



Análisis espacial de contagios de Covid -19 en la Provincia de Chimborazo, a través de medidas de centralidad y dispersión

Spatial analysis of Covid -19 infections in the Province of Chimborazo, through measures of centrality and dispersion

Análise espacial das infecções por Covid-19 na Província de Chimborazo, através de medidas de centralidade e dispersão

Paulina Fernanda Bolaños Logroño ^I
paulina.bolanos@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-3911-0461>

Carmen Elena Mantilla Cabrera ^{II}
carmen.mantilla@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-5422-7073>

Fernando Ricardo Marquez Sañay ^{III}
fernando.marquez@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-5549-9572>

Jorge Luis Yaulema Castañeda ^{IV}
jorge.yaulema@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-0646-3984>

Correspondencia: paulina.bolanos@esPOCH.edu.ec

Ciencias de la Salud
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 23 de mayo de 2022 * **Aceptado:** 12 de junio de 2022 * **Publicado:** 17 de julio de 2022

- I. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ESPOCH, Facultad de Ciencias, Ecuador.
- II. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ESPOCH, Facultad de Recursos Naturales, Ecuador.
- III. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ESPOCH, Facultad de Administración de Empresas, Ecuador.
- IV. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ESPOCH, Facultad de Ciencias, Ecuador.

Resumen

A partir de la propagación del coronavirus de Wuhan COVID-19, la OMS ha sido la organización encargada de brindar los reportes de cifras oficiales a nivel mundial, desde el 20 de enero del 2020 se han publicado boletines informativos sobre la epidemia y su dispersión alrededor del mundo, en Ecuador el Ministerio de Salud Pública, es el ente encargado de difundir la información, en donde se puede observar los distintos comportamientos de la propagación de la enfermedad a nivel nacional, todo dependiente de factores externos que han generado picos altos y bajos en diferentes provincias del Ecuador. Han pasado más de dos años, y, todavía nos queda mucho que aprender sobre el origen, propagación y prevención sobre esta enfermedad que ha provocado grandes pérdidas humanas y económicas, ha generado afectación social y mental en toda la población mundial, sin embargo, es necesario seguir estudiando, aprendiendo y analizando los diferentes panoramas que nos deja esta pandemia. La presente propuesta explora las metodologías estadísticas de tendencia central para el estudio de datos espaciales, identificar donde se ubica el centro medio de la distribución espacial de víctimas por el contagio de Covid-19 del año 2021 en la Provincia de Chimborazo, además conocer donde se ubica el centro medio ponderado, e identificar el desvío estándar de la distribución de casos de contagio. Los resultados muestran que la dispersión espacial, tiene una disposición alargada, presentando una mayor amplitud en la dirección norte-sur, entre los cantones de Guano, Penipe, Riobamba, Chambo, Colta, Guamote y Pallatanga.

Palabras Clave: Covid-19; Centro de gravedad; Tendencia central; Dispersión espacial; Centro medio ponderado; Elipse de dispersión.

Abstract

Since the spread of the Wuhan coronavirus COVID-19, the WHO has been the organization in charge of providing the reports of official figures worldwide, since January 20, 2020, information bulletins have been published on the epidemic and its dispersion around in the world, in Ecuador the Ministry of Public Health is the entity in charge of disseminating information, where the different behaviors of the spread of the disease at the national level can be observed, all dependent on external factors that have generated high and low peaks in different provinces of Ecuador. More than two years have passed, and we still have a lot to learn about the origin, spread and prevention of this disease that has caused great human and economic losses, has generated social and mental

effects on the entire world population, however, it is necessary to continue studying, learning and analyzing the different scenarios that this pandemic leaves us. The present proposal explores the statistical methodologies of central tendency for the study of spatial data, to identify where the mean center of the spatial distribution of victims is located due to the contagion of Covid-19 of the year 2021 in the Province of Chimborazo, in addition to knowing where the locate the weighted mean center, and identify the standard deviation of the distribution of contagion cases. The results show that the spatial dispersion has an elongated arrangement, presenting a greater amplitude in the north-south direction, between the cantons of Guano, Penipe, Riobamba, Chambo, Colta, Guamote and Pallatanga.

Keywords: Covid-19; Gravity center; Central Tendency; Spatial dispersion; Center weighted average; scattering ellipse.

