

Respuesta a emergencias aplicando Tecnologías de Información Geográfica ante la propagación del COVID-19 en Perú

Emergency response applying Geographical Information Technologies to the spread of COVID-19 in Peru

Recibido: abril 22 de 2020 | Revisado: mayo 15 de 2020 | Aceptado: junio 21 de 2020

Miqueas Gonzales Gonzales^{1,A}
Raúl Méndez Gutierrez¹
Carlos Mucching Mendoza¹
Miguel Pérez Aguirre¹
Jonathan Cortez Chiroque¹
Jean Iberos Jimenez¹

ABSTRACT

This research aims to develop a didactic proposal for the use of Geographic Information Technologies (TIG), which will allow authorities to access more resources to make better decisions in tasks of monitoring, controlling and responding to the COVID -19 (disease associated with SARS-CoV-2 infection) pandemic. The entire universe of the population in the Peruvian territory was analyzed. Through specialized Geographic Information Systems (GIS) programs designed to show multiple visualizations on a single screen, a complete and attractive view of the data is offered. Results obtained show tables and projections of COVID-19, concluding that it affects more men than women, its mortality rate is 3.82% and the largest number of deaths are older adults, claimed the lives of 193 people and infected 7519 until April 11, 2020. It is planned that the next 12th may, COVID-19 reaches the maximum number of infected.

Keywords: Geographic information technologies, Geographic Information Systems, COVID-19, Perú.

RESUMEN

La investigación tiene como objetivo elaborar una propuesta didáctica para el uso de Tecnologías de la Información Geográfica (TIG), que permitirá a las autoridades acceder a más recursos para tomar mejores decisiones en las tareas de seguimiento, control y respuesta a la pandemia del COVID-19 (enfermedad asociada con la infección por SARS-CoV-2). Se analizó todo el universo de la población del territorio peruano. Mediante programas especializados en Sistemas de Información Geográfica (SIG) diseñados para mostrar múltiples visualizaciones en una sola pantalla, se ofrece una vista completa y atractiva de los datos. Los resultados obtenidos muestran cuadros y proyecciones del COVID-19, concluyendo que afecta a más hombres que mujeres. Además, tiene una tasa de letalidad del 3,82% y la mayor cantidad de fallecidos son adultos mayores, cobrando la vida de 193 personas e infectado a 7519, hasta la fecha de 11 de abril del 2020. Se tiene previsto que el próximo 12 de mayo, el COVID-19 llegue al número máximo de contagiados.

Palabras clave: Tecnologías de información geográfica, Sistemas de Información Geográfica, COVID-19, Perú.

¹ Instituto Especializado de Investigación para la Prevención y Mitigación de Desastres, Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima – Perú

^A ORCID: 0000-0002-0794-8342

Correspondencia: ineipremid@gmail.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.24039/cv202081763>



Introducción

En los últimos 50 años ha habido contagios recurrentes a gran escala de virus emergentes como el VIH (virus de la inmunodeficiencia humana), el SARS (síndrome respiratorio agudo severo), los coronavirus del síndrome respiratorio del Medio Oriente, el virus de la influenza pandémica H1N1, el virus del Ébola, y el virus del Zika (Broughton et al, 2020). El más recientemente, el COVID-19 (la enfermedad asociada con la infección por SARS-CoV-2) comenzó en Wuhan (provincia de Hubei, China) en diciembre de 2019. A principios de enero de 2020, se informó un grupo de casos de neumonía por un nuevo coronavirus. Este brote se propagó rápidamente para producir una pandemia global.

En la actualidad, se ha informado de la transmisión por acercamiento directo con personas infectadas con síntomas leves o sin síntomas. La falta de pruebas de diagnóstico molecular rápidas, accesibles y precisas ha obstaculizado la respuesta de salud pública a la amenaza viral emergente (He *et al.*, 2020).

En el Perú, debido a las medidas utilizadas en casi todos los países, se está aplicando el aislamiento obligatorio (ponerse en cuarentena en nuestros hogares) para no favorecer más la diseminación del virus y causar más pérdidas, la gran mayoría de trabajadores se encuentran confinados en hogares. Debido a esto, la pandemia lleva a la economía global a un virtual punto muerto, aplastando potencialmente a millones de empresas, grandes y pequeñas, mientras deja sin trabajo a decenas de millones, o posiblemente cientos de millones de personas. En el pasado, los desastres de esta magnitud derrocaron imperios, desencadenaron rebeliones masivas y provocaron hambrunas e inanición. Este cataclismo producirá también miseria generalizada y pondrá en peligro la supervivencia de numerosos gobiernos.

Los países en desarrollo como el Perú, requieren del mayor conocimiento posible sobre el manejo que se le debe dar a temas de tipo mundial como una pandemia de características tan amplias y complejas como el COVID-19; esto con el fin de tener el conocimiento al menos necesario para lograr manejar de la mejor forma casos como el actual en el territorio nacional (Wallinga & Teunis, 2014). Debido a que la pandemia pone en riesgo a la población de todo el país, se debe contar con los recursos ya sean económicos, sociales, de salud, cultura y demás, o simplemente recursos de conocimiento que

permitan mitigar los efectos negativos de COVID-19 sobre los demás aspectos de nuestra vida (Singhal, 2020). Entre más se tenga conocimiento claro y concreto de comportamientos, proliferación, prevención y manejo de casos como el Coronavirus, considerado como una pandemia, mejor se pueden efectuar las medidas preventivas y de igual manera aplicarlas, mitigando a gran escala la propagación y el impacto negativo del mismo.

Por todo esto, surge la necesidad de conocer la manera en que se está manejando la pandemia en nuestro país, esto con el fin de intervenir en dos de los principales ámbitos, el impacto social y el impacto económico, ya que de no controlar los efectos negativos que se pueda generar a causa del desconocimiento y los efectos internacionales que afectan al país, se pueden generar grandes cambios que llevarían a un decaimiento de la economía nacional en los ámbitos mencionados, sin mencionar las grandes consecuencias poco favorables para el mismo (Buzai, 1999).

En los últimos años, en la sociedad actual se ha producido un cambio vertiginoso con la consolidación y generalización de la tecnología en la evolución de la humanidad; lo que ha producido cambios sociales diferentes (Castells, 1998). Las tecnologías de la información y el conocimiento han propiciado un vuelco en los actuales modelos de relación y en el comportamiento global de la sociedad. Para el análisis, es necesario contar con todo el potencial que nos ofrecen las nuevas Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) que ayuden a la toma de decisiones basadas en el análisis espacial, diagnóstico y resolución de los problemas espaciales ligados a la ordenación y planificación, que permiten una comprensión integrada de los datos. Este análisis implica el uso de equipos propios de la informática, la electrónica y las telecomunicaciones para la transmisión, procesamiento y almacenamiento de información a través de la Red: los servidores de mapas, las bases de datos distribuidas, y todo un conjunto de tecnologías que permiten la interoperabilidad entre sistemas. Incluimos tanto el equipo tecnológico como las aplicaciones SIG. Ambos forman un paquete tecnológico en el que encontramos diversas opciones, y que se enriquece regularmente con el rápido avance del mercado tecnológico.

El llamado “hardware” es el elemento físico del sistema, y conforma la plataforma sobre la que tiene lugar el trabajo con un SIG. Hoy en día se puede llevar a cabo estos trabajos en ordenadores personales o

estaciones de trabajo, ya sea de forma individual o en una arquitectura más compleja entre cliente – servidor. Estas últimas han cobrado importancia muy rápidamente en los últimos tiempos, especialmente en lo que al acceso a datos se refiere (Barredo, 1996).

