

# Beneficios y limitaciones al aplicar la tecnología a la Integración de la atención prehospitalaria: una revisión sistemática

PATRICIO GARRIDO-MANCILLA<sup>1,a</sup>, KATIUSKA REYNALDOS-GRANDÓN<sup>1,b</sup>

## Benefits and limitations when applying technology to the Integration of prehospital care: a systematic review

**Aim:** To identify the main benefits and limitations of applying technology in integrating prehospital care into the health network. **Methodology:** Systematic review based on the PRISMA statement, carried out between July and October 2020, databases used: Pubmed, BVSsalud, Cinahl, Scielo, and Scopus with MeSH search engines: ["Emergency medical service"], ["prehospital", ["Technology"], ["System integration"], ["Intersectorial collaboration"], ["Telemedicine"], ["Emergencies technology"], ["Medical informatics"], and boolean operators AND, OR. Between 2010 and 2020, in English and Spanish. Theses, conference abstracts and editorials were excluded. Out of 4719 articles, 16 were selected according to the methodological quality Mixed Methods Appraisal Toll. **Results:** The Infoway Benefits Evaluation Framework Model was used for the analysis. **Benefits:** Optimization of information between hospital centers and rescue teams, real-time access to patient records, early preparation of receiving hospitals. Consolidation of system productivity, minimization of waiting times, referrals, and patient transfers; **Limitations:** Problems with internet access and quality, unreliable technology providers, slow response, or difficulties with funding and privacy of the system, which generates frustration in the teams. **Conclusions:** The application of technology in integrating prehospital care into the health network generates benefits and should consider the use of information systems and user satisfaction to achieve integration with health systems, considering the limitations of the context.

(Rev Med Chile 2023; 151: 1385-1398)

**Key words:** Prehospital Care; Systems Integration; Technology.

### RESUMEN

**Objetivo:** Identificar los principales beneficios y limitaciones al aplicar la tecnología en la integración de la atención prehospitalaria a la red de salud. **Metodología:** Revisión sistemática basada en la declaración PRISMA, realizada entre julio y octubre del año 2020, bases de datos utilizada: Pubmed, BVSsalud, Cinahl, Scielo y Scopus con los buscadores MeSH: ["Emergency medical service"], ["prehospital", ["Technology"], ["System integration"], ["In-

<sup>1</sup>Facultad de Enfermería, Universidad Andrés Bello. Santiago, Chile.

<sup>a</sup>Enfermero, Magíster en Enfermería.

<sup>b</sup>Enfermera-matrona, Ingeniero Comercial, Doctora en Ciencias Empresariales.

Fuente de financiamiento: No hay fuente de financiamiento.

Recibido el 04 de junio de 2021, aceptado el 12 de agosto de 2023.

Correspondencia a: Katiuska Reynaldos-Grandón. Avenida República 217. Santiago. [katiuska.reynaldos@unab.cl](mailto:katiuska.reynaldos@unab.cl)

*tersectorial collaboration*"), ["Telemedicine"], ["Emergencies technology"], ["Medical informatics"], y operadores booleanos AND, OR. Entre los años 2010 al 2020, en idioma inglés y español. Se excluyeron tesis, resúmenes de congresos y editoriales. De 4719 artículos, se seleccionaron 16 de acuerdo con la calidad metodológica Mixed Methods Appraisal Toll. **Resultados:** Para el análisis se utilizó el Modelo Infoway Benefits Evaluation Framework: Beneficios: Optimización de la información entre los centros hospitalarios y equipos de rescate, acceso en tiempo real a la ficha del paciente, preparación temprana de los hospitales receptores. Se consolida la productividad del sistema, minimización los tiempos de espera, de derivaciones y traslados de pacientes; Limitaciones: Problemas con el acceso y calidad de internet, proveedores de tecnología poco confiables, de lenta respuesta, o dificultades con el financiamiento y la privacidad del sistema lo que genera frustración en los equipos. **Conclusiones:** La aplicación de tecnología en la integración de la atención prehospitalaria a la red de salud, genera beneficios y debe considerar el uso de los sistemas de información y la satisfacción usuaria para lograr la integración con los sistemas de salud, considerando las limitaciones del contexto.

**Palabras clave:** Atención Prehospitalaria; Integración de Sistemas; Tecnología.

La Organización Mundial de la Salud, hace referencia a que la rapidez es un componente esencial en la calidad en la atención de pacientes que consultan en los servicios de urgencias y que una atención oportuna puede evitar muertes y discapacidad en la población<sup>1</sup>, sin embargo, existen otros factores relacionados con la calidad de la atención. La Organización Panamericana de la Salud, señala que la salud en Latinoamérica se encuentra segmentada y fragmentada, manifestándose a través de la descoordinación de los distintos niveles de atención dificultando el acceso oportuno de los usuarios al sistema de salud<sup>2</sup>.

Chile no es la excepción a esta realidad, y debido a esto, el Ministerio de Salud (MINSAL) ha seguido lineamientos de trabajo a través de Redes Integradas de Servicios de Salud (RISS) con eje en 4 ámbitos de abordaje<sup>3</sup>, y las cuales ratificó en el año 2020, para lograr la integración funcional de la red asistencial: Modelo asistencial, Gobernanza y estrategias, Organización y gestión, y Asignación de recursos e incentivos, donde la infraestructura, equipamiento, e información son elementos claves para lograr las RISS y compromisos de gestión<sup>4</sup>.

En este contexto, la atención pre hospitalaria juega un rol fundamental en otorgar una atención rápida y oportuna, siendo la puerta de entrada

de los usuarios a la red de salud, como parte del Modelo Asistencial. Es así como que MINSAL declara que para garantizar la operación, los Sistemas de Atención Médica de Urgencia deben estar apoyados en la operación por profesionales del área de la administración, ingeniería, radiocomunicaciones y una fuerte plataforma de tecnologías de la información y comunicaciones, así como también de gestión clínica<sup>5</sup>. Es así que, derivado de las directrices de los organismos internacionales y nacionales para generar la integración de la salud, nace la necesidad de identificar los beneficios y limitaciones de aplicar tecnología en la integración de la atención prehospitalaria a la red de salud.

