



UNIVERSIDAD DE MARGARITA  
SUBSISTEMA DE DOCENCIA  
DECANATO DE INGENIERIA Y AFINES  
COORDINACION DE INVESTIGACION Y PASANTÍA

**EVALUACION DE HERRAMIENTAS DIGITALES DISPONIBLES PARA EL  
DETECTADO, SEGUIMIENTO Y CONTENCIÓN DEL COVID-19 Y SU  
APLICABILIDAD EN LA ISLA DE MARGARITA ESTADO NUEVA ESPARTA**

Elaborado por: Renato Galindo Gallo

Tutor MsC. Auris Estaba

El Valle del Espíritu Santo, marzo de 2021



UNIVERSIDAD DE MARGARITA  
SUBSISTEMA DE DOCENCIA  
DECANATO DE INGENIERÍA Y AFINES  
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN

### **CARTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi carácter de Tutor del Trabajo de Investigación presentado por el (la) ciudadano (a) Renato Galindo Gallo cedulaado con el número: V.-26778785, para optar al Grado de *Ingeniero de Sistemas*, considero que dicho trabajo: **EVALUACION DE HERRAMIENTAS DIGITALES DISPONIBLES PARA EL DETECTADO, SEGUIMIENTO Y CONTENCIÓN DEL COVID-19 Y SU APLICABILIDAD EN LA ISLA DE MARGARITA ESTADO NUEVA ESPARTA** reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Jurado Examinador que se designe.

Atentamente

**M.Sc. AURIS ESTABA**  
**TUTOR**

El Valle del Espíritu Santo, Marzo de 2021

## ÍNDICE

LISTA DE TABLAS.....	v
LISTA DE GRÁFICOS .....	v
RESUMEN.....	vi
INTRODUCCION .....	7
PARTE I.....	9
DESCRIPCION GENERAL DEL PROBLEMA .....	9
1.1 Formulación del Problema .....	9
1.2 Interrogantes.....	13
1.3 Objetivo General .....	13
1.4 Objetivos Específicos.....	13
1.5 Valor Académico de la Investigación .....	14
PARTE II.....	15
DESCRIPCION TEÓRICA .....	15
2.1 Antecedentes .....	15
2.2 Bases Teóricas.....	16
2.2.1 Sistemas Expertos .....	16
2.2.2 Componentes de un Sistema de Información Sanitario .....	17
2.3 Bases Legales .....	19
2.3.1 Constitución de la Republica Bolivariana de Venezuela (1999).....	19
2.3.2 Ley Orgánica de las Telecomunicaciones (2011) .....	19
2.4 Definición de términos .....	20
PARTE III .....	22
DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA .....	22
3.1 Naturaleza de la investigación.....	22
3.1.1 Tipo de investigación .....	22
3.1.2 Diseño de la investigación.....	23
3.1.3 Población y Muestra.....	23
3.2 Técnicas de Recolección de Datos .....	24
3.3 Técnicas de Análisis de Datos.....	24
PARTE IV .....	25
ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	25

PARTE V .....34

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....34

    5.1 Conclusiones .....34

    5.2 Recomendaciones .....35

REFERENCIAS .....36

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> .....	25
----------------------	----

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfica 1</b> .....	29
<b>Gráfica 2</b> .....	30
<b>Gráfica 3</b> .....	30
<b>Gráfica 4</b> .....	32

UNIVERSIDAD DE MARGARITA  
SUBSISTEMA DE DOCENCIA  
COORDINACION DE INVESTIGACION

**EVALUACION DE HERRAMIENTAS DIGITALES DISPONIBLES PARA EL  
DETECTADO, SEGUIMIENTO Y CONTENCIÓN DEL COVID-19 Y SU  
APLICABILIDAD EN LA ISLA DE MARGARITA ESTADO NUEVA ESPARTA**

Autor: Renato Galindo Gallo

Tutor: MsC. Auris Estaba

Marzo de 2021

**RESUMEN**

Durante el año 2020, se desencadenó un patógeno altamente infeccioso cuyo brote alcanzo el punto de Epidemia, dicho suceso genero la necesidad de poder recopilar datos, generar y difundir información útil para generalidad de la población, lo cual se logró mediante el uso de la tecnología. El presente trabajo al respecto se basa en el Modelo de Investigación Cuantitativa, con el objetivo de evaluar las herramientas digitales disponibles para el detectado, prevención y contención del COVID-19 y su aplicabilidad en la Isla de Margarita, Estado Nueva Esparta, mediante una investigación documental de alcance explicativo, cuyo diseño es no experimental, y sus datos corresponden a ambas categorías de este tipo de diseño: Longitudinal y Transversal. Se concluye que las limitaciones logísticas con respecto a la capacidad de hacer pruebas virales tienen un mayor impacto sobre la efectividad de este tipo de herramientas que las limitaciones técnicas presentes en la localidad

**Descriptores:** Sistemas Expertos, Sistemas de Monitoreo, Seguimiento, Rastreo de Contactos, COVID-19, SARS-COV 2, Sistemas de Información para el Área de Salud, Tecnologías de información y comunicación.

## INTRODUCCION

En el presente trabajo a continuación, se evalúa el conjunto de herramientas disponibles para el seguimiento epidemiológico de casos de COVID-19, tomando en cuenta principios propios de los marcos de trabajo para un Sistema de Información para el Área de Salud expuestos por la Organización Mundial de la Salud, a la vez que se exploran los aspectos técnicos de los mismos que hacen posible la implementación de soluciones digitales desarrollados a nivel global mediante la colaboración entre Empresas Privadas e Instituciones Académicas en entornos como lo es la República Bolivariana de Venezuela, específicamente la Isla de Margarita, Estado Nueva Esparta, para esto se examinan las necesidades y características propias de los lugares donde son desarrollados dichas herramientas y se extrapolan al contexto estudiado, mediante la revisión bibliográfica de la documentación técnica relacionada a las herramientas, informes de agencias gubernamentales y multilaterales encargadas del área de las telecomunicaciones a nivel nacional e internacional respectivamente.

Los resultados muestran que a pesar de la limitación técnica presente tanto en toda Venezuela como en la región estudiada, es posible implementar dichas herramientas basadas en los marcos de trabajo expuestos como Pan-European Privacy-Preserving Proximity Tracing (PEPP-PT) por un enfoque de menor densidad de terminales inteligentes capaces de ser aprovechados por dicho protocolo mediante un registro y aviso de enfoque centralizado con la capacidad de ser adaptado (el apartado de notificación) a otros tipos de terminales disponibles en el entorno, sin embargo, adicional al conjunto propio del sistema de monitoreo expuesto, dentro del Sistema de Información, la limitación está presente a nivel de los recursos disponibles para la totalidad del apartado logístico que permite la entrada o input del sistema en general, en específico, el aspecto logístico que permite establecer el inicio de un seguimiento epidemiológico, la capacidad de detectado mediante las pruebas virales

La estructura del trabajo consta de cinco capítulos, el primero de ellos es la Descripción General del Problema donde se expone la problemática en cuestión, como evoluciona la misma y como afecta al entorno local, las interrogantes que permiten establecer los objetivos concretos de la investigación y el valor académico bajo el cual se justifica el presente trabajo. En segundo lugar se encuentra la Descripción Teórica, donde se exhibe los estudios previos a la presente investigación, las bases teóricas que permiten establecer un contexto claro en base a la teoría

involucrada, las bases legales presentes en el entorno donde se desenvuelve el trabajo, y la definición de términos donde se detallan algunos términos claves que pueden ser de apoyo para el lector. De tercer lugar está el capítulo de la Descripción Metodológica, que como el termino indica se detalla la naturaleza, tipo, diseño de investigación donde se detalla base a que modalidad de investigación se despliega el trabajo, hasta que alcance y diseño según el carácter de las fuentes que generan los parámetros o variables involucradas, además de detallar el universo de exploración de los datos y el conjunto estudiando en la población y muestra, como se recolectaran los datos de dicha muestra y de qué forma se analizara mediante las técnicas detalladas. De cuarto y quinto lugar, se encuentra el segmento final de la investigación, donde se analizará y presentara los resultados que darán lugar a las conclusiones del presente trabajo y donde el autor en base a lo explorado en el mismo hace recomendaciones a futuros proyectos de esta o similares problemáticas.



## **PARTE I**

### **DESCRIPCION GENERAL DEL PROBLEMA**

#### **1.1 Formulación del Problema**

Los Sistemas Inteligentes son todos aquellos sistemas cuyo diseño se enfoca en replicar un comportamiento inteligente, inteligencia en el sentido de manejar datos de forma predictiva analizando estados previos y emulando un proceso de aprendizaje dinámico, los datos que procesan este tipo de sistemas provienen principalmente en sensores diseñados para la labor especializada, esta rama del diseño de sistemas es una de aplicaciones prácticas del Aprendizaje Automático o Machine Learning

Se observa que entre los diversos sistemas inteligente, se desglosan los Sistemas Expertos, donde la labor especializada es dar respuesta mimetizando el razonamiento de un experto del área involucrada donde se desarrolla el problema usualmente con el fin de asistir la toma de decisiones, un conjunto de los sistema expertos son los Sistemas de Monitoreo, donde supervisar los estados del entorno permite dar una respuesta con respecto a la evolución de la problemática, determinar posibles causas y efectos, y por lo tanto dar la información esencial para que el sistema experto provea información precisa

Mediante dicha funcionalidad presente en los sistemas de monitoreo, se puede establecer una supervisión constante de los estados situacionales del entorno donde es aplicado, según la escala de la misma, su factor de actualización, es decir, el tiempo que tarda en registrar el cambio de estado de la situación de su entorno, y la fiabilidad de dichos datos que está captando en cada cambio de estado, se puede describir (depende sea el grado presente de las consideraciones previamente planteadas) con precisión las condiciones de dicho entorno, si el mismo es lo suficientemente preciso y el personal involucrado lo suficientemente experimentado en el uso de dicho sistema de monitoreo se puede detectar el inicio de un evento poco común en el entorno hasta describir el estado reciente de la última iteración de recolección de parámetros de un evento en proceso.