Por su parte, el “software” es el encargado de operar y manipular los datos. El software SIG también ha sufrido una gran evolución, y bajo el paraguas de esa denominación encontramos desde las aplicaciones clásicas que permiten visualizar, gestionar y analizar los datos geográficos, hasta herramientas más especializadas que se centran en algunos de estos campos, o bien componentes que pueden incluso pasar a formar parte de otras aplicaciones fuera del ámbito SIG, pero que puntualmente requieren algunas de sus funcionalidades, especialmente las relacionadas con la visualización de cartografía digital. Puede pensarse que los SIG son herramientas informáticas y que la única tecnología que reside tras ellas es la propia tecnología. Sin embargo, el papel integrador de los SIG hace que sean la herramienta elegida para la gestión de resultados y elementos producidos por otras tecnologías, muchas de las cuales se encuentran actualmente en pleno desarrollo.

La popularización de los SIG y su mayor presencia en una buena parte de los ámbitos de trabajo actuales, han traído como consecuencia una mayor conciencia acerca de la importancia de la componente espacial de la información, así como sobre las posibilidades que su uso ofrece. Por ello, una gran parte de las tecnologías que han surgido en los últimos años (y seguramente de las que surjan en los próximos) se centran en el aprovechamiento de la información espacial y están conectadas en mayor o menor medida a un SIG para ampliar su alcance y sus capacidades. Por su posición central en el conjunto de todas las tecnologías, los SIG cumplen además un papel de unión entre ellas, conectándolas y permitiendo una relación fluida alrededor de las funcionalidades y elementos base de un Sistema de Información Geográfica (Achuy, 2006).

La presente investigación tiene como objetivo elaborar una propuesta didáctica para el uso de Tecnologías de la Información Geográfica (TIG), que permitirá a las autoridades acceder a más recursos para tomar mejores decisiones en las tareas de seguimiento, control y respuesta a la pandemia del COVID-19 (enfermedad asociada con la infección por SARS-CoV-2), así mismo proponer estrategias específicas en cuanto a los manejos administrativos que puedan

mitigar y prevenir los efectos negativos en los campos mencionados.

Esta investigación permitió observar una asombrosa riqueza de información geoespacial con respecto al brote de COVID-19. Muchos de estos datos son fácilmente accesibles y se actualizan regularmente, por lo que pueden representarse en visores y cuadros de mando para comunicar la situación a la ciudadanía o ser utilizados para una mejor gestión de la emergencia. Asimismo, con dichos resultados se proporciona tecnología y capacidades para que, mediante la integración de datos y el análisis geoespacial, puedan desarrollar acciones para afrontar los grandes desafíos que representa el Coronavirus.

Materiales y Métodos

Insumos cartográficos

Comprende la información técnica científica que se utiliza para diseñar la base de datos iniciales para generar productos cartográficos. La Tabla 1 muestra la búsqueda y recopilación de esta información.

Hardware utilizado

Para llevar a cabo la presente investigación se utilizaron diversos equipos para el procesamiento de la información. La Tabla 2, se consideran a los equipos como el hardware.

Software utilizado

Para llevar a cabo este estudio se utilizó diversos programas (software) informáticos permitiendo así realizar un análisis sofisticado (Tabla 3).

Diseño de investigación

Descriptivo, ya que puede predecir, describir situaciones y eventos que puedan ocurrir ante el coronavirus (COVID-19). Y explicativo, ya que va a explicar la relación causa-efecto de las simulaciones de riesgo que podrían afectar.

Tipo de Investigación

Aplicada o tecnológica, debido a que se aplica conocimientos y estudios pasados utilizando Tecnologías de información geográfica.

Tabla 1

Insumos cartográficos para el desarrollo de la investigación

Información	Formato	Descripción
Datos espaciales	*.js *.py *.php	Mediante lenguaje de programación, para realizar estadística y análisis del espacio geográfico.
Datos tabulares	*xlsx *.txt	Para la identificación y análisis estadístico
Datos raster	*tiff *.jpg	Información de la cartografía digital
Datos vectoriales	*shp *.dwg *.sqlite *.json	Datos geográficos favoreciendo las relaciones de elementos y haciéndolos más óptimos al realizar un análisis entre unidades espaciales.
Documentos	*pdf *.doc	Facilitado por instituciones del estado y privado, asesoría y recomendación.

Tabla 2

Hardware utilizado para el desarrollo de la investigación

Hardware	Descripción
Avance i7 (Laptop)	Para la realización de las actividades de la investigación, procesamiento y análisis de la base de datos, así como para la elaboración de la investigación.
i7 (Laptop)	Para la sistematización y procesamiento de la información en software especializado en SIG (Sistema de Información Geográfica) para la producción cartográfica.
Galaxy J7 (Celular)	El celular es un gran apoyo hoy en día para todo tipo de trabajos. Se hará uso para realizar encuestas y formularios a través del móvil con acceso al internet.
HP Ink Tank (Impresora)	Para escanear documentos e información cartográfica. También, para las impresiones de fichas y encuestas. Además, para el informe de tesis y mapas.

Tabla 3

Hardware utilizado para el desarrollo de la investigación

Software	Descripción
ArcGIS 10.5	Es el software más importante para la realización de este estudio, ya que en ella se plasmará toda la información cartográfica y se realizará el procesamiento y análisis para la determinación de los escenarios de riesgo.
Excel 2013	Para la elaboración de todo tipo de cálculos, tablas, gráficos, así como el manejo y procesamiento de datos.
Word 2013	Para la elaboración de todo tipo de documentos, para la elaboración de la tesis
ArcGIS	Es un portal de colaboración GIS, que permite descubrir, encontrar, compartir, crear, almacenar, organizar contenido geográfico.
App móvil	Aplicación informática pensada para dispositivos móviles y tabletas de gran utilidad para difundir la información.
Power bi	Proporciona visualizaciones interactivas y capacidades de inteligencia con una interfaz lo suficientemente simple como para crear sus propios informes y paneles.

Unidad de Análisis

Se analizó todo el universo de la población del territorio peruano. No se aplicó ningún método de muestreo; a juicio de los investigadores del INEIPREMID (Instituto Especializado en Investigación para la Prevención y Mitigación de Desastres) de la Universidad Nacional Federico Villarreal.

Primera fase

En la primera fase, se realizó la búsqueda y recopilación de toda información (análoga y/o digital) disponible en MINSA (Ministerio de Salud), CENEPRED (El Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres), INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil), PREDES (Centro de Estudios y Prevención de Desastres), PREMID (Red de Prevención y Mitigación de Desastres), y otros. Además, se usaron reportes realizados en la biblioteca de la FIGAE (Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y en Ecoturismo), consulta a expertos en Gestión del riesgo de desastres. También se tomaron apuntes de conferencias virtuales y seminarios en línea, que sirvieron de base para facilitar el desarrollo de esta investigación.

Segunda fase

En este período, se homogenizó la información y se acondicionó la base de datos para la identificación de los factores que inciden en la curva epidemiológica. La curva epidemiológica se determina por:

$$N_0 = C * P * T$$

Donde:

P: número promedio de personas con las que una persona tiene contacto en un periodo determinado de tiempo.

C: probabilidad de que cada contacto se traduzca en un nuevo caso.

T: duración de la infección medido en la misma unidad de tiempo que **P**.

