

# La ciencia de datos como insumo en la toma de decisiones de la política pública costarricense en el marco de la pandemia por Covid 19

---

## La ciencia de datos como insumo en la toma de decisiones de la política pública costarricense en el marco de la pandemia por Covid 19

Investigadores:

Rodolfo Romero Redondo<sup>1</sup> ORCID: 0000-0002-8601-5750

Catalina Artavia Pereira<sup>2</sup> ORCID: 0000-0001-6745-3934

Keicy Ureña Monge<sup>3</sup> ORCID: 0000-0003-2174-5290

Guarner Rojas Rojas<sup>4</sup> ORCID: 0000-0002-3064-9631

Flor Murillo Rodríguez<sup>5</sup> ORCID: 0000-0002-5721-1197

Luis Fernando Salazar<sup>6</sup> ORCID: 0000-0001-7031-3799

### Resumen

El uso de la ciencia de datos para enfrentar la pandemia por Covid 19 en

Costa Rica ha generado la posibilidad de fortalecer y ampliar el uso de tecnologías emergentes en los procesos

1 Investigador y docente. Licenciado en Ingeniería Industrial por la Universidad de Costa Rica (UCR) y Máster en Gerencias de la Calidad por el Instituto Centroamericano de Administración Pública (ICAP), por más de 15 años ha colaborado como docente en la Escuela de Administración Pública e Ingeniería Industrial de la Universidad de Costa Rica, además ha ejercido como asesor en Desarrollo Organizacional, Gestión de Calidad, Ingeniería de Servicios, Gestión de Riesgos y Continuidad de Servicios. Email: rodoromero@yahoo.com

2 Investigadora y docente. Licenciada en Administración Pública por la Universidad de Costa Rica, docente de la Escuela de Administración Pública (UCR), actualmente se encuentra desarrollando su Maestría en Gerencia de Proyectos de Desarrollo, además ha completado el Programa de Especialización Iberoamericano de Formación en Minería de Datos (Promidat), ha realizado consultorías en temáticas de planificación, sistematización, manuales de procesos con diferentes organizaciones públicas en Costa Rica. Email: catalinaartaviapereira@gmail.com

3 Investigadora. Administradora Pública, asistente de investigación del proyecto sistematización y análisis de la información asociada a la pandemia del virus SARS-COV-2, de la Escuela de Administración Pública y el Observatorio del Desarrollo de la Universidad de Costa Rica. Email: keicyum29@gmail.com

4 Investigador y docente. Doctor en Metodología de las Ciencias del Comportamiento y de la Salud por la Universidad Autónoma de Madrid, Máster en Metodología

de las Ciencias del Comportamiento y de la Salud por la Universidad Complutense de Madrid. Profesor instructor en el Instituto de Investigaciones Psicológicas de la Universidad de Costa Rica. Ha participado en como investigador principal y asociado en importante cantidad de proyectos. Email: guaner.rojas@ucr.ac.cr

5 Investigadora. Licenciada en Derecho y en Educación por la Universidad Fidélitas egresada del Postgrado de Evaluación de Impacto con énfasis en Gestión de Proyectos de la Universidad de Costa Rica, con experiencia en procesos de evaluación, planificación, gestión del riesgo y metodologías para la enseñanza, así como análisis de datos, se ha enfocado en trabajar temas relacionados a envejecimiento saludable y derechos en la vejez, y recientemente en la atención de la Pandemia provocada la COVID-19. Email: flor.murillo@misalud.go.cr

6 Investigador y docente. Licenciado en Administración de Empresas por la Universidad de Costa Rica y Egresado de la Maestría en Administración Universitaria, además Auditor ISO-9000. Ha ejercido como Cónsul Honorario de Belice en Costa Rica y asesor del Ministerio de Salud en temas de lineamientos y protocolos COVID-19. Cuenta con más de 42 años de experiencia en la administración pública y privada, apoyando a importante cantidad de instituciones del Estado costarricense. Ha ejercido como docente en las escuelas de Ingeniería Industrial, Administración de Negocios, Administración Pública de la Universidad de Costa Rica. Email: f57salazar@gmail.com

Romero Redondo, R., Artavia Pereira, C., Ureña Monge, K., Rojas Rojas, G., Murillo Rodríguez, F. y Salazar, L. F. (2021). La ciencia de datos como insumo en la toma de decisiones de la política pública costarricense en el marco de la pandemia por Covid 19. *Revista Centroamericana de Administración Pública*, (81), 50-76. 10.35485/rcap81\_3

de toma de decisiones que dependen de datos confiables y oportunos. En Costa Rica a lo largo de la pandemia se han generado insumos relevantes en la formulación de políticas en salud pública con la perspectiva de que sean más efectivas en evitar la exposición para prevenir la enfermedad, atender las poblaciones más vulnerables y generar el mayor bienestar y calidad de vida para la población en un contexto complejo desde la perspectiva social, económico y sanitario. La pandemia por Covid 19 y el proyecto de investigación desarrollado en la Universidad de Costa Rica, ha permitido reflejar el fortalecimiento del uso y conocimiento de la ciencia de datos para la toma de decisiones de política pública en el sector salud mediante la aplicación y conformación de redes de colaboración en diferentes ámbitos. También, ha potenciado el uso de la ciencia de datos para el enriquecimiento de la toma de decisiones y las políticas basadas en evidencias y datos. El uso de la tecnología de una manera más adaptada a las problemáticas en un contexto multi amenaza, obliga a poner la tecnología en la solución de emergencias sanitarias y desastres en salud, con el fin de agilizar el manejo de la información y, actuar de manera más pronta y oportuna.

### Palabras claves

CIENCIA DE DATOS, TOMA DE DECISIONES, SALUD PÚBLICA, POLÍTICAS PÚBLICAS, PANDEMIA, COVID-19

### Abstract

The use of data science to deal with Covid 19 in Costa Rica has generated the possibility of strength and expand the use of emerging technologies in processes of decision making that depend on reliable and timely data. In Costa Rica during the pandemic, relevant inputs have been generated in the formulation of public health policies with the perspective that they are more effective in avoiding exposure to prevent disease, serve the most vulnerable populations and generate the greatest well-being and quality of life for the population in a complex context from the social, economic and health perspective.

The Covid 19 pandemic and the research project developed at the University of Costa Rica has made possible to reflect the strengthening of use and knowledge of data science for public policy decision-making in the health sector through the application and conformation of collaboration networks in different areas. Also, it has promoted the use of data science to enrich decision-making and policies based on evidence and data. The use of technology in a more adapted way to the problems in a multi-threat context, forces to put technology in the solutions of emergencies and health disasters, in order to speed up the management of information and act prompter and timelier.

**Key Words:**

DATA SCIENCE, DECISION MAKING,  
PUBLIC HEALTH, PUBLIC POLICY,  
PANDEMIC, COVID-19.

**Recibido:** 12 de setiembre de 2021

**Aceptado:** 10 de noviembre de 2021

**DOI:** 10.35485/rcap81\_3

## Introducción

Las nuevas tecnologías están dando lugar a un aumento exponencial del volumen y los tipos de datos disponibles, creando posibilidades sin precedentes para informar a la sociedad y transformarla (Naciones Unidas, 2014). El objetivo de la ciencia de datos consiste en tomar estos datos y producir evidencia que sea pertinente, de calidad y oportuna, para así fundamentar y orientar decisiones (Rodríguez, Palomino y Mondaca, 2017, p.3).

