

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE GEOGRAFÍA E HISTORIA



**MÁSTER UNIVERSITARIO EN
TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

**IMPACTO DEL VIRUS COVID-19 EN LA CIUDAD
DE MADRID Y ACCESIBILIDAD A LOS CENTROS
DE SALUD**

CURSO 2019-2020

IMPACT OF COVID-19 VIRUS IN THE CITY OF MADRID AND
ACCESSIBILITY OF HEALTH CENTRES

PEÑA GUTIÉRREZ, ANDER

CONVOCATORIA: JUNIO 2020

TUTOR: Juan Carlos García Palomares

Facultad de Geografía e Historia. Departamento de Geografía

ANEXO I: DECLARACIÓN DE NO PLAGIO

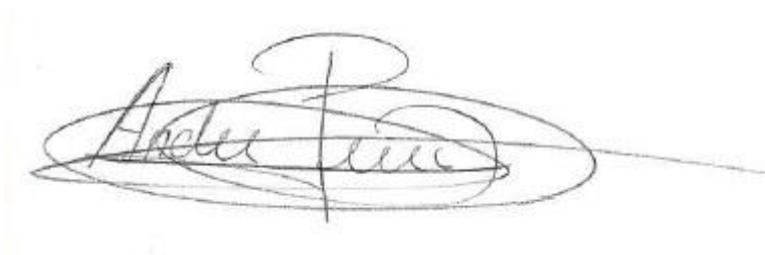
D./Dña. ANDER PEÑA GUTIÉRREZ con NIF 45573723-M, estudiante de Máster en la Facultad de GEOGRAFÍA E HISTORIA de la Universidad Complutense de Madrid en el curso 2019 - 2020, como autor del trabajo de fin de máster titulado IMPACTO DEL VIRUS COVID-19 EN LA CIUDAD DE MADRID Y ACCESIBILIDAD A LOS CENTROS DE SALUD, y presentado para la obtención del título correspondiente, cuyo tutor es: JUAN CARLOS GARCÍA PALOMARES.

DECLARO QUE:

El trabajo de fin de máster que presento está elaborado por mí y es original. No copio, ni utilizo ideas, formulaciones, citas integrales e ilustraciones de cualquier obra, artículo, memoria, o documento (en versión impresa o electrónica), sin mencionar de forma clara y estricta su origen, tanto en el cuerpo del texto como en la bibliografía. Así mismo declaro que los datos son veraces y que no he hecho uso de información no autorizada de cualquier fuente escrita de otra persona o de cualquier otra fuente.

De igual manera, soy plenamente consciente de que el hecho de no respetar estos extremos es objeto de sanciones universitarias y/o de otro orden.

En Madrid, a 30 de junio de 2020

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ander Peña', enclosed within a large, loopy oval scribble.

Fdo.:

RESUMEN

La pandemia originada por el virus COVID-19 se está expandiendo a través de todo el mundo generando cifras devastadoras de contagios y defunciones, lo cual está provocando el colapso de los servicios sanitarios de algunas regiones. En España, y más en concreto en la ciudad de Madrid, la incidencia del virus en la primera ola ha sido notable. Después de haberse suavizado el número de contagios, la atención primaria ha comenzado a tener un papel fundamental para llevar a cabo el seguimiento y la vigilancia de contagios. En consecuencia, es oportuno que la accesibilidad a los centros de salud sea lo más idónea y ecuánime posible y, por lo tanto, deba reconsiderarse tanto la localización de estos como la zonificación de las áreas de gestión existentes. El uso de los Sistemas de Información Geográfica, que está resultando eficaz para la gestión de la pandemia, permite hacer un estudio de accesibilidad, así como una visualización de la distribución y del impacto del virus. De este modo, se pueden establecer relaciones entre el impacto generado y la accesibilidad a los centros de salud. Los resultados permiten detectar las zonas básicas de salud más afectadas y que a su vez puedan presentar una mayor vulnerabilidad ante futuros rebrotes.

Palabras clave: SIG, COVID-19, Accesibilidad, ZBS, Análisis de redes

ABSTRACT

The pandemic caused by the COVID-19 virus is spreading throughout the world, generating devastating numbers of infections and deaths, which is causing the collapse of health services in some regions. In Spain, and more specifically in the city of Madrid, the incidence of the virus during the first wave has been remarkable. After the number of infections has softened, primary care has begun to play a key role in monitoring and infections surveillance. Consequently, it is opportune that the accessibility to the health centres is as suitable and fair as possible, and therefore, the location of these and the zoning of the existing management areas should be reconsidered. The use of Geographic Information Systems, which is proving effective in managing the pandemic, allows for an accessibility study, as well as a visualization of the distribution and impact of the virus. In this way, relationships can be established between the impact generated and accessibility to health centres. The results allow detecting the basic health zones most affected and which in turn may present a greater vulnerability to future outbreaks.

Keywords: GIS, COVID-19, Accessibility, ZBS, Network Analyst

ÍNDICE

I INTRODUCCIÓN	7
I.1 Breve introducción	7
I.2 Hipótesis de partida.....	11
I.3 Descripción del trabajo.....	11
I.4 Objetivos y justificación	12
II ANTECEDENTES	13
III METODOLOGÍA.....	16
III.1 Obtención de datos	16
III.2 Preparación de capas	17
III.2.1 Zonas Básicas de Salud y Secciones censales	17
III.2.2 Creación de una red	20
III.3 Análisis de redes y accesibilidad	21
III.4 Estadística espacial	22
IV RESULTADOS	24
IV.1 Las Zonas Básicas de Salud y los Centros de Salud	24
IV.1.1 Zonas Básicas de Salud	24
IV.1.2 Centros de Salud.....	28
IV.2 Accesibilidad	30
IV.2.1 Accesibilidad en las Zonas Básicas de Salud.....	30
IV.2.2 Asignación de habitantes a los centros de salud.....	39
IV.3 Impacto Coronavirus en Madrid	44
IV.3.1 Contagios en Zonas Básicas de Salud	44
IV.3.2 Patrones espaciales de los casos	46
IV.4 Relación accesibilidad – impacto COVID 19	48
IV.4.1 Impacto en las ZBS con peores índices de accesibilidad	49
IV.4.2 Accesibilidad en las ZBS más afectadas	51
IV.4.3 ZBS menos afectadas ¿Por qué?	54
IV.4.4 Diferentes escenarios de relación impacto - accesibilidad.....	57
IV.5 Futuros rebrotes.....	61
V CONCLUSIONES	64
VI BIBLIOGRAFIA.....	66

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Fuentes de datos	16
Tabla 2: ZBS con más ancianos	26
Tabla 3: Accesibilidad a los centros de salud en la ciudad de Madrid.....	32
Tabla 4:Accesibilidad a 10 minutos de los centros de salud	33
Tabla 5:Accesibilidad a 20 minutos de los centros de salud	33
Tabla 6: Accesibilidad a más de 30 minutos de los centros de salud.....	34
Tabla 7: Accesibilidad a más de 20 minutos de los centros de salud.....	34
Tabla 8: ZBS con más porcentaje de población a 10 minutos.....	35
Tabla 9: ZBS con el 100% de la población a 20 minutos de un centro de salud.....	36
Tabla 10: ZBS con más porcentaje de población a más de 30 minutos de los centros de salud	37
Tabla 11: ZBS con más porcentaje de población a más de 20 minutos de los centros de salud	38
Tabla 12: Centros de salud con más habitantes asignados	42
Tabla 13: Comparación de la asignación de población a centros de salud con IAP 2018 ..	44
Tabla 14: ZBS con mayor incidencia del virus	45
Tabla 15: ZBS con poca accesibilidad e impacto del virus en las mismas	50
Tabla 16: Accesibilidad en ZBS con más contagios	52
Tabla 17: Accesibilidad en ZBS con más contagios por 1.000 habitantes.....	54
Tabla 18: ZBS con menos contagios	55
Tabla 19: ZBS con menos contagiados por cada 1.000 habitantes	56
Tabla 20: Incidencia de contagios en ZBS con poca accesibilidad.....	62

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Área de estudio	9
Ilustración 2: Mapa de John Snow	13
Ilustración 3: Diferencias de digitalización	18
Ilustración 4: Flujo de Model Builder para la creación de la capa final.....	19
Ilustración 5: ZBS Pozuelo - Estación.....	19
Ilustración 6: Diferencias red de transporte.....	21
Ilustración 7: Densidad de población de las ZBS de Madrid	27
Ilustración 8: Centro de salud El Espinillo.....	28
Ilustración 9: Centros de salud en la ciudad de Madrid	29
Ilustración 10: Accesibilidad a los centros de salud de Madrid	31
Ilustración 11: ZBS con buena accesibilidad	36
Ilustración 12: ZBS con escasa accesibilidad.....	38
Ilustración 13: Asignación a los centros de salud desde otras ZBS	40
Ilustración 14: Centros de salud localizadas en ZBS próximas	41
Ilustración 15: Contagios COVID-19 por ZBS en la ciudad de Madrid	46
Ilustración 16: Índice Local de Moran	47
Ilustración 17: Organigrama de relación Impacto - Accesibilidad.....	49
Ilustración 18: Cuadrantes del gráfico.....	57
Ilustración 19: Gráfico de dispersión contagios totales -	58
Ilustración 20: Gráfico de dispersión contagios por 1.000 –.....	59
Ilustración 21: Clasificación de ZBS según la relación Impacto - Accesibilidad	61

I INTRODUCCIÓN

I.1 Breve introducción

La enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19) fue identificada por primera vez en la ciudad de Wuhan, provincia de Hubei, China, en diciembre de 2019 y es causada por el coronavirus 2 del síndrome respiratorio agudo severo (SRAS) -CoV-2) (Desjardins, Hohl, & Delmelle, 2020). El virus ha llegado a causar una pandemia que está afectando a la gran mayoría de países de todo el mundo. En España, el virus ha tenido un impacto bastante notorio, con un número alto de contagios y de fallecidos. La concentración de población, entre otros factores, ha provocado que la ciudad de Madrid sea uno de los principales focos junto con su área metropolitana.

Son numerosas las iniciativas de cartografía y trabajos geográficos que se están llevando a cabo para analizar la pandemia y alcanzar medidas que puedan combatirla. Desde el primer momento, alguna corporación dedicada a los Sistemas de Información Geográfica como es ESRI, ponían sobre la mesa medidas que respondiesen a la expansión del virus, bien sea monitorizando los datos aportados por la Universidad de John Hopkins¹, o dando soporte a instituciones como ayuntamientos para ayudar a la gestión mediante el uso de estas tecnologías. Del mismo modo, investigadores de todo el mundo se encuentran analizando patrones y consecuencias que está dejando la expansión del virus para poder ofrecer soluciones espaciales.

Este estudio pretende mostrar el impacto que ha tenido el virus sobre la ciudad de Madrid durante la primera ola de contagios, estableciendo las zonas básicas de salud (ZBS) como objeto de estudio. Tras un análisis de accesibilidad de la red de centros de salud y un estudio de la zonificación de las diferentes ZBS, se pueden extraer conclusiones de cómo ha podido afectar el virus en zonas de escasa accesibilidad, y también de cómo puede afectar en un futuro. Tras una primera oleada de casos donde los hospitales han ejercido como recurso sanitario fundamental siendo los primeros lugares de atención, las administraciones han optado por establecer una estrategia donde los centros de salud sean los que identifiquen y realicen la vigilancia y seguimiento de los contagios, siendo conscientes de que puede haber futuros rebrotes. Por lo tanto, los centros de salud juegan un rol importante a partir de ahora, y es por ello por lo que se precisa una buena accesibilidad para la población. En este sentido la distribución de recursos, así como la estructura de las ciudades presentan un reto de cara al futuro.

Los Sistemas de Información Geográfica están teniendo una amplia aceptación en las últimas décadas, tienen la capacidad de resolver los problemas de tipo espacial. No es fácil de encontrar una definición exacta, hay casi tantas como autores. El National Center of Geographic Information System (NCGIA) define un SIG como "un sistema de hardware, software y procedimientos diseñado para realizar la captura, almacenamiento, manipulación, análisis, modelización y presentación de datos referenciados espacialmente para la resolución de problemas complejos de planificación y gestión" (Puebla y Gould, 1994). Se

¹ John Hopkins (EEUU) es una prestigiosa universidad dedicada a la investigación, considera una de las más importante del mundo.

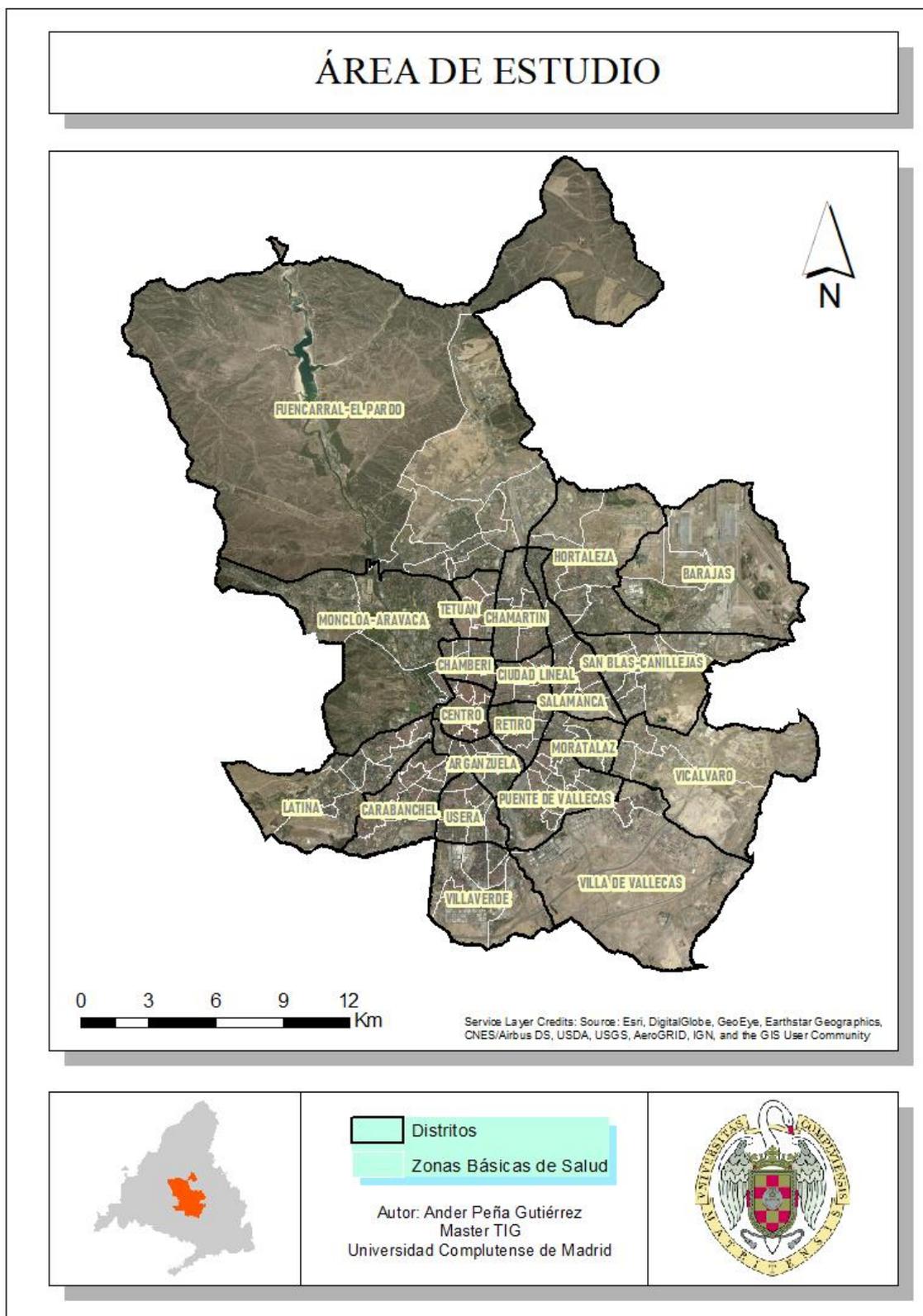
está planteando el uso de los SIG como solucionadores para la detección de zonas afectadas, para analizar la distribución de recursos y para establecer soluciones a diversos problemas de gestión y planificación que puedan surgir. Es así como los SIG dan acceso a numerosas herramientas que son de gran utilidad para poder analizar fenómenos espaciales en numerosos ámbitos. En este estudio, se emplean herramientas de estadística espacial, herramientas de análisis de redes y herramientas de geoprocésamiento, lo que permitirá la visualización de la distribución espacial de contagios y los cálculos de accesibilidad. La zonificación de las ZBS y de los centros de salud debe ser lo más óptima posible para acoger a toda la población de forma equitativa. Tras realizar un análisis de accesibilidad a los centros de salud, se puede sacar algunas conclusiones que pueden ser influyentes a la hora de relacionarlo con la incidencia del virus. No se pretende reflejar una relación causa – efecto entre ambas variables, pero sí pueden extraerse conclusiones que pueden ayudar a anticiparse ante hipotéticos escenarios en el futuro.

Los datos son fundamentales para poder establecer cualquier análisis. Estos deben ser georreferenciados (definiendo un sistema de coordenadas) para que den acceso a una representación en un mapa o a un análisis espacial o, dicho de otra manera, es necesario que la información tenga una componente espacial. Los Análisis Exploratorios de Datos Espaciales (AEDE), que forman parte de la estadística descriptiva espacial, ayudan a describir y visualizar donde se han producido zonas con valores significativos, pudiendo detectarse patrones de asociación espaciales, ya sean puntos calientes o fríos, o valores atípicos (Anselin, 1999). La facilitación de datos de contagios por medios oficiales es imprescindible para posteriores análisis. Estos, están al alcance de la población de forma desagregada a nivel de Zonas Básicas de Salud y la exactitud de los análisis se limitan a estas entidades.

La accesibilidad a puntos de oferta de servicios puede ser calculada con diversas metodologías. El cálculo mediante distancias euclidianas es más simple, pero a su vez también más impreciso en el sentido que, los peatones siguen la red viaria para acceder a los servicios y las distancias no son las mismas y, por lo tanto, se sobreestima la población. (Moreno y Prieto, 2003). Mediante la creación y modelización de una red de transporte se pueden establecer áreas de servicio mediante costes expresados en unidades de tiempo o bien de distancia, generándose de esta forma polígonos en lugar de círculos. La accesibilidad a los centros de salud es esencial para el conjunto de la población y en este caso concreto, la distancia peatonal como medio de movilidad también lo es, ya que es un recurso básico y esencial, además hay que tener en cuenta que, en un periodo de pandemia, la red de transporte público puede ser un lugar propenso para contagiarse.

El área de estudio sobre el que se realiza este trabajo es la ciudad de Madrid. Localizada en el centro de la península, además de ser la capital de España, es a su vez la ciudad más poblada del país y una de las que mayor densidad de población tiene. Las ZBS pueden tomarse como unidades mínimas territoriales para gestionar una situación de pandemia como la que se está viviendo actualmente. El uso de esta entidad geográfica ya ha sido utilizado para la toma de decisiones durante el periodo de la desescalada en la Comunidad Autónoma de Castilla y León, aunque en este sentido podría no ser eficaz en ámbitos urbanos debido a la alta movilidad o a problemas como la estigmatización o el desconocimiento de los límites. En cambio, sí se podrían tener en cuenta para otro tipo de gestión y de toma de decisiones.

Ilustración 1: Área de estudio



Carabanchel

- Abrantes
- Antonio Leyva
- Buenavista
- Carabanchel Alto
- Comillas
- General Ricardos
- Guayaba
- Opañel
- Puerta Bonita
- San Isidro
- Vista Alegre

Fuencarral – El Pardo

- Ciudad de los Periodistas
- El Pardo
- Fuencarral
- Fuentelarreina
- Las Tablas
- Mirasierra
- Montecarmelo
- Peñagrande
- Pilar
- Virgen de Begoña

Puente de Vallecas

- Alcalá de Guadaíra
- Ángela Uriarte
- Campo de la Paloma
- Entrevías
- Federica Montseny
- Martínez de la Riva
- Numancia
- Peña Prieta
- Portazgo
- Pozo de Tío Raimundo
- Rafael Alberti
- San Diego

Latina

- Campamento
- Caramuel
- General Fanjul
- Las Águilas
- Los Cármenes
- Los Yébenes
- Lucero
- Maqueda
- Puerta del Ángel
- Valle Inclán

Ciudad Lineal

- Canal de Panama
- Daroca
- Doctor Cirajas
- Estrecho de Corea
- Gandhi
- García Noblejas *
- Jazmín
- La Elipa
- Vicente Muzas *

Tetuán

- Bustarviejo
- General Moscardó
- Infanta Mercedes
- La Ventilla
- Reina Victoria *
- Valdeacederas
- Villamil

Villaverde

- Alcocer
- Butarque
- El Espinillo
- Los Ángeles
- Los Rosales
- San Andrés
- San Cristobal

San Blas - Canillejas

- Alpes
- Aquitania
- Canillejas
- García de Noblejas*
- Quinta de los Molinos
- Rejas
- Simancas

Centro

- Alameda
- Cortes
- Guzmán el Bueno*
- Justicia
- Lavapiés
- Palma Universidad
- Segovia

Hortaleza

- Benita de Ávila
- Mar Báltico*
- Monovar
- Sanchinarro
- Silvano
- Vicente Muzas*
- Virgen del Cortijo

Usera

- Almendrales
- Las Calesas
- Orcasitas
- Orcasur
- San Fermín
- Zofio

Salamanca

- Baviera
- Castelló
- General Oráa
- Goya *
- Londres
- Montesa

Retiro

- Adelfas
- Estrella
- Goya *
- Ibiza
- Pacífico

Chamberí

- Andrés Mellado
- Cea Bermúdez
- Eloy Gonzalo
- Espronceda
- Guzmán el Bueno *
- Reina Victoria *

Vicálvaro

- Valdebernardo
- Valderribas
- Vicálvaro – Artilleros
- Vicálvaro - Villablanca

Arganzuela

- Acacias
- Chopera
- Embajadores
- Imperial
- Legazpi
- Martín de Vargas
- Méndez Álvaro

Chamartín

- Nuñez Morgado
- Potosí
- Prosperidad
- Segre

Villa de Vallecas

- Ensanche de Vallecas
- Santa Eugenia
- Villa de Vallecas

Moratalaz

- Media Legua
- Pavones
- Vandel
- Vinateros - Torito

Moncloa - Aravaca

- Aravaca
- Argüelles
- Casa de Campo
- Valdezarza

Barajas

- Alameda de Osuna
- Barajas
- Mar Báltico *

I.2 Hipótesis de partida

Tras el primer brote de contagios, la unidad territorial mínima de control y gestión sanitaria en la Comunidad de Madrid es la zona básica de salud. La ciudad de Madrid con su abundante población requiere una óptima distribución de los recursos de atención primaria. En una situación de pandemia es evidente que se pone a prueba a la gestión sanitaria. En este ámbito los Sistemas de Información Geográfica son una herramienta potente para poder realizar análisis de distribución espacial de recursos, de población o de cualquier otro dato que tenga una referencia en el espacio. La localización y distribución de los contagios junto con la accesibilidad de los centros sanitarios pueden ayudar a interpretar conclusiones sobre el impacto de la pandemia.