Dependiendo de las medidas adoptadas para contener el contagio, los valores de **C**, **P** y **T** disminuyen el efecto de crecimiento exponencial y aplanan la curva.

El factor R_0 del COVID-19 es el número de casos, en promedio, que van a ser causados por una persona infectada durante el periodo de contagio. El primer escenario (A) muestra la gráfica que explica el número de casos de una población que se enfrenta al virus sin ningún tipo de medida de contención, los contagios se multiplican y muestra un crecimiento acelerado y descontrolado. El segundo escenario (B) muestra la gráfica que explica por qué se toman medidas de contención contra el coronavirus para reducir la transmisión y que el sistema sanitario no colapse (Figura 1).

Tercera fase

Se realizaron las coordinaciones para obtener con la debida anticipación los medios, equipos o recursos logísticos necesarios. Es importante la determinación del equipo multidisciplinario del INEIPREMID (Instituto Especializado de Investigación para la Prevención y Mitigación de Desastres) integrado por especialistas, investigadores y técnicos.

Cuarta fase

Se complementó la información recopilada así como la generación de la información georreferenciada. Se acondicionó una base de datos que contenía los campos necesarios para satisfacer los resultados a obtener. Se utilizaron los datos del reporte del Ministerio de Salud (hasta el 11 de abril del 2020) de la sala situacional COVID-19 Perú información estadística según: Departamentos, casos confirmados, sexo, etapa de vida y otros.

Quinta fase

Con la consulta a los expertos de las instituciones mencionadas en la primera fase y con el uso de software de Sistemas de Información Geográfica, se logra interrelacionar toda la información para permitir el uso de Tecnologías de la Información Geográfica, mediante un portal de datos y gestión abierta de la información ante la propagación del COVID-19, además de una propuesta didáctica (Plataforma Geoespacial) y difusión de la información. Por último, se publicaron los datos cartográficos para el acceso y visualización de toda la información a través de diferentes dispositivos.

Finalmente, con la información obtenida se podrá orientar la toma de decisiones de las autoridades tanto en la planificación y gestión territorial, en la implantación de un plan de prevención.

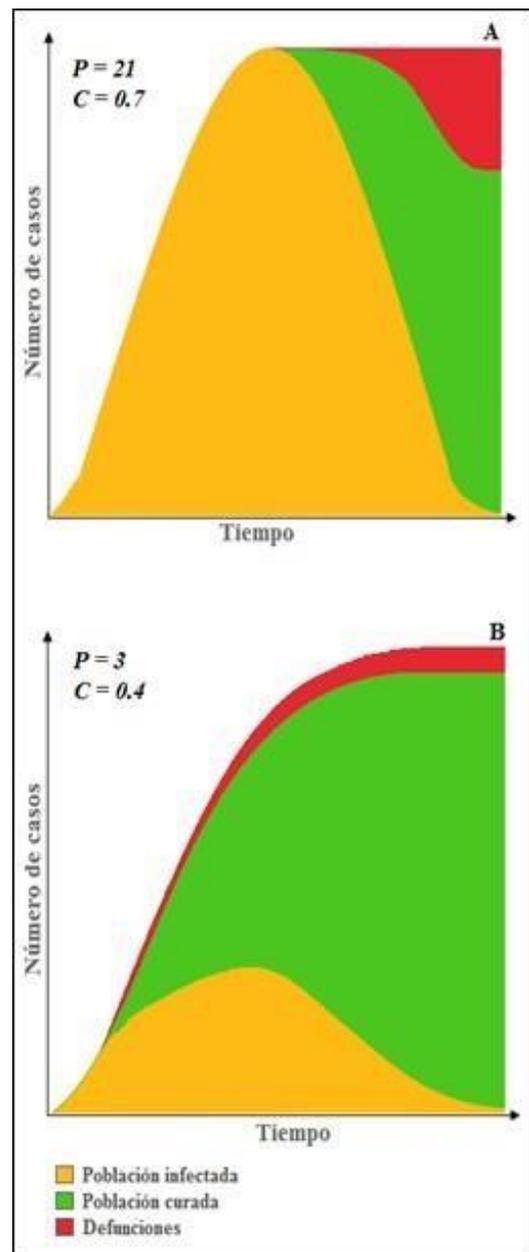


Figura 1. La curva epidémica registra el número casos de la población infectada, curada y las defunciones por el COVID-19 a lo largo del tiempo y variará en función de las medidas que se tomen y se muestra dos escenarios: El primero (A), una curva sin medidas de contención. El segundo (B) una curva con medidas de contención.

Nota. Elaboración propia con datos de reportes MINSA

Resultados

Propuesta didáctica para el uso de Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) ante la propagación del COVID-19 en Perú.

Se aseguró la comodidad en el manejo de la información ante la emergencia utilizando programas especializados en Sistemas de Información Geográfica (SIG) diseñados para mostrar múltiples visualizaciones en una sola pantalla, que ofrecen una vista completa y atractiva de los datos del COVID-19 y proporcionar información (Figura 2).

Propósito:

- Compartir y enviar información del COVID-19
- Establecer un plan de servicio de cooperación para la integración.

Servicios:

- Divulgación de información y gestión de datos.
- Gestión de contenido.
- Revitalización de intercambio de la información y datos.

Sistema de monitoreo ante la propagación del COVID-19

Introducir la última tecnología para identificar con precisión la situación del sitio y de inmediato difundir información, especialmente diseñado para dar respuesta a la amenaza global de la pandemia del Coronavirus. La propuesta incluye el acceso a la propuesta didáctica (Plataforma Geoespacial) y a soluciones que pueden ser utilizadas para el registro y análisis de casos y defunciones, la coordinación de actividades y actuaciones a nivel nacional.

Si bien una IDE (Infraestructura de Datos Espaciales) requiere un acuerdo de cuáles son las tecnologías a aplicar en la comunicación y en el trabajo colaborativo en relación a la gestión de un mismo espacio, y un análisis de los procesos de negocio asociados, también necesita de un acuerdo acerca de cuáles son los datos intercambiados y de información (Domingo & Gallego, 2015). Un análisis realista de estos factores puede proporcionar una imagen razonable de los esperados. Las técnicas utilizadas incluyen, entre otras, el análisis de correlación, el análisis del poder adquisitivo, el método de los factores ponderados, y los sistemas de

información geográfica (Heizer & Render, 1997). La Tabla 8.6 ofrece un resumen de las estrategias de localización, tanto para organizaciones productoras de bienes como para organizaciones de servicios.

Propósito:

- Declarar situaciones de emergencia.
- Participación de instituciones
- Mejorar la capacidad de respuesta.

Servicios:

- Difusión de la información (rápida y precisa para cada situación)
- Sistema de intercambio de información
- Capacidad de respuesta primario

Las Figuras 4 – 8 muestran imágenes obtenidas a partir de la Propuesta didáctica COVID-19 (Plataforma Geoespacial).