En este contexto, los sistemas de monitoreo han sido esenciales para entender el actual evento en proceso para los sistemas, o el escenario en cuestión, la Pandemia COVID-19, en contexto, en

la localidad de Wuhan, China, broto virus denominado SARS-COV-2 de la familia, con alta tasa de transmisión cuya Epidemia local se expandió al punto en el que se encuentra en la actualidad, es decir, pandemia, la región del sudeste asiático por su alta conectividad y cercanía con el epicentro fue uno de los primeros afectados, como es el caso de Japón, la revista de salud británica, The Lancet, en su versión Regional para el Pacífico Este en conjunto con el Ministerio de Salud Japonés, exponen una Metodología denominada COOPERA (COvid-19: Operation for Personalized Empowerment to Render smart prevention And AN care seeking, en Español, COVID/19: Operación para el empoderamiento personalizado para brindar una prevención inteligente y una búsqueda de asistencia) donde en base a los síntomas regulares presentando en la población local se diseñó una encuesta la cual es realizada al público mediante un bot conversacional (chatbot), si los resultados de la conversación arrojaban un posible caso, el bot brinda los números de asistencia sanitaria y recopila el dato de la dirección del caso, al interpolar los datos recopilados por el chat conversacional por los datos recopilados por el testeo masivo que se hizo, se evidencia como la herramienta sirve para proyectar posibles focos de contagios a pesar del limitado alcance de la herramienta (alrededor de 350.000) y evolución de la curva; otro caso de la misma región (el sudeste asiático) es el caso de Corea del Sur, en este caso la metodología implementada consiste en hacer test masivos, los casos confirmados se revisa el uso de tarjeta de crédito, el historial de la locación del teléfono móvil obtenido desde las teleoperadoras coreanas, y los detalles en imagen recopilado por la red de cámaras de vigilancia que existe en esta localidad, de tal forma pueden rastrear posibles contagiados y detectar con aun más precisión posibles focos, sistema muy similar usado en Taiwan, este tipo de sistemas se encargan de rastrear la posible lista de contactos y por lo tanto potenciales futuros casos, sin embargo son sumamente intrusivos, no aplicables en lugares donde la privacidad es un valor esencial, requieren condiciones de conectividad similares, según el portal Newzoo, los países citados anteriormente tienen un ratio de penetración de teléfonos móviles del 57.2% Japón, 70.4% Corea del Sur y 72% en el caso de Taiwan

También se debe señalar otras herramientas para el mismo objeto de estudio en localidades más cercanas, el US National Library of Medicina del National Institutes of Health, hizo una recopilación de las diversas tecnologías y sistemas de monitoreo o sistemas de vigilancia disponibles en la actualidad en gran parte de occidente pero en primer lugar en Estados Unidos de América, entre los que destacan por su amplio uso, los sistemas de monitoreo en tiempo real de

Google Trends y Google Flu Trends (encontrado al hacer una búsqueda con tags relacionados a alguna métrica y “COVID-19”), redes sociales como Flu NearYou (encuestas de participación voluntaria que permiten hacer una proyección del virus en base a los síntomas de los encuestados), Foodborne Chicago (un rastreador de tweets).

Sin embargo, dichas soluciones que pueden entrar en la categoría de sistemas de monitoreo, dependen de la capacidad de medición de las fuentes que recopilan dichos sistemas, es decir, que la efectividad de detectar, seguir y confirmar casos, estas son las métricas usadas por la OMS para la etapa de detectado dentro de un Sistema de Vigilancia Epidemiológica, esta primera etapa es justo la función que cumple un sistema de monitoreo, las etapas de dicho sistema que corresponden al análisis y la interpretación de la data involucrada, la preparación epidémica entra dentro de las funciones de un sistema experto, las etapas faltantes son, etapa de Reporte, encontrada entre la etapa de confirmación de casos e interpretación de datos, respuesta y control que se realiza luego de la preparación y la retroalimentación, dichas etapas al no corresponder con un manejo de dato y generación de información, si no con las acciones que deben realizarse una vez cumplidas las etapas previas.

Puesto que las bases fundamentales del sistemas de vigilancia epidemiológico son la observación directa, el monitoreo para poder generar hipótesis, tener instrumento precisos y confiables es de suma importancia para dar una respuesta apropiada para la evolución de la epidemia, como se ha demostrado con la actual Pandemia del COVID-19, los lugares donde han afrontado con mayor efectividad los casos locales son justamente los que tienen un mayor acceso a dichos instrumentos, ya sean los instrumento de medición directa para el virus, es decir, las pruebas, prueba molecular, prueba de antígeno y/o prueba de anticuerpos, que directamente intentan medir la presencia activa del patógeno en el organismo de los individuos, o los instrumento de medición indirecta, aquí se encuentran desde instrumentos como los termómetros o cámaras térmicas, que permiten determinar la presencia de la síntomas involucrados a la enfermedad, hasta las tecnologías de información, implementadas para generar sistemas de monitoreo como las que se mencionaron con anterioridad, Redes Sociales, Interfaces Web en Tiempo Real y Aplicaciones móviles, las cuales en conjunto con los instrumentos anteriormente mencionados pueden ser realmente útiles para conocer en donde se ubicó un caso de contagio, que zonas aislar, potenciales

focos de contagio y donde concentrar personal médico, mayores instrumentos de medición y posibles aislamientos

Sin embargo, no todas las partes del mundo han enfrentado la situación ni de la misma forma, ni con la misma efectividad, ya sea por no disponer de los instrumentos de medición directa o por no tener las condiciones necesarias para aplicar instrumentos, tecnologías y metodologías de medición indirecta, limitando así soluciones aplicables para su vigilancia epidemiológica, este es el caso de la República Bolivariana de Venezuela, en donde se encuentran sistemas como el Argis de ESRI y ESRI Venezuela y dentro de Patria (el sistema digital gubernamental iniciado con el Carnet de la Patria, para llevar seguimiento de diversos planes sociales, dar servicios de carterías digitales, etc) donde se encuentra disponible el reporte epidemiológico, ambos sistemas se encargan de informar la evolución del virus en diversas regiones de la nación, y en el caso del Sistema Patria se realizó una encuesta sintomática durante el mes de Abril, sin embargo no se ha repetido, el caso de las soluciones que implementan encuestas justamente son cuentan con múltiples iteraciones para intentar proyectar la evolución del virus según la disponibilidad de encuestados (como el caso de FluNearYou y COOPERA mencionadas con anterioridad), según medios como Efecto Cocuyo que denuncian irregularidad en la oferta de pruebas rápidas (reportado el 16 de Agosto de 2020) o el Diario donde se reporte alta latencia en la entrega de los resultados de las pruebas Prueba de proteína C reactiva o PCR (reportado el 17 de Septiembre de 2020), por lo tanto la falta de iteraciones en soluciones planteadas como Encuestas Sintomáticas limitan posibles proyecciones en la evolución de la epidemia a la vez que la oferta y los datos obtenidos mediante pruebas es decir, medición directa, o cual a su vez limita la interpolación de datos y verificabilidad de la información obtenida

Sin duda alguna el Estado Nueva Esparta, sobre todo la Isla de Margarita, su isla más habitada, comparte la condición que presenta el resto de la nación planteado con anterioridad (falta de datos pertinentes con respecto al comportamiento de la epidemia) y se ve representada en las herramientas mencionadas con anterioridad, sin embargo, la Región Insular presenta diversas particularidades como su geografía y su desarrollo particular con respecto a sus regiones vecinas (por ser un Estado principalmente comercial y turístico), ambas variables afectan al comportamiento no solo de la epidemia estudiada si no a la decisiones que pueden llegar tomar los individuos que forman parte del sistema civil y político.

Debido a lo previamente planteado se considera necesario evaluar las herramientas digitales disponible para detectado, prevención y contención del COVID-19 y su aplicabilidad en la Isla de Margarita, Estado Nueva Esparta.

## **1.2 Interrogantes**

De lo anteriormente expuesto surge la siguiente pregunta general: ¿Cuáles son las herramientas digitales disponibles para el detectado, prevención y contención del Covid-19 y su aplicabilidad en la Isla de Margarita, Estado Nueva Esparta? De esta se desglosan las interrogantes a continuación:

1. ¿Cuáles son las soluciones digitales que hayan sido utilizadas para la detección, prevención y contención del Covid-19 a nivel mundial?
2. ¿Cómo son las características de las soluciones digitales utilizadas para el detectado, prevención y contención del Covid-19 en el mundo?
3. ¿Cómo es la funcionalidad de cada una de las soluciones digitales aplicadas a nivel mundial para la detección, prevención y contención del Covid-19?
4. ¿Qué requisitos presentan dichas soluciones en base a las condiciones en las que fueron desarrolladas?
5. ¿Cuáles de esas condiciones están presentes en la Isla de Margarita, Estado Nueva Esparta?

## **1.3 Objetivo General**

Evaluar las herramientas digitales disponible para detectado, prevención y contención del COVID-19 y su aplicabilidad en la Isla de Margarita, Estado Nueva Esparta.

## **1.4 Objetivos Específicos**

1. Identificar las soluciones digitales que hayan sido utilizadas para la detección, prevención y contención del Covid-19 a nivel mundial.
2. Describir las características de las soluciones digitales utilizadas para el detectado, prevención y contención del Covid-19 en el mundo.
3. Definir la funcionalidad de cada una de las soluciones digitales aplicadas a nivel mundial para la detección, prevención y contención del Covid-19.
4. Determinar los requisitos de las herramientas digitales para la detección, prevención y contención del Covid-19.

5. Relacionar los requisitos descritos de las herramientas disponibles con las condiciones presentes en la Isla de Margarita, Estado Nueva Esparta.