I.3 Descripción del trabajo

El presente trabajo se ha planteado de una forma que trate de ver la utilidad de los SIG en situaciones reales, y por ello, la extraordinaria situación de pandemia que se está viviendo en todo el mundo, ha sido una oportunidad para poder ponerlo en valor.

El trabajo viene a desarrollar un estudio retrospectivo sobre la primera ola del virus, donde se han desarrollado análisis espaciales, y se ha aplicado estadística espacial para visualizar la distribución de contagios. Se han tomado los datos acumulados totales de contagios a fecha de 3 de junio de 2020. Se pueden distinguir dos partes diferenciadas que posteriormente se han tratado de ligar para llegar a conclusiones. Por un lado, los cálculos de accesibilidad de la red de centros de salud junto con un estudio sobre la zonificación de las zonas básicas de salud, por otro lado, un análisis de la distribución de contagios, donde además se ha usado también el Índice Local de Moran, para detectar agrupaciones de valores. La estructura del trabajo, a parte de la introducción y de los antecedentes donde se exponen ideas sobre los usos de SIG en pandemias y en análisis de redes entre otros, está compuesto por una parte donde se explica la metodología y otro apartado donde se exponen los resultados, siendo este el núcleo del trabajo.

Sin embargo, existen algunos inconvenientes a la hora de ajustar los datos resultantes a la realidad. La red, por ejemplo, no tiene en consideración algunas vías transitables como pueden ser los puentes peatonalizados, y que, como consecuencia pueden alterar los datos en la accesibilidad. En cuanto a la población, los datos están desagregados a nivel de secciones censales y representados mediante centroides, es decir toma un punto como referencia para toda la población incluida en la sección, lo cual también pueden incidir ligeramente en la accesibilidad. También es necesario comentar que, parte de la población puede dirigirse a centros privados, y en este estudio solo se ha tenido en cuenta los centros públicos. Por último, puede haber deficiencias en la exactitud de los datos de contagios, donde el número de pruebas realizadas puede influir en los datos finales.

Para la ejecución de herramientas se ha usado básicamente el software ArcMAP 10.7 de ArcGIS y dentro de este se han usado herramientas de geoprocésamiento, de estadística espacial, así como, la extensión de análisis de redes. También, se ha considerado usar Model

Builder para automatizar algunos procesos. Por último, se ha empleado el software libre GeoDa, que es bastante manejable para el uso de AEDE, y que ha sido útil para la realización de los gráficos de dispersión.

de este trabajo es emplear diversas herramientas de Sistemas de Información Geográfica para

I.4 Objetivos y justificación

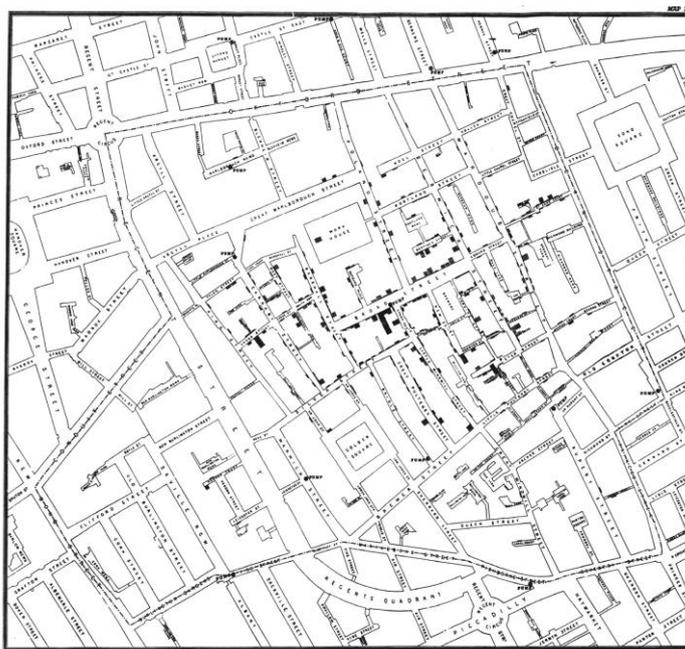
Se puede decir que el trabajo tiene dos objetivos principales que derivan a su vez en un tercero. Un objetivo principal de este trabajo es realizar un análisis espacial del impacto de la pandemia COVID-19 durante la primera ola en la ciudad de Madrid, que permita ver las zonas más perjudicadas de la ciudad, siendo el objeto de estudio las zonas básicas de salud. El otro objetivo principal es calcular la accesibilidad que tiene la población a los centros de salud públicos de la ciudad. Una vez obtenido los resultados de ambos objetivos, se pretende llevar a cabo relaciones entre ambos para poder plantear posibles mejoras en cuanto a la gestión y localización de los recursos sanitarios.

A la hora de justificar este trabajo, hay que decir que es evidente que nos encontramos en una Era donde “el dato” juega un papel relevante para optimización de las empresas, así como, para la gestión de las administraciones públicas. Cuando los datos cuentan con una localización en el espacio, los SIG permiten realizar análisis, modelizaciones, representaciones, etc. En este trabajo, la obtención de datos geolocalizados tanto de población, como de recursos y contagios va a permitir obtener unos resultados espaciales que pueden ayudar a los gestores de las administraciones a tomar medidas.

II ANTECEDENTES

El primer uso de un SIG se remonta al trabajo realizado por John Snow², que representó las muertes por cólera en Londres en 1854 mediante la superposición de puntos en un mapa. Además, este trabajo fue considerado como el primer análisis espacial, y por lo tanto sentó los fundamentos de lo que actualmente denominamos SIG (Echecolanea, 2018).

Ilustración 2: Mapa de John Snow



Fuente: de Pina et al., (2010). Epidemiología espacial: nuevos enfoques para viejas preguntas. Universitas Odontológica, 29(63), 47-65.

El trabajo de J. Snow, reflejaba una epidemia ocurrida en un área localizada en el centro de Londres en el año 1854, donde cientos de personas enfermaron y murieron de cólera. Lo que hizo Snow fue mapear donde se encontraban las muertes y las bombas de agua, pudiendo de esa forma ver la proximidad espacial. Pudo ver que la bomba de la calle Broad era la más próxima a los puntos donde se había localizado las muertes y llegó a la conclusión que era el epicentro de contaminación. El estudio no solo reflejaba un mapa con los puntos si no que se tuvo en consideración la comparación de áreas ambientales homogéneas y la proximidad (de Pina et al., 2010).

Existen estudios que hacen referencia a la accesibilidad de los recursos sanitarios, uno de ellos es el caso del estudio de *Accesibilidad peatonal a la red sanitaria de asistencia primaria en Madrid* que llevan a cabo (Gutierrez et al., 2002) que refleja la accesibilidad de la población a los centros de salud y donde se muestra también las disfuncionalidades que

² John Snow: Fue un prestigioso médico inglés del siglo XIX. Es considerado el padre de la epidemiología moderna.

hay en cuanto a la asignación a los centros. En este caso la metodología por la que se optó fue la de usar distancias euclidianas mediante buffers, y a su vez, polígonos Thiessen como límites de áreas de servicio, aunque si se tuvo en cuenta la velocidad del peatón y la distancia de rodeo para establecer el límite del buffer.

La estadística espacial ha sido ya empleada en numerosas ocasiones para la realización de análisis epidemiológicos gracias a los datos georreferenciados. La estadística tradicional ha estado más enfocada al análisis de datos socioeconómicos, ambientales y de salud, pero sin tener en consideración el espacio geográfico donde ocurren los eventos. Aunque, por otro lado se han empleado mapas para estudios relacionados con la salud, como es el caso del mapa de Jhon Snow (de Pina et al., 2010). Así, la monitorización de casos se puede decir que tiene algunos precedentes más antiguos que el empleo de la estadística espacial.

Y es que el papel del espacio geográfico para cualquier análisis es esencial, de modo que así lo refleja la considerada primera Ley de la Geografía de W.Tobler: “todo está relacionado con todo lo demás, pero las cosas cercanas están más relacionadas que las distantes” (Tobler, 1970).

Hay estudios previos sobre epidemias en los últimos años, existe un estudio espacio – temporal sobre la influencia que tuvo la Gripe A en la ciudad de Hong Kong, donde se emplea el Índice Local de Moran como el más ilustrador a la hora de localizar agrupaciones en la distribución de casos. El estudio reveló que el Índice Global de Moran ofrece un resumen estadístico útil pero que la caracterización de patrones es deficiente, mientras que el Índice Local de Moran lo completa ya que muestra similitud e importancia a cada una de las unidades geográficas (Lee & Wong, 2011). Recientemente, se ha publicado un estudio también espacio – temporal, pero en este caso sobre la incidencia del COVID-19 en EEUU. En este, se considera hacer estudios prospectivos monitoreando los casos actualizados activos, siendo especialmente útil ya que detecta grupos activos y emergentes que pueden informar a los funcionarios de salud pública y a los tomadores de decisiones de intervenciones específicas (Desjardins et al., 2020). Estos casos espacio temporales hacen un seguimiento de detección de clústers a lo largo del tiempo, utilizando códigos geográficos regulares para datos de vigilancia, y esto apoya al desarrollo de una intervención oportuna con una perspectiva espacial (Lee & Wong, 2011).

Por otro lado, hay estudios retrospectivos donde también el empleo de la estadística espacial es bastante útil para poder sacar conclusiones que pueden ser aplicables para la toma de medidas en un futuro. En España se han realizado varios estudios de enfermedades teniendo en cuenta la incidencia en el espacio geográfico. Un antecedente es el estudio para detectar patrones espaciales de legionela en el periodo 2003-2007. En este estudio se realiza un análisis de riesgo global, donde se emplea el Índice Global de Moran que proporciona un valor único para cada conjunto de datos y de este modo saber si existe una correlación espacial positiva o negativa; y, por otra parte, un análisis de riesgo local, donde habiendo numerosas áreas, pueden existir más diferencias de asociación espacial y a su vez poder detectar asociaciones utilizando el Índice local de Moran. Esta técnica de análisis de agrupaciones locales (LISA) permite detectar “islas” con valores altos significativos que a su vez tienen sus áreas vecinas con valores bajos significativos y viceversa (Gómez-Barroso et al., 2011). En esta misma línea se halla un estudio en el cual se realiza un análisis espacial

para mostrar la distribución de las muertes por cáncer de pulmón en Andalucía entre los años 2013 y 2017. En este estudio se emplea también el Índice Local de Moran para detectar zonas significativas en las que se podrían establecer estrategias para reducir la enfermedad (Cayuela et al., 2020).

Durante el transcurso de la pandemia de COVID-19, han ido apareciendo trabajos de SIG, al igual que numerosos estudios geográficos, con el fin de dar una explicación de la influencia del virus en el espacio y poder dar soluciones en diferentes territorios. Se han considerado los hackatones³ como una herramienta para dar soluciones innovadoras que pueden ayudar al desarrollo y a la comunicación. Facilitan la gestión de la pandemia a escala local en zonas remotas con problemas de accesos a servicios de salud, a la información o a la alimentación, ya que en muchos casos son suministros externos. Estas zonas necesitan una inclusión digital. El grupo GEO⁴ (Group on Earth Observations) está llevando a cabo varias iniciativas como estas.

También han surgido nuevos retos. El ADB (Asian Development Bank), ha llevado a cabo también mediante hackaton y la observación de la tierra, la monitorización del impacto del COVID-19 sobre las actividades económicas en países del sudeste asiático. La monitorización recoge, por ejemplo, cómo ha afectado a la contaminación, o los diversos recursos turísticos, que son pieza fundamental de la economía de estos lugares. Otro caso es, donde los Científicos de la Universidad de Chapman en California, han empleado la teledetección con imágenes de la ESA (European Space Agency), para monitorear la incidencia del COVID-19 en algunas zonas, basándose en la observación de las emisiones de óxido de nitrógeno. Se relaciona la reducción de la actividad económica con la reducción de emisiones.

Por último, hay que destacar una de las empresas punteras del sector de los SIG's, como es ESRI. Está inmersa en diferentes proyectos para responder a la pandemia. Los científicos de la Universidad de John Hopkins, usando las tecnologías de ESRI, fueron los primeros en crear un mapa web interactivo donde se pueden detectar los casos contabilizados a nivel mundial en un tiempo casi real. ESRI para colaborar con empresas e instituciones, recomienda cinco pasos para llevar la creación de una imagen instantánea, donde se puedan localizar los territorios con más riesgo y así poder actuar. Los cinco pasos son: 1, Mapear los casos; 2, Mapa de la propagación, teniendo en cuenta el tiempo; 3, Mapear poblaciones vulnerables; 4, Mapea tu capacidad, es decir, los recursos que se consideren útiles para estudiar, como pueden ser centros médicos, población, zonas de concentración de gente u otras; y 5, Comunicarse con mapas, mediante mapas web a ser posible para que la difusión sea lo más rápida posible.

³ Hackaton: Es un encuentro de profesionales que usan la tecnología y la innovación para dar soluciones a diversos problemas.

⁴ GEO: Es una asociación global de gobiernos y organizaciones que prevé "un futuro en el que las decisiones y acciones en beneficio de la humanidad se informan mediante observaciones de la Tierra coordinadas, integrales y sostenidas". Incluye 103 gobiernos miembros y 95 organizaciones participantes. (<https://www.eea.europa.eu/>)

III METODOLOGÍA

La metodología que se ha seguido para la realización del estudio ha sido en primer lugar la obtención de datos, y una vez obtenidos, se ha pasado a crear una red de transporte, para poder hacer los cálculos pertinentes de accesibilidad y, a continuación, a la preparación de la capa con el área de estudio que incluye las zonas básicas de salud y todos los datos necesarios para el análisis. Ya con las capas preparadas, se han realizado los cálculos de accesibilidad con Network Analyst, también se han realizado los cálculos de estadística espacial y la representación de la distribución de contagios.

III.1 Obtención de datos

La obtención de datos se ha llevado a cabo mediante organismos oficiales. La búsqueda no ha resultado tediosa, ya que se han encontrado los datos necesarios con bastante rapidez. Los datos de contagios diarios los facilita el organismo de la Comunidad de Madrid desde finales de marzo. La calidad del dato es importante para cualquier estudio. Los datos de contagios se corresponden con las personas que se han sometido a una prueba, lo que significa que puede haber un porcentaje de la población que haya sido contagiado sin presentar síntomas y que no se haya hecho la prueba, y por lo tanto no aparece en los datos oficiales.

Para obtener las capas shapefiles, existen organismos públicos como el portal Nomecalles, que ofrecen con un amplio catálogo. Para los datos de población, el ayuntamiento de Madrid ofrece los datos del padrón mensualmente por secciones censales. Para la red de transporte, se han descargado dos capas del viario de la Comunidad de Madrid, y tras comprobarlas se ha optado por el uso de la más conveniente para el estudio.

Tabla 1: Fuentes de datos

<i>Recurso</i>	<i>Tipo</i>	<i>Fuente</i>
<i>Zonas Básicas de Salud</i>	Shapefile	Datos abiertos. Comunidad de Madrid
<i>Número de contagios</i>	CSV	Datos abiertos. Comunidad de Madrid
<i>Red de transporte de la CM</i>	Shapefile	Instituto Geográfico Nacional
<i>Centros de salud CM</i>	Shapefile	Portal Nomecalles. Comunidad de Madrid
<i>Secciones censales CM</i>	Shapefile	Portal Nomecalles. Comunidad de Madrid
<i>Distritos de Madrid</i>	Shapefile	Portal Nomecalles. Comunidad de Madrid
<i>Población de secciones censales</i>	Excel	Banco de datos Ayuntamiento de Madrid
<i>Población mayor 65 años en secciones censales (2019)</i>	Excel	Banco de datos Ayuntamiento de Madrid
<i>Nº de médicos en centros de salud</i>	Recurso web	Servicio Madrileño de Salud

III.2 Preparación de capas

Con el uso de los SIG's es necesario tener en cuenta el sistema de referencia de proyección con el que se trabaja para que posteriormente coincidan las entidades en el espacio. Se lleva a cabo una serie de geoprocесamientos y preparación de capas para obtener las capas finales con las que se va a realizar el análisis. Será necesario crear una capa de polígonos de las ZBS en la que su base de datos cuente con datos de población, datos de contagios y otros indicadores de accesibilidad. Para ello, se ha de crear previamente una red de transporte para calcular la accesibilidad, así como una capa de puntos que represente la población de cada sección censal.

III.2.1 Zonas Básicas de Salud y Secciones censales

Para obtener la capa de zonas básicas de salud con los datos de contagios totales, ha sido necesario cargar la capa shapefile de polígonos que contiene las zonas básicas de salud de la Comunidad de Madrid y también, la tabla de formato “.csv” que contiene el número de contagios totales diarios por cada ZBS. Para el análisis del trabajo se ha decidido trabajar con los datos más recientes posibles, por lo cual se establece la fecha del 3 de junio de 2020 como referencia. Por lo tanto, desde ArcMAP se añade la tabla y se selecciona mediante atributos la fecha con la que se trabaja y, a continuación, se exporta la selección como una nueva tabla.

Para poder hacer la unión es necesario que haya un campo en común. Se toma el campo que contiene el código geográfico de cada ZBS. El campo ha de ser del mismo tipo, por eso, se genera un nuevo campo de tipo “Long Integer” en la capa shapefile y con la calculadora de campos se añaden los datos del campo donde está el código. Seguidamente, se realiza la unión, que en este caso se ha optado por hacerlo con la herramienta Join Field, porque solo interesa añadir el campo de contagios totales. El siguiente paso, una vez hecha la unión, es ejecutar la herramienta Clip con otra capa que contiene el límite del municipio de Madrid (distritos), y así reducir la capa al área de estudio.

Para calcular la población que hay empadronada en cada ZBS, se ha empleado una capa shapefile de polígonos, con todas las secciones censales de la Comunidad de Madrid. Por otro lado, se han obtenido los datos de la población por sección censal actualizados a febrero 2020 y también la población por edades a 1 enero 2019, para obtener la población mayor de 65 años que va a ser útil para el estudio estableciéndose como población más vulnerable.

Una vez trabajados los datos de población, habiendo creado un archivo Excel, se une a la capa shapefile de polígonos de secciones censales, aunque previamente se ha de seleccionar solo las que están en la ciudad de Madrid. Para esto, se crea un campo nuevo donde se añaden solo los tres primeros dígitos del Geocódigo de la sección, que es el indicador del municipio y usando la calculadora de campos con la siguiente operación: `Left([GEOCODIGO],3)`. Posteriormente, con la herramienta Select se hace una selección por atributos del código 079 (municipio de Madrid) del mismo campo y la propia herramienta exporta los datos. Una vez se tienen solo las secciones del área de estudio, se crea otro campo (string) y se realiza la operación inversa con la calculadora, añadiendo el resto de dígitos, `Right([GEOCODIGO],5)` los cuales se corresponden con la sección censal. Estos pasos son

fundamentales para poder unir los datos de la tabla donde se encuentra la población con la capa de polígonos de las secciones. Las uniones, se pueden realizar siempre que haya un campo en común. A continuación, la herramienta Join Field, como se ha indicado ya, permite añadir a la capa de secciones los campos necesarios de otra tabla, sin necesidad de unir todos los campos.

Para saber la población que hay en cada ZBS, habría que hacer una intersección de la capa de secciones con la capa de ZBS y luego ejecutar la herramienta Dissolve. Pero aparece un inconveniente al no coincidir algunos límites de los polígonos de las ZBS con las secciones, ya que a la hora de digitalizar se han tomado criterios diferentes, como, por ejemplo, limitar una zona a un lado de una avenida u a otro (Ilustración 3). Esto puede llevar a que secciones puedan estar con una pequeña parte dentro de otra ZBS de la que realmente le corresponde. Según Decreto 187/1998, de 5 de noviembre, donde se define la zonificación de las ZBS, se usan los municipios y las secciones censales como elementos que se incluyen para el establecimiento de dichas áreas. Por lo tanto, las secciones no deberían estar en dos ZBS diferentes.

