

## **SALUD PÚBLICA: APLICACIÓN DE BIG DATA EN DETECCIÓN DE CONCENTRACION POBLACIONAL, PARA EVITAR BROTES EPIDEMIOLÓGICOS POR COVID-19**

### **PUBLIC HEALTH: APPLICATION OF BIG DATA IN DETECTION OF POPULATION CONCENTRATION, TO AVOID EPIDEMIOLOGICAL OUTBREAKS BY COVID-19**

#### **Autores:**

■ *Mauricio Prado-Ortega.* ■  
<https://orcid.org/0000-0003-0809-9693>  
Universidad Técnica de Machala  
[mprado@utmachala.edu.ec](mailto:mprado@utmachala.edu.ec)  
Ecuador

■ *Ricardo Grunauer-Robalino* ■  
<https://orcid.org/0000-0002-7662-8270>  
Instituto Superior Tecnológico Bolivariano de Tecnología  
[rgrunauer@bolivariano.edu.ec](mailto:rgrunauer@bolivariano.edu.ec)  
Ecuador

#### **RESUMEN**

La emergencia sanitaria por COVID-19 decretada por el Gobierno del Ecuador ante la pandemia decretada por la OMS, trajo consigo una serie de actividades y planes que generan información importante y de interés general para la población. El objetivo de la investigación es analizar como los sistemas de georreferencia y herramientas que identifican el volumen de estos datos informativos, permiten tomar medidas de aislamiento a los organismos de salud para ciertos sectores del país. La metodología utilizada está enfocada en un análisis cuantitativo sobre los datos estadísticos presentados por los sistemas georreferenciales del MSP y cuan importantes es esta información digital y en tiempo real para las autoridades de salud pública. Los resultados pretenden describir la realidad nacional sobre la dimensión de aglomeración de personas en las principales ciudades y la detección de brotes epidemiológicos por Covid-19 a nivel nacional desde la percepción de la tecnología digital Big Data. Concluyendo en un análisis de las acciones de prevención que tomaron los COE provinciales para enfatizar si fueron o no eficaces para evitar mayores contagios de brotes epidemiológicos por coronavirus.

**Palabras Claves:** Salud Pública, Big Data, Emergencia Sanitaria, Georreferencia, Epidemias.

## ABSTRACT

The health emergency due to COVID-19 decreed by the Government of Ecuador before the pandemic decreed by the WHO, brought with it a series of activities and plans that generate important information and of general interest for the population. The objective of the research is to analyze how the georeference systems and tools that identify the volume of this informative data allow isolation measures to be taken by health organizations for certain sectors of the country. The methodology used is focused on a quantitative analysis of the statistical data presented by the MSP georeference systems and how important this digital and real-time information is for public health authorities. The results aim to describe the national reality on the dimension of agglomeration of people in the main cities and the detection of epidemiological outbreaks by Covid-19 nationwide from the perception of Big Data digital technology. Concluding in an analysis of the preventive actions taken by the provincial COEs to emphasize whether or not they were effective in preventing further contagion from epidemiological outbreaks due to coronavirus.

**Key Words:** Public Health, Big Data, Health Emergency, Georeference, Epidemics.

## I. INTRODUCCIÓN

La emergencia sanitaria por el Covid-19 dispuesta en el Ecuador por el presidente del República Lenin Moreno Garcés mediante decreto ejecutivo N° 1017 de fecha 16 de marzo de 2020 (Presidencia 2020). Ha dado a lugar a una rigurosa toma de decisiones por parte del ente rector sanitario el Ministerio de Salud Pública del Ecuador, Gobiernos Locales Autónomos Descentralizados y los COE provinciales.

La salud pública es la disciplina dedicada al estudio de la salud y la enfermedad en las poblaciones. La meta es proteger la salud de la población, promover estilos de vida saludables y mejorar el estado de salud y bienestar de la población a través de programas de promoción y protección de la salud y prevención de enfermedades, busca mejorar su práctica a través de la utilización de herramientas informáticas y tecnológicas, tales como el Big Data, Machine Learning, y herramientas de análisis de la información geoespacial como los Sistemas de Información Geográfica (Ramírez Santiago y Choperena Aguilar 2019).

El uso de la tecnología permite monitorear a masas o grupos de personas en altas concentraciones poblacionales. Existen aplicaciones que se comunican en tiempo real mediante sensores y estos son leídos por instrumentos inteligentes. La Big Data en la actualidad es muy utilizado para tomar decisiones basado en la información y los datos. El impacto del Big Data en la salud pública es un tema muy recurrente en los países de primer mundo y países en desarrollo porque son parte de su política de salud. La parte mayoritaria de los datos que forman el Big Data son de tipo observacional, también conocidos actualmente como datos de la vida real (Saint-Gerons et al. 2016).

De una forma más sencilla, se puede interpretar Big Data como el conjunto de datos e información de gran volumen y variedad, cuyo procesamiento resulta ser tan complejo que no puede realizarse por medio de bases de datos convencionales (Marco Cuenca y Salvador Oliván 2018).

Esta innovación tecnológica ha puesto a disposición una cantidad ilimitada de información susceptible de ser analizada, la cual abre múltiples oportunidades para explorar soluciones clínicas o administrativas que vayan en beneficio de la salud de un individuo, pero también, se abren flancos de precaución en cuanto al tratamiento confidencial de los datos clínicos y sus aspectos legales, entre otros (Zepeda Ortega 2019).

Los datos masivos proceden de múltiples fuentes de información, derivados de diferentes contextos, tales como los financieros, la informática de negocio, el ocio, las redes sociales y las redes laborales, las ciencias ambientales y también la salud. En este último ámbito existen múltiples fuentes de información derivadas de la medicina asistencial, la genómica, la biología molecular, la clínica, la epidemiología y la salud pública, entre otras (Pérez 2016).

En la misma medida en la que evoluciona la naturaleza de los datos de salud lo tienen que hacer las técnicas de análisis. Ya no se puede hablar solo de los datos estructurados como los recogidos en los historiales médicos electrónicos. Cada vez más, los datos están en formatos multimedia y no están estructurados. La enorme variedad de data estructurada, no estructurada y semiestructurada es lo que hace que los datos de salud sean al mismo tiempo interesantes y desafiantes (Menasalvas, Gonzalo Martín, y Rodríguez González 2017).

Big Data ha dejado de ser una tendencia para convertirse en una nueva realidad para adquisición de conocimiento, prácticamente en tiempo real, y en consecuencia, llegar a ser una ventaja a la hora de gestionar procesos, por ejemplo, en el área de la salud pública, al alertar a centros de atención médica y de investigación de enfermedades, producto de una detección temprana y una predicción de algún brote epidémico (Redrován, Zea, y Chacha 2013).