### **1.5 Valor Académico de la Investigación**

Evalutando las soluciones disponibles a nivel global, comparándolas con las disponibles en el escenario venezolano, y determinando bajo que contexto se desarrollaron, se determinó que necesidades inherentes presenta la localidad bajo el contexto nacional, como a su vez se estimó la aplicabilidad de las diversas opciones comparadas en la Isla de Margarita, se pudiendo demostrar cuales son condiciones situacionales de la localidad.

Además, en el contexto de la isla en la actualidad, se presenta una escasez investigaciones que sirvan de marcos referenciales para proyectos prácticos, necesario para llevar a cabo los mismos, ya que dicha situación impide una correcta estimación de requerimientos para estos mismos, lo cual puede suponer un derroche de recursos y tiempo sin dar una respuesta eficaz a las necesidades únicas de las comunidades presentes en la isla.

Asimismo, de haber sido una oportunidad para el estudiante para poder demostrar con honestidad y ética las habilidades adquiridas durante la carrera en la modalidad de Trabajo de investigación, aportando del mismo modo un recurso a la comunidad académica con el cual satisfacer las necesidades no antes estudiadas en una situación con precedentes limitados.

## PARTE II

### DESCRIPCION TEÓRICA

#### 2.1 Antecedentes

Yoneoka D. Tanoue. Y. Kawashima.T. Nomura. S. Shi. S. Eguchi. A. Ejima. K. Taniguchi. T. Sakamoto. H. Kunishima. H. Gilmour. S. Nishiura. H. Miyata. H (2020) en su artículo científico Monitoreo Epidemiológico a gran escala de la epidemia en Tokio para The Lancet, Regional Health, Western Pacific se detalla el funcionamiento de COvid-19: Operation for Personalized Empowerment to Render smart prevention And AN care seeking o COOPERA, un bot conversatorio que permite encuestar a voluntarios y determinar si presentan la síntomas del COVID-19, el artículo demuestra el potencial de las encuestas en tiempo real sobre todo cuando los modelos son mejorados con disponibilidad de datos obtenidos mediante otro método de medición, en este caso fue el uso extenso de pruebas para el virus SARS COV 2. Lo que destaca de dicho trabajo, es la participación de un total de 353010 encuestados en la localidad de Tokio entre Marzo 27 y Abril 6 del 2020, donde  $n = 337370$  es decir el 97% no presentaba síntomas,  $n = 5724$  presentaba fiebre mayor a  $37.5^{\circ}\text{C}$ ,  $n=12.819$  presentaba falta de aliento o síntomas de cansancio,  $n=2.903$  presentaba ambos síntomas y  $n=15.640$  presentaba alguno de los 2 síntomas, se puede corroborar como la evolución de la sintomática de los encuestados y la evolución de la curva de casos detectados mediante las pruebas masivas posee una correlación de  $r=0.9$ , demostrando que la herramienta cumplió parcialmente el objetivo de detectar posibles casos de contagio, es de relevancia para el presente trabajo principalmente por la metodología implementada en dicha investigación corresponde a lo denominado como Herramienta Digital y expone abiertamente el alcance y limitaciones de COOPERA, presentes en una localidad intensamente conectada a la red y densamente poblada como lo es la ciudad de Tokio, permite poner un punto de referencia para las condiciones ideales en las se pueden dar este tipo de soluciones.

Nasajpour, M., Pouriyeh, S., Parizi, R. M., Dorodchi, M., Valero, M., & Arabnia, H. R (2020) en su artículo Internet of Things para el actual COVID-19 y futuras Pandemias: Un Estudio Exploratorio y Christaki. E (2015) en su artículo Nuevas tecnologías en la predicción, prevención y control de enfermedades infecciosas, ambos artículos en el US National National Library of Medicine, realizan una recopilación de diversas tecnologías disponibles en el mercado con el propósito de hacer monitoreo a epidemias locales, Nasajpour, M et al se enfoca en el Internet of

Things, dispositivos capaces de usar conexión a internet de forma semi automatizada / automatizada con el propósito de monitorear un estado y realizar funciones en base a dichos estados, en 4 categorías principales, Vestibles, Drones, Robots y Aplicaciones para teléfonos Inteligentes, donde sistemas de monitoreo podrías aprovechar los sensores disponibles en dichos dispositivos con el fin de hacer vigilancia epidemiológica, durante el escenario COVID-19 se destaca en el artículo de Nasajpour, Termómetros Inteligentes, pasando por Drones de Mapeo Termográfico, Robots Sociales hasta botones de alarma. Mientras que el artículo de Christaki recopila productos en el área de monitoreo y vigilancia en las categorías de Basada en Eventos, Basada en Web en Tiempo Real, Redes de Pronostico y Respuesta Temprana, Modelado en enfermedades infecciosas, Redes Sociales y Nuevas Tecnologías, destacan por su uso durante la Pandemia Covid-19, redes sociales y monitores de redes sociales como Foodborne Chicago, FluNearyou, y la Secuenciación de Genoma (encontrado en la categoría de Nuevas Tecnologías) para la creación de pruebas rápidas para Covid-19. Ambos trabajos al recopilar diversos productos y técnicas usadas principalmente en Estados Unidos de América, pero ser encontradas a su vez en otras partes de Occidente como Europa o algunas de ellas hasta en Latinoamérica, permite poner en contexto el tipo de tecnologías implementadas y establecer una serie de requisitos en base de las mismas para la implementación de herramientas digitales con tecnologías similares

## **2.2 Bases Teóricas**

### **2.2.1 Sistemas Expertos**

Castillo. E, Gutierrez. J y Hadi. A (s/f:3) en Sistemas Expertos y Modelos de Redes probabilísticas donde definen los Sistemas Expertos, determinan una serie de capacidades que debe poseer dicho sistema, entre las que se encuentran “capaz de procesar y memorizar información, aprender y razonar en situaciones deterministas e inciertas, comunicar con los hombres u otros sistemas expertos, tomar decisiones apropiadas, y explicar porque se han tomado tales decisiones”.

Donde también se mencionan una serie de áreas en las que los Sistemas de Expertos han tenido una penetración importante, en la que destacan sectores como la Medicina, la Industria, los Negocios y la Ingeniería; en el mismo trabajo se menciona el tipo de sistemas expertos, en los cuales se clasifican 2 grandes tipos, deterministas y problemas estocásticos, es decir, problemas que se sabe las condición de salida y presentan bajo grado de incertidumbre en el caso de los deterministas, en el caso de los estocásticos, como hace referencia la raíz griega estoco, hace



referencia a conjetura, adivinación, aleatoriedad, por esto mismo, son sistemas que trabajan en un alto grado de incertidumbre, mientras el primer gran tipo trabaja con reglas bien definidas, el segundo gran tipo trabaja con reglas en conjunto una probabilidad de cumplimiento, a partir de aquí nace un subconjunto de los sistemas expertos estocásticos, los sistemas expertos por inferencia probabilística, lo cuales aprovechas las redes probabilísticas o redes bayesianas, un modelo probabilístico donde se aprovecha de los grafos dirigidos acíclicos (es decir, la ruta que interconecta a los nodos, solo fluyen en una dirección, no pueden apuntar de regreso ni directa, ni indirectamente, además que cada nodo solo puede apuntar a 2 nodos subsecuentes), donde cada nodo de dicho grafo representa una probabilidad, la relación entre un subgrafo representaría la probabilidad de ocurrencia de un evento representando en ese subconjunto. Son de especial importancia para la investigación realizada porque son el tipo de Sistemas Expertos necesarios en el área investigada, por lo tanto es parte del contexto de la investigación.

### **2.2.2 Componentes de un Sistema de Información Sanitario**

Organización Mundial para la Salud u OMS (2008:16) en su reporte sobre Framework and Standards for Country Health Information Systems [Marco de Trabajos y Estándares por países, Sistemas de Información para la Salud], define cuales son las entradas, procesamiento y salidas correspondiente a un Sistema de Información para el área de salud los cuales corresponden:

#### **Inputs [Entrada]**

1. Health information system resources – these include the legislative, regulatory and planning frameworks required to ensure a fully functioning health information system, and the resources that are prerequisites for such a system to be functional. Such resources involve personnel, financing, logistics support, information and communications technology (ICT), and coordinating mechanisms within and between the six components [Recursos del sistema de información sanitario - estos incluyen las legislaciones, regulaciones y el marco de planificación requerido para asegurar una capacidad completamente funcional. Tanto recursos que involucren elementos como recursos humanos, financiamiento, soporte logístico, tecnologías de información y comunicación (TIC), y mecanismos de coordinación dentro y entre los seis componentes]

#### **Processes [Procesamiento]**

2. Indicators – a core set of indicators and related targets for the three domains of health information outlined in SECTION 2.3 is the basis for a health information system plan and strategy. Indicators need to encompass determinants of health; health system inputs, outputs and outcomes; and health status. [Indicadores – el conjunto básico de indicadores y objetivos relacionados, para los tres campos de

un sistema de información sanitario resaltado en la SECCION 2.3 es la base para una planificación sistematizada y estratégica del sistema de información sanitario. Los indicadores deben abarcar parámetros que determina el estado de salud; entradas, salidas, resultados del sistema de salud y el estado de salud]

