PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Desarrollo de protocolos de tele-estetoscopía rural para el telediagnóstico de infecciones respiratorias agudas en infantes y adultos mayores en la Micro Red de Salud del Río Santiago

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Biomédico

AUTOR:

Frank Alexis Díaz Vásquez

ASESOR:

Pastor David Chávez Muñoz

Lima, 2024

Informe de Similitud

Yo, Pastor David Chávez Muñoz,

docente de la Facultad de ……CIENCIAS E INGENIERÍA…… de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor de la tesis titulada

Desarrollo de protocolos de tele-estetoscopía rural para el telediagnóstico de infecciones respiratorias agudas en infantes y adultos mayores en la Micro Red de Salud del Río Santiago,

del autor Frank Alexis Díaz Vásquez,

dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 11%.
  Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el 09/12/2024.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: …San Miguel, 09 de diciembre de 2024.

Apellidos y nombres del asesor: Chávez Muñoz, Pastor David	
DNI: 25541418	Firma Firmado digitalmente porPastor David Chávez Muñoz DN: cn=Pastor David Chávez Muñoz gn=Pastor David Chávez Muñoz c=PE Peru l=PE Peru o=Pontificia Universidad Católica del Perú ou=OpenPUCP e=dchavez@pucp.edu.pe Motivo:Apruebo este documento Ubicación: Fecha:2024-12-09 17:48-05:00
ORCID: 0000-0001-7012-2167	

RESUMEN

En el departamento de Amazonas, específicamente en la Micro Red de Salud de río Santiago (GALILEA), existen múltiples desafíos en el sector sanitario. Las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA), especialmente en niños y pacientes de edad avanzada, son un problema importante y el diagnóstico es difícil debido a la escasez de personal médico especializado, los viajes largos y el alto costo de atención sanitaria. Dadas las circunstancias actuales, las TIC son una opción adecuada para implementar la telemedicina, cuyos servicios pueden mejorar no solo el diagnóstico sino también la calidad de atención médica

El objetivo principal de este proyecto es desarrollar un conjunto protocolos que permitan realizar el servicio de tele-auscultación entre cinco establecimientos de salud del distrito de Río Santiago y el Hospital de Santa María de Nieva. El proyecto consta de cuatro capítulos; en el primero, se desarrolla la problemática, la justificación del proyecto, los objetivos, el alcance y los resultados esperados; en el segundo capítulo, se desarrolla el marco teórico, el estado de arte y el impacto que se busca con el proyecto en el marco de salvar vidas humanas; el tercer capítulo corresponde al desarrollo integral de los protocolos mencionados anteriormente, teniendo en cuenta la selección idónea de tecnologías, el planteamiento de nuevos parámetros de rendimiento y el presupuesto que se requerirá para la operatividad del servicio; por último, el cuarto capítulo consta de un análisis de los resultados obtenidos mediante un modelo de evaluación para telemedicina y las conclusiones respectivas..

En reconocimiento por el trabajo constante para la universalización de la salud, sobre todo en las zonas rurales de nuestro país.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios por permitirme entender que cada día es una oportunidad para mejorar y seguir creciendo en todo aspecto.

Agradezco a mis padres Andrés Díaz y Lucila Vásquez, y hermanas Yeily y Viviana Díaz por su apoyo incondicional y por ser mi motor y motivo para poder lograr mis metas.

Agradezco a mis familiares, en especial a mi abuela Celinda Mejía, a mi tía Elita Díaz por cobijarme y cuidarme desde pequeño, y a mis tías Zuly, Yusseli y Rocío Campos por brindarme su compañía y sus abrazos cuando más lo necesité.

Agradezco a mis amigos incondicionales José Felix, Alexander Paredes, Luis Ojeda, Ariana Figueroa, Mauricio Sifuentes y Abraham Zavaleta por hacer de la vida universitaria una experiencia de confianza y lealtad.

Agradezco a mi asesor Ing. David Chávez, y al gran equipo de ingenieros y personas que componen el GTR-PUCP, especialmente al Ing. Edwin Liñán y al Ing. Yuri Untiveros, por brindarme sus consejos y recomendaciones para poder desarrollar este proyecto.

Finalmente, agradezco a mis dos casas de estudio, la Pontificia Universidad Católica del Perú y la Universidad Peruana Cayetano Heredia, por inculcarme sólidos conocimientos y un espacio para crecer como persona y profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Pag.

RESUMEN.....i

ÍNDICE DE TABLAS vii

ÍNDICE DE FIGURAS.....viii

GLOSARIO x

INTRODUCCIÓN 1

1. ANTECEDENTES 1

1.1 Problemática 1

1.2 Conectividad en la Micro red de Río Santiago 4

1.3 Categorización de los establecimientos de atención sanitaria en el área objetivo.....4

1.4 Justificación 5

1.5 Objetivos de la investigación 5

1.5.1 Objetivo general 5

1.5.2 Objetivos específicos.....6

1.6 Alcances y resultados esperados 6

2. MARCO TEÓRICO 8

2.1 TELESALUD 8

2.1.1 Telemedicina 9

2.2 ESTADO DEL ARTE.....10

2.2.1 Proyectos y avances en Telemedicina.....10

2.2.2 Dispositivos de investigación.....13

2.2.3 Dispositivos comerciales.....15

2.2.4 Patentes 17

2.3 IMPACTO DEL PROYECTO.....19

2.3.1 Previsión del impacto del Proyecto 19

2.3.2 Innovación y Desarrollo Local.....19

3. DESARROLLO DE PROTOCOLOS Y SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS PARA EL SERVICIO DE TELE-ESTETOSCOPÍA RURAL PARA LA MICRO RED DE RÍO SANTIAGO 23
3.1 Análisis situacional 23
3.1.1 Condiciones geográficas y alcance 23
3.1.2 Contexto socio-cultural 24
3.1.3 Aspecto técnico 26
3.1.4 Aspecto organizacional 29
3.2 Planteamiento del diseño 32
3.2.1 Diseño de protocolos de tele - auscultación 32
3.2.2 Selección de tecnologías 42
3.2.3 Diseño de protocolo de usabilidad del estetoscopio Littmann Eko Core y la plataforma Antari 58
3.2.4 Diseño de protocolo de gestión de riesgos del servicio de teleinterconsulta 62
3.3 Monitoreo 66
3.3.1 Parámetros de rendimiento 66
3.4 Aspecto económico 68
3.4.1 Costos de talento humano 68
3.4.2 Costos de equipamiento 68
3.4.3 Costos de mantenimiento de equipamiento 69
3.4.4 Costos de software 70

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS 72
4.1 Problemática abordada 72
4.2 Seguridad 72
4.3 Efectividad clínica 72
4.4 Perspectiva de los pacientes 73
4.5 Aspectos económicos 73
4.6 Aspectos organizativos 73
4.7 Aspectos socioculturales, éticos y legales 73
4.8 Aspecto de sostenibilidad 73

CONCLUSIONES 74

BIBLIOGRAFÍA 75

ANEXOS 91
Anexo 1: Certificado de participación del programa de Integración de la telesalud en el primer nivel de atención 91
Anexo 2: Flujograma asistencial para el diagnóstico y tratamiento de neumonía en menores de 12 años 92
Anexo 3: Protocolo general de tele-auscultación – Etapa de solicitud y programación de teleinterconsulta síncrona 93
Anexo 4: Protocolo general de tele-auscultación – Etapa de atención del paciente 94
Anexo 5: Protocolo general de tele-auscultación – Etapa de actualización de documentos 95
Anexo 6: Conversación de visto bueno de los protocolos propuestos 96
Anexo 7: Agendamiento de citas 96
Anexo 8: Ejecución de la tele-auscultación 97

ÍNDICE DE TABLAS

Pag.

Tabla 1. Distribución de casos de neumonía según la tasa de incidencia por grupo de etario en Perú 2
Tabla 2.Características de estetoscopio inalámbrico 13
Tabla 3.Equipamiento para los servicios te de telemedicina 28
Tabla 4.Categorización y cantidad de personal en los centros de salud involucrados 30
Tabla 5. Equipamiento en el primer y segundo nivel de atención para tele-auscultación 33
Tabla 6.Ficha Técnica de Procedimiento de Teleinterconsulta 35
Tabla 7.Tele-auscultación estandarizada para niños de 1 a 4 años 39
Tabla 8.Tele-auscultación estandarizada para adultos mayores 41
Tabla 9.Especificaciones técnicas para el estetoscopio. 43
Tabla 10.Especificaciones técnicas para la plataforma de telemedicina 44
Tabla 11.Puntuación de los estetoscopios digitales 51
Tabla 12.Puntuación de las plataformas de telemedicina 57
Tabla 13.Ficha Técnica de Procedimiento de Usabilidad. 60
Tabla 14. Ficha de Gestión de Riesgos 62
Tabla 15.Costos asociados al talento humano. 68
Tabla 16.Costos asociados al equipamiento 69
Tabla 17.Costos asociados al mantenimiento del equipamiento 70
Tabla 18.Costos asociados a la licencia de la plataforma de telemedicina 70

ÍNDICE DE FIGURAS

Pag.

Figura 1. Tasa acumulada de casos de neumonía en niños de 1 a 4 años por departamento.....2
Figura 2. Mapa estratificado con la cantidad de médicos por 1000 habitantes a nivel global...3
Figura 3.Personal de salud - Médicos (%). 3
Figura 4. Localización de a) los centros de salud y b) las postas de salud dentro del distrito de Río Santiago c) Hospital y centro de salud de Santa María de Nieva.....5
Figura 5.Disposición geográfica de las localidades objetivo.....7
Figura 6. Clasificación de la Telesalud en el Perú. 9
Figura 7.Unidad de diagnóstico móvil 11
Figura 8.Diagrama de la infraestructura inalámbrica de Río Santiago.....12
Figura 9. Estetoscopio digital EHAS (Enlace Hispano-Americano de Salud)-Fundatel.....13
Figura 10. Microscopio electrónico para la adquisición de sonidos pulmonares 14
Figura 11. Esquemático de las conexiones del dispositivo (izquierda). Prototipo del dispositivo (derecha). 15
Figura 12. (A) Estemoscopio. (B) Aplicación Stemoscopio para registrar los sonidos respiratorios 15
Figura 13. Microscopio electrónico 3M Littmann 3200. 16
Figura 14. Estetoscopio electrónico Eko Core 16
Figura 15. Estetoscopio electróncio Smartho-D2.....17
Figura 16. a) Estetoscopio electrónico inalámbrico y b) Transferencia de información. 17
Figura 17. a) Estetoscopio inalámbrico integrado. b) Adaptador de línea para estetoscopio convencional 18
Figura 18. A) Disposición de Estetoscopio Inalámbrico con sensores. B) Captación de señales y transmisión inalámbrica 18
Figura 19. A) Esquemático de estetoscopio electrónico en configuración con auriculares. B) Esquemático de estetoscopio electrónico en configuración de transmisión inalámbrica.....19
Figura 20. Esquema de la metodología a desarrollar en el Proyecto.....22
Figura 21. Mapa del distrito de Río Santiago.....24
Figura 22. Mapa del pueblo Awajún.....25
Figura 23. Territorio de los Wampis 26

Figura 24. Plan de red inalámbrica para la provisión de servicios de telesalud y telemedicina en las áreas de atención médica 27
Figura 25. Equipamiento del a) Hospital II-1, b) CS Galilea y c) CS y PS involucrados en el servicio de telemedicina 28
Figura 26. Equipamiento de los establecimientos de salud involucrados en el servicio de telemedicina 29
Figura 27. Diagrama de flujo asistencial de la Red de Salud de Condorcanqui 31
Figura 28. Equipamiento en el primer y segundo nivel de atención para tele-auscultación 34
Figura 29. Recursos humanos clave para el desarrollo del servicio de tele-auscultación 35
Figura 30. Campos corporales de auscultación pulmonar para niños de 1 a 4 años 39
Figura 31. Protocolo estándar de tele auscultación para menores de 5 años 40
Figura 32. Campos corporales de auscultación pulmonar para adultos mayores 41
Figura 33. Protocolo estándar de tele auscultación para adultos mayores 42
Figura 34. Estetoscopio electrónico 3M Littmann 3200. 48
Figura 35. Estetoscopio digital Thinklabs One 49
Figura 36. Estetoscopio digital Littmann Eko Core 49
Figura 37. Estetoscopio digital Stemoscope 50
Figura 38. Antari - teleinterconsulta 54
Figura 39. Plataforma de consultorio móvil 55
Figura 40. Funcionamiento de Tytocare en una teleconsulta 56
Figura 41. Funcionamiento de Teleatiendo en una teleinterconsulta 57
Figura 42. Uso adecuado de los auriculares 59
Figura 43. Activación del bluetooth del estetoscopio. 59
Figura 44. Diagrama de flujo del protocolo de usabilidad 61
Figura 45. Cantidad de teleinterconsultas realizadas en el año 2023 en el Proyecto del río Santiago. 66
Figura 46. Centro de costos para el proyecto implementación y puesta en marcha del servicio de tele-auscultación 71

GLOSARIO

TIC: Tecnologías de la Información y Comunicación

SIS: Seguro Integral de Salud

Wi-Fi: Wireless Fidelity

IP: Internet Protocol

VoIP: Voice over IP

Mbps/kbps: Megabits por segundo / kilobits por segundo

HISMN: Hospital I Santa María de Nieva

IRA: Infección Respiratoria Aguda

INTRODUCCIÓN

Las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA), en especial las que ocurren en el tracto respiratorio inferior, surgen a partir de diversos microorganismos, como virus o bacterias, los cuales tienen una subsistencia corta menor a dos semanas [ERIC et al., 2024]. En el mundo, son la forma más prevalente de infección y en nuestro país representan un significativo problema de salud pública, principalmente en niños menores de cinco años y en adultos mayores. [INS, 2023]. La mayor parte de estas infecciones, como el resfriado común, presentan síntomas leves, sin embargo, su gravedad puede incrementar dependiendo del estado general de salud de la persona, siendo capaces de provocar la muerte como la neumonía [MURILLO, 2022]. Amazonas se encuentra dentro de los cinco departamentos con mayor incidencia de esta enfermedad, siendo la población rural la que resulta más desfavorecida, puesto que no cuentan con médicos especialistas ni establecimientos equipados para poder realizar un diagnóstico y tratamiento certeros [PRIETO-EGIDO et al., 2014].