También es necesario referirse al término Big Data, conocida como la computación en la nube o cloud computing logrando que los desarrolladores ya no requieran de grandes inversiones en hardware, la elasticidad de recursos sin necesidad de pagar por servicios premium de gran escala es un hito fundamental en la historia de las tecnologías de la información (Hernández-Leal, Duque-Méndez, y Moreno-Cadavid 2017).

En Ecuador se utiliza OpenStreetMap como una aplicación como sistema de vigilancia. A nivel internacional son destacables los sistemas de vigilancia, de rastreo y de monitorización para la detección de epidemias, como los que están en conexión con la Organización Mundial de la Salud o con el Centro Europeo para la Prevención y Control de Enfermedades. Otro ejemplo es el sistema de vigilancia de la Global Public Health Intelligence Network (GPHIN), desarrollado por la Public

Health Agency de Canadá, basado en la información en la web y con una clara orientación multilingüe muy aplicable en Quebec y Toronto.

Un sistema de mayor espectro y reseñable es el BioCaster, fundamentado en una ontología que monitoriza y clasifica los datos detectados en función de la importancia del tema, tras lo cual vincula a Google Maps mediante geo-información. Por su parte, el proyecto HealthMap se presenta como un mapa global de alerta de enfermedades que usa fuentes de diferente naturaleza, como las que proceden del Google News o las conversaciones de expertos, es un sistema automatizado que abarca diversos procedimientos de monitorización, organización, integración, visualización y diseminación de información médica (Calderón, Alonso, y Jiménez 2018).

Además del gran volumen de información, esta existe en una gran variedad de datos que pueden ser representados de diversas maneras. Por ejemplo, de dispositivos móviles, audio, video, sistemas GPS, incontables sensores digitales en equipos industriales, automóviles, medidores eléctricos, veletas, anemómetros, etc.

Los dispositivos digitales pueden medir y comunicar el posicionamiento, movimiento, vibración, temperatura, humedad y hasta los cambios químicos que sufre el aire, de tal forma que las aplicaciones que analizan estos datos requieren que la velocidad de respuesta sea lo demasiado rápida para lograr obtener la información correcta en el momento preciso. Estas son las características principales de una oportunidad para Big Data (Barranco Fragoso 2012).

Utilizar sensores para medir el movimiento o capturar datos es muy práctico en la actualidad, pues las aplicaciones móviles se nutren de esta información para asociar patrones así sean estos de estructuras o personas. Con respecto a las herramientas computacionales y los sistemas de información que pueden utilizarse para apoyar el monitoreo y la subsecuente toma de decisiones en diversos ámbitos estratégicos, existe una amplia variedad de posibles soluciones y en la práctica las organizaciones que trabajan en este tema usan herramientas diferentes (Garita 2016).

El fenómeno de datos masivos, que cambia profundamente la forma de aprender cualquier cuestión, tiene peculiar impacto en el ámbito de la salud. En esta área, el big data corresponde al conjunto de datos sociodemográficos y de salud disponibles en las diferentes fuentes que los recogen y por muy diversas razones. La explotación de estos datos tiene distintos intereses: identificación de factores de riesgo de enfermedad, ayuda al diagnóstico, selección y seguimiento de la eficacia de tratamientos, fármaco-vigilancia, epidemiología. No obstante, la cuestión plantea muchos retos técnicos y éticos (Debiès 2017).

Para el manejo de datos es necesario tener dos componentes básicos, tanto el hardware como el software; respecto al primero, se tienen tecnologías tales como arquitecturas de Procesamiento Paralelo Masivo (MPP), que ayudan de forma rápida a su procesamiento. Para el manejo de datos

no estructurados o semiestructurados es necesario acudir a otras tecnologías; es aquí donde aparecen nuevas técnicas y tecnologías, como MapReduce o Apache Hadoop, diseñado para el manejo de información estructurada, no estructurada o semiestructurada (Camargo-Vega, Camargo-Ortega, y Joyanes-Aguilar 2015).

Además, por primera ocasión el MSP del Ecuador ante la emergencia sanitaria por el COVID-19 inicia la utilización de la telemedicina mediante llamadas al número 171 implementado para diagnosticar a los posibles pacientes por coronavirus. El no encontrarse presencialmente en un lugar para diagnosticar a alguien, el poder monitorizar a un paciente sin que éste se encuentre hospitalizado, el poder aprender y practicar un procedimiento como si estuviera el paciente, el intercambio de información desde diferentes partes del mundo, todas estas posibilidades son hoy reales gracias a la telemedicina (Noval García y Espinosa Acereda 2017).

Existe ya una gran base de conocimiento sobre los resultados de la aplicación de los Big Data en salud y biomedicina, incluso en salud pública en particular. Conforme aumenta su aplicación se identifican nuevos retos a los que enfrentarse, así como nuevas oportunidades que acrecientan el interés por el desarrollo de la investigación en este dominio (Calderón Parra 2016).

La investigación epidemiológica de campo tiene su marco de referencia general en el amplio espectro de las investigaciones en salud. Cualquier clasificación de la investigación en salud es un intento por delimitar áreas de estudio y campos de acción diferenciados para ubicar mejor el quehacer y la contribución de las diversas disciplinas de las ciencias de la salud, a fin de facilitar su abordaje y la integración de conocimientos desde cada enfoque particular. Desde una perspectiva amplia, la investigación en salud puede ser diferenciada según su nivel de análisis (poblacional o individual) y su objeto primario de estudio (necesidades o respuestas de salud) (OMS/OPS 2011).

Es por ello, que la ingente cantidad de información generada y almacenada en el entorno sanitario brinda una excelente oportunidad para la tecnología Big Data. Al utilizar un identificador único podemos relacionar la información clínica con datos generados por la actividad humana (consumos, ocio, actividad física o intercambio de información). El conjunto describe con increíble precisión a la salud y los factores que la condicionan. El Big Data abre nuevos campos de investigación y aporta un instrumento inestimable para adoptar con más precisión decisiones clínicas individuales (Gené Badia, Gallo de Puelles, y de Lecuona 2018).

Se podría reunir la información de la práctica habitual y la experiencia de todos los médicos, y de cientos de millones de pacientes durante años, para identificar los mejores tratamientos para lograr los mejores resultados y detectar efectos secundarios de los medicamentos adversos ocultos. Después de todo, la suma de todo el conocimiento médico no está en la posesión de un único médico ni un único investigador.