Resumo

Desde a disseminação do coronavírus Wuhan COVID-19, a OMS é a organização encarregada de fornecer os relatórios de números oficiais em todo o mundo, desde 20 de janeiro de 2020, são publicados boletins informativos sobre a epidemia e sua dispersão pelo mundo, no Equador, o Ministério da Saúde Pública é a entidade encarregada de divulgar informações, onde podem ser observados os diferentes comportamentos de propagação da doença em nível nacional, todos dependentes de fatores externos que geraram picos altos e baixos em diferentes províncias de Equador. Mais de dois anos se passaram, e ainda temos muito a aprender sobre a origem, disseminação e prevenção desta doença que tem causado grandes prejuízos humanos e econômicos, tem gerado efeitos sociais e mentais em toda a população mundial, porém, é necessário continuar estudando, aprendendo e analisando os diferentes cenários que essa pandemia nos deixa. A presente proposta explora as metodologias estatísticas de tendência central para o estudo de dados espaciais, para identificar onde se localiza o centro médio da distribuição espacial das vítimas devido ao contágio de Covid-19 do ano 2021 na Província de Chimborazo, em além de saber onde localizam o centro da média ponderada e identificar o desvio padrão da distribuição dos casos de contágio. Os resultados mostram que a dispersão espacial tem um arranjo alongado, apresentando maior amplitude no sentido norte-sul, entre os cantões de Guano, Penipe, Riobamba, Chambo, Colta, Guamote e Pallatanga.

Palavras-chave: Covid19; Centro de gravidade; Tendencia central; dispersão espacial; Média ponderada ao centro; elipse de espalhamento.

Introducción

Existen algunas epidemias de alcance mundial que han afectado a la población del planeta, uno de los casos más recordados es la peste bubónica, que provocó un descenso considerable en la proporción poblacional a nivel mundial. Los coronavirus pertenecen al orden “Nidovirales”, en la familia “Coronaviridae”, sub familia “Coronavirinae”, poseyendo 4 genes (Alpha coronavirus, beta coronavirus, gama coronavirus y delta coronavirus).

El COVID-19 (2019 n-CoV) pertenece al orden de los “Nidovirales”. De acuerdo con (Zhao, Lin, Ran, Musa , & Yang, 2020), el coronavirus de Wuhan (2019 n -CoV; COVID-19), se identifica como una beta coronavirus. Se precisa que el coronavirus (COVID-19) pertenece al linaje “b” de la taxonomía.

El reporte de cifras oficiales, por parte de la OMS, inició en 20 de enero del año 2020, publicándose la información, el día siguiente (21 de enero). Los principales eventos que se han suscitado durante el inicio de la pandemia en el Ecuador, se los puede resumir desde el 29 de febrero de 2020, donde se confirmó el primer caso de esta enfermedad en el Ecuador. Luego, el 11 de marzo 2020 la OMS declaró el COVID-19 pandemia global, por tanto, mediante acuerdo ministerial No 00126-2020 emitido el 11/03/2020 por la ministra de Salud, declara el Estado de Emergencia Sanitaria en Sistema Nacional de Salud.

Otro efecto generado a inicios de la pandemia, fue la reducción de ingreso de personas por vía aérea tanto en los aeropuertos de Quito y Guayaquil, evidenciando por ejemplo que el 6 de marzo ingresaron al país por el aeropuerto de Quito 1035 personas, mientras que el 13 de marzo se registró el ingreso de 637 personas, evidenciándose una disminución del 38% de ingresos vía aérea.

Mientras que con fecha 6 de marzo ingresaron al país por el aeropuerto de Guayaquil, 963 personas, mientras que el 13 de marzo se registró el ingreso de 454 personas, evidenciándose una disminución del 53% de ingresos vía aérea. Hasta esa fecha se tenía confirmado 20 casos y 1 fallecido a causa de la esta enfermedad.

Diez días después, para el 23 de marzo 2020, los casos confirmados se incrementan a 981 y 18 fallecidos a nivel nacional, siendo la provincia del Guayas con mayor número de casos positivos, mientras que la provincia de Chimborazo hasta ese momento tenía 9 casos confirmados, el 16 de

abril se registra un incremento de casos confirmados a 8225 y 403 personas fallecidas, el incremento se da en todas las provincias en especial Guayas y Pichincha, mientras que nuestra provincia hasta esa fecha ya registraba 99 casos confirmados, claramente la tendencia es ascendente en el nivel de contagios.

Luego de revisar el comportamiento inicial de la pandemia, es necesario realizar el procesamiento de datos con el aprovechamiento de la geografía cuantitativa, que según (Buzai & Montes Galbán, 2021), en su carácter de ciencia espacial aplicada, se centra en la búsqueda de generalidades y regularidades en el análisis del espacio geográfico, y genera conocimientos a un nivel de focalización espacial, apoyado en conceptos como los de localización, distribución espacial, asociación espacial, interacción espacial y evolución espacial, que se hacen operativos bajo la metodología del análisis espacial cuantitativo basada en el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Uno de los factores que se debe tener en cuenta cuando se analiza la propagación de un virus es el geográfico o espacial, que condiciona el proceso de difusión espacial de cualquier enfermedad (Humacata, Sistemas de Información Geográfica. Aplicaciones para el análisis de clasificación espacial y cambios de usos del suelo., 2020), a partir de las relaciones funcionales que se presentan en el espacio geográfico. En este sentido, el presente trabajo va a desarrollar el concepto de medidas de centralidad y dispersión espacial, a través del análisis de los centros medios simples y ponderados, así como el análisis de dispersión. La propuesta metodológica se orienta a la modelización cartográfica de datos puntuales, considerando el número de casos confirmados de COVID-19, en los 10 cantones de la provincia de Chimborazo, Ecuador. A partir de los resultados cartográficos, se avanza en el análisis de tendencia central y dispersión espacial de la totalidad de contagios.

