



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE GEOGRAFÍA**

**“ESTADO DE MÉXICO: VISUALIZADOR WEB DE COVID-19 COMO PARTE
DEL ECOGEM Y APOYO PARA LOS ODS”**

TESIS

LICENCIATURA EN GEOINFORMÁTICA

PRESENTA:

MARTIN GALVAN ARELLANO

ASESORA:

DRA. GIOVANNA SANTANA CASTAÑEDA

REVISORES:

DRA. MARCELA VIRGINIA SANTANA JUÁREZ

DR. CHRISTIAN IVAN SÁNCHEZ CARRILLO

TOLUCA DE LERDO, ESTADO DE MÉXICO

OCTUBRE 2023

ÍNDICE

Contenido

Resumen	1
Introducción	2
Planteamiento del Problema.....	3
Antecedentes.....	6
Justificación.....	10
Objetivo General.....	12
Objetivos Específicos	12
Capítulo 1. Marco Teórico - conceptual	13
1.1 La Geoinformática y la pandemia de Covid-19	13
a. Conceptos relevantes	13
1.2 Principales pandemias y su distribución espacial en el mundo	15
1.3 Afectaciones, estrategias y consecuencias del covid-19	17
a. En el mundo.....	18
b. En México	20
c. En el Estado de México.....	21
1.4 Ciber salud.....	23
1.5 Teoría de la transición tecnológica.....	23
1.6 Teoría de la transición epidemiológica	24
1.7 Servicios de Salud Públicos en México.....	26
a. Políticas de distribución de los recursos de salud	27
b. Accesibilidad geográfica.....	28
1.8 Visualizadores más importantes de Covid-19	29
a. Visualizadores Internacionales	30
b. Visualizadores Nacionales	30
Capítulo 2 Metodología	32
Área de estudio.....	32
Tipo de estudio	33
Materiales de trabajo.....	33
Diagrama de Flujo	34
Descripción de Procesos y Capturas de Pantalla	35

Recopilación de Datos	35
Datos a Nivel Municipal: La Esencia de la Información	35
Creación de la base de datos geográfica.....	40
Carga de Capas Geoespaciales en el Visor del ECOGEM	47
Capítulo 3 Resultados.....	49
Presentación del Visor ECOGEM y las Capas de COVID-19	49
Conclusiones y recomendaciones.....	51
Conclusiones	51
Recomendaciones	52
Bibliografía.....	53

Resumen

La presente tesis, se centra en una investigación que aborda el desarrollo de un visualizador web para el seguimiento de casos de COVID-19 en el Estado de México, dividido por municipios. La investigación se basa en el uso de una base de datos implementada en PostgreSQL y en la programación en JavaScript.

El objetivo principal de este proyecto fue crear una plataforma interactiva y visualmente atractiva que permitiera a los usuarios obtener información actualizada sobre la propagación del virus a nivel municipal en el estado de México. Para lograr esto, se recopilaron datos relevantes sobre casos confirmados, fallecimientos y recuperaciones, y se estructuraron en una base de datos utilizando PostgreSQL.

La programación en JavaScript desempeñó un papel fundamental en el desarrollo del visualizador web. Se utilizó para la implementación de las funcionalidades interactivas, como la selección de municipios, la visualización de datos en forma de gráficos y la incorporación de filtros personalizados. Además, se emplearon bibliotecas y herramientas específicas de JavaScript para mejorar la experiencia del usuario, para la representación geográfica de los municipios.

La tesis también se enfocó en la evaluación y validación del visualizador web, tanto en términos de usabilidad como de precisión de los datos presentados. Se llevaron a cabo pruebas y encuestas con usuarios potenciales para obtener retroalimentación y realizar mejoras en el diseño y la funcionalidad del visualizador.

En conclusión, esta tesis logró desarrollar un visualizador web eficiente y accesible que permite a los usuarios explorar y comprender la evolución de la pandemia de COVID-19 en los municipios del estado de México. El uso de una base de datos en PostgreSQL y la programación en JavaScript fueron elementos clave en la implementación exitosa de esta herramienta. Además, se sentaron las bases para futuras mejoras y actualizaciones del visualizador web, lo que lo convierte en una herramienta valiosa para la toma de decisiones basada en datos en situaciones de emergencia sanitaria.

Introducción

La pandemia de Covid-19 fue declarada por la OMS una emergencia de salud pública de preocupación internacional el 30 de enero de 2020, el director general de la Organización Mundial de la Salud (OMS), el doctor Tedros Adhanom Ghebreyesus, anunció el 11 de marzo de 2020 que la nueva enfermedad por el coronavirus 2019 (COVID-19) puede caracterizarse como una pandemia.

Este trabajo tiene como objetivo analizar el comportamiento espacio temporal del virus en los municipios del Estado de México, tomando en cuenta los datos de casos confirmados, defunciones, casos hospitalizados y casos recuperados, para identificar las zonas donde el virus tuvo mayor presencia en las entidades del estado.

Una vez que se copilaron los datos y fueron capturados en una base de datos en PostgreSQL en su versión 10, se dará manipulación de estos en el lenguaje de JavaScript para generar un visualizador Web, donde se puedan localizar las zonas más afectadas por el virus en las diferentes entidades del estado.

El resultado esperado para este trabajo es la publicación de un visualizador web del Estado de México, en donde el usuario sea capaz de identificar fácilmente el comportamiento que ha tenido la pandemia, esto también da respuesta a la sociedad para que las autoridades de salud puedan dar propuestas para una futura pandemia y se esté preparado para llevar un mejor control de esta, principalmente en las zonas más afectadas.

Planteamiento del Problema

Según el Instituto Nacional del Cáncer de los Institutos Nacionales de la Salud de EE. UU. El virus Covid-19 es una enfermedad respiratoria muy contagiosa causada por el virus SARS-CoV-2. Se piensa que este virus se transmite de una persona a otra en las gotitas que se dispersan cuando la persona infectada tose, estornuda o habla. Es posible que también se transmita al tocar una superficie con el virus y luego llevarse las manos a la boca, la nariz o los ojos, pero esto es menos frecuente. Los signos y síntomas más frecuentes de la COVID-19 son fiebre, tos y dificultad para respirar. A veces, también se presentan fatiga, dolores musculares, escalofríos, dolor de cabeza, dolor de garganta, goteo nasal, náusea o vómito, diarrea y pérdida del sentido del gusto o el olfato. Los signos y síntomas pueden ser leves o graves y suelen aparecer entre 2 y 14 días después de la exposición al SARS-CoV-2.

SARS-CoV-2 es un virus que causa una enfermedad respiratoria llamada enfermedad por coronavirus de 2019 (COVID-19). El SARS-CoV-2 es un virus de la gran familia de los coronavirus. Los coronavirus infectan a seres humanos y algunos animales. La infección por el SARS-CoV-2 en las personas se identificó por primera vez en 2019 (Instituto Nacional del Cáncer de los Institutos Nacionales de la Salud de EE.).

Las cifras a nivel mundial consultadas en diciembre de 2021 del número de casos confirmados de Covid-19 son 83,630,000 millones, el número de defunciones confirmadas por Covid-19 son 1,880,000 millones, (Our World in Data, 2021).

Las cifras en México consultadas en diciembre de 2021 del número casos confirmados de Covid-19 son 1,430,000 millones, el número de defunciones confirmadas por Covid-19 es de 125,807 (Our World in Data, 2021).

Las cifras en el Estado de México consultadas en diciembre de 2021 del número casos confirmados de Covid-19 son 176,858, el número de defunciones confirmadas por Covid-19 es de 23,617 (Salud Edomex, 2021).

La pandemia de COVID-19 se extendió por todo el mundo a partir de enero de 2020. Luego, los gobiernos comenzaron a iniciar varias políticas para prevenir la propagación del virus, como cierres de lugares de trabajo, paradas del transporte público, controles de viajes internacionales, etc. En el año 2020 se menciona que las políticas de prevención han controlado la propagación de COVID-19 de manera efectiva, pero la pandemia aún es grave

(Cheng, Q., et. al. (2021) "What is the relationship between government response and COVID-19 pandemics? Global evidence of 118 countries").

Las estrategias sanitarias implementadas por el gobierno de México para la contención y mitigación de COVID-19 fueron las más adecuadas, afirmó el subsecretario de Prevención y Promoción de la Salud, Hugo López-Gatell Ramírez, 20 de octubre de 2020.

La Jornada Nacional de Sana Distancia fue una de las principales estrategias, en la que se suspendieron actividades laborales, escolares y sociales para reducir contagios. Como resultado, en las últimas semanas la epidemia ha mostrado un descenso en el número de casos, defunciones y hospitalizaciones.

Indicó que las acciones han sido generalizadas, no obstante, en una epidemia la participación de cada persona juega un papel fundamental para evitar o incrementar los contagios, de ahí la importancia de mantener las medidas de higiene aprendidas como lavado de manos, estornudo de etiqueta, sana distancia y uso correcto de cubrebocas.

Durante el informe diario sobre coronavirus COVID-19 desde Palacio Nacional, explicó que el mecanismo de transmisión de SARS-CoV-2 es de persona a persona al toser o estornudar, lo que ocasiona que se propague el virus.

Estas acciones fueron tomadas por todos los municipios de México, haciendo que cada estado las pusiera en marcha hasta lograr una disminución en el contagio de y en el número hospitalizados (Secretaría de Salud, 2020).

Durante la pandemia de Covid-19, las farmacias manifiestan un crecimiento del 50 % y los consultorios médicos generales aumentan el 12 % de sus ingresos (Ambos pertenecientes al sector salud), mientras que las comercializadoras de equipos y consultorios médicos de odontólogos, oftalmólogos y nutriólogos han tenido caídas en sus ingresos de más del 25 % solo durante el mes de marzo (coronavirus.gob.mx).

La pandemia de COVID-19 ha provocado graves sufrimientos humanos y daños sustanciales a las economías de todo el mundo, afectando tanto a los países ricos como a los países en desarrollo. También se espera que las secuelas de la epidemia se sientan durante algún tiempo, (COVID-19: Paving the Way for a More Sustainable World, [Walter Leal Filho], 2021), el libro recopila y difunde opiniones, puntos de vista, estudios, pronósticos y proyectos prácticos que ilustran los diversos caminos que la investigación y la práctica de la sostenibilidad pueden seguir en el futuro, a medida que el mundo se

recupera de la pandemia de COVID-19 y se prepara para las posibilidades de tener para hacer frente a una crisis similar, producto del Programa de Investigación de Desarrollo Sostenible Interuniversitario (IUSDRP).

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG), reflejan el comportamiento de la pandemia, mediante el uso de la cartografía, que pueda muestra la concentración de los casos confirmados por municipio y los hospitales que fueron altamente saturadas durante la pandemia, por lo tanto, es importante identificar que sitios y zonas fueron más vulnerables ante la pandemia en los municipios del Estado de México, para así crear estrategias y toma de decisiones ante una posible nueva pandemia.

Antecedentes

Zhang, T., et. al. (2021) en el artículo titulado “Scenario-Based Evaluation of COVID-19-Related Essential Clinical Resource Demands in China” analiza las demandas de recursos clínicos esenciales relacionados con COVID-19 en China y destaca que la sobrecarga de los sistemas de salud aumenta la propagación de la enfermedad y la mortalidad. Durante la pandemia, la falta de acceso a recursos médicos como equipos de protección personal, camas de hospital y ventiladores ha afectado negativamente el tratamiento de los pacientes. Los trabajadores de la salud están en riesgo y experimentan fatiga física y psicológica. La escasez de recursos ha llevado a que algunos pacientes no reciban el tratamiento adecuado, lo que ha contribuido a un aumento en la mortalidad. Zhang, T., et. al. (2021).

Gaisie E.; Yaw N.; & Brandful P. (2022). Este artículo titulado "Geographies of infections: built environment and COVID-19 pandemic in metropolitan Melbourne", se examina la relación entre el entorno construido y la propagación de la pandemia de COVID-19 en Melbourne. Destaca la influencia de características como la densidad de población y el acceso a servicios de salud en la transmisión del virus. Utiliza datos geoespaciales para proporcionar información relevante para la planificación urbana y estrategias de mitigación. El estudio resalta la falta de investigaciones en las geografías de las infecciones y la importancia de comprender los patrones espaciales y la influencia del entorno construido en la propagación de enfermedades. También menciona la historia de cambios en el diseño urbano impulsados por brotes de enfermedades. Gaisie E.; Yaw N.; & Brandful P. (2022).

Kerlin, M., et. al. (2021). El artículo titulado, “Actions Taken by US Hospitals to Prepare for Increased Demand for Intensive Care During the First Wave of COVID-19: A National Survey”, describe cómo la pandemia de COVID-19 ha afectado los recursos de cuidados intensivos y cómo los hospitales se han preparado para hacer frente a la demanda. Se destaca la falta de preparación inicial de muchos hospitales y la necesidad de tomar medidas improvisadas. Se realizó una encuesta a hospitales en Estados Unidos para comprender mejor sus respuestas a la creciente demanda. Los resultados mostraron variabilidad en las acciones tomadas, adaptadas a las necesidades locales. Se cancelaron procedimientos electivos y se

transformaron espacios clínicos en unidades de cuidados intensivos. También hubo flexibilidad en la asignación de personal en áreas con alta prevalencia de casos. Kerlin, M., et. al. (2021).

Wynter, K., et. al. (2021). El artículo titulado “The impact of the COVID-19 pandemic on Australian hospital-based nursing and midwifery educators” se investigó el impacto de la pandemia de COVID-19 en los educadores de enfermería y partería en hospitales de Australia. Se realizaron entrevistas a educadores de salud en Melbourne y Adelaide. Se implementaron medidas de control de infecciones y cambios en la educación debido a la pandemia. Los educadores informaron impactos ocupacionales y psicológicos significativos, como una mayor carga de trabajo y agotamiento. El estudio destaca la importancia de considerar el bienestar de los educadores y proporciona información sobre los desafíos enfrentados. Los hallazgos pueden informar estrategias de apoyo y capacitación en futuras crisis sanitarias. Wynter, K., et. al. (2021).

Masters, N., et. al. (2022). El artículo titulado "Geographic Heterogeneity in Behavioral and Social Drivers of COVID-19 Vaccination" se examinó la situación de la vacunación contra la COVID-19 en los Estados Unidos durante el primer año de disponibilidad. Se encontraron disparidades en la cobertura de vacunación basadas en factores socioeconómicos y sociodemográficos. Grupos como residentes rurales, personas con ingresos más bajos y minorías étnicas mostraron mayor resistencia a vacunarse. Se identificaron las regiones con baja cobertura y las razones de la baja aceptación, lo que es importante para desarrollar estrategias de salud pública más enfocadas. Hubo variación en la preocupación por el COVID-19 y la confianza en la vacuna a lo largo del tiempo y en diferentes regiones del país. Masters, N., et. al. (2022).

Lozano, D.; Robles, S.; & Montoya, B. (2020). En el artículo titulado “Análisis comparativo de los casos confirmados y defunciones por Covid-19 en tres zonas metropolitanas de México” Se describe como la urbanización acelerada ha generado desafíos y consecuencias negativas, como el abandono de zonas rurales, la pobreza y la falta de servicios básicos. La concentración de población en áreas urbanas ha sido crítica en la propagación del virus de la

Covid-19, y se estima que el 90% de los casos se han registrado en zonas urbanas. En México, el proceso de urbanización ha llevado a una concentración significativa de población en las zonas metropolitanas. La pandemia ha expuesto las deficiencias en los sistemas de salud y los desafíos socioeconómicos en las comunidades urbanas. Se han realizado estudios sobre la epidemiología y la vulnerabilidad urbana en México frente a la Covid-19, considerando dimensiones demográficas, de salud y socioeconómicas. Lozano, D.; Gaxiola, S.; & Montoya, B. (2020).