Pero si se agrega gran cantidad de información sanitaria junto con información genética del paciente y conocimiento científico, podemos aprender lo que funciona mejor. (Monleon-Getino 2015)

En cuanto a la toma de decisiones para quienes nos gobiernan en la parte política y los entes reguladores de salud pública consiste en los mejores profesionales sean quienes manejan de forma prolija la información en momentos de emergencia sanitaria y emergentes como lo es en la actualidad. Otra de las aportaciones compara el método de trabajo de los científicos con el de los políticos. En el campo científico, determinados métodos están comenzando a ser anticuados. Con el fin de hacer afirmaciones verificables, los científicos deben dar acceso a más información, por ejemplo, a las medidas de cálculo que se tomaron para generar los resultados (Ferrer-Sapena y Sánchez-Pérez 2013).

El objetivo de la investigación se centra en identificar la aplicación de herramientas digitales con tecnología Big Data en la salud pública y sus efectos positivos en la toma de decisiones en el sector sanitario frente a los brotes epidemiológicos.

## II. MÉTODOS

Para el estudio se llevó a cabo una investigación preliminar de tipo documental sobre la importancia de la temática de Big Data asociado a la tecnología, entre estos el caso del sector sanitario de Chile y México que se han posicionado como países referentes en el manejo apropiado de grandes volúmenes de información sanitaria. Existen actualmente sistemas de georreferencia y mapas de calor geográfico como herramientas identificadas digitalmente que aplican la tecnología Big Data.

En cuanto a la metodología se toma como referencia un enfoque mixto que permite analizar información cualitativa y cuantitativa. Se toma como base las cifras presentadas por los entes gubernamentales de salud en el Ecuador proporcionadas en tablas y gráficas que gestiona el MSP en su sitio web; estableciendo una relación de las herramientas digitales de medición geoespaciales y satelitales asociadas al conjunto de datos que hoy se conoce como Big Data para el manejo de datos que pueden ser: no estructurados, semiestructurados y estructurados, tomando en cuenta que estos sistemas tienen una capacidad de respuesta en tiempo real y de acceso remoto cuyo aprovechamiento permite a las autoridades sanitarias y expertos en tecnología información de primera mano para la toma de decisiones para etapas de aislamiento, y distanciamiento social en casos de epidemias como el Covid-19.

## III. RESULTADOS

En las principales ciudades del Ecuador, la aglomeración de personas resultó ser la principal causa para la transmisión del Coronavirus a falta del aislamiento obligatorio.

Precisamente ciudades como Guayaquil y Samborondón, fueron las que mayores índices de casos positivos presentaron durante el mes de marzo y más brotes en abril del 2020.

En el caso de las autoridades de la ciudad de Guayaquil tomaron sus decisiones mediante datos estadísticos que proporcionaron diferentes herramientas de medición digital que se comunican con sensores inteligentes.

Uno de los instrumentos tecnológicos que se habilitaron para la emergencia sanitaria fueron los mapas de calor como se aprecia en la Figura 1. De esta manera los análisis de datos permiten tomar decisiones sobre las provincias con más aglomeraciones y mediante las consultas web a los sitios se pueden consultar las opciones para conocer las poblaciones más activas.

Todo esto gracias a la tecnología que proporcionan sitios especializados como la herramienta OpenStreetMap. Según las mediciones de mapas corporales Web, la ciudad de Guayaquil resultó encontrarse entre las ciudades más afectadas por aglomeración durante el mes de abril hasta mayo de 2020, sobre todo en parroquias como Tarqui (4,740 casos confirmados), Ximena (1,781 casos confirmados), Febres Cordero (1,449 casos confirmados), donde los contagios fueron masivos.

En estos lugares fue muy importante haber establecido un cerco epidemiológico. Otras localidades cercanas a la ciudad de Guayaquil como es Durán en la parroquia Eloy Alfaro se presentaron 516 casos confirmados y en Milagro 562.

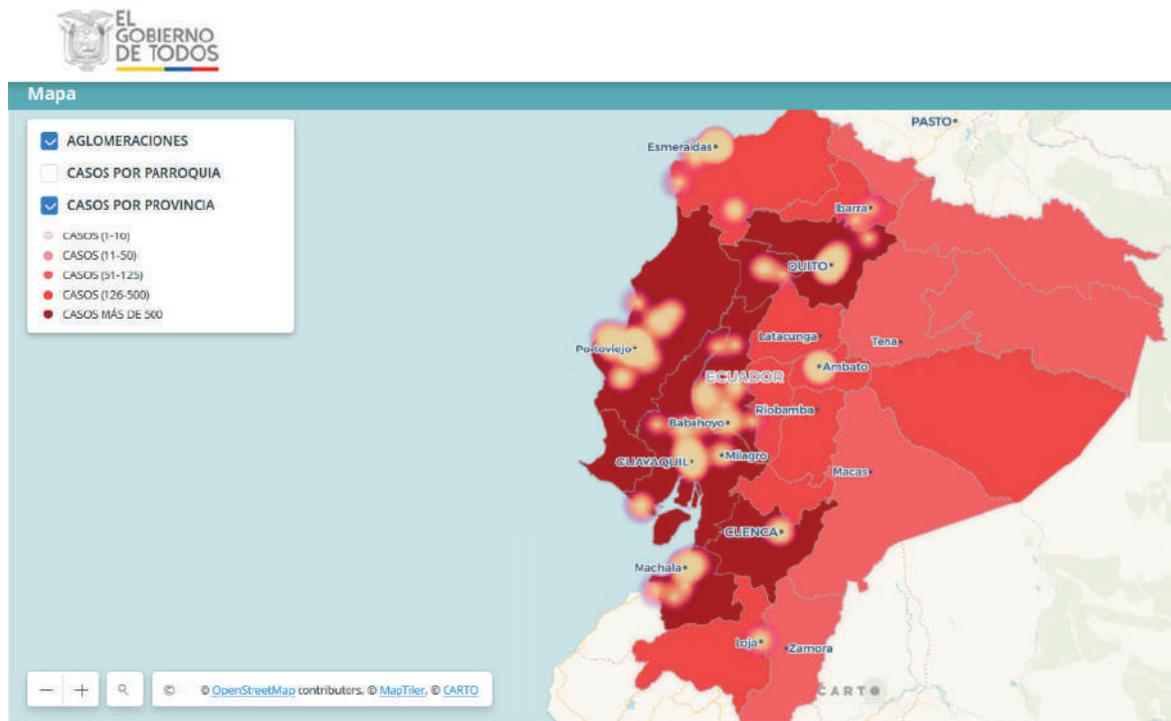


Figura 1. Web Mapa de Calor implementado en Ecuador.