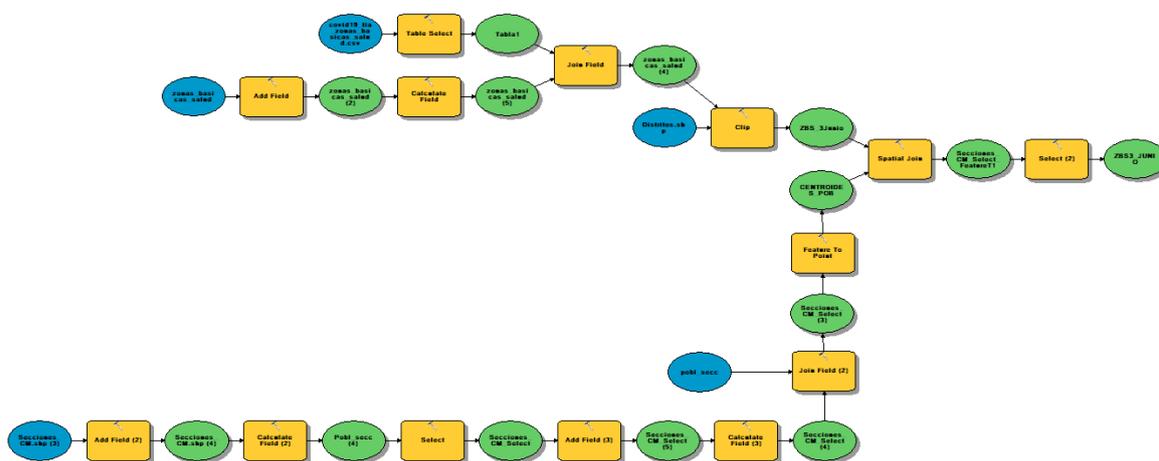
La alternativa por la que se ha optado es realizar centroides de cada sección censal. De este modo, los ZBS se podrán intersecar con todos los centroides sin problemas en los límites. Para hacer la intersección, se opta por hacer una unión por localización, ejecutando la herramienta Spatial Join. Esta, permite que se ejecute la herramienta Merge para todos los centroides dentro de cada ZBS correspondiente, y es necesario indicar que, como datos de salida, sean la suma en los dos campos de población, es decir, que sume todos los datos de los centroides cuando los una. Finalmente, se ejecuta Select, indicando con la expresión [Join Count] <> 0, con el fin de eliminar todas las zonas que no tenía ningún centroide, y así poder eliminar las minúsculas franjas de secciones que pueden aparecer dentro de otras ZBS, que como ya se ha comentado previamente, existía una pequeña diferencia de digitalización entre capas.

Ilustración 3: Diferencias de digitalización



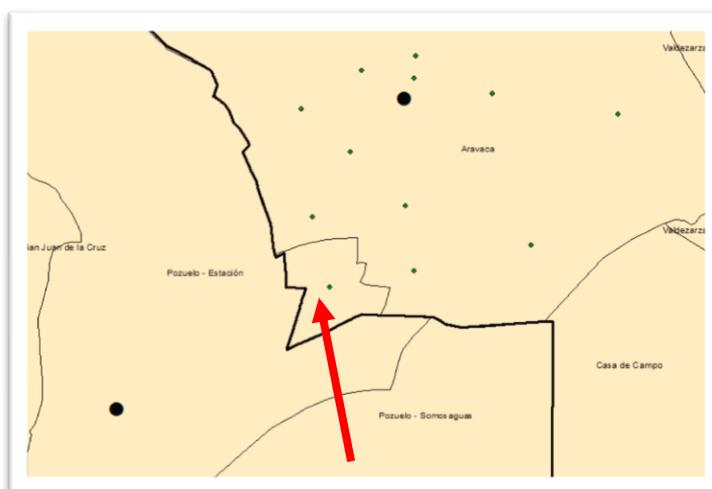
Todo este proceso anterior se ha realizado con Model Builder, que permite automatizar el proceso y ejecutar las herramientas de forma efímera. A continuación, se muestra el flujo de trabajo realizado con Model Builder con todos los procesos realizados.

Ilustración 4: Flujo de Model Builder para la creación de la capa final



Una vez se obtiene la capa de ZBS con todos los datos necesarios, se crea una copia de esta y se elimina la entidad que corresponde a Pozuelo-Estación, mediante edición. No se tendrá en cuenta dicha área porque la mayor parte de la ZBS pertenece al municipio de Pozuelo de Alarcón, al igual que el centro de salud correspondiente, aunque para los estudios de accesibilidad si se tendrá, ya que los habitantes forman parte del municipio de Madrid.

Ilustración 5: ZBS Pozuelo - Estación



III.2.2 Creación de una red

Para poder realizar los análisis de distribución y accesibilidad de los centros de salud, es necesario crear una red. La red con la que se trabaja es una red unimodal construida a partir de una capa de líneas que representan las calles y carreteras de la ciudad. En este caso, se ha decidido crear la red tomando como referencia una capa de redes de transporte de la provincia de Madrid, la cual ha sido recortada a los límites del área de estudio empleando la herramienta Clip. Se podría haber establecido el Callejero de Madrid para crear la red, pero en este caso surgía un problema a la hora de tomar como uniones entre arcos los puntos finales, ya que hay arcos que están digitalizados representando una calle entera, con lo que las calles con las que tiene una intersección no quedarían unidas a la calle principal. Sin embargo, este problema se podría solucionar estableciendo uniones en cada vértice o intersección que haya entre líneas, pero se generaría otro problema, se crearían uniones donde no las hay (Ilustración 6), como en los nudos viarios, donde hay vías que están en distinto nivel (puentes) y no hay conexiones.

La red es sencilla, se va a tener en cuenta las distancias y el tiempo, siendo el peatón el objeto de estudio. Para considerar el automóvil como modo de desplazamiento habría que tener en cuenta otros parámetros como las direcciones y restricciones de las calles, pero no se cuenta con esos datos. Para la movilidad de las personas a los centros de salud, no se tiene en cuenta los medios de transporte, ya que el análisis que se hace está dentro de una situación en la que mantener la distancia social es imprescindible, y se considera que una buena accesibilidad a los centros de salud debería ser caminando. Los datos de transporte público se podrían añadir a la red mediante archivos GTFS.

Para llevar a cabo la creación de la red, se utiliza la extensión Network Analyst, incluida en el software de Arcmap (ArcGIS). Al crear la red, la herramienta genera uniones en todos los puntos finales de cada arco, generándose de esta manera una red y también una capa con todos los nodos. Como impedancia, que se define como la resistencia que hay al movimiento, se va a tomar unidades de distancia (metros) por un lado, siendo necesario la creación de un campo y el cálculo de la distancia en metros de cada calle previamente; y, por otro lado, se añadirá una impedancia de tiempo peatonal. Este tiempo será establecido entendiendo que una persona anda 4.000 metros por hora, por lo tanto, se añade la expresión $[LENGHT] * 60 / 4000$. Se establece también que en la red se permitan los giros en todas las intersecciones entre arcos, y que la conectividad sea fijada por los puntos finales de cada arco.

En la Ilustración 6, a la izquierda, se muestra la red donde se prefija la unión en los puntos finales del arco, en la derecha, aparece la red donde se ha establecido la unión en cualquier vértice, que como se puede observar crea uniones en vías con diferencias de altura.

Ilustración 6: Diferencias red de transporte

III.3 Análisis de redes y accesibilidad

Network Analyst permite calcular las áreas de servicio o de influencia de determinadas instalaciones. En este estudio se emplea esta herramienta para calcular la accesibilidad que hay a cada uno de los centros de salud de la ciudad, y a su vez conocer la población que tiene buena accesibilidad por cada zona.

Para ejecutar la herramienta, se añade como parámetro las instalaciones sobre las cual calcular el área de influencia, los centros de salud. En los ajustes se ha definido que las áreas no se superpongan entre ellas, que el tiempo peatonal se establezca como impedancia y que los cortes se hagan a los 10', a los 20' y a los 30'. Posteriormente, se ha realizado una unión por localización desde la capa que contiene las secciones con la población, generándose una nueva capa de puntos donde se puede consultar a que polígono pertenece cada punto de población. Para calcular el número total de la población que está dentro de cada franja o los que quedan fuera de los 30' minutos, se hace mediante una selección por atributos con la función 'To Break' = 0 (ó 10, ó 20 ó 30) y observando las estadísticas desde el campo habitantes.

A continuación, se vuelve a hacer una unión por localización con la capa de centroides resultante de la anterior unión, que ya tiene los datos de la franja a la que pertenece, y la capa de las zonas básicas de salud. Se genera una nueva capa de puntos en las que se tienen todos los centroides de población, la ZBS a la que pertenece cada centroide y la accesibilidad a la que está del centro de salud más cercano (0, 10', 20' ó 30'). Con estos datos, se hace una selección por atributos de cada corte de accesibilidad y un resumen (Summarize) del campo de las ZBS por cada una de ellas, estableciendo la suma de habitantes como resultado. De esta manera se han generado cuatro tablas nuevas en las cuales, cada una de ellas tiene los habitantes que hay en cada ZBS según la accesibilidad.

Para obtener el porcentaje de habitantes con alta, alta-media, muy baja o baja-muy baja accesibilidad que hay por ZBS, desde la capa de ZBS se crea un campo y se hace unión con la respectiva tabla de accesibilidad que se ha obtenido anteriormente y con la calculadora de

campos se crea una operación que calcule la proporción de la población que hay dentro de cada ratio de accesibilidad.

El cálculo de la población que pertenece a una ZBS sin centro de salud en su área, hacia el centro más cercano, se ha realizado primero con una selección por atributos de las entidades sin centro de salud y, a continuación, se ha ejecutado la herramienta de geoprocésamiento Intersect con la misma capa y con la capa de puntos de secciones, y como su propio nombre indica se ha hecho una intersección dando una nueva capa como resultado. Añadiendo esta capa como Incidents y la capa de los centros de salud como Facilites, se ha ejecutado la herramienta Closest Facility, para asignar los centros más cercanos de la población. Se añade el campo con el número de habitantes a la tabla de las rutas mediante una unión de campos y a continuación con un resumen (Summarize), se obtiene el número de habitantes que acoge cada centro de otra ZBS.

III.4 Estadística espacial

Partiendo de la capa de las zonas básicas de salud, con los datos de población y de contagios por cada una de ellas, se ha optado por calcular una serie de índices que van a ser útiles para la representación y el análisis. Gracias a la calculadora de campos y la de geometría, a las cuales se accede desde la propia tabla de atributos de la capa, se ha podido calcular la densidad de población, los contagiados por cada 1000 habitantes y el porcentaje de la población mayor de 65 años, de cada una de las entidades.

A lo hora de representar los datos en el espacio, las herramientas de estadística espacial ofrecen un amplio abanico de posibilidades. Se pueden obtener otros criterios para el análisis de la distribución espacial cuando se dan un conjunto de valores, permitiendo entender mejor dicha distribución.

Las estadísticas espaciales, ayudan a detectar donde se han generado zonas con valores más significativos que otras, teniendo en cuenta el conjunto de valores aportados. Se podría usar el Índice Global de Moran, que nos indica si el conjunto de valores del área de estudio muestra alguna concentración o clusterización, si son aleatorios o si por el contrario hay tendencia a la heterocedasticidad espacial (dispersión). Pero, se opta por utilizar un Índice local de autocorrelación espacial (LISA). En este caso la herramienta de ArcGIS es *Cluster and Outlier Analysis* (Anselin Local Morans I), donde se tiene en cuenta la relación de cada una de las entidades y sus vecinas. Este índice permite conocer tanto los puntos fríos y calientes, como los valores atípicos (outlier). De este modo se pueden obtener los siguientes resultados: Low-Low, que se corresponden con zonas que muestran valores bajos significativos y además los de su alrededor también; High-High, en este caso se detectan zonas con valores altos rodeadas de otras con valores altos; High-Low, pertenece a zonas con valores altos rodeadas de zonas con valores bajos; Low-High, valores bajos rodeados de valores altos; y por último, detecta los valores que no se consideran significativos.

Para ejecutar este índice, se han elegido parámetros, por un lado, el número de contagios totales y, por otro lado, contagios por cada 1000 habitantes. Como método de

conceptualización se ha optado por `CONTIGUITY_EDGES_CORNERS`, donde las entidades poligonales que comparten un límite, un nodo o se superponen tendrán influencia sobre los cálculos de la entidad poligonal de destino (ESRI).

La realización de una clasificación según la relación de las dos variables (contagios-accesibilidad), ha sido posible gracias a un gráfico de dispersión hecho con el software GeoDa, el cual facilita la visualización de las diferentes entidades (ZBS) al mismo tiempo en el gráfico, en una base de datos y en un mapa. Para establecer las diferentes clases, en las opciones del gráfico se selecciona la opción de estandarizar, para que se creen unos ejes correspondientes con las medias de las variables.

IV RESULTADOS

En este apartado se van a exponer los resultados obtenidos en el trabajo. En primer lugar, de modo introductorio se añade un capítulo donde se explica brevemente los objetos de estudio, tanto las zonas básicas de salud como los centros de salud. Si bien estos no son los resultados que marcan los objetivos, pero se considera añadirlos en este apartado debido a que los datos reflejados tanto de población como de superficie entre otros han sido resultantes de procesos desarrollados en la metodología y representan las bases de los resultados finales.

Ya como resultados del trabajo, se mostrará un apartado representando la accesibilidad que existe en las diferentes zonas básicas de salud hacia los centros de salud. Dentro de este apartado se puede observar de forma detallada las zonas con alta accesibilidad y con baja accesibilidad. Además, dentro de este punto se muestra un cálculo de la población que hay asignada a cada centro, obtenido mediante la herramienta network analyst.

La segunda parte de resultados y en concordancia con los objetivos planteados, se refleja el impacto del Coronavirus en Madrid. En este apartado se puede visualizar la distribución espacial de la primera ola del virus y algunos patrones espaciales que han podido seguir el mismo.

Por último, también como resultado se muestra un apartado donde se pretende relacionar ambas variables, tanto la accesibilidad como el impacto del virus. Sin ser estas relaciones causa – efecto, pueden aportar datos interesantes que pueden ser útiles de cara a la gestión de la pandemia, así como de la gestión de los procesos urbanísticos futuros.

IV.1 Las Zonas Básicas de Salud y los Centros de Salud

El servicio sanitario de la ciudad de Madrid está compuesto por 135 zonas básicas de salud, 130 centros de salud y 52 hospitales, de los cuales 32 de ellos son de dependencia patrimonial privada. En este estudio la red de hospitales no se tiene en cuenta. Con una población de 3.351.273 (febrero 2020), la red de atención primaria necesita una adecuada organización, y por supuesto, que haya una buena accesibilidad. A continuación, se presenta una descripción del estado de las Zonas Básicas de Salud y de los centros de salud.

IV.1.1 Zonas Básicas de Salud

La zona básica de salud está establecida como la unidad territorial mínima para la gestión sanitaria. En Madrid, existen 135 dentro de los límites de la ciudad, aunque una de ellas es compartida con el municipio de Pozuelo de Alarcón, como ya se ha indicado en la metodología. La estructura de las ZBS está establecida por el *Decreto 52/2010, de 29 de julio, del Consejo de Gobierno, por el que se establecen las estructuras básicas sanitarias y directivas de Atención Primaria del Área Única de Salud de la Comunidad de Madrid*. En donde se expone lo siguiente:

Artículo 3.- La zona básica de salud

1. La zona básica de salud es el marco territorial de la Atención Primaria donde desarrolla su actividad sanitaria el centro de salud, y que tiene como finalidad principal garantizar la accesibilidad de la población a los servicios sanitarios.

2. Las zonas básicas de salud del área única de salud de la Comunidad de Madrid, delimitadas conforme al artículo 62 de la Ley 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad, son las que figuran en el Anexo del presente Decreto.

Por lo tanto, la delimitación de las zonas básicas de salud se ajusta a las pautas recogidas en la Ley 14 de 1986 que son las siguientes:

1. Para conseguir la máxima operatividad y eficacia en el funcionamiento de los servicios a nivel primario, las Areas de Salud se dividirán en zonas básicas de salud.

2. En la delimitación de las zonas básicas deberán tenerse en cuenta:

a) Las distancias máximas de las agrupaciones de población más alejadas de los servicios y el tiempo normal a invertir en su recorrido usando los medios ordinarios.

b) El grado de concentración o dispersión de la población.

c) Las características epidemiológicas de la zona.

d) Las instalaciones y recursos sanitarios de la zona.

En definitiva, la delimitación de estas unidades es bastante compleja, es decir, deben de tenerse en cuenta diversos factores, no solo el número de habitantes, si no la densidad, la accesibilidad de la población o la estructura urbana. En este último caso, en ocasiones la localización de un centro está próxima a la población, pero ha de atravesarse algún obstáculo para poder alcanzarlo, como, por ejemplo, una autovía, lo que genera dar un rodeo y al mismo tiempo disminuir la accesibilidad. Otro factor que considerar es que las ciudades están en constante crecimiento y se generan nuevos focos de población que deben ser atendidas por una serie de servicios.

Si se visualizan la distribución y los límites que hay establecidos en las diferentes ZBS de la ciudad de Madrid, se aprecia una ligera disconformidad en lo que al número de habitantes se refiere. Aparece alguna zona con poco más de 3.000 habitantes y otras, donde se superan los 65.000 habitantes. Esto puede deberse a la diferencia densidad de población entre unas áreas y otras. En cuanto a la superficie de las zonas, también aparece una gran desigualdad. En este caso es más aceptable, ya que hay zonas como El Pardo con muy baja densidad de población.

También, hay ZBS que ponen en duda su zonificación y que necesitarían adaptarse a la realidad, bien mediante nueva zonificación o bien mediante la construcción de nuevos centros. Además, según el decreto expuesto anteriormente, se entiende que cada ZBS debe tener un centro de salud y en la realidad no es así.

Las zonas básicas de salud que más habitantes incluyen dentro de sus límites son Mar Báltico (65.775), seguido de Ensanche de Vallecas (62.523), Goya (60.140) y Prosperidad (55.991). Por el contrario, la que menos habitantes cubren son El Pardo (3.504), El Pozo del Tío Raimundo (7.355), Méndez Álvaro (9.519) y Virgen de Begoña (9.856). Se puede observar la heterogeneidad que hay, aunque la gran mayoría de las ZBS están compuestas con un número de habitantes en torno a la media que son 25.009,5.

En cuanto a la población mayor de 65 años perteneciente a cada ZBS, Goya es la que más habitantes ancianos tiene de todas, aunque si se tiene en cuenta la población total de cada zona, destaca los Yébenes con aproximadamente un tercio de su población mayor de 65 años.

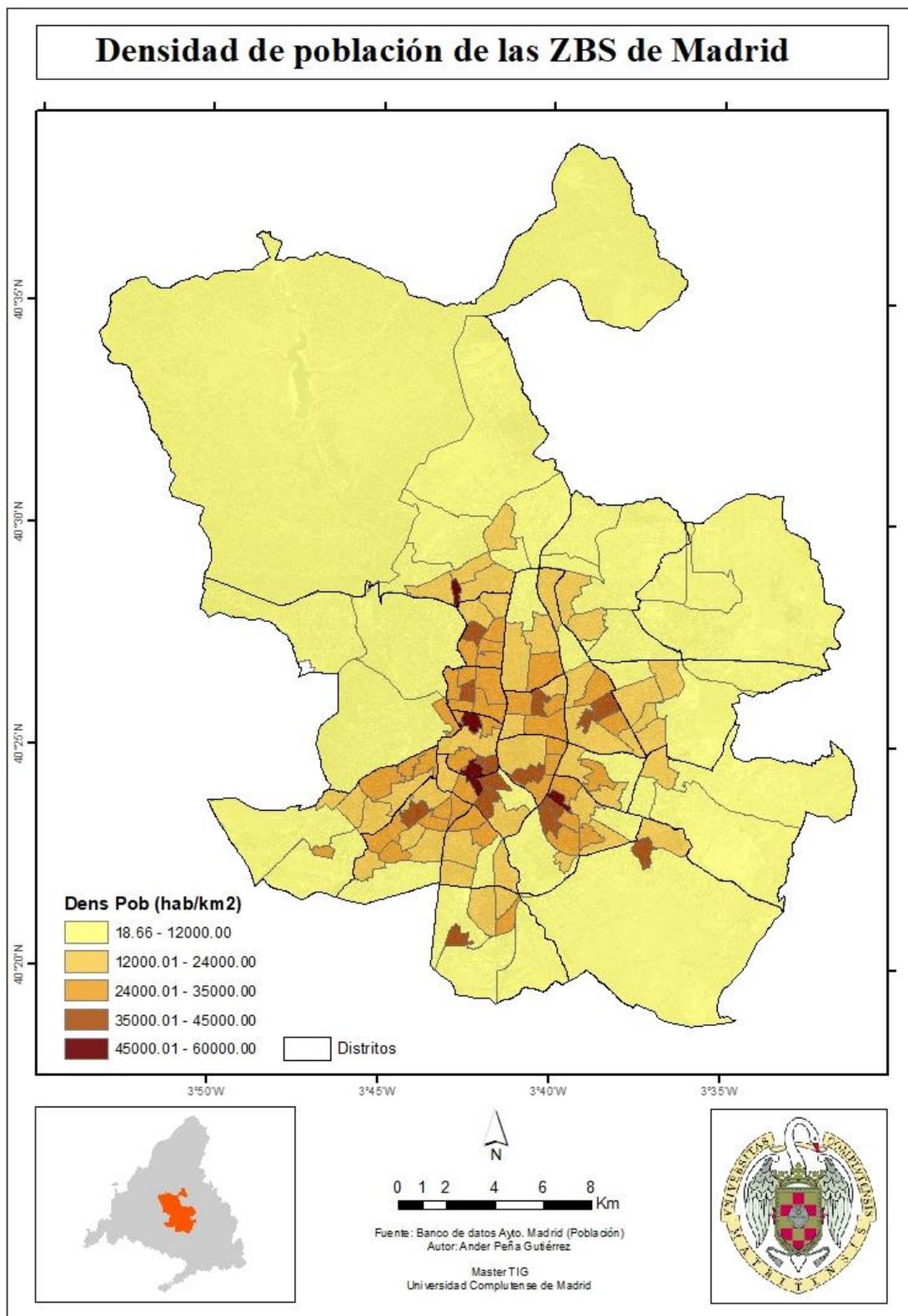
Tabla 2: ZBS con más ancianos

Número total de ancianos		Porcentaje de ancianos	
ZBS	Hab. > 65	ZBS	Hab. > 65%
Goya	14.991	Los Yébenes	33,51
Mar Báltico	13.521	C. de los Periodistas	30,53
Prosperidad	13.450	Pilar	30,22
Pilar	12.684	Vinateros - Torito	30,11
Valdezarza	11.575	Estrella	29,59
Fuente: Banco de datos Ayto. Madrid. Elaboración propia.		Fuente: Banco de datos Ayto. Madrid. Elaboración propia.	