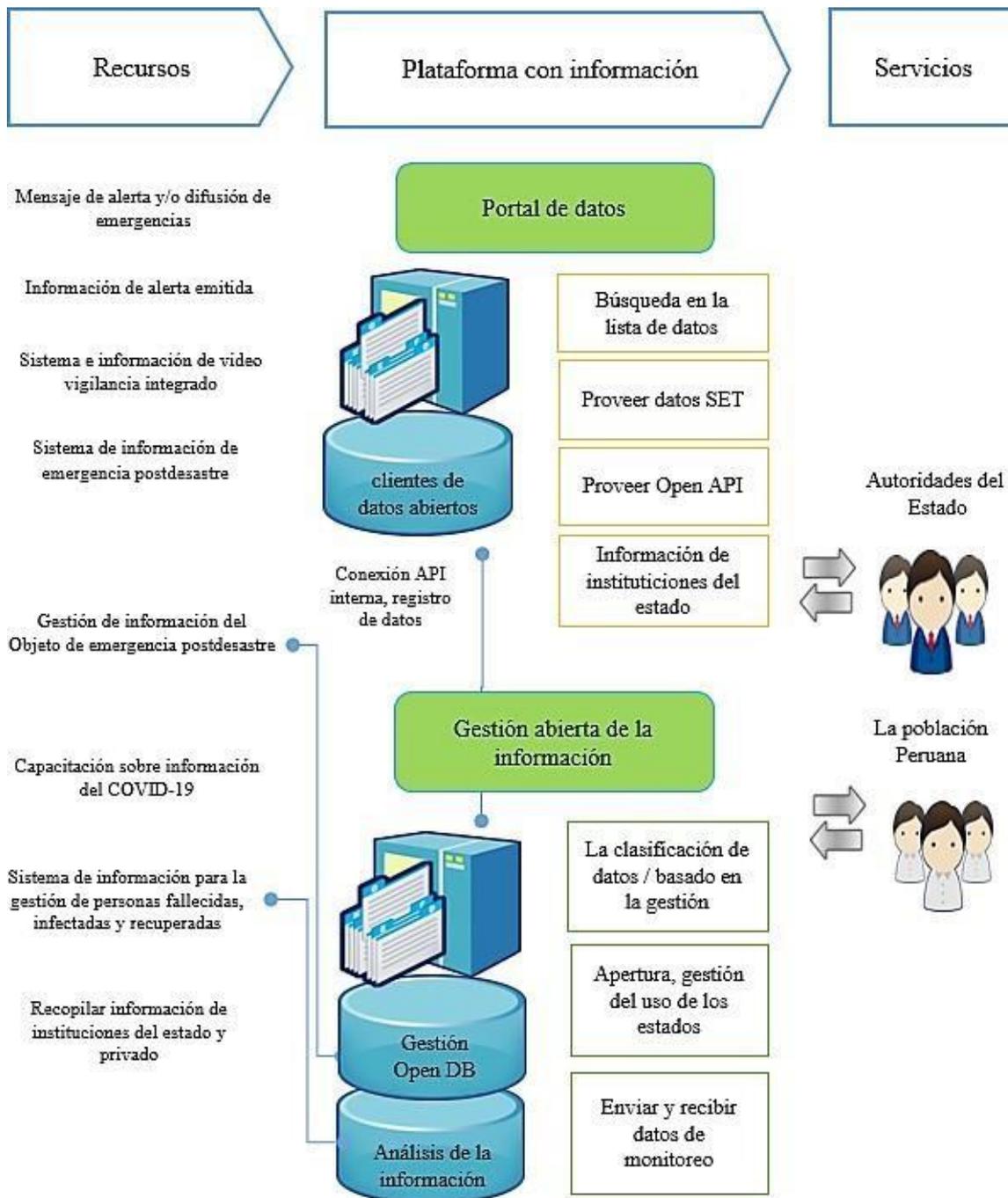


Figura 2. Uso de Tecnologías de la Información Geográfica (TIG), portal de datos y gestión abierta de la información ante la propagación del COVID-19 en Perú

Nota. Elaboración propia con datos de reportes MINSA

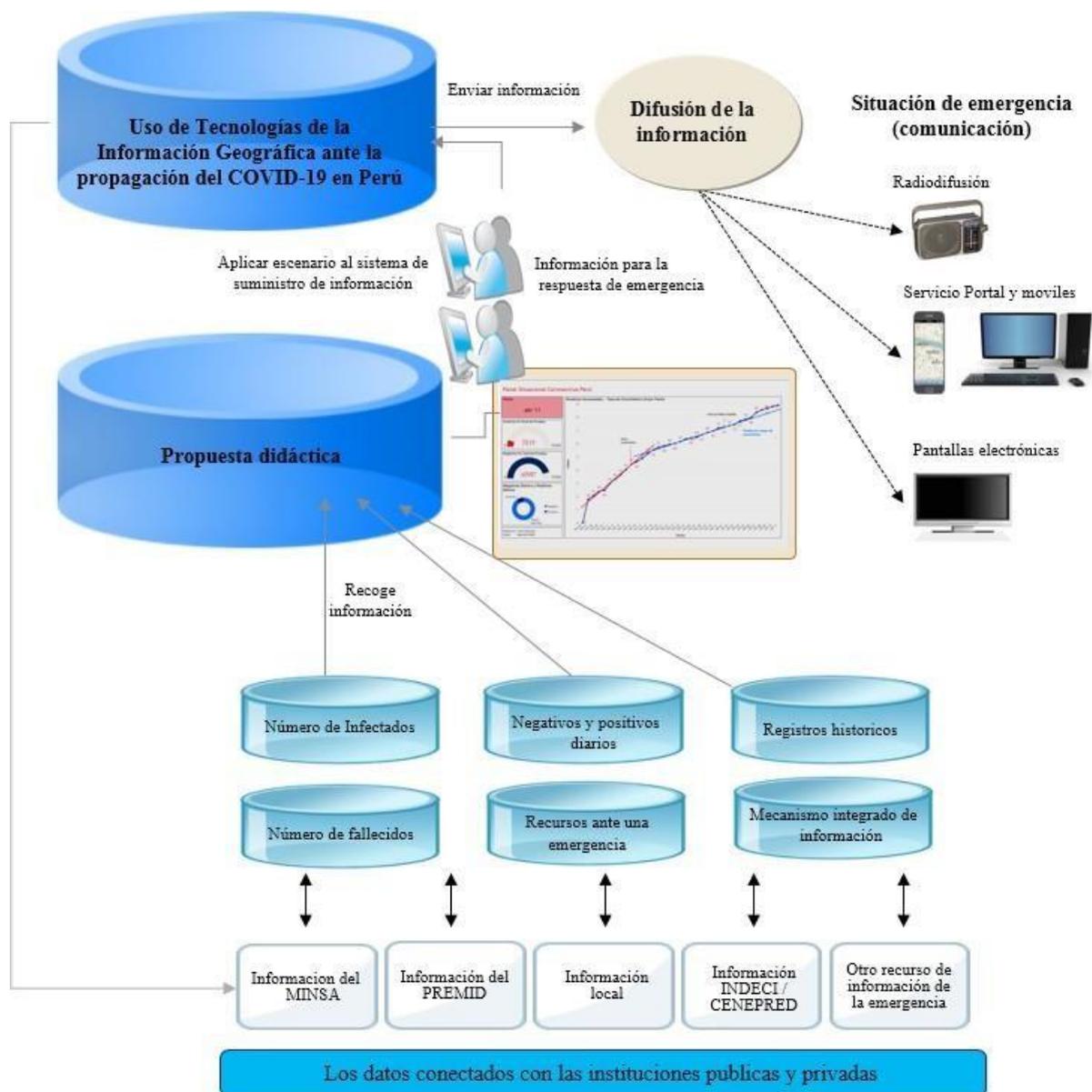


Figura 3. Uso de Tecnologías de la Información Geográfica (TIG), propuesta didáctica (Plataforma Geoespacial) y difusión de la información