3. Data sources – can be divided into two main categories; (1) population-based approaches (censuses, civil registration and population surveys) and (2) institution-based data (individual records, service records and resource records). (...) . It should be noted that a number of other data-collection approaches and sources do not fit neatly into either of the above main categories but can provide important information that may not be available elsewhere. These include occasional health surveys, research, and information produced by community based organizations (CBOs). [Fuentes de datos – pueden ser divididas entre las dos principales categorías (1) Enfoques basados en la demografía (censos, registros civiles, encuestas a la población) y (2) Enfoques basados en las instituciones (registros de los individuos, registros de servicios y registros de los recursos institucionales) (...). Cabe acotar que una serie de otros tipos de colecciones de datos y fuentes no se definen correctamente entre las 2 principales categorías previamente planteadas pero pueden proveer información importante que puede que no este disponible en otro lugar. Estos incluyen son las encuestas de salud ocasionales, investigaciones, e información producida por las Organizaciones Basadas en la Comunidad (CBO)]
4. Data management – this covers all aspects of data handling from collection, storage, quality-assurance and flow, to processing, compilation and analysis. Specific requirements for periodicity and timeliness are defined where critical – as in the case of disease surveillance. [Gestión de Datos – esto cubre todos los aspectos relacionados con la manipulación de datos provenientes de colecciones, almacenamientos, aseguramiento de calidad y flujo, hacia el procesamiento, recopilación y análisis. específicos requerimientos deben ser definidos para la frecuencia y oportuna entrega en los casos críticos – como en los casos de un monitoreo epidemiológico]

#### Outputs [Salida]

5. Information products – data must be transformed into information that will become the basis for evidence and knowledge to shape health action. [Productos de la información – los datos deben ser convertidos en información útil que se volverá la base empírica y el conocimiento necesario para construir la acción sanitaria]
6. Dissemination and use – the value of health information can be enhanced by making it readily accessible to decision-makers (giving due attention to behavioural and organizational constraints) and by providing incentives for information use [Difusión y uso – el valor de la información sanitaria debe ser mejorada para hacerla fácilmente accesible a los toman las decisiones (prestando especial atención a las conductas y limitaciones organizacionales)]

Mediante la clasificación de los procesos involucrados realizada por la OMS en dicho reporte, se explicita los elementos claves que deben ser analizados para determinar si un Sistema de Monitoreo cumple con los objetivos de un Sistema de Información en el área de salud, cabe recalcar que los Sistemas de Información y específicamente los Sistemas de Monitoreo, son en si mismos Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), siendo esto mismo explicitado entre los elementos clave como un Input/Entrada para el Sistema de Información Sanitario.

## **2.3 Bases Legales**

### **2.3.1 Constitución de la Republica Bolivariana de Venezuela (1999)**

Art 58.- La comunicación es libre y plural, y comporta los deberes y responsabilidades que indique la ley. Toda persona tiene derecho a la información oportuna, veraz e imparcial, sin censura, de acuerdo con los principios de esta Constitución, así como a la réplica y rectificación cuando se vea afectada directamente por informaciones inexactas o agraviantes (...)

Art 83.- La salud es un derecho social fundamental, obligación del Estado, que lo garantizará como parte del derecho a la vida. (...). Todas las personas tienen derecho a la protección de la salud, así como el deber de participar activamente en su promoción y defensa, y el de cumplir con las medidas sanitarias y de saneamiento que establezca la ley (...)

Art 108.- (...) Estado garantizará servicios públicos de radio, televisión redes de bibliotecas y de informática, con el fin de permitir el acceso universal a la información (...)

Art 109.- El Estado reconocerá la autonomía universitaria como principio y jerarquía que permite a los profesores, profesoras, estudiantes, egresados y egresadas de su comunidad dedicarse a la búsqueda del conocimiento a través de la investigación científica, humanística y tecnológica, para beneficio espiritual y material de la Nación (...)

### **2.3.2 Ley Orgánica de las Telecomunicaciones (2011)**

Art 2.- Los objetivos generales de esta Ley son: (...) 4. Promover el desarrollo y la utilización de nuevos servicios, redes y tecnologías, cuando estén disponibles y el acceso a estos (...) 6. Promover la investigación, el desarrollo y la transferencia en materia de telecomunicaciones (...).

De acuerdo con las legislaciones citadas anteriormente, la constitución prevé que la libertad de comunicación y la libertad de acceso a la información comunicada es un derecho de los ciudadanos en el Artículo 58 de la Constitución, considerando que la promoción y defensa de medidas cuyo

cumplimiento está en el carácter de deber en base al derecho de la protección de la salud del siguiente artículo (Artículo 83), a su vez se requiere un acceso pleno a la información veraz y plena correspondiente a la situación bajo la cual los ciudadanos deben acatar procedimientos ordenados, la forma bajo la cual se procederá a emitir dichas ordenanzas correspondientes a los procedimientos, es decir, que la relación entre los artículos citados se encuentran su relación fáctica en la forma que se realizan los procedimientos en una situación de emergencia.

Dichas ordenanzas a su vez se emitirán y se replicarán mediante los medios de comunicación que implementan tecnologías de información y comunicación, cuyo garante es el estado en el Artículo 108 de la Constitución, sin embargo la mejora continua de dichas ordenanzas depende del cuestionamiento (mas no el incumplimiento) realizado en las investigaciones que podrán realizar los institutos universitarios con el objetivo de la búsqueda de conocimiento que se puede extraer de estas situaciones, para eso mismo existe la autonomía universitaria prevista en el Artículo 109.

De acuerdo con el Artículo 2 de las Ley Orgánica de las Telecomunicaciones, el Estado siendo el garante de las Tecnologías de Información y Comunicación, también estará en su competencia fomentar el desarrollo y transferencia de estas y garantizar el acceso pleno a estas. Por lo tanto no existe norma alguna que prohíba el desarrollo de tecnologías que permitan agilizar el tratamiento situacional del problema, y queda por competencia del estado fomentar dicho desarrollo en caso de que dicha tecnología no este presente en el contexto situacional.

## **2.4 Definición de términos**

### **Coronavirus:**

“Son una extensa familia de virus que pueden causar enfermedades tanto en animales como en humanos. En los humanos, se sabe que varios coronavirus causan infecciones respiratorias que pueden ir desde el resfriado común hasta enfermedades más graves como el síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERS) y el síndrome respiratorio agudo severo (SRAS). El coronavirus que se ha descubierto más recientemente causa la enfermedad por coronavirus COVID-19.” (OMS)

### **COVID-19:**

“Es la enfermedad infecciosa causada por el coronavirus que se ha descubierto más recientemente. Tanto este nuevo virus como la enfermedad que provoca eran desconocidos antes de que estallara

el brote en Wuhan (China) en diciembre de 2019. Actualmente la COVID 19 es una pandemia que afecta a muchos países de todo el mundo.” (OMS)

### **Herramientas Digitales:**

“Todos los recursos de software (algunos incluyen en su definición al hardware que contiene este software) presentes en computadoras y dispositivos relacionados, que permite realizar o facilitar todo tipo de actividades”. (Alegsa. L)

### **Machine Learning:**

“Disciplina de la inteligencia artificial que facilita a los ordenadores la capacidad de ver patrones masivos a través de datos y así poder realizar sus predicciones” (Romo. R)

### **Rastreo de Contactos**

Es el proceso siguiente luego de detectar un caso de contagio de una enfermedad infecciosa, consiste en lograr hacer seguimiento a las aproximaciones de la persona contagiada con otros individuos para proceder con un proceso preventivo para evitar la propagación adicional de la enfermedad (Definición Propia).

### **Notificación de Exposición o Exposure Notification**

Es un protocolo para el rastreo de contactos digital descentralizado desarrollado por Google y Apple, implementa rastreo Bluetooth Local de baja energía, Criptografía con el objetivo de mantener la privacidad de los contactos rastreados, genera una base de datos con dispositivos encontrados, en caso de alguno de los dispositivos cercanos ser un positivo, el sistema alertara a dicha persona del potencial contacto (Definición Propia)

### **DP-3T o Rastreo de Proximidad Descentralizado para Preservar la Privacidad**

Es la versión de la Unión Europea del protocolo para rastreo de contactos descentralizados, funciona de forma muy similar que la Notificación de Exposición de Google y Apple mediante rastreo Bluetooth de baja energía, y asignación de ID aleatorias, aunque su principal competencia es el Pan-European Privacy-Preserving Proximity Tracing (PEPP-PT), aunque este ultimo si implementa un servidor central para el procesamiento y notificación de usuarios (Definición Propia)

## **PARTE III**

### **DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA**

#### **3.1 Naturaleza de la investigación**

La presente investigación es de carácter documental con carácter cuantitativo, según la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2016) la investigación documental es “el estudio de problemas con el propósito de ampliar y profundizar el conocimiento de su naturaleza, con apoyo, principalmente, en trabajos previos, información y datos divulgados por medios impresos, audiovisuales o electrónicos”, según Hernández, Fernández y Baptista (2014) El enfoque cuantitativo se compone por las siguientes características

Es secuencial y probatorio. (...) Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables

Por lo tanto la investigación consistió en un análisis de las estadísticas encontradas en otras investigaciones previamente realizadas para determinar las variables que generaron un índice comparativo para generar un análisis objetivo sobre las diferencias situacionales entre donde se pueden encontrar TIC, el contexto bajo el cual se consideran viable sus implementación y uso, los resultados que generan en dichos contextos y generar un marco de estudio bajo el cual determinar si las condiciones presentes son condiciones suficientes para replicar los resultados de las mismas en el contexto de la población encontrada

##### **3.1.1 Tipo de investigación**

La investigación se situó en los marcos de trabajos correspondientes a la investigación explicativa o evaluativa, según Baptista, Fernández y Sampieri (2014:95) describen la finalidad del alcance explicativo como.

Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables.

El fenómeno en cuestión a evaluado es el desarrollo e implementación de las herramientas en cuestión, las condiciones en la que se manifiesta su desarrollo es el entorno donde está siendo usado, al describir el mismo, se explicó porque se desarrolló una

metodología de ese tipo, a su vez se evaluó si se puede implementar el mismo relacionando las condiciones del entorno local con las condiciones donde dio dicho fenómeno, de esa forma se describió potenciales requisitos de las herramientas evaluando

### **3.1.2 Diseño de la investigación**

Consistió en el diseño no experimental, descrito por Baptista, Fernández y Sampieri (2014:154) como “la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios en los que no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables”, la presente investigación al ser del tipo documental cuantitativo, la manipulación intencional sobre las variables disponibles no es posible.