## Materiales y Métodos

### Protocolo y registro

Para esta revisión sistemática se utilizó la declaración PRISMA y sus recomendaciones para la elaboración y descripción de diagrama de flujos de búsqueda de información.

### Criterios de elegibilidad

Para especificar las características de los estu-

dios seleccionados se utilizó el acrónimo de PICO (Patient, intervention, Comparison, y Outcome). En etapas de preselección se omitieron artículos por baja calidad metodológica, fecha de publicación, literatura gris, sin acceso a texto completo, otras revisiones bibliográficas y artículos de opinión. La búsqueda se realizó entre los años 2010 y 2020, en los idiomas de inglés y español y en el estatus de artículos primarios.

### Fuentes de información

La búsqueda se realizó entre los meses de julio a octubre del año 2020 utilizando los buscadores académicos: Pubmed, BVSsalud, Cinahl, Scielo y Scopus.

### Búsqueda

La estrategia de búsqueda se ejemplifica en la Tabla 1, incluyendo los límites utilizados de forma que puede ser reproducible por otros investigadores.

Se utilizaron descriptores en español y en inglés dependiendo de la base de datos y según términos MeSH (Medical subjects Headings) y acompañado de conectores booleanos ("OR" "AND" "NOT") para relacionar términos, finalmente se utilizaron filtros para acotar la búsqueda.

### Selección de estudios

Se seleccionaron artículos enfocados en identificar beneficios y limitación en la aplicación de la tecnología para integrar la atención prehospitalaria a la red de salud o en cualquiera de sus eslabones (comunidad, hospitales, servicios de emergencia, etc.).

### Criterios de exclusión

Para los criterios de exclusión se eliminaron los artículos y documentos emanados en congresos de la especialidad, conferencias, editoriales u otras revisiones sistemáticas.

### Proceso de extracción de datos

Los datos se recopilaron en una planilla de cálculo de Microsoft Excel® con los nombres de los autores, año de la publicación, país de estudio, tipo de estudio, base de datos extraída, resultados y las principales conclusiones.

### Riesgo de sesgo de los artículos

Para disminuir el sesgo en la selección de los artículos, un segundo revisor analizó y evaluó la selección de los artículos.

**Tabla 1. Ejemplo de estrategia de búsqueda Pubmed**

Búsqueda	Palabra clave	n de artículos
1	"ems"[All Fields] OR "ems activation"[All Fields] OR "ems access"[All Fields] OR "ems administrators"[All Fields]	15.890
2	"emergency"[All Fields] OR "emergency access" [All Fields] OR "emergency access registry" [All Fields] OR "emergency accesses"[All Fields]	399.014
3	"prehospital"[All Fields] OR "prehospital 12 lead" [All Fields] OR "prehospital 12 lead ecg application" [All Fields] OR "prehospital 12 lead ecg diagnostic programs"[All Fields] OR "prehospital ac administration"[All Fields] OR "prehospital activation"[All Fields] OR "prehospital activation"[All Fields] OR "prehospital administration"[All Fields]	17.504
4	"technology"[All Fields] OR "technology 1 center of"[All Fields] OR "technology 2 center"[All Fields]	1.410.120
5	1 AND 2 AND 3 AND 4	105
6	Filtros (10 años, español, inglés humanos y texto completo)	53

## Análisis de la información

Para analizar la información se utilizó el modelo de “Infoway Benefits Evaluation Framework” el cual describe un marco de evaluación de los beneficios de soluciones tecnológicas de la información y las comunicaciones en salud, emitido por la Canadá Heath Infoway en el año 2006<sup>6</sup>.

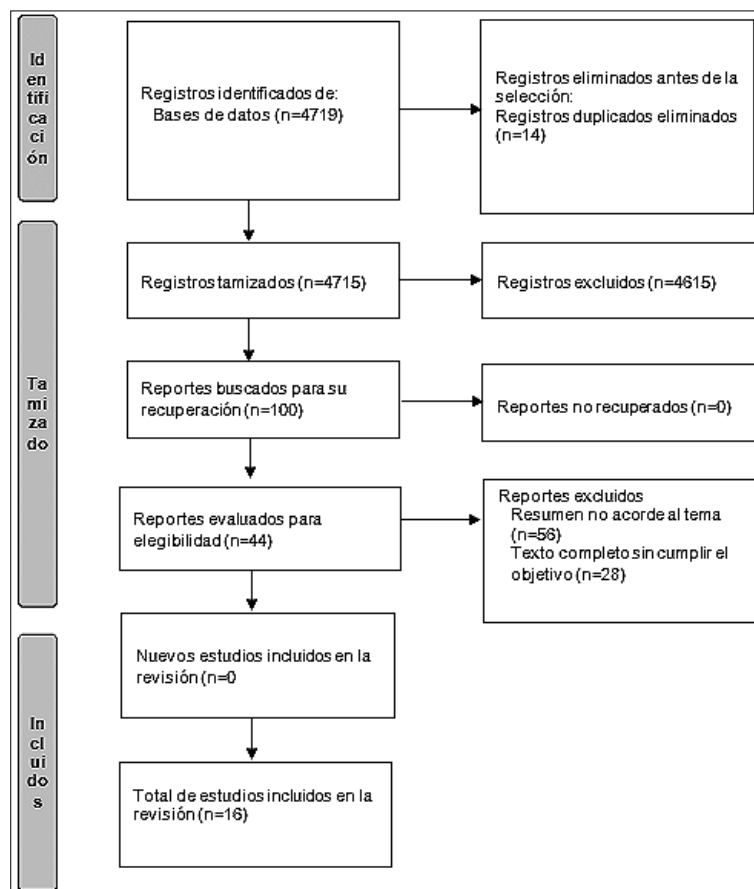
## Resultados

En una consulta inicial de la búsqueda se encontraron 4.719 artículos. Después de la primera etapa de lectura de títulos, la búsqueda se redujo a 100 artículos, para una posterior lectura de los resúmenes, encontrando 44 artículos de interés

**Tabla 2. Resultados de búsqueda inicial por base de datos**

Base de datos	Resultado inicial
Pubmed	2.027
BVSalud	872
Cinahl	236
Scielo	0
Scopus	1.584
Total	4.719

(Tabla 2). Tras una lectura completa de los artículos se finalizó con un total de 16 artículos que cumplían con los objetivos de la revisión sistemática como muestra la Figura 1 con los criterios de la declaración PRISMA.