La densidad de población de las diferentes ZBS de la ciudad de Madrid, muestran una diferencia significativa entre zonas céntricas y periféricas. Se percibe una alta densidad en las áreas que se localizan dentro de la circunvalación M-30, y en menor medida, algunas zonas que están adjuntas a esta. Destacan Martín de Vargas y Monforte de Lemos con más de 50.000 habitantes/km². Con datos muy opuestos, aparece El Pardo con apenas 18,66 habitantes/km² seguidos de Montecarmelo, Casa de Campo y Alameda de Osuna, con menos de 1.000 habitantes/km².

Un dato importante y relevante en este estudio es que existen ZBS con un número elevado de habitantes, pero al mismo tiempo cuentan con más de un centro de salud. Es el caso de Prosperidad con algo más de 55.000 habitantes que cuenta con 3 centros, aunque no es la única, también Lucero y Valdezarza tienen 3. En cambio, hay 18 ZBS donde no se localiza ningún centro y otras zonas que cuentan con centros localizados en zonas de baja accesibilidad como se verá más adelante.

Ilustración 7: Densidad de población de las ZBS de Madrid



IV.1.2 Centros de Salud

Volviendo al *Decreto 52/2010, de 29 de julio, del Consejo de Gobierno, por el que se establecen las estructuras básicas sanitarias y directivas de Atención Primaria del Área Única de Salud de la Comunidad de Madrid*. Los centros de salud vienen definidos como:

Artículo 4.- El centro de salud

El centro de salud es la estructura física y funcional donde los profesionales sanitarios y no sanitarios, bajo la dirección de un Director, desarrollan de forma integrada todas las actividades encaminadas a la promoción, prevención, asistencia y rehabilitación de la salud mediante fórmulas de trabajo en equipo. Cada centro de salud contará con unas normas de funcionamiento interno aprobadas por la Gerencia de Atención Primaria, a propuesta del Director del centro.

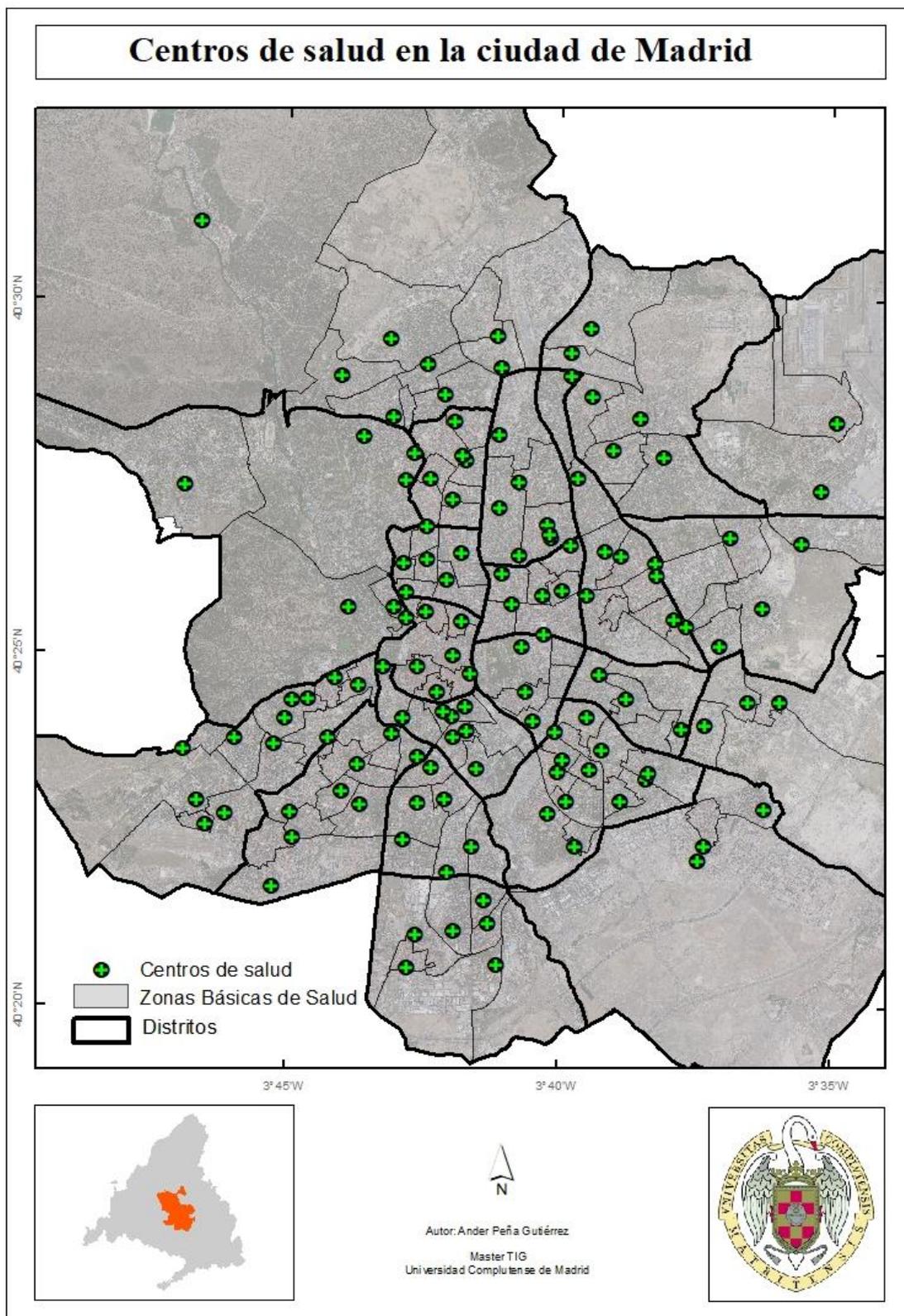
Ilustración 8: Centro de salud El Espinillo



Fuente: Elaboración propia

En la actualidad, el municipio de Madrid cuenta con 130 centros de salud. Sabiendo que la ciudad tiene 135 zonas básicas de salud, es evidente que existen zonas que carecen de un centro dentro de sus límites. Realmente son 18 las zonas en las que no existe un centro dentro de sus límites, lo cual obliga a la población a acudir a otros centros que están en otras ZBS. En algunos casos, los centros pertenecientes a una ZBS se localizan dentro de los límites de otra que tiene ya su propio centro. Además, hay zonas con más de un centro de salud, en algunos casos justificadas, ya que la población también es mayor. Es evidente que la red de centros sanitarios y la zonificación de las zonas sanitarias no se ajustan a una distribución y equidad espacial. En la figura siguiente (Ilustración 9) se exponen todos los centros de salud localizados en la ciudad junto a la delimitación de las ZBS.

Ilustración 9: Centros de salud en la ciudad de Madrid



IV.2 Accesibilidad

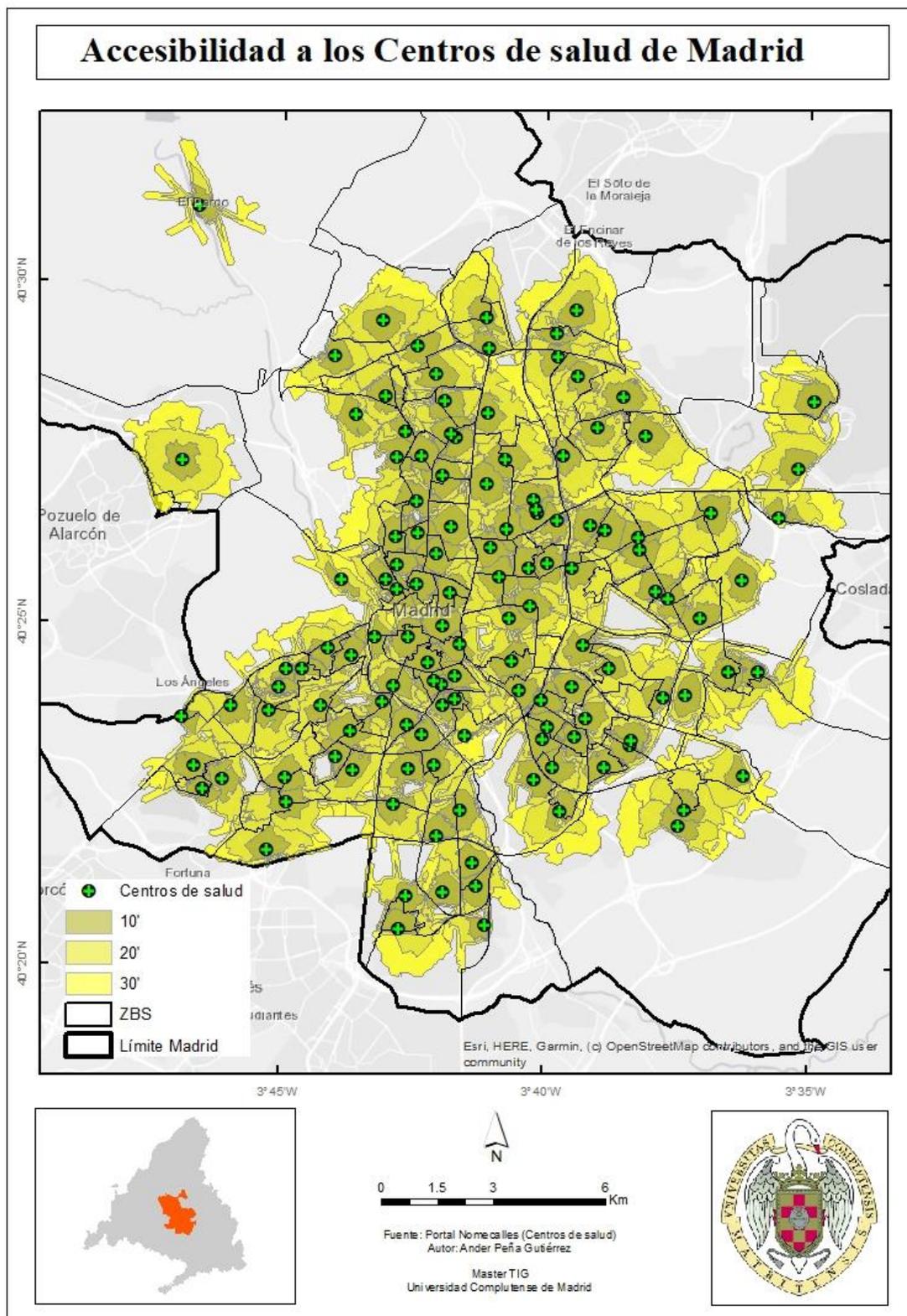
Se va a exponer la accesibilidad que tiene la población a la red de centros de salud. El concepto de accesibilidad expresa la facilidad con que las actividades pueden ser alcanzadas desde una localización dada y utilizando un determinado sistema de transporte (García et al., 2016). Siendo así, la accesibilidad de las personas a la red de centros sanitarios debe ser lo más conveniente posible y acoger a toda la población de una forma equitativa, ya que la sanidad es un recurso básico para el conjunto de la población.

Para que se establezca una buena accesibilidad, es necesario una adecuada planificación y gestión y para ello, lo normal sería tener en cuenta la localización de la población y a partir de ahí, determinar las localizaciones de los centros y también de la zonificación. Pero en la realidad, se establece una planificación a partir de los equipamientos ya existentes (Puebla et al.). En la ciudad de Madrid, la zonificación de las zonas básicas de salud y la ubicación de la mayoría de los centros de salud están ya definidos desde hace unas décadas. Eso sí, la ciudad está en constante crecimiento, surgen nuevas áreas urbanas, se producen movimientos habitacionales, etc. y en este sentido, de cara al futuro sí que se podría tener en cuenta una estimación de la población, para organizar el marco territorial de la atención primaria y construir nuevos centros

IV.2.1 Accesibilidad en las Zonas Básicas de Salud

Se ha realizado un estudio de accesibilidad de la población de Madrid a los centros de salud. En este caso se ha tenido en cuenta el tiempo que se tarda en alcanzar el centro más cercano. Se ha elegido el tiempo peatonal como indicador, el tiempo caminando es esencial para un servicio tan básico. Además, cuando no hay una buena red de transporte público, la espera en la parada o estación, o el tiempo para alcanzar esta, puede superar al que se necesita para alcanzar el centro de salud caminando. Se ha considerado que hasta 10 minutos caminando es una accesibilidad alta, hasta 20 minutos una accesibilidad media, hasta 30 minutos accesibilidad baja y a partir de ahí accesibilidad muy baja o nula. A continuación, se puede ver el mapa resultante del cálculo (Ilustración 10). A simple vista se puede intuir que las zonas más accesibles están en el centro y van perdiendo accesibilidad según se acerca el extrarradio, lo cual es lógico si se tiene en cuenta la densidad de población, y con ello el número de los centros de salud.

Ilustración 10: Accesibilidad a los centros de salud de Madrid



A continuación (Tabla 3), se pueden ver los datos de accesibilidad del conjunto de los habitantes de Madrid. Con los resultados obtenidos, se percibe que un alto porcentaje de la población, casi un 90 %, tiene una accesibilidad a menos de 20' hacia los centros de salud. Casi un 12 % de la población tiene una accesibilidad baja o muy baja, pero en este caso hay que tener en cuenta que, al tratarse de un servicio básico, aunque sea un porcentaje bajo, es un número significativo de habitantes que no tienen una buena accesibilidad.

Tabla 3: Accesibilidad a los centros de salud en la ciudad de Madrid

Accesibilidad	Habitantes	Mayores de 65	Porcentaje
Alta	1.792.277	371.447	53,44%
Media	1.163.027	235.336	34,68 %
Baja	203.760	36.452	6,07%
Muy Baja o Nula	194.715	18.100	5,81%
Total	3.353.779		100%

Fuente: Banco de datos Ayto. Madrid. Elaboración propia.

Esta tabla refleja un estudio general de toda la población de la ciudad. Para tener un análisis más exhaustivo, se han extraído los datos de accesibilidad de cada zona básica de salud. A continuación, se van a representar las tablas de las 10 ZBS con más habitantes dentro de cada corte de tiempo. Estos datos, no representan la accesibilidad total de cada zona básica de salud, ya que se debe de contabilizar el total de población de cada zona para saber el porcentaje de la población que representan esos datos. Es decir, si una zona tiene un gran número de habitantes con muy buena accesibilidad, pero resulta que la otra mitad de la población de la zona está a más de 30', no permite afirmar que sea una zona con buena accesibilidad, un ejemplo es la ZBS Mar Báltico.

Las Zonas Básicas de Salud donde el número de habitantes que tienen un Centro a 10 minutos como máximo, están concentradas en los distritos más céntricos, situados dentro de la M-30 o calle 30.

Tabla 4: Accesibilidad a 10 minutos de los centros de salud

ZBS	Distrito	Habitantes
Prosperidad	Chamartín	51.589
Goya	Salamanca	36.692
Espronceda	Chamberí	30.956
Chopera	Arganzuela	28.520
Pacífico	Retiro	26.933
Reina Victoria	Tetuán/Chamberí	26.440
Segre	Chamartín	25.713
San Diego	Puente de Vallecas	25.390
Zofio	Usera	25.043
Villaamil	Tetuán	24.559

Fuente: Banco de datos Ayto. Madrid. Elaboración propia.

A continuación, se refleja otra tabla con las ZBS que más habitantes incorpora en un tiempo de 20 minutos.

Tabla 5: Accesibilidad a 20 minutos de los centros de salud

ZBS	Distrito	Habitantes
Prosperidad	Chamartín	55.991
Goya	Salamanca	55.605
Mar Báltico	Hortaleza/Barajas	46.379
Valdezarza	Moncloa-Aravaca	42.371
Segre	Chamartín	40.332
Espronceda	Chamberí	39.993
Vista Alegre	Carabanchel	38.384
Lucero	Latina	36.121
Pilar	Fuencarral-El Pardo	35.945
Reina Victoria	Tetuán/Chamberí	34.503

Fuente: Banco de datos Ayto. Madrid. Elaboración propia.

La Tabla 6 muestra los centros que más habitantes tiene con una accesibilidad muy baja o nula, es decir que tienen un centro a más de 30 minutos.

Tabla 6: Accesibilidad a más de 30 minutos de los centros de salud

ZBS	Distrito	Habitantes
Ensanche Vallecas	Villa de Vallecas	30.621
Las Tablas	Fuencarral-El Pardo	29.732
Mar Báltico	Hortaleza/Barajas	23.196
Montecarmelo	Fuencarral-El Pardo	19.151
Butarque	Villaverde	11.245
Aravaca	Moncloa-Aravaca	10.155
Rejas	San Blas-Canillejas	6.026
Mirasierra	Fuencarral-El Pardo	4.964
Vicálvaro - Villablanca	Vicálvaro	4.921
Rafael Alberti	Puente de Vallecas	4.693

Fuente: Banco de datos Ayto. Madrid. Elaboración propia.

Por último, en la Tabla 7 se muestran las ZBS en la que los habitantes tardan más de 20 minutos en alcanzar un centro de salud.

Tabla 7: Accesibilidad a más de 20 minutos de los centros de salud

ZBS	Distrito	Habitantes
Las Tablas	Fuencarral-El Pardo	33.800
Ensanche Vallecas	Villa de Vallecas	30.621
Mar Báltico	Hortaleza/Barajas	24.491
Aravaca	Moncloa-Aravaca	20.371
Montecarmelo	Fuencarral-El Pardo	19.151
Butarque	Villaverde	14.928
Silvano	Hortaleza	13.630
Mirasierra	Fuencarral-El Pardo	10.893
Rejas	San Blas - Canillejas	9.865
Legazpi	Arganzuela	9.351

Fuente: Banco de datos Ayto. Madrid. Elaboración propia.

Los casi 200.000 habitantes que quedan con una accesibilidad muy baja o nula se localizan en las zonas más periféricas. En estas zonas la población está más dispersa que en las zonas

céntricas y esto puede influir en la accesibilidad. Por eso, es necesario que se tenga en cuenta la distribución de la población y las previsiones de crecimiento urbano. Un dato anecdótico es la presencia de Mar Báltico como ZBS donde un gran número de habitantes tiene una accesibilidad alta-media, y a su vez, aparece con un número significativo de habitantes con una accesibilidad muy baja. Esto se debe a la distribución de la población perteneciente a la ZBS, donde se detectan dos áreas diferenciadas de concentración de la población.

Para conocer la accesibilidad que tiene la población de cada zona básica de salud de una forma más representativa, como ya se ha comentado, solo hay que tener en cuenta la población total y de este modo se puede representar los porcentajes de población accesible que tiene cada zona. Considerando los porcentajes como los indicadores de accesibilidad se llega a las siguientes conclusiones:

- Alta accesibilidad

En la Tabla 8 se pueden ver las 10 zonas básicas de salud con mejor accesibilidad a la red de centros de salud de la ciudad de Madrid. No se aprecia que haya espacios donde se concentren estas zonas, aunque si hay que decir que la mayoría se encuentran dentro de la ronda M-30 o junto a ella. El caso más destacable es el de la ZBS El Espinillo, que se localiza en una zona más periférica, en el distrito de Villaverde, y cuenta con buena accesibilidad.

Tabla 8: ZBS con más porcentaje de población a 10 minutos

ZBS	Porcentaje
Alameda	100%
Cea Bermúdez	100%
El Espinillo	100%
Martín de Vargas	100%
Martínez de la Riva	100%
Guzmán el Bueno	96,62%
Londres	95,16%
Villamil	94,24%
Lavapiés	93,75%
Comillas	93,57%

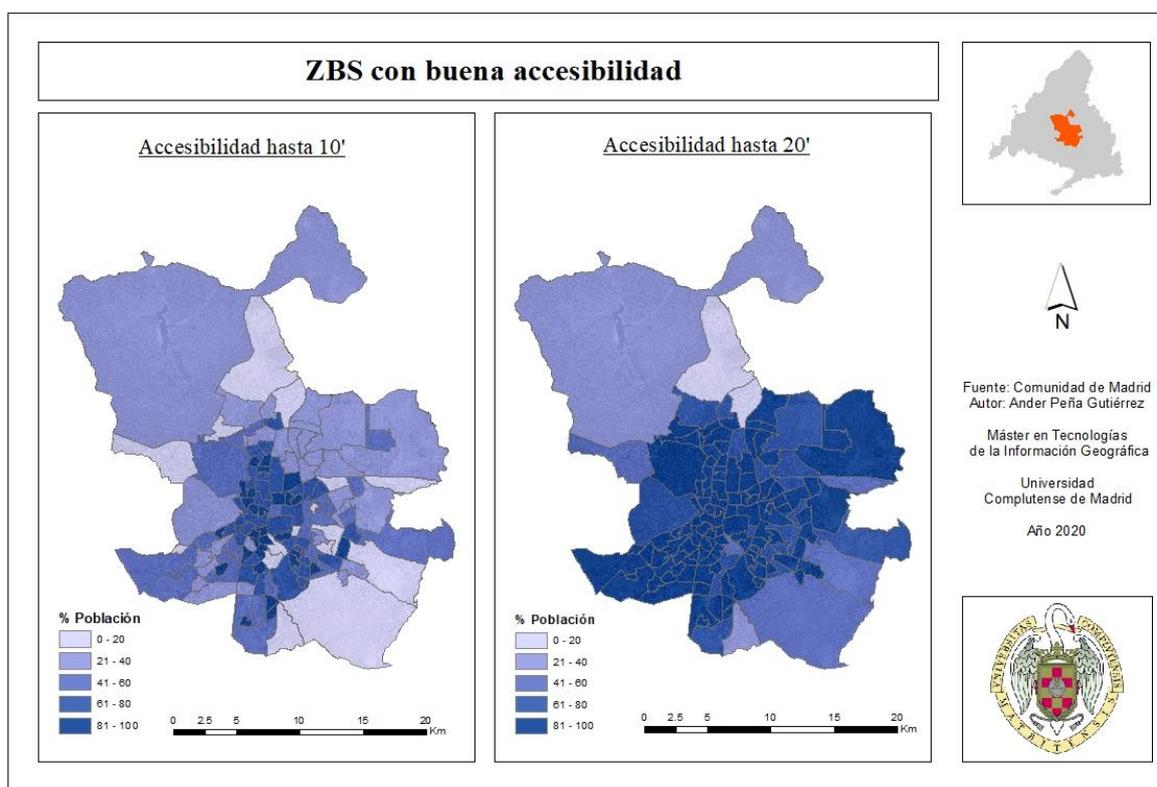
Fuente: Banco de datos Ayto. Madrid. Elaboración propia.