Nota. Elaboración propia con datos de reportes MINSA

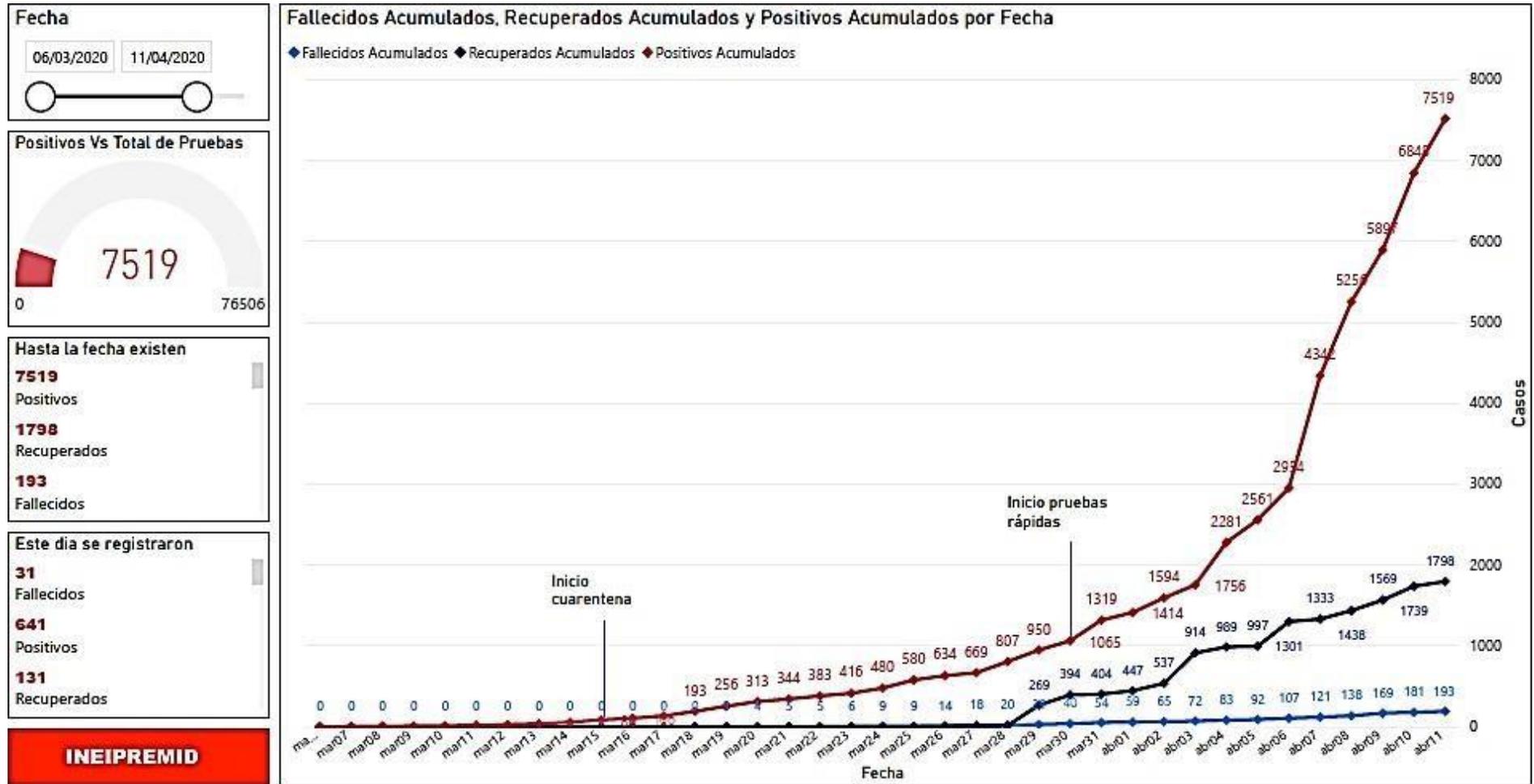


Figura 4. Acumulado de casos diarios hasta la fecha de 11/04/2020
 Nota. Elaboración propia con datos de reportes MINSAs.