**Figura 1.** Estrategia de búsqueda.

## Evaluación de la calidad metodológica de los estudios incluidos

Se aplicó el *checklist* MMAT, (Mixed Methods Appraisal Toll)<sup>7</sup>, desarrollado por Pluye entre los años 2006 y 2009<sup>7</sup>, para evaluar la metodología en la calidad de los estudios incluidos (Tabla 3). El MMAT es un método para la evaluación crítica de estudios tanto cualitativos, cuantitativos y mixtos. La metodología indica cuatro pasos: 1) ingresar la información de los artículos que serán evaluados; 2) responder las preguntas de tamizaje para la evaluación de elegibilidad; 3) escoger las categorías apropiadas de los estudios para la evaluación según diseño); 4) calificar los criterios en categorías que varían entre 20% a 100%, siendo 20% cada criterio correcto, con un total de cuatro criterios (Tabla 4).

## Características generales de los artículos seleccionados

Del total de 16 artículos, el 31% son de países de Asia (8-12), 31% corresponden a países de Europa (13-17) y el 38% a países de América del Norte (18-23). Respecto a los años de publicación, 56% de ellos fueron entre los años 2010 y el 2015, y el 44% entre los años 2016 y 2020. Según el tipo de estudio, el 83,5% son de carácter cuantitativo y el 16,5% son de tipo cualitativo y de estos casos el 100% fue con el diseño de análisis de contenido. Dentro de los diseños de los estudios cuantitativos el 62,5% fue de corte descriptivo y el 37,5% de tipo analítico.

De acuerdo a la calidad de los estudios evaluados por MMAT, el 43,7% obtuvo 3/5 puntos, seguido por 1/5 puntos con el 43,7% con el mismo puntaje y un solo estudio obtuvo 5/5 puntos (6,2%) (Tabla 5).

Para el análisis de los resultados se contextualizó con las temáticas abordadas en el modelo de "Infoway Benefits Evaluation Framework", el cual señala que los aspectos de: la calidad del sistema, la calidad de la información y la calidad del servicio, afectan el uso del sistema de información en salud (SIS) y la satisfacción usuaria, lo que a su vez influyen en el beneficio neto del sistema en su conjunto. Según la Figura 2, el beneficio final se traduce en la calidad de la atención, productividad de los proveedores y acceso a la atención de salud<sup>6</sup>.

Dentro del marco de la evaluación de beneficios Infoway, esta adoptó 6 dimensiones del modelo de "Delone & Mc Lean" y para cada dimensión se adoptó 2 o más categorías basadas en los factores de éxito de Van der Meijden et al. Estas categorías generan beneficios cuantificables de Infoway Canada<sup>24</sup>, como:

*Calidad del sistema:*

- Funcionalidad.
- Rendimiento.
- Seguridad.

*Calidad de la información:*

- Contenido.
- Disponibilidad.
- Calidad del servicio.

*Uso del sistema:*

- Comportamiento y patrón de uso.
- Uso auto informado.
- Intención de uso.

*Satisfacción del usuario*

- Competencia.
- Satisfacción del usuario..
- Facilidad de uso.

*Los beneficios netos se dividen en tres categorías:*

- Calidad.
- Acceso.
- Productividad.

Para el análisis de esta revisión y según el modelo, los beneficios y limitaciones se centran en: el uso de los sistemas de información en salud y la satisfacción usuaria.

### A) *Uso de los sistemas de información*

La comunicación en tiempo real es fundamental para los equipos de rescate en medio del terreno de trabajo, y para los servicios de emergencia receptores que periten la coordinación y entrega oportuna de la información que se está generando de los pacientes accidentados. Para trabajar bajo esta premisa, se desarrolló un *Middleware* de comunicación móvil para los equipos de rescate para obtener una comunicación fluida a través de redes inalámbricas heterogéneas de *wifi* gratuito de toda la ciudad. La arquitectura del sistema logra integrar técnicas para la selección de rutas inalámbricas para la transmisión óptima con múltiples enlaces confiables para evitar la pérdida de datos durante el cambio de red<sup>8</sup>.

Respecto a la documentación, proyectos como WISSARD<sup>18</sup>, introdujo la ficha electrónica en el

Tabla 3. Calificaciones de cada estudio según los criterios del MMAT V.2018

Estudios	Criterios de la herramienta de evaluación de métodos mixtos																									
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	
Morlten Hertzum 2019	1	1	0	1	1																					
Adam B. Landman 2012	1	1	1	1	1																					
James R. 2016						0	1	1	0	1																
Martin Studencan 2018						0	1	1	0	1																
Robert Dickson 2017						0	1	1	0	1																
Sebastián Bergrath 2012						0	1	1	0	1																
LA Lenert 2011						0	1	1	0	1																
Ji Young Hwang 2014						0	1	1	0	1																
Jason M. Lippman 2016											0	0	1	0	0											
Sebastian Thelen 2015											0	0	1	0	0											
R. Martínez 2017											1	0	1	0	1											
Kefeng Wei 2020											0	0	1	0	0											
Shing-Han Li 2011											0	0	1	0	0											
Nada Al-Harbi 2012											0	0	1	0	0											
Kathrin M Cresswell 2010											0	0	1	0	0											
Bor-Shing Lin 2015											0	0	1	0	0											

0: No o no sabe; 1: Si.