Guzmán, J., et. al. (2021). En el artículo titulado “Estimation of the main conditions in (SARS-CoV-2) Covid-19 patients that increase the risk of death using Machine learning, the case of Mexico”, se realizó un estudio utilizando técnicas de aprendizaje automático supervisado para analizar datos de pacientes con Covid-19 en México. El objetivo era identificar las diez principales condiciones que aumentan la mortalidad y predecir el porcentaje de mortalidad en función de estas condiciones. Se utilizó un conjunto de datos del Ministerio de Salud de México y se aplicaron algoritmos de aprendizaje automático supervisado. Los resultados mostraron las diez principales condiciones críticas, pero no se especifican en el texto proporcionado. El estudio demuestra el potencial del aprendizaje automático para analizar datos y obtener información sobre la mortalidad en pacientes con Covid-19, aunque se deben considerar las limitaciones del estudio. Guzmán, J., et. al. (2021).

Dahal, S., et. al. (2022). El artículo titulado “Investigating COVID-19 transmission and mortality differences between indigenous and non-indigenous populations in Mexico”, evalúa el impacto de la mortalidad por COVID-19 en las poblaciones indígenas en México y compara las tasas de mortalidad con las poblaciones no indígenas. Destaca las desigualdades en los resultados de salud entre ambos grupos y cómo la pandemia ha ampliado esas disparidades. Menciona que las poblaciones indígenas y minorías étnicas suelen experimentar peores resultados de salud en todo el mundo debido a factores como la colonización, el racismo y el acceso limitado a servicios de salud. En el caso de México, se destaca la alta vulnerabilidad de la población indígena debido a la marginación y discriminación. El estudio utilizó datos de vigilancia de la Secretaría de Salud de México y

se realizaron análisis estadísticos para examinar la mortalidad y los factores de riesgo. Dahal, S., et. al. (2022).

Palacio, L., et. al. (2022). En el artículo titulado "Leading causes of excess mortality in Mexico during the COVID-19 pandemic 2020–2021: A death certificates study in a middle-income country", se examina las principales causas de mortalidad durante la pandemia de COVID-19 en México y el exceso de mortalidad no directamente atribuible al virus. Se estima que México tuvo un aumento del 45.1% en muertes en comparación con años anteriores, con una pérdida de esperanza de vida de 2.5 a 3.6 años. Se utilizaron datos de registros de defunción para calcular el exceso de muertes y se identificaron causas como enfermedades cardiovasculares, diabetes y cáncer, además de COVID-19. El estudio destaca la importancia de estimaciones precisas de la mortalidad durante la pandemia para la toma de decisiones en salud pública y su relevancia para otros países. Palacio, L., et. al. (2022).

Villerías, S.; Nochebuena, G.; & Uriostegui, A. (2020). En el artículo titulado “Análisis espacial de vulnerabilidad y riesgo en salud por COVID-19 en el estado de Guerrero, México”, se analiza la vulnerabilidad social ante COVID-19 en el estado de Guerrero, México. Destaca la rápida propagación del virus debido a la proximidad entre personas infectadas y susceptibles, así como la transmisión a través de gotículas respiratorias y oculares. Guerrero es un estado con bajos índices de desarrollo social y económico, con factores de vulnerabilidad como pobreza, exclusión social y falta de acceso a servicios de salud adecuados. Se utilizan métodos como el análisis de Mann-Kendall y se proponen seis indicadores para evaluar la vulnerabilidad, incluyendo la marginación social, urbanización, densidad de población, densidad de carreteras, unidades de salud y razón de camas. Villerías, S.; Nochebuena, G.; & Uriostegui, A. (2020).

Justificación

La Pandemia de Covid-19 es un evento que ha afectado a todo el mundo incluyendo a México, siendo este uno de los países con más presencia del virus, México no cuenta con los recursos necesarios para manejar la pandemia de forma adecuada ya que cuenta con altos números de casos confirmados, defunciones y pacientes hospitalizados, provocando que el sector medico tenga una deficiencia en la atención médica, por la falta de médicos especializados, instrumentos médicos y de medicamentos, la mayor parte de la población siempre busca una atención médica gratuita o no tan costosa, porque en un hospital o consultorio privado, el costo ante la atención del Covid-19 fuera muy elevada, imposibilitando la atención en el sector privado, debido a la economía de la población.

Trascendencia del problema (repercusiones)

Debido a la pandemia, al alto número de casos confirmados y a los pacientes hospitalizados, varios empleados del sector medico también se contagiaron del virus, provocando que se les fuera aislados de las personas, haciendo que su labor ante la pandemia fuera detenida y disminuyera el personal en los centros médicos que atendían a los pacientes que ingresaban día con día, al igual el personal médico contagiado ocupada un lugar en el hospital, haciendo que el sistema se saturara más, también se registró una pérdida económica debido a las consultas y medicamentos recetados, a los pacientes contagiados, ya en México la consulta de un caso Covid-19 es muy alta como también los medicamentos y oxígeno que se requiere para el control de la enfermedad.

Factibilidad de realización

Se está proponiendo elaborar Visualizador web, para poder identificar la presencia espaciotemporal de la concentración de los casos confirmados, defunciones, negativos y sospechosos de Covid-19, en los municipios del estado de México, obteniendo los registros que proporciona el gobierno federal, de los datos a nivel municipal de todo el año 2020, 2021, y 2022. Este conjunto de datos tiene un formato CSV (archivo de texto separado por comas) el cual puede ser leído por Python y manipulado por Qgis, de esta forma se puede generar archivos vectoriales que ayuden a cumplir el objetivo de la investigación, Python y Qgis, son programas de software libre, por lo que no se necesita un pago monetario para poder

utilizarlos, estos programas pueden ser utilizados en una computadora de gama media-alta, la cual puede ser obtenida de medianamente fácil.

Para la manipulación de los datos con los programas ya mencionados, se requiere tener conocimiento de programación, programación web, estadística, cartografía, y base de datos que son adquiridos durante los estudios de la licenciatura en Geoinformática.

Vulnerabilidad del problema (posibilidad de éxito) y beneficios

Por lo anterior mencionado, se tienen las condiciones necesarias para generar el objetivo de la investigación, una cartografía que permita identificar la presencia espaciotemporal de la concentración de los casos confirmados, defunciones, negativos y sospechosos de Covid-19, en los municipios del estado de México, con esto se puede tener como una base para la toma de decisiones de salud, porque sirve como información sobre los sitios más vulnerables y afectados ante una nueva posible pandemia, y poder prevenir más daños, pérdidas a nivel estado y nacional.

Esto también sirve para que la sociedad este informada de cómo se dispersó la pandemia, les sirva para tomar la mejor decisión posible ante un caso o una nueva pandemia, y no se vean tan afectados en ningún ámbito.

Objetivo General

El objetivo de esta investigación es desarrollar un visualizador web interactivo que muestre la distribución del comportamiento espaciotemporal de la pandemia por Covid-19, en el Estado de México a nivel municipal, de febrero de 2020 a diciembre de 2022.

Objetivos Específicos

- Desarrollar una base de datos geoespacial que contenga los datos de los casos confirmados, sospechosos, negativos y defunciones por Covid-19.
- Integrar las bases de datos geoespaciales en GeoServer, con el propósito de almacenarlos y publicarlos.
- Diseñar e implementar un visualizador interactivo utilizando JavaScript, que permita a los usuarios interactuar con los gráficos y datos generados.

Capítulo 1. Marco Teórico - conceptual

1.1 La Geoinformática y la pandemia de Covid-19

La Geoinformática desempeña un papel importante en la gestión de la pandemia de COVID-19 al permitir el análisis y visualización de datos geográficos relacionados con la propagación del virus. A través de sistemas de información geográfica (SIG) y herramientas geoespaciales, se pueden integrar datos epidemiológicos con información geográfica para comprender mejor los patrones de transmisión, identificar áreas de alto riesgo y apoyar la toma de decisiones basada en la ubicación.

La Geoinformática ayuda a mapear la distribución geográfica de los casos de COVID-19, lo que permite identificar áreas con mayor concentración de infecciones y visualizar cómo se propaga el virus a lo largo del tiempo. Esto facilita la identificación de posibles rutas de transmisión y la implementación de medidas preventivas en áreas específicas.

Además, la Geoinformática se utiliza para analizar factores geográficos que pueden influir en la propagación del virus, como la densidad de población, la movilidad, la accesibilidad a servicios de salud y las características socioeconómicas de las diferentes regiones. Estos análisis espaciales ayudan a comprender las disparidades geográficas en la incidencia y respuesta a la pandemia, lo que a su vez permite una asignación más eficiente de recursos y una planificación estratégica de la distribución de vacunas.

En resumen, la Geoinformática proporciona herramientas y análisis espaciales para comprender la relación entre la geografía y la propagación del virus, lo que apoya la toma de decisiones informadas y la planificación de medidas de control de la pandemia.

a. Conceptos relevantes

Para esta investigación es importante entender los siguientes conceptos, con base en estos conceptos podemos recopilar, analizar y representar los datos geográficos de manera efectiva, identificar patrones espaciales, comprender la propagación de la enfermedad y presentar la información de manera visualmente atractiva y comprensible. Al utilizar estas herramientas, los investigadores pueden tomar decisiones informadas y planificar estrategias eficientes de control y prevención de enfermedades en función de la comprensión detallada de la situación geoespacial.

Longley, P., et al. (2004). En el libro "Geographic Information Systems and Science" se define que "un sistema de hardware, software, datos, personal y procedimientos organizados y diseñados para facilitar la captura, almacenamiento, actualización, manipulación, análisis y visualización de información geográficamente referenciada". Longley, P., et al. (2004). Esta definición destaca la importancia de los componentes organizativos y de personal en la implementación y uso efectivo de los SIG.

Los SIG permiten integrar y analizar datos geográficos y epidemiológicos, lo que proporciona una comprensión más completa de la propagación del virus. Ayudan en la identificación de áreas de alto riesgo, la planificación de recursos y la toma de decisiones basadas en la ubicación.

Rogerson, P. (1994) en su libro " Spatial Analysis And GIS ", establece que el análisis espacial es "el conjunto de técnicas que intentan entender los patrones de las variables en relación con su ubicación geográfica". Rogerson, P. (1994). Esta definición destaca la idea de que el análisis espacial se enfoca en la exploración de la distribución geográfica de las variables y busca comprender las relaciones y patrones espaciales que pueden existir entre ellas.

El análisis espacial proporciona información sobre los patrones y las relaciones espaciales de los casos de COVID-19. Permite identificar clusters de infección, áreas con mayor incidencia y factores geográficos que influyen en la propagación del virus. Esto ayuda a priorizar medidas de control y asignar recursos de manera más eficiente.

Longley, P., et al. (2004). En el libro "Geographic Information Systems and Science", definen los datos geográficos como "información sobre objetos, actividades o fenómenos que tienen una localización relativa o absoluta en la Tierra". Longley, P., et al. (2004). Según esta definición, los datos geográficos se refieren a cualquier información que pueda ser asociada con una ubicación geográfica, ya sea en términos de coordenadas absolutas (como latitud y longitud) o en relación con otros objetos o fenómenos en el espacio.

Los datos geográficos para esta investigación son, la ubicación de los casos, la densidad de población y los servicios de salud, son fundamentales para el análisis geoespacial. Estos datos

permiten mapear la distribución geográfica de la enfermedad, identificar áreas de mayor impacto y evaluar las necesidades específicas de cada región.

White, R.; Engelen, G.; & Uljee, I. (2015). en el libro "Modeling Cities and Regions as Complex Systems: From Theory to Planning Applications", describen el modelado de propagación en cuestiones geográficas como "el proceso de simular la forma en que los fenómenos se transmiten difunde o se desplazan en el espacio geográfico" White, R., Engelen, G., & Uljee, I. (2015). Esta definición resalta la importancia de la simulación y representación espacial para comprender cómo los fenómenos se propagan y afectan diferentes áreas geográficas.

El modelado de propagación permite simular diferentes escenarios y predecir la expansión del virus. Estos modelos ayudan a comprender cómo se propaga la enfermedad en función de factores geográficos y apoyan la planificación de medidas de control y la anticipación de necesidades futuras.

MacEachren, A. (2004) en su libro "How Maps Work: Representation, Visualization, and Design", define la visualización geoespacial como "el proceso de representar información geográfica de manera visual, utilizando técnicas gráficas y herramientas interactivas para comunicar patrones, relaciones y características espaciales". MacEachren, A. (2004). Esta definición destaca la importancia de utilizar representaciones visuales efectivas para comunicar información geográfica y resaltar las características espaciales de los datos.

La visualización de datos geográficos relacionados con la pandemia es crucial para comunicar información de manera clara y accesible. Los mapas temáticos y otras representaciones visuales permiten identificar patrones, visualizar áreas de riesgo y compartir información con el público y los responsables de la toma de decisiones.

1.2 Principales pandemias y su distribución espacial en el mundo

Hay que destacar que es de vital importancia comprender las principales pandemias y su distribución espacial en el mundo. Conocer la propagación de estas enfermedades nos permite identificar áreas de alto riesgo y adoptar medidas preventivas oportunas. Al analizar la distribución espacial, podemos descubrir patrones y correlaciones entre la incidencia de

enfermedades y factores como la densidad de población, los patrones de migración y las condiciones socioeconómicas. Esto proporciona información valiosa para la planificación de políticas de salud pública y la asignación eficiente de recursos. Además, la vigilancia y el seguimiento de la distribución espacial nos permiten detectar brotes tempranamente y tomar medidas rápidas para controlar la propagación de la enfermedad. Aprender de las pandemias pasadas nos ayuda a entender la historia de las enfermedades y aplicar lecciones aprendidas para enfrentar futuras crisis sanitarias. En el cuadro 1, se muestran las principales pandemias que han afectado a la humanidad en la historia.

Cuadro 1 - Principales pandemias en la historia de la humanidad

Epidemias	Año	Fallecidos	Causa	Localización
Peste Antonino o Plaga de Galeno	165-180	5 millones	Desconocida ¿Viruela o sarampión?	Asia Menor, Egipto, Grecia e Italia
Peste de Justiniano	541-542	25 millones 45	Peste bubónica	Imperio Bizantino (Constantinopla). Europa Y Mediterráneo
Muerte Negra	1346-1353	75-200 Millones	Peste bubónica	Europa, Asia, África
Pandemia de Cólera Origen: India	1852-1860	1 millón	Cólera	India (origen) Asia, Europa, América Norte, Suramérica y África
Gripe Rusa	1889-1890	1 millón	Influenza A H3N8	Mundial (en 4 meses)
Cólera	1910-1911 (1923 aún en India)	800 000	Cólera	Oriente Medio. África Norte, Europa Este e India

Gripe Española 1ra, gran pandemia del siglo XX	1918-1920	50-100 millones	Influenza A H1N1	Mundial
Epidemias	Año	Fallecidos	Causa	Localización
Gripe Asiática Procedencia aviar	1957-1958	1,2 a 2 millones	Influenza A H2N2	China, Singapur, Hong-Kong, EE UU.
Gripe de Hong- Kong Tercera gran epidemia siglo XX	1968	1 millón	Influenza A H3N2 Derivado H2N2	Hong-Kong (15%), Singapur, Viet.Nam, Filipinas, India, Australia, EE UU.
VIH-sida Se descubrió en África. Rep Congo 1968.	Pico en 2005- 2012	36 millones (desde 1981) Hoy 31-35 millones conviven virus	Virus Inmuno- deficiencia Humana	Mundial
COVID-19	2019-2020	En desarrollo	Coronavirus SARS-COVID- 2	Mundial. Se descubrió en China (diciembre 2019)

Fuente: Castañeda, C., & Ramos, G. Principales pandemias en la historia de la humanidad. Revista Cubana de Pediatría, (2020).