Los datos recopilados presentaron características de las diferentes categorías de diseño no experimental, estas categorías son Longitudinal y Transversal, diferenciados en el alcance temporal de las variables recopiladas, según Baptista, Fernández y Sampieri (2014:154) el propósito de la investigación transversal es: “describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado” mientras que los diseños de investigación longitudinal o evolutiva según Baptista, Fernández y Sampieri (2014:159) los mismos son con: “los cuales recolectan datos en diferentes momentos o periodos para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias”, los datos objeto de análisis, unos inciden en un periodo de tiempo específico en otros, el periodo de tiempo es esencial para describir su evolución y su tendencia, la presente investigación hizo uso de ambas categorías simultáneamente.

### **3.1.3 Población y Muestra**

Según Palella y Martins (2008:83), que la población es: “un conjunto de unidades de las que desea obtener información sobre las que se va a generar conclusiones”. La investigación al ser de carácter documental y cuantitativo, el universo de estudio fue el conjunto total de documentos disponibles sobre el tópico analizado, por lo tanto compartió la población respectiva de cada documento bibliográfico utilizado

Palella y Martins (2008), definen la muestra como: “(...) una parte o el subconjunto de la población dentro de la cual deben poseer características reproducen de la manera más exacta posible”. Siendo la muestra los datos en cuestión que permiten la generación de un índice estadístico apropiado para la generación de resultados satisfactorios, la fuente de los datos usados son mencionados en su respectivo uso (donde también se especifica el universo de dicho estudio)

y su obtención directa se encuentra en la respectiva sección de Referencias y Fuentes Bibliográficas para su respectiva comprobación.

### **3.2 Técnicas de Recolección de Datos**

Según Arias (2012) “el procedimiento o forma particular de obtener datos o información.” Para la presente investigación se hizo uso de la revisión documental o arqueo bibliográfico que es el eje central para recolección de datos para su posterior análisis, según Pérez (2006:27) “Consiste en explorar, buscar la bibliografía que será utilizada para el desarrollo del tema (bibliotecas, ficheros, centros de documentación, centros de información virtual, consulta a expertos, entre otros)”, la documentación usada consistió principalmente en informes de agencias gubernamentales y documentación técnica de las herramientas implementadas

### **3.3 Técnicas de Análisis de Datos**

Se describió la relevancia pertinente de cada uno de los documentos académicos y técnicos generando cuadros y tablas mediante los datos extraídos de naturaleza numérica y estadística, que permitieron establecer interpretaciones en el desarrollo del siguiente capítulo, se determinó la potencial efectividad de las herramientas y penetración de las mismas mediante dichos datos, lo que permitió estimar si el área de estudio (Isla de Margarita, Estado Nueva Esparta, Venezuela) puede tener un desempeño satisfactorio con dichas herramientas.



## PARTE IV

### ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Las soluciones digitales que han servido como herramientas con el fin de hacer el rastreo de contactos de un posible contagiado de COVID-19, implementan protocolos como la Notificación de Exposición o Exposure Notification (EN, Registro Descentralizado) de Google y Apple, el Decentralized Privacy-Preserving Proximity Tracing, en Español sería Rastreo de Proximidad descentralizado para preservar la privacidad o simplemente DP-3T (Registro Descentralizado), y el Pan-European Privacy-Preserving Proximity Tracing, en Español Rastreador por Proximidad Paneuropeo Preservador de Privacidad, o simplemente PEPP-PT/PEPP (Registro Centralizado), estos dos últimos desarrollados por la Unión Europea (UE), entre otros protocolos que pueden ser encontrados que se basan en la misma metodología con algunas diferencias (Registro Central contra Registro Descentralizado por Cliente, es la principal diferencia) de BlueTrace/OpenTrace (Singapur, Registro Central), TCN Protocol (Registro Descentralizado, ONG – Covid Watch), Whisper Tracing Protocol y Coalition App (Registro Descentralizado, California, EEUU), directamente se está analizando los protocolos desarrollados e implementados por ser el factor estándar entre las herramientas, en el siguiente cuadro se detalla una buena parte de protocolo disponibles

**Tabla 1**

*Protocolos disponibles para el seguimiento de casos positivos COVID-19*

Nombre	Desarrollador (País)	Tecnologías usadas	Tipo de Registro	Plataforma
PEPP-PT	Instituto para las Telecomunicaciones Fraunfer, Robert Koch Institute, Universidad Técnica de Berlín, Universidad Técnica de Dresde, Universidad de Erfurt, Vodafone Alemania, Instituto Frances para la Investigación en	Credenciales OAuth2, Encriptación AES, HTTPS, Notificaciones Push (transmisión a dispositivos)	Central	Android

Informática y Automática (Alemania y Francia)					
<b>Nombre</b>	<b>Desarrollador (País)</b>	<b>Tecnologías usadas</b>	<b>Tipo de Registro</b>	<b>de Plataforma</b>	
Exposure Notification	Google y Apple (Estados Unidos de América)	Bluetooth de baja energía (entre dispositivos).	Descentralizado	Android, IOS	
DP-3T	Escuela Politécnica Federal de Lausana, Instituto Suizo Federal de Tecnología de Zurich, Universidad KU Leuven, Universidad Técnica de Delft, Univesity College of London, Universidad de Oxford, Universidad de Torino y Instituto para el Intercambio Científico (Suiza, Holanda, Reino Unido e Italia)	Bluetooth de baja energía	Descentralizado	Androdi, IOS	
BlueTrace	Servicios Digitales del Gobierno de Singapur (Singapur)	Bluetooth de baja energía, Encriptación AES-256-GCM + 84 Byte Base64 (entre dispositivos), HTTPS (conexión al servidor central)	Central	Android, IOS	
Temporary Contact Number Protocol	Covid Watch, TCN Coalition, Zcash Foundation, OpenMined (Global – ONG)	Bluetooth de baja energía	Descentralizado	Android, IOS (13)	
Whisper Tracing Protocol (Coalition App)	Instituto Frances para la Investigación en Informática y Automática, TCN Coalition, la Gobernación de Berkeley, California (Francia, ONG/Global, Estados Unidos de América)	Bluetooth de baja energía	Descentralizado	Android	

<b>Nombre</b>	<b>Desarrollador (País)</b>	<b>Tecnologías usadas</b>	<b>Tipo de Registro</b>	<b>de Plataforma</b>
Privacy Automated Contact Tracing (East Coast PACT)	Instituto Tecnológico de Masachussets, Unión de Libertades Civiles de América, Universidad Brown, Instituto Weizmann, Universidad de Boston, Thinking Cybersecurity (Estados Unidos de América)	Bluetooth de baja energía	Descentralizado	Android, IOS
Privacy-Sensitive Protocols and Mechanism for Mobile Contact Tracing (West Coast PACT)	Universidad de Washington, Universidad de Pensilvania, Microsoft (Estados Unidos de América)	Bluetooth de baja energía, SONICPact, SimAEN	Descentralizado	
NHS Contact Tracing Protocol	Health and Social Care Information Center (Reino Unido)	Bluetooth de baja energía	Centralizado	

Fuente: las funcionalidades que se ven representadas en la tabla son aquellas que detallas de forma explicita en los White Papers y Artículos correspondiente en las paginas oficiales de los proyectos (véase en la sección Referencias), todas las herramientas usan algún tipo de encriptación sin embargo si no aparece es que no se detalla cual de los algoritmos de encriptación disponible usan

### Análisis de los Resultados

Como se puede evidenciar en el cuadro anterior, la tecnología de transmisión de uso común para entre dispositivos independientemente si el registro de contactos se haga Central (desde el lado del Servidor) o Descentralizada (desde el lado del Cliente), utilizan la tecnología de Bluetooth de baja energía (también conocido como Bluetooth SMART o BLE), el mismo permite crear redes unipersonales con el cual intercambiar conexión entre dispositivos cercanos, en el caso de los sistemas centrales como BlueTrace, especifican cuales son los protocolos usados para la comunicación que es HTTPS, y todos utilizan algún tipo de encriptación (el cuadro no contempla aquellos que no especifican cual tipo de Encriptación usan, pero todos hacen mención de algún tipo de encriptación en la transmisión de datos en sus reportes técnicos a pesar que algunos no

especifiquen cual es), en el caso del West Coast PACT, esta en prueba una forma de localización entre clientes denominada SONICPact como medida adicional al BLE para incrementar la precisión y reducir las falsas alarmas, consiste en transmisión de información (sobre todo identificadores de usuario) mediante ultra sonidos en una frecuencia inaudible para el oído humano y el SimAEN el cual consiste en una segunda capa de notificación generalizada al encontrar un positivo simulando posibles contactos previos no registrados según la frecuencia de contacto previa, de tal forma pudiendo alertar preventivamente de posibles contacto indirecto con un positivo por COVID-19