En este marco, este proyecto consiste en el desarrollo de protocolos para la tele estetoscopía rural y la integración con las TIC para facilitar el diagnóstico oportuno de las IRA, lo cual repercute en una mejor atención de los pacientes vulnerables en zonas rurales de la Amazonía peruana y una disminución de los costos de traslado de los mismos dentro de la Micro Red de Salud de Río Santiago; así como la contribución con la oportunidad de salvar más vidas.

El contenido del proyecto se detalla a continuación: en el primer capítulo se ofrece una descripción detallada de la problemática, así como de las características de los centros de salud en estudio, estableciendo los objetivos y el alcance del proyecto. El segundo capítulo aborda la telesalud, sus diversas áreas de aplicación, y se examina el estado del arte tanto en proyectos nacionales como internacionales, además de los dispositivos de interés. El tercer capítulo incluye la metodología planteada, su desarrollo, y cómo se alcanzan los objetivos propuestos. Por último, el cuarto capítulo presenta un análisis de los resultados y finaliza con las respectivas conclusiones.

CAPÍTULO 1

1. ANTECEDENTES

En este capítulo se establece la problemática generada por las IRA a nivel nacional, pero con énfasis en la zona geográfica de Amazonas, más específicamente en las localidades que pertenecen al distrito de Río Santiago. Asimismo, se presenta el panorama actual respecto a la tecnología y la infraestructura de redes necesarias para ofrecer servicios de salud, así como la clasificación de los puntos de atención sanitaria que forman parte de la Micro Red. Este capítulo proporciona además la justificación del proyecto, detallando sus objetivos, alcance y los resultados previstos.

1.1 Problemática

En el Perú existen múltiples enfermedades que aquejan a la población, entre ellas: las IRA, las cuales, según el Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades (CDC), tan solo en las primeras 28 Semanas Epidemiológicas (SE) del año 2023 reportaron más de un millón de episodios de estas enfermedades, siendo la neumonía aquella con mayor incidencia en la población vulnerable: infantes de 1 a 4 años, con más de 17 mil episodios; y adultos mayores, con más de 16 mil episodios [CDC, 2023].

Amazonas no es un departamento ajeno a esta problemática, es más se encuentra entre los 12 departamentos con mayor incidencia de esta enfermedad (Figura 1) [MINSA, 2022a].

Adicionalmente, dentro de los grupos etarios con mayor cantidad de casos de neumonía están el grupo de 60 años a más con 30.73%, seguido del grupo de 1 a 4 años con 21.63% (Tabla 1).

Las zonas rurales adolecen frente a este tipo de patologías por la deficiencia en cuanto a la atención sanitaria. De acuerdo con el último análisis del Banco Mundial, el Perú solo cuenta con 1,6 médicos/ 1000 habitantes, una de las densidades de médicos más baja a nivel de Sudamérica (Figura 2) [Banco Mundial, 2021].

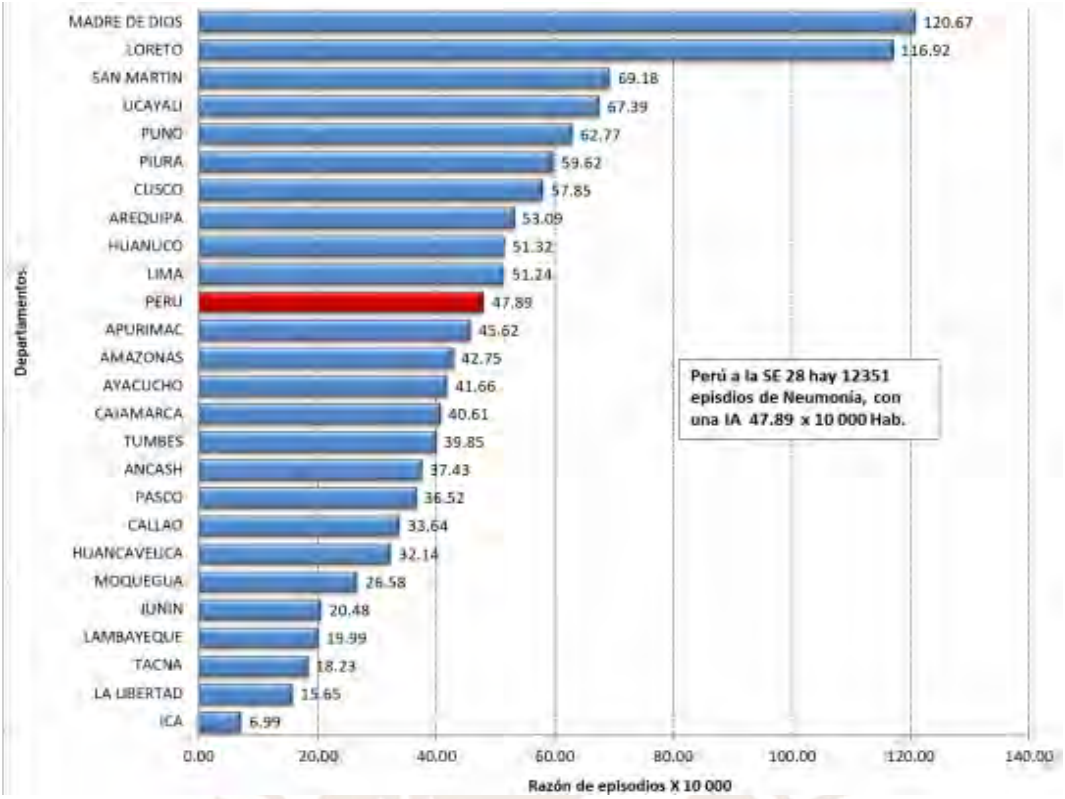


Figura 1. Tasa acumulada de casos de neumonía en niños de 1 a 4 años por departamento [CDC, 2023]

Específicamente en el distrito de río Santiago, Condorcanqui, Amazonas, solo se cuenta con 5 médicos para más de 13 mil habitantes (Figura 3) [GOB.PE, 2023a].

Tabla 1. Distribución de casos de neumonía según la tasa de incidencia por grupo de etario en Perú [CDC, 2023].

Grupo de Edad	Episodios de Neumonía	Porcentaje (%)
< 1 año	6 088	11,13
1 a 4 años	11 832	21,63
5 a 9 años	7 123	13,02
10 a 19 años	2 719	4,97
20 a 59 años	10 138	18,53
> 60 años	16 814	30,73
Total	54 714	100.0

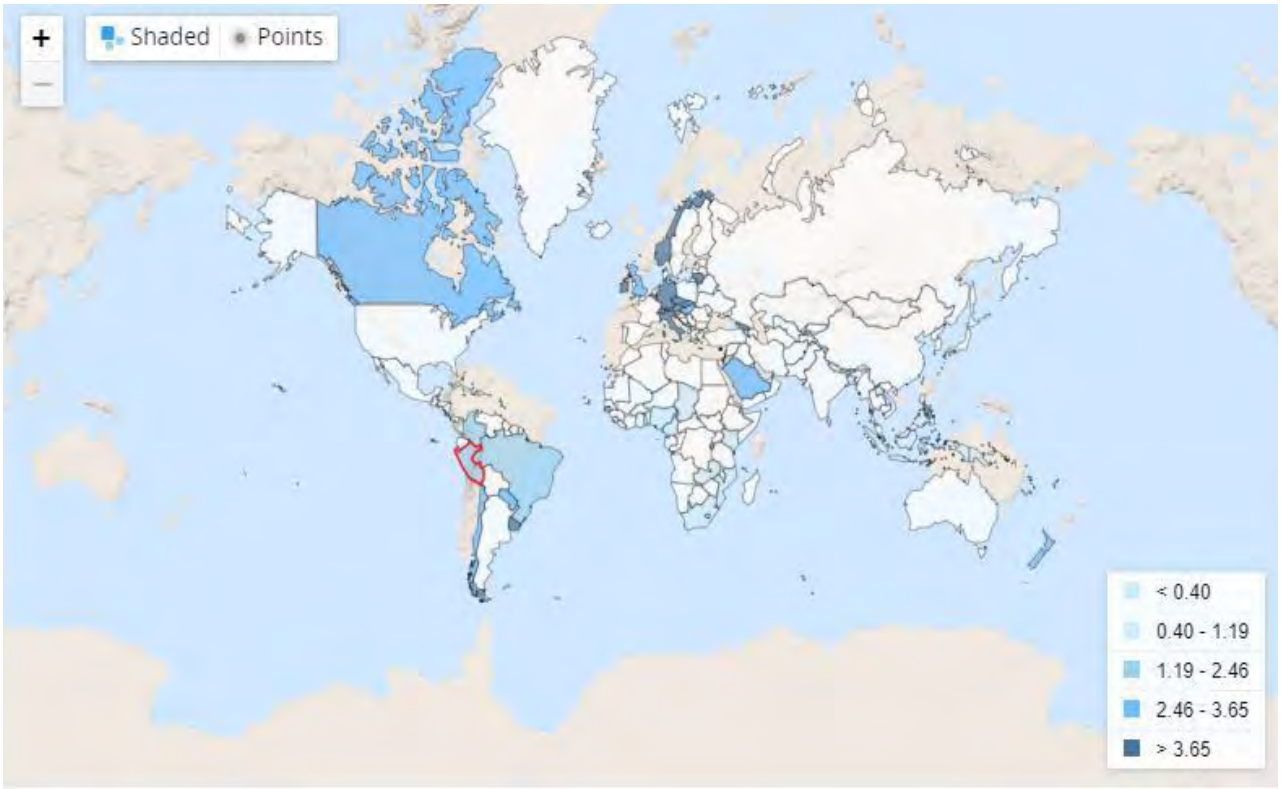


Figura 2. Mapa estratificado con la cantidad de médicos por 1000 habitantes a nivel global [Banco Mundial, 2021].

La situación es más preocupante aún, pues los establecimientos de salud en estas zonas no cuentan con el equipamiento médico necesario, incluso, en algunos casos, carecen de suministro eléctrico; por lo cual, también se ha identificado la falta de infraestructuras de telecomunicaciones, dificultad de acceso de la información médica y problemas con las coordinaciones para el traslado de pacientes hacia hospitales [PRIETO-EGIDO et al., 2014]. Esto como resultado de las extensas distancias que deben cubrirse por vía fluvial para trasladarse desde las comunidades hasta el único hospital de categoría II-1 situado en Santa María de Nieva. Por esta razón, la implementación de la telemedicina se torna fundamental.

Figura 3.Personal de salud - Médicos (%) [GOB.PE, 2023a].