Fundamento teórico

La evolución del pensamiento geográfico durante el Siglo XX brindó como resultado tres definiciones principales de Geografía producidas a partir de las perspectivas ecológica, corológica y sistémica. Desde la perspectiva ecológica puede ser considerada como el estudio de la relación del hombre con el medio, desde la perspectiva corológica como el estudio de la diferenciación areal y desde la perspectiva sistémica como el estudio de las regularidades para generar leyes y modelos que subyacen a las pautas de distribución espacial. Las actuales tendencias de la investigación

aplicada consideran las tres definiciones de manera conjunta con la finalidad de realizar estudios de gran alcance: la relación de la sociedad con su entorno (natural o antrópico) genera diferenciaciones espaciales y estas pueden ser modelizadas. El concepto de modelo considerado, corresponde a una representación simplificada de la realidad a través de sus aspectos fundamentales.

Análisis de tendencia central

Los cálculos y fórmulas matemáticas centrales, generan resultados que permiten responder acerca de la localización del centro medio de una distribución de localizaciones puntuales y cuál es el nivel de dispersión que presentan los datos espaciales adquiridos, para esto es necesario estudiar y entender que representa la Centrografía, en su carácter de representación de la centralidad, generalmente es el primer dato estadístico que muestra claramente la influencia del espacio geográfico en los resultados.

Según (Buzai & Montes Galbán, 2021), los cálculos de tendencia central pueden ser aplicados a diferentes escalas y tuvieron una gran difusión mundial a partir de la década de 1920, cuando el Bureau of the Census de Estados Unidos publicó en 1923 los cálculos de tendencia central de la población para todos los censos nacionales desde 1790. En nuestra tarea nos han sido de gran utilidad para el análisis de diversos aspectos, como la localización de la propuesta de una nueva ciudad capital, usos del suelo del centro urbano, estructura espacial regional (Humacata, Lanzelo, Lanzelotti, Montes Galbán, & Pricnipi, 2019) y el análisis de sitios arqueológicos (Buzai & Lanzelotti, 2019).

Los cálculos de tendencia central tienen la finalidad de resumir la posición típica de las distribuciones espaciales, estos son el *centro medio* (simple y ponderado) y el *centro mediano*.

Centro medio simple

El cálculo de centralidad inicial es la obtención del *centro medio simple*, que también es considerado un *centro de gravedad* para localizaciones puntuales con idénticos pesos. Se obtiene calculando la media de las coordenadas en x y en y a partir de las siguientes fórmulas (Buzai & Montes Galbán, 2021):

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad [1]$$

$$\bar{y} = \frac{\sum y_i}{n} \quad [2]$$

Donde, x_i e y_i son las coordenadas para las localizaciones puntuales y el valor de n representa la totalidad de puntos considerados para el estudio.

Centro medio ponderado

El *centro medio ponderado*, también considerado un *centro de gravedad* para localizaciones puntuales con diferentes pesos (ponderaciones), en este proceso se considera alguna característica propia de la localización como valor de importancia en el conjunto de datos espaciales, es decir la característica seleccionada representa el peso sobre el cual se calcula el centro de gravedad.

$$\bar{x}_p = \frac{\sum x_i p_i}{\sum p_i} \quad [3]$$

$$\bar{y}_p = \frac{\sum y_i p_i}{\sum p_i} \quad [4]$$

El cálculo del centro de gravedad se direcciona espacialmente hacia aquellas Localizaciones que intervienen con mayor fuerza a partir de la atracción producida por sus propios pesos.

Una vez obtenido el centro medio se realiza el cálculo utilizando herramientas SIG, para medir las distancias generadas en relación a cada localización espacial.

Dispersión espacial

Para analizar el nivel de dispersión espacial se considera el cálculo de:

Distancia estándar

Equivalente al cálculo estadístico del desvío estándar como medida de la dispersión absoluta de los valores respecto de la media [5], pero en este caso aplicado en el espacio bidimensional [6].