El uso y dominio de la ciencia de datos en el sector salud es de principal importancia ya que permitirá fortalecer y ampliar el uso de tecnologías emergentes en los procesos de toma de decisiones que dependen de datos confiables y oportunos. Las decisiones y las medidas basadas en datos de alta calidad ofrecen un gran potencial para mejorar la formulación de políticas públicas y la adopción de enfoques basados en costos y eficiencia para respaldar la atención de los pacientes y la planificación en la salud pública (OPS, 2021, p.1).

La relevancia de la ciencia de datos en el sector salud se ha visibilizado en las agendas internacionales como un tema de importancia para asegurar la toma de decisiones basadas en evidencia. Ejemplo de ello es la Agenda de Salud Sostenible (ASSA2030) para las Américas 2018 al 2030, la cual es un instrumento

de planificación estratégica y político suscrito por las Américas para lograr mayores niveles de salud y bienestar en la región y a nivel mundial. La ASSA2030 establece en el objetivo 7 mejorar los sistemas de información para la salud (conocidos como IS4H por su sigla en inglés), que son esenciales para mejorar la formulación de políticas y la toma de decisiones basadas en datos, medir y dar seguimiento a los indicadores y las desigualdades de salud, y llevar un registro del avance hacia el logro del acceso universal a la salud y la cobertura universal de salud (OPS, 2021, p.2).

En este contexto, el objetivo de este documento consiste en analizar la importancia y el aporte que ha generado la ciencia de datos para la formulación de políticas públicas en el marco de la pandemia por Covid-19 en Costa Rica mediante la presentación del proyecto de investigación: "Análisis y simulación espacial de la pandemia Covid-19 a nivel cantonal, para el caso de Costa Rica" desarrollado en la Universidad de Costa Rica (UCR).

El proyecto de análisis y simulación espacial de la pandemia surge a partir de una colaboración solicitada por el Ministerio de Salud en el marco de la declaratoria de emergencia producida por la COVID-19 en marzo 2020 y por iniciativa de un equipo de investigación multidisciplinario de la UCR de las áreas de estadística, administración pública,

matemáticas, ingeniería industrial, geografía, informática y salud entre otras.

En general este artículo define en su primer apartado el concepto de “ciencia de datos”, destacando las principales tendencias y metodologías que utilizan para gestionarlos, analizarlos, y de las tecnologías empleadas para eso, así como una serie de conceptos claves para la contextualización de esta temática. En el segundo apartado, se analiza el comportamiento de la pandemia por Covid 19 en Costa Rica y a nivel mundial. El tercer apartado presenta el proyecto de investigación y la aplicación concreta de analítica sobre datos. En el cuarto apartado se presenta la incidencia del proyecto para generar evidencia científica y como ha servido a la toma de decisiones de la política pública en salud en el marco de la situacional nacional. Finalmente, se introducen conclusiones que buscan ser un insumo importante para enfrentar situaciones similares y desarrollar posteriores investigaciones.

## 2. Algunas referencias conceptuales

### Aplicativos de ciencia de datos para la toma de decisiones en la política pública

La ciencia de datos se refiere a un amplio conjunto de técnicas

provenientes de múltiples disciplinas como Ciencias de la Computación, Matemática, Estadística, Econometría e Investigación Operativa, las cuales permiten extraer información útil con el fin de identificar, evaluar y optimizar las vertientes de decisiones con el fin de elegir la más acertada (Marsh, Pane & Hamilton, 2006).

Ante los análisis y la generación de soluciones surgen una serie de conceptos asociados a la ciencia de datos: inteligencia artificial, estadística, minería de datos, aprendizaje de datos, datos masivos. Dichos conceptos requieren una definición con el fin de destacar los principales elementos diferenciadores y finalizar con la definición de la ciencia de datos.

El cuadro 1 muestra las definiciones de conceptos y características relevantes en la ciencia de datos.

Cuadro 1. Conceptos relevantes en la Ciencia de datos

Concepto	Características
<i>Estadística</i>	Generalmente analiza muestras de datos para luego hacer inferencia a toda la población. En la mayoría de los casos supone que los datos se comportan de acuerdo a ciertas distribuciones de probabilidad (normal, binomial geométrica, poisson, entre las más aplicadas).
<i>Minería de datos</i>	Es la extracción de la información o de patrones (no trivial, implícita, previamente desconocida y potencialmente útil) que pretende buscar información útil usando todos los datos disponibles, normalmente en una o varias bases de datos. Utiliza técnicas más exploratorias que vienen de la Inteligencia Artificial, o del "Analyse des Données". Es usualmente usado para predicción y clasificación. Se divide en dos: aprendizaje supervisado ( <u>learns by example</u> ) y aprendizaje no supervisado.
<i>Machine Learning / Aprendizaje Automático</i>	Es un área de la Inteligencia Artificial (IA) que trata sobre como definir algoritmos, modelos y rutinas de análisis de datos que generan aprendizajes automatizados para identificar patrones y tomar decisiones con una intervención humana más estratégica y menos operativa.
<i>Big Data</i>	Designa un crecimiento, disponibilidad y uso de exponenciales de la información estructurada y no estructurada. Son activos de información caracterizados por su alto volumen, velocidad y variedad, que demandan soluciones innovadoras y eficientes de procesado para la mejora del conocimiento y toma de decisiones en las organizaciones.
<i>Inteligencia Artificial</i>	Disciplina de las Ciencias de la Computación que proporciona una diversidad de métodos, técnicas y herramientas para modelizar y resolver problemas simulando el proceder de los sujetos cognoscentes.

Fuente: Adaptado de Rodríguez, (2013).

En ese sentido, el ciclo de la vida del análisis de datos incluye una serie de etapas, las cuales se enumeran en la figura 1 y se detallan a continuación:

**1. Explorar:** esta etapa consiste en explorar los datos disponibles con lo que cuenta el proyecto o iniciativa. Incluye la formulación de la o las preguntas o bien la formulación de hipótesis que se pretende resolver, lo cual permite delimitar el alcance del proyecto.

**2. Preparar los datos:** esta etapa es necesario elaborar los procesos de determinación de los datos que son necesarios para el análisis, realizar la recopilación de la información por medio de la identificación de las fuentes de datos. Posterior a la recopilación de la información el paso siguiente consiste en realizar el proceso de limpieza de datos por medio del cual se corrigen o eliminan registros erróneos de tablas o bases de datos con el objetivo de obtener un conjunto de datos que cumplan los principales elementos en cuanto a validez y calidad.

**3. Planificar el modelo:** en esta etapa es necesario determinar cuál es el modelo para implementar para la obtención de los resultados esperados. Para ello se debe seleccionar las variables dependientes (variable a predecir) e independientes (variables

predictoras) del modelo, definir el mejor modelo que se adapte a la información y requerimientos y por último definir las métricas de desempeño que guíen el desarrollo del mismo.