Según la estimación de las Naciones Unidas para el 2023 la población que habita en zonas rurales en el Perú es de 7.18 millones, lo cual representa el 20.9% de la cantidad total de habitantes, cuyas condiciones de salud y economía son vulnerables [NACIONES UNIDAS, 2022]. Asimismo, de acuerdo a los datos más actualizados, Amazonas es considerado el tercer departamento con población mayoritariamente rural con 58,46% [INEI, 2017]. Esto implica que más de 221 mil habitantes se encuentran excluidos de servicios de calidad que dificultan su bienestar y salud [PROAMAZONAS, 2020].

1.2 Conectividad en la Micro red de Río Santiago

Las TIC hacen referencia a todo tipo de tecnología que permita acceder, almacenar, transmitir, recuperar y manipular información digital, esto gracias a un sistema unificado de cableado o sistema de enlace. Dentro de este conjunto destacan: el internet, redes inalámbricas, teléfonos inteligentes y redes sociales [FAO, 2015].

Actualmente, para garantizar servicios de calidad en educación y salud en las zonas rurales, es fundamental disponer de una infraestructura adecuada que soporte la tecnología de comunicaciones, pues de esta manera se busca llegar a la mayor parte de la población. Este desafío está progresivamente convirtiéndose en una realidad, como se evidencia en el distrito de Río Santiago. En el 2017, el 96.3% de la población no disponía del servicio de internet [GOB.PE, 2017]; ahora, este servicio es una realidad gracias al proyecto del Plan Binacional en el que la Pontificia Universidad Católica del Perú participa como entidad técnica [GTR-PUCP, 2022]. Este es un gran logro, que sienta las bases para poder desarrollar servicios que permitan interconectar a la población de las zonas rurales con otras partes del país, en especial si se trata de servicios de telemedicina.

1.3 Categorización de los establecimientos de atención sanitaria en el área objetivo

Los establecimientos de salud de la Micro Red de Salud de Río Santiago (GALILEA) se clasifican de la siguiente manera: los de categoría I-3 incluyen los centros de salud del Puerto Galilea y Yutupis, mientras que los de categoría I-1 abarcan las postas médicas de Belén y Guayabal (Figura 4) [IBARRA, 2023]. Además, por razones estratégicas de conectividad, se incluye el centro de salud de Santa Rosa de Pagkintsa y el establecimiento de salud de categoría II-1, Hospital 1 Santa María de Nieva, que cuenta con médicos especialistas capacitados para manejar emergencias en caso de ser necesario.

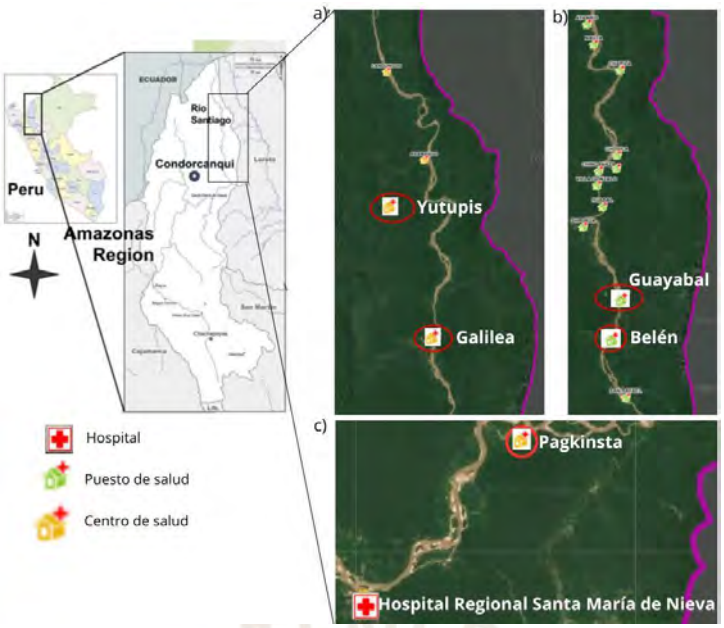


Figura 4. Localización de a) los centros de salud y b) las postas de salud dentro del distrito de Río Santiago c) Hospital y centro de salud de Santa María de Nieva [GOB.PE, 2017].

1.4 Justificación

Este proyecto se justifica en la colaboración para la búsqueda del bienestar y salud de la población perteneciente a la red del río Santiago, y así contribuir a una salud igualitaria y equitativa para ellos. Adicionalmente, se debe considerar que este proyecto busca salvar vidas y acortar distancias entre la población, el personal de salud del primer nivel de atención y los médicos especialistas del segundo nivel de atención.

El presente trabajo también se alinea con el tercer Objetivo de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 de La Asamblea General de la ONU [CEPAL, 2019]. En particular, se pretende disminuir la tasa de mortalidad entre la población objetivo. Además, se espera que los resultados de este proyecto contribuyan a la expansión de la cobertura sanitaria en el distrito de Río Santiago, y en su defecto, en la región Amazonas.

1.5 Objetivos de la investigación

1.5.1 Objetivo general

Diseñar un conjunto de protocolos que permitan implementar un servicio de tele-estetoscopía rural en la Micro Red de salud de río Santiago para el telediagnóstico de infecciones respiratorias agudas en infantes y adultos mayores.

1.5.2 Objetivos específicos

a) Elaborar el procedimiento de los protocolos de tele-estetoscopía para el telediagnóstico de IRA con principal énfasis en neumonía, en infantes y adultos mayores de 60 años en la Micro Red de salud del Río Santiago.
b) Seleccionar y adecuar las tecnologías pertinentes para la fase de implementación del servicio de tele-estetoscopía en la Micro Red del Río Santiago.
c) Establecer los KPI (*Key Performance Indicator*) que debería cumplir el servicio de telemedicina para monitorear su rendimiento y eficacia.
d) Establecer un presupuesto aproximado del proyecto para asegurar su viabilidad.

1.6 Alcances y resultados esperados

El alcance de este proyecto se rige al diseño del conjunto de protocolos de atención para el servicio de tele-estetoscopia en la red del río Santiago, la selección de las tecnologías idóneas para la implementación del mismo, el establecimiento de los KPIs para evaluar su rendimiento y un centro de costos que permitan asegurar la viabilidad del mismo. Esta iniciativa facilitará el servicio de telediagnóstico de infecciones respiratorias agudas (IRA) para niños de 1 a 4 años y adultos mayores de 60 años en las localidades de Pagkinsta, Belén, Guayabal, Yutupis y Puerto Galilea. La disposición geográfica de estas áreas se muestra en la Figura 5. Entre los resultados esperados destacan: El diseño de un conjunto de protocolos de aplicación clínica referente al servicio de tele-estetoscopía para el diagnóstico de IRA con énfasis en neumonía; la selección de tecnologías idóneas para el correcto desarrollo del servicio; la elaboración del protocolo de usabilidad de la tecnología seleccionada; así como los protocolos de gestión de riesgos y de calidad. Adicionalmente, se espera que, al concluir el proyecto, se hayan establecido los parámetros de rendimiento que se emplearán para monitorear la eficiencia y seguridad del servicio durante su funcionamiento; así como, el presupuesto que se requerirá para implementarlo.

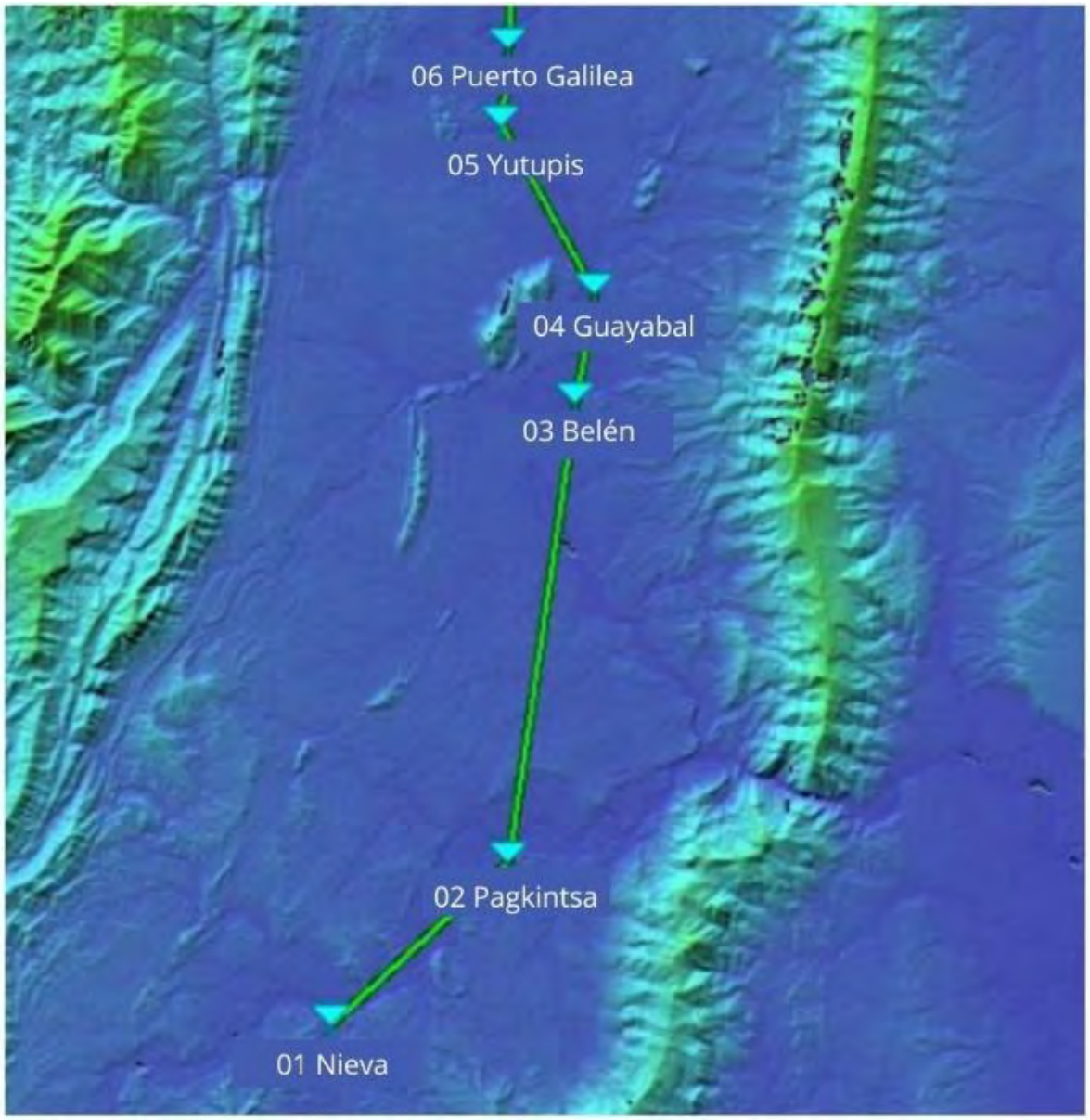


Figura 5.Disposición geográfica de las localidades objetivo [GTR-PUCP, 2022].

CAPÍTULO 2

En este capítulo se brinda un marco general de la telesalud y su clasificación. Luego, se muestra un panorama actual de los proyectos tanto a nivel nacional como internacional en el campo de la telemedicina, junto con los dispositivos médicos esenciales para la auscultación a distancia. Estos últimos con enfoque desde la investigación académica, los dispositivos disponibles comercialmente y las patentes relevantes. Por último, se explora cómo estas tecnologías pueden impactar positivamente en el bienestar y la salud de las personas.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 TELESALUD

Se le considera telesalud a la provisión de servicios de atención médica, educación sanitaria e información vinculada con la salud a través de las TIC [TAA, 2006]. Este concepto abarca de manera integral todos los elementos y prácticas relacionadas a la atención y los sistemas de salud, los cuales se ejecutan a distancia mediante las tecnologías remotas.

Esta herramienta existe hace más de una década, pero fue en la lucha contra el COVID-19 en donde se aceleró su uso e implementación, permitiendo la atención de pacientes que se encontraban en zonas remotas o con aislamiento obligatorio, y evitando así la propagación de este virus [Khayreddine Bouabida et al., 2022].

De acuerdo con lo expresado por Stefan Escobar, miembro del equipo técnico de la Dirección General de Telesalud, Referencia y Urgencias; la Telesalud se clasifica en cuatro ramas, tales como: Telemedicina, Telegestión, Telecapacitación y TeleIEC (Tele Información, Educación y Comunicación) [Telesalud Minsa Telecapacitaciones, 2023a] (Figura 6).