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n}} \quad (5)$$

$$\sigma_e = \sqrt{\frac{\sum d_{cm,j}^2}{n}} \quad (6)$$

Donde, σ_e representa la desviación estándar espacial, la distancia desde el centro medio a cada una de las localizaciones esta representado por $d_{cm,j}^2$, las localizaciones j y n la cantidad de puntos espaciales.

Desvío estándar espacial ponderado

Cuando resulta de importancia considerar el peso como nivel de atributo de las localizaciones a partir de alguna característica específica, el cálculo del desvío estándar espacial ponderado es de relevancia, a través de la expresión matemática [7].

$$\sigma_e = \sqrt{\left(\frac{\sum x^2 p}{\sum p} - (\bar{x} \cdot p)^2\right) + \left(\frac{\sum y^2 p}{\sum p} - (\bar{y} \cdot p)^2\right)} \quad (7)$$

Donde, $(\bar{x} \cdot p)$ y $(\bar{y} \cdot p)$ representan al centro medio ponderado, x - y son las coordenadas de cada localización puntual y p la ponderación.

Los cálculos realizados hasta el momento, nos arrojan de forma gráfica un círculo a partir del centro medio de la distribución de puntos, pero si existen valores extremos el cálculo puede brindar distorsiones.

Elipse de dispersión

Otro de los cálculos que se realizan con la finalidad de medir la dispersión en distribuciones puntuales que presentan diferentes esparcimientos según su direccionamiento espacial es la *elipse de dispersión* que cubre con mayor aptitud el alargamiento diferencial según sectores o áreas de estudio.

Se construye a partir de definir dos ejes que se cruzan de manera ortogonal en el centro medio, uno de los ejes se direcciona en el sentido de la dispersión máxima y el otro en el de la dispersión mínima.

El sistema de coordenadas debe ser rotado para que los ejes giren en sentido de las manecillas del reloj, y tomen una posición dirigida hacia los máximos y mínimos alargamientos de la dispersión espacial logrando un nuevo posicionamiento de ejes.

$$\tan \theta = \frac{(\sum x_i'^2 - \sum y_i'^2) \sqrt{(\sum x_i'^2 - \sum y_i'^2)^2 + 4(\sum x_i' \cdot y_i')^2}}{2(\sum x_i' - y_i')} \quad (8)$$

La expresión matemática [8], nos ayuda en el proceso de transposición de las coordenadas x e y , de tal manera que el nuevo sistema quede orientado por las nuevas longitudes encontradas. Luego se calculan dos desvíos estándar tanto para x e y , a través de las expresiones [9]y[10], para finalmente calcular el área de la elipse, mediante el trazado del perímetro de la misma que surge como envolvente con la expresión algebraica, [11].

$$\sigma_{x'} = \sqrt{\frac{\sum(x' \cos \theta - y' \sin \theta)^2}{n}} \quad (9)$$

$$\sigma_{y'} = \sqrt{\frac{\sum(x' \sin \theta - y' \cos \theta)^2}{n}} \quad (10)$$

$$A = \pi \sigma_{x'} \cdot \sigma_{y'} \quad (11)$$

Los procedimientos de cálculo presentados tienen la finalidad de ser aplicados principalmente a estructuras puntuales o geometrías de puntos, resultando de gran utilidad en la realización de descripciones sintéticas respecto de la distribución espacial de entidades distribuidas sobre el espacio geográfico.

Materiales y métodos

La base cartográfica

La base cartográfica digital, proveniente del Observatorio social del Ecuador, contiene las entidades puntuales sobre el comportamiento de los contagios positivos de Covid-19, a nivel nacional durante el año 2021. En este caso el área de estudio será la Provincia de Chimborazo – Ecuador, (Figura 1), ubicada en el centro del país, está compuesta por 10 cantones (Tabla 1):

Figura 1. Área de estudio, cantones provincia de Chimborazo



La provincia de Chimborazo cuenta con una superficie de 6500 km² y una población total de 524004 personas, según el (MSP, 2021), distribuidos de la siguiente forma, ver tabla 1:

Tabla 1. Distribución de la población según los cantones

N°	Cantón	Población	SRC (Sistema de referencia de	
			Lat.	Long.
1	Alausí	45054	-2,2	-78,85
2	Chambo	13378	-1,733333	-78,583333
3	Chunchi	12795	-2,283333	-78,916667
4	Colta	44838	-1,7	-78,75
5	Cumandá	17973	-2,2	-79,133333
6	Guamote	58291	-1,933333	-78,716667
7	Guano	48395	-1,583333	-78,633333
8	Pallatanga	12277	-1,983333	-78,95
9	Penipe	6955	-1,5573	-78,5396
10	Riobamba	264048	-1,674347	-78,648294

A partir de esta base cartográfica en SIG vectorial, se procedió a calcular las medidas de tendencia central espacial, utilizando el *Software GIS gratuito QGIS* versión 3.16.8 Hannover, así como también el uso de MS Excel para el pre procesamiento de datos.