**Tabla 4. Características de los estudios y sus niveles de calidad según MMAT 2018**

<b>Tabla que presenta las calificaciones de cada estudio</b>					
<b>Estudios</b>		<b>Características</b>			
<b>Autor</b>	<b>Año</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Diseño</b>	<b>País</b>	<b>Calidad</b>
Morten Hertzum	2019	Investigar cómo el aprendizaje de las implementaciones de proyectos piloto es situado, desordenado y, por lo tanto, difícil de aplicar a través de dos experiencias de proyectos tecnológicos.	- Estudio cualitativo - Análisis de contenido	Dinamarca	****
Adam B. Landman	2012	Caracterizar las motivaciones para la adopción de sistemas e-PCR, los desafíos asociados con la adopción y la implementación, y las estrategias de implementación emergentes en los equipos de salud	- Estudio cualitativo - Análisis de contenido	Estados Unidos	*****
James R.	2016	Describir el desarrollo y la efectividad comparativa de un gran programa urbano de telesalud que reduce el transporte de ambulancia al departamento de urgencia	- Analítico - Caso/control - Retrospectivo	Estados Unidos	***
Martín Studencan	2018	Evaluar el beneficio de la implementación sistemática de la nueva tecnología de comunicación basada en teléfonos inteligentes "STEMI" que permite la consulta inmediata de imagen y voz de ECG entre un equipo de EMS en el campo y un cardiólogo	- Analítico - Prospectivo - Caso/control	Eslovaquia	***
Robert Dickson	2017	Evaluar el efecto de la aplicación médica Stop Stroke en el tiempo puerta a aguja en pacientes que se presentan al departamento de emergencias con un accidente cerebrovascular isquémico agudo	- Analítico - Cohorte - Retrospectivo	Estados Unidos	***
Sebastián Bergrath	2012	Investigar la viabilidad y los efectos de la teleconsulta prehospitalaria	- Analítico - Prospectivo - Caso/control	Alemania	***
LA Lenert	2011	Describir el diseño y evaluar el Sistema de información de Internet inalámbrico para la respuesta médica en casos de desastre (WIISARD)	- Analítico - Caso/control	Estados Unidos	***
Ji Young Hwang	2014	Verificar los efectos de los factores del paciente percibidos por los técnicos de emergencias médicas, así como sus factores sociales y organizacionales sobre la intención de uso de la telemetría prehospitalaria	- Analítico - Cohorte - Retrospectivo	República de Corea	***
Jason M. Lippman	2016	Proponer que el telestroke móvil durante el transporte en ambulancia es factible utilizando tecnología de bajo costo y ampliamente disponible.	- Descriptivo - Reporte de caso	Estados Unidos	*

Sebastián Thelen	2015	Describir cómo utilizar un monitor / desfibrilador estándar disponible en el mercado y software relacionado para crear un prototipo de sistema de telemedicina integrado, que cumpla los requisitos relacionados con las regulaciones legales, la usabilidad y la funcionalidad, para permitir la investigación de la telemedicina en los servicios médicos de emergencia regulares	- Descriptivo - Reporte de caso	Alemania	*
R. Martínez	2017	Revisar el uso de WhatsApp para facilitar las consultas pediátricas por quemaduras en un centro regional de quemados en un país en desarrollo	- Descriptivo - Reporte de caso - Retrospectivo	Sudáfrica	***
Kefeng Wei	2020	Investigar las arquitecturas de monitoreo de salud del IoMT tanto para individuos como para grupos, lo que permite que los usuarios monitoreados se muevan a voluntad	- Descriptivo - Reporte de caso	China	*
Shing-Han Li	2011	Establecer un mecanismo integrado de servicio médico de emergencia basado en la tecnología WiMAX mediante la incorporación de la tecnología avanzada y el desarrollo de la industria de tecnologías de la información y las comunicaciones	- Descriptivo - Reporte de caso	Taiwan	*
Nada Al-Harbi	2012	Proponer un Sistema de Información del Departamento de Emergencias que se integrará con el sistema de ambulancia para mejorar la comunicación, mejorar la calidad de los servicios de emergencia brindados y facilitar el intercambio de información	- Descriptivo - Reporte de caso	Arabia Saudita	*
Kathrin M Cresswell	2010	Describir cómo el enfoque de la teoría Actor-red puede guiar de manera útil la investigación de la evaluación en la implementación de la tecnología de la información en el entorno de la atención médica	- Descriptivo - Reporte de caso	Reino Unido	*
Bor-Shing Lin	2015	Proponer un middleware móvil para radio con el fin de mejorar el enlace de comunicación inalámbrica entre la ambulancia y el hospital receptor del paciente	- Descriptivo - Reporte de caso	Taiwán	*

5 \*\*\*\*\* o 100% de criterios de calidad cumplidos.

4 \*\*\*\* o 80% de criterios de calidad cumplidos.

3 \*\*\* o 60% de los criterios de calidad cumplidos.

2 \*\* o 40% de los criterios de calidad cumplidos.

Se cumplen 1 \* o 20% de los criterios de calidad.



**Tabla 5. Características generales de los estudios**

Región	Porcentaje
Asia	31%
Europa	31%
América del norte	38%
Año del estudio	Porcentaje
2010-2015	56%
2016-2020	44%
Tipo de estudio	Porcentaje
Cuantitativo	83,50%
Cualitativo	16,50%
Diseño del estudio	Porcentaje
Analítico	37%
Descriptivo	62,50%
Análisis de contenido	100%
Calidad metodológica	Porcentaje
1 de 5 puntos	43,70%
2 de 5 puntos	0
3 de 5 puntos	43,70%
4 de 5 puntos	6,20%
5 de 5 puntos	6,20%

eventos con múltiples víctimas, donde la calidad del registro, trazabilidad y seguimiento de víctimas resulta crítico para la calidad de la atención, desarrollando una burbuja de internet, baterías de mayor duración para los dispositivos electrónicos y sensores más resistentes para el trabajo de campo, facilitado la integración con los hospitales receptores obteniendo toda la información de los pacientes y su evolución en el contexto geográfico. Otro tipo de tecnologías como WIMAX<sup>10</sup> resolvieron el problema de la conectividad con un ancho de banda de bajo costo y que además tiene un rápido tiempo de implementación, adaptándose a otros *software* de servicios médicos para sincronizar la información médica y la transmisión de datos en tiempo real entre todos los usuarios del sistema: equipos de emergencias, hospitales y centro de coordinación.