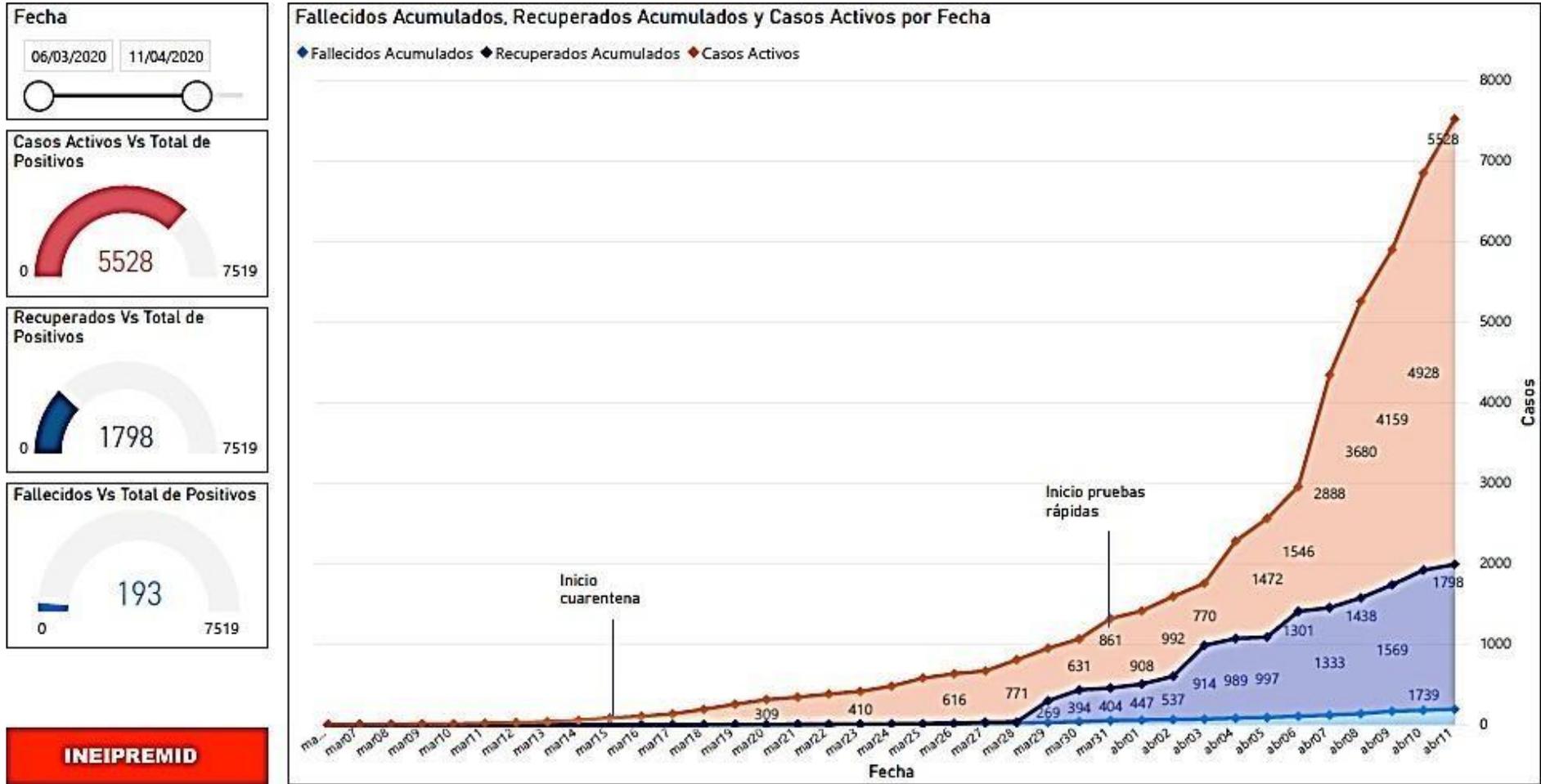


Figura 5. Casos Activos, Recuperados y Fallecidos hasta la fecha de 11/04/2020

Nota. Elaboración propia con datos de reportes MINSA

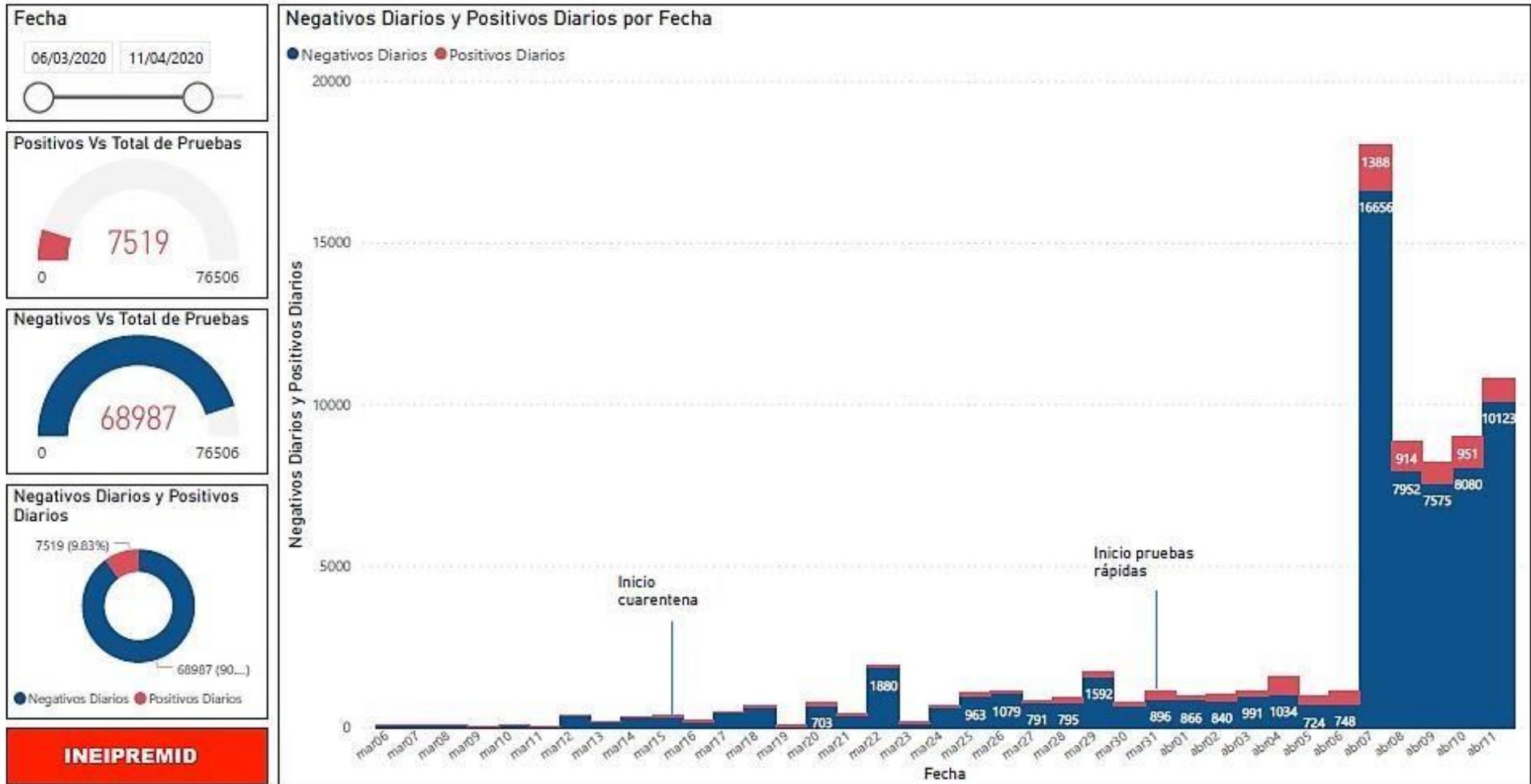


Figura 6. Resultados de pruebas realizadas por día hasta la fecha de 11/04/2020

Nota. Elaboración propia, con datos de reportes MINSa.