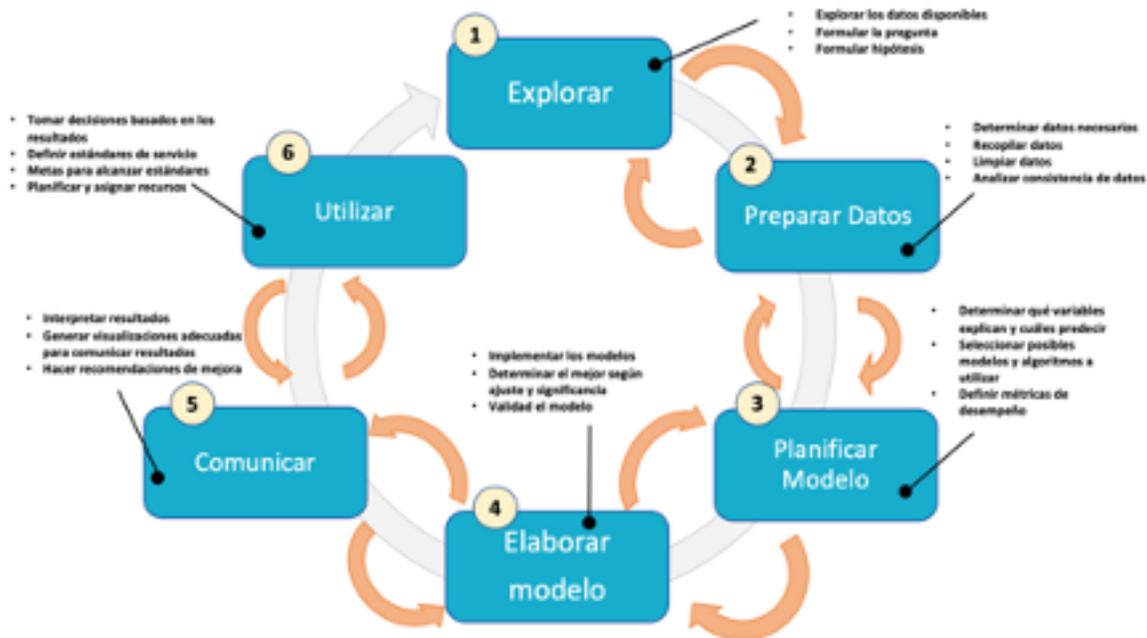
**4. Elaborar el modelo:** en esta etapa se debe seleccionar e implementar el modelo que mejor se adapte a los requerimientos del proyecto. La elección del modelo va a depender de los objetivos que se desean alcanzar y de la calidad de los datos, esto con el fin de determinar el mejor de acuerdo con el ajuste y su significancia para su respectiva validación final.

**5. Comunicar:** consiste en realizar la interpretación de los resultados obtenidos. Para ello es necesario la utilización de herramientas de visualización de datos que permitan comunicar las conclusiones producto del análisis realizado.

**6. Utilizar:** como etapa final del ciclo se encuentra la utilización de los datos generados para la toma de decisiones las cuales dependen del área o sector en el que sea realizado el proyecto.

Aunque la ciencia de datos ha ido en crecimiento en los últimos años, la administración pública presenta grandes retos en cuanto a las políticas de creación y curación continua los datos generados (Rodríguez, Palomino

Figura 1: Ciclo de vida del análisis de datos



Fuente: Schmarzo, 2013 como se cita en Rodríguez, Palomino y Mondaca, 2017.

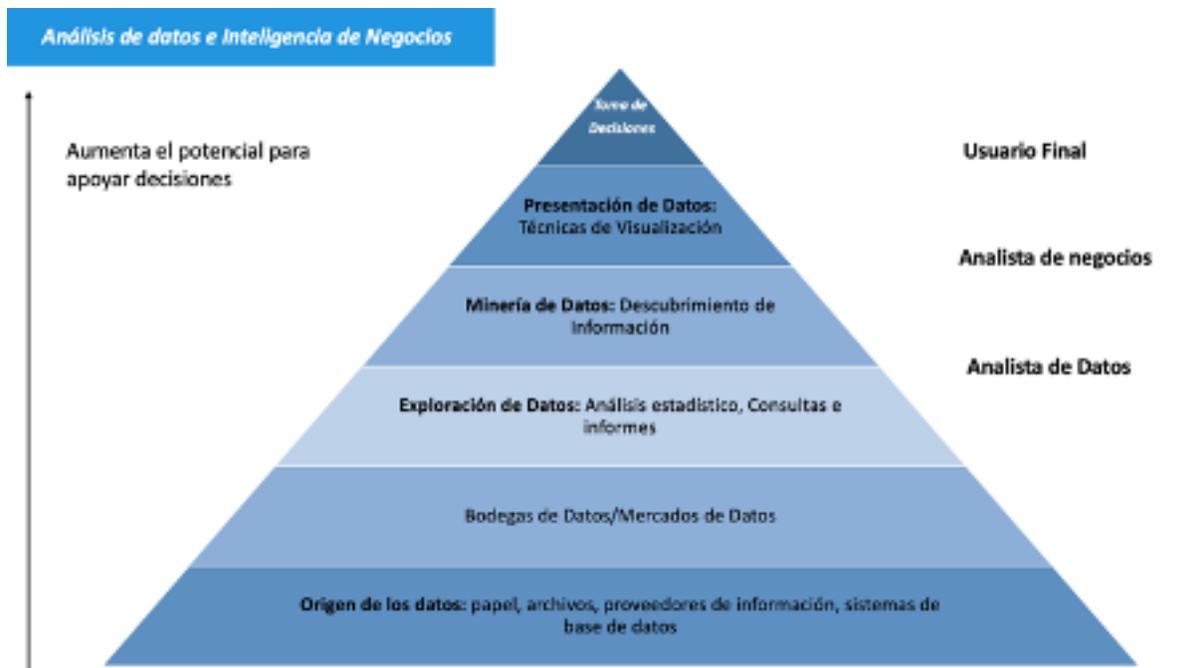
El análisis de datos parte de datos crudos (datos sin procesamiento o manipulación) que se deben analizar y explorar con el fin de generar información útil para la toma de decisiones, en este proceso se deben de realizar una serie de pasos para que la información sea lo más clara y precisa posible, la figura 2 muestra estas etapas donde se logra transformar los datos en información valiosa para la toma de decisiones.

En la base de la pirámide se puede observar las fuentes primarias del análisis donde se obtienen los datos a analizar, estos pueden ser libros, documentos, encuestas, entrevistas, entre otros. Posteriormente esta información es estructurada y procesada para obtener

estadísticas descriptivas, tendencias y relaciones que ayudarán a tener una mejor perspectiva de los datos analizados, este paso se conoce como la exploración de los datos.

Posteriormente con la minería de datos se busca información que logre explicar el por qué del comportamiento de los datos y con esto se genera información nueva que permite finalmente explicarla al usuario final mediante técnicas de visualización de datos donde se utilizan herramientas que permitan explicar de una manera fácil y amigable la información encontrada para la toma de decisiones.

Figura 2: Análisis de datos e inteligencia de negocios



Fuente: Adaptado de Rodríguez. (2013).

Aunque la ciencia de datos ha ido en crecimiento en los últimos años, la administración pública presenta grandes retos en cuanto a las políticas de creación y curación continua los datos generados (Rodríguez, Palomino y Mondaca, 2017, p.9) y lo más importante el desarrollo de una institucionalidad que permita:

1) Liderar el uso de análisis de datos masivos para generar una cultura de toma de decisiones basada en evidencia: para este punto se sugiere el uso de la ciencia de datos para la exploración y análisis

de patrones y tendencias en los datos que permitan generar toma de decisiones informadas basadas en datos confiables y precisos.

2) Se haga cargo de la sustentabilidad de mantener y administrar los datos masivos, manteniendo todos los resguardos necesarios: esto se refiere al compromiso de almacenar y mantener los datos actualizados para futuros análisis o actualización de los anteriores que permita la trazabilidad de los estudios.