Otro tipo de integración de la red de salud a través del internet, es con la derivación de los pacientes al nivel más apropiado de la red de salud dependiendo de la evaluación del equipo de emergencias en el lugar y consultando con el médico a través de la telemedicina, que permite coordinar y redistribuir la carga sanitaria mejorando la productividad de las ambulancias y dis-

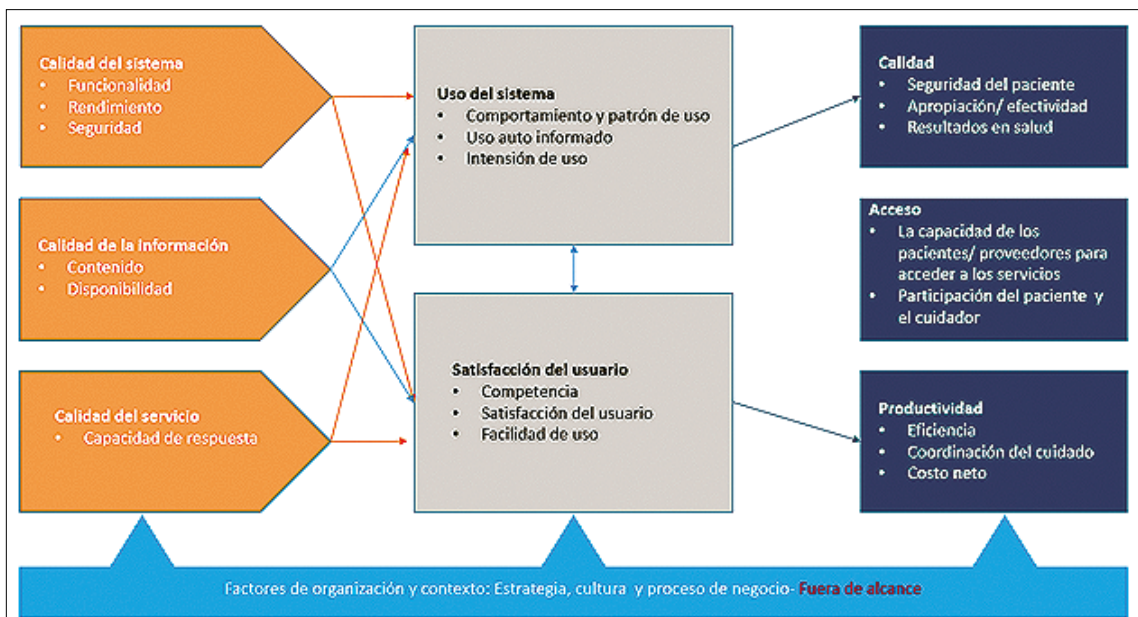
**Figura 2.**

Tabla 6

	<b>Beneficios</b>	<b>Limitaciones</b>
Uso de los sistemas de información	Mejorar la calidad de la comunicación con el centro receptor (8,10)	Redes disponibles para seleccionar el enlace adecuado (8,17)
	Comunicación fluida entre todo el equipo de salud (8,10)	Ancho de banda limitado para la transmisión de datos (17,18)
	Acceso en tiempo real a la ficha del paciente (9)	El movimiento puede afectar a los sensores de la red (12)
	Minimizar los tiempos de espera (9,23)	Interferencia entre sensores (12)
	Mejorar la calidad de la documentación (10,18)	Problemas con el acceso a internet posterior a una catástrofe (18)
		Terrenos complejos de trabajo (condiciones meteorológicas, diferencias de presión, humo, niebla, movimiento, etc.) (12)
		El consumo de energía del sistema limita el desarrollo de las aplicaciones (12)
	Comunicación entre los equipos de rescate (Geolocalización, meteorología, actualización del desastre) (12)	
	Mejoramiento de la seguridad de la atención de los pacientes (18)	Problemas con las huellas electromagnéticas (18)
	Monitorización de pacientes en forma remota (10)	Falta de fiabilidad de las redes de internet (18)
	Integración de herramientas para la toma de decisiones en medio del terreno (17)	Problemas con los sensores corporales (10)
	Preparación temprana de los hospitales receptores de los pacientes (9,21,23)	Problemas con el rendimiento de la red de internet por el uso masivo de usuarios (12,19)
	Tecnología de bajo costo (19,23)	El uso de la tecnología está limitado al ancho de banda disponible (16,19,22)
	Educación continua a todo el personal involucrado (23)	Problemas con la seguridad del sistema (12,23)
Disminuir los tiempos de inicio de tratamiento (16,21-23)		
Reducir las derivaciones innecesarias y traslados entre centros hospitalarios (16,21-23)		
Fácil de utilizar para los usuarios (16,21-23)		
	<b>Beneficios</b>	<b>Limitaciones</b>
Satisfacción usuaria	Mejorar la productividad del sistema en general (11)	Proveedores poco confiables (20)
	Mejora la transferencia de la información a todo el equipo de salud (11)	El número de actores participantes en la red puede ser limitado (13)
	Se puede evitar la incertidumbre en los equipos a través de la implementación de planes pilotos (15)	El uso se encuentra limitado a las competencias técnicas de los usuarios (15)
	Se puede abortar o retrasar el proyecto si existen grandes dificultades en su implementación (15)	Al retrasar las soluciones de los problemas con el interfaz del software, se puede generar frustración en los equipos de trabajo (14,15)
	Se puede mejorar la calidad de la atención a través del registro electrónico de pacientes (20)	Desuso del <i>software</i> limita las correcciones y mejoras por los proveedores del sistema (15)
	Mejoramiento de la legibilidad de los registros favoreciendo el seguimiento de futuras investigaciones y facturación para las agencias de emergencia.(20)	Se puede prolongar los tiempos de atención de los pacientes al usar los <i>software</i> (15,20)
		Dificultades con el financiamiento y la privacidad del sistema (20)

minuyendo los viajes innecesarios a los servicios de emergencia<sup>22</sup>. Esta integración a través de la telemedicina, requiere un buen desempeño en tiempo real y robustez de todo el sistema además de considerar la privacidad de la información como eje central. Autores proponen crear un prototipo de sistema integrado de telemedicina acorde a las necesidades de los equipos de rescate<sup>17</sup>.

