Modelación espacio-temporal de la incidencia acumulada de COVID-19 en municipios de Chiapas.*

OMS. (2020a). *Actualización epidemiológica semanal - 29 de diciembre de 2020.*
<https://www.who.int/publications/m/item/weekly-epidemiological-update---29-december-2020>

OMS. (2020b). *OMS / Infecciones por coronavirus.* WHO.

PAHO. (1996, marzo). *Uso de sistemas de Informacion Geografica en epidemiologia .*

PAHO. (2001a). *Uso Intencional de Agentes Biológicos y Químicos: Riesgos y Recomendaciones.*
2001.

PAHO. (2001b, septiembre). *SIGEpi: Sistema de Información Geográfica en Epidemiología y Salud Pública.*

PAHO. (2020a). *Actualización Epidemiológica.*

PAHO. (2020b, junio). *Reporte de Situacion COVID-19 Colombia No. 81-15 de junio de 2020 - OPS/OMS / Organización Panamericana de la Salud.*

PAHO. (2020c, diciembre). *Reporte de Situación COVID-19 Colombia No. 202 - 29 de Diciembre 2020 - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud.*

Presidencia de la Republica de Colombia. (2020a, marzo). *Presidente Duque anuncia Aislamiento Preventivo Obligatorio, en todo el país, a partir del próximo martes 24 de marzo, a las 23:59 horas, hasta el 13 de abril, a las cero horas.*

Presidencia de la Republica de Colombia. (2020b). *REPÚBLICA DE COLOMBIA lih,nod yOrden PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA.*

Ramirez, L. (2020). *Evolución, distribución y difusión del COVID-19 en Argentina: primer mes (03/03/2020 - 02/04/2020).* Posición.

Ridenhour, B., Kowalik, J. M., & Shay, D. K. (2018). El número reproductivo básico (R0): Consideraciones para su aplicación en la salud pública. *American Journal of Public Health, 108*(Suppl 6), S455–S465. <https://doi.org/10.2105/ajph.2013.301704s>

Rodrigues-Silveira, R. (2013). *Representación espacial y mapas.* (Centro de Investigaciones Sociológicas (Ed.)).

Sánchez Castillo Abdón. (2020). *Notinet Legal - ¿Qué tan rápido se propaga el Covid-19 en Colombia?*

Soacha, A. de. (2000). *Acuerdo No 46 Diciembre 27 de 2000 POT Soacha.*

Soacha iniciativa ciudadana. (2020, junio). *Aglomeraciones e irresponsabilidad: el panorama del*

Día sin IVA - Soacha Iniciativa Ciudadana.

Torres, S. (2020, marzo). *Soacha confirma primer caso de Coronavirus.*

Villa Romero, A., Moreno Altamirano, L., & García de la Torre, G. (2012). *Epidemiología y estadística en salud pública* (McGraw-Hill Interamericana Editores (Ed.); 6a ed.).

WHO. (2020). *Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report-94 HIGHLIGHTS.*