Si se considera los 20 minutos como indicador de buena accesibilidad, aparecen casi la mitad de las zonas básicas de salud de Madrid con toda su población dentro de este rango. A continuación, se muestran todas estas zonas.

Tabla 9: ZBS con el 100% de la población a 20 minutos de un centro de salud

Zonas Básicas de Salud			
Alameda	Palma Universidad	Adelfas	General Ricardos
Cea Bermúdez	Chopera	Las Calesas	Ciu. de los Periodistas
El Espinillo	Los Rosales	Baviera	Antonio Leyva
Martín de Vargas	Andrés Mellado	La Ventilla	Opañel
Martínez de la Riva	Montesa	Valdeacederas	Canillejas
Londres	San Andrés	Virgen de Begoña	Aquitania
Villaamil	Puerta del Ángel	Argüelles	Gandhi
Lavapiés	Almendrales	Estrecho de Corea	Guayaba
Comillas	Infanta Mercedes	Peña Prieta	Castelló
San Diego	Pacífico	General Moscardó	Vinateros - Torito
Valdebernardo	Campo de la Paloma	Segovia	Acacias
Prosperidad	Bustarviejo	Segre	Monforte de Lemos
General Oráa	Pozo de Tío Raimundo	Ángela Uriarte	Vista Alegre
Embajadores	Numancia	Imperial	Campamento
Justicia	Zofío	Valle Inclán	

Ilustración 11: ZBS con buena accesibilidad



- Baja accesibilidad

Las zonas básicas de salud que peor accesibilidad tienen, es decir, que más porcentaje de la población tienen a más de 30 minutos se muestran en la Tabla 10. Todos los habitantes de Montecarmelo poseen una accesibilidad muy baja. Además, existen otras ZBS como Las Tablas o Butarque que tienen más de la mitad de su población no cubierta a media hora de un centro.

Tabla 10: ZBS con más porcentaje de población a más de 30 minutos de los centros de salud

ZBS	Porcentaje
Montecarmelo	100%
Las Tablas	87,96%
Butarque	55,37%
Ensanche de Vallecas	48,98%
El Pardo	42,55%
Mar Báltico	35,27%
Rejas	34,67%
Vicálvaro – Villablanca	30,11%
Aravaca	28,99%
Rafael Alberti	22,66%
Fuente: Banco de datos Ayto. Madrid. Elaboración propia.	

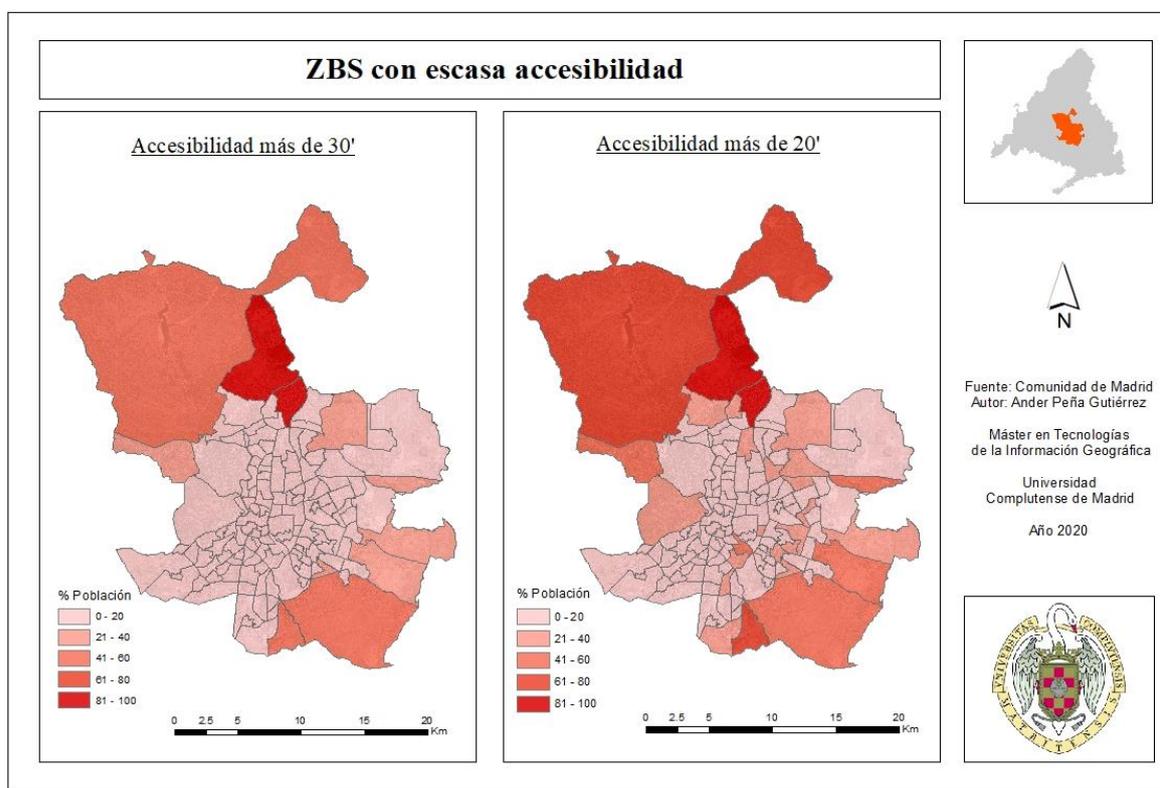
Si se toma más de 20 minutos como indicador de escasa accesibilidad, Las Tablas pasaría a ser una ZBS con toda su población con escasa accesibilidad. Aparecen nuevas ZBS entre las diez zonas con menos accesibilidad, Méndez Álvaro, Valderribas, y Vandel.

Tabla 11: ZBS con más porcentaje de población a más de 20 minutos de los centros de salud

ZBS	Porcentaje
Montecarmelo	100%
Las Tablas	100%
Butarque	73.50%
El Pardo	67.04%
Aravaca	58.16%
Rejas	56.75%
Ensanche Vallecas	48.98%
Méndez Álvaro	45.07%
Valderribas	40.15%
Vandel	39.76%

Fuente: Banco de datos Ayto. Madrid. Elaboración propia.

Ilustración 12: ZBS con escasa accesibilidad



Las ZBS con menos accesibilidad se localizan claramente en la periferia de la ciudad. Montecarmelo es una zona relativamente nueva, se originó gracias al PGOU de 1997 y al Programa de Actuación Urbanística (PAU). Se construyó en la época del ‘boom’

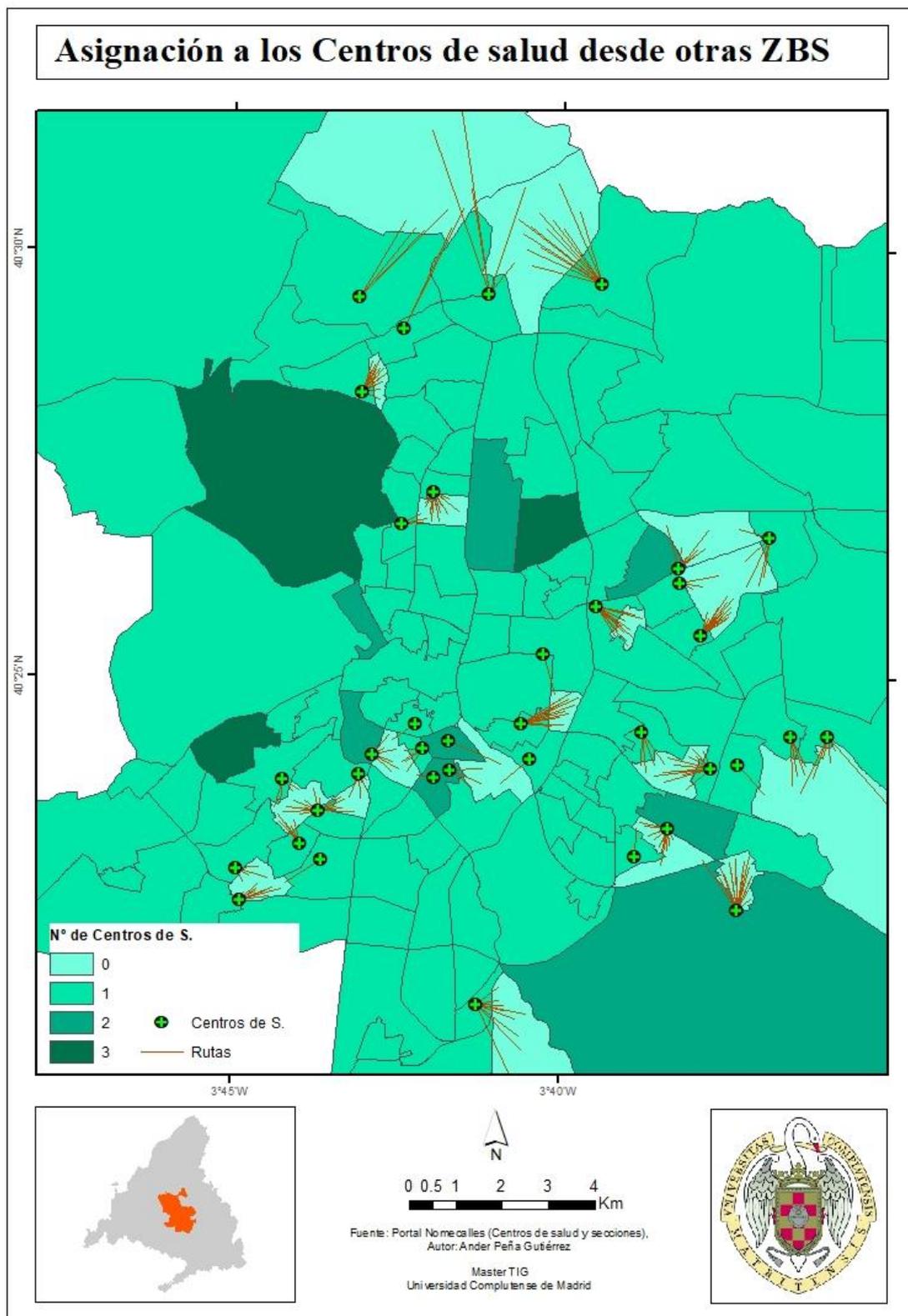
inmobiliario. Se finalizaron las primeras construcciones entre los años 2002-2003. En relación con la escasa accesibilidad, aunque es una zona de gran superficie, tiene la mayoría de la población concentrada al sur y, por lo tanto, se puede decir que no es por su amplia extensión sino por la falta de un centro de salud. Según un informe de la Gerencia Asistencial de Atención Primaria de la Comunidad de Madrid, existe un solar asignado para la construcción de un centro, pero todavía no está aprobada su construcción.

Las Tablas, tiene los mismos orígenes que Montecarmelo. Las características son similares y la escasa accesibilidad también se debe a la falta de construcción de un nuevo centro de salud. En este caso la construcción ya está aprobada y en ejecución. Butarque, Ensanche de Vallecas y Rejas también son zonas de reciente construcción con ausencia de centros.

IV.2.2 Asignación de habitantes a los centros de salud

La población de las ZBS que no tienen centros de salud dentro de su marco territorial se tiene que desplazar hacia centros que están situados en otras áreas. Se ha calculado los centros más cercanos desde cada sección censal para tener una estimación de la población extra que acogen dichos centros. En la Ilustración 13, se observan estos desplazamientos y también, la distinción entre las zonas que tienen uno, dos, tres o ningún centro. La asignación a otros centros está calculada por las distancias mínimas sobre la red, es decir, que se corresponde con una estimación que sería la más adecuada, aunque como se verá en los datos oficiales, no todas las asignaciones coinciden con el centro más cercano según este criterio.

Ilustración 13: Asignación a los centros de salud desde otras ZBS



En algunos casos la población se dirige hacia centros que están incluidos en otras zonas que tienen más de un centro. Hay varios casos que destacar. Los Centros de Salud de Villa de Vallecas y Rafael Alberti se localizan incluidas dentro de otras ZBS que ya tienen su propio centro de salud (Ilustración 14). Otro escenario que se contempla es la localización de los centros de salud Guayaba, Pavones y General Ricardos en otras ZBS con las que no se corresponden (Buenavista, Vendel y Opañel respectivamente), pero sí que están cercanas a los límites de sus propias zonas; en este caso están situados entre dos ZBS y por lo tanto hay una demanda compartida de ambas zonas hacia el mismo centro, lo que significa que se supera la media de habitantes por centro. También, el C.S. Avenida de Aragón es un caso particular porque está ubicado en la ZBS de Estrecho de Corea, que ya tiene su propio centro, pero se localiza en el límite con Simancas y Quintana de Molinos que no tienen ninguno. Por último, están las ZBS de Antonio Leyva, Mendez Álvaro, Monforte de Lemos, General Moscardo, Estrella, La Elipa, Valderribas, Montecarmelo, Las Tablas y Butarque que no tienen ningún centro y la población se desplaza a otros centros.

Ilustración 14: Centros de salud localizadas en ZBS próximas



Según los resultados obtenidos la mayoría de los centros de salud tienen una población asignada que se corresponde con la de la zona básica de salud a la que pertenece. Algunos centros tienen más carga que otros, ya que acogen a un número de habitantes procedentes de otras ZBS colindantes que no cuentan con un centro propio. A continuación, se presentan los centros que más demanda tendrían.

Tabla 12: Centros de salud con más habitantes asignados

	CS	ZBS	Habitantes	Extra	Total
1	C.S. Mar Báltico	Mar Báltico	65.775	-	65.775 (1)
2	C.S. Goya	Goya	60.140	1.202	61.342 (3)
3	C.S. Barrio del Pilar	Pilar	41.978	-	41.978 (9)
4	C.S. Espronceda	Espronceda	41.088	-	41.088
5	C.S. Silvano	Silvano	41.063	-	41.063
6	C.S. Nstra. Sñra. De Fátima	Vista Alegre	38.384	7.577	45.961 (7)
7	C.S. Los Alpes	Alpes	36.465	-	36.465
8	C.S. Reina Victoria	Reina Victoria	35.663	3.278	38.941
9	C.S. Daroca	Daroca	35.207	13.991	49.198 (5)
10	C.S. Dr. Cirajas	Doctor Cirajas	35.035	5.563	40.598
11	C.S. Aravaca	Aravaca	35.028	-	35.028
12	C.S. Ibiza	Ibiza	34.606	-	34.606
13	C.S. Los Yébenes	Los Yébenes	34.348	-	34.348
14	C.S. Mirasierra	Mirasierra	34.295	9.614	43.909 (8)
15	C.S. Pacífico	Pacífico	33.172	13.483	46.655 (6)
16	C.S. Los Ángeles	Los Ángeles	32.876	-	32.876
17	C.S. Joaquín Rodrigo	Zofío	32.511	-	32.511
18	C.S. Abrantes	Abrantes	32.153	1.271	33.424
19	C.S. Alameda de Osuna	Alameda de Osuna	32.111	-	32.111
20	C.S. Eloy Gonzalo	Eloy Gonzalo	31.679	-	31.679
21	C.S. Canal de Panamá	Canal de Panamá	31.565	-	31.565
22	C.S. Torito	Vinateros-Torito	31.433	4.977	36.410
23	C.S. Villa de Vallecas/ C.S. Ensanche Vallecas	Ensanche de Vallecas (*)	31.261/ 31.261	30.722/ -	61.983 (2)/ 31.261
24	C.S. Sanchinarro	Sanchinarro	30.124	30.222	60.346 (4)
25	C.S. Potosí	Potosí	29.656	-	29.656
...
27	C.S. Canillejas	Canillejas	29.288	8.114	37.402
40	C.S. Los Cármenes	Los Cármenes	25.889	7.737	33.626
43	C.S. Dr. Castroviejo	Peñagrande	25.358	16.342	41.700 (10)
60	C.S. Guayaba	Buenavista	22.833	10.262	33.095
62	C.S. Pavones	Vandel	22.470	11.640	34.110
68	C.S. Los Rosales	Los Rosales	21.385	20.309	41.694
74	C.S. Ghandi	Ghandi	20.061	16.505	36.566
75	C.S. General Ricardos	Opañel	19.812	21.163	40.975

(*) Donde hay más de un centro, se ha dividido previamente la población de la ZBS entre el número de centros.

Fuente: Banco de datos Ayto. de Madrid. Elaboración propia.

La Tabla 12, muestra el número de habitantes que tiene asignado cada centro según los habitantes de la ZBS a la que pertenecen y, por otro lado, los habitantes que se añaden a cada centro desde otras ZBS según la cercanía. Dividiendo la población total entre el número de centros de salud, saldría una media de 25.779 habitantes por centro, con lo cual, es obvio que hay centros de salud que están alejados de la media, superándola en más del doble.

Al añadir habitantes de otras zonas, el escenario cambia notablemente. Se puede observar que hay centros que, contabilizando el número de habitantes de su ZBS, contarían con una atención cerca de la media, cuando la realidad es que absorbe mucha más población. Un claro ejemplo es el C.S. Sanchinarro, el cual absorbe casi el total de la población de la ZBS Las Tablas. Con estos resultados, el CS Mar Báltico, C.S. Villa de Vallecas, C.S. Goya y C.S. Sanchinarro sobrepasan los 60.000 habitantes, superando muy por encima la media, lo cual, puede tener sentido en una zona con alta densidad de población como la ZBS de Goya, siempre y cuando el centro se encuentre adaptado, con los recursos suficientes para atender la alta demanda. En la ZBS Mar Báltico, como ya se ha comentado previamente, hay una parte de la población, más en concreto la zona noreste de la misma, que queda con escasa accesibilidad y donde sería óptimo que hubiese algún centro para compensar. Esa zona es de nuevo desarrollo urbanístico, con lo que incluso se puede prever que haya más construcciones en los próximos años y con ello se genere más atracción de habitantes. Los otros dos casos situados entre los diez centros con más población asignada se corresponden con una alta demanda por el desplazamiento de población de otras ZBS. En el caso del CS Villa de Vallecas, no se sabe con exactitud si recibe parte de la población de Ensanche de Vallecas, porque, aunque se localice en otra ZBS se corresponde con la que su propio nombre indica. Si no recibiese esa población y solo recibiese la correspondiente a la ZBS Villa de Vallecas, la recibiría en todo caso el C.S. Ensanche de Vallecas con lo que el dato total de este sería de más de 62.000 habitantes también.

El análisis se ha materializado con los datos que se han obtenido de fuentes oficiales y usando herramientas de SIG para realizar los cálculos pertinentes. Las distancias más cercanas se han obtenido, como queda indicado en la metodología, mediante una red viaria. Para poder comparar estos datos, se ha procedido a su búsqueda en el *Observatorio con los resultados del Servicio Madrileño de Salud: Informe de Atención Primaria 2016-2018*. Aquí se refleja la asignación de la población que tiene cada centro. Los datos tienen aproximadamente dos años de diferencia, se reflejan similitudes, pero con algunas anomalías en varias zonas. A continuación, se expone una tabla con una comparación de los 10 centros con más asignación.

Tabla 13: Comparación de la asignación de población a centros de salud con IAP 2018

	ZBS	Población asignada	Informe Atención Primaria 2018
1	C.S. Mar Báltico	65.775	57.328
2	C.S. Villa de Vallecas	61.983	29.068
3	C.S. Goya	61.342	59.783
4	C.S. Sanchinarro	60.346	57.324
5	C.S. Daroca	49.198	53.935
6	C.S. Pacífico	46.655	34.099
7	C.S. Nstra. Sñra. De Fátima	45.961	46.617
8	C.S. Mirasierra	43.909	46.780
9	C.S. Barrio del Pilar	41.978	43.028
10	C.S. Dr. Castroviejo	41.700	42.936

Fuentes: Banco de datos Ayto. Madrid e Informe de Atención Primaria 2016-2018

Con los datos del informe, lo más significativo es el C.S. Villa de Vallecas, donde la diferencia es muy abrupta. Ya se ha comentado, que la asignación a los centros de salud se correspondía con la distancia, y según el informe, el C.S. Ensanche de Vallecas tiene una asignación de 45.294 habitantes, por lo tanto, se intuye que toda la población de la ZBS Villa de Vallecas acude a su propio centro, aunque esté localizado dentro de otra ZBS. Por otro lado, aparece un fenómeno extraño, ya que según los datos que se han obtenido del padrón la ZBS Ensanche de Vallecas cuenta con un poco más de 62.000 habitantes, y supervisando los centros colindantes se ha podido ver que los datos del informe coinciden, con pequeñas diferencias, con la población de la ZBS correspondiente. Con lo cual, alrededor de 15.000 personas no quedan reflejadas en el informe y aun teniendo en cuenta que hay una diferencia temporal, parece excesivo esa pérdida de población. El otro dato que llama la atención es el del C.S. Pacífico, que aparece con unas 12.000 personas aproximadamente menos en el informe, pero en este caso tras supervisarlos se ha llegado a la conclusión de que toda la población que se le había asignado como extra perteneciente de la ZBS de Estrella, en realidad acuden al C.S. Arroyo de Media Legua, aunque según la distancia de la red con la que se ha trabajado no coincida con el centro más cercano.