Otros autores señalan avances en la implementación de aplicaciones para el trabajo con paciente con patologías tiempo-dependiente<sup>16,19,21</sup>, donde su aplicación es vital en el diagnóstico y tratamiento de pacientes, activando a todo el equipo a través de los teléfonos inteligentes mejorando la coordinación, los tiempos de respuesta y tratamiento de pacientes con enfermedades cerebrovasculares y coronarias.

Para la gestión de la información de los equipos de emergencia y los centros hospitalarios receptores, autores mencionan que es óptimo enviar la información a través de aplicaciones en teléfonos inteligentes sin requerir de grandes o sofisticados *software* e interfaces complejas, lo que permite mejorar los procesos de comunicación en red<sup>21</sup>. Existen formatos donde se envía una solicitud de cama por parte del equipo de rescate, según los requerimientos del paciente accidentado. Una vez realizada la solicitud por los equipos de rescate, son los hospitales quienes aceptan a los pacientes confirmado la cama y coordinando a todo el equipo que realizará la atención una vez ingresado el paciente al hospital receptor<sup>9</sup>.

Como herramienta se ha incorporado el internet de las cosas (IOT, Internet of things), que facilita la integración entre los usuarios y los equipos de rescate a través de la geolocalización, intercambio de información individual y masiva, que es de vital importancia en medio de un desastre<sup>12</sup>.

La incorporación de aplicaciones como *WhatsApp* para el diagnóstico, tratamiento y rehabilitación a lo largo de toda la red de salud (ambulancias, hospitales, atención primaria, etc.) demostró ser de utilidad para todo el personal de salud, a través del intercambio de información de los usuarios y los especialistas en pacientes quemados<sup>23</sup>.

## B) Satisfacción usuaria

A medida que crece la tecnología y sus aplica-

ciones, la satisfacción usuaria está inserta en otro contexto complejo, asumiendo la relación que se genera entre los humanos y las maquinas, y la teoría de actor-red<sup>13</sup>, que estimulan el debate académico con su enfoque radical para conceptualizar la relación que se crea entre humanos y objetos, y como esta genera efectos sociales al interactuar todos los actores de la red. A sí mismo, el estado clínico del paciente, aspectos organizacionales y ambientales influyen en el acercamiento de la tecnología al personal de rescate<sup>11</sup>.

Experiencias en teleconsulta con pacientes con Accidentes Cerebro Vasculares<sup>14</sup>, lograron integrar a todo el equipo de salud en la atención de este tipo de pacientes, pero los usuarios percibieron que se debe capacitar de forma intensiva a todo el personal involucrado en la operación. Sin embargo, para que la implementación sea exitosa en los equipos de rescate, debe existir una adaptación mutua entre la tecnología y la organización a través de planes piloto que eviten la incertidumbre de los usuarios con el sistema<sup>15</sup>.

Los proyectos de tecnología e información poseen aspectos únicos para su funcionamiento y el medio ambiente de la pre hospitalaria, sumado a los tiempos de operatividad de las ambulancias y la integración con otros softwares de información hospitalaria generan un desafío para su implementación tanto para los equipos como para las organizaciones<sup>20</sup>.

Respecto a las limitaciones, la mayoría giran en torno a la disponibilidad del ancho de banda para la transmisión de datos, y en entornos complejos el acceso a internet por parte de los equipos de rescate que se encuentran en terreno resulta crítico para la gestión de la información en tiempo real.

Según los usuarios de los dispositivos, los sensores corporales, resultan aún frágiles y las competencias técnicas al utilizar la tecnología influyen en la satisfacción usuaria como en el retraso del soporte técnico en conjunto con proveedores poco fiables al generar soluciones para los usuarios del sistema.

Las aplicaciones móviles y teléfonos inteligentes no están exentos de limitaciones, al igual que los softwares, el ancho de banda y el acceso a internet son el foco principal de estas brechas, a esto se le agrega la capacidad de las baterías y a la vulnerabilidad del acceso a datos privados por usuarios no autorizados.

## Conclusiones

Se puede concluir que la implementación de tecnología al servicio de la atención pre hospitalaria y su integración a la red hospitalaria en cualquiera de sus eslabones, debe considerar el uso de los SIS y la satisfacción usuaria como factores críticos de éxito, en base a los conceptos y categorías expresadas en el modelo de Infoway Benefit Canada Health donde la calidad del sistema, la calidad de la información y la satisfacción usuaria son claves en lograr los objetivos de la calidad, acceso y productividad.

Los elementos operativos que se requieren son: la arquitectura del sistema con rutas inalámbricas para la transmisión óptima con múltiples enlaces confiables.

Los beneficios al aplicar la tecnología a la Integración de la atención prehospitalaria son: la optimización de la atención del paciente aumentando su sobrevivencia, mejora de los procesos organizacionales y de la red, mediante la coordinación y redistribución de la carga sanitaria mejorando la productividad de las ambulancias y disminuyendo los viajes innecesarios a los servicios de emergencia. Para esto es fundamental contar con información oportuna y precisa del estado clínico del paciente.

En relación a la implementación de un SIS se deben considerar los beneficios en la arquitectura del *software* en pro de la operación (GPS, gestión de la información en tiempo real, ficha electrónica, etc.), sin embargo, ningún avance en este aspecto se debe realizar sin una estricta evaluación por parte de los usuarios y la satisfacción que conlleva la performance del *software*, así se disminuye la incertidumbre de los equipos de salud. En el caso de GPS, se ha observado que la precisión promedio del GPS tiene un rango de  $2 \pm 3$  m, muy cerca de la ubicación real de la persona. Una limitación potencial es la geolocalización imprecisa en interiores de edificios por la obstrucción de la línea de visión hacia los satélites<sup>25,26</sup>.

En la actualidad los centros de comando, comunicaciones, control y cómputo (C4) han tomado un rol protagónico, es así como los despachos asistidos por computadora (CAD) insertos en un sistema C4 permiten atender una situación de emergencia en forma eficiente optimizando recursos y tiempo<sup>27,28</sup>.