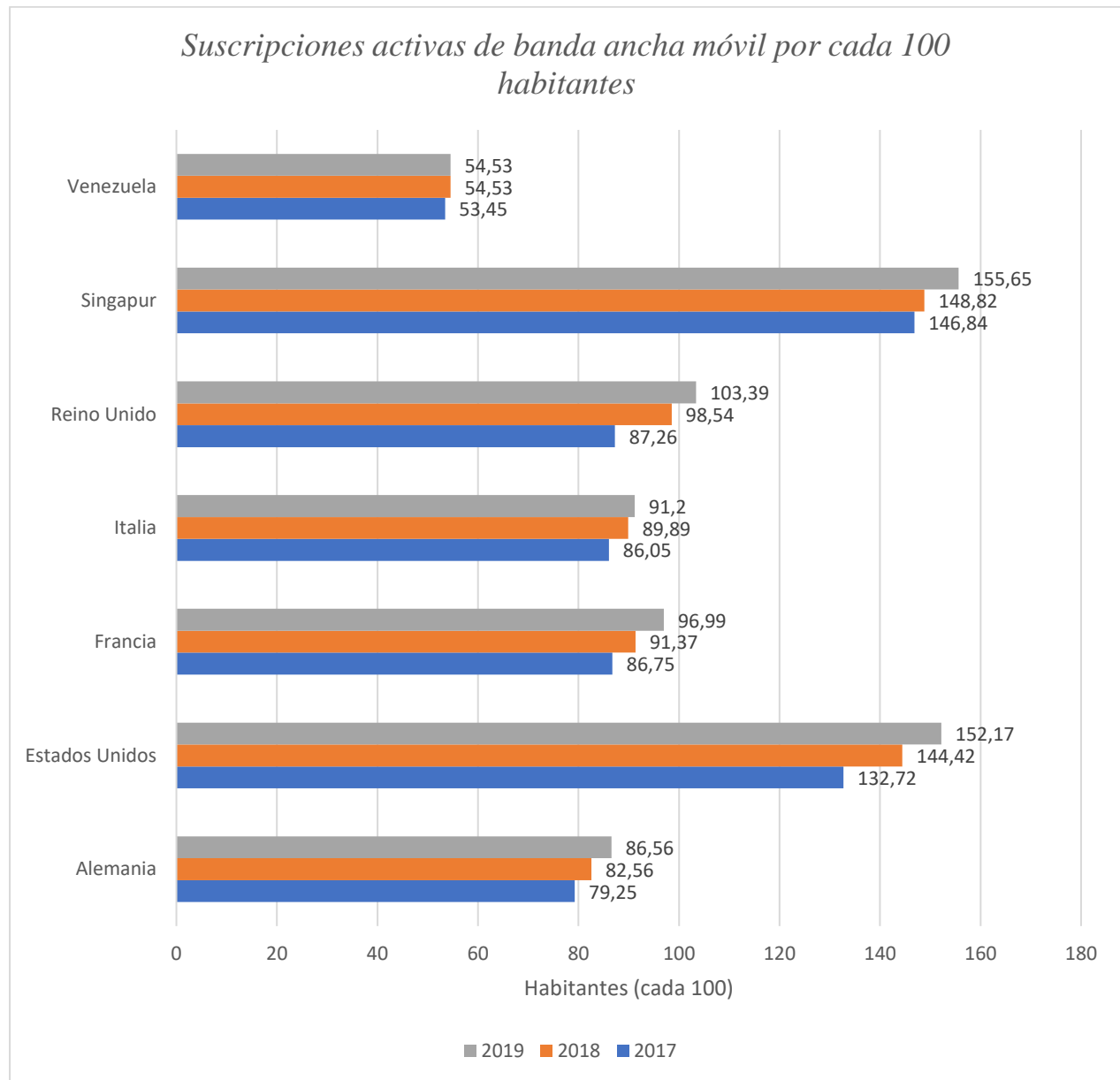
La mayoría de los protocolos están diseñados para ser implementados en tecnología móvil tanto IOS como Android, en el caso de IOS, TCN Coalition menciona que en IOS 13.4 e inferiores no es posible utilizar BLE por limitaciones dadas por Apple, en los artículos técnicos de los mismos hacen hincapié en el uso del BLE por encima de GPS, por un menor consumo energético y mayor precisión, el radio de BLE es de al menos 5 metros de precisión mientras GPS cuenta con radios de alcance más holgados lo cual puede aumentar los falsos positivos y disminuir la fiabilidad de los sistemas. Por lo tanto los requisitos para poder implementar estos protocolos se puede resumir en presencia de dispositivos Android (mayor a Android 6, aunque no es limitante) o IOS (mayor a 13.4) , que los mismos cuenten con Bluetooth y que puedan hacer uso de BLE/Bluetooth SMART, en caso de usar un registro central se necesita capacidad de conexión a internet (ya sea Móvil o Fija/Wifi) para la transmisión de datos desde el Cliente al Servidor, y por supuesto la capacidad de detectar positivos por COVID-19 para poder generar las Alertas, ya sea mediante pruebas rápidas, pruebas PCR, o utilizar aproximaciones mediante encuestas o similares, véase la mención de COOPERA en la formulación del problema, en caso de optar por esta ultima sin realizar pruebas médicas, limitara el grado de precisión con el cual se emiten las alertas de positivos y existe la posibilidad de un incremento de falsos positivos

Para el primer requisito detallado, se procederá a explicitar el índice de penetración de Smartphone e índices relacionados que tienen los lugares donde se desarrollaron los recursos mencionados con anterioridad, considerando que estos mismos dispositivos son a los que están orientados estos protocolos, de fabrica en su mayoría poseen integración Bluetooth, poseen sistemas operativos basados en Android o en su defecto IOS, permiten conexión a internet para la conexión a Servidores Centrales y se explicitara el mismo índice, los últimos estudios se sitúan en

el último trimestre del año 2019, y los países escogidos serán Alemania, Suiza, Francia, Estados Unidos de América, Reino Unido, lugares donde se desarrollaron los principales protocolos

### Gráfica 1

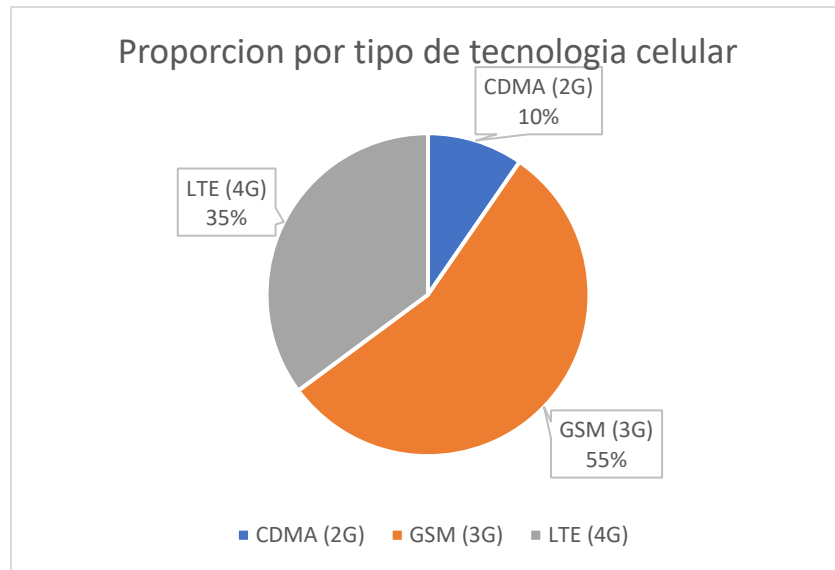
*Suscripciones activas de banda ancha móvil por cada 100 habitantes*



Fuente: datos extraídos de Estadísticas de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, Suscripciones Activas de Ancho de Banda Móvil 2007 – 2019, extraído periodo 2017 – 2019. La fuente de la que extraen los datos es de las agencias de telecomunicación de cada nación.

## Gráfica 2

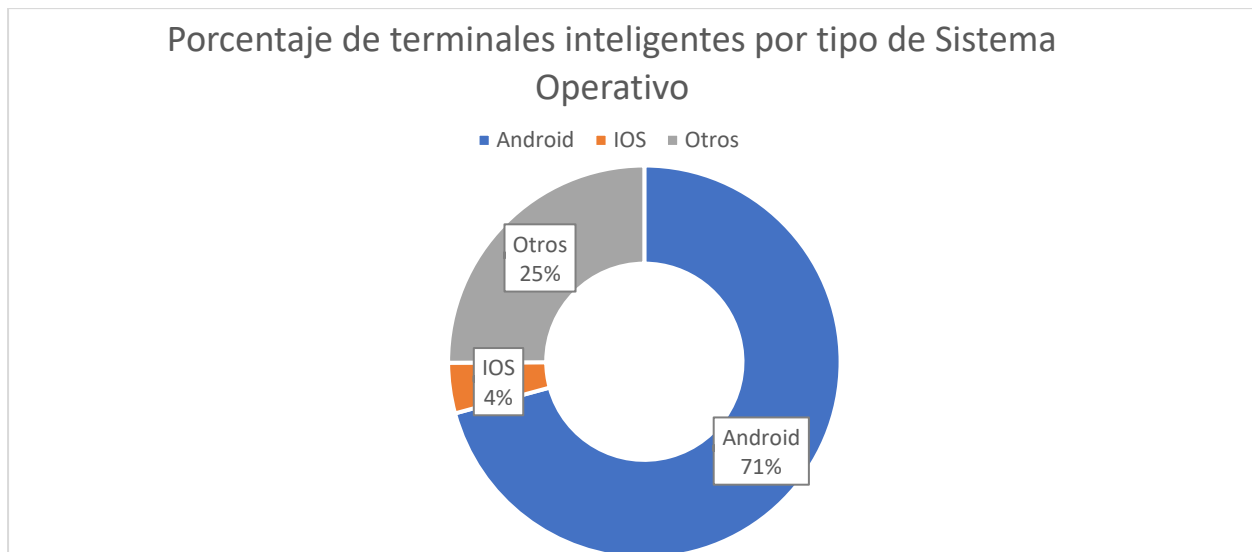
*Proporción de subscriptores por tecnología celular (2019)*



Fuente: Comisión Nacional de Telecomunicaciones de Venezuela, CONATEL, Estimaciones al Cierre IV Trimestre de 2019

## Gráfica 3

*Porcentajes de terminales inteligentes por tipo de Sistema Operativo (2019)*



Fuente: Comisión Nacional de Telecomunicaciones de Venezuela, CONATEL, Estimaciones al Cierre IV Trimestre de 2019

## Análisis de los Resultados

Las gráficas mostradas con anterioridad se basan en parámetros que miden variables relacionadas con la presencia de terminales inteligentes o teléfonos inteligentes en dichas localidades, la gráfica 4.2 toma los datos de la UIT sobre cantidad de Subscripciones de Banda Ancha Móvil estimadas por las respectivas agencias encargadas en las localidades mencionadas, países que contribuyeron al desarrollo de los Protocolos previamente mencionados como Reino Unido para el año 2019 registraron por cada 100 habitantes, 103.39 subscriptores, como Estados Unidos de América 152.17 subscriptores por cada 100 habitantes, Singapur 155.65 subscriptores por cada 100 habitantes, siendo estos tres los países con mayor conectividad móvil de las localidades que destacaron soluciones móviles temprana, sin embargo países como Alemania, siendo uno de los que tiene menos subscriptores en bando de ancho móvil en la muestra escogida (sin contar a Venezuela por supuesto) con 86.56 subscriptores por cada 100 habitantes, es una de las localidades donde mas institutos han contribuido simultáneamente en el desarrollo del protocolo centralizado el PEPP-PT, puede que la decisión que tener un sistema centralizado para el registro de casos activos sea tomado por esa misma razón, dando un indicio que es probable que Venezuela un lugar donde tiene 54.53 subscriptores por cada 100 habitantes (aunque esta cifra cae durante el ultimo trimestre de 2019 según las estimaciones de CONATEL a 42 por cada 100), sea eficaz implementar un protocolo de metodología centralizada.