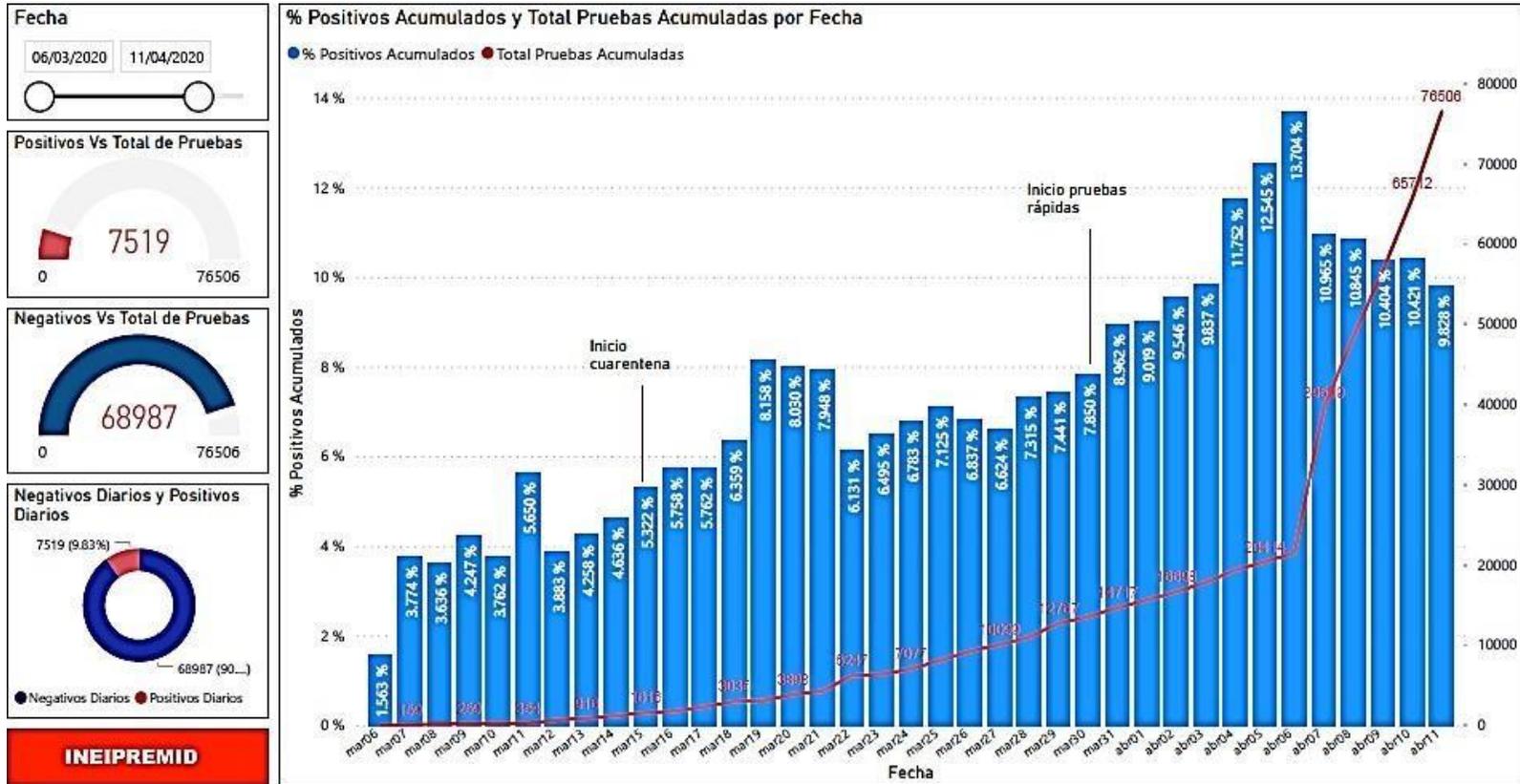


Figura 7. Resultados de pruebas realizadas por día hasta la fecha de 11/04/2020

Nota. Elaboración propia, con datos de reportes MINSA

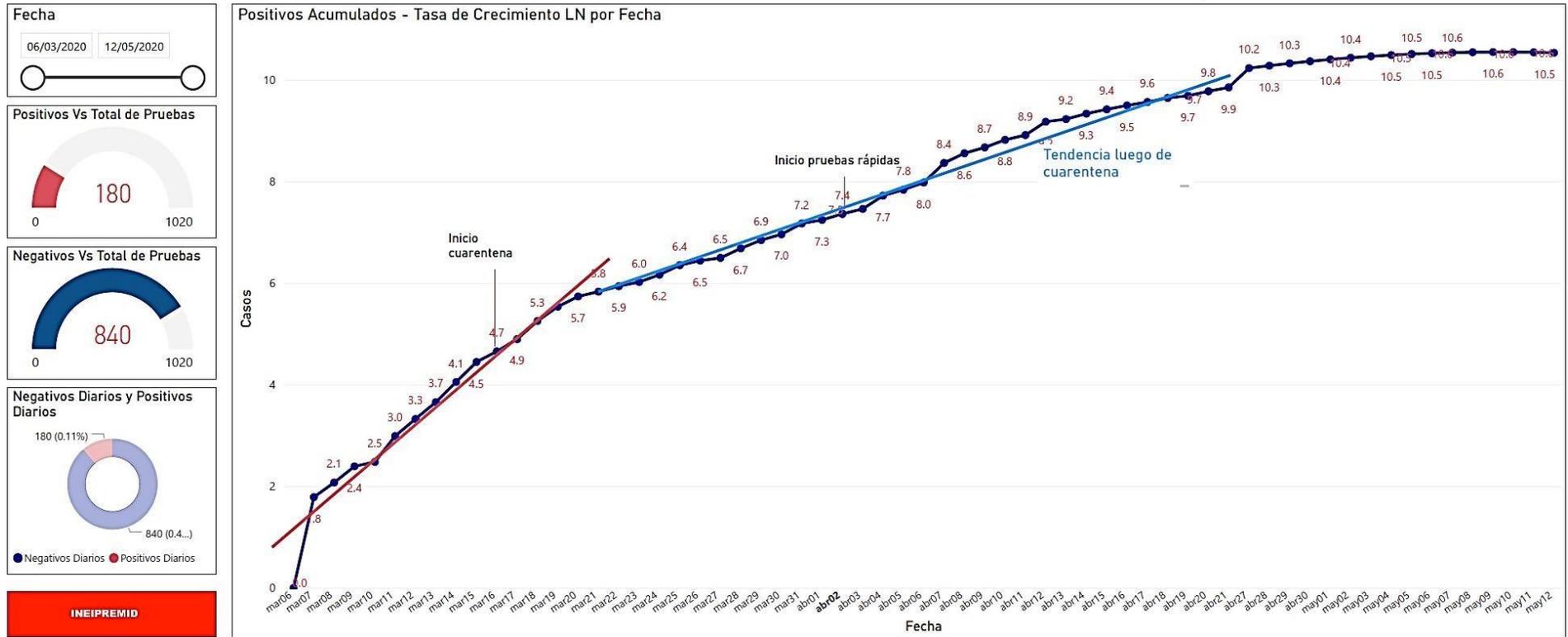


Figura 8. Proyección de Acumulado de casos hasta la fecha de 12/05/2020.

Nota. Elaboración propia con datos de reportes MINSa.

Discusión

El potencial de la información geoespacial y su interés para la ciudadanía han sido señalados, no sólo como un tipo de información fundamental para la toma de decisiones y la gestión (Muro-Medrano, 2012). La tecnología no solo ayuda a visualizar los datos obtenidos en esta pandemia, sino a analizarlos y compartirlos para tareas de planificación y respuesta ante la aparición del Coronavirus. Bajo ese criterio, la Propuesta didáctica COVID-19 (Plataforma Geoespacial) es un recurso para ayudar a avanzar en la comprensión del virus e informar a las autoridades y población en general a fin de guiar una respuesta, mejorar la atención y salvar vidas en los casos de COVID-19 en Perú. Estas tecnologías permiten gestionarlas y manipularlas a través de Internet, de estándares que regulan y garantizan la interoperabilidad de los datos y de acuerdos políticos que permiten que un usuario, utilizando un simple navegador, pueda acceder y combinar la información geográfica según sus necesidades, acercándola así a la sociedad (Bernabé & López, 2012). También mejora la identificación de situaciones de emergencia ante otro evento similar, se unifica el sistema de información e identifica de manera eficiente los recursos disponibles. Usa una tecnología para comprobar la información para la toma de decisiones en tiempo real para establecer una base de información eficiente y procesamiento de trabajo. El Sistema se encarga de monitorear y pronosticar las situaciones de emergencia en el Perú, analizarlas en el momento, determinar y tomar una acción para la situación de emergencia en tiempo real, la protección de la población y la construcción de la base de la gestión de la ciudad que fomenta la seguridad de los ciudadanos ante esta pandemia.

Shi (2019) en su libro "Disaster Risk Science" expone los procedimientos, métodos y técnicas básicos de la compilación del mapa del riesgo de desastres. El patrón de diferencia espaciotemporal se puede manifestar objetivamente mediante la producción cartográfica. De este estudio se concluyó que la gestión del desastre incluye la gestión de peligros y la gestión de problemas de desastres. La gestión del riesgo de desastres se basa en la institución, la política y el progreso científico y tecnológico para la reducción de desastres. Mejorar la capacidad de gestión del riesgo de emergencias es el punto clave para mejorar la eficiencia de utilización y la eficacia de los recursos de reducción de desastres, que también es una garantía importante para la reducción del riesgo de desastres. Por tanto, la gestión de emergencias es una parte importante de la gestión de

desastres de sentido amplio.

En la presente investigación, a diferencia de lo expresado por Shi (2019), se propone llegar a estrategias ante el COVID-19 a partir de una propuesta didáctica (Plataforma Geoespacial) y la contención de contagios en la población sana a través de los siguientes aspectos:

Comunicación:

- Intensificar las campañas preventivas, incluso en casa, siguiendo las recomendaciones preventivas de la OMS, MINSA y del Estado Peruano.
- Estrategia de comunicación congruente para mantener la calma y confianza en la estrategia.
- Plena transparencia y claridad en las cifras y explicación de medidas dadas.