Fuente: <https://ecuador.analiticacovid.com/>

La información que se presenta en el sitio Web del Ministerio de Salud Pública proporcionó los datos de tendencia de casos a partir del 15 de febrero de 2020, fecha de presentación del primer caso confirmado por coronavirus en el país. Hasta el mes de febrero el número fue de 24 casos acumulados, para el mes de marzo eran ya 4,872 los casos presentados, en el mes de abril el número de casos era ya de 16,230, hasta el corte del 22 de mayo de 2020 las cifras aumentaron a 26,872 casos confirmados de personas a nivel nacional.

De este número el 57.70% de la población son varones y el 44.30% corresponden a mujeres. La tasa de fallecimiento corresponde a un total de 3,056 personas, de este número el 66.33% son hombres y el 33.67% mujeres. Lo que preocupa en las estadísticas es la cifra de fallecidos probables con una cantidad de 1,892 personas, estos resultados los puede apreciar en la siguiente tabla:

**Tabla N° 1 Casos Confirmados por Coronavirus a nivel nacional (Ecuador)**

Comportamiento COVID-19 (PCR) Ecuador, corte resumen 22/05/2020						
Sexo	confirmados	% confirmados	fallecimientos confirmados	% fallecimientos confirmados	fallecimientos probables	total muestras
Masculino	14.968	55,70%	2.027	66,33%	1.295	45.633
Femenino	11.904	44,30%	1.029	33,67%	597	40.491
<b>Total</b>	<b>26.872</b>	<b>100,00%</b>	<b>3.056</b>	<b>100,00%</b>	<b>1.892</b>	<b>86.124</b>

Fuente: Ministerio de Salud Pública, Publicaciones DNEAIS MSP

La provincia de Guayas fue la primera en utilizar herramientas de medición basadas en Big Data que emplea el ECU 911, la tecnología del servicio de emergencias ecuatoriano incluye cámaras térmicas para monitoreo de la actividad volcánica, lectoras de placas de vehículos, monitoreo de eventos de concentración masiva, reconocimiento facial, drones, herramientas que se utilizan para realizar labores de monitoreo, control de incendios, videovigilancia de lugares poco accesibles, rescate, prevención y acciones de respuesta oportuna ante incidentes. Estos sistemas tecnológicos son de última generación cuyo software es asiático concretamente de China.

Los sistemas del ECU 911 permitieron medir la concentración de aplicaciones utilizadas por celulares y el desplazamiento de los mismos y almacenarlas en sus bases de datos como Mobile

Locator y APP ECU 911, también los sistemas interactúan con aplicaciones de georreferencia como QGIS, y Arcmap, y herramientas basadas en Heatmaps como Crazyegg y SumoMe.

Definitivamente estas herramientas contribuyeron a las acciones positivas tomadas por el COE Nacional y COE cantonal de Guayaquil, al implementar restricciones de movilidad en sus diferentes sectores de la ciudad y evitar contagios probables por coronavirus.

La Provincia del Guayas hasta la fecha del resumen presentado en la Figura 2, fue de 13,516 casos confirmados la más alta cifra reportada por el MSP seguidas por Pichincha con 3,201 casos, Manabí con 1,814 casos y la provincia de El Oro al sur del país con 1,004 casos como se puede apreciar en la Tabla 2.

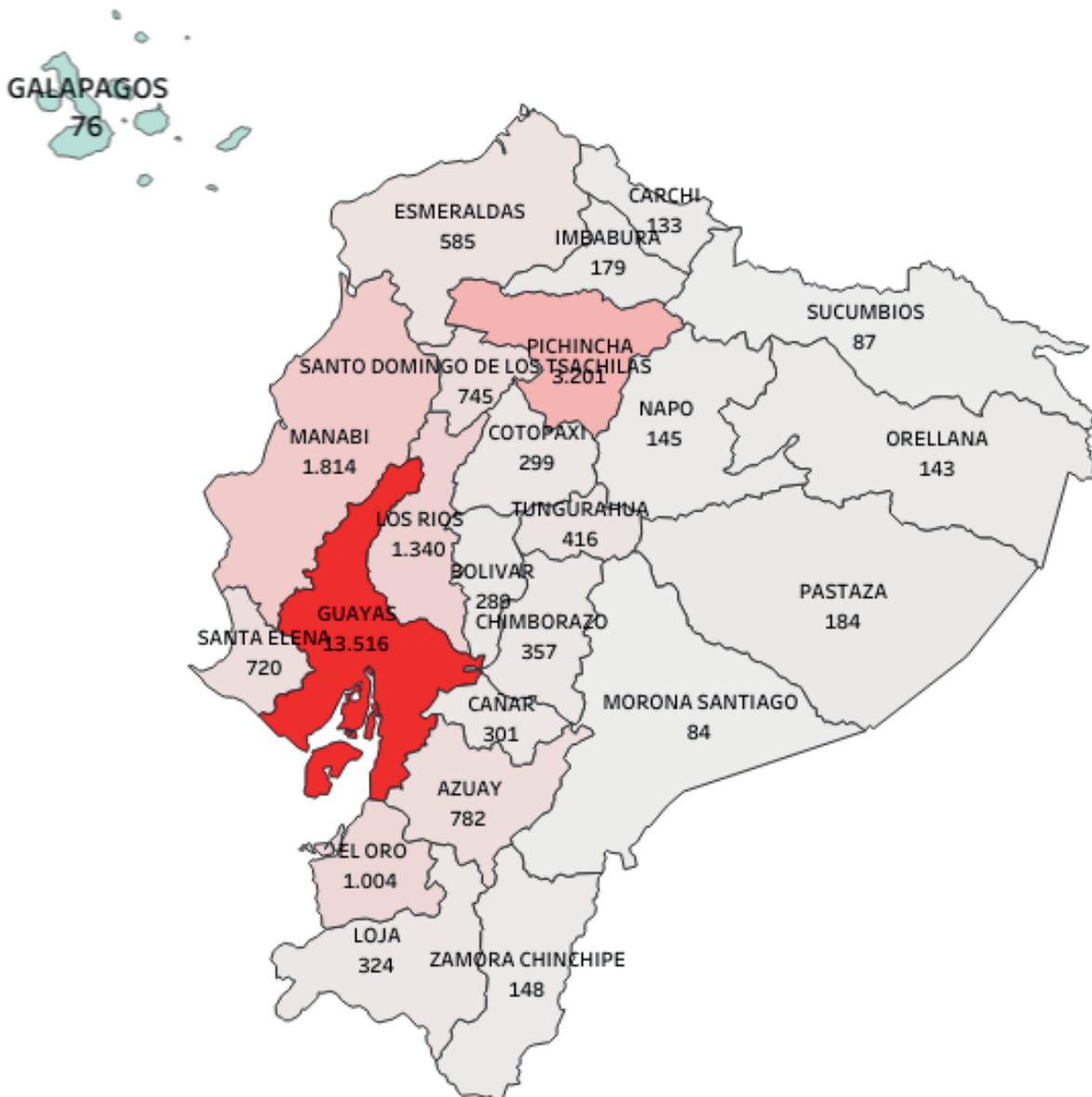


Figura 2. Cuadro de Contagios en Mapa Web en Ecuador  
Fuente: Ministerio de Salud Pública, Publicaciones DNEAIS MSP