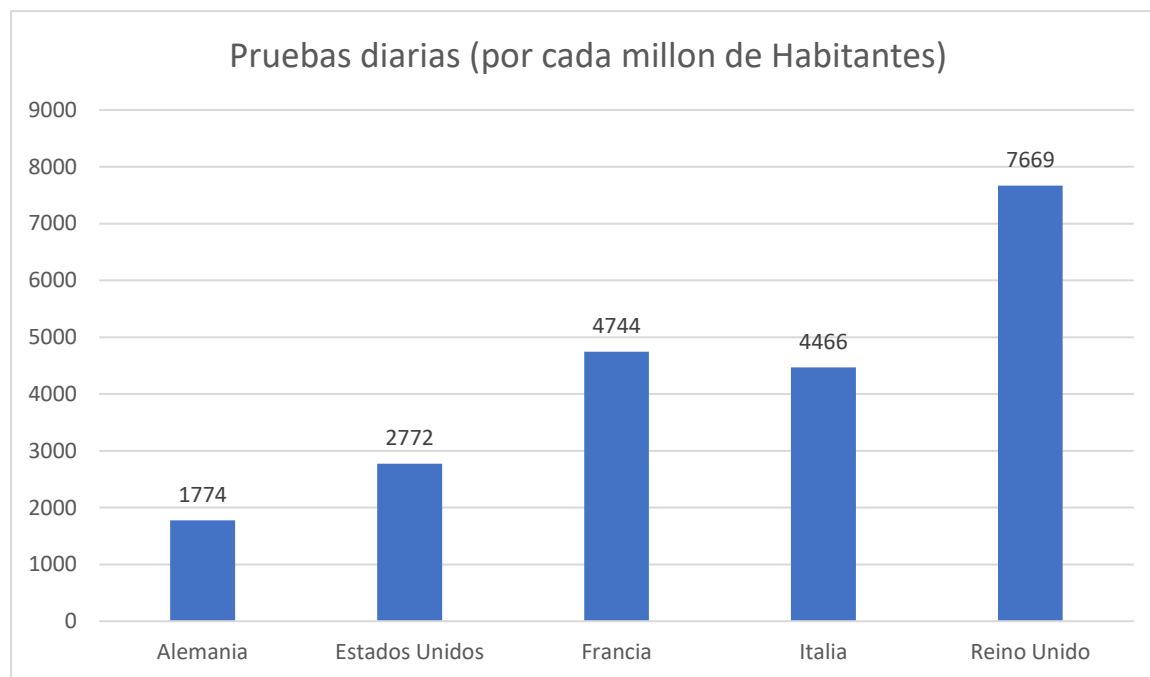
Del mismo informe que se extraen los datos de las gráficas 4.3 y 4.4, se encuentra una estimación de cantidad de subscriptores con terminales inteligentes, para el IV Trimestre de 2019, la cifra se sitúa en 14.464.540 subscriptores, para una nación con un estimado de 28.515.829 habitantes según la web datos macro, sitúa a Venezuela con un índice de penetración de teléfonos inteligentes de alrededor el 51%, donde el 70.76% de los usuarios tienen un terminal Android (siendo esta uno de los requisitos para la implementación de uno de los protocolos detallados con anterioridad), es decir que a nivel nacional alrededor del 35% o 4 de cada 10 Venezolanos deben tener una terminal Android con al menos una suscripción activa a uno de los tres proveedores de telefonía y datos móviles, la razón por la cual se estima que deben tener datos móviles es que la conectividad que permite conexión a internet de alta velocidad (teóricamente) es la red LTE o red de cuarta generación, la cual cubre un 35.13% de la cantidad total de subscriptores, sin embargo

ya GSM ofrece conectividad regular para conexiones móviles lo que hace plausible la idea de un sistema de monitoreo.

El Estado Nueva Esparta es detallado para la cantidad de Suscriptores Totales de Telefonía Móvil, con 414 073 suscriptores, sin embargo este dato incluye las líneas que estas inactivas por lo tanto no representa fielmente los usuarios activos y con terminales inteligentes en la región, sin embargo con la estimación para el año 2019 de 606.847 hab. daría un estimado del 68% (por encima de la media activa nacional) de Penetración de Telefonía Móvil en la región , considerando que el estimado de habitantes es bastante optimista y no toma en cuenta factores sociales presenciado en los últimos años (como la movilización interna del país), la relación entre suscriptores activos y habitantes reales en la Isla si puede estar bastante mas cerca de la media nacional, sin embargo la tecnología solo hace mas eficaz una metodología, y para dicha metodología existe un requisito fundamental previo a todo: La capacidad de hacer pruebas de detección viral.

#### Gráfica 4

*Pruebas Diarias de COVID-19 (febrero 2021)*



Fuente: fuente Ourworldindata.org, periodo de tiempo 8 de enero de 2020 – 22 de febrero de 2021.



## Análisis de los Resultados

La grafica 5 presentada, muestra cuantas pruebas se hacen por cada millón de habitantes en los países usados como ejemplo de las condiciones contextuales donde se desarrollaron los protocolos iniciales, el objetivo de dichos protocolos es complementar el sistema de información sanitario en el área epidemiológica y son la segunda etapa luego de haber detectado un contagiado, para ese fin están las pruebas de detección, para detectar un caso positivo efectivamente, entre las entradas de un sistema de información para el área de salud, se encuentran por supuesto las tecnologías de información que se hace referencia acá (los protocolos para un rastreo de contacto con un enfoque que respete la privacidad de los individuos) no funcionan aisladamente del resto de recursos que se encuentran en la entrada del sistema (personal sanitario, financiamiento, gestión logística, marcos de trabajo, legislaciones y regulaciones, ver Bases Teóricas donde se detalla Entrada, Proceso y Salida del sistema de información para el área de salud).

Por lo tanto Sistemas de Monitoreo como los presentados antes se puede analizar como un sistema en sí, pero es un conjunto en el contexto de analizar el sistema de información completo, al realizar el análisis del último requisito para poder implementar , según el Vicepresidente de Comunicación, Cultura y Turismo Jorge Rodríguez para Venezolana de Televisión y recuperado de la sala de prensa del Ministerio del Poder Popular para la Salud “Venezuela está haciendo en este momento aproximadamente 80 o 90 pruebas por cada millón de habitantes” (Marzo, 2020). Para el momento en el que se está redactando el presente trabajo, en 340 días hay un acumulado de alrededor de 2.300.000 pruebas para una nación con un estimado 28.515.829 habitantes según la web datos macro, lo cual situaría el testeo en 80656 pruebas por millón de habitantes y alrededor de 24 pruebas diarias, por supuesto, son estimados, y las cifras oficiales pueden variar según la asistencia de organismos multilaterales (como la Organización Panamericana de la Salud u OPS), lo cual reduciría la eficacia de un sistema de seguimiento de contactos al estar tan limitado la primera medida protocolar previa al uso de los instrumentos basados en los protocolos expuestos.

## **PARTE V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 Conclusiones**

En el presente trabajo se identificaron las herramientas necesarias para el desarrollo de instrumentos que cumplan el objetivo de detectar, prevenir y contener la enfermedad COVID-19, entre los protocolos que destacan DPET o el Rastreo de Proximidad Descentralizado para Preservar la Privacidad, desarrollado en Europa por colaboraciones entre Institutos Académicos y empresas privadas de telecomunicaciones como Vodafone, y Exposure Notification o el Sistema de Notificación de Exposición, desarrollado en Estados Unidos y América; también se describieron las características que presentan estos protocolos previamente identificados, los dos principales características bajo la cual se pueden clasificar los distintos protocolos, es la aproximación descentralizada, como los protocolos mencionados hace un momento, el registro de contacto recientes se realiza en el terminal que sirve como cliente, sin embargo la otra clasificación es la aproximación centralizada sin embargo otros protocolos como PEPP-PT (Pan-European Privacy-Preserving Proximity Tracing) o BlueTrace, son centralizados, es decir, guardan la información de contacto en un Servidor.

Se debe señalar a su vez, que también se definieron las funcionalidades de los medios previamente identificados, entre la función más común se encuentra la generación de un área unipersonal bluetooth que permite el intercambio de información entre terminales inteligentes para intercambiar información sobre el historia de contactos recientes, el manejo de ese historial de contactos cambia según el tipo de protocolo aproximado, entre las funciones menos comunes y especialmente particulares se encuentra Privacy-Sensitive Protocols and Mechanism for Mobile Contact Tracing o West Coast PACT, el cual tiene funciones particulares como un transmisor de ultra sonido denominado SONICPact para mejorar la precisión bajo la cual hace la ubicación espacial del dispositivo y de su usuario.