3) Promueva la comunicación clara y fluida con otras agencias gubernamentales y entidades externas: al tener información clara y documentada permitirá que la comunicación entre distintas agencias gubernamentales y externas sea más clara y precisa ya que se tiene recopilada la información de una manera accesible y una interpretación amigable.

En el marco de la ciencia de datos aplicado al sector público se han generado nuevas corrientes tal como el nuevo enfoque correspondiente a la inteligencia de negocios: “ la inteligencia del valor público (el cual es utilizado por su equivalente “inteligencia negocios”) que tiene la potencialidad de ser un componente estratégico para la toma de decisiones y el diseño, implementación y evaluación de políticas públicas” (Rodríguez, Palomino y Mondaca, 2017, p.7).

El sector salud es uno de los sectores que más impactan en la población y por lo cual la toma de decisiones es crucial para fortalecer la salud pública, la Organización Panamericana de la Salud resalta esta importancia ya que menciona que la implementación de estos análisis permitirán crear oportunidades para fortalecer el uso de las tecnologías en los procesos que dependen de datos ya que ofrecen

un gran potencial para mejorar la formulación de políticas públicas y de llevar a la adopción de enfoques costo-eficaces para respaldar la atención de los pacientes y la planificación en la salud pública (OPS, 2021, p.1).

Por lo tanto, en temas de salud, la administración pública debe consolidar políticas públicas que promuevan, protejan y mejoren la salud de la población, generen estilos de vida saludables, prevengan enfermedades y produzcan valor público de manera sostenible y continua. Esto a partir de un análisis de información que permita identificar las necesidades desde la perspectiva local, regional, sectorial y nacional y tomar decisiones basadas en evidencia.

Según Tamayo (2003), las políticas públicas son el “conjunto de objetivos, decisiones y acciones que lleva a cabo un gobierno para solucionar los problemas que en un momento determinado los ciudadanos y el propio gobierno consideran prioritarios” (citado en Vargas, 2007, p.128). Bajo esta perspectiva, se puede decir que la aplicación de la ciencia de datos para la toma de decisiones en la política pública en salud tiene como curso de acción el contar con información útil, relevante, validada que responda a las necesidades actuales y a los retos futuros.

### 3. Antecedentes: Situación global de la pandemia SARS-CoV-2 (COVID -19)

El virus SARS-CoV-2 ha provocado una de las mayores crisis de salud global. Desde su aparición en diciembre de 2019, el virus ha llegado a cada continente con un aumento constante en los casos diarios.

Es sustancial destacar que resulta normal que los virus evolucionan con el tiempo mediante mutaciones las cuales pueden provocar que el virus posea mayor transmisibilidad, aumente la gravedad de la enfermedad e influye en la eficacia de los diagnósticos y/o vacunas (Organización Mundial de la Salud (OMS), 2021), tal y como ha ocurrido con el SARS-CoV-2, el cual no ha sido la excepción a la mutación y, se han desarrollado diversas variables.

La manifestación de los cambios en el virus se reflejan en el aumento de los casos por COVID-19 alrededor del mundo, a pesar del crecimiento de la vacunación. Por ejemplo, para inicio del mes de agosto del 2021 se reportó a nivel mundial un promedio diario de casos de 638 274 y un promedio de muerte de 9 640, para un total reportado de 207 269 267 casos y 4 361 847 muertes (Centro de Ciencia e Ingeniería de Sistemas de la Universidad Johns Hopkins, 2021).

#### Antecedentes y situación de Costa Rica con respecto de la pandemia SARS-CoV-2 (COVID -19)

En Costa Rica, el primer caso sospechoso apareció el día 06 de marzo el cual provenía de un vuelo comercial desde Estados Unidos; para esa fecha varios países europeos como Italia ya registraban un acumulado mayor a los 1000 casos y estaban contabilizando defunciones asociadas al COVID - 19 (Rojas, Romero, Pacheco et al, 2021).

Sin embargo, durante los primeros 100 días, la cantidad de casos reportados se mantuvo constante y con pocos casos diarios; con el transcurso de la pandemia, dicha situación fue cambiando y los casos fueron incrementando de manera considerable, llegando a un total de 455 784 casos reportados para el mes de agosto del 2021 (Ministerio de Salud de Costa Rica, 2021). Asimismo, para dicho mes se registra un total de casos activos de 83 781, para un promedio de 1619 casos diarios por COVID-19 (Gómez, Mora, Alvarado et al, 2021); siendo uno de los meses del año con mayor incremento en los casos por COVID-19. Aunado a lo anterior, se debe señalar que, el territorio costarricense posee una tasa de reproducibilidad ( $R_t$ ) ha oscilado entre los valores de 0,90 y 1,16 (Gómez, Mora, Alvarado et al, 2021). Por otro lado, durante dicho mes también se registra un incremento en la hospitalización en salón y en unidades de cuidados intensivos (UCI), donde se pasa de 455 a 627 y 374 a 427, respectivamente (Gómez, Mora, Alvarado et al, 2021).

## Función del Ministerio de Salud de Costa Rica durante la pandemia SARS-CoV-2 (COVID -19)

El Ministerio de Salud como ente rector en materia de salud, al recibir la alerta sanitaria mundial comunicada por el Centro Nacional de Enlace del Reglamento Sanitario Internacional (RSI), pone al tanto de la situación al Sistema Nacional de Gestión de Riesgo (SNGR), por medio del Centro de Operaciones de Emergencia (COE) para la coordinación de los preparativos interinstitucionales, requeridos para la respuesta al brote del nuevo coronavirus (2019-nCoV). Con la evolución del contagio en territorio nacional el 16 de marzo del 2020 se decide, junto a la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE), emitir una declaración de emergencia por la enfermedad del COVID - 19, mediante el Decreto Ejecutivo N°42227--MP-S.

Durante los más de 20 meses que ha permanecido la emergencia, el Ministerio de Salud conduce y dirige las acciones relacionadas a la atención, vigilancia de la salud, la regulación, planificación y conducción de las acciones y es por medio de datos útiles, de calidad y oportuno que debe realizar la dirección de los procesos que han llevado la emergencia.

Asimismo, con el objetivo de prevenir un mayor contagio, el Ministerio de Salud ha elaborado lineamientos orientados

a mitigar el riesgo por contagio en diferentes sectores involucrados, así como apelando al cuidado individual y colectivo coordinado por los sectores económicos, sociales, económicos y de salud del país.

### 4. Uso de los datos para la toma de decisiones: Caso proyecto Análisis y simulación espacial de la pandemia Covid-19 a nivel cantonal, para el caso de Costa Rica

En el marco de la pandemia provocada por la enfermedad conocida como COVID-19, desde la Universidad de Costa Rica (UCR) se formuló el proyecto "Análisis y simulación espacial de la pandemia Covid-19 a nivel cantonal, para el caso de Costa Rica"; este ha logrado estimar y modelar el comportamiento de la pandemia en el territorio a nivel cantonal y distrital con la finalidad de generar una analítica espacial del fenómeno tomando como punto de partida los casos confirmados, descartados y defunciones, además de analizar el comportamiento de otras variables demográficas relacionadas a la vulnerabilidad socio sanitaria, y geoespacial en función de la movilidad en transporte público (autobuses), la pobreza, la población adulta mayor, la informalidad, el hacinamiento, población con enfermedades crónicas como determinantes sociales de la salud en el contexto del Covid 19.