Sin duda, el gran cambio se ha realizado con

la Next Generation 911(NG911), que es un sistema digital basado en el protocolo de Internet (IP) que reemplaza la infraestructura analógica del 911 que permite la interconexión entre una amplia gama de redes públicas y privadas, como redes inalámbricas, Internet y redes telefónicas regulares. NG911 permite que los centros 911 acepten y procesen gran variedad de información en formato texto, imágenes, videos y llamadas de voz<sup>29</sup>.

Sin embargo, para implementar los SIS existen diversos obstáculos que se deben tener en cuenta como los costos elevados de instalación, confiabilidad de los prestadores, ancho de banda, sensibilidad de los sensores corporales, fuentes de consumo de energía y seguridad de la información. Evidencia adicional menciona problemas en los algoritmos relacionados con la teoría de la programación de gestión de recursos<sup>30</sup>.

Finalmente, a medida que crecen las comunidades inteligentes y conectadas, es crucial garantizar que los recursos se distribuyan y asignen de manera equitativa. Como resultado, la equidad de la respuesta de emergencia también es una preocupación, ya que la accesibilidad a la respuesta de emergencia puede depender de la disponibilidad de recursos financieros<sup>28</sup>.

En resumen, la gestión de la información es clave para el logro de los objetivos antes mencionados y que, gracias a las nuevas tecnologías con mejoras en las redes de conexión a internet, internet satelital y dispositivos inteligentes se logrará disminuir las brechas en la integración de la pre hospitalaria con los centros de salud beneficiando a todos los usuarios del sistema.

Como limitación de este estudio, se plantea el tamaño de la muestra seleccionada que podría limitar la aplicabilidad de los resultados, pero a su vez, evidencia un vacío de conocimiento que es atractivo de investigar en profundidad y en otros contextos sanitarios.

## Referencias

1. Organización Mundial de la Salud. Sistemas de atención de urgencia para la cobertura sanitaria universal: asegurar una atención rápida a los enfermos agudos y las personas con traumatismos [Internet]. 72.<sup>a</sup> Asamblea Mundial de la Salud: OMS; 2019 [citado el 5 de nov. de 2020]. Disponible en: <https://apps.who.int/gb/ebwha/>

- pdf\_files/WHA72/A72\_R16-sp.pdf.
2. Organización Panamericana de la Salud. Redes integradas de servicios de salud: Conceptos, opiniones de política y hoja de ruta para su implementación en las Américas [Internet]. OPS; 2010 [actualizado el 5 nov. de 2020]. Disponible en: [https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2010/APS-Redes\\_Integradas\\_Servicios\\_Salud-Conceptos.pdf](https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2010/APS-Redes_Integradas_Servicios_Salud-Conceptos.pdf).
  3. Subsecretaría de redes asistenciales. Informe de implementación estrategia de redes integradas de servicios de salud (RISS) en el sistema público de salud período 2014 - 2017 [Internet]. MINSAL; 2018 [citado el 5 nov. de 2020]. Disponible en: <https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2018/03/Informe-de-implementaci%C3%B3n-estrategia-RISS.pdf>.
  4. Subsecretaría de redes asistenciales. Orientaciones para la planificación y programación en red 2020 [Internet]. MINSAL; 2020 [citado el 5 de nov. de 2020]. Disponible en: [https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2019/09/2019.09.09\\_ORIENTACIONES-PARA-LA-PLANIFICACION-EN-RED-2020\\_v3.pdf](https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2019/09/2019.09.09_ORIENTACIONES-PARA-LA-PLANIFICACION-EN-RED-2020_v3.pdf).
  5. Subsecretaría de redes asistenciales. Modelo Nacional Sistema de Atención Médica de Urgencia SAMU [Internet]. MINSAL; 2018 [citado el 5 de nov. de 2020]. Disponible en: <https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2018/03/Modelo-Nacional-Sistema-de-Atenci%C3%B3n-M%C3%A9dica-de-Urgencia-SAMU.pdf>.
  6. Canada Health Infoway. Canada Health Infoway Benefits Evaluation Indicators: Technical Report Version 2.0 [Internet]; 2012 [citado el 9 de dic. de 2020]. Disponible en: [file:///C:/Users/home/Downloads/chi\\_bei\\_report\\_final\\_en.pdf](file:///C:/Users/home/Downloads/chi_bei_report_final_en.pdf).
  7. Pluye P, Robert E, Cargo M, Bartlett G, O’Cathain A, Griffiths F, et al. MMAT versión 2018 [Internet]; 2018 [citado el 25 de dic. de 2020]. Disponible en: <http://mixedmethodsappraisaltoolpublic.pbworks.com/w/page/127425845/Download%20the%20MMAT>.
  8. Lin B-S. A seamless ubiquitous emergency medical service for crisis situations. *Comput Methods Programs Biomed* [Internet]. 2016;126:89–97. Disponible en: <file:///C:/Users/home/Downloads/1-s2.0-S0169260715300328-main.pdf>.
  9. Al-Harbi N, El-Masri S, Saddik B. An integration of Emergency Department Information and Ambulance Systems. *Stud Health Technol Inform* [Internet]. 2012;180:985–9. Disponible en: <http://web.b.ebscohost.com.recursosbiblioteca.unab.cl/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=23&sid=504b31af-1226-471f-8731-b115790f643b%40pdc-v-sessmgr02>.
  10. Li S-H, Cheng K-A, Lu W-H, Lin T-C. Developing an active emergency medical service system based on WiMAX technology. *J Med Syst* [Internet]. 2012;36(5):3177–93. Disponible en: <http://web.b.ebscohost.com.recursosbiblioteca.unab.cl/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=6&sid=504b31af-1226-471f-8731-b115790f643b%40pdc-v-sessmgr02>.
  11. Hwang JY, Kim KY, Lee KH. Factors that influence the acceptance of telemetry by emergency medical technicians in ambulances: an application of the extended technology acceptance model. *Telemed J E Health* [Internet]. 2014;20(12):1127–34. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4270140/pdf/tmj.2013.0345.pdf>.
  12. Wei K, Zhang L, Guo Y, Jiang X. Health Monitoring Based on Internet of Medical Things: Architecture, Enabling Technologies, and Applications. *IEEE Access* [Internet]. 2020 [citado el 1 de oct. 2020];8:27468–78. Disponible en: <file:///C:/Users/home/Downloads/Health-Monitoring-Based-on-Internet-of-Medical-Things-Architecture-Enabling-Technologies-and-Applications2020IEEE-AccessOpen-Access.pdf>.
  13. Cresswell, Kathrin M, et al. Actor-Network Theory and its role in understanding the implementation of information technology developments in healthcare. *BMC Med Inform Decis Mak* [Internet]. 2010 [citado el 13 de sep. de 2020];10(67). Disponible en: <https://bmcmedinformdecismak.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/1472-6947-10-67>.
  14. Bergrath S, Reich A, Rossaint R, Rörtgen D, Gerber J, Fischermann H, et al. Feasibility of prehospital teleconsultation in acute stroke—a pilot study in clinical routine. *PLoS ONE* [Internet]. 2012;7(5):e36796. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0036796&type=printable>.
  15. Hertzum M, Manikas MI, Á Torkilsheyggi A. Grappling with the future: The messiness of pilot implementation in information systems design. *Health Informatics J* [Internet]. 2019;25(2):372–88. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/1460458217712058>.
  16. Studencan M, Alusik D, Plachy L, Bajerovska L, Ilavsky M, Karas J, et al. Significant benefits of new communication technology for time delay management in STEMI patients. *PLoS ONE* [Internet]. 2018;13(11):e0205832. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0205832&type=printable>.
  17. Thelen S, Czaplak M, Meisen P, Schilberg D, Jeschke S. Using off-the-shelf medical devices for biomedical signal monitoring in a telemedicine system for emergency medical services. *IEEE J Biomed Health Inform* [Inter-