Variables

La base de datos alfanumérica contiene variables relativas al COVID-19, obtenidas del Ministerio de Salud del Ecuador (2021), que pone a disposición un reporte diario de cantidad de personas contagiadas de COVID-19 a nivel provincial, a partir del cual se seleccionaron datos de la totalidad de contagios acumulados por provincia y luego por cada cantón, desde el 01 de enero 2021 al 31 de diciembre 2021. Se procedió a la sistematización de los datos en una Matriz de Datos Originales (MDO) organizada en filas (unidades espaciales) y columnas (variables), como base de datos alfanumérica asociada a la base cartográfica en un ambiente geoinformático. El tratamiento matricial de la información avanza en una secuencia que permite obtener variables relativas que integran la Matriz de Datos Índice (MDI). En esta instancia se procedió al cálculo de la tasa de contagios por cada cien mil habitantes ($TC = (\text{Total de contagios} / \text{Población}) * 100.000$), y se obtuvieron 11 variables en valores relativos, correspondientes al periodo temporal bajo estudio, la tabla de atributos desde QGIS, se muestra de la siguiente manera, con los datos solo de la provincia de Chimborazo, sus cantones y parroquias siendo en total 3650 datos espaciales encontrados para la zona de estudio, a continuación se puede ver en la Figura 2, un porción de la tabla de atributos.

Figura 2. Porción de la tabla de atributos, contagios Covid-19, provincia de Chimborazo

inec_provi	provincia	provincia_	inec_canto	canton	canton_pob	total	nuevas	lat	lng	created_at
6	Chimborazo	524004	602	AlausÁ-	45054	228	0	-2,200000000000...	-78,8499999999...	01/01/2021
6	Chimborazo	524004	604	Chambo	13378	45	0	-1,733333000000...	-78,5833329999...	01/01/2021
6	Chimborazo	524004	605	Chunchi	12795	106	0	-2,283333000000...	-78,9166670000...	01/01/2021
6	Chimborazo	524004	603	Colta	44838	132	0	-1,700000000000...	-78,7500000000...	01/01/2021
6	Chimborazo	524004	610	CumandÁi	17973	104	0	-2,200000000000...	-79,1333329999...	01/01/2021
6	Chimborazo	524004	606	Guamote	58291	87	0	-1,933333000000...	-78,7166670000...	01/01/2021
6	Chimborazo	524004	607	Guano	48395	194	0	-1,583333000000...	-78,6333329999...	01/01/2021
6	Chimborazo	524004	608	Pallatanga	12277	42	0	-1,983333000000...	-78,9500000000...	01/01/2021
6	Chimborazo	524004	609	Penipe	6955	82	0	-1,557300000000...	-78,5395999999...	01/01/2021
6	Chimborazo	524004	601	Riobamba	264048	2240	7	-1,674347000000...	-78,6482940000...	01/01/2021
6	Chimborazo	524004	602	AlausÁ-	45054	229	1	-2,200000000000...	-78,8499999999...	02/01/2021
6	Chimborazo	524004	604	Chambo	13378	45	0	-1,733333000000...	-78,5833329999...	02/01/2021
6	Chimborazo	524004	605	Chunchi	12795	111	5	-2,283333000000...	-78,9166670000...	02/01/2021
6	Chimborazo	524004	603	Colta	44838	133	1	-1,700000000000...	-78,7500000000...	02/01/2021
6	Chimborazo	524004	610	CumandÁi	17973	104	0	-2,200000000000...	-79,1333329999...	02/01/2021
6	Chimborazo	524004	606	Guamote	58291	87	0	-1,933333000000...	-78,7166670000...	02/01/2021
6	Chimborazo	524004	607	Guano	48395	194	0	-1,583333000000...	-78,6333329999...	02/01/2021
6	Chimborazo	524004	608	Pallatanga	12277	42	0	-1,983333000000...	-78,9500000000...	02/01/2021
6	Chimborazo	524004	609	Penipe	6955	83	1	-1,557300000000...	-78,5395999999...	02/01/2021

En donde se puede divisar campos de tipo integer64, string, de tipo real y tipo fecha, las coordenadas de x e y están representadas por la longitud y latitud respectivamente.