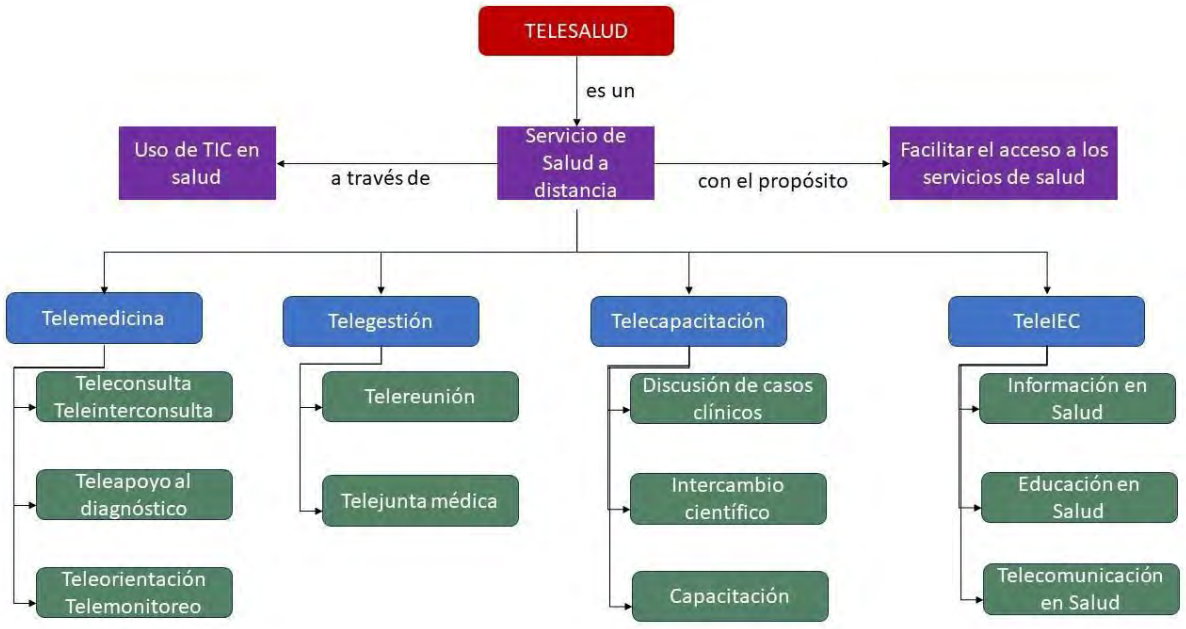


Figura 6. Clasificación de la Telesalud en el Perú [Telesalud Minsa Telecapacitaciones, 2023a].

Dentro del espectro que abarca el proyecto es necesario conocer a mayor profundidad una de las ramas antes mencionadas, la telemedicina.

2.1.1 Telemedicina

La telemedicina se define como "ejercicio clínico a distancia, desarrollado en tiempo real o asincrónico, entre paciente y médico y/o médico a médico por medio de TIC" [SHAVER, J., 2022]. Asimismo, para la Ley N° 30421, es una rama de la telesalud cuyo objetivo es "la prestación de servicios de promoción o fomento, prevención, diagnóstico, recuperación o rehabilitación del individuo, familia o comunidad, a través del uso de TIC" [EL PERUANO, 2023]. Del mismo modo, para el decreto legislativo N° 1490, la telemedicina contiene los servicios:

- **Teleconsulta**: Consulta a distancia entre profesionales de la salud y pacientes utilizando las TIC, con el propósito de ofrecer servicios médicos a distancia, siguiendo las normativas establecidas para la prescripción de tratamientos y otras regulaciones determinadas por el Ministerio de Salud (MINSA).
- **Teleinterconsulta**: Es un proceso de consulta a distancia llevado a cabo entre un profesional de la salud y otro personal médico, con o sin la presencia del paciente, con el fin de orientar, aconsejar y asistir en el proceso diagnóstico del paciente.

- **Teleorientación**: Las acciones realizadas por un profesional de la salud para ofrecer orientación y asesoría a un usuario a través de tecnologías de la información y comunicación.
- **Telemonitoreo**: Es el seguimiento a distancia de la persona usuaria, cuya información clínica se almacena en las entidades proveedoras de servicios de salud y la prescripción de medicamentos es posible bajo el criterio médico.

La tele-estetoscopía, en el marco del presente proyecto, forma parte de la Teleinterconsulta. Desde el punto de vista tecnológico, el estetoscopio es un componente fundamental, por ello se debe tener en cuenta parte de su historia y su importancia en la atención sanitaria. En este sentido, en 1816, René Laennec, joven médico discípulo de Jean Corvisart, quien, en su afán por obtener un mejor diagnóstico clínico de sus pacientes a partir de la adquisición de sonidos pulmonares patogénicos, diseñó este dispositivo médico. Las enfermedades que se lograron diagnosticar a partir de ese entonces, fueron: Enfisema, neumonía, neumotórax y cirrosis alcohólica [MUSSO & ENZ, 2006]. Actualmente, este dispositivo, no ha sido superado, ni abandonado; al contrario, representa al elemento insignia de la profesión médica para la sociedad [DONOSO & ARRIAGADA, 2020].

2.2 ESTADO DEL ARTE

El estado de arte está conformado por una revisión de múltiples proyectos de telemedicina a nivel internacional y nacional; así como el impacto de estos para la democratización de la salud en la población. Por el lado de herramientas tecnológicas se han analizado los múltiples tipos de estetoscopios, tanto digitales como electrónicos, de esta manera se han clasificado como: Dispositivos en investigación o desarrollo, Dispositivos comerciales y Patentes.

2.2.1 Proyectos y avances en Telemedicina

Existen limitados casos de estudio que impliquen el desarrollo de proyectos de telemedicina, esto principalmente por los factores asociados a los altos costos de implementación, escasez de capital humano capacitado, la resistencia a la modificación del flujo de trabajo y la falta de conectividad. Colombia presenta un caso de éxito de la aplicación de telemedicina en zonas rurales, en el que se equipó una unidad móvil con un escritorio, camilla, y sillas; equipo digital para diagnóstico médico: electrocardiograma, estetoscopio, oxímetro, y termómetro; y también TIC: computadora, equipo de videoconferencia y conectividad satelital (Figura 7). Esta unidad se encontraba operada por un médico de atención primaria. Como resultado, se logró atender 108 pacientes en el transcurso de tres días, lo cual permitió diagnosticar oportunamente

enfermedades cardiovasculares y referir a los pacientes que requieren atención más especializada a hospitales de mayor categoría [Cifuentes L., 2021].

Figura 7.Unidad de diagnóstico móvil [Cifuentes L., 2021].

Argentina, a su vez, cuenta con un programa nacional de telesalud, el cual le ha permitido desarrollar la gerencia de conocimiento para la transformación digital; esto es, desarrollo de entornos virtuales, digitalización de historias clínicas, receta electrónica, imágenes y teleconsultas [de Arteche et al., 2020]. Adicionalmente, Brasil implementó un servicio de telecardiología en 104 centros de salud localizados en zonas remotas y de bajos recursos de la región Norte del territorio, el cual se conectó con el Hospital Israelita Albert Einstein. El servicio de telemedicina se brindó previa consulta del paciente con un médico general, quien solicitaba apoyo de un especialista. Se obtuvo una amplia aceptación por parte del personal asistencial y de la población, logrando una atención de 653 pacientes, cuya tasa de asistencia fue de 85,7% [Farah, S., 2023]. Esto evidencia la factibilidad y el potencial de la telemedicina para saltar las barreras de distancia, costos y equidad en salud.

El Perú, por su parte, desde el 2016 se viene impulsando proyectos de telemedicina, esto a partir del proyecto NAPO, en el cual se brindó herramientas de banda ancha, facilitando así el acceso a servicios médicos a más de 3 mil habitantes de la selva amazónica. [CAMACHO-LEON ET AL., 2022]. Adicionalmente, se usaron computadoras embebidas comerciales con una distribución *Linux Voyage* y antenas adecuadas para frecuencias *WiFi*. Todo ello permitió el desarrollo de servicios de telemedicina, tales como: Tele microscopía y tele-estetoscopía. Este último se basó en la transferencia de señales de audio y video entre un estetoscopio digital y una computadora, respectivamente. De esta manera, un médico apoyaba al personal técnico en la auscultación y diagnóstico de enfermedades pulmonares y cardiacas; lo cual brinda mayor confianza a los pacientes para ser atendidos en los puestos de salud, disminuyendo la reticencia hacia la medicina moderna [PRIETO-EGIDO, ET AL., 2014].

Por otro lado, también se ha desarrollado el proyecto de puesta en marcha del plan de conectividad para la cuenca de Río Santiago. [GTR-PUCP, 2022]. Este surgió a partir de una cooperación entre la Secretaría De Gobierno y Transformación Digital de la Presidencia del Consejo de ministros (SGTD PCM) y las Alianzas Multiactor. El trabajo se basó en implementación de una serie de estaciones repetidoras para establecer enlaces inalámbricos y de gran ancho de banda; esto es, acceso a internet y comunicación privada de voz vía IP a través de una red *backhaul* implementada en la banda de 5.8 GHz (Figura 8)

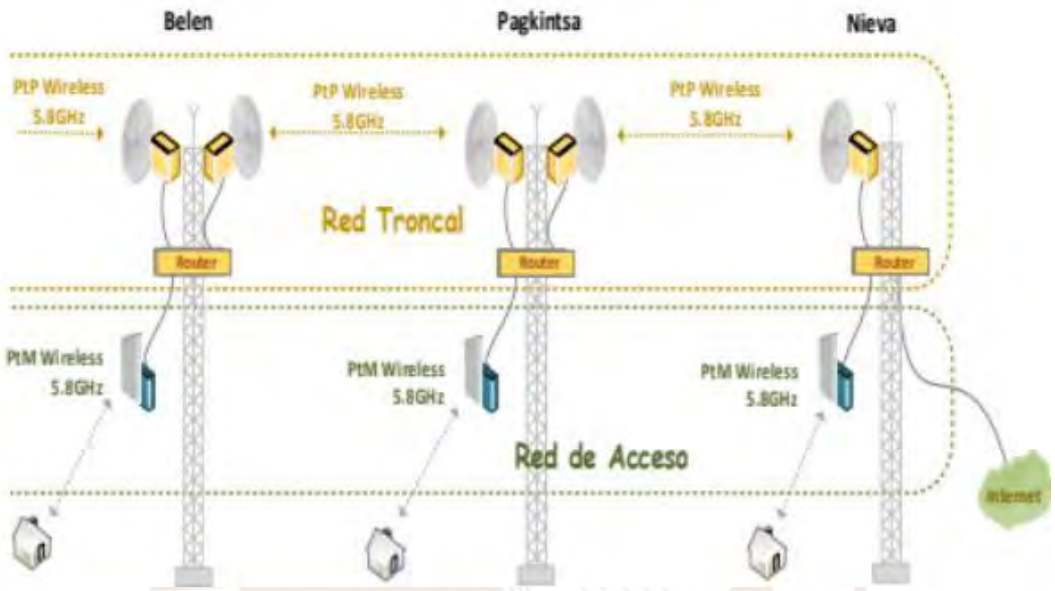


Figura 8.Diagrama de la infraestructura inalámbrica de Río Santiago [GTR-PUCP, 2022].

En cuanto a políticas en el sector salud a favor de la telesalud, en nuestro país, se estableció la Resolución Ministerial N| 081-2022-MINSA, cuyo objetivo fue establecer los requerimientos técnicos mínimos de los equipos necesarios para implementar los servicios de telemedicina. A su vez, países de la región como Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Uruguay y Ecuador han presentado avances notables en cuanto a la implementación de TIC y políticas públicas en busca del crecimiento de la telemedicina y mejora de la calidad de salud, sobre todo en el contexto de la pandemia COVID-19 [CAMACHO-LEÓN ET AL., 2022]. Asimismo, esta situación obligó a las autoridades peruanas a optimizar la estructura y el avance de esta rama de la telesalud en distintos hospitales del país, tales como el Hospital de Emergencias José Casimiro Ulloa, el Hospital Nacional Cayetano Heredia e instituciones como el Centro Nacional de Telemedicina. Lo generado por esta iniciativa implica la elaboración de manuales detallados de procesos y procedimientos para la provisión de servicios de telesalud, destinados a guiar la implementación de las principales modalidades de atención mediante telemedicina. en relación a teleorientación, telemonitoreo, teleinterconsulta, telecapacitación,

telegestión y teleIEC [ESSALUD, 2020] [MINSA, 2022b]. De esta manera, se busca optimizar el aprovechamiento de recursos y agilizar los flujos de trabajo para brindar un mejor servicio de atención.