Este proyecto se ha caracterizado

por el estudio y análisis de un equipo de personas profesionales en diversas áreas del conocimiento, logrando así un abordaje multidisciplinar y un trabajo mancomunado de siete unidades académicas de la Universidad de Costa Rica tales como las Escuelas de Administración Pública, Geografía, Estadística e Ingeniería Industrial; el Observatorio del Desarrollo, el Instituto de Investigaciones Psicológicas y el Centro Centroamericano de Población (Ver Anexo 01).

El proyecto ha generado productos de alto impacto en un trabajo colaborativo interinstitucional con el Ministerio de Planificación y Política Económica, Ministerio de Salud, la Caja Costarricense del Seguro Social, y la Sala de Situación Nacional de Covid-19 ; esto con el objetivo de integrar y brindar información e insumos para el análisis y la toma de decisiones que compete a estas instancias.

A continuación, se describen los productos principales alcanzados a la fecha:

- **Visores de la información (paneles de control/ -“dashboards”) optimizados para facilitar la toma de decisiones:** los cuales se han desarrollado en dos plataformas de información; Microsoft Power Bi y Software PostgreSQL.

En el primer visor “Panel Control Sala Situación” se pueden observar de manera específica datos, desde marzo del 2020 a la fecha de consulta, relacionados a los casos por COVID-19 en el territorio (cantones / distritos), recuperados, población adulta mayor, poblaciones indígenas, paradas de autobús y zonas de riesgo por movilidad, órdenes sanitarias y estadísticas del proceso de vacunación; siendo este de uso exclusivo para el Ministerio de Salud para analizar y tomar decisiones basadas en datos actualizados e integrados en una misma plataforma.

Figura 3: Panel Control Sala Situación



Fuente: Elaboración Propia (2021).

8 - <https://bit.ly/3zQtqGN>

Complementariamente, se realizan semanalmente reportes sobre la situación epidemiológica del país, que contienen datos desde el 06 de marzo del 2020 sobre casos activos, tasa de reproducibilidad, mortalidad, hospitalización y vacunación. Dichos informes pueden ser vistos en el segundo visor o dashboard desarrollado en Power BI<sup>8</sup>, y de los cuales a la fecha se cuentan con un total de 14 informes elaborados pro el equipo de investigación enviados sistemáticamente a las autoridades de

salud como insumo para la toma de decisiones.

Estos visores inicialmente fueron hospedados en la infraestructura de datos de la Universidad Estatal a Distancia (UNED) que apoyó proactivamente el proyecto y posteriormente a partir del 2021 se logran migrar y hospedar en la infraestructura de la Universidad de Costa Rica con el apoyo del Centro de Informática.

Figura 4: Dashboard en Power Bi



Fuente: Elaboración Propia (2021).

Los visores integran y presentan información producto del análisis y correlación de variables que se producen por el equipo de investigadores (as), los elementos más relevantes son:

- **Vulnerabilidad relativa ante el COVID-19:** permite identificar un agrupamiento de las unidades de estadísticas (cantones y distritos) y se clasifican en alta, media, baja de acuerdo a las variables sociosanitarias analizadas. Se realizan proyecciones, las cuales permiten una planificación estratégica prospectiva en el marco de la pandemia. Este indicador se divide en dos partes: vulnerabilidad sociosanitaria y variables sociodemográficas, siendo este último punto el que diferencia al proyecto, puesto que con dichas variables se logra información más integral sobre la situación sociosanitaria del país.

- **Contención pública:** Permite identificar la relación entre las medidas administrativas (probabilidad de contención) y las medidas de contagio en términos de que identificó y se pone en cuarentena a las personas (probabilidad de que un infectado sea identificado y puesto en cuarentena).

- **Índice de Transmisibilidad  $R_t$ :** Indica el número promedio de personas que pueden ser contagiadas por cada individuo infectado, durante el tiempo en el que la enfermedad es contagiosa.

- **Corredores geográficos:** Son

aquellas zonas de mayor transmisión de COVID-19. Se identifican mediante un estudio de los 15, 20 y 40 distritos que presentan el mayor número de casos activos por semana. Permite identificar cómo la enfermedad se va expandiendo en el territorio. El análisis de vulnerabilidad permite dar seguimiento de casos activos por distrito para establecer corredores de casos activos basados en un criterio de proximidad o vecindad de áreas limítrofes en función de la división político-administrativa oficial del país a nivel distrital. Lo anterior, permite establecer las relaciones causales de vecindad y determinar la evolución de los casos activos a lo largo del país.

- **Densidad de paradas:** Muestra una serie de aglomeraciones en algunos puntos, donde al menos 3 o más rutas utilizan una misma parada. Están categorizadas de la siguiente manera: 0 a 2, 3 a 6, o más de 7 rutas por parada lo que favorece un mayor flujo de movilidad y concentración de personas que puedan estar esperando el servicio.

- **Zonas Vulnerables por COVID-19:** Son aquellos espacios o áreas que son más vulnerables ante el COVID. Para la obtención de los resultados y análisis se toman en cuenta las siguientes variables: bulevares, parques, cuarterías, ubicación de asilos, centros de cuidado de niños, tugurios, uso de suelo, población mayor a 65 años (factor de riesgo), que habitan en estos distritos y la densidad de paradas.

- **Plan de capacitación:** complementariamente se realizaron 3 capacitaciones dirigidas a los directores técnicos del nivel central del Ministerio de Salud y los directores regionales, locales, jefes de unidad y enlaces de vigilancia de la salud en los tres niveles de gestión, las cuales se realizan en el mes de diciembre del año 2020. El objetivo de las capacitaciones fue orientar el uso de los visores para la toma de decisiones regionales y locales para la atención de la emergencia sanitaria por COVID-19.

- **Estimación de los efectos de las medidas de contención de contagio por COVID-19 en Costa Rica:** Este componente permite cuantificar el peso que han mostrado las medidas de contención en la disminución de los casos COVID-19 confirmados por semanas epidemiológicas. Para ello se desarrolló un modelo bayesiano de regresión de Poisson que incorporó las medidas de control o intervención como variables independientes sobre la modificación de la cantidad de casos por semana epidemiológica; con el objetivo de evidenciar el efecto relativo y conjunto que han tenido las políticas o medidas de contención en la reducción de casos, principalmente la restricción vehicular, el de mascarillas y la puesta en práctica de los lineamientos y protocolos sanitario (Universidad de Costa Rica, 2021). Esta información, se dispone y actualiza para la toma de decisiones de las autoridades del Ministerio de Salud con respecto

a la efectividad de las medidas de contención y mitigación relacionadas al uso de protocolos sanitarios, restricciones de movilidad y confluencia de personas. Este componente ha permitido justificar y generar la evidencia necesaria para instaurar y modificar medidas en diferentes momentos de la pandemia.

## 5. Incidencia de la ciencia de datos en la toma de decisiones y la política en salud pública en Costa Rica

La cantidad de datos generados actualmente en el marco de las tecnologías de información y comunicación implican un reto para los diferentes sectores para su uso y aprovechamiento para la toma de decisiones.

El sector salud no es la excepción, y la generación de información útil se ha convertido en un proceso necesario para la transformación y mejora de la salud pública haciendo uso de la ciencia de datos. La aplicación de esta ciencia contribuye a una mejor disponibilidad de la información basada en la evidencia y por ende la información será más oportuna y facilitará la comprensión de los retos de la salud pública.