Los datos de entrada, tienen características que se resumen en la tabla 2:

Tabla 2. Datos de entrada

Nombre de la capa	Geometría / formato	Atributo / tipo de campo	Fuente
contagios_chimborazo	Puntos - shapefile	Cantidad de contagios por	Ministerio de salud pública-
Chimborazo_cantones	Poligonos - shapefile	Mapa base de cantones	Instituto geográfico militar
Parroquias_chimborazo	Poligonos - shapefile	Mapa base de parroquias	Instituto geográfico militar

Metodología de análisis de tendencia central

Luego del ingreso de capas vectoriales con las geometrías puntuales, procedemos a realizar el análisis de tendencia central, centrado en un enfoque deductivo, que consiste en derivar la concentración de ubicaciones de contagios de Covid-19, para luego inferir la asociación con la ubicación de la centralidad de contagios en los diferentes cantones de la provincia.

Identificar donde se ubica el centro medio de la distribución espacial de víctimas por el contagio de Covid-19 del año 2021 en la Provincia de Chimborazo, además de conocer donde se ubica el centro medio ponderado de la distribución de casos, así como identificar el desvío estándar de la distribución de casos de contagio, determinar la tendencia direccional (elipse de dispersión) de la distribución de casos.

Aplicación y resultados

Centro medio simple

En este procedimiento primero identificamos los centroides en cada localización espacial, figura 3, para luego calcular el centro medio simple a través de la opción de “Coordenadas medias” del menú vectorial, en donde se genera una nueva capa vectorial con geometría de puntos, cuyo resultado es un punto que indica la localización del centro de gravedad de la distribución espacial de los contagios de Covid-19 en los 10 cantones de la provincia.

Figura 3. Centroides en cada localización

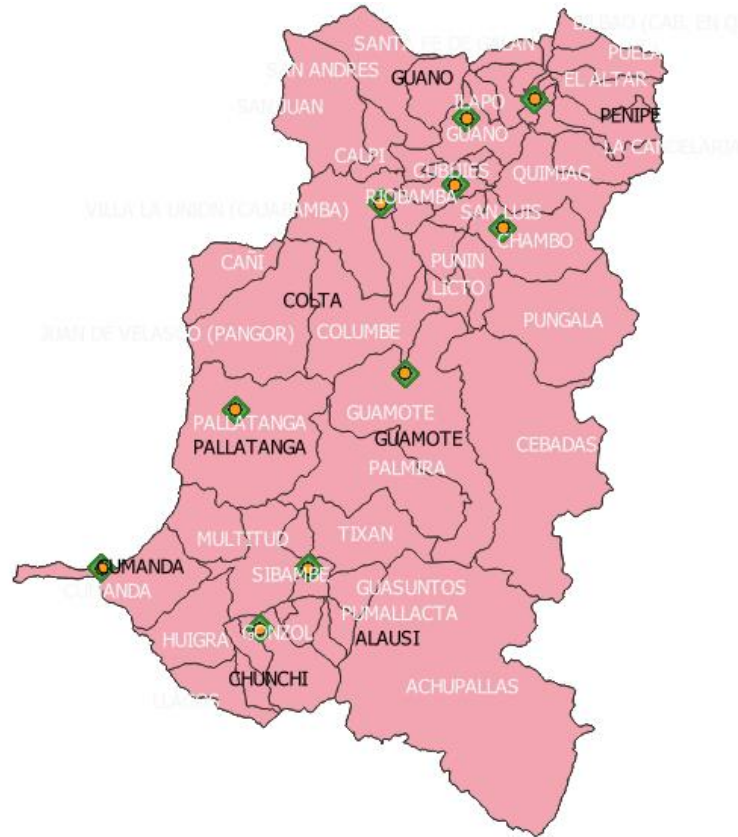
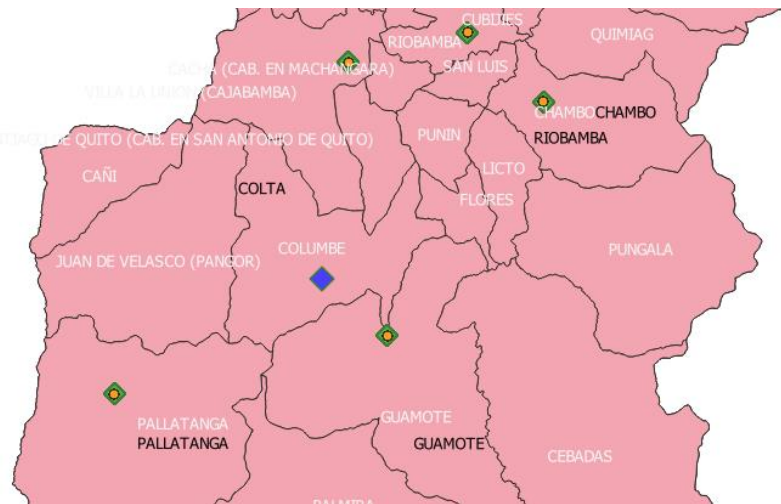