1.3 Afectaciones, estrategias y consecuencias del covid-19

Es fundamental conocer las afectaciones, estrategias y consecuencias del COVID-19 por varias razones. En primer lugar, comprender el impacto de esta pandemia nos permite evaluar y mitigar los riesgos para la salud pública. Conocer las afectaciones nos ayuda a comprender la gravedad de la enfermedad, identificar grupos de población más vulnerables y adaptar las estrategias de prevención y control en consecuencia. En resumen, estas acciones nos permiten

evaluar los riesgos, adaptar las estrategias de prevención y control, aprender de las mejores prácticas y diseñar respuestas efectivas. Esto es fundamental para proteger la salud pública, limitar el impacto de la pandemia y facilitar la recuperación en todos los aspectos de la sociedad.

a. En el mundo

Es crucial conocer las afectaciones, estrategias y consecuencias de la pandemia de COVID-19 en el mundo para comprender su impacto global en salud, economía y bienestar social. Analizar las estrategias implementadas en diferentes regiones proporciona información valiosa sobre las medidas efectivas en la lucha contra el virus, mientras que entender las consecuencias a corto y largo plazo nos guía hacia la recuperación y preparación para futuras crisis. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el Banco Mundial, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), The Lancet, y Pew Research Center, estas fueron algunas de las afectaciones estrategias y consecuencias a nivel mundial.

Afectaciones

- **Salud pública:** La pandemia puso a prueba los sistemas de salud de muchos países, enfrentándolos a una creciente demanda de atención médica y recursos. La propagación del virus abrumó a hospitales y personal de salud, llevando a la escasez de suministros médicos esenciales como respiradores, equipos de protección y medicamentos.
- **Economía:** La crisis de salud tuvo un impacto masivo en la economía global. Muchos países experimentaron recesiones y desempleo debido a las restricciones impuestas para contener la propagación del virus. Sectores como el turismo, la aviación y la hostelería se vieron particularmente afectados.
- **Educación:** El cierre de escuelas y universidades en todo el mundo afectó la educación de millones de estudiantes. La transición a la educación en línea presentó desafíos de acceso y calidad educativa en algunos lugares.
- **Viajes y transporte:** Las restricciones de viaje y el cierre de fronteras impactaron significativamente la industria de la aviación y el turismo, reduciendo drásticamente los vuelos y el movimiento internacional.

- Cambios sociales: Las medidas de distanciamiento social y confinamientos alteraron la dinámica social y las relaciones humanas, afectando la salud mental y el bienestar de muchas personas.

Estrategias

- Cuarentenas y confinamientos: Muchos países impusieron cuarentenas y confinamientos para reducir la interacción social y prevenir la propagación del virus.
- Uso de mascarillas y medidas de higiene: Se promovió ampliamente el uso de mascarillas y medidas de higiene, como el lavado frecuente de manos, para prevenir la transmisión del virus.
- Rastreo de contactos: Se implementaron sistemas de rastreo de contactos para identificar y aislar a las personas expuestas al virus.
- Cierre de fronteras y restricciones de viaje: Muchos países cerraron sus fronteras y restringieron los viajes internacionales para controlar la importación y exportación del virus.

Consecuencias

- Pérdida de vidas humanas: La pandemia ha resultado en una enorme pérdida de vidas en todo el mundo, dejando un impacto duradero en las familias y comunidades afectadas.
- Aumento de la pobreza y desigualdades: Las restricciones y la recesión económica llevaron a un aumento de la pobreza y una mayor disparidad en el acceso a servicios y oportunidades.
- Desafíos en la salud mental: La pandemia ha provocado un aumento en los problemas de salud mental debido al estrés, el aislamiento social y las incertidumbres.
- Aceleración de la digitalización: La pandemia impulsó la adopción acelerada de tecnologías digitales en diversas áreas, desde el trabajo en línea hasta la educación a distancia.

b. En México

Es fundamental conocer las afectaciones, estrategias y consecuencias de la pandemia de COVID-19 en México. Esto nos permite evaluar el impacto en salud, economía y bienestar social de la población mexicana. Analizar las estrategias implementadas y las consecuencias nos proporciona información valiosa para adaptar medidas efectivas y diseñar políticas de recuperación adecuadas. Comprender el panorama específico en México nos ayuda a proteger la salud de la población, mitigar riesgos futuros y promover la resiliencia en todos los ámbitos de la sociedad mexicana. Según la Secretaría de Salud de México, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), y la Secretaría de Gobernación (SEGOB), estas fueron algunas de las afectaciones estrategias y consecuencias a nivel nacional.

Afectaciones

- **Salud pública:** El sistema de salud mexicano enfrentó grandes desafíos para hacer frente al aumento de casos de covid-19, lo que llevó a la saturación de hospitales y la escasez de recursos médicos en algunas regiones.
- **Economía:** La pandemia provocó una contracción económica en México, afectando a sectores como el turismo, la manufactura y el comercio, y aumentando las tasas de desempleo y pobreza.
- **Educación:** El cierre de escuelas y universidades en todo el país interrumpió la educación de millones de estudiantes y planteó desafíos en la implementación de la educación a distancia.
- **Migración:** La pandemia también afectó a los migrantes y solicitantes de asilo en México, generando restricciones en la movilidad y el acceso a servicios básicos.

Estrategias

- **Suspensión de actividades no esenciales:** Se establecieron restricciones y cuarentenas para reducir la movilidad y la propagación del virus.
- **Promoción de medidas de higiene:** Se promovió el uso de mascarillas, el lavado frecuente de manos y el distanciamiento social como medidas preventivas.

- Implementación de semáforos epidemiológicos: Se adoptó un sistema de semáforos para evaluar el riesgo de contagio por covid-19 en diferentes regiones del país y adaptar las medidas en consecuencia.

Consecuencias

- Pérdida de vidas: La pandemia ha resultado en un alto número de defunciones en México, impactando a muchas familias y comunidades.
- Crisis económica: La contracción económica ha afectado a muchas empresas y trabajadores, especialmente en el sector informal.
- Desigualdades sociales: La pandemia ha puesto de relieve las desigualdades existentes en México, especialmente en el acceso a la atención médica y recursos básicos.

c. En el Estado de México

Es esencial conocer las afectaciones, estrategias y consecuencias de la pandemia de covid-19 en el Estado de México. Esto nos permite evaluar el impacto local en salud y economía, identificar las áreas más afectadas y los grupos vulnerables, y diseñar estrategias adaptadas a las necesidades específicas de la región. Analizar las medidas implementadas y comprender las consecuencias nos brinda información valiosa para enfrentar futuras crisis, proteger la salud de la población y promover la recuperación en el Estado de México. Según la Secretaría de Salud de México, el Gobierno del Estado de México, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), y la Secretaría de Gobernación (SEGOB), y el periódico El Universal, estas fueron algunas de las afectaciones, estrategias y consecuencias a nivel estatal.

Afectaciones

- Salud pública: La propagación del virus ha puesto una presión considerable en los sistemas de salud del Estado de México, generando una alta demanda de atención médica y recursos, y llevando a la saturación de hospitales en algunos momentos.
- Economía: La pandemia ha causado una disrupción económica en el Estado de México, afectando sectores como el comercio, la industria manufacturera y el

turismo, lo que ha resultado en una disminución de empleos y un aumento en la pobreza.

- **Educación:** El cierre de escuelas y la transición a la educación en línea han afectado a estudiantes y maestros, generando desafíos en el acceso a la educación y la calidad del aprendizaje.
- **Movilidad y transporte:** Las restricciones y medidas para contener la propagación del virus han afectado la movilidad de las personas y el funcionamiento del transporte público y privado.

Estrategias

- **Cuarentenas y restricciones de movilidad:** Se implementaron cuarentenas y restricciones de movilidad para reducir la propagación del virus y evitar aglomeraciones.
- **Campañas de información y concientización:** Se llevaron a cabo campañas para informar a la población sobre las medidas preventivas, como el uso de mascarillas y el lavado de manos.
- **Ampliación de la capacidad hospitalaria:** Se trabajó para ampliar la capacidad de los hospitales y unidades de cuidados intensivos para hacer frente al aumento de casos de covid-19.

Consecuencias

- **Pérdida de vidas:** El Estado de México ha experimentado un número considerable de defunciones debido al covid-19, afectando a muchas familias y comunidades.
- **Impacto económico:** La pandemia ha afectado negativamente la economía del Estado de México, con pérdidas en el empleo y cierres de negocios.
- **Desafíos en la educación:** El cierre de escuelas ha presentado desafíos en la continuidad educativa y la calidad del aprendizaje para los estudiantes del Estado de México.

1.4 Cibersalud

La cibersalud es una oportunidad única para transformar la forma en que abordamos la salud y la información médica mediante el uso de tecnologías digitales y de comunicación, es importante destacar que la cibersalud podemos hacer frente a los desafíos de salud pública del siglo XXI mediante el uso inteligente de la tecnología. Para esta investigación la cibersalud ayudara a la comprensión de la evolución de la pandemia en la región, mejorando así la capacidad de respuesta y mitigación de los efectos de la enfermedad.

"La Organización Mundial de la Salud (OMS) entiende la cibersalud como el uso de las tecnologías de información y comunicación para fomentar la salud, ya sea in situ o a distancia) brinda hoy una oportunidad única para el progreso de la salud pública. El fortalecimiento de los sistemas sanitarios mediante la cibersalud puede contribuir al disfrute de los derechos humanos fundamentales porque mejora los niveles de equidad y solidaridad, así como la calidad de vida y de la atención sanitaria." (Cibersalud. (2018). Organización Mundial de la Salud: Cibersalud.).

El objetivo de la cibersalud es mejorar el acceso a la atención médica, aumentar la eficiencia y calidad de los servicios de salud, empoderar a los pacientes en la gestión de su salud y facilitar la toma de decisiones clínicas basadas en evidencia. Al aprovechar las tecnologías digitales, la Cibersalud busca superar barreras geográficas y temporales, y promover una atención médica más integrada y personalizada.

1.5 Teoría de la transición tecnológica

La Teoría de la Transición Tecnológica, también conocida como Teoría de la Transición de las Tecnologías, es un concepto utilizado para describir el proceso mediante el cual una sociedad o sistema evoluciona de una tecnología predominante a otra tecnología predominante a lo largo del tiempo.

Esta teoría sostiene que las sociedades y los sistemas tecnológicos atraviesan diferentes etapas de desarrollo y transición tecnológica. Estas etapas suelen incluir la introducción de una nueva tecnología, la adopción y difusión gradual de esa tecnología en la sociedad, y finalmente la superación y desplazamiento de la tecnología anterior.

La Teoría de la Transición Tecnológica es un concepto que describe el proceso mediante el cual una sociedad o industria cambia de un estado tecnológico a otro a lo largo del tiempo.

Esta teoría busca explicar cómo se producen los cambios tecnológicos y cómo afectan a las personas, las organizaciones y la sociedad en su conjunto.

Uno de los autores que ha trabajado en esta teoría es Carlota Pérez, economista y académica venezolana. En su obra "Revoluciones Tecnológicas y Capital Financiero: La dinámica de las grandes burbujas financieras y las épocas de bonanza, publicada en 2004, Carlota Pérez desarrolla una teoría de las "cinco revoluciones tecnológicas" que han ocurrido a lo largo de la historia moderna.

Según Pérez, C. Cada revolución tecnológica se caracteriza por una fase de "irrupción" o "estallido" tecnológico que da lugar a la aparición de una nueva infraestructura tecnológica fundamental. Esta fase inicial es seguida por una fase de "despliegue" o "propagación", donde la tecnología se extiende y se incorpora en diversos sectores y actividades económicas. Posteriormente, viene una fase de "madurez" o "estabilización", en la cual la tecnología se convierte en la base del crecimiento económico y social. Finalmente, se da una fase de "recesión" o "crisis", donde los excesos y desequilibrios provocados por la revolución tecnológica conducen a una recesión que prepara el camino para una nueva revolución.

La Teoría de la Transición Tecnológica de Carlota Pérez proporciona una perspectiva histórica y económica para comprender cómo las tecnologías emergentes tienen un impacto en la sociedad, cómo se adoptan y cómo dan forma a la economía global a lo largo del tiempo.

1.6 Teoría de la transición epidemiológica

La Teoría de la Transición Epidemiológica es un concepto utilizado para describir los cambios en los patrones de enfermedad y salud en una población a lo largo del tiempo. Esta teoría sostiene que las sociedades pasan por diferentes etapas en cuanto a los principales problemas de salud que enfrentan.

La Teoría de la Transición Epidemiológica es un marco conceptual que describe la evolución de los patrones de enfermedades y mortalidad en una sociedad a lo largo del tiempo. Fue propuesta por Omran, A. (1971). En su obra titulada "The epidemiologic transition: A theory of the epidemiology of population change". En este artículo, Omran detalla las tres etapas de la transición epidemiológica y explora cómo las enfermedades y patrones de salud cambian en respuesta a los cambios demográficos y sociales con tres propuestas.

Mortalidad y dinámica de la población: En esta propuesta inicial, las sociedades se caracterizan por altas tasas de mortalidad debido a enfermedades infecciosas, hambruna y malas condiciones de vida. Las epidemias y las enfermedades transmisibles son las principales causas de muerte. Omran sugiere que, en esta propuesta, la esperanza de vida es relativamente baja y la población tiene una estructura de edad joven.

Cambios en los patrones de mortalidad y morbilidad: A medida que las condiciones socioeconómicas mejoran, las tasas de mortalidad comienzan a disminuir. Esto se debe a la introducción de medidas de salud pública, mejoras en la nutrición y la higiene, y avances en la atención médica. Las enfermedades infecciosas dejan de ser la principal amenaza y se observa un aumento en las enfermedades crónicas no transmisibles, como enfermedades cardiovasculares y cáncer. La esperanza de vida aumenta en esta propuesta.

Riesgos relativos de mortalidad por edad y sexo: En esta propuesta, las sociedades experimentan un predominio de enfermedades crónicas y degenerativas, que se vuelven más comunes debido al envejecimiento de la población y cambios en el estilo de vida. Aunque las tasas de mortalidad por enfermedades infecciosas siguen siendo bajas, las enfermedades no transmisibles se convierten en las principales causas de morbilidad y mortalidad. La esperanza de vida continúa aumentando, pero las personas pueden vivir con enfermedades crónicas durante períodos prolongados.

Julio Frenk, exministro de Salud de México y experto en salud pública, también ha contribuido al concepto de la Transición Epidemiológica. Frenk, J destaca que la transición epidemiológica es un proceso dinámico y complejo que implica la interacción de múltiples factores, como la urbanización, el envejecimiento de la población, los cambios en el estilo de vida y los avances en la atención médica. Frenk enfatiza que el abordaje de la transición epidemiológica requiere de políticas públicas integrales y enfoques multidisciplinarios para abordar los desafíos de salud en cada etapa de la transición.

Frenk, J et. al en el artículo titulado “Elementos Para una Teoría de la Transición Sanitaria” mencionan que "La teoría de la transición epidemiológica debe entonces orientarse a comprender las características, determinantes y consecuencias de dicho proceso. Como las condiciones de salud se están transformando continuamente —a medida que desaparecen, emergen o reemergen distintos padecimientos— puede afirmarse que la transición epidemiológica es un proceso continuo y no un periodo de tiempo relativamente simple y

unidireccional. Obviamente, una transición no es cualquier cambio; es un cambio que sigue un patrón identificable y que ocurre durante un largo tiempo."

1.7 Servicios de Salud Públicos en México

Es esencial resaltar la trascendencia y el valor que ostentan los Servicios de Salud Públicos en México, ya que desempeñan un papel fundamental en el bienestar y la calidad de vida de la población. Su impacto directo en la atención médica, la prevención de enfermedades y la promoción de la salud los convierte en un pilar indispensable en el país. La pandemia de Covid-19 ha puesto a prueba el sistema de salud a nivel global, lo que ha llevado a explorar minuciosamente las estrategias adoptadas, los desafíos enfrentados y las consecuencias en la sociedad. Esta situación ha puesto en relieve la importancia de contar con un sistema de salud sólido e integral que garantice a todos los ciudadanos, sin importar su situación socioeconómica, el acceso equitativo a la atención médica que merecen.