De la misma forma se describieron los requisitos que debe cumplir un protocolo de estos para su implementación, el requisito mas crucial y el que genera mas incertidumbre para implementar una aplicación basada en estos protocolos no solo afecta al Estado Nueva Esparta si no es un problema a nivel nacional, y es la capacidad de prueba de detección viral, estos protocolos cumplen

el objetivo de dar seguimiento una vez detectado un contagiado con una de estas pruebas, pero en aspectos técnicos, estos protocolos pueden ser implementados, requieren conectividad móvil o fija (wifi), lo cual si esta presente en la isla, hay terminales inteligentes basadas en Android y en menor medida iOS (cualquier de las opciones posee entre sus funciones integradas la función Bluetooth sin embargo el Bluetooth de baja energía habría que detallar cuantas de esas terminales son realmente compatibles), 3 de cada 10 Venezolanos posee un terminal inteligente con Android, lo cual puede afectar la efectividad bajo la que funciona la aplicación, mas no su eficacia y el análisis de los datos disponible arroja luz sobre cual de los dos grandes agrupaciones puede ser la que mejor se adapte a este entorno (sobre todo en la Isla de Margarita) y es la aproximación centralizada, por justamente la disponibilidad de terminales inteligentes que interactúen con otras terminales y su red unipersonal, mediante notificaciones PUSH del Servidor en respuesta a un positivo COVID al resto de la comunidad mediante la propia Aplicación o una implementación SMS (lo que aumentaría drásticamente el alcance y efectividad de las notificaciones de alerta).

## **5.2 Recomendaciones**

Entendiendo que las soluciones prácticas para esta problemática en una buena parte de los entornos comprendidos en Venezuela y con especial énfasis en el contexto de la Isla de Margarita si son viables, la principal recomendación es aumentar el alcance del análisis de requisitos mediante una investigación de campo in situ para comprobar que las estadísticas de la Comisión de Telecomunicaciones se cumplan, y comprobar si los dispositivos mas comunes de ese lugar puedan ser realmente útiles y no perjudiquen a la eficacia de la aplicación desarrollada, sin embargo el verdadero cuello de botella no es un aspecto técnico, es un aspecto logístico, en el caso de Aplicaciones para el Rastreo de Contactos, requieren poder detectar con precisión los casos positivos de la enfermedad, para poder hacer iniciar el proceso de seguimiento, teniendo eso claro, una aplicación de este tipo debe hacerse en conjunto con las instituciones que tengan la capacidad e intención de abordar la problemática epidemiológica con los recursos necesarios, estas aplicaciones pueden optimizar los mismos y facilitar la contención de potenciales brotes de enfermedades contagiosas

## REFERENCIAS

- Alegsa. L. (17 de Julio de 2016). Definición de herramientas digitales. Diccionario de Informática y Tecnología. Recuperado el 30 de noviembre de 2020 en: [https://www.alegsa.com.ar/Dic/herramientas\\_digitales.php](https://www.alegsa.com.ar/Dic/herramientas_digitales.php)
- Apple (s/f). Documentacion de Exposure Notification. Recuperado el 23 de Febrero de 2021 en: <https://www.apple.com/covid19/contacttracing>
- Castillo. E. Gutierrez. J y Hadi. A (s/f). Sistemas Expertos y Modelos de Redes Probabilísticas. Recuperado el 27 de noviembre de 2020 de: <https://personales.unican.es/gutierjm/papers/BookCGH.pdf>
- Chan. J. Gollakota. S. Horvitz. E. Jaeger. J. Kakade. S. Kohno. T. Langford. J. Larson. J. Singanamalla. S. Sunshine. J. Tessaro. S. (2020). PACT: Privacy Sensitive Protocols And Mechanisms for Mobile Contact Tracing. *ArXiv*. 20. Recuperado el 24 de Febrero de 2020 en: <https://arxiv.org/pdf/2004.03544v1.pdf>
- Coalition Network (sf). Página Oficial de Whisper Tracing Protocol/Coalition App. Recuperado el 23 de febrero de: <https://www.coalitionnetwork.org/about-coalition>
- Constitución de la Republica Bolivariana de Venezuela, [Const.]. Artículo 58. Diciembre 20, 1999. (Venezuela)
- Constitución de la Republica Bolivariana de Venezuela, [Const.]. Artículo 83. Diciembre 20, 1999. (Venezuela)
- Constitución de la Republica Bolivariana de Venezuela, [Const.]. Artículo 108. Diciembre, 20, 1999. (Venezuela)
- Constitución de la Republica Bolivariana de Venezuela, [Const.]. Articulo 109. Diciembre, 20, 1999. (Venezuela)
- Comisión Nacional de Telecomunicaciones (2020). Informe de las cifras de lsector. IV Trimestre 2019. Recuperado el 20 de febrero de 2020 en: [http://www.conatel.gob.ve/wp-content/uploads/2020/09/Presentacion-de-cifras-IV\\_Trim\\_2019.pdf#pdfjs.action=download](http://www.conatel.gob.ve/wp-content/uploads/2020/09/Presentacion-de-cifras-IV_Trim_2019.pdf#pdfjs.action=download)

- Christaki E. (2015). New technologies in predicting, preventing and controlling emerging infectious diseases. *Virulence*, 6(6), 558–565. Recuperado el 26 de noviembre de 2020 en: <https://doi.org/10.1080/21505594.2015.1040975>
- Díaz. J (17 de septiembre de 2020). “Las pruebas PCR se están analizando con hasta ocho días de retraso”. *El Diario*. Caracas, Venezuela. Recuperado el 27 de noviembre de 2020 en: <https://eldiario.com/2020/09/17/pruebas-pcr-retraso-venezuela/>
- Decentralized Privacy-Preserving Proximity Traction/D3-PT (2020). Documentacion de D3PT, Recuperado el 23 de febrero de 2020 de: <https://github.com/DP-3T>
- González. C y López. E (16 de agosto del 2020). La oferta incierta de las pruebas COVID-19 en Venezuela. Efecto Cocuyo. Venezuela. Recuperado el 27 de Noviembre de 2020 en: La oferta incierta de las pruebas COVID-19 en Venezuela (efectococuyo.com)
- Google (s/f). Documentación de Exposure Notification. Recuperado el 23 de Febrero de 2021 de: <https://www.google.com/covid19/exposurenofications/>
- Hasell, J., Mathieu, E., Beltekian, D. et al. A cross-country database of COVID-19 testing. *Sci Data* 7, 345 (2020). Recuperado el 23 de febrero de 2021 de: <https://ourworldindata.org/coronavirus-testing>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación (6ª Edición). México D.F: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A.
- Health and Social Care Information Centre (2020). NHS COVID-19 app. Recuperado el 24 de febrero de 2021 de: <https://www.nhs.uk/covid-19-response/nhs-covid-19-app/>
- Ley Orgánica de las Telecomunicaciones (2011). Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, 39.610. Febrero 7 de 2011
- Nasajpour, M., Pouriyeh, S., Parizi, R. M., Dorodchi, M., Valero, M., & Arabnia, H. R. (2020). Internet of Things for Current COVID-19 and Future Pandemics: an Exploratory Study. *Journal of healthcare informatics research*, 1–40. Recuperado el 26 de noviembre de 2020 en: <https://doi.org/10.1007/s41666-020-00080-6>

Organización Mundial de la Salud (s/f). Preguntas y respuestas sobre la enfermedad por coronavirus (COVID-19). Recuperado el 30 de Noviembre de 2020 de: <https://www.who.int/es/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/q-a-coronaviruses>

Organización Mundial de la Salud. (2008). Framework and Standards for Country Health Information Systems (2nd Edition). Health Metric System, Suiza. Recuperado el 30 de Noviembre de 2020 de [https://www.who.int/healthinfo/country\\_monitoring\\_evaluation/who-hmn-framework-standards-chi.pdf](https://www.who.int/healthinfo/country_monitoring_evaluation/who-hmn-framework-standards-chi.pdf)

PACT (s/f). Web oficial del Privacy Automated Contact Tracing (East Coast PACT). Recuperado el 24 de Febrero de 2020 de: <https://pact.mit.edu/>

Palella, S. y Martins, F. (2008). Metodología de la Investigación Cuantitativa (2ª Edición). Caracas. Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Libertador.

Pan-European Privacy-Preserving Proximity Tracing Project (2020). Documentacion del PEPP-PT Project. Recuperado el 23 de febrero de 2021 de: <https://github.com/pepp-pt/pepp-pt-documentation>

Perez. A. (2006). Guía Metodológica para Anteproyectos de Investigación(1ª reimpresión, 2ª edición). Caracas. Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Libertador.

Romo. R. (s/f). Aplicación del Machine Learning o Inteligencia Artificial. Rubenjromo.com. Recuperado el 30 de noviembre de 2020 en: <https://rubenjromo.com/aplicacion-de-machine-learning/>

Servicios Digitales del Gobierno de Singapur (2020). Documentación sobre BlueTrace/OpenTrace. Recuperado el 23 de febrero de 2021 de: <https://bluetrace.io>

TCNCoalition (2020). Documentacion sobre Temporary Contact Numbers Protocol. Recuperado el 23 de febrero de 2021 de: <https://github.com/TCNCoalition/TCN>

Unión Internacional de las Telecomunicaciones (2019). Mobile-broadband subscriptions. Recuperado el 23 de febrero de 2021 de: [https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/statistics/2020/MobileBroadbandSubscriptions\\_2007-2019.xlsx](https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/statistics/2020/MobileBroadbandSubscriptions_2007-2019.xlsx)

Yoneoka D. Tanoue. Y. Kawashima.T. Nomura. S. Shi. S. Eguchi. A. Ejima. K. Taniguchi. T. Sakamoto. H. Kunishima. H. Gilmour. S. Nishiura & H. Miyata. H (2020). Large-scale epidemiological monitoring of the COVID-19 epidemic in Tokyo. Tokio. The Lancet, Regional Health, Western Pacific. Recuperado el 26 de noviembre de 2020 en: <https://doi.org/10.1016/j.lanwpc.2020.100016>