2.2.2 Dispositivos de investigación

Foche-Perez et al., diseñó un sistema de estetoscopio inalámbrico en tiempo real y de código abierto (Figura 9), junto con un sistema de videoconferencia que permite al especialista supervisar la adecuada auscultación por parte del personal técnico encargado de realizar el examen [FOCHE-PÉREZ, ET AL., 2012].

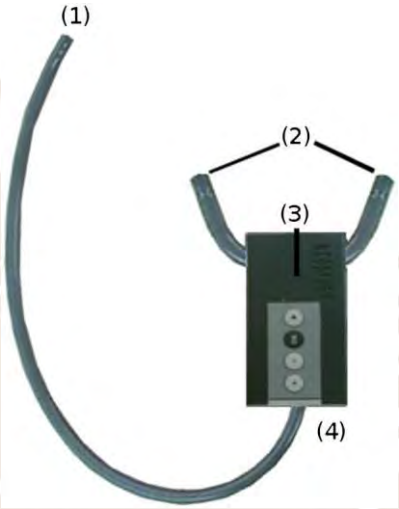


Figura 9. Estetoscopio digital EHAS (Enlace Hispano-Americano de Salud)-Fundatel [FOCHE-PÉREZ, ET AL., 2012].

La Tabla 2 muestra las especificaciones técnicas del estetoscopio inalámbrico antes mencionado.

Tabla 2.Características de estetoscopio inalámbrico [Foche-Pérez et al., 2012]

Parámetro	Valor o característica
Sistema de audio y video	Síncrono sobre redes IP
Necesidad de conexión a internet	No
Calidad de sonido	Permite preservar los sonidos cardiorrespiratorios.
Tipos de sonidos a escuchar	Roncus, estertores y crepitantes, sibilancias, ruidos respiratorios disminuidos y bronquiales, roce pleural por fricción.
Frecuencias de ruidos respiratorios	50 - 1200 Hz.

Por su parte, Abera et al. desarrollaron un estetoscopio electrónico a partir de un estetoscopio acústico convencional, al cual le han añadido un micrófono confiable (rango de frecuencia de trabajo de 20 Hz a 16 KHz y una relación señal-ruido alta (>62 dB)). Adicionalmente, emplearon tubos de grado médico y un cable de audio para computadora. Esta última con el *software* audacity instalado (Figura 10) [ABERA et al., 2022].

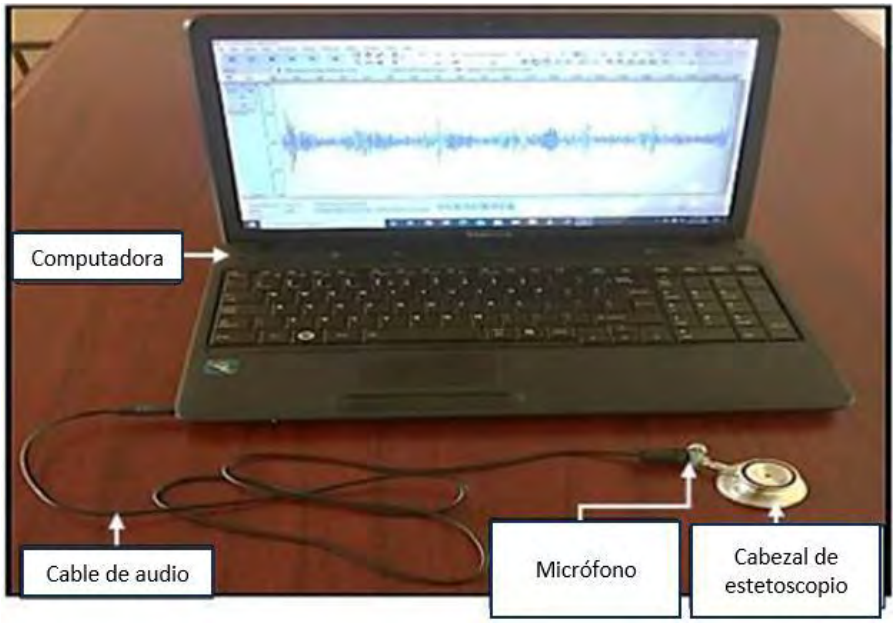


Figura 10. Microscopio electrónico para la adquisición de sonidos pulmonares [ABERA et al., 2022].

Yang et al., frente a la problemática de la falta de desinfección de los estetoscopios y la posibilidad del inminente contagio con COVID-19, desarrollaron un estetoscopio modular capaz de captar sonidos cardiacos y pulmonares sin el contacto con las orejas (Figura 11). Este fue desarrollado usando una computadora Raspberry Pi y el lenguaje de código abierto, Python. Adicionalmente, la auscultación y la transmisión de la información se pudo realizar de manera síncrona y con una correlación significativamente aceptable en comparación con el estetoscopio comercial Litmman 3200, con coeficientes de 0.3245-0.5570 para participantes sanos (p <0,001) [Yang et al., 2021].

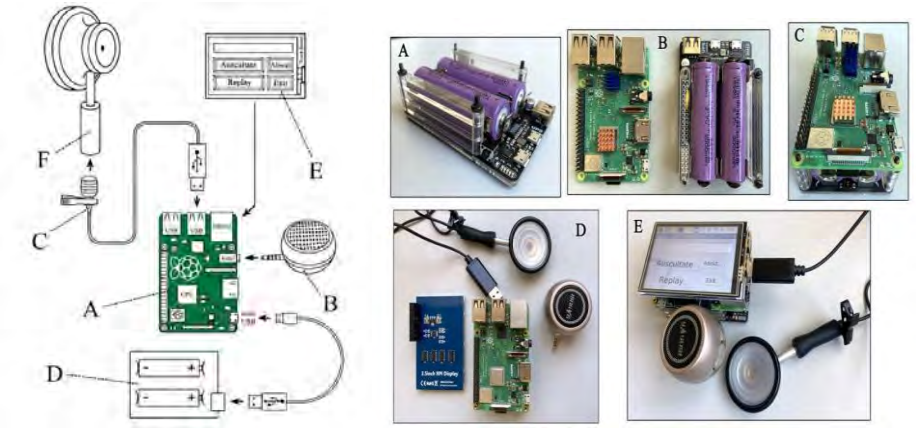


Figura 11. Esquemático de las conexiones del dispositivo (izquierda). Prototipo del dispositivo (derecha) [Yang et al., 2021].

2.2.3 Dispositivos comerciales

Durante la pandemia COVID-19, había una gran urgencia por supervisar de manera sistemática y regular el avance de la enfermedad en los pacientes.; para lo cual, la tele auscultación fue la solución. Esto a través de un Estemoscopio de la marca *Hulu Devices.* Este dispositivo cuenta con una aplicación que permite grabar y ampliar los sonidos en el rango de 20 a 1000 Hz. Todo ello, haciendo uso de audífonos Bluetooth o auriculares con cable (Figura 12) [ZHANG et al., 2021].

Figura 12. (A) Estemoscopio. (B) Aplicación Stemoscopio para registrar los sonidos respiratorios [ZHANG et al., 2021].

También se encuentran estetoscopios electrónicos como los 3M Littmann 3200, los cuales cuentan con una frecuencia de trabajo de 20 Hz a 2 kHz, rango en el que se encuentran la mayor parte de potencia acústica de los sonidos cardiacos y respiratorios (Figura 13) [YOUNESS

ARJOUNE et al., 2023]. Esta información puede ser transmitida a una computadora vía Bluetooth en tiempo real. Sin embargo, de acuerdo con Oliynik, este dispositivo presenta dificultades para poder integrarse a una red de telemedicina si es que no se cuenta con *softwares* ni protocolos para el intercambio de datos [OLIYNIK, 2015].

Figura 13. Microscopio electrónico 3M Littmann 3200 [OLIYNIK, 2015].

Adicionalmente, otro de los estetoscopios digitales capaces de integrarse con teléfonos inteligentes es el Eko Core (Figura 14), el cual ha sido empleado en estudios de telecardiología para el diagnóstico de patologías cardiacas, mostrando sus excelentes resultados en cuanto a facilidad de diagnóstico, adaptabilidad y fácil uso [Behere et al., 2018].

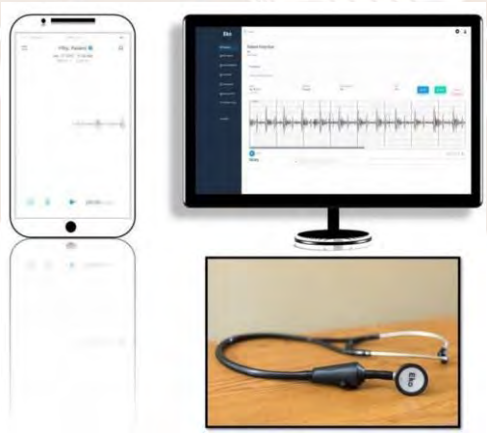


Figura 14. Estetoscopio electrónico Eko Core [Behere et al., 2018].

A su vez, Smartho-D2 (Figura 15), asistido con inteligencia artificial, muestra cualidades similares al Eko Core y cuenta con certificación por parte de *Food and Drug Administration* (FDA) 510K, *National Medical Products Administration* (NMPA) y *Conformité Européenne* (CE); amplia respuesta de frecuencia (20 – 2 kHz) y transmisión de datos grabados vía Bluetooth [Zhang et al., 2024]. A pesar de sus ventajas, estos dispositivos no permiten la

transmisión de datos de manera síncrona, lo cual dificulta la tele interconsulta del mismo tipo [Yang et al., 2021].

Figura 15. Estetoscopio electróncio Smartho-D2 [Minttihealth, 2022].

2.2.4 Patentes

En cuanto a patentes, Wang et al. desarrollaron un estetoscopio electrónico inalámbrico con forma de bolígrafo, el cual cuenta con un sensor para recopilar los sonidos dentro del rango de 20 Hz a 20 kHz, dependiendo del modo de uso; un módulo de comunicación inalámbrico para la transferencia de datos vía Bluetooth hacia una computadora (Figura 16); un módulo de carga y otro de control para recepcionar comandos operativos [WANG, et al., 2014].

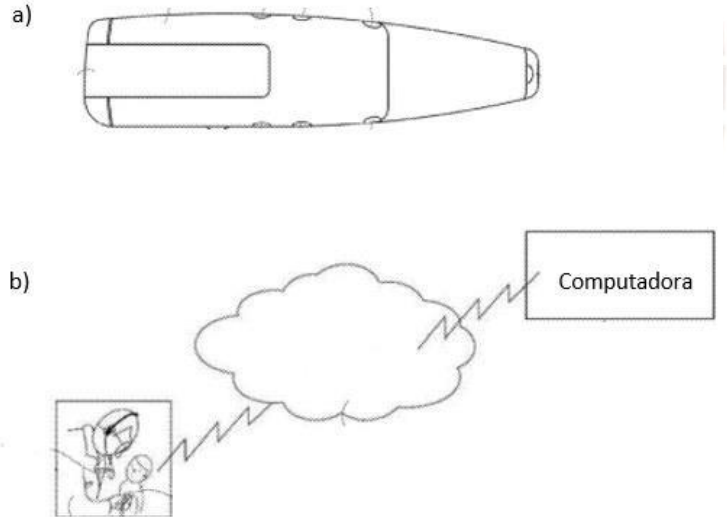


Figura 16. a) Estetoscopio electrónico inalámbrico y b) Transferencia de información [WANG, ET AL., 2014].

Wong V., también patentó un estetoscopio inalámbrico; sin embargo, este presenta una peculiaridad, puesto que está integrado o un adaptador en línea para un estetoscopio convencional (Figura 17). Estos se comunican vía Bluetooth con una aplicación que es capaz de grabar los audios para luego ser exportados y analizados en una computadora [WONG V., 2014].

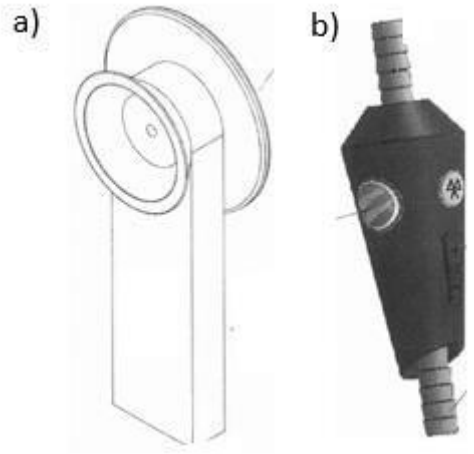


Figura 17. a) Estetoscopio inalámbrico integrado. b) Adaptador de línea para estetoscopio convencional [WONG V., 2014].