Contención:

- Monitoreo de las personas que pudieron haber estado en contacto con personas infectadas.
- Ampliar el acceso a pruebas e incrementar la capacidad de diagnóstico con pruebas rápidas.
- Contención del retorno de las personas vulnerables a su región de origen.
- Estímulos (negativos o positivos) a quienes después de ser diagnosticados positivo en COVID19, rompan su periodo de cuarentena.
- Dispersión de apoyos para población vulnerable por ingreso.
- Adaptar estrategia de seguridad para garantizar la tranquilidad en esta nueva dinámica social.

Inteligencia:

- Establecer centros especializados que tengan áreas de comunicación, estrategia y análisis de datos, expertos multidisciplinarios, logística, así como centro de información y atención remota.

En conclusión, la propuesta didáctica COVID-19 (Plataforma Geoespacial) presenta opciones que ayudan a fomentar el uso de las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) aplicadas, con la finalidad de mantener actualizados a la población y a las autoridades. Los resultados obtenidos hasta el 11 de abril, por ejemplo, originaron datos y proyecciones del COVID-19 observados en las Figuras 4 a 8, permitiendo concluir que esta infección tiene una tasa de letalidad del 3,82%, la mayor cantidad de fallecidos son adultos mayores, ha cobrado la vida de 193 personas y ha infectado a 7519 personas. Se tiene previsto que el próximo 12 de mayo, el COVID-19 llegue al número máximo de contagiados.

Lo que sí se pretende con esta investigación es establecer una base para tomar decisiones futuras a partir de datos estadísticos. En futuras actualizaciones, se publicarán los diferentes aspectos relacionados a las constantes numéricas: factor de transmisión, tasa de mortalidad, factores de riesgo, etc.

Ante el aumento de infectados por el coronavirus se recomienda el incremento de capacidad hospitalaria:

- Cuantificación de espacios a nivel nacional y local, para los contagiados considerando que puede haber distintos tipos de espacios de tratamiento como en casa y albergues para pacientes contagiados con buena condición de salud. También se puede hablar de espacios para tratamiento post terapia intensiva (uso de hoteles, gimnasios, escuelas, centros de convenciones, espacios para aquellos casos que resulten en un fallecimiento y para agilización de trámites a nivel local).
- Protocolo de atención que privilegie a la población más vulnerable al virus y que evite contagios a otros pacientes sanos desde la llegada a las urgencias.
- Suficiencia en el abasto de medicamentos e instrumental médico para satisfacer la demanda nacional y su efectividad para tratar el virus.
- Ampliación y formación de habilidades de atención y fomentar el reclutamiento de personal médico.
- Capacitación de habilidades especiales para quienes manejan atención respiratoria y preparar habilidades intermedias para médicos generales y personal de enfermería que puedan atender casos más complejos.

Al igual que las enfermedades, la contaminación del ambiente y de otros espacios de desarrollo de la vida también supone una amenaza considerable para la calidad de vida de la población y de sus posteriores generaciones. También se debe monitorear el impacto negativo de la presencia de este virus al generar residuos sólidos, como mascarillas, guantes, indumentaria médica que son vertidos a un botadero o al mar.

Para llevar a cabo las proyecciones, se utilizaron datos del portal del MINSA, y los datos observados respecto a la evolución de los casos de COVID-19 incluyen a toda la población del país. Se realizó un modelo cuyo objetivo es brindar información a los tomadores de decisión en el país para que, con base en los mejores datos disponibles, puedan actuar oportunamente. El modelo no busca

predecir el futuro.

La inteligencia tecnológica ha permitido identificar el escenario que debe enfrentar ante una pandemia las plataformas tecnológicas, el manejo de la información y la complejidad tecnológica. Sin duda, uno de los principales desafíos que enfrentamos es precisamente la capacidad de administrar la innovación tecnológica en el contexto de la estrategia general de la organización (Solleiro & Castañón, 2008). La propuesta mostrada en este artículo describe aspectos importantes de respuesta a emergencias aplicando Tecnologías de Información Geográfica ante la propagación del COVID-19 en Perú. Adicionalmente, la variabilidad y efectividad de todas las medidas de mitigación y control estratégico que tome el Estado Peruano, serán las que determinen finalmente el número de infectados.

Agradecimientos

Al Dr. Raúl Méndez Gutiérrez por su apoyo para la realización de esta investigación y a los estudiantes y profesionales colaboradores del INEIPREMI (Instituto Especializado en Investigación para la Prevención y Mitigación de Desastres) de la Facultad de Ingeniería Ambiental, Geográfica y Ecoturismo de la Universidad Nacional Federico Villarreal por su ayuda en la elaboración y apoyo de la organización de los datos fuentes de información. Además, se deja expreso el apoyo recibido por parte de amigos y colegas que laboran en diferentes instituciones, por la capacitación en manejo de software especializado para generar, información tabular y estadística.

Referencias

- Achuy, J. (2006). *Manual de Sistema de Información Geográfica ARCGIS*. Lima, Perú: Editorial Grupo Universitario.
- Barredo, J. I. (1996). *Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la ordenación del territorio*. Madrid, España: Editorial Ra-Ma.
- Bernabé, M.A. & López, C.M. (2012). *Fundamentos de las infraestructuras de datos espaciales*. Madrid, España: UPM-Press, Serie Científica.
- Broughton, J.P., Deng, X., Yu, G. et al. (2020). CRISPR-Cas12-based detection of SARS-CoV-2. *Nat Biotechnol*, 38(4), 1-8. doi: 10.1038/s41587-020-0513-4.

Buzai, G.D. (1999) Geografía global. El paradigma geotecnológico y el espacio interdisciplinario en la interpretación del mundo del siglo XXI. *Estudios geográficos*, 62(245), 1-28. doi: 10.3989/egeogr.2001.i245.269.

Castells, M. (1998). *End of Millennium. The Information Age: Economy, Society and Culture*. Oxford, Reino Unido: Blackwell.

Domingo J. & Gallego G. (2015) *Tic y Web 2.0 para la inclusión social y el desarrollo sostenible*. Madrid, España: Editorial Dykinson, S.L.

He, X., Lau, E.H., Wu, P. et al. (2020). Temporal dynamics in viral shedding and transmissibility of COVID-19. *Nature Medicine*, 26, 672–675. doi: 10.1038/s41591-020-0869-5.

Heizer, J. & Render, B. (1997) *Dirección de la producción. Decisiones tácticas*. España Madrid: Prentice Hall.

Muro-Medrano, P. (2012). Etapas de la popularización de las infraestructuras de información geoespacial. *GeoFocus, Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 12, 1–5.

Shi P. (2019). *Disaster Risk Science*. Beijing, China: Beijing Normal University Press y Springer Nature Singapore.

Singhal T. (2020). A review of coronavirus disease-2019 (COVID-19). *Indian J Pediatr*, 87, 281–286. doi: 10.1007/s12098-020-03263-6.

Solleiro, J.L.& Castañón, R.(2008). *Gestión Tecnológica: Conceptos y Prácticas*, Ciudad de México, México: Plaza y Valdés editores.

Wallinga, J. & Teunis P., (2014). Different epidemic curves for severe acute respiratory syndrome reveal similar impacts of control measures. *Am. J. Epidemiol.* 160, 509–516. doi:10.1093/aje/kwh255.