Producto de lo anterior, la OPS en el año 2021 desarrolla la “Política sobre la aplicación de la ciencia de datos en la salud pública mediante la inteligencia artificial y otras tecnologías emergentes” la cual brinda asesoramiento técnico y

estratégico a los Estados Miembros a fin de que elaboren y pongan en práctica con éxito políticas e iniciativas de ciencia de datos que puedan utilizarse en la salud pública. Dichos instrumentos, así como incorporación de las políticas e iniciativas de ciencia de datos crean un entorno favorable a fin de brindar apoyo a los análisis que permitan obtener mejores resultados en materia de salud.

La pandemia de COVID-19 ha visibilizado la importancia de contar con un acceso oportuno y seguro a datos fundamentales e información exacta y fidedigna (OPS, 2021, p.4) ya que las decisiones que se han tenido que tomar impactaran a la población mundial y se deben tomar de manera que mitiguen el riesgo de contagio y que permita la continuidad de los productos y servicios a nivel público y privado para lograr generar el mínimo impacto posible a la economía global.

En ese sentido, la toma de decisiones en salud pública es un proceso que implica que los gobiernos puedan responder continuamente a las circunstancias cambiantes, anticipando las amenazas emergentes e identificando formas para controlarlas (Cediel y Krause, 2013, p.695).

Precisamente el proyecto “Análisis y simulación espacial de la pandemia Covid-19 a nivel cantonal y distrital, para el caso de Costa Rica” ha contribuido

aportando información a las personas tomadoras de decisión en el marco de la pandemia, por medio de la puesta en disposición de datos georreferenciados sobre las zonas con mayor contagio, las medidas implementadas y su efectividad en la reducción de contagios, así como recomendaciones basadas en la evidencia que los datos arrojan.

A lo largo de los 20 meses de pandemia, el proyecto ha logrado una incidencia en cuanto a la atención de la emergencia por la COVID-19 en el país, ya que permite tener a disposición de las autoridades del Ministerio de Salud, el conocimiento y desarrollo de un conjunto de herramientas e indicadores socio-sanitarios para la toma de decisiones en los diferentes niveles de gestión, de tal manera que éstas puedan contar con mayor evidencia y respaldo técnico. Además, de establecer el uso de la tecnología como un mecanismo que permite más agilidad y oportunidad para obtener la información requerida.

Por medio de este proyecto, se ha contribuido con los tomadores de decisión política, técnica y operativa, las acciones de contingencia y mitigación oportunas en los territorios, mediante procesos de realimentación y capacitación con los funcionarios del nivel local, quienes cuentan información oportuna y preventiva, para realizar un trabajo orientado a la optimización de recursos, de esta forma, se pueden

establecer los lineamientos, protocolos y directrices de manera temprana y oportuna, para la mitigación y prevención del riesgo.

En los primeros meses de la pandemia en Costa Rica existía un vacío de información sobre el comportamiento de la pandemia a nivel distrital, las herramientas y modelos desarrollados en el proyecto viene a aportar la información desagregada tanto por cantones como por distritos. De tal forma, los diferentes niveles de gestión del Ministerio de Salud ahora cuentan con información actualizada sobre el estado de la pandemia de forma territorial, lo que les permite tomar decisiones con evidencia de datos con niveles de confianza superiores al 90% evitando la pérdida de recursos, el desgaste del recurso humano, canalizando la atención a las poblaciones más vulnerables y necesitadas e identificando regiones que están siendo desatendidas.

Con la implementación de estas herramientas se ha facilitado en mayor medida el control de la situación, que brinda al sistema condiciones para una mejor toma de decisiones enfocadas a ofrecer un servicio, pronto, eficiente y de calidad en la atención de emergencia sanitaria.

En la figura 4 se muestra un resumen de ejes para la toma de decisiones para

las autoridades sanitarias de acuerdo con la información que suministra el proyecto.

Los ejes orientadores para la toma de decisiones se pueden resumir en los siguientes:

- Monitoreo del COVID-19.
- Control de zonas de mayor riesgo
- Inversión localizada.
- Articulación ciudadana.
- Divulgación y sensibilización.

A continuación se presenta la información de forma gráfica y con las orientaciones por ejes, la cual explica que son los responsables en la emergencia los que deben realizar un monitoreo de los datos existentes para determinar las acciones para el control de las zonas con mayor vulnerabilidad y establecen mecanismos de articulación intersectorial y social para valorar los recursos y hacer una inversión focalizada eficiente y eficaz para finalmente incidir en los indicadores y modificar la situación de riesgo para volver al punto inicial de monitoreo del COVID-19.

Figura 5: Ejes para la toma de decisiones regionales y locales



Fuente: elaboración propia.

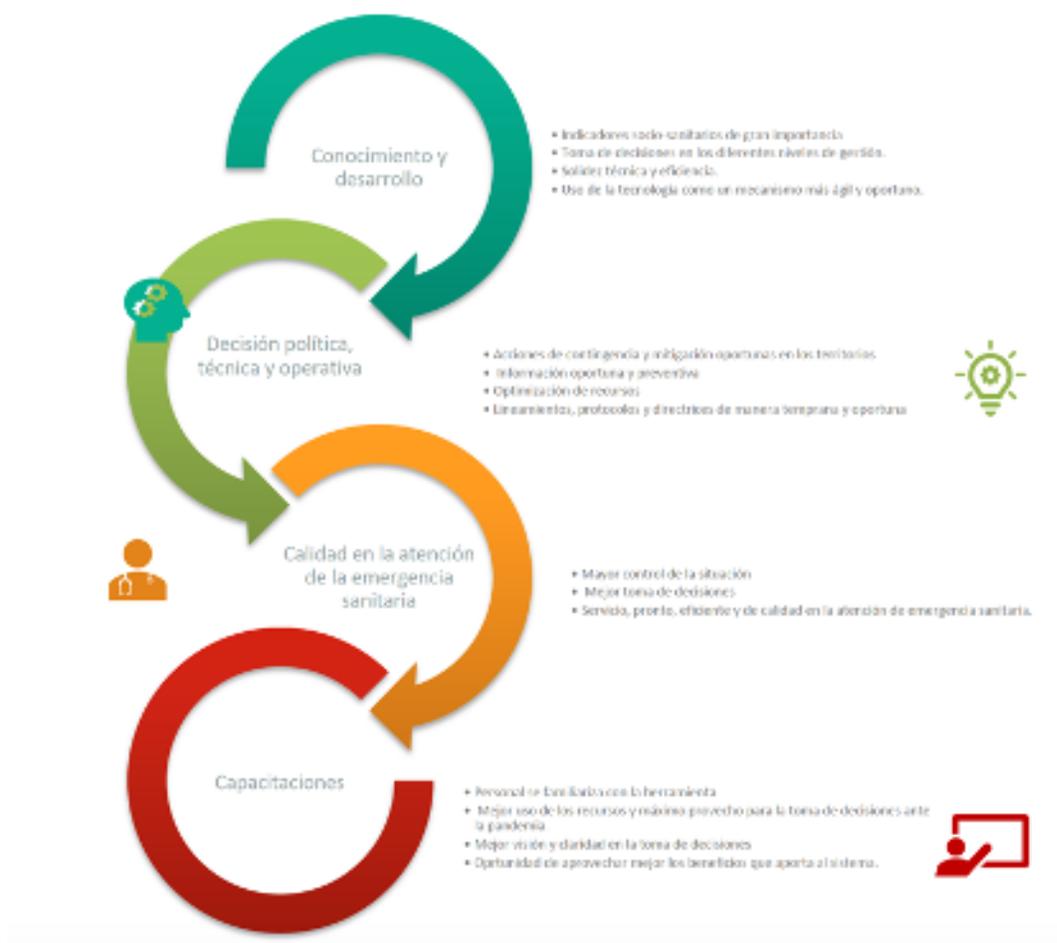
Las capacitaciones que se han realizado al personal de las áreas rectoras de salud han sido un recurso que han permitido que el personal se familiarice con la herramienta y sepa darle un mejor uso y sacar el máximo provecho para la toma de decisiones en su ámbito de influencia ante la pandemia. La información que se ha generado en el proyecto permite al personal contar con una mejor visión y claridad en la toma de decisiones, y dará la oportunidad de aprovechar mejor los

beneficios que aporta al sistema.