Algunos inventores también han patentado estetoscopios electrónicos portátiles innovadores, los cuales cuentan con un múltiples de módulos y sensores que en su conjunto permiten captar señales de audiofrecuencia cardiaca y pulmonar, para posteriormente transmitir esta información a un médico especialista de manera síncrona e inalámbrica (Figura 18) [Liu Y., 2021].

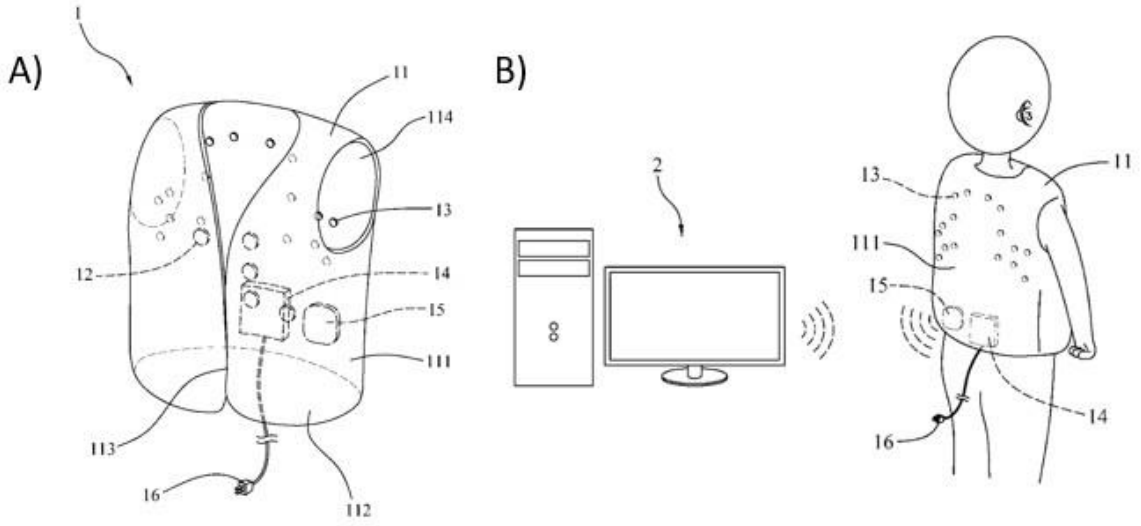


Figura 18. A) Disposición de Estetoscopio Inalámbrico con sensores. B) Captación de señales y transmisión inalámbrica [Liu Y., 2021].

Por otro lado, también se han patentado sistemas y métodos de transmisión inalámbrica entre estetoscopios digitales y otros dispositivos electrónicos, de esta manera se puede seleccionar, según el criterio de usuario, la configuración mecánica conveniente para la auscultación; es decir, si existe la necesidad del uso de los componentes auriculares o si se empleará la transmisión inalámbrica de las señales de audiofrecuencia hacia un dispositivo móvil para posterior diagnóstico (Figura 19) [Subramaniam V. et al., 2021].

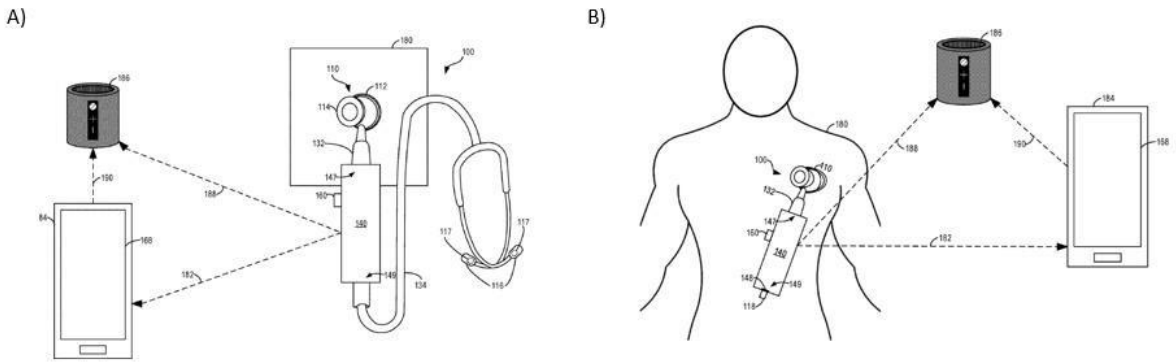


Figura 19. A) Esquemático de estetoscopio electrónico en configuración con auriculares. B) Esquemático de estetoscopio electrónico en configuración de transmisión inalámbrica. [Subramaniam V. et al., 2021].

2.3 IMPACTO DEL PROYECTO

En este apartado se expondrá el impacto que generará este proyecto en el bienestar y la calidad de vida de la población.

2.3.1 Previsión del impacto del Proyecto

La frecuencia y número de muertes debido a infecciones respiratorias agudas (IRA) han mostrado un aumento en años recientes, especialmente en áreas rurales del país [CDC, 2023], reflejando las dificultades y obstáculos que enfrenta la población para obtener atención médica. Estos impactos podrían mitigarse con la disponibilidad de recursos adecuados, incluyendo infraestructura, equipamiento y personal capacitado para la prestación de estos servicios.

Este proyecto establece la base del diseño del servicio de tele-estetoscopía, lo cual permite brindar el acceso a un personal de salud cualificado y equipado con los instrumentos necesarios para llevar a cabo un diagnóstico preciso y/o administrar el tratamiento necesario, todo ello a partir del uso de las TIC. Esto no solo repercute en la cantidad de vidas que podrán salvarse sino en el aumento de la credibilidad en el personal de salud por parte de la población.

Por otro lado, la implementación de este servicio permitirá que el personal de salud siga mejorando en cuanto a conocimientos y habilidades para desempeñar sus funciones de manera óptima, brindando un servicio de calidad.

2.3.2 Innovación y Desarrollo Local

La emergencia sanitaria ocasionada por el COVID-19 evidenció la brecha en cuanto a conectividad digital que existe en el país, sobre todo en las zonas rurales. Rafael et al. realizaron un estudio en la Amazonía en el que se evidenció que existe una correlación entre la brecha

digital y las TIC para controlar la pandemia [RAFAEL J. et al., 2022]. Por ello, es primordial promover el uso de estas tecnologías con el objetivo de democratizar la salud en las poblaciones rurales.

La implementación de este proyecto permitirá aprovechar los beneficios de las TIC y la infraestructura con la que se cuenta gracias al trabajo de EHAS, GTR-PUCP y el Plan Binacional Perú-Ecuador para interconectar personal de salud no experto con especialistas que se encuentran en el Hospital de segundo nivel de atención localizado en Nieva (HISMN). Permitiendo así, no solo salvar más vidas, sino acortar las brechas y establecer una salud igualitaria para la población que más lo necesita.

CAPÍTULO 3

En el presente capítulo se presentará la metodología y su desarrollo. Esta consta de cuatro etapas, las que se mencionan a continuación: Análisis Situacional, Planteamiento de Diseño, Monitoreo y Presupuesto (Figura 20).

En la etapa inicial, se examinarán las características geográficas que influirán en el diseño y alcance del proyecto, teniendo en cuenta también el contexto sociocultural de la comunidad a la que está dirigido. Desde una perspectiva técnica, se evaluará la calidad del servicio de internet disponible, así como la infraestructura y el equipamiento existentes, asegurando que estos aspectos respalden el desarrollo efectivo de la iniciativa. Desde la perspectiva organizacional, se llevará a cabo un análisis detallado de la estructura organizativa de los centros de salud pertenecientes a la Red Condorcanqui. Además, se realizará una cuantificación del personal disponible en estos establecimientos y se evaluarán los flujos de trabajo actuales relacionados con la atención al paciente. Para este propósito, se emplearán guías de práctica clínica, manuales de procedimientos y la información institucional proporcionada por el Ministerio de Salud, garantizando una visión integral y fundamentada del funcionamiento de estos centros.

La etapa de planteamiento de diseño está compuesta por dos componentes principales, el diseño de los protocolos y la selección de tecnologías. El primer componente hace referencia al diseño de protocolos tanto en el ámbito asistencial como en el operacional de la tecnología; esto es, protocolo de atención y tele auscultación diferenciada y estandarizada para niños de 1 a 4 años y adultos mayores de 60 años; para ello se considerará la información recabada en la anterior etapa, el marco legal existente con relación a los servicios de telemedicina, proyectos desarrollados con anterioridad en la zona y artículos relacionados a la estandarización del proceso de auscultación para el diagnóstico de IRA; adicionalmente, se valorarán estos protocolos con el apoyo de, al menos, un médico especialista. Para el segundo componente, en primera instancia, se establecerán las especificaciones técnicas mínimas necesarias para hacer viable la implementación del servicio, esto a partir de fichas técnicas similares propuestas por organismos nacionales, tales como: El Instituto de Evaluación de Tecnologías de Salud e Investigación (IETSI). Con base a ello y los tipos de análisis para la adquisición de equipos médicos [Saleh et al., 2023], se realizará una evaluación multicriterio y selección de las

plataformas de telemedicina y estetoscopios digitales y/o electrónicos que cumplan con los requisitos establecidos. Una vez seleccionadas las tecnologías, se desarrollarán protocolos de usabilidad y gestión de riesgos con base a la información provista por sus manuales de usuario.

En la etapa de monitoreo, se establecerán los *Key Performance Indicator* (KPI) siguiendo las recomendaciones expuestas en el Marco de Implementación de un Servicio de Telemedicina y la Definición de indicadores para proyectos de telemedicina, informes desarrollados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS) en conjunto. Se considerarán las métricas existentes y se propondrán otras que faciliten la toma decisiones informadas.

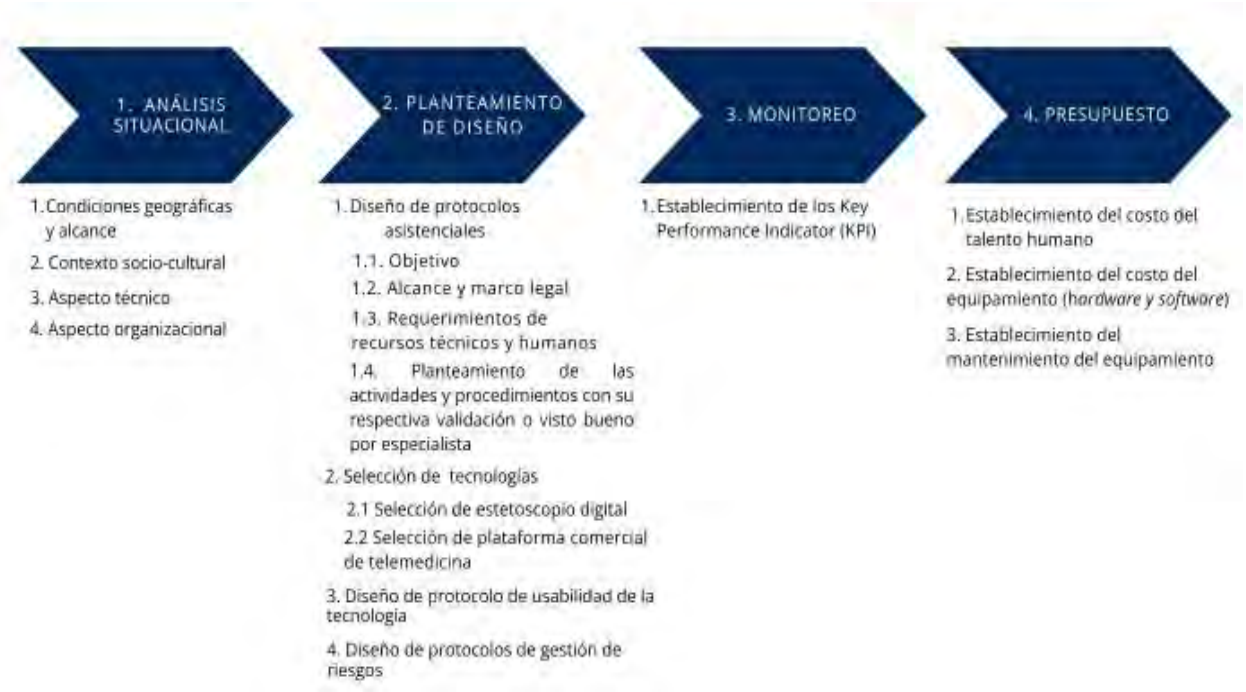


Figura 20. Esquema de la metodología a desarrollar en el Proyecto.

Por último, se calculará un presupuesto estimado para el equipamiento y operación del servicio durante los primeros 5 años de funcionamiento, en el cual se considerará el costo relacionado con el talento humano, el costo del equipamiento y el costo del mantenimiento del mismo.