Figura 4. Ubicación centro medio simple

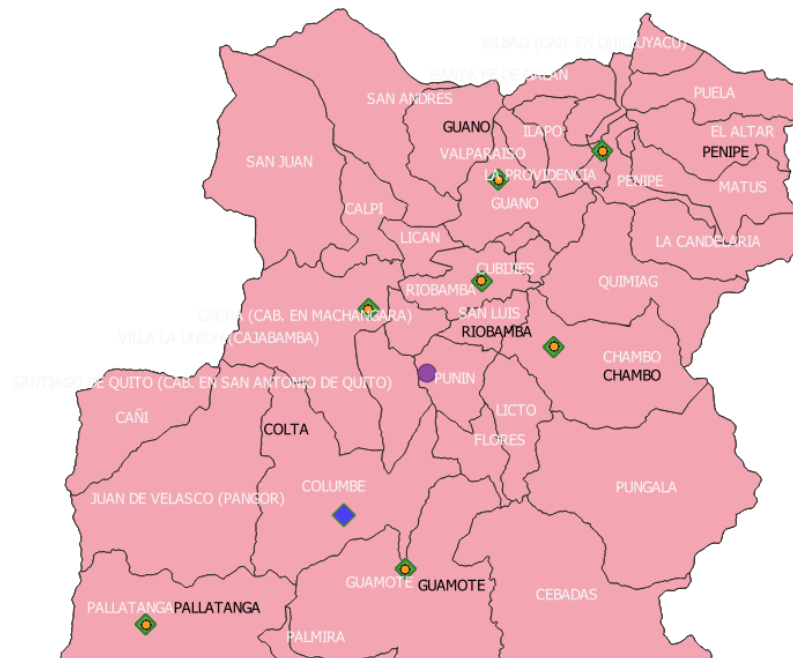


Como se puede ver en la figura 4, el centro de gravedad con la simbología de romboide de color azul, ubicado en el sector de la parroquia Columbe, cantón Colta.

Centro medio ponderado

En este caso utilizamos como peso para el cálculo del centro medio ponderado el número total de contagios en cada localización, que a diferencia del centro medio simple no considera ninguna característica en especial. Mediante la misma opción del software GIS, obtenemos el resultado del centro medio ponderado que se puede identificar en la figura 5, con simbología circular de color morado.

Figura 5. Centro medio ponderado



Claramente se puede observar que el centro medio ponderado, según el número de contagios totales en cada cantón, está ubicado en la parroquia Punin, cantón Riobamba. Sin embargo, se puede distinguir una distancia considerable entre los puntos del centro medio simple y ponderado, equivalente a 16.27 Km en coordenadas cartesianas.

Desvío estándar

Luego de calcular los dos centros medios, se puede conocer el círculo del desvío estándar, con el complemento de QGIS “*Spatial Point Pattern Analysis*”, mismo que nos sirve para calcular la distancia estándar entre las diferentes localizaciones y los centros medios, en la figura 6, se puede visualizar el círculo del desvío estándar.

Figura 6. Cálculo del círculo de desvío estándar



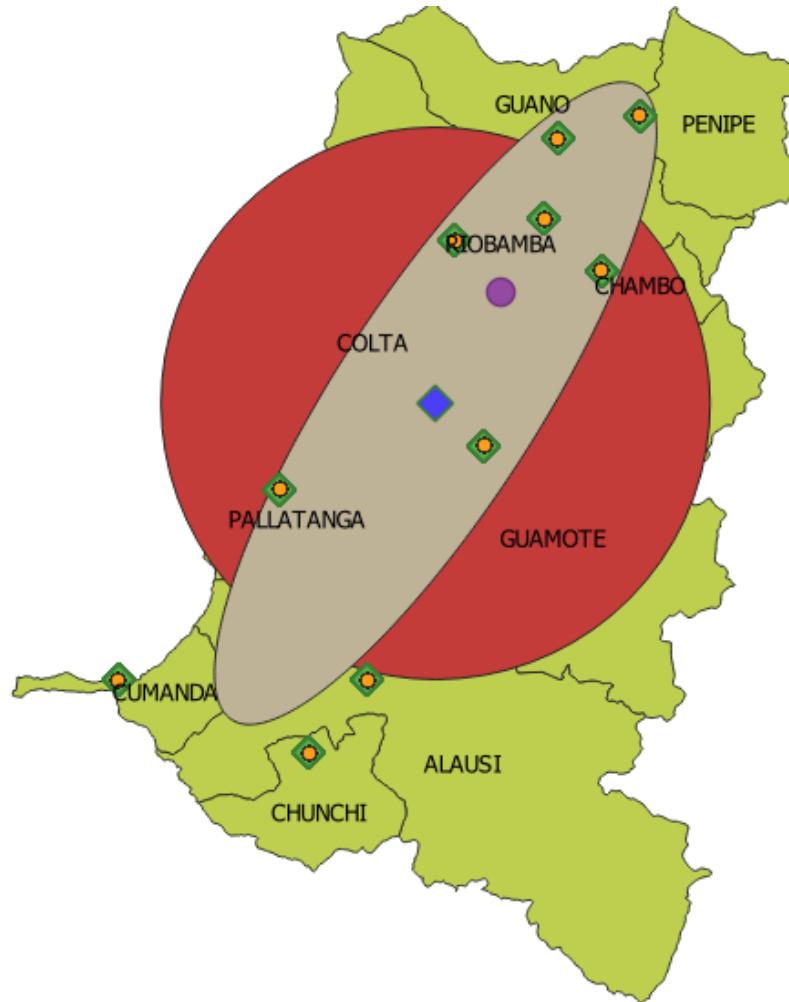
Se puede observar una capa vectorial de geometría poligonal que se agrega a nuestro conjunto de capas, la misma que representa el círculo de desvío estándar, valor esta representado por su radio de cobertura que es 68.67 km, distancia entre cada punto o caso de contagio medido al centro medio o centro de gravedad.