En general, las personas capacitadas se sintieron satisfechas e involucradas en un proyecto donde existía un vacío de la información, y el personal se sintió muy motivado, mostró gran interés por la información suministrada.

Dicha información se visualiza en la siguiente figura.

Figura 6: Logros y efectos de la Plataforma de Información.



Fuente: elaboración propia.

Al destacar los logros que muestren una colaboración armónica entre los sistemas de gestión de datos y la ciencia de datos se tendrá una perspectiva holística sobre la manera de abordar las dificultades relativas al uso de los datos de salud pública (OPS, 2021, p.9).

Un análisis de la información a partir del uso de las herramientas existentes de

la ciencia de datos, como los paneles de indicadores, las visualizaciones de datos y las herramientas de análisis de grandes volúmenes de datos puede esclarecer la manera en que los usuarios utilizan la información en la salud pública, lo que, a su vez, aportará más información para el uso de la ciencia de datos y permitirá detectar las áreas en las que faltan datos (OPS, 2021, p.9).

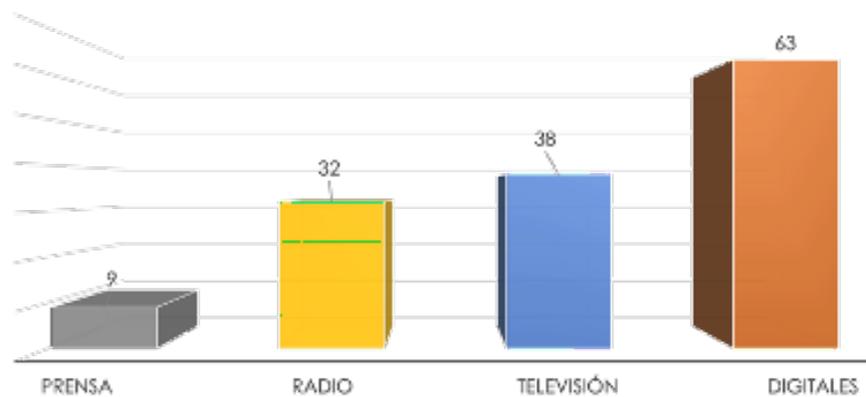
**Impacto de la información generada por el proyecto de investigación analizado desde la publicación en los medios de comunicación nacional.**

De acuerdo con un estudio elaborado por la Universidad de Costa Rica, específicamente por la Oficina de Divulgación e Información (ODI) entre enero y abril 2021, el proyecto de investigación y sus productos ha

generado reportajes en medios digitales que han tenido más de 21.641.753 visitas.

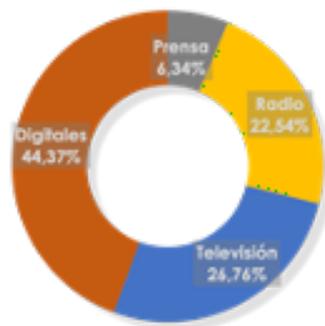
En cuanto a la cantidad de noticias por tipo de medio relacionadas con el proyecto de investigación al mes de abril del año 2021 la mayor cantidad se concentraba en digitales (44%), seguido de televisión (26%) y en tercer lugar en radio (22%) (ver gráficos 2 y 3).

*Gráfico 1. Cantidad de notas publicadas proyecto: Análisis y simulación espacial de la pandemia Covid-29 a nivel cantonal para el caso de Costa Rica (enero-agosto 2021)*



Fuente: Oficina de Divulgación e Información, UCR, 2021. <

*Gráfico 2. Porcentaje de notas publicadas proyecto: Análisis y simulación espacial de la pandemia Covid-29 a nivel cantonal para el caso de Costa Rica (enero-agosto 2021)*



Fuente: Oficina de Divulgación e Información, UCR, 2021.

Esta incidencia en medios si se cuantifica a un valor monetario representaría un valor promedio de 250 millones de colones en solo 4 meses de los 13 meses que el proyecto ha estado vigente, según estudio realizado por la ODI.

Los diferentes productos que ha generado el proyecto a la fecha han permitido suministrar información para orientar la toma de decisiones basada en evidencia en un contexto dinámico generado por la pandemia. Lo cual ha permitido valorar los efectos producto de la relación existente entre las medidas de contención, zonas con mayor vulnerabilidad, y el aumento o disminución de contagio. Dichas relaciones permiten acordar la aplicación de medidas, de manera que se dé un equilibrio entre las restricciones, y su impacto en la toma de decisiones.

## 6. Conclusiones

La analítica de datos busca la interacción de varias disciplinas que enriquecen la implementación de diferentes métodos y estrategias para la mejora y potenciación de resultados robustos desde un enfoque técnico, político y estratégico, el proyecto viene a sentar las bases de un sistema integrado y de una serie de herramientas tecnológica con la que no se contaban y que la pandemia hizo visible la necesidad de reforzar y fortalecer los sistemas en salud costarricense de cara

al contexto y era tecnológica actual.

La pandemia por Covid 19 ha permitido reflejar el fortalecimiento del uso y conocimiento de la ciencia de datos para la toma de decisiones de política pública en el sector salud mediante la aplicación y conformación de redes de colaboración en diferentes ámbitos. También, ha potenciado el uso de la ciencia de datos para el enriquecimiento de la toma de decisiones y las políticas basadas en evidencias y datos. El uso de la tecnología de una manera más adaptada a las problemáticas en un contexto multi amenaza y obliga a poner la tecnología en la solución de emergencias sanitarias y desastres en salud, con el fin de agilizar el manejo de la información, actuar de manera más pronta y oportuna.

El proyecto "Análisis y simulación espacial de la pandemia Covid-19 a nivel cantonal, para el caso de Costa Rica" corresponde a una iniciativa que cuenta con una integración de la información para las instituciones encargadas de las emergencias del país, con el fin de agilizar la toma de decisiones.

Desde el punto de vista de este reto, las herramientas de información elaboradas en el marco del proyecto de investigación vienen a ser un medio para una gestión y mejor manejo de las emergencias en salud, lo cual corresponde un hito importante en el

marco del Sistema Nacional de Salud del país.

Una de las principales riquezas del proyecto es que aborda el tema de la pandemia no solo desde la perspectiva de la amenaza, sino también desde la vulnerabilidad de la población por medio de un análisis socio-sanitario. El nivel educativo, la condición económica, la ocupación del territorio, el uso del suelo, los estilos de vida, las enfermedades crónicas y la adaptabilidad de una comunidad pueden magnificar o aminorar los efectos de la pandemia, en ese sentido dicha información es vital para el desarrollo de estrategias diferenciadas dirigidas a poblaciones más vulnerables.

La participación conjunta de diversos actores (instituciones públicas, sector privado, sector académico, sociedad civil) mejora los conocimientos en temas de datos y potencia que las personas incrementen la capacidad para evaluar y contribuir a la calidad de los datos, así como utilizar esos datos para tomar sus propias decisiones y participar plenamente en iniciativas que fomenten la ciudadanía en la era de la información (Naciones Unidas, 2014, p.18).