IV.3 Impacto Coronavirus en Madrid

IV.3.1 Contagios en Zonas Básicas de Salud

Madrid ha sido el municipio con más contagios de España, superando los 37.500 a 3 de junio de 2020. La concentración de la población en las ciudades es una de las causas que facilita la propagación del virus. Si se tienen en cuenta los datos absolutos por zonas básicas de salud

de Madrid, se observa que las zonas con mayor número de contagios no se encuentran concentradas en una determinada zona de la ciudad. En este caso Prosperidad, Pilar, Goya, Valdezarza y Mar Báltico son las ZBS donde más contagios se han contabilizado. Esto indica que hay una mayor probabilidad de que en las ZBS con más habitantes haya más contagios, es así, que las 5 zonas con más contagios están dentro de las 6 que contiene mayor número de habitantes. Pero, si se quiere hacer una comparación entre ZBS, estos datos no representarían del todo la realidad pues, cada zona tiene un determinado número de habitantes dentro de su propio territorio habiendo, en algunos casos, grandes diferencias entre unas y otras, como se ha podido ver anteriormente.

Si se analizan los contagios por cada 1.000 habitantes, las zonas con mayor índice de contagios cambian. También se observa una dispersión por todo el municipio, pero aparecen dos zonas que destacan sobre las demás, tanto al noroeste como al sureste de la ciudad. Las ZBS de Virgen de Begoña, Villa de Vallecas, Valdebernardo, El Pardo y Monforte de Lemos, son en las que mayor incidencia ha tenido el virus si se tiene en cuenta el número de habitantes. De esta forma, ocurre que una zona con pocos habitantes, con apenas 9.856, como es la ZBS Virgen de Begoña, teniendo 188 contagios, sea la que mayor índice de contagios tenga de todo Madrid. En la Tabla 14 se pueden ver las zonas con más contagios, calculado en números absolutos y en contagios por 1.000.

Tabla 14: ZBS con mayor incidencia del virus

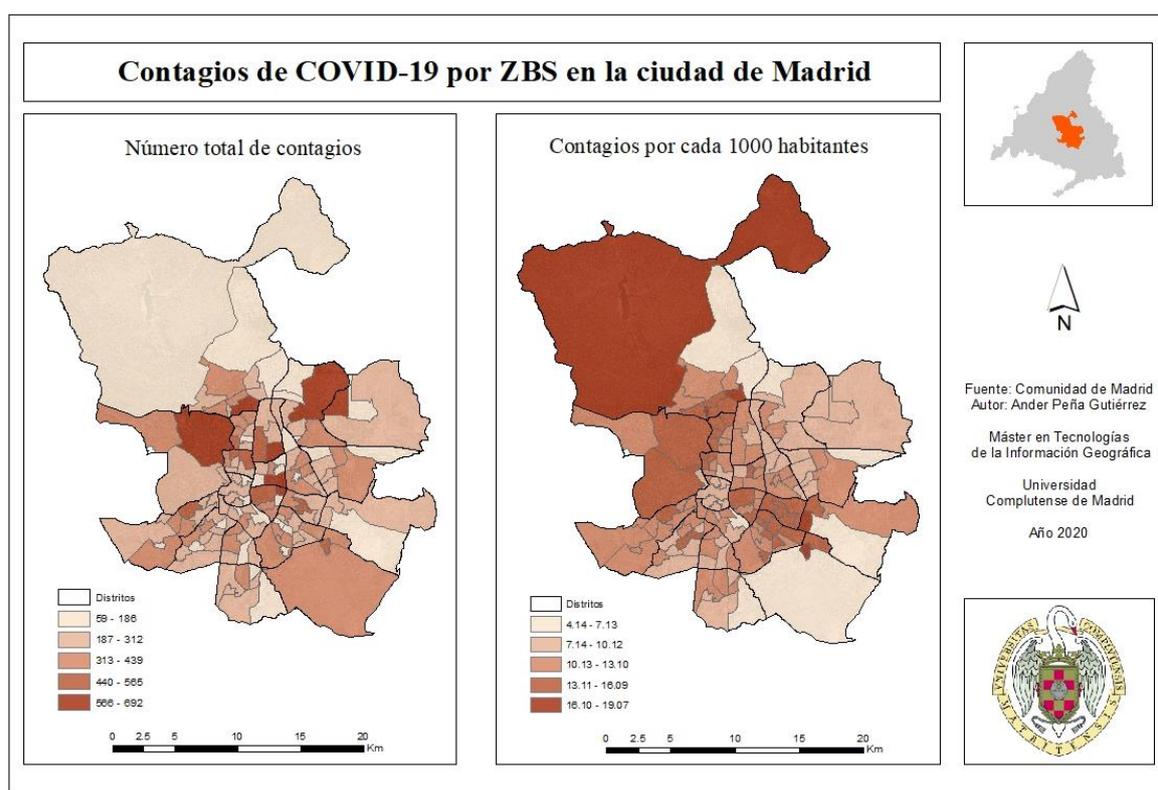
Contagios absolutos		Contagios por 1000	
ZBS	Contagios	ZBS	Contagios
Prosperidad	692	Virgen de Begoña	19,07
Pilar	675	Villa Vallecas	17,76
Goya	669	Valdebernardo	17,51
Valdezarza	653	El Pardo	16,84
Mar Báltico	652	Monforte de Lemos	16,64
Lucero	557	Pilar	16,08
Reina Victoria	509	Federica Montseny	15,82
Villa Vallecas	499	Pavones	15,71
Segre	485	Portazgo	15,47
Vinateros - Torito	475	Puerta Bonita	15,43
Ibiza	474	Peñagrande	15,30
Espronceda	471	Pozo de Tío Raimundo	15,23
Ensanche Vallecas	431	Montesa	15,15
Los Yébenes	422	Vinateros - Torito	15,11
Daroca	414	Numancia	14,75
Media	280,36	Media	11,32

Fuente: *Datos abiertos. Comunidad de Madrid. Elaboración propia.*

La diferencia entre mostrar los datos de una forma u otra cambia notablemente. Los datos absolutos pueden ser altos, pero no significa que sea donde más incidencia haya habido. Sin embargo, en los contagios por 1.000 se puede comparar de forma más realista entre diferentes zonas, ya que se tiene en cuenta el número de habitantes de cada zona. La representación de los datos absolutos no es la mejor opción para hacer una comparación, sin embargo, es óptimo mostrarlos para visualizar la exactitud de los casos que hay en cada zona. Es decir que, los números relativos representan mejor las zonas con mayor incidencia del virus, pero los contagios absolutos reflejan la exactitud de los datos que, pueden dar lugar a otro tipo de análisis que ayuden, por ejemplo, a la distribución de los recursos a los centros de salud. Hay zonas con poca incidencia según su población y que a su vez se haya atendido a un número alto de personas contagiadas, lo que conlleva más consumo de recursos.

La Ilustración 15, muestra la incidencia del virus en dos mapas, uno con los datos absolutos en cada ZBS (izq.), y otro que muestra los datos por cada 1.000 habitantes (drcha.).

Ilustración 15: Contagios COVID-19 por ZBS en la ciudad de Madrid



IV.3.2 Patrones espaciales de los casos

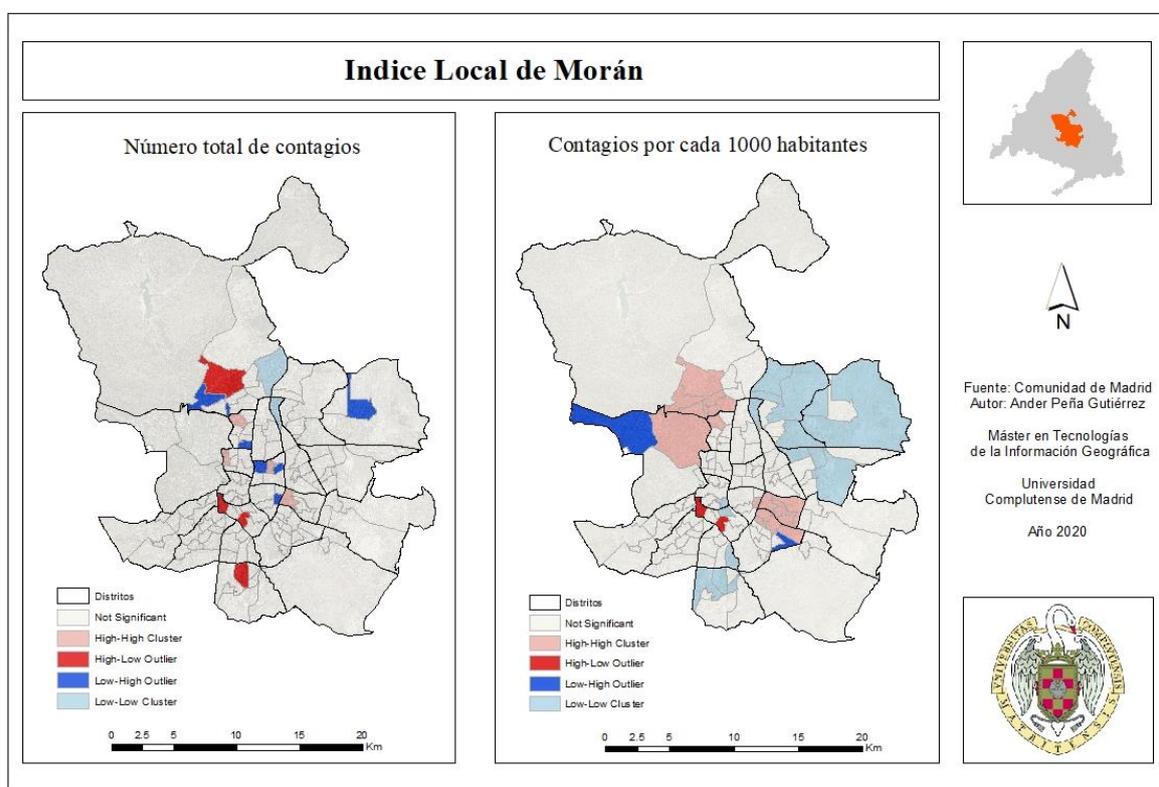
Para ampliar el estudio, se ha analizado la distribución espacial que ha tenido el virus en las diferentes ZBS, utilizando estadísticas espaciales para identificar posibles patrones y la

autocorrelación espacial entre los valores de los contagios. El Índice Global de Moran puede detectar si existe una autocorrelación espacial en un conjunto de entidades, pero no permite detectar donde se producen agrupaciones o valores atípicos.

Para poder buscar agrupaciones es necesario realizar un análisis de indicadores locales de asociación espacial (LISA, Local Indicators of Spatial Association) que descompone el índice global de autocorrelación dando importancia a cada unidad espacial respecto a la formación del valor general, midiendo la asociación de cada unidad espacial (Celemin, 2009).

El índice Local de Moran posibilita la detección de agrupaciones de entidades que son dependientes de sus vecinas. Con este índice se puede ver donde se han formado puntos calientes, puntos fríos y donde ha habido valores atípicos. El Índice Local de Moran, nos muestra donde se han producido agrupaciones o clusters de zonas con valores extremos en la variable de contagios. A continuación, se presenta el resultado del índice obtenido, por un lado, habiendo aportado los datos absolutos de contagio como entrada y, en segundo lugar, con los datos por cada 1.000 habitantes.

Ilustración 16: Índice Local de Moran



Si se observa el resultado calculado con datos absolutos, hay cuatro ZBS con valores altos que tienen sus zonas vecinas también con valores altos (Valdeacederas, Andrés Mellado,

Montesa y Media Legua). El índice también refleja que se han generado dos ZBS con valores bajos rodeadas de otras con valores bajos (Jazmín y Las Tablas). Los valores atípicos que muestran ZBS con valores altos rodeado de zonas con valores bajos son cuatro (Mirasierra, Imperial, Chopera y Los Ángeles). Por último, aparecen siete zonas con valores bajos pero que sus vecinos tienen valores altos (Fuentelarreina, Barajas, General Moscardó, Monforte de Lemos, General Oráa, Londres y Estrella).

Incorporando los datos absolutos para el cálculo del índice, no se aprecian agrupaciones de zonas con valores extremos. Sin embargo, calculando el índice con los datos de contagios que hay por cada 1.000 habitantes, se aprecian pequeñas diferencias a la hora de detectarse agrupaciones y valores atípicos. En este mapa se aprecian las agrupaciones de manera más evidente, tanto de valores bajos como de valores altos.

Las conclusiones que se pueden sacar es que ha habido dos zonas donde se han formado puntos calientes, una de ellas al noroeste de la ciudad colindando con la M-30 y la otra en el sureste en los distritos de Moratalaz y en una parte de Puente de Vallecas, también colindantes de la M-30, pero en la zona opuesta. En este caso también se observa que tanto en la zona más meridional de la ciudad como en la parte más nororiental la incidencia del virus ha sido relativamente menor. Analizando índice con los contagios por 1.000, las áreas significativas quedan más definidas, y estos resultados pueden servir para investigar por qué se ha dado este patrón en estas zonas de la ciudad y no en otras.

IV.4 Relación accesibilidad – impacto COVID 19

Durante la primera oleada de contagios que ha sufrido España, los hospitales han tenido la una importante carga de pacientes, mientras que los centros de salud pasaban a un segundo plano. En la Comunidad Autónoma de Madrid, se han derivado a enfermeros y médicos de atención primaria hacia el hospital de campaña de IFEMA⁵, como lo refleja la propia web oficial de la Comunidad, lo que ha repercutido en el cierre de varios centros durante el periodo con más incidencia del virus. Una vez que se han ido reduciendo el número de contagios y controlando en mayor medida la pandemia, los centros de atención primaria han ido adquiriendo un papel fundamental para el seguimiento de las personas contagiadas. Se ha optado por establecer la Estrategia de detección precoz, vigilancia y control del COVID-19, donde se recoge que serán los centros de atención primaria y sus profesionales los que ejerzan el principal contacto con el paciente contagiado, y se ocupen del manejo y el seguimiento de los casos.

Con todo esto, se ve conveniente hacer una relación entre accesibilidad y el impacto del virus sobre las diferentes zonas básicas de salud, ya que como bien se ha dicho, es fundamental que toda la población tenga un buen acceso a los centros de atención primaria y más tratándose de una pieza tan fundamental para el control del virus. De este modo se pueden obtener algunas conclusiones de cómo ha afectado la relación entre el virus y la accesibilidad

⁵ Hospital de IFEMA: Hospital de campaña empleado en la ciudad de Madrid desde el 21 de marzo hasta el 1 de mayo, donde se atendieron más de 3.811 pacientes, según la Comunidad de Madrid.

que incluso puede ser útil de cara al futuro. Sin embargo, es obvio que no se trata de una relación causa – efecto, la accesibilidad a los centros no es causa de la incidencia de virus, pero sí que es necesario reflejar la relación que existe entre ambas variables, para poder observar las consecuencias.

La relación se ha distribuido en tres partes, como se puede apreciar en la Ilustración 17. En el primer apartado se analiza cómo ha sido el impacto en las zonas que menos accesibilidad tienen. En el segundo lugar, se analiza cómo es la accesibilidad en las zonas más afectadas y en las que menos. Por último, se hará una clasificación de cuatro clases según los resultados obtenidos mediante gráficos de correlación.

Ilustración 17: Organigrama de relación Impacto - Accesibilidad



IV.4.1 Impacto en las ZBS con peores índices de accesibilidad

La Tabla 15 muestra las ZBS que tienen mayor porcentaje de habitantes con una accesibilidad baja o muy baja. Hay 75 ZBS que tienen alguna parte de su población con una accesibilidad que no es adecuada, aquí solo se recogen las 15 que más población carece de una buena accesibilidad.

Tabla 15: ZBS con poca accesibilidad e impacto del virus en las mismas

ZBS	% Escasa Accesibilidad	Contagios	Contagios/1000	Pobl. <65
Montecarmelo	100	125	6,53	7,64
Las Tablas	100	140	4,14	3,90
Butarque	73,50	134	6,60	8,14
El Pardo	67,04	59	16,84	25,34
Aravaca	58,16	369	10,53	14,41
Rejas	56,75	95	5,47	10,79
Ensanche Vallecas	48,98	431	6,89	5,26
Méndez Álvaro	45,07	67	7,04	8,54
Valderribas	40,15	131	5,74	5,68
Vandel	39,76	309	13,75	16,18
Mar Báltico	37,23	652	9,91	20,56
Silvano	33,19	352	8,57	19,70
Legazpi	32,89	264	9,29	11,47
Estrella	32,41	174	11,85	29,59
Mirasierra	31,76	410	11,96	13,90
MEDIA	-	280,36	11,32	19,66

Fuente: Banco de datos Ayto. Madrid (población), datos abiertos Comunidad de Madrid (contagios). Elaboración propia.

Los datos de la tabla reflejan la incidencia del virus tanto en números absolutos, como en contagios por cada 1.000 habitantes y también, la población mayor de 65 años de cada zona. Con todos estos datos se pueden obtener algunas conclusiones. Un patrón común es que todas las zonas excepto El Pardo y Estrella, son zonas donde se ubica población joven o con un porcentaje de gente mayor que está entorno a la media. En cuanto la forma de afectar el virus, hay diversidad, aunque en la mayoría de los casos la incidencia no ha sido muy pronunciada. A continuación, se describen una serie de aspectos destacables.

El patrón principal es el que se corresponde con las zonas básicas de salud de Montecarmelo, Las Tablas, Butarque, Rejas, Méndez Álvaro, Valderribas, ya que muestran unos resultados muy similares. Todas estas zonas se corresponden con una población poco envejecida. Los datos absolutos de contagios son bajos en comparación con la media, y lo mismo ocurre con los contagios por cada 1.000 habitantes. Estas zonas se corresponden con barrios surgidos en las dos últimas décadas donde se ha producido una proliferación de suelo residencial motivando un desplazamiento de gente joven hacia ellos.

El caso de Ensanche de Vallecas es similar, excepto en el un número de contagios totales que está por encima de la media. En los contagios por cada 1.000 habitantes el valor es bajo.

Teniendo en cuenta que solo hay un centro de salud, se considera que es un número elevado de contagios y que el centro puede verse saturado. Lo mismo ocurre con Mar Báltico, aunque en este caso los contagios por habitante están en la media y no son tan bajos, además la población es más envejecida.

Aravaca también tiene contagios absolutos más elevados que la media, aunque sí que se ve que los datos por 1.000 ya se encuentra más cercano del promedio. La población de Aravaca no está muy envejecida pero el porcentaje de población mayor sí que supera a los casos anteriores.

En el Pardo es donde la incidencia del virus ha sido mayor, si se tiene en consideración los contagios por cada 1.000 habitantes. Los contagios totales, no son llamativamente altos, son 59, el problema aquí está en que una cuarta parte de la población es mayor de 65 años y para acceder al centro de salud puede haber más dificultad por su baja accesibilidad.

En la Estrella la población mayor es un porcentaje más alto, el virus no ha incidido de forma tan significativa, pero la gente se tiene que mover al centro de salud Media Legua, donde ya hay asignados 368 contagios y sumando los 174, supone un problema de saturación para el centro de salud de la ZBS vecina.

En Vandel y Mirasierra, el virus incidido de manera notable, donde se han superado en datos absolutos y en contagios por cada 1.000 a la media. Esto supone una necesidad de contar con más centros para obtener más accesibilidad.

Está claro que tanto Las Tablas como Montecarmelo tienen toda su población con una escasa accesibilidad, incluso el total de la población de Montecarmelo no cuenta con población dentro de un área de 30 minutos de un centro de salud.

IV.4.2 Accesibilidad en las ZBS más afectadas

Después de alcanzarse el pico entorno a la última semana de marzo, los casos han ido disminuyendo paulatinamente, pero, aunque sigan siendo escasos, los contagios siguen perseverando, y es complicado que desaparezcan por completo, y más si nos centramos en la ciudad de Madrid, donde se concentra un alto porcentaje de actividad económica del país, existe una alta movilidad de personas y además es una ciudad que recibe una gran cantidad de turistas. Esto implica que los contagios, aunque sean escasos, tengan que ser controlados por la atención primaria, es decir se debe de tener en cuenta los centros de salud y sus zonas básicas de salud para realizar el seguimiento.

Dado que la atención primaria es la encargada de realizar el seguimiento de contagios, se estima oportuno que haya una buena accesibilidad de la población hacia estos centros. Por lo que es conveniente ver la accesibilidad de las zonas donde más ha afectado el virus. Se ha comentado previamente que hay una diferencia notable entre contar los contagios con números absolutos o con números relativos. Las ZBS están compuestas por diferentes números de habitantes. Algunas de ellas tienen más de un centro y otras carecen del mismo

y, por lo tanto, a la hora de comparar las zonas debe ser conveniente tener en cuenta los valores tanto en términos absolutos como en contagios por 1.000, además de otros aspectos como los centros de salud asignados.