En el diario de la federación de la secretaria de gobernación (2022). Se realizó el Acuerdo por el que se emite el Modelo de Atención a la Salud para el Bienestar (MAS-BIENESTAR). En donde se muestra cuáles son los servicios que operan para el servicio de salud a la población mexicana.

- Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS): Proporciona servicios de atención médica, seguro de enfermedad y accidentes, y prestaciones sociales a trabajadores formales y sus familias.
- Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE): Ofrece servicios de salud y seguridad social a los empleados públicos federales y sus familias.
- Secretaría de Salud (SSA): Es responsable de la atención médica para poblaciones sin seguridad social. Opera hospitales y centros de salud en todo el país y coordina programas de prevención y promoción de la salud.
- Programa IMSS-Bienestar: Está dirigido a poblaciones rurales y marginadas que no están cubiertas por el IMSS regular. Proporciona atención médica y servicios de salud.

- Programa de Vacunación Universal: Ofrece vacunas gratuitas para prevenir diversas enfermedades.

El sector privado está constituido por empresas de seguros y proveedores de servicios que operan en consultorios, clínicas y hospitales privados, englobando también a los prestadores de servicios de medicina alternativa.

a. Políticas de distribución de los recursos de salud

Es crucial abordar las Políticas de Distribución de los Recursos de Salud en México debido a su impacto significativo en el sistema de salud del país. Estas políticas determinan cómo se asignan los recursos financieros y materiales, lo que afecta directamente la calidad, equidad y accesibilidad de los servicios de salud para la población. Al explorar en detalle estas políticas, se puede entender cómo se toman decisiones clave en el ámbito sanitario, especialmente en situaciones de crisis como la pandemia de Covid-19. Analizar la distribución de recursos permitirá identificar implicaciones y desafíos, y también evaluar si se están cumpliendo los objetivos de equidad y acceso a la atención médica para todos los ciudadanos. A través de esta investigación, se podrá contribuir al conocimiento sobre el funcionamiento del sistema de salud, destacando la importancia de decisiones informadas y basadas en evidencia para mejorar la atención médica y el bienestar de la población en general.

Según el Gobierno de México, Secretaría de Salud. (2020). El Programa Sectorial de Salud (PSS) 2020-2024 es el medio a través del cual el Gobierno de la Cuarta Transformación plantea las estrategias y acciones para alcanzar los objetivos de salud establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. La Dirección General de Evaluación del Desempeño, en cumplimiento de su rol según el Reglamento Interior de la Secretaría de Salud, se encarga del seguimiento anual al cumplimiento de las metas del PSS. Realizar un seguimiento periódico de los indicadores en relación con las metas permitirá validar la efectividad de las estrategias y acciones propuestas, asegurando el cumplimiento de los objetivos de la actual administración gubernamental.

Según el Gobierno de México, Secretaría de Salud. (2020). Los objetivos prioritarios del Programa Sectorial de Salud 2020-2024 son los siguientes:

1. “Garantizar los servicios públicos de salud a toda la población que no cuente con seguridad social y, el acceso gratuito a la atención médica y hospitalaria, así como exámenes médicos y suministro de medicamentos incluidos en el Compendio Nacional de Insumos para la Salud.”
2. “Incrementar la eficiencia, efectividad y calidad en los procesos del SNS para corresponder a una atención integral de salud pública y asistencia social que garantice los principios de participación social, competencia técnica, calidad médica, pertinencia cultural y trato no discriminatorio, digno y humano.”
3. “Incrementar la capacidad humana y de infraestructura en las instituciones que conforman el SNS, especialmente, en las regiones con alta y muy alta marginación para corresponder a las prioridades de salud bajo un enfoque diferenciado, intercultural y con perspectiva de derechos.”
4. “Garantizar la eficacia de estrategias, programas y acciones de salud pública, a partir de información oportuna y confiable, que facilite la promoción y prevención en salud, así como el control epidemiológico tomando en cuenta la diversidad de la población, el ciclo de vida y la pertinencia cultural.”
5. “Mejorar la protección de la salud bajo un enfoque integral que priorice la prevención y sensibilización de los riesgos para la salud y el oportuno tratamiento y control de enfermedades, especialmente, las que representan el mayor impacto en la mortalidad de la población.”

b. Accesibilidad geográfica

Es fundamental abordar la Accesibilidad geográfica en cuestiones de salud debido a su impacto en la equidad y acceso a los servicios médicos. Este concepto explora cómo la ubicación geográfica de las personas puede influir en su capacidad para acceder a la atención médica, especialmente en áreas remotas o desfavorecidas. Al considerar la Accesibilidad geográfica, se puede analizar las disparidades regionales en el acceso a la atención médica y proponer soluciones para mejorar la equidad en el sistema de salud. La investigación será valiosa para abordar desafíos de acceso, identificar estrategias como la telemedicina o servicios móviles de salud, y garantizar que todas las personas tengan igualdad de oportunidades para recibir atención médica de calidad, independientemente de su ubicación.

Aday, L.; & Andersen, R. (1974). En el artículo titulado “A framework for the study of access to medical care” Conceptualizaron la accesibilidad geográfica como "la medida en que la ubicación de los proveedores de atención médica y los servicios de salud coincide con la ubicación de la población que necesita atención". Aday, L.; & Andersen, R. (1974). En otras palabras, la accesibilidad geográfica se refiere a la distancia y facilidad con la que las personas pueden acceder a los servicios de salud según su ubicación geográfica, teniendo en cuenta la disponibilidad y distribución de los proveedores de atención médica en el área donde residen.

1.8 Visualizadores más importantes de Covid-19

Mencionar los visualizadores web más importantes de Covid-19 servirá para contextualizar la relevancia y originalidad de este trabajo. Los visualizadores destacados actúan como faros luminosos que han iluminado el camino hacia una mejor comprensión de la pandemia. Al referenciarlos, nos sumergimos en un mar de conocimiento compartido, estableciendo un vínculo con la comunidad científica y tecnológica que ha contribuido con esfuerzo y dedicación a la lucha contra la enfermedad. Estos hitos en la visualización de datos son como antorchas que han guiado a los líderes, investigadores y ciudadanos en la toma de decisiones informadas, brindando un panorama más completo y claro de la propagación del virus y su impacto en las poblaciones locales y globales. Hay que destacar el esfuerzo colectivo y la importancia de la colaboración y el intercambio de conocimientos en este escenario ante una crisis sanitaria de magnitudes inimaginables.

Según la FileMaker. (2016). Los visualizadores web son herramientas de presentación que posibilitan la exhibición de información desde sitios web, utilizando datos de una base de datos. Por ejemplo, un visualizador web podría generar una URL para un sitio de mapas basándose en los datos almacenados en los campos de dirección y población de una tabla en la base de datos. A medida que se visualiza cada registro en la tabla, el visualizador web mostrará un mapa correspondiente a la ubicación específica indicada en ese registro en particular.

a. Visualizadores Internacionales

Existen varios visualizadores web importantes que han sido ampliamente utilizados para mostrar información y estadísticas relacionadas con la pandemia de COVID-19. Algunos de los más destacados son:

- COVID-19 Data Explorer de Our World in Data (2020- a la actualidad): Proporciona visualizaciones interactivas sobre casos, pruebas, vacunaciones y otras métricas relacionadas con la pandemia a nivel global y por país.
url: <https://ourworldindata.org/coronavirus#coronavirus-country-profiles>
- Johns Hopkins University COVID-19 Dashboard (2020- a la actualidad): Es un panel de control en tiempo real que muestra casos confirmados, fallecimientos y recuperaciones a nivel mundial, además de ofrecer mapas interactivos y otras visualizaciones.
url: <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>
- World Health Organization (WHO) COVID-19 Dashboard (2020- a la actualidad): Proporciona información actualizada sobre casos confirmados, fallecimientos y vacunaciones en todo el mundo, con visualizaciones interactivas y datos desglosados por país.
url: <https://covid19.who.int/>
- COVID-19 Tracker de Google News (2020- a la actualidad): Ofrece un seguimiento de los casos, fallecimientos y pruebas de COVID-19 en diferentes países, además de proporcionar gráficos interactivos y noticias relacionadas.
url: <https://health.google.com/covid-19/open-data/explorer/statistics?loc=AU>

b. Visualizadores Nacionales

Estos son algunos de los visualizadores web más utilizados en México para seguir la evolución de la pandemia de COVID-19. Recuerda que es importante acceder a fuentes confiables y oficiales para obtener información actualizada y verificada sobre la situación en el país.

- Covid-19 México, visor de la Secretaría de Salud (2020- a la actualidad): Es el sitio oficial del Gobierno de México que proporciona información actualizada sobre casos confirmados, fallecimientos, hospitalizaciones y otros datos relacionados con la

pandemia. También ofrece visualizaciones gráficas interactivas y datos desglosados por estado.

url: <https://datos.covid-19.conacyt.mx/>

- COVID-19 México de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) (2020- a la actualidad): Es una plataforma desarrollada por la UNAM que presenta información sobre casos confirmados, pruebas, hospitalizaciones y defunciones a nivel nacional y estatal. Incluye mapas interactivos y gráficos para visualizar la evolución de la pandemia.

url:

<https://covid19.ciga.unam.mx/apps/55176cfbbf47463fbc778c5b5e77fea9/explore>

- Visualizador COVID-19 de México de DataScience UNAM (2020- a la actualidad): Proporciona datos actualizados sobre casos confirmados, fallecimientos, recuperaciones y pruebas en México. Además, ofrece visualizaciones interactivas y permite filtrar los datos por entidad federativa.

url: <https://www.gits.igg.unam.mx/iCOVID-19/home>

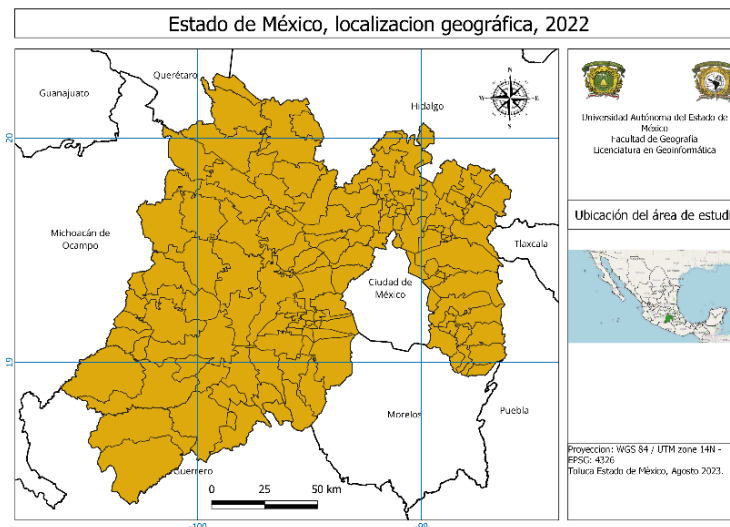
Capítulo 2 Metodología

Área de estudio

El área de estudio es el Estado de México, ubicado en el centrosur, dividido en 125 municipios, de acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en 2020 su población fue de 16,992,418, de ellos, 8 741 123 son mujeres (51.4%) y 8 251 295 son hombres (48.6%). México ocupa el primer lugar a nivel nacional por número de habitantes y se mantiene en el mismo sitio con respecto a 2010.

El Estado de México se encuentra ubicado en la meseta mexicana, en el centro de México, y se extiende entre los meridianos 98° 36' y 100° 37' de longitud oeste del meridiano de Greenwich, así como entre los paralelos 18° 22' y 20° 17' de latitud norte. En términos de superficie, su territorio abarca 22 499.95 km², lo que equivale al 1.1 % del área total de México, situándolo en el puesto 25 en cuanto a extensión territorial en comparación con los demás estados del país. Limita al norte con los estados de Querétaro e Hidalgo, al este con los estados de Puebla y Tlaxcala, al sur con Morelos y Guerrero, y al oeste con Michoacán de Ocampo, además de compartir una pequeña frontera con Guerrero (Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México). En la figura 1, se muestra el área de estudio que cubrirá el visor.

Figura 1. Estado de México, localización geográfica, 2022.



Marco geoestadístico de INEGI, 2022

Tipo de estudio

Durante el año 2020 en el estado de México el virus de Sars-cov-2 (Covid-19) tuvo una gran presencia en la entidad, por lo que esta investigación es medida de manera longitudinal porque se analiza el cambio espacio – temporal del virus y sus principales consecuencias que tuvo la pandemia durante dos años, ante la demanda de los servicios de salud en el sector público, con respecto a la calidad de atención y la accesibilidad que tiene la población al servicio de salud en sus localidades, el objetivo de analizar este proceso de atención, es para dar una perspectiva de la pandemia, analítica y descriptiva, para dar una propuesta ante una futura pandemia.

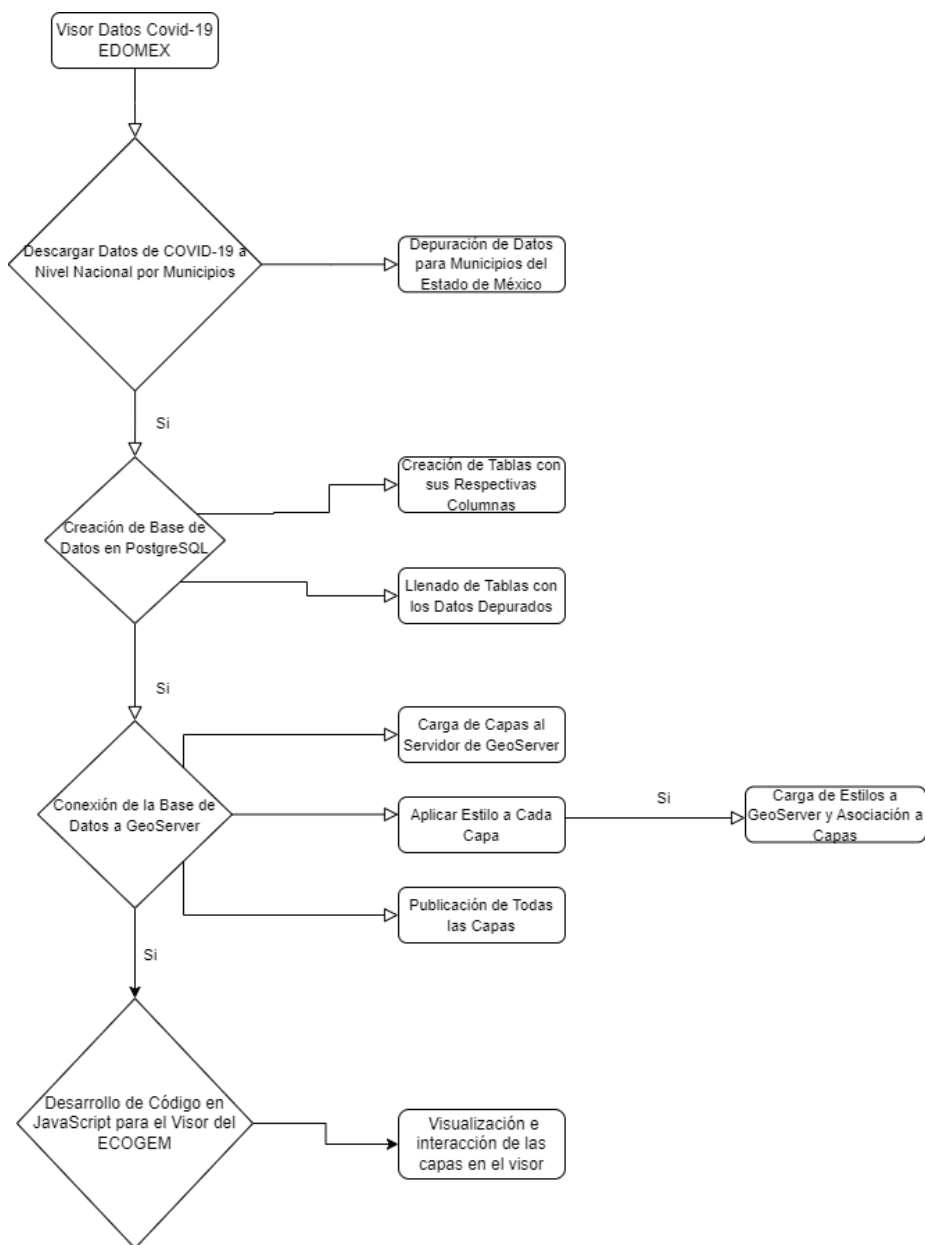
Materiales de trabajo

- Cartografía del límite estatal del Estado de México.
- Cartografía nacional de México.
- Base de datos de covid-19 en el estado de México por municipios.
- Hardware para el uso de software.
- Software para la manipulación y depuración de los datos.