- net]. 2015;19(1):117-23. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6917209>.
18. Lenert LA, Kirsh D, Griswold WG, Buono C, Lyon J, Rao R, et al. Design and evaluation of a wireless electronic health records system for field care in mass casualty settings. *J Am Med Inform Assoc* [Internet]. 2011;18(6):842-52. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3198000/>
  19. Lippman JM, Smith SNC, McMurry TL, Sutton ZG, Gunnell BS, Cote J, et al. Mobile Telestroke During Ambulance Transport Is Feasible in a Rural EMS Setting: The iTREAT Study. *Telemed J E Health* [Internet]. 2016;22(6):507-13. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5898765/pdf/tmj.2015.0155.pdf>.
  20. Landman AB, Lee CH, Sasson C, van Gelder CM, Curry LA. Prehospital electronic patient care report systems: early experiences from emergency medical services agency leaders. *PLoS ONE* [Internet]. 2012;7(3):e32692. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3293855/pdf/pone.0032692.pdf>.
  21. Dickson R, Nedelcut A, Nedelcut MM. Stop Stroke: A Brief Report on Door-to-Needle Times and Performance After Implementing an Acute Care Coordination Medical Application and Implications to Emergency Medical Services. *Prehosp Disaster Med* [Internet]. 2017;32(3):343-7. Disponible en: [https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/7C4297171D1767B1F01845795CBE5BFC/S1049023X17000097a.pdf/stop\\_stroke\\_a\\_brief\\_report\\_on\\_doortoneedle\\_times\\_and\\_performance\\_after\\_implementing\\_an\\_acute\\_care\\_coordination\\_medical\\_application\\_and\\_implications\\_to\\_emergency\\_medical\\_services.pdf](https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/7C4297171D1767B1F01845795CBE5BFC/S1049023X17000097a.pdf/stop_stroke_a_brief_report_on_doortoneedle_times_and_performance_after_implementing_an_acute_care_coordination_medical_application_and_implications_to_emergency_medical_services.pdf).
  22. Langabeer JR, González M, Alqusairi D, Champagne-Langabeer T, Jackson A, Mikhail J, et al. Telehealth-Enabled Emergency Medical Services Program Reduces Ambulance Transport to Urban Emergency Departments. *West J Emerg Med* [Internet]. 2016;17(6):713-20. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5102597/pdf/wjem-17-713.pdf>.
  23. Martínez R, Rogers AD, Numanoglu A, Rode H. The value of WhatsApp communication in paediatric burn care. *Burns* [Internet]. 2018;44(4):947-55. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305417917306083>.
  24. Lau F, Hagens S, Muttitt S. A proposed benefits evaluation framework for health information systems in Canada. *Healthc Q* [Internet]. 2007;10(1):112-6, 118. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17326376/>.
  25. Weinlich M, Kurz P, Blau MB, Walcher F, Piatek S. Significant acceleration of emergency response using smartphone geolocation data and a worldwide emergency call support system. *PLoS ONE* 2018;13(5):e0196336. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196336>
  26. Ecker H, Lindacher F, Dressen J, Wingen S, Hamacher S, Böttiger BW, Wetsch WA. Accuracy of automatic geolocalization of smartphone location during emergency calls - A pilot study. *Resuscitation*. 2020 Jan 1;146:5-12. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31706968/>
  27. Cone DC, Galante N, MacMillan DS. Can emergency medical dispatch systems safely reduce first-responder call volume? *Prehosp Emerg Care*. 2008 Oct-Dec;12(4):479-85. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18924012/>
  28. Mukhopadhyay A, Pettet G, Vazirizade SM, Lu D, Jaimes A, Said SE, et al. A Review of Incident Prediction, Resource Allocation, and Dispatch Models for Emergency Management. *Accid Anal Prev*. 2022 Feb;165:106501. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34929574/>
  29. 911.gov [Internet]. Next Generation 911. Washington, DC, USA: 911.gov [citado el 5 de jun. de 2023]. Disponible desde: <https://www.911.gov/issues/ng911/>
  30. Mocanu, B.-C.; Filip, I.-D.; Ungureanu, R.-D.; Negru, C.; Dascalu, M.; Toma, S.-A.; Balan, T.-C.; Bica, I.; Pop, F. ODIN IVR-Interactive Solution for Emergency Calls Handling. *Appl. Sci*. 2022;12, 10844. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3417/12/21/10844>