Tabla 16: Accesibilidad en ZBS con más contagios

ZBS	Contgs.	% >65	CS	Asignados a CS	Médicos de familia	% baja accesib.
Prosperidad	692	24,02	Prosperidad/ Sta. Hortensia/ Cdad Jardín	18.664/ 18.664/ 18.664	11/ 8/ 10	0
Pilar	675	30,22	Barrio del Pilar	12.684	25	14,37
Goya	669	24,93	Goya	61.342	32	7,54
Valdezarza	653	24,62	Isla de Oza/ Valdezarza – Sur/ María Auxiliadora	15.669/ 15.699/ 15.699	11/ 8/ 8	9,86
Mar Báltico	652	20,56	Mar Báltico	65.775	35	37,23
Lucero	557	21,30	Lucero/ Cebreros/ Pascual Rodríguez	13.359/ 13.359/ 13.359	27/ 27/ 27	9,87
Reina Victoria	509	18,87	Reina Victoria	38.941	17	3,25
Villa Vallecas	499	18,94	Villa de Vallecas	28.093*	17	7,93
Segre	485	22,20	Segre/ Ppe. Vergara	20.166/ 20.166	12/ 5	0
Vinateros - Torito	475	30,11	Torito	36.410	22	0
Ibiza	474	24,59	Ibiza	34.606	16	13,27
Espronceda	471	23,42	Espronceda	41.088	20	2,67
Ensanche Vallecas	431	5,26	Ensanche de Vallecas	45.294*	19	48,98
Los Yébenes	422	30,53	Los Yébenes	34.348	24	17,04
Daroca	414	24,10	Daroca	49.198	31	10,56

Fuente: Banco de datos Ayto. Madrid (población), datos abiertos Comunidad de Madrid (contagios) y Servicio de Salud Madrileña (médicos). Elaboración propia.
 Datos en negrita se considera los habitantes de la ZBS y los que se han calculado extra de otras zonas.
 *Se han incluido los datos del Informe de Atención Primaria

Se observa que en las zonas donde más ha repercutido el virus, hay una variedad en la accesibilidad a los centros de salud. Por lo general, son zonas con poca población dentro una mala accesibilidad, aunque con alguna excepción. Las zonas que tienen mejor accesibilidad son Prosperidad, Segre y Vinateros- Torito con toda la población cubierta como máximo a 20 minutos, seguido de Espronceda y prosperidad con un porcentaje muy bajo de población dentro de una mala accesibilidad.

Con porcentajes de 7 al 17% que se puede considerar ya algo negativo, ya que es necesario insistir que todo el conjunto de la población debe tener un acceso óptimo a un servicio como la atención primaria, y más en una situación extraordinaria como esta, aparecen Goya, Villa de Vallecas, Valdezarza, Lucero, Daroca, Ibiza, Pilar y Los Yébenes. De estas zonas, los habitantes de Goya y de Daroca están asignados a centros de salud que ya cubren un número altísimo de habitantes, 1.917 habitantes por médico de familia, 1.587 por médico respectivamente. La media en España en 2018 era de 1.360 habitantes por médico (Sistema Nacional de Salud, 2018).

Las zonas más afectadas y con una escasa accesibilidad son Ensanche de Vallecas y Mar Báltico, el primero con casi la mitad de la población con una accesibilidad a más de 20 minutos caminando. Además, el número de habitantes por médico en estos centros es de 1.879 en Mar Báltico y en Ensanche de Vallecas 2.383 según el informe. Si se toman los datos de asignación que se han calculado en este trabajo llegaría hasta 3.262.

En la Tabla 17, se muestran las zonas con más contagios por cada 1.000 habitantes. La accesibilidad, en las zonas donde el impacto ha sido mayor (contagios por 1.000 habitantes), presenta una variación entre unas zonas y otras, al igual que sucede con las zonas con más contagios absolutos. Destacan con toda su población cubierta por buena accesibilidad Virgen de Begoña, Valdebernardo, Monforte de Lemos, aunque no tenga su propio centro de salud, Pozo de Tío Raimundo, Montesa, Vinateros-Torito y Numancia.

Villa de Vallecas y Pilar, en este caso también aparecen entre las zonas más afectadas por el virus. Como ya se ha comentado anteriormente, tienen un porcentaje no muy alto de población sin accesibilidad, pero en este caso es considerable. Con las mismas características estaría también Federica Montseny, Puerta Bonita y Peñagrande.

Las zonas más afectadas y que además tienen un alto porcentaje de población con escasa accesibilidad serían El Pardo, con más de la mitad de población con escasa accesibilidad, y Pavones y Portazgo, que tienen un porcentaje de 27,79 y 22,02% respectivamente. En cuanto a la saturación de los centros, el centro de El Pardo cuenta con 1.168 habitantes por médico, Portazgo 1.777 en el caso de Pavones y 1.297 en Portazgo.

Tabla 17: Accesibilidad en ZBS con más contagios por 1.000 habitantes

ZBS	Contg	%>65	CS	Asignados a CS	Médicos	% baja acces.
Virgen de Begoña	19,07	23,12	Virgen de Begoña	9.856	7	0
Villa Vallecas	17,76	18,94	V. de Vallecas	28.093	17	7,93
Valdebernardo	17,51	11,22	Valdebernardo	17.520	11	0
El Pardo	16,84	25,34	El Pardo	3.504	3	67,04
Monforte de Lemos	16,64	24,91	Destinados a Dr. Castroviejo	16.342	24	0
Pilar	16,08	30,22	Barrio del Pilar	12.684	25	14,37
Federica Montseny	15,82	20,15	Federica Montseny/ Rafael Alberti	20.715/ 20.034 21.985/ 21.826*	14/13	6,88
Pavones	15,71	25,20	Pavones	39.087	22	27,79
Portazgo	15,47	24,30	Buenos Aires	18.162	14	22,02
Puerta Bonita	15,43	17,96	Puerta Bonita	22.910	12	6,53
Peñagrande	15,30	24,88	Dr. Castroviejo	41.700	24	10,14
Pozo del Tío Raimundo	15,23	19,54	José María Llanos	7.355	7	0
Montesa	15,15	22,61	Montesa	24.945	12	0
Vinateros - Torito	15,11	30,11	Torito	36.410	22	0
Numancia	14,75	19,57	Numancia	24.942	16	0

Fuente: Banco de datos Ayto. Madrid (población), datos abiertos Comunidad de Madrid (contagios) y Servicio de Salud Madrileña (médicos). Elaboración propia.
 Datos en negrita se considera los habitantes de la ZBS y los que se han calculado extra de otras zonas.
 *Se han incluido los datos del Informe de Atención Primaria

IV.4.3 ZBS menos afectadas ¿Por qué?

Aparecen zonas básicas de salud donde apenas ha incidido el virus. Son numerosos factores los que pueden haber interferido en la propagación del virus, aunque si se pueden extraer algunas deducciones observando la estructura de la ciudad, la distribución de la población o la localización de diversas actividades culturales y socioeconómicas. Hay ZBS donde el

número de contagios ha sido muy pequeño, pero también es necesario relacionar esos datos con el número de población total de cada zona, para poder tener otra percepción.

Tabla 18: ZBS con menos contagios

ZBS	Contagios	%>65	% baja acces
El Pardo	59	25,34	67,04
Méndez Álvaro	67	8,54	45,07
Quinta de los Molinos	90	20,50	31,08
Rejas	95	10,79	56,75
Antonio Leyva	109	19,67	0
Pozo de Tío Raimundo	112	19,54	0
Justicia	123	15,50	0
Montecarmelo	125	7,64	100
Valle Inclán	131	5,68	40,15
El Espinillo	131	29,18	0
Valderribas	131	16,56	0
Orcasur	132	14,14	21,71
Virgen del Cortijo	134	8,14	73,50
Butarque	134	13,01	11,26
Barajas	138	13,99	9,34

Fuente: Banco de datos Ayto. Madrid (población), datos abiertos Comunidad de Madrid (contagios). Elaboración propia.

Las 15 zonas básicas de salud con menos contagios no llegan cada una a 150 casos. Excepto El Espinillo y El Pardo todas las zonas tienen un porcentaje de personas con más de 65 años por debajo de la media con lo que se consideran zonas donde habita población joven o de edad media. Antonio Leyva, Pozo del Tío Raimundo, Justicia, El Espinillo y Valderribas tienen una buena accesibilidad, pero en el resto de los casos, que son la mayoría, los porcentajes de accesibilidad son significantes, y por lo tanto no son óptimos. A continuación, se muestran las zonas menos afectadas teniendo en cuenta el número de habitantes de cada zona.

Tabla 19: ZBS con menos contagiados por cada 1.000 habitantes

ZBS	Contagios por 1.000	%>65 años	Baja Accesibilidad
Las Tablas	4,14	3,90	100
Rejas	5,47	10,79	56,75
Valderribas	5,74	5,60	40,15
Sanchinarro	6,11	5,53	7,09
Montecarmelo	6,53	7,64	100
Butarque	6,60	8,14	73,50
Ensanche Vallecas	6,89	5,26	48,98
Méndez Álvaro	7,04	8,54	45,07
Carabanchel Alto	7,53	6,36	7,78
Barajas	7,59	13,99	9,34
El Espinillo	7,72	16,56	0
Antonio Leyva	7,73	19,67	0
Quinta de los Molinos	7,84	20,50	31,08
Alameda	7,88	15,48	0

Fuente: Banco de datos Ayto. Madrid (población), datos abiertos Comunidad de Madrid (contagios). Elaboración propia.

Analizando los contagios por cada 1.000 habitantes, se puede afirmar que donde menos ha incidido el virus ha sido en zonas donde el porcentaje de población mayor es escasa, es decir que la población es generalmente joven. Otra conclusión, que se puede extraer es que excepto 3 ZBS, las demás cuentan con datos donde la accesibilidad es inadecuada.

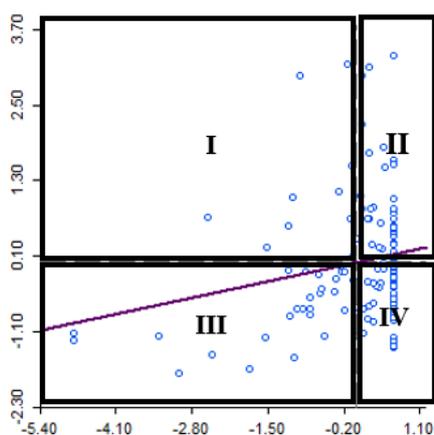
Estas ZBS en su gran parte se encuentran, como bien se ha dicho, en zonas periféricas donde se ha dado un fenómeno de crecimientos urbano en los últimos años y donde la población más joven ha visto una oportunidad para mudarse a vivir. La accesibilidad a los centros de salud es pésima en algunos casos. Al ser zonas construidas recientemente no se han equiparado de algunos servicios esenciales como lo puede ser un centro de salud. Otro factor que condiciona la baja accesibilidad es que son zonas más amplias con tramas abiertas y, en consecuencia, las zonas residenciales están más distanciadas entre sí, lo que significa que la gente tenga que andar más para alcanzar determinados lugares.

Alguna de las causas por las que los contagios han sido poco significativos en estas zonas pueden venir determinadas porque por lo general son zonas con poca densidad de población, donde la actividad económica o el ocio es limitado, a diferencia de zonas más céntricas. También el uso de coche está más frecuentado. Además, la concentración de población en zonas concretas dentro de estas ZBS es escasa e inusual. Si se tiene en cuenta la movilidad de turistas, estas zonas apenas reciben afluencia de visitantes, lo cual es otro factor que conlleva a que el distanciamiento social sea alto.

IV.4.4 Diferentes escenarios de relación impacto - accesibilidad

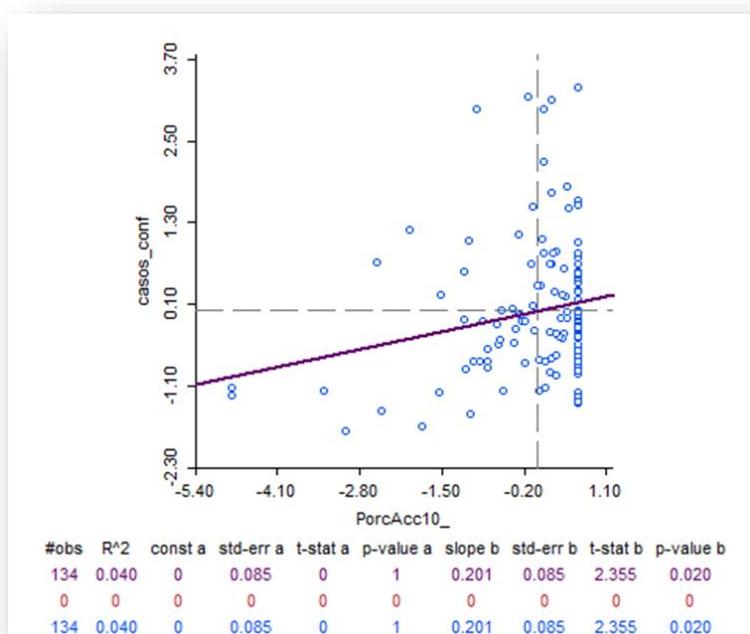
En este apartado se trata de hacer una clasificación de la relación entre el impacto y la accesibilidad que tiene cada zona básica de salud. Los resultados de esta relación se obtienen tras hacer un gráfico de dispersión con las dos variables y añadiendo ejes que se corresponden con las medias para que diversifiquen el gráfico en cuadrantes. El indicador de accesibilidad elegido es el porcentaje de población que hay en cada ZBS a 20 minutos de un centro de salud (eje X). Para el impacto, se ha empleado como indicador los contagios absolutos y, por otro lado, los contagios por cada 1.000 habitantes (eje Y), con lo que habrá dos gráficos diferentes. En la siguiente ilustración (Ilustración 18) se puede ver como quedaría distribuido el gráfico: el cuadrante I se corresponde con la zona de alto impacto y baja accesibilidad, siendo esta la peor situación; el cuadrante II, es donde se localizan las zonas con alto impacto y alta accesibilidad; el III, sería la zona con bajo impacto y baja accesibilidad; y en el IV, se sitúan las zonas con poco impacto y alta accesibilidad, que a su vez son las que cuentan con un mejor escenario.

Ilustración 18: Cuadrantes del gráfico



CONTAGIOS TOTALES

Ilustración 19: Gráfico de dispersión contagios totales - porcentaje de población con accesibilidad a 20'



Cuadrante I: Alto Impacto – Baja Accesibilidad

Portazgo, Mirasierra, Silvano, Aravaca, Pilar, Ibiza, Mar Báltico, Potosí, Los Yébenes, Alameda de Osuna, Ensanche de Vallecas, Los Ángeles y Vandel. (13)

Cuadrante II: Alto Impacto – Alta Accesibilidad

Zoño, General Ricardos, Peñagrande, Federica Montseny, Pacífico, Opañel, Numancia, Goya, Estrecho de Corea, Imperial, Espronceda, Media Legua, Las Ventillas, Las Águilas, Maqueda, Lucero, Abrantes, Montesa, Segre, Vistalegre, Adelfas, Vinoteros – Torito, Vallamil, Villa de Vallecas, Alpes, Andrés Mellado, Ángela Uriarte, Valdezarza, Valdeacederas, Prosperidad, Canillejas, Las Calesas, Santa Eugenia, Daroca, Entrevías, Reina Victoria, Eloy Gonzalo, Doctor Cirajas, San Diego, Chopera y Ciudad de los Periodistas. (41)

Cuadrante III: Bajo Impacto – Baja Accesibilidad

Buenavista, Jazmín, Butarque, Casa de Campo, Feuentelarreina, El Pardo, Estrella, García Noblejas, Las Tablas, General Fanjul, Fuencarral, San Cristobal, Vicálvaro - Villablanca, Vicente Muzas, Valderribas, Simancas, Sanchinarro, San Fermín, Legazpi, Rejas, Rafael

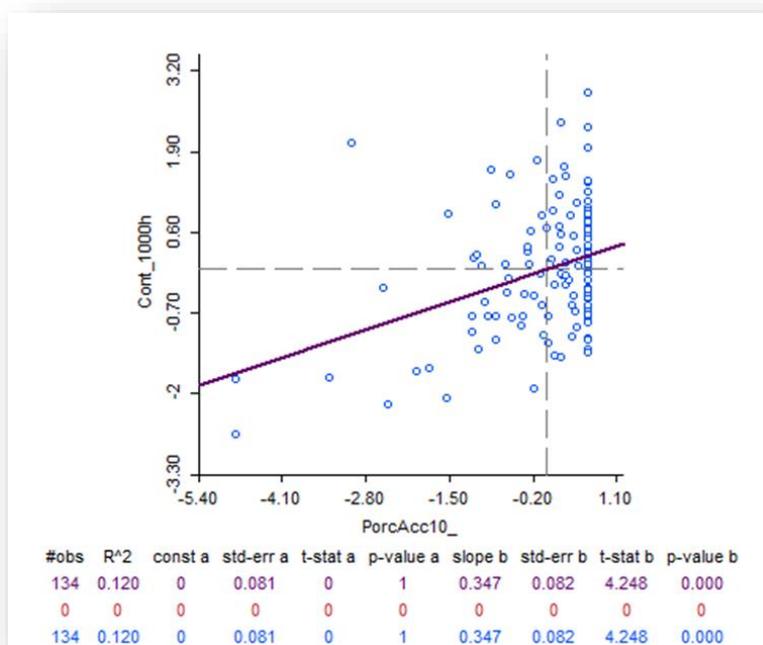
Alberti, Quinta de los Molinos, Pavones, Orcasur, Núñez Morgado, Méndez Álvaro, Montecarmerlo y Los Cármenes. (28)

Cuadrante IV: Bajo Impacto – Alta Accesibilidad

Aquitania, Martín de Vargas, Canal de Panamá, Campo de la Paloma, Campamento, Valdebernardo, Bustarviejo, Los Rosales, Benita de Ávila, Baviera, Barajas, Carabanchel Alto, Valle Inclán, Castelló, Antonio Leyva, Vicálvaro – Artilleros, Londres, Almendrales, Alcocer, Alcalá de Guadaira, Virgen de Begoña, Alameda, Virgen del Cortijo, Acacias, Argüelles, Embajadores, Guayaba, General Oráa, Gneral Moscardó, Orcasitas, Guzmán el Bueno, Ghandi, Palma Universidad, Peña Prita, Pozo del Tío Raimundo, Puerta Bonita, Puerta de Ángel, Caramuel, Infanta Mercedes, Cortes, Monforte de Lemos, San Andrés, El Espinillo, Justicia, La Elipa, Lavapiés, Comillas, San Isidro, Martine de la Riva, Cea Bermúdez, Segovia y Monovar. (52)

CONTAGIOS POR CADA 1.000 HABITANTES

Ilustración 20: Gráfico de dispersión contagios por 1.000 – porcentaje de población con accesibilidad a 20'



Cuadrante I: Alto Impacto – Baja Accesibilidad

Portazgo, Ibiza, General Fanjul, Fuentelarreina, Los Yébenes, Estrella, Mirasierra, Nuñez Morgado, El Pardo, Pavones, Pilar, Casa de Campo, Buenavista, Vandel y Vicálvaro – Villablanca. (15)

Cuadrante II: Alto Impacto – Alta Accesibilidad

Maqueda, Daroca, Peñagrande, Opañel, Numancia, Montesa, Entrevías, Espronceda, Monforte de Lemos, Villa de Vallecas, Media Legua, Andrés Mellado, Federica Montseny, Pacífico, Lucero, Vinateros – Torito, Virgen de Begoña, Ghandi, Londres, General Moscardó, Guzmán el Bueno, Las Águilas, La Ventilla, La Elipa, Adelfas, Villamil, Valle Inclán, Baviera, Santa Eugenia, Benita de Ávila, Ángela Uriarte, Valdezarza, Bustarviejo, San Diego, Vicálvaro – Artillero, Valdeacederas, Ciudad de los Periodeistas, Segre, Reina Victoria, Campamento, Cea Bermúdez, Puerta del Ángel, Puerta Bonita, Prosperidad, Pozo del Tío Raimundo, Valdebernardo, Chopera, Las Calesas, Imperial, Peña Prieta, Alcalá de Guadaira y Campo de la Paloma. (53)

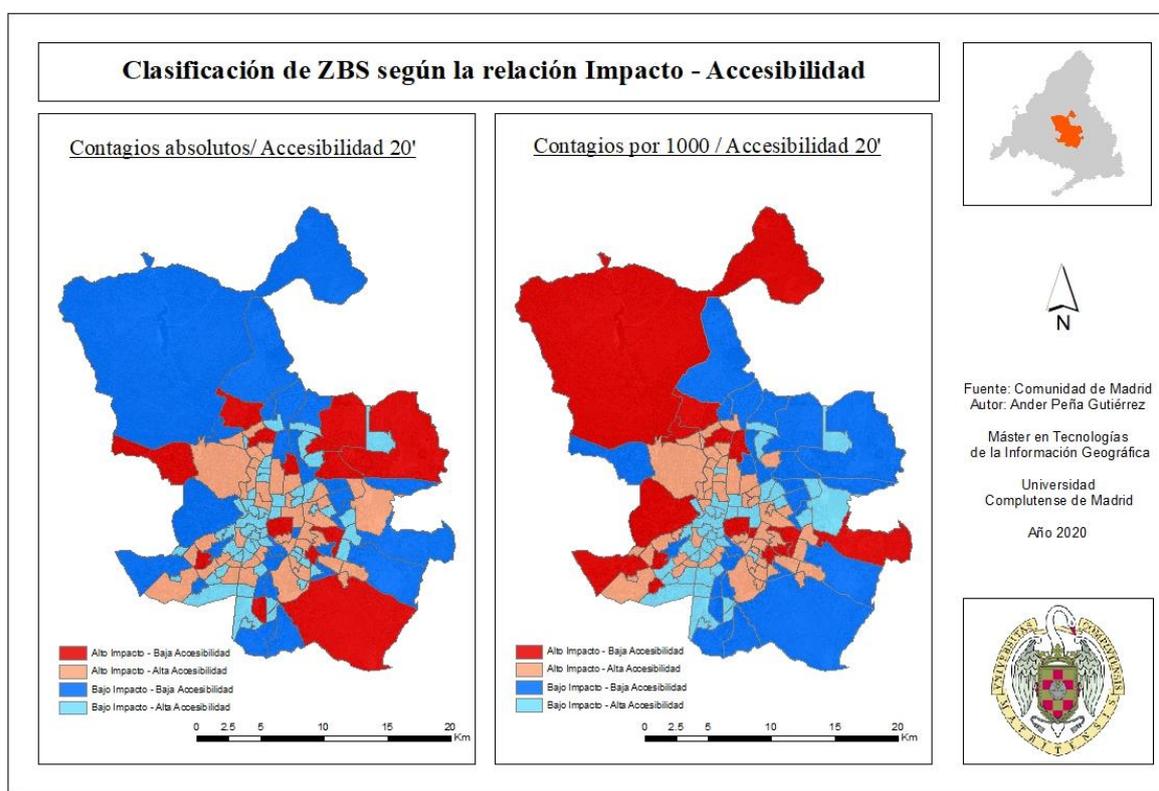
Cuadrante III: Bajo Impacto – Baja Accesibilidad

Aravaca, Alameda de Osuna, García Noblejas, Fuencarral, Ensanche de Vallecas, Butarque, Potosí, Vicente de Muzas, Valderribas, Simancas, Silvano, Sanchinarro, San Fermín, San Cristobal, Rejas, Rafael Alberti, Quintana de los Molinos, Orcasur, Méndez Álvaro, Montecarmelo, Los Cármenes, Las Tablas, Mar Báltico, Jazmín, Legazpi y Los Ángeles. (26)

Cuadrante IV: Bajo Impacto – Alta Accesibilidad

San Isidro, Goya, Segovia, Barajas, Argüelles , Guayaba, Aquitania, General Oráa, Abrantes, Canal de Panamá, Justicia, Alpes, Almendrales, Alcocer, Virgen del Cortijo, Alameda, Vista Alegre, Acacias, Antonio Leyva, Comillas, Martínez de la Riva, Estrecho de Corea, Monovar, Los Rosales, Embajadores, Eloy Gonzalo, Orcasitas, El Espinillo, San Andrés, Cortes, Castelló, Palma Universidad, Infanta Mercedes, Lavapiés, Caramuel, Carabanchel Alto, Canillejas, Martín de Vargas, Zofio y Doctor Cirajas. (40)

Dependiendo los datos que se tomen para representar la variable de contagios se obtienen unos resultados u otros y así lo reflejan los mapas. Las zonas del cuadrante I, que se corresponden con las zonas con peor escenario, cambian ligeramente de un mapa a otro. Por eso, dependiendo de cómo se quiera interpretar los datos, habrá un resultado. En la página siguiente, se muestra una visualización en un mapa de cada una de las clasificaciones.