Diagrama de Flujo

En el diagrama 1, se presenta una descripción general de los procesos cruciales que se llevaron a cabo para lograr la integración exitosa de las capas de COVID-19 en el visor del ECOGEM. Estos procedimientos desempeñaron un papel fundamental en el éxito del proyecto al asegurar que la información relacionada con la pandemia se incorporara de manera eficaz y precisa, lo que a su vez contribuyó a una mejor comprensión y gestión de la situación.

Diagrama 1. Descripción de los procesos.



Fuente: Elaboración propia, 2023

Descripción de Procesos y Capturas de Pantalla

En esta sección, se brindará una detallada descripción de los procesos que se llevaron a cabo en la creación del visualizador web. La construcción de esta herramienta se convierte en un elemento esencial para la comprensión y análisis de los datos relacionados con el Covid-19 en el Estado de México. A través de un enfoque metódico y cuidadosamente diseñado, se logró la implementación de este visualizador que, en última instancia, permitirá una visión más clara y profunda de la pandemia en esta región.

Recopilación de Datos

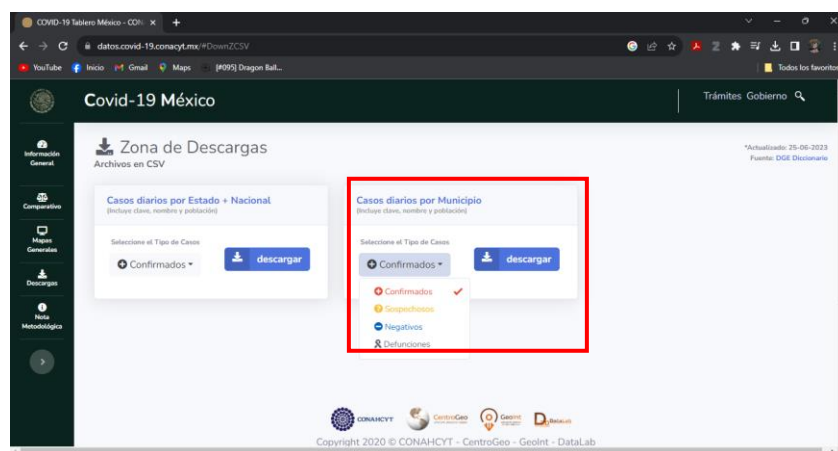
El proceso inicial e indispensable en la creación del visualizador fue la exhaustiva recopilación de datos críticos. Este paso esencial se desarrolló con meticulosidad, priorizando la obtención de información precisa y confiable. Para ello, se recurrió al tablero de datos nacionales proporcionado por el Consejo Nacional de Humanidades Ciencias y Tecnologías (CONHACYT), una fuente de información reconocida por su autoridad y rigurosidad en la recopilación de datos a nivel nacional.

Datos a Nivel Municipal: La Esencia de la Información

Los datos que se descargaron fueron los casos confirmados, sospechosos, negativos, y defunciones, obtenidos a través del tablero de datos del CONACYT, ofrecían una visión detallada a nivel municipal, lo que se traduce en una riqueza significativa de información. Esta perspectiva a nivel de cada municipio es crucial, ya que permite una comprensión profunda de la propagación y el impacto del Covid-19 en toda la región. La figura 2 ilustra la amplitud de los datos recopilados, abarcando municipio por municipio en todo el país.

Liga: <https://datos.covid-19.conacyt.mx/#DownZCSV>

Figura 2. Tablero de descargas Covid-19, CONACYT, 2020.



CONACYT. (2020). Datos COVID-19.

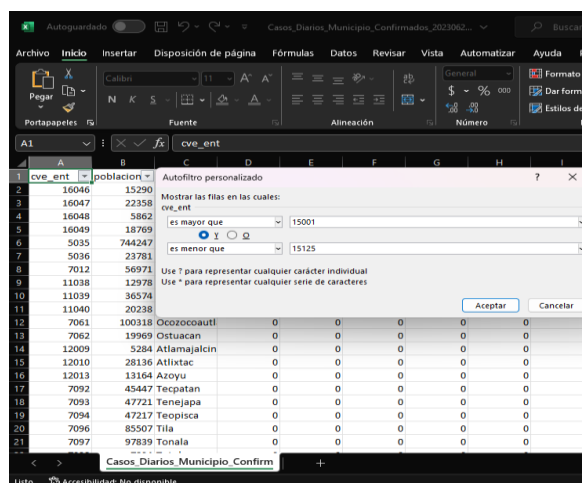
En la fase crítica de procesamiento de datos, los registros originales en formato .csv se sometieron a manipulación y refinamiento utilizando el software Excel, como herramienta principal. La figura 3 proporciona una visión clara de la distribución de los datos a nivel nacional, organizados por municipio. Dado que el enfoque se centró en analizar la situación del Covid-19 en el Estado de México, se llevó a cabo un proceso de depuración minucioso en los cuatro archivos principales que incluyen casos confirmados, casos sospechosos, resultados negativos y defunciones. Cada uno de estos archivos se sometió a una selección meticulosa para retener solo los registros pertinentes a los municipios de nuestra región de estudio. Esta estrategia de refinamiento de datos asegura que los resultados que utilizamos como base para nuestro visualizador sean precisos y relevantes, sentando así una base sólida para comprender y representar visualmente la evolución del Covid-19 en los municipios del Estado de México con la máxima precisión y significado.

Figura 3. Archivo .csv de casos confirmados.

cve_ent	nombre	26/02/2020	27/02/2020	28/02/2020	29/02/2020	01/03/2020	02/03/2020	03/03/2020	04/03/2020	05/03/2020	06/03/2020	07/03/2020	08/03/2020	09/03/2020	10/03/2020
15001	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15002	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15003	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15004	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15005	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15006	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15007	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15008	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15009	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15010	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15011	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15012	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15013	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15014	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15015	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15016	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15017	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15018	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15019	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15020	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15021	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15022	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15023	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15024	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15025	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15026	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15027	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15028	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15029	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15030	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15031	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15032	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15033	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15034	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15035	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15036	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15037	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15038	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15039	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15040	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15041	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15042	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15043	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15044	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15045	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15046	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15047	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15048	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15049	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15050	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15051	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15052	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15053	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15054	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15055	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15056	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15057	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15058	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15059	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15060	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15061	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15062	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15063	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15064	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15065	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15066	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15067	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15068	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15069	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15070	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15071	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15072	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15073	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15074	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15075	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15076	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15077	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15078	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15079	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15080	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15081	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15082	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15083	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15084	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15085	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15086	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15087	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15088	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15089	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15090	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15091	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15092	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15093	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15094	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15095	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15096	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15097	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15098	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15099	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15100	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15101	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15102	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15103	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15104	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15105	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15106	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15107	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15108	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15109	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15110	Atlix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15111	Atlix	0	0</												

asegurando que la información que se incorporará en el visualizador sea precisa y específica de nuestra área de estudio, proporcionando una base sólida y fiable para el análisis detallado de la evolución del Covid-19 en los municipios del Estado de México.

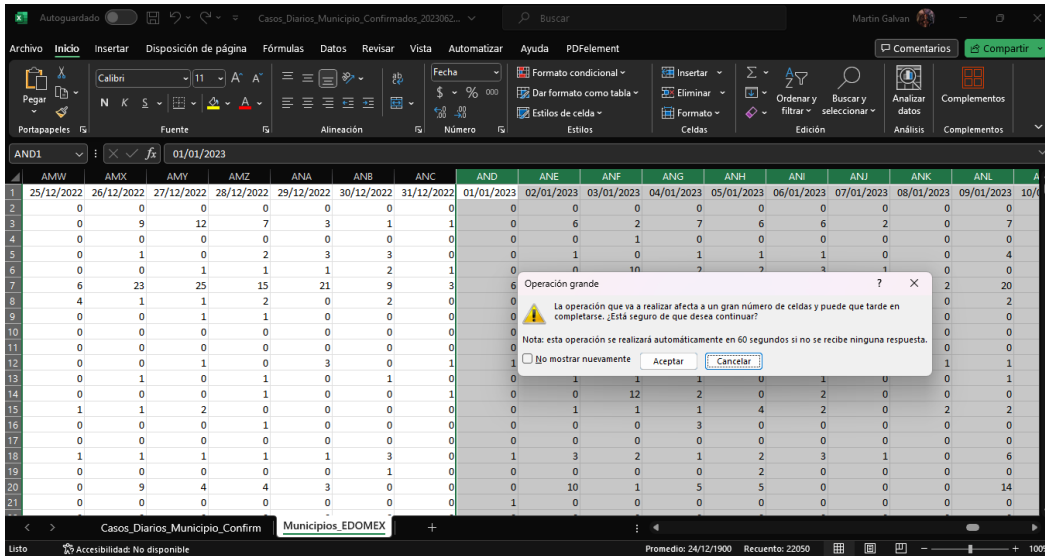
Figura 4. Filtro personalizado, para municipios del estado de México.



Fuente: Elaboración propia, 2023

Continuando con el proceso de depuración de datos, se procedió a realizar la eliminación de todos los registros correspondientes al año 2023, como se ejemplifica claramente en la figura 5. Esta medida se adoptó de manera consistente en los cuatro archivos principales que abarcan casos confirmados, casos sospechosos, resultados negativos y defunciones. La razón subyacente de esta depuración radica en que nuestro estudio se encuentra estratégicamente centrado en los años 2020, 2021 y 2022, período que coincide con los eventos cruciales de interés. Eliminando los datos del año 2023, garantizamos que la información utilizada en el visualizador esté alineada con los momentos específicos de análisis, lo que contribuye a una representación precisa y coherente de la evolución del Covid-19 en los municipios del Estado de México durante los años relevantes.

Figura 5. Eliminación de datos del año 2023.



Fuente: Elaboración propia, 2023

En cuanto a la representación de los datos en el visor, se implementará un enfoque trimestral, lo que implica la agregación de datos para los meses de enero a marzo, abril a junio, julio a septiembre, y octubre a diciembre, abarcando así todos los años de estudio. La figura 6 ilustra de manera evidente este proceso, exhibiendo la suma correspondiente de casos de enero a marzo del año 2020. Este método de agregación se aplicará de forma uniforme a los cuatro archivos fundamentales que incluyen casos confirmados, casos sospechosos, resultados negativos y defunciones. Al adoptar este enfoque trimestral, el objetivo es proporcionar una representación más estructurada y significativa de la evolución del Covid-19 en los municipios del Estado de México a lo largo de los años de interés.

Figura 6. Suma de los datos por trimestre.

	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP
2	0	0	0	0	0	=SUMA(C2:AK2)	0	0	0	0
3	0	0	0	0	1	0	4	1	1	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
6	0	1	0	0	0	0	3	1	1	0
7	3	3	2	2	1	21	6	1	1	4
8	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0

Fuente: Elaboración propia, 2023

En la figura 7, se presenta de manera ilustrativa la suma total de los casos confirmados durante los cuatro trimestres del año 2020, lo que constituye una práctica que se extenderá de manera uniforme a los cuatro archivos fundamentales que abarcan casos confirmados, sospechosos, resultados negativos y defunciones. Este enfoque de agregación de datos por trimestres, además de promover una visualización más organizada y comprensible, permitirá una análisis más profundo y detallado de la evolución del Covid-19 en los municipios del Estado de México.

Figura 7. Suma por trimestre de los datos confirmados de 2020

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	cve_ent	nombre	enero_marzo_2020	abril_junio_2020	julio_septiembre_2020	octubre_diciembre_2020	enero_marzo_2021	abril_junio_2021	julio_septiembre_2021	octubre_diciembre_2021
2	15001	Acambay de	0	80	200	69	130	42	158	58
3	15002	Acolman	1	350	535	279	276	76	491	97
4	15003	Aculco	0	25	31	27	84	17	169	34
5	15004	Almoloya de	0	9	38	9	19	4	39	6
6	15005	Almoloya de	0	217	280	235	227	39	207	52
7	15006	Almoloya de	0	40	48	27	29	2	55	52
8	15007	Amanalco	0	47	67	27	61	24	278	93
9	15008	Amatepec	0	8	9	39	15	1	109	73
10	15009	Amecameca	0	154	156	116	169	25	296	93
11	15010	Apaxco	0	34	58	60	102	47	293	142
12	15011	Atenco	0	90	186	165	349	129	569	385
13	15012	Atizapan	3	178	136	256	253	37	226	100
14	15013	Atizapan de	21	1207	1204	2138	3496	795	3277	748
15	15014	Atzacomulco	0	262	733	166	339	53	424	163
16	15015	Atlautla	0	38	50	30	76	36	141	73
17	15016	Avapusco	0	67	168	38	35	11	75	5
18	15017	Ayapango	0	16	10	8	12	2	17	1
19	15018	Calimaya	1	154	142	83	117	27	137	41
20	15019	Capulhuac	0	93	112	55	62	16	74	22
21	15020	Coacalco de	6	837	899	1701	1863	444	2660	377

Fuente: Elaboración propia, 2023

Creación de la base de datos geográfica

La creación de la base de datos constituyó un paso fundamental en el proyecto, y se llevó a cabo con la implementación de código SQL, específicamente en PostgreSQL versión 10. La figura 8 ofrece una visión detallada del código que se utilizó en la creación de la tabla que alberga los datos de los casos confirmados. Cabe destacar que este proceso se repitió de manera precisa y sistemática para incorporar los registros relativos a las defunciones, resultados negativos y casos sospechosos. La elección de PostgreSQL, una plataforma conocida por su robustez y confiabilidad asegura la integridad y eficiencia de nuestra base de datos.

Figura 8. Creación de la tabla para los casos confirmados.

```
CREATE TABLE covid19.edomex_covid19_confirmados_portrimestre
(
  id serial not null,
  geom geometry(Point,32614),
  cve_ent integer not null,
  cve_inegi character varying null,
  cve_igececm character varying null,
  poblacion integer not null,
  nombre character varying not null,
  enero_marzo_2020 integer not null,
  abril_Junio_2020 integer not null,
  julio_septiembre_2020 integer not null,
  octubre_diciembre_2020 integer not null,
  enero_marzo_2021 integer not null,
  abril_Junio_2021 integer not null,
  julio_septiembre_2021 integer not null,
  octubre_diciembre_2021 integer not null,
  enero_marzo_2022 integer not null,
  abril_Junio_2022 integer not null,
  julio_septiembre_2022 integer not null
)
```

Fuente: Elaboración propia, 2023

Para completar las tablas con la información de los archivos .csv, se empleó una instrucción SQL específica para la transferencia de datos desde archivos CSV a PostgreSQL. El código correspondiente se presenta en la figura 9, detallando la instrucción que facilita la carga ordenada de los archivos. Este proceso optimiza la eficiencia y la organización al llamar los datos de manera estructurada, contribuyendo a la coherencia y la precisión en la gestión de la base de datos.