Elipse de dispersión

A través del complemento “*Standard deviational ellipse*”, calculamos la elipse de dispersión, aplicando el método de “*CrimeStat*”, algoritmo que permite el cálculo de estadísticas espaciales enfocados a delincuencia, sobre determinadas cartografías y geometrías como puntos o localizaciones, en este caso se considera la variable de peso, es decir el número total de contagios de Covid-19, por cada cantón. En la figura 7, se puede distinguir la elipse de dispersión lo que nos

facilita el determinar si la dispersión del conjunto de puntos tiene mayor amplitud en una dirección que en otra.

Figura 7. Elipse de dispersión – cantones



Se puede observar que la dispersión espacial de contagios por Covid-19, tiene una disposición alargada, presentando una mayor amplitud en la dirección norte-sur, es decir entre los cantones de Guano, Penipe, Riobamba, Chambo, Colta, Guamote y Pallatanga.

Figura 8. Elipse de dispersión - parroquias



Si lo revisamos por parroquias de cada cantón, se puede evidenciar una mayor amplitud de contagios en las parroquias de Ilapo, La Providencia, San Gerardo, Lican, Cubijes, San Luis, Cacha, Santiago de Quito, Licto, Flores, Columbe y Pallatanga.

Conclusiones

1. Los resultados se contrastan con los boletines informativos del MSP, y se verifica que el centro medio simple se ubica alrededor de la parroquia Columbe, cantón Colta, que dista del centro medio ponderado a 16.27 km de la parroquia Punin en el cantón Riobamba.
2. El radio de cobertura de desvío estándar de 68.67 km, también contrasta con los resultados de los centros medios, ya que se encuentran dentro de la expansión de contagios, claramente indicándonos donde se encuentra la mayor concentración.
3. Se evidencia una fuerte tendencia de concentración espacial de contagios en las áreas urbanas y rurales de mayor densidad poblacional, correspondientes a los cantones de Guano, Penipe, Riobamba, Chambo, Colta, Guamote y Pallatanga.

El análisis de tendencia central permite obtener claros resultados con potencial utilización en el ámbito de la planificación territorial, principalmente cuando la intención es obtener una localización que pueda interactuar de forma equitativa hacia las diferentes localizaciones puntuales dispersas a su alrededor.

Referencias

1. Buzai, G., & Lanzelotti, S. (2019). Atlas de Geografía Humana de la cuenca del río Luján. Buenos Aires: Buenos Aires.
2. Buzai, G., & Montes Galbán, E. (2021). Estadística Espacial : Fundamentos y aplicación con Sistemas de Información Geográfica. Buenos Aires: Buenos Aires.
3. Humacata, L. (2020). Sistemas de Información Geográfica. Aplicaciones para el análisis de clasificación espacial y cambios de usos del suelo. Buenos Aires: Buenos Aires.
4. Humacata, L., Lanzelo, S., Lanzelotti, S., Montes Galbán, E., & Pricnipi, N. (2019). Teoría y métodos de la Geografía Cuantiativa. Libro 2:Por una Geografía empírica. Buenos Aires: Buenos Aires.
5. MSP. (20 de Enero de 2021). Ministerio de Salud Pública. Obtenido de <https://www.salud.gob.ec/coronavirus-covid19-ecuador/>
6. Zhao, S., Lin, Q., Ran, J., Musa , S., & Yang, G. (2020). International Journal of Infectious Diseases. Obtenido de [https://www.ijidonline.com/article/S1201-9712\(20\)30053-9/fulltext\]](https://www.ijidonline.com/article/S1201-9712(20)30053-9/fulltext)