3. DESARROLLO DE PROTOCOLOS Y SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS PARA EL SERVICIO DE TELE-ESTETOSCOPÍA RURAL PARA LA MICRO RED DE RÍO SANTIAGO

En el presente capítulo se desarrollarán las etapas correspondientes al análisis situacional de la Micro Red de Río Santiago que involucra los aspectos técnicos, interculturales, requerimientos operacionales, legales, de seguridad y tecnológicos; el diseño está conformado por los protocolos y la selección de tecnologías; el monitoreo continuo a partir del establecimiento de los KPI correspondientes y el presupuesto requerido para su implementación y operación.

3.1 Análisis situacional

Antes de realizar un diseño se debe contar con una visión holística del contexto en el que se implementará el proyecto. Por ello, es importante considerar factores geográficos y climáticos, en los que se utilizarán las diferentes tecnologías; aspectos legales que acreditarán su desarrollo y aspectos técnicos que brinden un alcance de lo que se existe y lo que se debe adquirir para poder brindar el servicio de tele-auscultación. El aspecto organizacional actual brindará un alcance de la estructura organizativa de la red de salud; así como la cantidad de personal con el que se cuenta.

Por último, el contexto socio-cultural no se puede dejar de lado, pues es un factor clave al momento de implementar nuevas tecnologías con poblaciones en donde la medicina occidental no es la primera opción.

3.1.1 Condiciones geográficas y alcance

Río Santiago se encuentra dentro de la provincia de Condorcanqui, ubicada en el norte del Perú, limita al norte con Ecuador, al sur con el distrito de Nieva, al este con el departamento de Loreto y al oeste con el distrito de El Cenepa (Figura 21) [JNE, 2018]. Cuenta con una extensión geográfica de 8,035.28 km² [GOB.PE, 2023a]. Su clima es trópico húmedo, presenta temperaturas de hasta 32 ºC y una humedad relativa de hasta el 94%.

El presente diseño está referido a las seis localidades de la provincia de Condorcanqui que formaron parte del proyecto" Implementación de una Solución de Conectividad para la Cuenca del río Santiago" desarrollado por el Plan Binacional Perú-Ecuador en cooperación con otras entidades públicas y privadas [Leon, 2023]. Estas localidades son: Puerto Galilea, Yutupis, Guayabal, Belén, Pagkintsa y Nieva; con una población objetivo de 15 mil personas aproximadamente [GTR-PUCP, 2022].

Figura 21. Mapa del distrito de Río Santiago [Partido Democracia Directa, 2018].

3.1.2 Contexto socio-cultural

El contexto socio-cultural está compuesto por una variedad de valores, creencias y prácticas que definen y moldean la vida de las personas y comunidades. A continuación, se detalla dicho contexto con relación a los pueblos indígenas que forman parte de este distrito, teniendo en cuenta que el 95% de la población está conformada por las etnias Awajun y Wampis [JNE, 2018].

3.1.2.1 Awajun

La población Awajún representa uno de los grupos más numerosos dentro del contexto amazónico del Perú, pues según el censo nacional del 2017, la población asciende a 70,468 personas aproximadamente. Residen principalmente en el departamento de Amazonas; no obstante, también se encuentran en el norte de los departamentos de Loreto, Cajamarca y San

Martin (Figura 22) [Ministerio de Cultura, 2020]. La lengua que hablan es el Awajún, la cual pertenece a la familia lingüística Jíbaro [PEREZ, 2015].

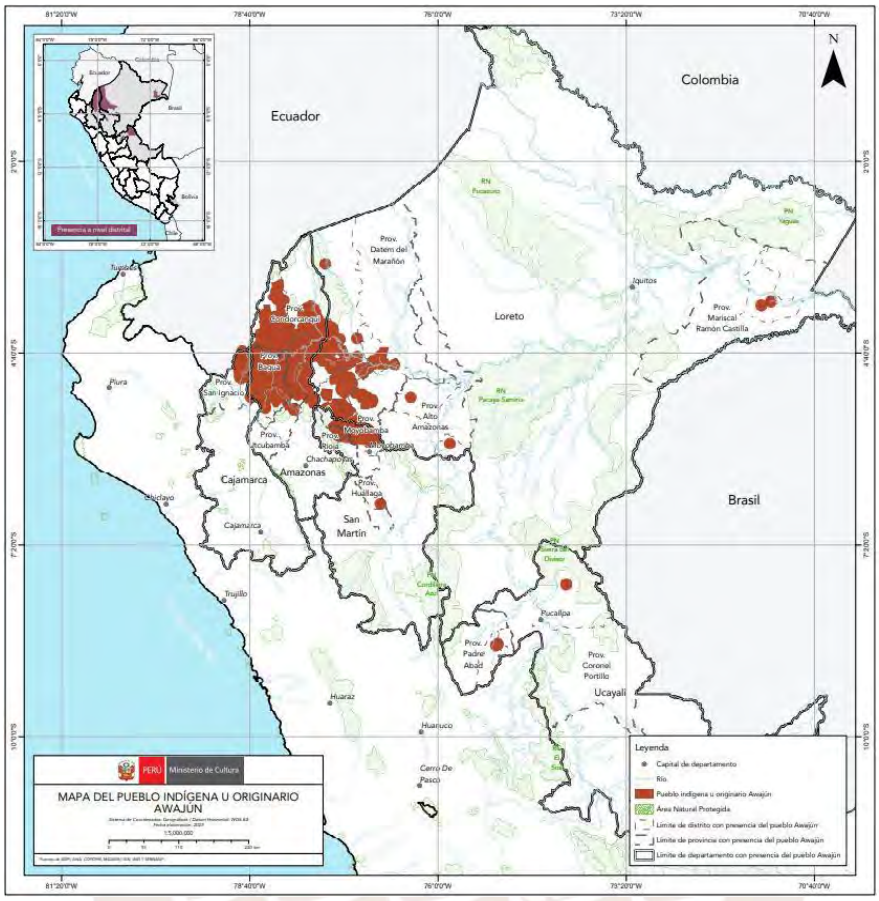


Figura 22. Mapa del pueblo Awajún [Ministerio de Cultura, 2020].

En cuanto a sus costumbres, especialmente en el tema de la medicina, se resalta que ellos cuentan con creencias espiritistas muy arraigadas; es decir, creen mucho en los *iwishín,* los cuales son considerados brujos o curanderos, quienes son los encargados de identificar la causa o el causante de las enfermedades [HERLES et al, 2022] y, en última instancia, recurren a la medicina occidental [Ministerio de Cultura, 2020].

3.1.2.2 Wampis

Los Wampis son un pueblo caracterizado por su aguerrido comportamiento para salvaguardar su espacio territorial; así como una organización política y administrativa acorde a su cosmovisión ancestral [HERLES et al, 2022]. Para los Wampis, el término “enfermedad” implica “empezar a no vivir”, y las actitudes que se toman frente a esta condición son: diagnóstico o clasificación de la enfermedad de acuerdo a sus creencias; identificación de la causa del mal, así como la administración y evaluación de las técnicas del tratamiento

[Ministerio de Cultura, 2019]. Habitan al norte de Amazonas, siendo la vía fluvial su principal medio de transporte (Figura 23) [CAMPOS, 2017].

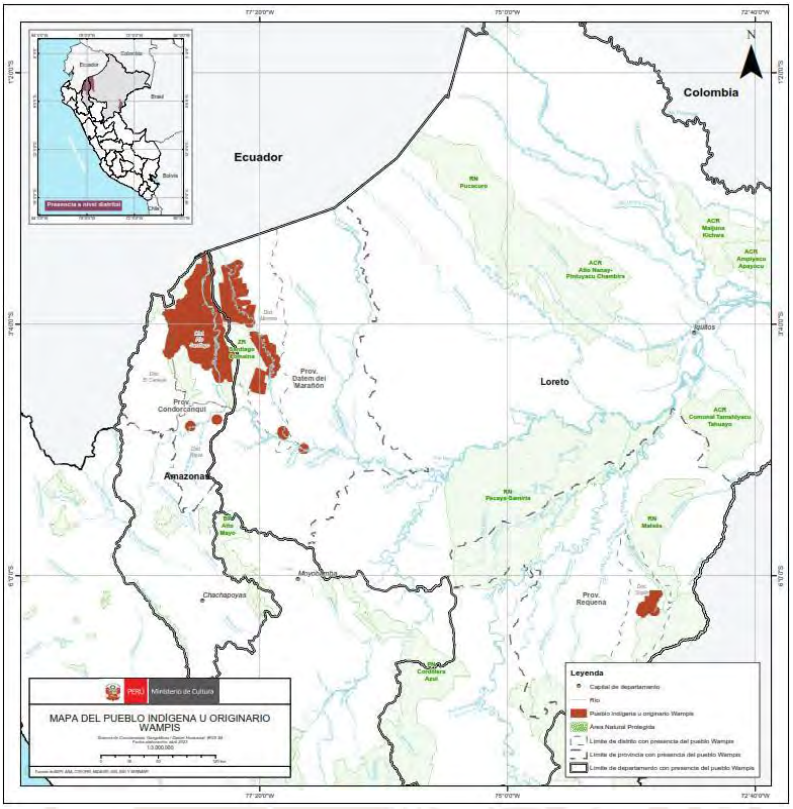


Figura 23. Territorio de los Wampis [Ministerio de Cultura, 2019].

Al pertenecer a la misma familia lingüística y cultural que los Awajún, los Wampis guardan una estrecha relación en cuanto a los mitos, creencias y, sobre todo, al aspecto medicinal; considerando que los espíritus y chamanes están en primer lugar con respecto a la medicina occidental [MEDINA I et al., 2023].

El MINSA ha buscado brindar un enfoque intercultural a las acciones tomadas para el abordaje de los principales problemas sanitarios en estas comunidades. Con ello, se ha procurado establecer consensos entre los jefes, conocidos como Apus, y el cuerpo médico; además, de permitir que pobladores indígenas puedan obtener un título profesional en enfermería, con el objetivo de articular ambos enfoques de medicina [PESSAH, 2016]. Esto conlleva al cierre de brechas interculturales, mejora del estado de salud de la población en las áreas rurales; y, en consecuencia, facilita la viabilidad para desarrollar el servicio de telemedicina rural.

3.1.3 Aspecto técnico

En cuanto a la conectividad, como se indicó en el capítulo anterior, se han implementado proyectos a partir de la cooperación entre la Secretaría De Gobierno y Transformación Digital

de la Presidencia del Consejo de Ministros (SGTD PCM) y las Alianzas Multiactor que han permitido la conectividad en la Micro Red de salud, de esta manera, se ha logrado la provisión de internet vía WiFi cuyas velocidades de carga y descarga son 18 Mbps/2 Mbps y un ancho de banda de 48 Mbps/ 28 Mbps, garantizado al 90% si acceden simultáneamente todos los beneficiarios a la red, permitiendo así el desarrollo del servicio de telemedicina entre el Hospital de Nieva y los centro de salud de Nivel 1 que conforman el proyecto (Figura 24) [GTR-PUCP, 2024].

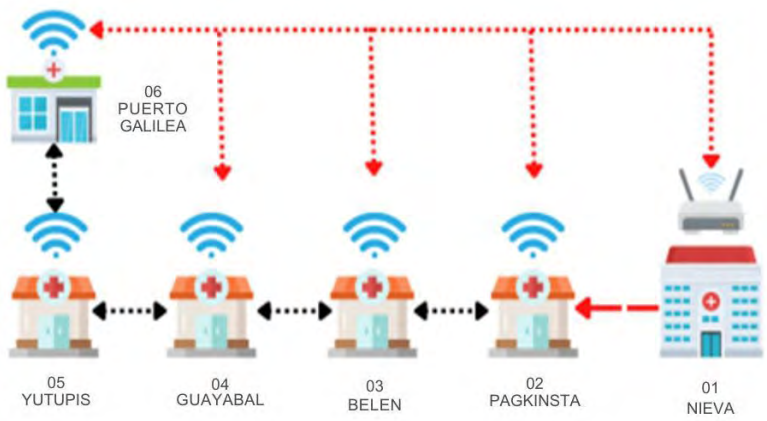
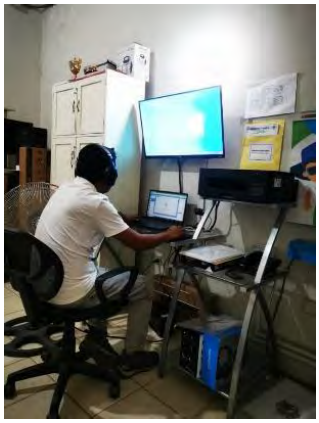


Figura 24. Plan de red inalámbrica para la provisión de servicios de telesalud y telemedicina en las áreas de atención médica [IBARRA, 2023].