Figura 9. Instrucción para la carga de datos desde archivos .csv

```

\copy covid19.edomex_covid19 confirmados por trimestre (cve_ent, poblacion, nombre, enero_marzo_2020,)
FROM 'D:/Departamento_desarrolloGeotecnologico/Practicas_profesionales/Martin/Datos_Covid/Datos_Covid/Estado_de_Mexico_Confirmados_Por_Mes.csv'
DELIMITER ',' CSV HEADER ENCODING 'utf8'
    
```

Fuente: Elaboración propia, 2023

En la figura 10, se presenta una consulta de datos a través de pgAdmin, donde se exhiben las columnas y el orden de los registros. Es importante destacar que esta tabla corresponde a los casos confirmados. La utilización de pgAdmin permite una gestión eficiente de la base de datos, facilitando la visualización y el análisis de la información de manera organizada y precisa.

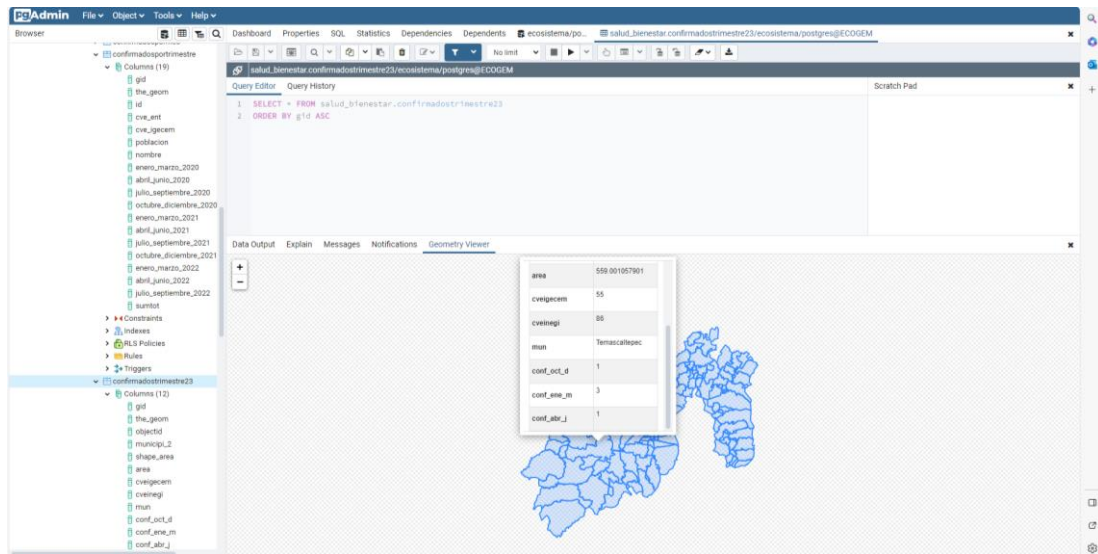
Figura 10. Consulta de la tabla de los casos confirmados.

gid	the_geom	objectid	municipio_2	shape_area	area	cveigecem	cveinegi	mun	conf_cct_d	conf_ene_m	conf_abr_j
1	01060000A066790	1	HABONILLA	141.093874388	41.093874388	10	27	Huapilula	288	453	92
2	01060000A066790	2	OCHIVACAC	136.255023268	38.255023268	39	42	Ocosingo	10	42	18
3	01060000A066790	4	LA PAZ	36.966923866	16.966923866	86	70	La Paz	217	607	121
4	01060000A066790	46	SAN MATEO ATENCO	21.1299941565	11.1299941565	41	76	San Mateo Atenco	71	187	75
5	01060000A066790	47	TEMAYÁ	191.264722901	91.264722901	104	87	Temayá	10	24	4
6	01060000A066790	3	ATLACOMULCO	257.870088532	57.870088532	24	14	Atacomulco	22	82	9
7	01060000A066790	5	NEZAHUALCÓYOTL	63.397560433	33.397560433	87	58	Nezahualcoyotl	1302	3467	671
8	01060000A066790	6	OTZUMBA	48.434551477	18.434551477	17	68	Otzumba	13	47	4
9	01060000A066790	12	COACALCO DE BERRIOZABAL	34.9791841111	14.9791841111	93	20	Coacalco de Berriozabal	575	865	220
10	01060000A066790	13	ZACUALPAN	304.897139638	104.897139638	54	117	Zacualpan	1	1	0
11	01060000A066790	14	ACULCO	464.522344172	54.522344172	32	3	Aculco	1	23	3
12	01060000A066790	20	ACOLMAN	87.082234098	17.082234098	80	2	Acolman	38	75	13
13	01060000A066790	7	ECATZINGO	56.142722342	16.142722342	14	34	Ecatzingo	2	0	0
14	01060000A066790	8	ATLAUTLA	163.26281402	63.26281402	11	15	Atlautla	7	17	0
15	01060000A066790	9	TLATLAYA	813.090840933	113.090840933	53	105	Tlatlaya	2	3	1
16	01060000A066790	10	POLOTTILÁN	132.690114425	32.690114425	34	71	Poxtitan	1	0	1
17	01060000A066790	11	HUEHUETOCA	161.713770268	61.713770268	3	35	Huehuetoca	68	230	59
18	01060000A066790	13	SOYANQUIPAN DE JUÁREZ	146.405400919	46.405400919	35	79	Soyaniquipan de Juárez	0	0	0
19	01060000A066790	19	TECÁMAC	154.461669251	54.461669251	47	81	Tecamán	357	716	179
20	01060000A066790	16	KONAKATLÁN	33.248522654	13.248522654	42	115	Konacatlan	25	41	4
21	01060000A066790	17	NAUCALPAN DE JUÁREZ	157.040771691	57.040771691	98	37	Naucalpan de Juárez	1365	2802	593
22	01060000A066790	18	COATEPEC HARRINAS	286.120848027	86.120848027	59	21	Coatepec Harinas	1	6	3

Fuente: Elaboración propia, 2023

En la figura 11, se muestra la representación geométrica de la tabla que alberga los casos confirmados, los cuales están vinculados a los municipios del Estado de México. Este enfoque de visualización geoespacial es esencial para comprender la distribución espacial de los casos confirmados y su relación con las ubicaciones específicas en el Estado de México.

Figura 11. Geometría de los datos de Covid-19.



Fuente: Elaboración propia, 2023

Para habilitar la carga y publicación de capas en Geoserver, se llevó a cabo una etapa inicial que implicó la conexión a la base de datos. En la figura 12 se presentan de manera detallada los parámetros específicos que se utilizaron para establecer esta conexión fundamental. Estos parámetros son esenciales para asegurar la correcta transferencia de datos geoespaciales desde la base de datos al servidor Geoserver.

Figura 12. Conexión a la base de datos desde Geoserver.

Parámetros de conexión

host *
localhost

port *
5432

database
Covid19

schema
covid_19

user *
+++++
















passwd

Fuente: Elaboración propia, 2023

En el proceso de publicación de las capas geoespaciales, se empleó el servidor de datos Geoserver, una herramienta fundamental para almacenar y gestionar estas capas, lo que permitió la generación

de URL que facilita su incorporación en el visor. La figura 13 ilustra las capas creadas y publicadas, enlazando directamente con la base de datos previamente establecida. Esta estrategia de publicación y almacenamiento a través de Geoserver optimiza la accesibilidad y la visualización de los datos geoespaciales

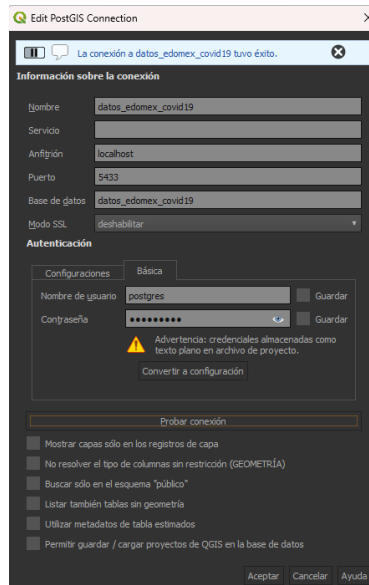
Figura 13. Capas publicadas en Geoserver.

<input type="checkbox"/>	Tipo	Título
<input type="checkbox"/>		Casos confirmados por trimestre
<input type="checkbox"/>		confirmados_trimestre_abril_junio_2020
<input type="checkbox"/>		confirmadosportrimestre
<input type="checkbox"/>		confirmadosportrimestre
<input type="checkbox"/>		confirmadostrimestreabriljunio23
<input type="checkbox"/>		confirmadosportrimestre
<input type="checkbox"/>		confirmadosportrimestre
<input type="checkbox"/>		confirmadosportrimestre
<input type="checkbox"/>		confirmadostrimestreeneromarzo23
<input type="checkbox"/>		confirmadosportrimestre
<input type="checkbox"/>		confirmadosportrimestre
<input type="checkbox"/>		confirmadosportrimestre
<input type="checkbox"/>		Octubre diciembre 2023
<input type="checkbox"/>		confirmadosportrimestre
<input type="checkbox"/>		confirmadosportrimestre

Fuente: Elaboración propia, 2023

Después de la publicación de las capas en Geoserver, un paso crucial fue asignarles estilos que fueran coherentes con la información que representan. Para lograr esto, se estableció una conexión entre QGIS y PostgreSQL, lo que permitió la configuración de parámetros esenciales para acceder a la base de datos, como se muestra detalladamente en la figura 14. Esta conexión posibilita la personalización de los estilos de las capas geoespaciales, garantizando que la representación visual en el visor sea coherente y efectiva, lo que mejora la comprensión de la información geoespacial por parte de los usuarios.

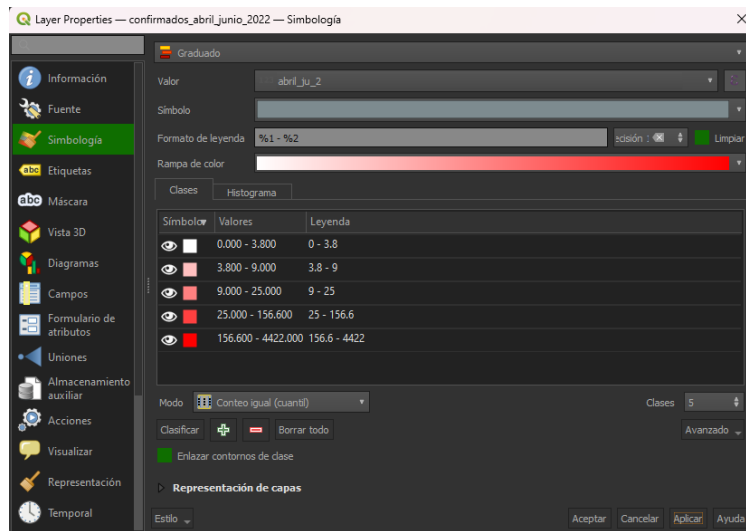
Figura 14. Conexión a la base de datos mediante PostGIS.



Fuente: Elaboración propia, 2023

Para lograr una representación visual adecuada de las capas geoespaciales, se utilizó QGIS, donde se procedió a clasificar los datos en cinco clases de cuantiles de manera gradual. En la figura 15, se detalla la categorización y representación de los datos específicamente para los casos confirmados del trimestre de abril a junio del año 2022. En esta representación, los casos confirmados se destacaron en un color rojo, las defunciones en negro, los resultados negativos en azul y los casos sospechosos en amarillo. Este enfoque de clasificación y codificación cromática permite una interpretación más clara y efectiva de la información geoespacial en el visor, lo que enriquece la experiencia del usuario y facilita la comprensión de los patrones y tendencias relacionados con el Covid-19 en el Estado de México.

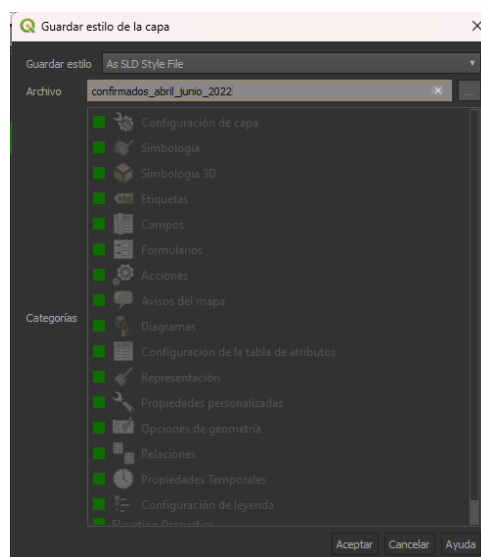
Figura 15. Clasificación de los datos para los casos confirmados.



Fuente: Elaboración propia, 2023

Para asegurar que esta representación se refleje correctamente en Geoserver, es imperativo guardar el estilo previamente creado en QGIS en el formato .sld. Este paso es esencial para que Geoserver pueda reconocer y cargar el estilo en la capa geoespacial publicada, lo que garantiza una visualización precisa y consistente en el visor. En la figura 16, se proporciona una guía visual de cómo llevar a cabo este proceso de guardado del estilo, lo que facilita su implementación y asegura que la representación de datos se mantenga fiel a la diseñada en QGIS, mejorando así la experiencia del usuario y la comprensión de la información geoespacial.

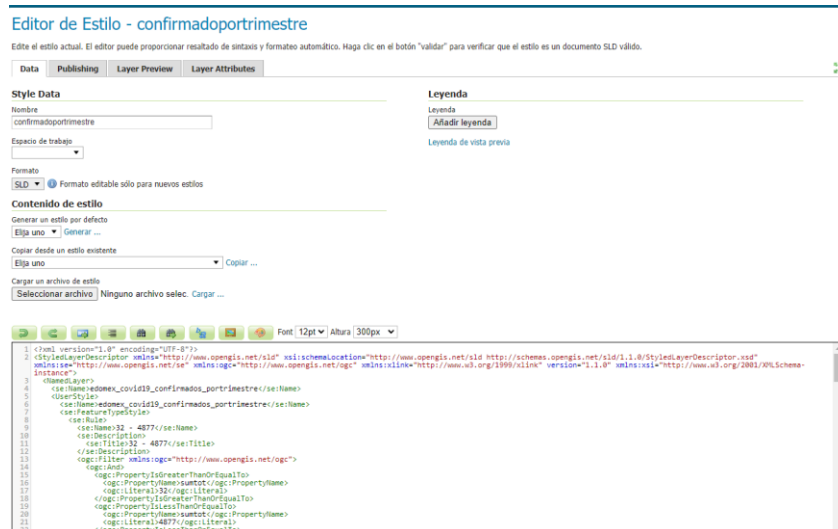
Figura 16. Formato del estilo para Geoserver.



Fuente: Elaboración propia, 2023

Una vez que el estilo se ha guardado correctamente, el siguiente paso es cargarlo en Geoserver, que reconoce el formato del archivo .sld y lo acepta. Es esencial verificar que los parámetros estén configurados de manera adecuada para garantizar una representación precisa de los datos. La figura 17 ilustra este proceso específicamente para los casos confirmados, que es igualmente aplicable a los otros tipos de casos.

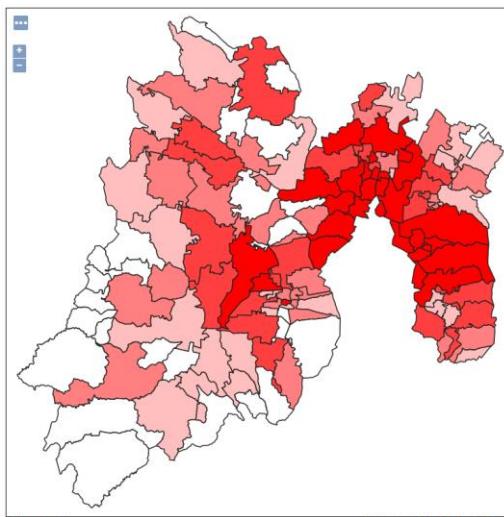
Figura 17. Editor de estilo en Geoserver.