**Tabla N° 2 Casos Confirmados por Coronavirus por provincia (Ecuador)**

CASOS CONFIRMADOS POR PROVINCIA DE RESIDENCIA					
N°	Provincia de Residencia	confirmados	% confirmados	fallecimientos confirmados	% fallecimientos confirmados
1	GUAYAS	13516	50,30%	1354	44,31%
2	PICHINCHA	3201	11,91%	240	7,85%
3	MANABI	1814	6,75%	363	11,88%
4	LOS RIOS	1340	4,99%	179	5,86%
5	EL ORO	1004	3,74%	162	5,30%
6	AZUAY	782	2,91%	33	1,08%
7	SANTO DOMINGO	745	2,77%	58	1,90%
8	SANTA ELENA	720	2,68%	277	9,06%
9	ESMERALDAS	585	2,18%	65	2,13%
10	TUNGURAHUA	416	1,55%	59	1,93%
11	CHIMBORAZO	357	1,33%	100	3,27%
12	LOJA	324	1,21%	20	0,65%
13	CAÑAR	301	1,12%	29	0,95%
14	COTOPAXI	299	1,11%	46	1,51%
15	BOLIVAR	289	1,08%	22	0,72%
16	PASTAZA	184	0,68%	5	0,16%
17	IMBABURA	179	0,67%	12	0,39%
18	ZAMORA CHINCHIPE	148	0,55%	4	0,13%
19	NAPO	145	0,54%	10	0,33%
20	ORELLANA	143	0,53%	4	0,13%
21	CARCHI	133	0,49%	8	0,26%
22	SUCUMBIOS	87	0,32%	3	0,10%
23	MORONA SANTIAGO	84	0,31%	2	0,07%
24	GALAPAGOS	76	0,28%	1	0,03%
TOTALES		26872	100,00%	3056	100,00%

Fuente: Ministerio de Salud Pública, Publicaciones DNEAIS MSP

Por otra parte, los mapas basados en tecnología referencial de programas como Arcgis, fueron utilizados por la Secretaria Nacional de Riesgos y Emergencias para realizar el seguimiento de la etapa de distanciamiento social aplicando la semaforización que consiste en la colocación de colores para cada cantón y provincia como se muestra en la Figura 3, que indiquen acciones a

seguir por la población, el color rojo fue el inicial en todo el territorio ecuatoriano para restricciones de movilidad, luego se podrá adoptar por cabildo el color amarillo que indica menores restricciones y precauciones para la población para decidir si se vuelve al color rojo o se produce la acción de tornar el semáforo en color verde que representa un levantamiento de restricciones para un estado de normalidad

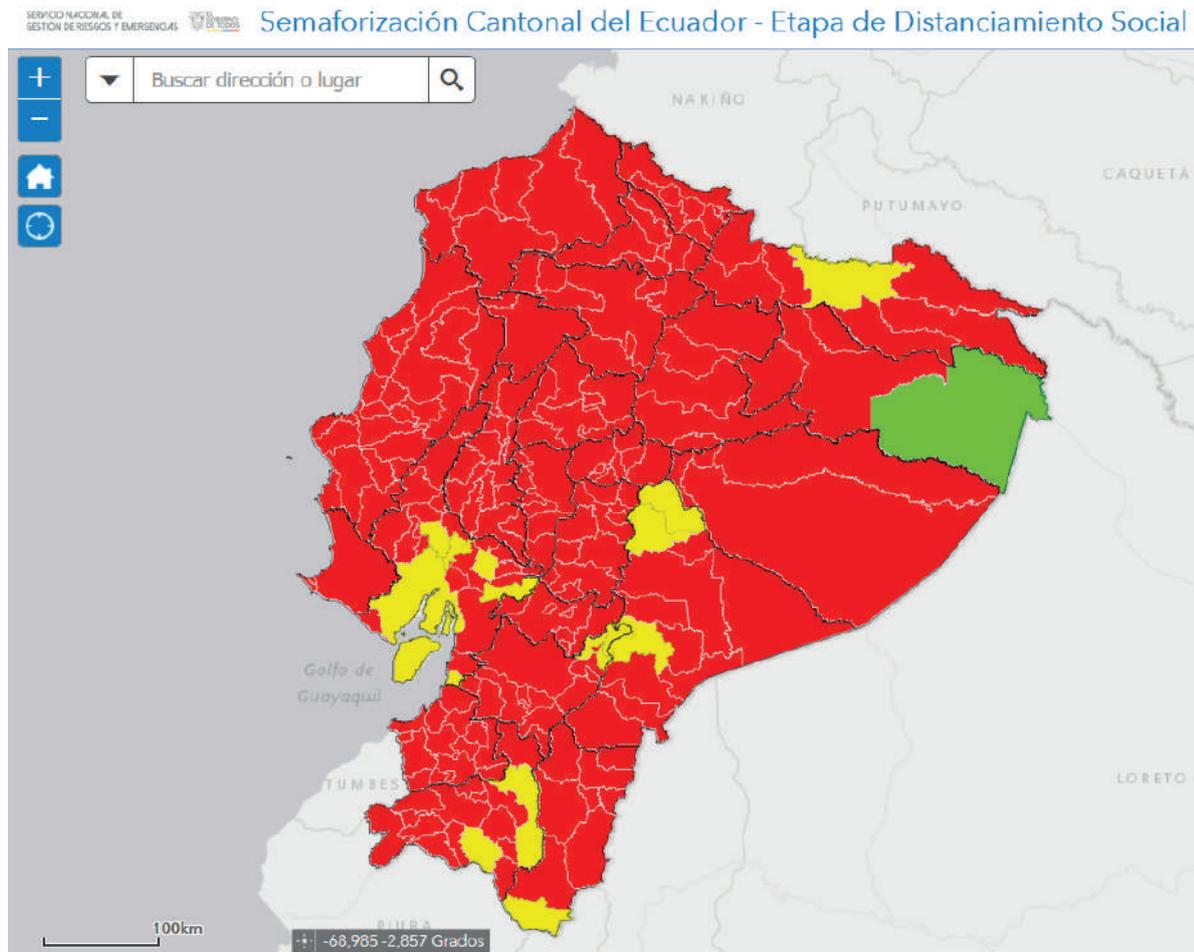
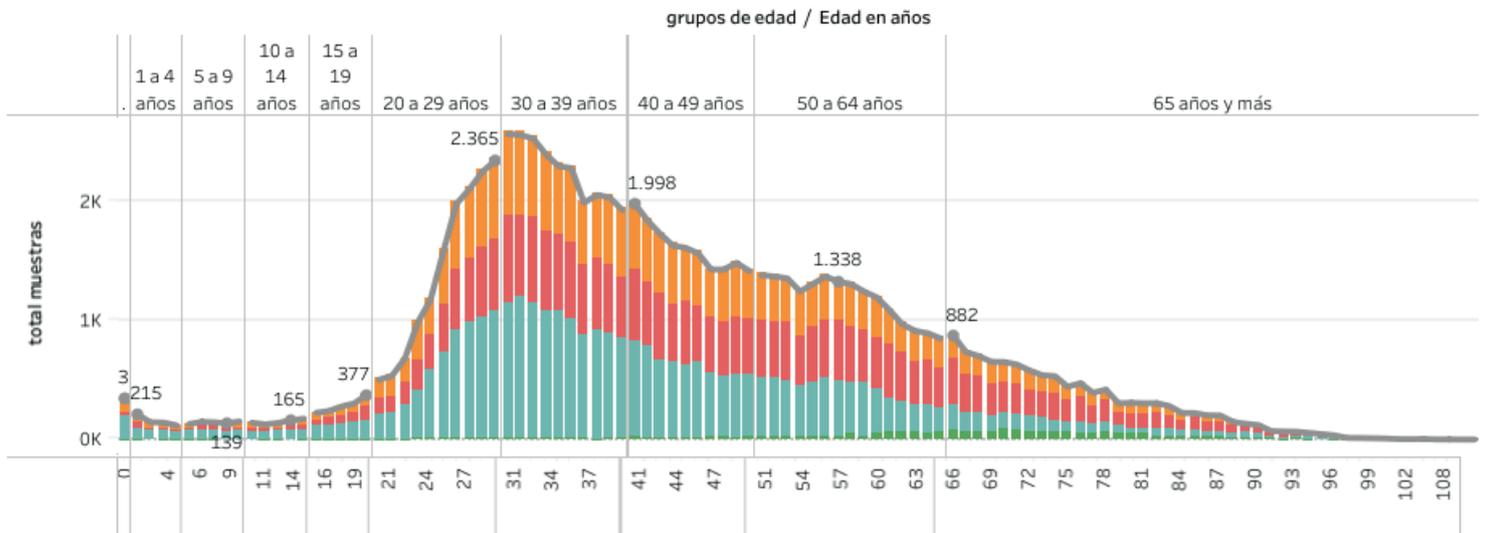