Ilustración 21: Clasificación de ZBS según la relación Impacto - Accesibilidad

Hay zonas básicas de salud que coinciden dentro de la misma clase en los dos mapas. En las zonas dentro del cuadrante I estarían, Portazgo, Ibiza, Los Yébenes, Pilar, Mirasierra y Vandel. En estas zonas es evidente que existe un escenario negativo, ya que empleando ambos tipos de datos para el análisis así lo reflejan. En cuanto a las zonas que mejor escenario tienen, es decir, que forman parte del cuadrante IV, serían 31 Zonas las que aparecen utilizando los dos tipos de datos.

IV.5 Futuros rebrotes

Se ha visto la facilidad de propagación del virus que existe entre la población y las consecuencias sanitarias y socioeconómicas tan drásticas que trae consigo. Expertos del campo de la epidemiología advierten sobre la posibilidad de generarse una nueva ola de contagios con la llegada del otoño. Por eso es necesario llevar a cabo una planificación y una gestión que se anteponga ante cualquier episodio como el ya vivido.

La atención primaria va a llevar a cabo el servicio de vigilancia y debe estar preparada. La población debe estar bien conectada con los centros de salud, ya que es el principal contacto para el seguimiento de la enfermedad. Los movimientos a los centros de salud van a ser constantes. Hay gente que debe acudir al centro de salud para realizarse la prueba por haber estado previamente en contacto con alguien ya contagiado. En ocasiones, es necesario acudir más de una vez si se presentan síntomas y los resultados de las pruebas PCR resultan negativas. También, hay evidencias de que, a algunas personas, tras haber pasado el virus

siguen teniendo secuelas y necesitan seguir accediendo al centro de salud con frecuencia. Si además, se suma los brotes de gripe estacional que ocurren en los meses más fríos, la demanda de la atención primaria será bastante alta.

Con todo esto, se hace hincapié de nuevo en lo necesario que es que la accesibilidad a los centros de salud sea la más idónea posible. En las zonas con poca accesibilidad puede ser un problema de cara a una futura ola. Si que es verdad que durante la primera ola de contagios las zonas poco accesibles no han recibido un gran impacto, pero en un futuro donde el control va a ser mayor, probablemente se tenga que acceder en mayor medida a los centros de salud. La parte positiva en este sentido es que las zonas con peor accesibilidad suele ser gente relativamente joven y la necesidad de acudir a un centro causado por otras patologías es menor que en otras zonas. En la Tabla 20, se muestra como las zonas de El Pardo y Estrella, e incluso Mar Báltico tienen una población más envejecida, lo cual la escasa accesibilidad repercute más de forma negativa, que en otras zonas.

Tabla 20: Incidencia de contagios en ZBS con poca accesibilidad

ZBS	% escasa Accesibilidad	Contagios	Contagios/1000	Pobl <65
Montecarmelo	100	125	6,53	7,64
Las Tablas	100	140	4,14	3,90
Butarque	73,50	134	6,60	8,14
El Pardo	67,04	59	16,84	25,34
Aravaca	58,16	369	10,53	14,41
Rejas	56,75	95	5,47	10,79
Ensanche Vallecas	48,98	431	6,89	5,26
Méndez Álvaro	45,07	67	7,04	8,54
Valderribas	40,15	131	5,74	5,68
Vandel	39,76	309	13,75	16,18
Mar Báltico	37,23	652	9,91	20,56
Silvano	33,19	352	8,57	19,70
Legazpi	32,89	264	9,29	11,47
Estrella	32,41	174	11,85	29,59
Mirasierra	31,76	410	11,96	13,90
MEDIA	-	280,36	11,32	19,66

Fuente: Banco de datos Ayto. Madrid (población), datos abiertos Comunidad de Madrid (contagios).

De cara al futuro, debería tomarse alguna medida respecto a estas zonas con un porcentaje de población por encima de los 65 años elevado, y de este modo poder mejorar la accesibilidad.

El caso de Las Tablas puede aliviarse bastante en cuanto termine la construcción del nuevo centro de salud. En zonas como Montecarmelo, Butarque, Méndez Álvaro, Valderribas y Estrella que no cuentan con centros de salud, va a generar que, si se da la situación en la que hay contagios, tengan que acudir a los centros que tienen asignados en otras zonas y de esta forma se pueden provocar posibles colapsos en el caso de que los centros no estén adaptados.

La población de Montecarmelo se desplazará al centro de Mirasierra, donde hay asignados 2.582 habitantes por médico (1.360 es la media de España). La población de Butarque se desplaza a Los Rosales que acoge a 2.084 habitantes por médico. Los habitantes de Méndez Álvaro se desplazan al centro de salud Delicias o al centro de salud Cáceres, con 2.072 y 2.870 habitantes por médico respectivamente. En Valderribas, la gente tiene que moverse mayormente a los centros de Artilleros y Villablanca, que tienen 2.050 y 2.002 habitantes por médico. Por último, Los habitantes de La Estrella se mueven al centro de salud Arroyo de Medialagua que cuenta con 1.684 habitantes por médico. Por lo tanto, estos centros de salud pueden verse más saturados por la falta de centros en sus zonas correspondientes, además todos ellos superan la media española de médico por habitante.

Volviendo a la clasificación realizada en apartado anterior del trabajo, todas las ZBS que están dentro del Cuadrante I, habría que considerarlas ante posibles rebrotes. Son zonas con poca accesibilidad y que además tienen alto índice de contagios. Los contagios en una segunda oleada podrían incidir de forma más agresiva en zonas diferentes, donde en la primera oleada apenas han sido afectadas o, por el contrario, si el rebrote sigue un patrón o un modelo que justifique que haya zonas que son más vulnerables al contagio, las más perjudicadas podrían volver a ser las mismas. Esto requiere una mayor atención y posibles mejoras de accesibilidad de estas zonas. También, habría que considerar, que las zonas del Cuadrante III, en un supuesto en el que el virus afecte con mayor incidencia que en la primera oleada, habría una gran parte de la población con problemas para acudir al centro de salud.

Por último, viendo los resultados y las relaciones establecidas, se ha visto que hay zonas básicas de salud que pueden tener mayores problemas de cara a futuros rebrotes, lo cual deriva a la necesidad de realizar mejoras para evitar colapsos y hacer una vigilancia de la mejor forma posible. En algunos casos, la mejora pasa por la creación de nuevos centros más accesibles o un replanteo de la zonificación, mientras que por otro lado la mejora podría establecerse cubriendo los centros de salud de los recursos que se estimen necesarios, así como el aumento de personal especializado, aunque esto último no reduciría el problema de la accesibilidad.

V CONCLUSIONES

1. Existe una importante diferencia en la zonificación y distribución de las zonas básicas de salud. Es razonable que las zonas de gran superficie con poca densidad de población alberguen a pocos habitantes. Si se amplía el marco territorial para cubrir más población, al mismo tiempo disminuiría la accesibilidad.
2. En la ciudad de Madrid se localizan 18 zonas básicas de salud que no están cubiertas con un centro propio tal y como se indica en el Decreto correspondiente, mientras que en otras zonas hay dos o incluso tres, en algunos casos justificados por el número de habitantes. También, aparecen varias ZBS que tienen un solo centro de salud y un número elevado de población asignada, destacando el C.S. Mar Báltico, C.S. Goya y C.S. Sanchinarro. Sería necesario plantear una nueva zonificación, con más centros de salud y por supuesto, teniendo en cuenta las estimaciones de crecimiento urbano y de movimientos internos de población que puedan producirse en un futuro.
3. Tres partes de la población tiene una accesibilidad media o alta, necesitando un máximo de 20 minutos para alcanzar un centro de salud. Las zonas con buena accesibilidad se concentran en las zonas más céntricas, disminuyendo en la medida que se alcanza la periferia, donde existen ZBS situadas en barrios de reciente construcción y en la mayoría de los casos carecen de centros.
4. La ausencia de centros de salud en varias zonas básicas de salud genera un desplazamiento de la población hacia centros de otras áreas, originando en muchos casos el aumento de saturación en sus centros y generando también la reducción de accesibilidad de la población a este servicio.
5. Dependiendo de cómo se establezcan los datos de contagios se pueden interpretar diversos resultados. Con datos relativos se puede llevar a cabo una comparación más realista para ver las ZBS con mayor incidencia. Por otro lado, teniendo en cuenta que no hay una equidad en cuanto la población comprendida en cada ZBS, las que presentan datos absolutos más altos también pueden ser significativos para saber con exactitud el número de contagios. Un ejemplo, Mar Báltico no representa un gran número de contagios por habitantes, pero si en términos absolutos, lo que es fundamental para el control ya que solo existe un centro de salud para un número alto de contagios.
6. Tomando los datos absolutos de contagios como referencia, no se aprecia que haya concentración de contagios en áreas concretas de la ciudad, aunque sí que se corresponden de forma general con las zonas donde existe mayor población. Mientras que, si se toman los datos en contagios por 1.000, se perciben dos ligeras concentraciones, una al noroeste de la ciudad y otra al sureste.
7. Estableciendo los datos por cada 1.000 habitantes, aparecen patrones espaciales de los contagios. Existen agrupaciones de valores altos, especialmente en el noroeste y en el sureste de la ciudad. Por otro lado, aparecen agrupaciones de valores significativamente bajos tanto en el oeste como al sur de la ciudad. Se identifican,

- del mismo modo islas con valores altos rodeados de zonas con valores bajos, como Imperial y Chopera.
8. El impacto en las zonas básicas de salud con escasa accesibilidad no ha sido tan grande como en otras zonas, ya que hay factores como la ausencia de ciertas actividades socioeconómicas y culturales que facilitan el distanciamiento social. Destacan las zonas de Vandel y Mirasierra que si han tenido un impacto por encima de la media tanto en contagios absolutos como en contagios por 1.000.
 9. Ensanche de Vallecas y Mar Báltico son las zonas básicas de salud con alto impacto y que a su vez tienen peor accesibilidad teniendo en cuenta los contagios absolutos. En contagios por 1.000, las ZBS con más contagios que peor accesibilidad tienen son El Pardo, Pavones y Portazgo. Estas zonas tienen mayor dificultad para acceder al centro de salud y llevar a cabo el seguimiento de los contagios.
 10. Las zonas con poco impacto del virus, sobre todo en contagios por 1.000, son zonas periféricas con poca accesibilidad, correspondiéndose en su gran mayoría con barrios construidos en las dos últimas décadas, donde se observa una estructura urbana más dispersa en la cual habita población generalmente joven y donde el distanciamiento social es mayor.
 11. Según los gráficos de correlación, aparecen zonas básicas de salud que se encuentran dentro de un peor escenario con una accesibilidad baja y con un impacto alto del virus. Según se tengan en cuenta los datos absolutos o por 1.000, varían los resultados, aunque hay zonas que aparecen en los dos casos dentro del Cuadrante I y por lo tanto con un escenario negativo. Estas son: Portazgo, Ibiza, Los Yébenes, Pilar, Mirasierra y Vandel.
 12. De cara a nuevos rebrotes, donde los centros de salud son los encargados de realizar la vigilancia, si el virus sigue el mismo patrón, las mismas zonas básicas de salud serían las más afectadas, por lo que las que se encuentran en el Cuadrante I serían las más perjudicadas y las que más dificultad tendrían para realizar el control. Si el virus se comporta de manera distinta y afecta a las zonas con peor accesibilidad, parte de la población tendría que caminar durante bastantes minutos para alcanzar el centro de salud.
 13. Es necesario un reordenamiento de la zonificación de atención primaria y una ampliación de la red de centros de salud para poder cubrir a toda la población de forma equitativa. De esta forma, se podría estar más prevenidos a la hora de gestionar situaciones adversas como esta.

VI BIBLIOGRAFIA

ARTÍCULOS

- Anselin, L. (1999). The Future of Spatial Analysis in the Social Sciences. *Geographic Information Sciences*, 5(2), 67-76. doi:10.1080/10824009909480516
- Cayuela, L., Llanes, A. A., Rodríguez-Domínguez, S., Chávez-Conde, M., & Cayuela, A. (2020). Análisis espacial de la mortalidad por cáncer de pulmón en España con especial referencia a Andalucía (2013-2017). *Open Respiratory Archives*.
- Celemin, J. (2009). Autocorrelación espacial e indicadores locales de asociación espacial: Importancia, estructura y aplicación. *18*, 11-31.
- de Pina, M. d. F., Alves, S. F., Ribeiro, A. I. C., & Olhero, A. C. (2010). Epidemiología espacial: nuevos enfoques para viejas preguntas. *Universitas Odontológica*, 29(63), 47-65.
- 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.
- Echecolanea, J. M. (2018). Sistemas de Información Geográfica: Una herramienta clave para la planificación urbana. *tecYt*(4).
- García Palomares, J. C., Calvo Poyo, F. J., Gutiérrez Puebla, J., Salas Olmedo, H., Moya Gómez, B., Pérez Caba, A. M., & Cabrera Ruz, E. (2016). Herramienta SIG para el análisis de los efectos de las actuaciones en infraestructuras de transporte sobre la accesibilidad territorial.
- Gómez-Barroso, D., Nogareda, F., Cano, R., Pina, M. F., Barrio, J. L. D., & Simon, F. (2011). Patrón espacial de la legionelosis en España, 2003-2007. *Gaceta Sanitaria*, 25(4), 290-295.
- Lee, S. S., & Wong, N. S. (2011). The clustering and transmission dynamics of pandemic influenza A (H1N1) 2009 cases in Hong Kong. *Journal of Infection*, 63(4), 274-280.
- Moreno, A., & Prieto, M. E. (2003). Evaluación de procedimientos para delimitar áreas de servicio de líneas de transporte urbano con sistemas de información geográfica. *Investigaciones Regionales-Journal of Regional Research*(2), 85-102.
- Puebla, J. G., & Gould, M. (1994). *SIG: Sistemas de información geográfica: Síntesis*.
- Puebla, J. G., Palomares, J. C. G., Alventosa, C., Redondo, J. C., & Paniagua, E. (2002). *Accesibilidad peatonal a la red sanitaria de asistencia primaria en Madrid I*.
- Tobler, W. R. (1970). A computer movie simulating urban growth in the Detroit region. *Economic geography*, 46(sup1), 234-240.

RECURSOS WEB

- Banco de datos del Ayuntamiento de Madrid. Acceso a población por sección censal a febrero de 2020. En línea: <http://www-2.munimadrid.es/TSE6/control/seleccionDatosSeccion> [Consultado el 6 de abril de 2020]
- Federación Regional de Asociaciones Vecinales de Madrid (FRAVM). Acceso a información sobre barrios y recursos sanitarios. En línea: <https://aavvmadrid.org/> [Consultado, última vez, el 20 de junio de 2020]
- Group on Earth Observations. GEO Community Response to COVID-19. Acceso a proyectos relacionados con el COVID-19. En línea: <https://www.earthobservations.org/covid19.php> [Consultado, última vez, el 21 de junio de 2020].
- MundoGeo, Noticias. Acceso a noticias relacionadas con el geoprocésamiento y SIG. En línea: <https://mundogeo.com/es/noticias/geoprocésamiento-sig/> [Consultado última vez, el 19 de junio de 2020]
- Nomenclátor oficial y callejero de la Comunidad de Madrid (Nomecalles). Acceso a shapefiles de distritos, secciones censales y centros de salud. En línea: <https://www.madrid.org/nomecalles/DescargaBDTCorte.icm> [Consultado, última vez, el 10 de mayo de 2020]
- Página web oficial de la Comunidad de Madrid. Comunicado 7 de abril de 2020. En línea: <https://www.comunidad.madrid/comunicado/2020/04/07/millar-profesionales-atencion-primaria-integran-plantilla-hospital-temporal-comunidad-madrid-ifema> [Consultado el 18 de junio de 2020].
- Página web oficial de la Comunidad de Madrid. Noticias 7 de mayo de 2020. En línea: <https://www.comunidad.madrid/noticias/2020/05/07/diaz-ayuso-anuncia-estudio-pacientes-covid-19-atendidos-hospital-ifema> [Consultado el 18 de junio de 2020].
- Portal de Catálogo de Datos Abiertos de la Comunidad de Madrid. Acceso a datos de contagios y a Shapefile de Zonas Básicas de Salud. En línea: https://datos.comunidad.madrid/catalogo/dataset/covid19_tia_zonas_basicas_salud [Consultado, última vez, el 3 de junio de 2020]
- Portal web del Ayuntamiento de Madrid. Padrón municipal de habitantes (Explotación Estadística). Acceso a datos de población por edad a 1 de enero de 2019. En línea: <https://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/El-Ayuntamiento/Estadistica/Areas-de-informacion-estadistica/Demografia-y-poblacion/Cifras-de-poblacion/Padron-Municipal-de-Habitantes-explotacion->

estadistica/?vgnextfmt=default&vgnextoid=e5613f8b73639210VgnVCM1000000b205a0aRCRD&vgnnextchannel=a4eba53620e1a210VgnVCM1000000b205a0aRCRD [Consultado el 11 de mayo de 2020]

- Servicio madrileño de salud. Libre elección sanitaria, consulta y gestión online. Acceso a lista de médicos en los centros de salud. En línea: <http://www.libreeleccion.sanidadmadrid.org/Seleccione/AtencionPrimaria.aspx> [Consultado el 18 de junio de 2020]

DOCUMENTOS OFICIALES

- ESPAÑA. MINISTERIO DE SANIDAD, Sistema Nacional de Salud – Año 2018, Datos gráficos de población, recursos y actividad en Atención primaria y Servicios de Urgencias y Emergencias 112/061. En línea: https://www.mscbs.gob.es/estadEstudios/estadisticas/docs/siap/Resumen_grafico_S IAP_2018.pdf
- ESPAÑA. MINISTERIO DE SANIDAD, Estrategia de detección precoz, vigilancia y control de COVID-19. Actualizado a 16 de junio de 2020. En línea: https://www.mscbs.gob.es/en/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCoV-China/documentos/COVID19_Estrategia_vigilancia_y_control_e_indicadores.pdf

LEGISLACIÓN

- Madrid. Decreto 52/2010, de 29 de julio, del Consejo de Gobierno, por el que se establecen las estructuras básicas sanitarias y directivas de Atención Primaria del Área Única de Salud de la Comunidad de Madrid. Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid, 29 de julio de 2016. En línea: http://www.madrid.org/wleg_pub/secure/normativas/contenidoNormativa.jsf?cdestcde=P&nmnorma=6641&opcion=VerHtml#no-back-button
- España. Ley 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad. Boletín Oficial del Estado, 25 de abril de 1986, núm. 102, pp. 15207 a 15224. En línea: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1986-10499>