Fuente: Elaboración propia, 2023

Después de cargar el estilo en las capas, se lleva a cabo una revisión minuciosa para asegurarse de que la representación sea coherente con lo deseado. En la figura 18, se presenta la visualización de la capa correspondiente al trimestre de abril a junio de 2022 como ejemplo.

Figura 18. Visualización de la capa de confirmados por trimestre (abril_junio_2022).

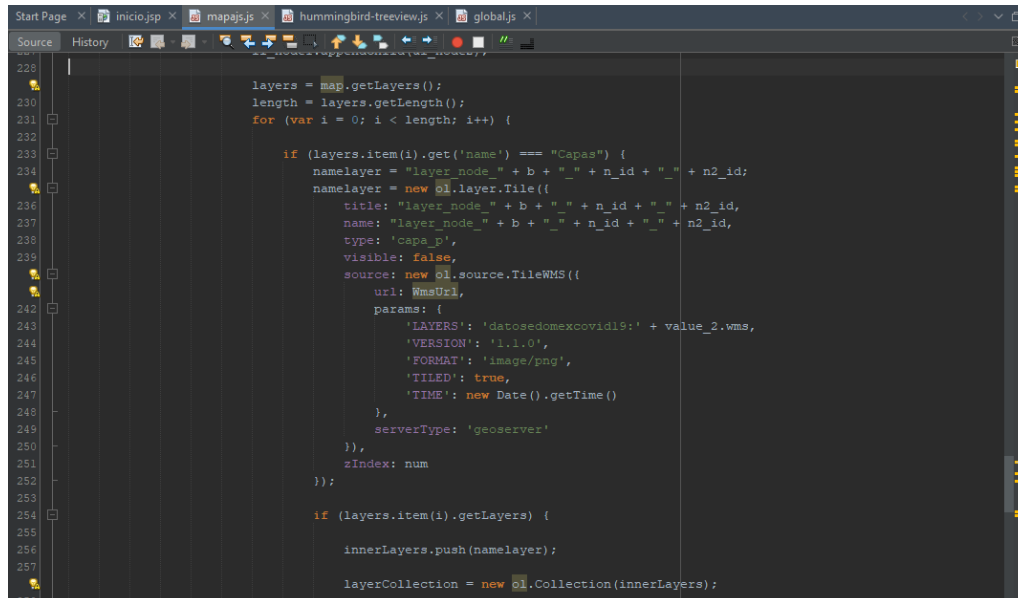


Fuente: Elaboración propia, 2023

Carga de Capas Geoespaciales en el Visor del ECOGEM

Las capas previamente creadas y publicadas se han incorporado con éxito al visor del Ecosistema de Datos Geoestadísticos del Estado de México y sus Municipios (ECOGEM), gestionado por el Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGECEM). Este proceso se ejecutó a través de código en JavaScript, dado que el visor del ECOGEM está programado en este lenguaje. En la figura 19, se ilustra una función del código que se encarga de llamar y mostrar todas las capas previamente publicadas en Geoserver. Este procedimiento es fundamental para garantizar la accesibilidad y la disponibilidad de los datos geoespaciales en la plataforma, facilitando su utilización y consulta por parte de los usuarios.

Figura 19. Función en JavaScript que hace el llamado de las capas de Covid-19.

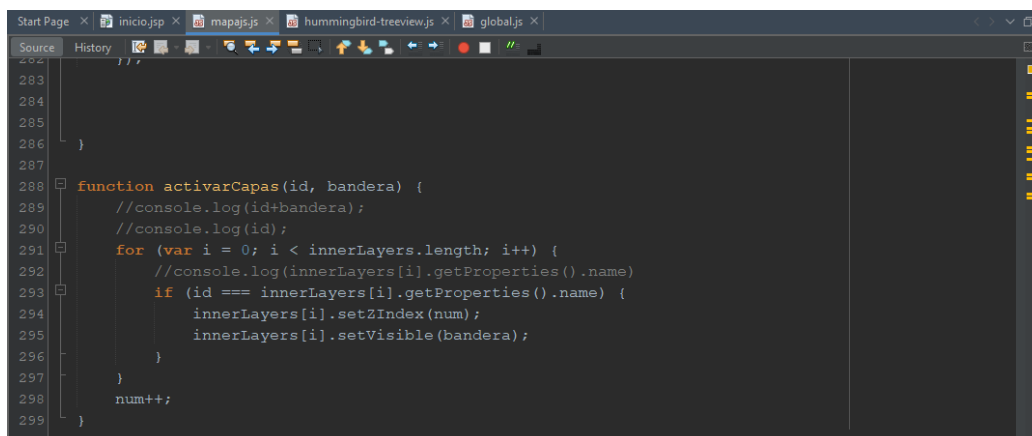
A screenshot of a code editor window showing JavaScript code. The code is a function that iterates through a list of layers and creates a new layer for each one. The layers are loaded from a Geoserver. The code is as follows:

```
228 layers = map.getLayers();
229 length = layers.getLength();
230 for (var i = 0; i < length; i++) {
231
232     if (layers.item(i).get('name') == "Capas") {
233         namelayer = "layer_node_" + b + "_" + n_id + "_" + n2_id;
234         namelayer = new ol.layer.Tile({
235             title: "layer_node_" + b + "_" + n_id + "_" + n2_id,
236             name: "layer_node_" + b + "_" + n_id + "_" + n2_id,
237             type: 'capa_p',
238             visible: false,
239             source: new ol.source.TileWMS({
240                 url: WmsUrl,
241                 params: {
242                     'LAYERS': 'datosedomexcovid19:' + value_2.wms,
243                     'VERSION': '1.1.0',
244                     'FORMAT': 'image/png',
245                     'TILED': true,
246                     'TIME': new Date().getTime()
247                 },
248                 serverType: 'geoserver'
249             }),
250             zIndex: num
251         });
252     }
253
254     if (layers.item(i).getLayers) {
255         innerLayers.push(namelayer);
256     }
257
258     layerCollection = new ol.Collection(innerLayers);
```

Fuente: Elaboración propia, 2023

Con el fin de permitir la interacción del usuario con las capas, se ha desarrollado una función que posibilita la activación y desactivación individual o grupal de estas capas. Esta función también permite la activación global de todas las capas, proporcionando una mayor flexibilidad en la visualización de datos geoespaciales. La figura 20 presenta una representación visual de esta función, y cuando se cumplen los parámetros seleccionados, las capas se activan o desactivan de acuerdo con las instrucciones del usuario, mejorando así la experiencia de navegación y la capacidad de personalización en el ECOGEM.

Figura 20. Activación y desactivación de las capas en JavaScript

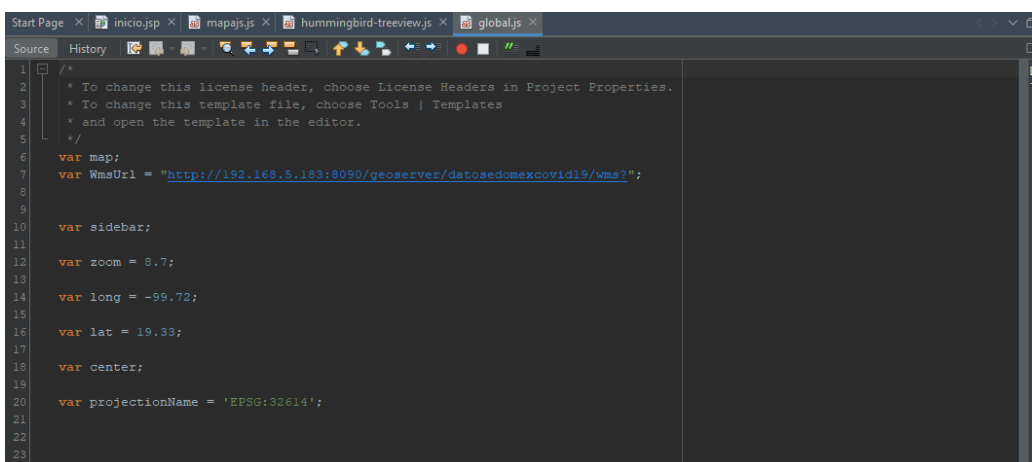


```
282
283
284
285
286
287
288 function activarCapas(id, bandera) {
289     //console.log(id+bandera);
290     //console.log(id);
291     for (var i = 0; i < innerLayers.length; i++) {
292         //console.log(innerLayers[i].getProperties().name)
293         if (id === innerLayers[i].getProperties().name) {
294             innerLayers[i].setZIndex(num);
295             innerLayers[i].setVisible(bandera);
296         }
297     }
298     num++;
299 }
```

Fuente: Elaboración propia, 2023

Dentro del archivo global.js, se incorporan variables fundamentales para la configuración del visor, las cuales desempeñan roles específicos. Estas variables no solo declaran la URL del espacio de trabajo de Geoserver, donde se almacenan las capas geoespaciales, sino que también definen el nivel de zoom inicial para el mapa, las coordenadas de longitud y latitud para su posición inicial, y la proyección cartográfica utilizada. La figura 21 ofrece una visión visual de todas estas variables, proporcionando una referencia clara para su ajuste y optimización.

Figura 21. Archivo global.js con las variables.



```
1
2 /*
3  * To change this license header, choose License Headers in Project Properties.
4  * To change this template file, choose Tools | Templates
5  * and open the template in the editor.
6  */
7 var map;
8 var WmsUrl = "http://192.168.8.183:8090/geoserver/datosedomexcovid19/wms?";
9
10 var sidebar;
11
12 var zoom = 8.7;
13
14 var long = -99.72;
15
16 var lat = 19.33;
17
18 var center;
19
20 var projectionName = 'EPSG:32614';
21
22
23
```

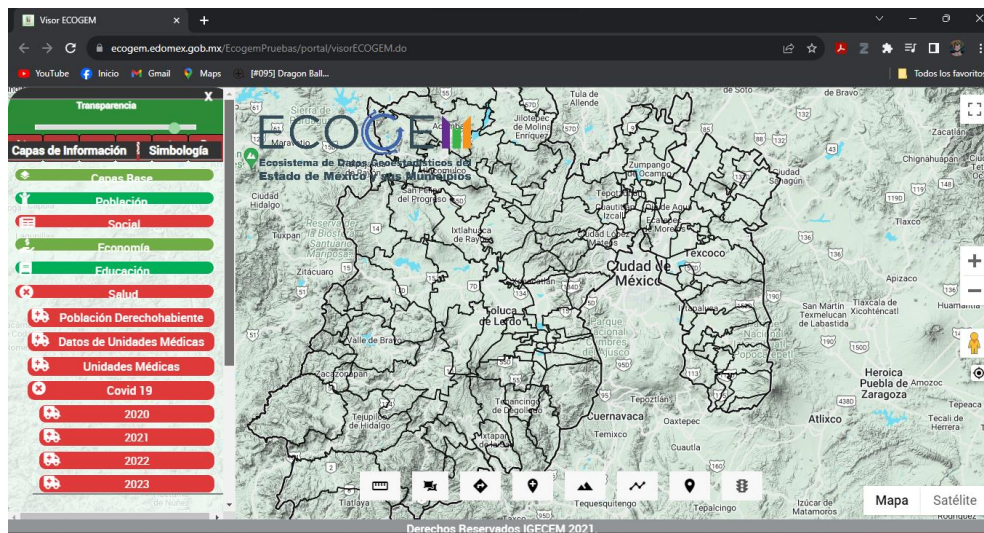
Fuente: Elaboración propia, 2023

Capítulo 3 Resultados

Presentación del Visor ECOGEM y las Capas de COVID-19

Los resultados obtenidos a partir de la implementación de las capas de COVID-19 en el Visor ECOGEM, perteneciente a IGCEM. Estas capas se enmarcan en el apartado de salud y se organizan en un grupo específico denominado "COVID-19". En este capítulo, se explorarán las visualizaciones proporcionadas por el Visor ECOGEM, mostrando las representaciones graficas de los datos de covid-19. En la figura 22 se muestra el visor del ECOGEM y el apartado de las capas de covid-19.

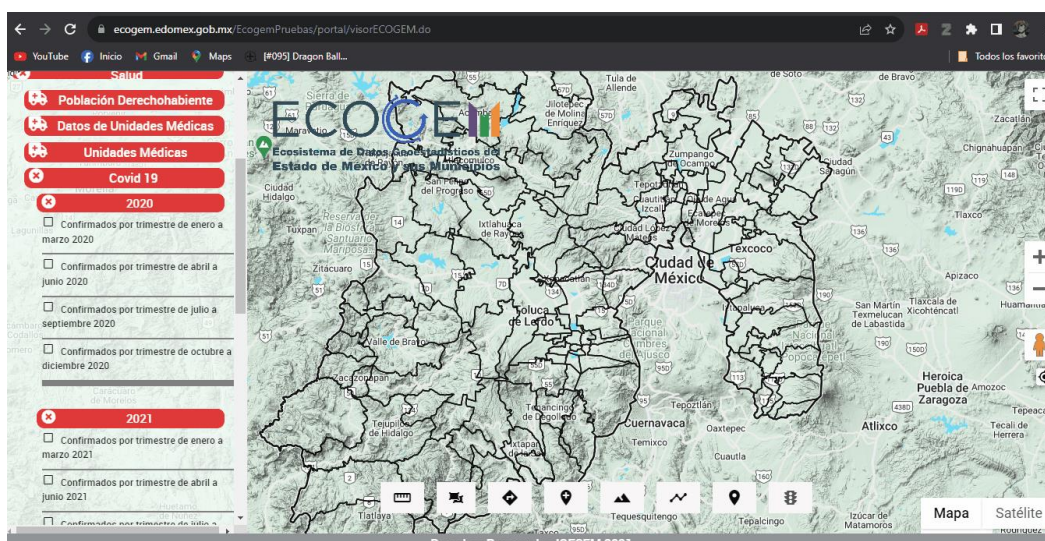
Figura 22. Visor del ECOGEM con los apartados de Covid 19.



Fuente: Visor de pruebas del ECOGEM, 2023

El visor de pruebas del ECOGEM incluye las capas de casos confirmados de los años 2020, 2021 y 2022, divididas en trimestres. Dado que se trata de un visor de pruebas, solo se han incorporado estas capas inicialmente, mientras que más adelante se tiene previsto la implementación de todas las capas disponibles y publicadas en GeoServer. En la Figura 23 se presenta cómo los usuarios pueden interactuar con estas capas y se ilustra la evolución temporal del comportamiento del virus.

Figura 23. Activación de las capas en el visor.



Fuente: Visor de pruebas del ECOGEM, 2023

El comportamiento espacio-temporal de la pandemia de COVID-19 en los municipios del Estado de México durante los años 2020, 2021 y 2022 revela un patrón complejo de propagación del virus. En el año 2020, observamos un inicio marcado con brotes iniciales en áreas urbanas densamente pobladas, seguidos de una expansión gradual hacia zonas rurales. Las medidas de mitigación implementadas a nivel local influyeron en las variaciones de tasas de infección, y las áreas con acceso limitado a atención médica enfrentaron desafíos adicionales. En 2021, hubo una variación considerable en la intensidad de la pandemia, con algunos municipios experimentando aumentos abruptos y otros manteniendo una incidencia baja. La disponibilidad de vacunas a partir de mediados de 2021 contribuyó a un descenso generalizado, pero persistieron diferencias regionales. En 2022, se observó una tendencia general a la estabilización de la pandemia, aunque la aparición de variantes del virus planteó desafíos adicionales. Este análisis resalta la importancia de la geografía, la infraestructura de salud y las medidas de salud pública en la dinámica de la pandemia en el Estado de México durante este período.