Figura 3. Mapa Georeferencial de Semaforización en el Ecuador  
Fuente: Ministerio de Salud Pública, Publicaciones DNEAIS MSP

Big Data permite por diversos medios transmitir todo tipo de datos y confluir en información de primera mano, tanto así que se puede disponer de información de diverso tipo, entre ellos la edad de los contagiados en Ecuador y detectar los rangos de los casos confirmados, descartados, o con sospecha como se aprecia en la Figura 4

**Edad simple en años**

Con sospecha    Confirmado    Descartado    Probable



Fuente: Ministerio de Salud Pública, Publicaciones DNEAIS MSP

Figura 4. Gráfico de Covid-19 por Rango de Edades en Ecuador, corte 22/05/2020.

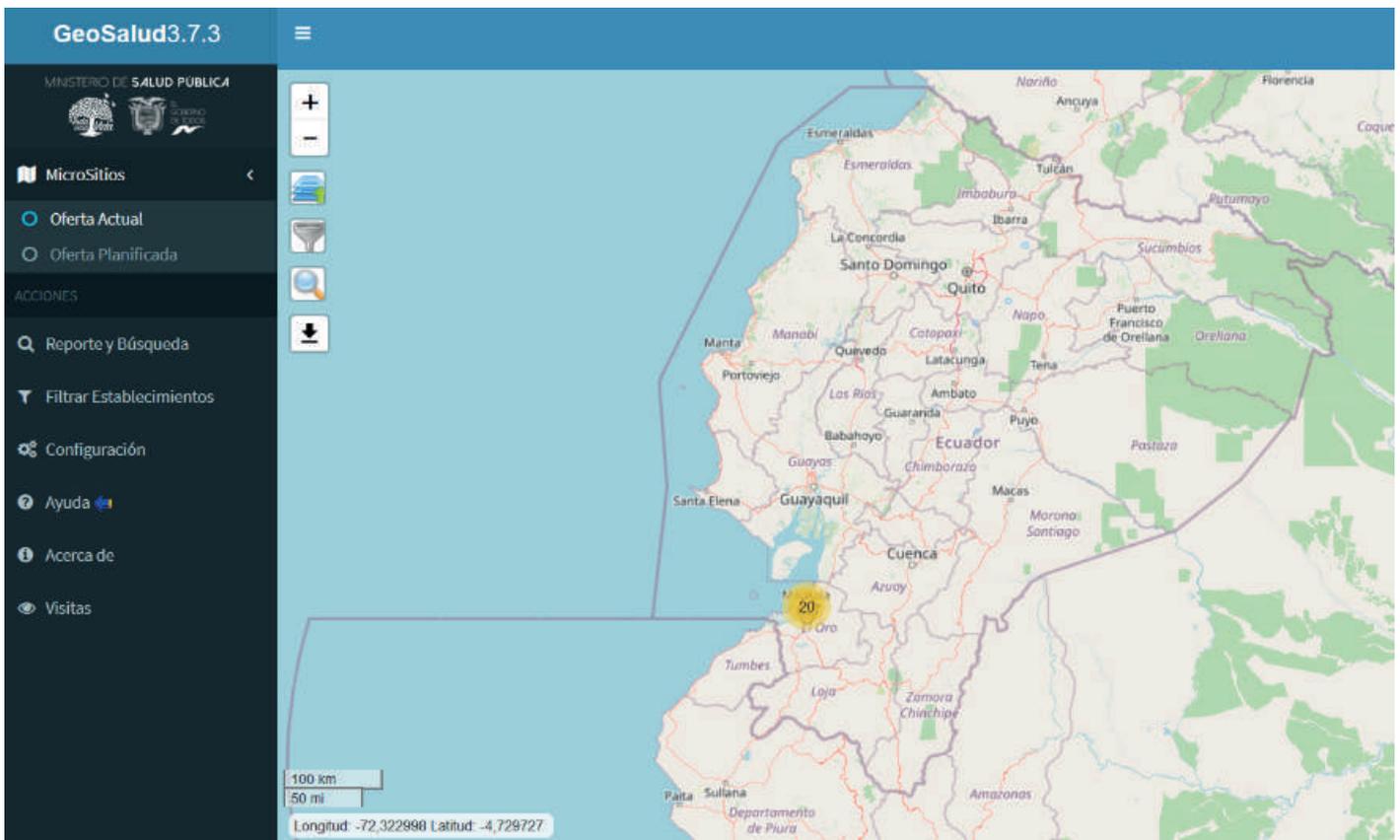
Además, obtener información por grupos ocupacionales en nuestro país de contagios o simplemente de cuadros comparativos de las cifras de casos contagiados o fallecimientos por COVID-19 en Ecuador y otros países de la región como se aprecia en la siguiente Tabla.