Finalmente, se presentan recomendaciones básicas para mejorar la capacidad de las organizaciones para el uso de la información para la toma de decisiones en el marco de la generación

de políticas públicas en salud:

- Es clave en este tipo de proyectos la capacitación de los actores involucrados a nivel de organizaciones rectoras en salud, así como a nivel externo (alcaldías, instituciones del Sistema Nacional de Planificación) para el correcto uso de los datos e información así como la definición de funciones, responsabilidades, políticas y procesos de gestión de los datos, para el respectivo monitoreo y comunicación de las políticas definidas, así como los estándares establecidos y la verificación del tipo de decisiones que se están tomando por medio de la documentación y difusión.

- Integrar la información originada por distintas organizaciones en temas de salud, con el fin de unificar los datos para la toma de decisiones a nivel nacional esto por medio de la generación de redes de trabajo y alianzas que permitan la unificación de la información.

- Es necesario definir una metodología de seguimiento y monitoreo del desempeño del programa, almacenamiento de los datos y desarrollar estrategias para mejorar el desempeño de la tecnología existente que sea sostenible en el tiempo con el fin de un mejor uso para las personas tomadoras de decisión.

## Referencias bibliográficas

- Cediel, B., & Krause, G. (2013). *Herramientas para la toma de decisiones en salud pública basadas en la evidencia y priorización de enfermedades*. Revista de Salud Pública. 15 (5): 694-706. Recuperado de <https://bit.ly/3hunpbm>
- Centro de Ciencia e Ingeniería de Sistemas de la Universidad Johns Hopkins. (2021). *COVID-19 Dashboard*. Recuperado de <https://bit.ly/3A5FyDQ>
- Gómez, A., Mora, M., Alvarado, V., et al. (2021). *Informe 24 de agosto 2021. Proyecto: 748-C0-245 "Análisis y simulación espacial de la Pandemia Covid-19 a nivel cantonal, para el caso de Costa Rica*. Observatorio del Desarrollo, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. Recuperado de <https://bit.ly/3A3Pmhr>
- Grupo Asesor de Expertos Independientes sobre la Revolución de los Datos para el Desarrollo Sostenible (2014). *Un mundo que cuenta: Movilización de la revolución de los datos para el desarrollo sostenible (Internet)*. Nueva York: Naciones Unidas. Recuperado de <https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37889/UnMundoqueCuenta.pdf>
- J. A. Marsh, J. F. Pane, y L. S. Hamilton. (2006). *Making Sense of Data - Driven Decision Making in Education*. Recuperado de [http://www.rand.org/pubs/occasional\\_papers/OP170.html](http://www.rand.org/pubs/occasional_papers/OP170.html)
- Mariño, S., y Primorac, C. (2016). *Propuesta metodológica para desarrollo de modelos de redes neuronales artificiales supervisadas*. International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI), 6, 231-245 ISSN: 2386-4303. Recuperado de <https://bit.ly/3IkERQF>
- Ministerio de Salud de Costa Rica. (2021). *Situación Nacional Covid-19*. Recuperado de <https://bit.ly/3z3clbg>
- Organización Mundial de la Salud – OMS. (2021). *An update on SARS-CoV-2 virus mutations & variants*. Recuperado de <https://bit.ly/3C6oo9s>
- Organización Mundial de la Salud – OMS. (s.f.). *Determinantes sociales de la salud*. Recuperado de <https://bit.ly/3AoVd1i>
- Organización Panamericana de la Salud. (2021). *Política sobre la aplicación de la ciencia de datos en la salud pública mediante la inteligencia artificial y otras tecnologías*

emergentes. Recuperado de <https://bit.ly/3nxJk5k>

Rodríguez, O. (2013). *Conceptos básicos*. (Presentación de diapositivas). oldemarrodriguez. Recuperado de <https://bit.ly/2XeY0eI>

Rodríguez, P., Palomino, N., y Mondaca, J. (2017). *El uso de datos masivos y sus técnicas analíticas para el diseño e implementación de políticas públicas en Latinoamérica y el Caribe*. Recuperado de <https://bit.ly/3DrwA5L>

Rojas, G., Romero, R., Pacheco, R. et al. (2021). *Modelado estadístico para la gestión de los primeros tres meses de la COVID-19 en Costa Rica*. *Estudios de la Gestión*, 10. (pp. 55 – 74). Recuperado de <https://bit.ly/3hoNwAZ>

Universidad de Costa Rica. (2021). *Informe 9: Comentarios y Recomendaciones*. Anexo 6. San José, Costa Rica.

Oficina de Divulgación e Información UCR. (2021). *Informe de Medios proyecto: Análisis y simulación espacial de la pandemia Covid-29 a nivel cantonal para el caso de Costa Rica (enero-agosto 2021)*. San José, Costa Rica.

Vargas, C. (2007). *Análisis de las Políticas*

*Públicas*. *Perspectivas*, 19. (pp.127-136). Recuperado de <https://bit.ly/3lotDe2>

## Anexos

**Anexo 1 Personas investigadoras, docentes y estudiantes que participan en proyecto de Investigación VI - CO245 “Análisis y simulación espacial de la pandemia a nivel cantonal para el caso de Costa Rica” de la Universidad de Costa Rica.**

Valeria Alvarado Madrigal – Estudiante Escuela Estadística

Amram Aragón Ramírez – Estudiante Escuela de Estadística

Antonieta Avalos Salas – Estudiante Escuela de Geografía

Katherine Angulo Mendoza – Estudiante Escuela de Ciencias de la Computación e Informática

Catalina Artavia Pereira – Docente / Investigadora Escuela de Administración Pública.

Nayelli Barquero Ramírez – Estudiante Escuela Estadística

Leonardo Barrientos Cerdas – Estudiante Escuela de Ciencias de la Computación e Informática

Gilbert Brenes Camacho - Docente / Investigador Escuela de Estadística y Director del Centro Centroamericano de Población (CCP)

Nicole Castillo Arguedas - Estudiante Escuela de Ciencias de la Computación e Informática

Sebastián Cruz Chavarría - Estudiante Egresado Escuela de Ciencias de la Computación e Informática

Agustín Gómez Meléndez - Docente / Investigador Observatorio del Desarrollo (OdD)

Melvin Lizano Araya - Docente / Investigador Escuela de Geografía

Carlos Alonso von Marschall Murillo - Investigador / Jefe de la Unidad de Análisis Prospectivo y Política Pública de MIDEPLAN / Docente Escuela de Estadística.

María Jesús Mora Vásquez - Estudiante Escuela Estadística

Flor Murillo Rodríguez - Investigadora / Funcionaria del Ministerio de Salud de Costa Rica

María del Mar Pacheco Rojas - Docente / Investigadora Escuela de Ingeniería Industrial

Ronny Pacheco Segura - Docente / Investigador Escuela de Ingeniería industrial

Diego Quirós Morales - Docente / Investigador Escuela de Estadística

Guarner Rojas Rojas - Docente / Investigador Escuela de Estadística

Rodolfo Romero Redondo - Docente / Investigador Escuela de Administración Pública

Luis Fernando Salazar Alvarado - Docente / Investigador Escuela de Administración Pública

Keicy Ureña Monge - Estudiante / Investigadora Escuela de Administración Pública

Carlos Villalobos Araya - Docente / Investigador Escuela de Ingeniería industrial