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

En conclusión, el capítulo 1 establece una base sólida para comprender el proyecto de creación de un visor de datos geospaciales de COVID-19 en el Estado de México. Destaca el papel crucial de la Geoinformática en el análisis de datos epidemiológicos basados en ubicación, enfatizando la transición tecnológica y epidemiológica, así como la importancia de la ciber salud en la salud pública actual. Además, se resalta la utilidad de la revisión de pandemias pasadas para identificar áreas de riesgo y comprender las consecuencias del COVID-19. El análisis de los Servicios de Salud Públicos en México subraya la necesidad de sistemas sólidos e integrales, y se examinan las políticas de distribución de recursos y accesibilidad geográfica. Por último, se enfatiza la relevancia del proyecto al relacionarlo con visualizadores globales de COVID-19 y se destaca la importancia de la colaboración y el intercambio de conocimientos en la lucha contra la pandemia. Este capítulo proporciona la base teórica esencial para el desarrollo efectivo del visor de datos geospaciales.

El capítulo 2 de la metodología ha sido esencial en la creación de un visor de datos geospaciales relacionados con el COVID-19 en el Estado de México. Comenzando con un análisis demográfico y la importancia de un estudio longitudinal de dos años sobre el impacto de la pandemia, se subrayó la necesidad de entender la dinámica poblacional y la disminución en la ocupación de viviendas. Los recursos, como cartografía, bases de datos y software especializado, se presentaron como la base para recopilar y manipular datos geospaciales de manera precisa. Se destacó la meticulosa recopilación de datos a nivel municipal y la relevancia de herramientas como Excel y un filtro personalizado. La creación de una base de datos en PostgreSQL se enfatizó como un paso crucial, junto con la importancia de la visualización geoespacial. La habilitación de la carga y publicación de capas en Geoserver se consideró esencial, al igual que la asignación de estilos coherentes. La conexión entre QGIS y PostgreSQL permitió la personalización de estilos y clasificación de datos. El capítulo concluyó destacando el éxito en la incorporación de capas en el visor ECOGEM, ofreciendo a los usuarios una interacción flexible y una herramienta valiosa para comprender y abordar la pandemia en los municipios del Estado México.

El capítulo 3 se centra en los resultados de la implementación de las capas de COVID-19 en el Visor ECOGEM, un hito clave en el proyecto de tesis. Estas capas, relacionadas con la salud y agrupadas bajo "COVID-19", ofrecen valiosas visualizaciones que muestran el complejo comportamiento espacio-temporal de la pandemia en los municipios del Estado de México durante 2020, 2021 y 2022. El visor de pruebas del ECOGEM se ha utilizado para explorar esta información, centrándose inicialmente en los casos confirmados trimestrales. Los resultados destacan patrones intrigantes en la propagación del virus, como un inicio en áreas urbanas densamente pobladas en 2020 y variaciones en la intensidad de la pandemia en 2021. La disponibilidad de vacunas en 2021 contribuyó a una disminución general, pero persistieron las diferencias regionales. En 2022, se observó una tendencia a la estabilización, aunque surgieron desafíos con variantes del virus. Este análisis resalta la importancia de la geografía, la infraestructura de salud y las medidas de salud pública en la dinámica pandémica del Estado de México. Los resultados actuales ofrecen una vista preliminar de la información que proporcionará el visor y sientan las bases para investigaciones futuras y la toma de decisiones en la gestión de la pandemia. La futura implementación de todas las capas disponibles en GeoServer promete una comprensión más profunda de la evolución del COVID-19 en la región, contribuyendo a los esfuerzos de control y prevención del virus.

Recomendaciones

Este proyecto adquiere una relevancia fundamental, ya que nos proporciona una comprensión detallada del comportamiento de la pandemia durante un período de tres años. Este conocimiento resulta invaluable para mantener a la población informada sobre la concentración del virus en diferentes municipios, permitiendo una respuesta más informada y eficaz. Además, las herramientas y técnicas empleadas en esta investigación tienen un potencial significativo, ya que la Geoinformática se extiende a una variedad de áreas, incluyendo aspectos sociales, de salud y fenómenos naturales. La implementación de estos datos en un visualizador web es especialmente relevante, ya que garantiza el acceso sencillo a la información para cualquier persona interesada. Además, este enfoque ofrece la flexibilidad de integrar datos adicionales en el futuro, lo que contribuirá a proporcionar a la sociedad datos confiables y fácilmente accesibles en una amplia gama de temas.

Bibliografía

Aday, L.; & Andersen, R. (1974). A framework for the study of access to medical care. Health services research, Pág. 208–220. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1071804/>

Banco Mundial. (2020). La COVID-19 (coronavirus) hunde a la economía mundial en la peor recesión desde la Segunda Guerra Mundial. Recuperado de:

<https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2020/06/08/covid-19-to-plunge-global-economy-into-worst-recession-since-world-war-ii>

Cibersalud. (2018). Organización Mundial de la Salud: Cibersalud. Recuperado de <https://www.cibersalud.es/organizacion-mundial-de-la-salud-cibersalu>

Castañeda, C.; & Ramos, G. (2020). Principales pandemias en la historia de la humanidad. Revista Cubana de Pediatría, Pág. 5.

<https://revpediatria.sld.cu/index.php/ped/article/view/1183/714>

Center for Systems Science and Engineering (CSSE) de la Universidad Johns Hopkins. (2023). COVID-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University (JHU) . Recuperado de <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>

Cheng, Q., Chen, X.; Ping, C.; Chen, D.; & Hao, Y. (2021). What is the relationship between government response and COVID-19 pandemics? Global evidence of 118 countries. Structural Change and Economic Dynamics, Pág. 98-107.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0954349X21001016>

Conacyt. (2023). Datos COVID-19. Recuperado de <https://datos.covid-19.conacyt.mx/>

Dahal, S.; Mamelund, S.; Luo, R.; Sattenspiel, L.; Brown, S.; & Chowell, G. (2021). Investigating COVID-19 transmission and mortality differences between indigenous and

non-indigenous populations in Mexico. International Journal of Infectious Diseases, 16.
[https://www.ijidonline.com/article/S1201-9712\(22\)00447-7/pdf](https://www.ijidonline.com/article/S1201-9712(22)00447-7/pdf)

Diario Oficial de la federación. (2029). PROGRAMA Sectorial de Salud 2020-2024.
Recuperado de:
https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5598474&fecha=17/08/2020#gsc.tab=0

Diario Oficial de la federación. (2021). ACUERDO por el que se establecen acciones extraordinarias para atender la emergencia sanitaria generada por el virus SARS-CoV2.
Recuperado de:
https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5590914&fecha=31/03/2020#gsc.tab=0

Diccionario de cáncer. (s.f.). SARS-CoV-2. Recuperado de
<https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/sars-cov-2>

Engelen, G.; White, R.; & Uljee, I. (2015). en el libro "Modeling Cities and Regions as Complex Systems: From Theory to Planning Applications". The MIT Press, Núm. 127.
<https://doi.org/10.7551/mitpress/9780262029568.001.0001>

Frenk, J.; Bobadilla, J.; Stern, C.; Frejka, T.; & Lozano, R. (1991). Elementos Para una Teoría de la Transición Sanitaria. Health Transition Review, Pág. 21-38.
<https://saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/5434/5733>

FileMaker. (2016). Trabajar con visualizadores Web en presentaciones. Recuperado de
https://fmhelp.filemaker.com/help/16/fmp/es/index.html#page/FMP_Help/web-viewers.html

Gaisie, E.; Oppong, N.; & Cobbinah, P. (2021). Geographies of infections: Built environment and COVID-19 pandemic in metropolitan Melbourne. *Sustainable Cities and Society*, Núm. 15. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35291308/>

Gómez, O.; Sesma, S.; Becerril, V.; Knaul, F.; Arreola, H.; & Frenk, J. (2011). Sistema de salud de México. *Salud Publica Mex*, Pág. 220-232.
<https://www.scielo.org.mx/pdf/spm/v53s2/17.pdf>

Gobierno de México. (s.f.). El Gobierno de México tomó las medidas más adecuadas para la contención y mitigación de COVID-19. Recuperado de
<https://www.gob.mx/salud/prensa/168-el-gobierno-de-mexico-tomo-las-medidas-mas-adecuadas-para-la-contencion-y-mitigacion-de-covid-19>

Gobierno del Estado de México. (2021). Estrategias de política social ante la nueva realidad: COVID-19 y desarrollo. Recuperado de
https://cieps.edomex.gob.mx/sites/cieps.edomex.gob.mx/files/files/Revista%20Cofactor/Cofactor_19_Estrategias%20de%20pol%C3%ADtica%20social%20ante%20la%20nueva%20realidad%20COVID-19%20y%20desarrollo.pdf

Guzmán, J.; Alonso, E.; Domínguez, F.; & Tinoco, G. (2021). Estimation of the main conditions in (SARS-CoV-2) Covid-19 patients that increase the risk of death using Machine learning, the case of Mexico. *Results in Physics*, Núm. 6.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211379721005969>

Instituto de Geofísica, UNAM. (2023). iCOVID-19: Información Geográfica de la Epidemia. Recuperado de <https://www.gits.igg.unam.mx/iCOVID-19/home>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2021). Encuesta sobre el Impacto Económico Generado por COVID-19 en las Empresas (ECOVID-IE). Recuperado de:
<https://www.inegi.org.mx/programas/ecovidie/>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2021). Resultados definitivos del Censo de Población y Vivienda 2020 - Estado de México.

https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/EstSociodemo/ResultCenso2020_EdMx.pdf

Kerlin, M.; Costa, D.; Davis, B.; Admon, A.; Vranas, K.; & Kahn, J. (2021). Actions taken by US hospitals to prepare for increased demand for intensive care during the first wave of COVID-19: A national survey. CHEST, Pág. 519-528.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0012369221004785>

Lozano, D.; Robles, S.; & Montoya, B. (2020). Análisis comparativo de los casos confirmados y defunciones por Covid-19 en tres zonas metropolitanas de México. Revista Internacional de Investigación en Ciencias Sociales, Pág. 165-194.

<https://rppoblacion.uaemex.mx/article/view/15891/11920>

MacEachren, A. (2004). How Maps Work: Representation, Visualization, and Design. Guilford Press, Núm. 513.

<https://books.google.com.mx/books?id=xhAvN3B0CkUC&lpg=PP1&hl=es&pg=PR10#v=onepage&q&f=false>

Omran, A. (1971). The epidemiologic transition: A theory of the epidemiology of population change. Milbank Memorial Fund Quarterly, Pág. 509-538.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2690264/>

Our World in Data. (2021). COVID-19 Data Explorer. Recuperado de <https://ourworldindata.org/covid-cases>

Our World in Data. (2023). Coronavirus (COVID-19) Data Explorer. Recuperado de <https://ourworldindata.org/coronavirus#coronavirus-country-profiles>

Palacio, L.; Hernández, J.; Hernández, M.; Dyer, D.; Barranco, A.; Quezada, A.; Alvarez, M.; Cortés, R.; Fernández, J.; Ordoñez, I.; Vielma, E.; de la Cruz Muradás, M.; Muro, O.; Navarro, E.; Rodríguez, K.; Gabastou, J.; López, R.; & López, H. (2021). Leading causes of excess mortality in Mexico during the COVID-19 pandemic 2020–2021: A death certificates study in a middle-income country. *The Lancet Regional Health - Americas*, Núm. 15. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667193X2200120X>

Pérez, C. (2004). *Revoluciones Tecnológicas y Capital Financiero: La dinamica de las grandes burbujas financieras y las épocas de bonanza. Siglo veintiuno.* https://eva.fing.edu.uy/pluginfile.php/309314/mod_resource/content/2/P%C3%A9rez%2C%2BCarlota-Revoluciones-Tecnologicas-y-Capital%2Bfinanciero.compressed.pdf

Pew Research Center. (2020). Digital Divide Persists Even as Americans with Disabilities Make Gains in Tech Adoption. Recuperado de <https://www.pewresearch.org/short-reads/2021/06/22/digital-divide-persists-even-as-americans-with-lower-incomes-make-gains-in-tech-adoption/>

Rogerson, P. (1994). *Spatial Analysis And GIS. 1st Edition, Núm. 296* [https://books.google.com.mx/books?id=K0ZZDwAAQBAJ&lpg=PA13&ots=nmDoqZPN5K&dq=Rogerson%20P%20\(eds\)%20Spatial%20analysis%20and%20GIS.&lr&hl=es&pg=PA13#v=onepage&q=Rogerson%20P%20\(eds\)%20Spatial%20analysis%20and%20GIS.&=false](https://books.google.com.mx/books?id=K0ZZDwAAQBAJ&lpg=PA13&ots=nmDoqZPN5K&dq=Rogerson%20P%20(eds)%20Spatial%20analysis%20and%20GIS.&lr&hl=es&pg=PA13#v=onepage&q=Rogerson%20P%20(eds)%20Spatial%20analysis%20and%20GIS.&=false)

Secretaría de Gobernación (SEGOB). (2022, 25 de octubre). ACUERDO por el que se emite el Modelo de Atención a la Salud para el Bienestar (MAS-BIENESTAR). *Diario Oficial de la Federación*. Recuperado de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5669707&fecha=25/10/2022#gsc.tab=0

Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México. (s.f.). Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático del Estado de México (PEACC-EdoMéx).

https://sma.edomex.gob.mx/sites/sma.edomex.gob.mx/files/files/sma_pdf_cam_clima_2.pdf

Secretaría de Salud del Estado de México. (2021). Situación COVID-19 por municipio. Recuperado de https://salud.edomex.gob.mx/salud/covid19_municipio

Secretaría de Salud. (2021). Comunicados Técnicos Diarios COVID 19. Recuperado de: <https://www.gob.mx/salud/documentos/comunicados-tecnicos-diarios-covid19>

The Lancet. (2021). The mental health consequences of COVID-19 and physical distancing. Recuperado de: [https://www.thelancet.com/journals/laninf/article/PIIS1473-3099\(20\)30797-0/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/laninf/article/PIIS1473-3099(20)30797-0/fulltext)

UNESCO. (2020). COVID-19 Educational Disruption and Response. Recuperado de: <https://www.unesco.org/en/articles/covid-19-educational-disruption-and-response>

Universidad Nacional Autónoma de México. (2021). COVID-19 Data Explorer. Recuperado de <https://covid19.ciga.unam.mx/apps/55176cfbbf47463fbc778c5b5e77fea9/explore>

Villeras, S.; Nochebuena, G.; & Uriostegui, A. (2020). Análisis espacial de vulnerabilidad y riesgo en salud por COVID-19 en el estado de Guerrero, México. *Revista de Salud Pública y Nutrición*, Núm. 14.

http://ri.uagro.mx/bitstream/handle/uagro/1421/ART_7136_20.pdf?sequence=1&isAllowed=y

White, R.; Engelen, G.; & Uljee, I. (2015). en el libro "Modeling Cities and Regions as Complex Systems: From Theory to Planning Applications". The MIT Press, Núm. 127. <https://doi.org/10.7551/mitpress/9780262029568.001.0001>

Wynter, K.; Holton, S.; Considine, J.; Hutchinson, A.; Munt, R.; Williams, R.; Balson, J.; Dibella, V.; McDonald, E.; Trueman, M.; Crowe, S.; Schutte, S.; & Rasmussen, B. (2021).

The impact of the COVID-19 pandemic on Australian hospital-based nursing and midwifery educators. *Collegian*, Pág. 271-280.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1322769621001335>

Zhang, T.; Wang, Q.; Leng, Z.; Yang, Y.; Yang, J.; Chen, F.; Jia, M.; Jia, M.; Zhang, X.; Qi, W.; Xu, Y.; Chen, S.; Dai, P.; Ma, L., Feng; L., & Yang, W. (2021). A scenario-based evaluation of COVID-19-related essential clinical resource demands in China. *Engineering*, Pág. 948-957. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095809921002083>