**Tabla N° 3: Comparativo de contagios en Países de América, corte 22/05/2020.**

Comparativo de contagios en Países de América, corte 22/05/2020						
Países	Total confirmados	Nuevos casos	Total fallecidos	Nuevos fallecidos	Total altas	Total pruebas
Mundo	5.263.710	73	337	3	2.126.097	
Estados Unidos	1.633.236	12	97	786	385.070	13.673.812
Brasil	314.769	3	20	185	125.960	735.224
Perú	108.769		3		43.587	736.500
Chile	61.857	4	630	41	25.342	442.093
Ecuador	35.828	522	3	117	3.557	104.330
Colombia	18.330		652		4.431	214.536
Argentina	9.931		419	3	3.062	121.278
Bolivia	5.187	268	215	16	561	14.803
Venezuela	882		10		262	697.691
Paraguay	838	2	11		264	21.987
Uruguay	749		20		594	36.537

Fuente: <https://www.worldometers.info>

La utilidad de los datos ha hecho posible que en el año 2020 el Gobierno Nacional a través del MSP implemente el uso de una línea telefónica con el número exclusivo 171, y de esta manera haya atendido la posibilidad de brindar atención a miles de usuarios que solicitaron información respecto a la pandemia, sencillamente la llamada telemedicina fue un servicio adecuado para el direccionamiento de la población que tenía síntomas o resultaron ser pacientes asintomáticos. Actualmente el MSP tiene la aplicación Geosalud3 que es una herramienta de información para geo visualización en la cual se puede apreciar a nivel nacional la oferta actual de salud por provincia presentando un mapa detallado de las unidades de salud incluyendo los Hospitales del IESS. Mediante este aplicativo Web se mantiene un constante monitoreo de la oferta laboral actual y planificada la misma que puede hacer una búsqueda por filtros para una mejor clasificación como se muestra en la Figura 5.



Fuente: Ministerio de Salud Pública, <https://geosalud.msp.gov.ec/>  
Figura 5. Herramienta GeoSalud3 del MSP de Ecuador.

#### IV. DISCUSIÓN

Mediante la utilización de mapas de calor las autoridades monitorearon a la población en las principales ciudades del país. Producto de ello acertadamente eliminaron muchos focos de infección que hubieran provocado una mayor expansión de la pandemia en diversos sectores a los ya producidos.

En Guayaquil por ejemplo los mapas de calor ayudaron a la detección de la cantidad de vehículos que circulaban por diversas rutas en días que no les estaba permitido circular, que permitieron a la Autoridad de Tránsito Municipal ubicar sus agentes en puntos claves de la ciudad y así controlar el tráfico vehicular y sancionar a los infractores que no respetaban la restricción de vehículos impuestas por el Gobierno Nacional.

Lo mismo aconteció en los mercados municipales con la información proporcionada por los mapas georreferenciales que tuvieron mucha incidencia para que en algunos casos estos mercados sean cerrados por un tiempo para que se implementen las correspondientes medidas sanitarias evitando sean un foco de contagio. El servicio ECU 911 también aporta con sus datos provenientes de su monitorización de imágenes que hacen posible tomar decisiones en tiempo real en respuesta al actuar inusual de personas.

Guayaquil ha superado la etapa de aislamiento con trágicos saldos de muertes por Covid-19 siendo la más alta de nuestro país. Sin embargo, la curva de contagios al ir disminuyendo hace que sea posible pasar a una nueva etapa de distanciamiento social colocándose en la posibilidad de que pasar a un color amarillo según la semaforización con las respectivas normas que esto conlleva. También mediante la misma metodología lograron tomar pruebas de detección de Coronavirus a distintas personas en los sectores críticos de la ciudad gracias a la información oportuna que ofrecen los sistemas digitales basados en Big Data al integrar medios y datos. En Pichincha, a través del monitoreo satelital en la ciudad de Quito en el mes de abril, su alcalde decidió cerrar el mercado de San Roque por resultar ser un foco de infección no solo por la detección de presencia de aglomeraciones, sino por el incremento de casos positivos que se dio en ese sector. Esta medida se tomó con el apoyo de datos capturados de mapas que miden calor.

En Machala, también su edil tomó la decisión de desalojar a cientos de comerciantes al detectarse un inusual movimiento de personas alrededor del mercado central de esa ciudad con el apoyo de herramientas como los mapas de calor. Así, de esta manera se evitó la proliferación de más casos positivos, tomándose la decisión más acertada de cerrar dichos establecimientos precarios donde la gente hacía sus compras sin las debidas normas sanitarias.

Las fuerzas armadas y la policía nacional también utilizaron instrumentos de medición como GPS y Radares con herramientas geo satelitales y de posicionamiento para ubicar a las personas que en diversos sectores no acataban el toque de queda según el estado de excepción.

En la actualidad hasta el uso de camas de hospitalización y de UCI son almacenados como datos para la atención de pacientes y se encuentran publicados en aplicaciones móviles utilizadas por directores médicos. Las personas cada vez más utilizan las redes sociales para comunicarse, cada vez se denuncian casos de corrupción que se desarrollan en la Web.

## V. CONCLUSIONES

La investigación no contempla las particularidades como la cultura y costumbres de la población. Pero si es necesario enfatizar que el riesgo de contagio es muy alto en ciudadanos que hacen caso omiso a las reglas de confinamiento y distanciamiento social.

Los instrumentos tecnológicos digitales utilizados en la actualidad por los sistemas sanitarios en nuestro país, analizaron y segmentaron la información de aglomeración de personas a través de mecanismos de medición termográfica como los mapas de calor geográfico representada en polos de calor y frío.

Además, de los sistemas de posicionamiento de georreferencia. Esto permite a las autoridades sanitarias utilizar esta información que proporcionan los instrumentos analizados y difundirlos en medios digitales que permiten en diferentes tipos de redes compartir una conexión en tiempo real para tomar medidas correctivas necesarias y dar respuestas en el menor tiempo posible.

Big Data permite acceder a los datos, minimiza el tiempo de respuesta, maximiza la difusión de la información, generando confianza en canales seguros en diversos dispositivos en una sociedad del conocimiento. Gracias a la utilización de estos dispositivos móviles hoy se puede localizar la aglomeración de personas no solo por sus datos corporales sino por el uso de datos. Las autoridades sanitarias nacionales, así como los Gobiernos locales cuentan con medios de respuesta eficaces como los instrumentos de medición actuales. Las decisiones se han apoyado en estas herramientas tecnológicas y su análisis ha sido muy objetivo para brindar alternativas que permitan en parte tratar de aportar con una solución que minimicen los efectos de eventos como el dado por la pandemia del COVID-19.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

Barranco Fragoso, Ricardo. 2012. "¿Qué es Big Data?" IBM developerWorks.

Calderón, Carlos Arcila, Luz Marina Alonso, y Antonio García Jiménez. 2018. "Big data approaches in health communication: Network analysis and large-scale supervised sentiment analysis". Salud Uninorte 34(1): 194–202. <http://dx.doi.org/10.14482/sun.34.1.10544>.

- Calderón Parra, Luis Carlos. 2016. "Big data en sanidad en España: la oportunidad de una estrategia nacional Big data in health in Spain: now is the time for a national strategy". *Gac Sanit.* <http://scielo.isciii.es/pdf/gsv30n1/debate1.pdf>.
- Camargo-Vega, Juan, Jonathan Camargo-Ortega, y Luis Joyanes-Aguilar. 2015. "Knowing the Big Data". Facultad de Ingeniería.
- Debiès, Elise. 2017. "Apertura de datos de salud en Francia, impacto en la investigación y la seguridad social". *Bioderecho.es: Revista internacional de investigación en Bioderecho* (5): 3. <https://revistas.um.es/bioderecho/article/view/291081/211911> (el 22 de mayo de 2020).
- Ferrer-Sapena, Antonia, y Enrique Sánchez-Pérez. 2013. "F. 2. Open data, big data: ¿hacia dónde nos dirigimos?" *Anuario Think EPI*.
- Garita, César. 2016. "Enfoques de integración de información para sistemas de monitoreo de salud estructural de puentes". *Revista Tecnología en Marcha* 29(1): 96. [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0379-39822016000100096&lang=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0379-39822016000100096&lang=es)  
<http://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v29n1/0379-3982-tem-29-01-00096.pdf>.
- Gené Badia, Joan, Pedro Gallo de Puelles, y Itziar de Lecuona. 2018. "Big data y seguridad de la información". *Atención Primaria*.
- Hernández-Leal, Emilcy J, Néstor D Duque-Méndez, y Julián Moreno-Cadavid. 2017. "Big Data: una exploración de investigaciones, tecnologías y casos de aplicación TT - Big Data: an exploration of research, technologies and application cases". *Tecnológicas* 20(39): 17–24. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-77992017000200002&lang=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-77992017000200002&lang=es)  
<http://www.scielo.org.co/pdf/teclo/v20n39/v20n39a02.pdf>.
- Marco Cuenca, G, y J A Salvador Oliván. 2018. "From MBDS to big data: A hospital information system for the 21st century [Del CMBD al Big Data en salud: Un sistema de información hospitalaria para el siglo XXI]". *Scire* 24(1): 77–89. <https://www.ibersid.eu/ojs/index.php/scire/article/view/4506/3908> (el 21 de mayo de 2020).
- Menasalvas, Ernestina, Consuelo Gonzalo Martín, y Alejandro Rodríguez González. 2017. "Big Data en salud: retos y oportunidades." *Economía industrial*.
- Monleon-Getino, Antonio. 2015. "El impacto del Big-data en la Sociedad de la Información. Significado y utilidad". *Historia y Comunicación Social*.

- Noval García, Y, y K Espinosa Acereda. 2017. "Estudio comparativo de plataformas y herramientas de tratamiento de sistemas Big Data en Telemedicina". XXXV Congreso Anual de la Sociedad Española de Ingeniería Biomédica: 111–14.  
[https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/25702/Espinosa111\\_114.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/25702/Espinosa111_114.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- OMS/OPS. 2011. "Vigilancia en Salud Pública". Módulo de Principios de Epidemiología para el Control de Enfermedades (MOPECE).
- Pérez, Glòria. 2016. "Peligros del uso de los big data en la investigación en salud pública y en epidemiología". Gaceta Sanitaria.
- Presidencia. 2020. "Presidencia de la República del Ecuador". Decreto ejecutivo N° 1017: 1–18.  
[https://minka.presidencia.gob.ec/portal/usuarios\\_externos](https://minka.presidencia.gob.ec/portal/usuarios_externos) (el 11 de junio de 2020).
- Ramírez Santiago, Andrea, y Daniel Choperena Aguilar. 2019. "Importancia de los Sistemas de Información Geográfica en el Sistema Nacional de Salud en México". Boletín Conamed 5: 150–55. [http://www.conamed.gob.mx/gobmx/boletin/pdf/boletin26/Besp26\\_18.pdf](http://www.conamed.gob.mx/gobmx/boletin/pdf/boletin26/Besp26_18.pdf).
- Redrován, Fausto, Mariuxi Zea, y Johnny Chacha. 2013. "Big Data y la Salud Pública Detección de brotes epidémicos de enfermedades infecciosas".  
[https://www.academia.edu/8945367/Articulo\\_Big\\_Data\\_y\\_Salud\\_Publica](https://www.academia.edu/8945367/Articulo_Big_Data_y_Salud_Publica).
- Saint-Gerons, Diego Macías, César De La FuenteHonrubia, Fernando De Andrés Trelles, y Ferrán Catalá-López. 2016. "Perspectiva futura de la farmacoepidemiología en la era del 'big data' y la expansión de las fuentes de información". Revista Española de Salud Pública 90: 1–7.  
[www.msc.es/resp](http://www.msc.es/resp).
- Zepeda Ortega, Ana J. 2019. "The Big Data: related concepts and some applications in pediatrics". Revista Chilena de Pediatría 90(4): 376–83.