Del lado de la infraestructura, los centros de salud en cuestión, actualmente, ya cuentan con ambientes propicios para llevar a cabo servicios de telemedicina, lo cual facilita la implementación del servicio especializado de tele-auscultación (Figura 25) [GTR-PUCP, 2023].

a) Hospital II-1 Santa María de Nieva.



b) CS I-3 Galilea

c) CS I-3 Yutupis, PS I-1 Guayabal, PS I-1 Belén y CS I-3 Pakintsa

Figura 25. Equipamiento del a) Hospital II-1, b) CS Galilea y c) CS y PS involucrados en el servicio de telemedicina [GTR-PUCP, 2023].

De la misma manera, con respecto al equipamiento necesario, cada centro de salud involucrado ya cuenta con los siguientes equipos detallados en la Tabla 3, de acuerdo con la memoria técnica [Y. Untiveros, comunicación personal, 05 de noviembre del 2024].

Tabla 3.Equipamiento para los servicios te de telemedicina [Y. Untiveros, comunicación personal, 05 de noviembre del 2024].

Equipamiento de para telemedicina	Cantidad
Laptop con procesador Intel Core i7, décima Generación o Superior de 16 GB de RAM 512 GB de disco sólido	6
Cámara web	6
Impresora multifuncional	6
Celular inteligente	6
Dispositivo de comunicación fija o móvil, teniendo en cuenta la utilización de la tecnología VoIP.	6
Servidor de 8 GB RAM y 1 TB HDD	6
Smart TV 32”	1
Cable HDMI	6

Con todo ello, ya se han venido realizando servicios de teleinterconsultas, telecapacitaciones, teleconsultas y teleapoyo al diagnóstico en tele-ecografía [GTR-PUCP, 2023].

3.1.4 Aspecto organizacional

La Red de Salud Condorcanqui está conformada por múltiples actores, entre sus funciones, destacan: La planificación, gestión, supervisión y evaluación de los Sistemas Administrativos y de Gestión Sanitaria de sus unidades orgánicas [GOB.PE, 2023b]. Se presenta el organigrama de la red (Figura 26).

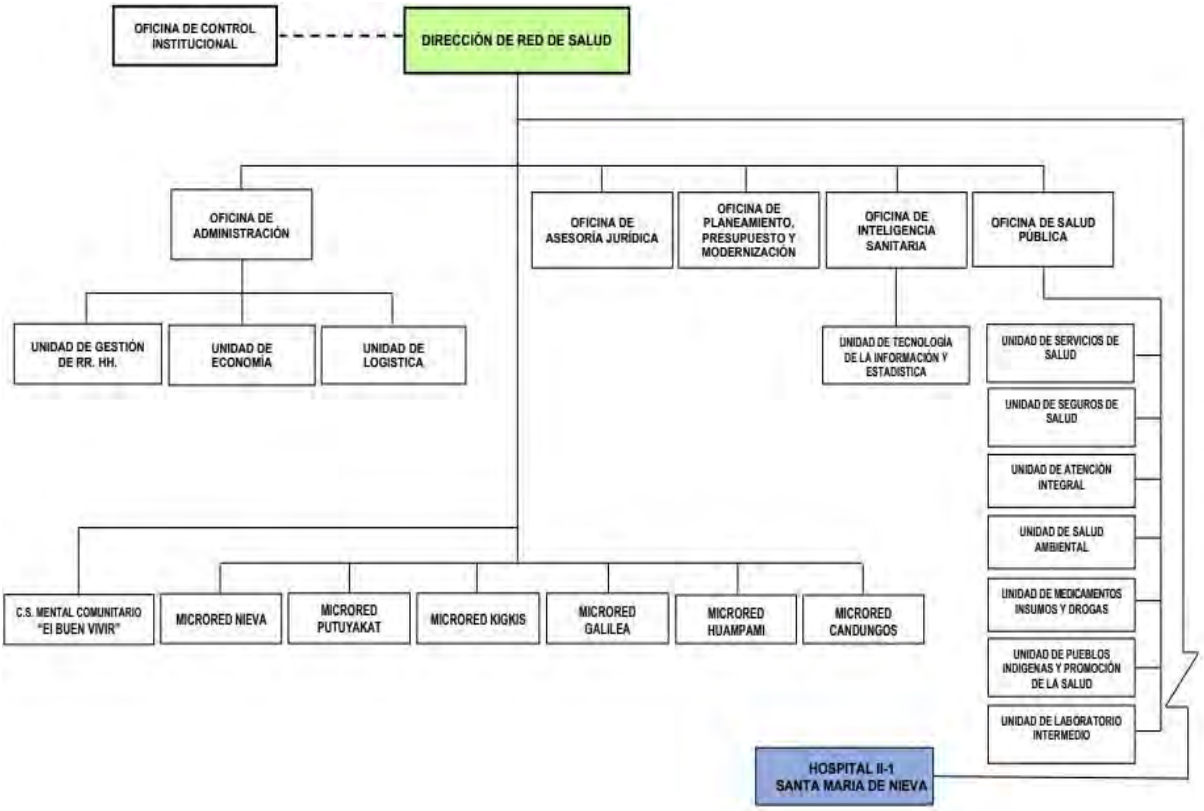


Figura 26. Equipamiento de los establecimientos de salud involucrados en el servicio de telemedicina [GTR-PUCP, 2023].

3.1.4.1 Miembros de salud en la red sanitaria de Condorcanqui

Para el planteamiento de diseño es importante conocer la cantidad de personal de salud con la que cuenta cada uno de los centros sanitarios implicados en el proyecto. En este sentido, en la Tabla 4 se presenta la información requerida, categorizada por localidades y etnias, actualizado al mes de noviembre del 2023. Asimismo, teniendo en consideración lo aprendido en el curso de "Integración de la telesalud en el primer nivel de atención con la aplicación de modelos de simulación" brindado por la OPS (Anexo 1), el personal a cargo, al menos debe ser capaz de

brindar servicios de tres áreas específicas, entre ellas: Área administrativa, área asistencial y área de soporte técnico o tecnológico.

Tabla 4.Categorización y cantidad de personal en los centros de salud involucrados.

Establecimiento de salud	Clasificación	Categoría	Servicios de salud	Etnia	Microred	N° de personal
Hospital Regional de Nieva	Hospital de atención general	II-1	Salud comunitaria y Ambiental Consulta externa médica Patología clínica Medicina General Medicina interna Pediatría Gineco- Obstetricia Cirugía general Anestesiología Centro obstétrico Hospitalización Centro quirúrgico Emergencia Diagnóstico por imágenes Hemoterapia Anatomía patológica	Awajún	-	111
Puerto Galilea	Centro de salud (CS)	I- 3	Salud comunitaria y Ambiental Consulta externa médica Patología clínica	Awajún/Wampis	Galilea	15
Yutupis				Wampis	Galilea	11
Pagkinsta				Awajún	Nieva	7
Belén	Puesto/ Posta de salud (PS)	I- 1	Salud comunitaria y Ambiental Consulta externa médica	Awajún	Galilea	5
Guayabal				Wampis	Galilea	3

También es importante conocer el flujo actual o protocolo de atención y/o diagnóstico que se sigue para las IRA en puestos o postas de salud, con el objetivo de que los protocolos que se establezcan para el servicio de telemedicina no modifiquen significativamente el procedimiento habitual de los médicos o personal técnico. De esta manera se busca evitar el rechazo a la adopción de nuevas tecnologías o soluciones innovadoras en salud, y, en consecuencia, a la telemedicina.

El flujo de atención de la Red de Salud ya se encuentra estandarizado y parte por considerar la gravedad del paciente para definir si el paciente pasará por un proceso de admisión/triaje o será atendido por emergencia [Prieto Tostado, 2023]. En el segundo caso, al tratarse de IRA que requieran el apoyo de un médico especialista, se realizará el servicio de teleinterconsulta, con el propósito de brindar una atención oportuna y de calidad, que ahorre el tiempo y los costos involucrados en el traslado del paciente para salvar su vida (Figura 27).

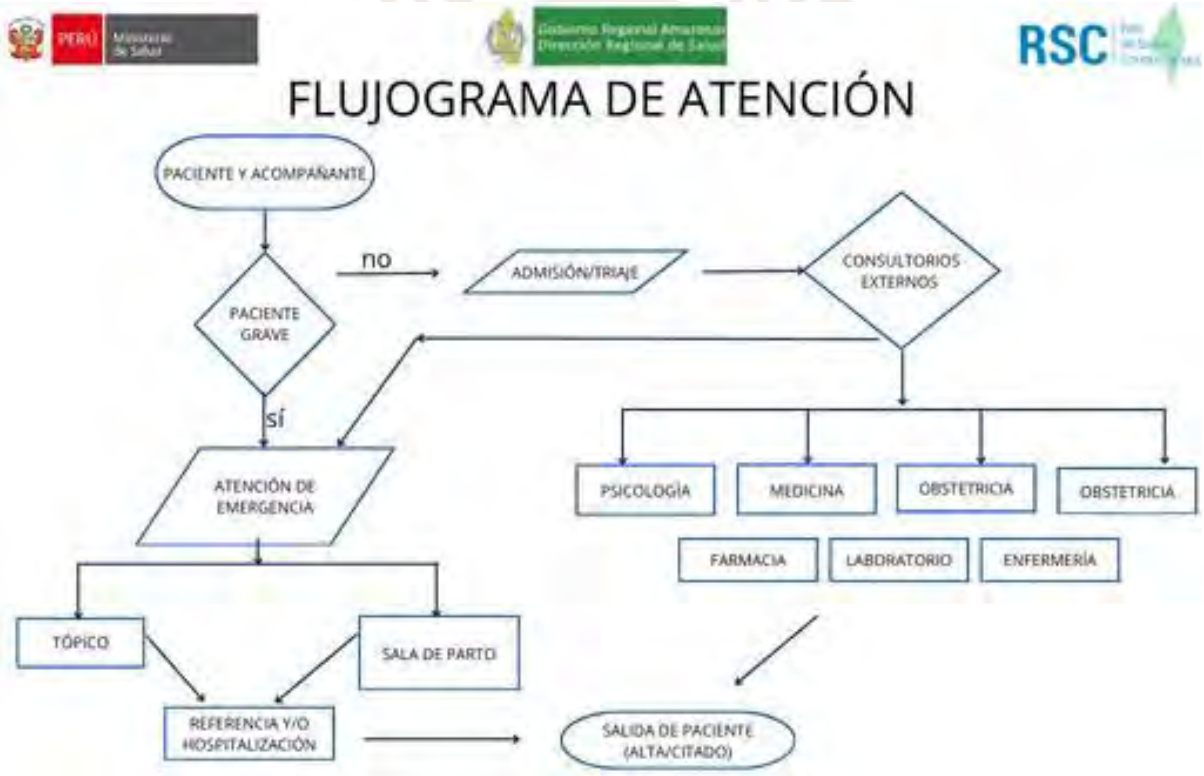


Figura 27. Diagrama de flujo asistencial de la Red de Salud de Condorcanqui [Prieto Tostado, 2023].

En el contexto de niños que no han alcanzado los 12 años de edad y que han sido diagnosticados con neumonía se cuenta con un protocolo asistencial que se debe seguir en la posta o centro médico antes de referir a una institución de salud que proporciona un mayor nivel de atención (Anexo 2) [GOB.PE, 2019].

3.2 Planteamiento del diseño

Con base en el análisis situacional evaluado previamente, se establece el planteamiento de diseño de los protocolos de tele-auscultación para niños menores de 5 años y adultos mayores con indicios de IRA. Estos están compuestos por objetivo, alcance, marco legal, equipos e insumos, recursos humanos y procedimiento, considerando la estandarización diferenciada de la auscultación.

3.2.1 Diseño de protocolos de tele - auscultación

3.2.1.1 Objetivo

Este protocolo tiene como objetivo cubrir de manera eficiente y efectiva la escasez de médicos especialistas en los establecimientos de salud que constituyen el primer nivel de atención, con el fin de brindar un servicio de teleinterconsulta a la población de Río Santiago, pero especialmente a los grupos etarios más prevalentes de IRA.

3.2.1.2 Alcance

Este documento está dirigido al personal asistencial perteneciente a las instalaciones sanitarias de Río Santiago y también el HISMN.

3.2.1.3 Marco legal

El desarrollo del protocolo debe estar de acuerdo con el marco legal y regulatorio vigente en Perú, la cual regula los servicios a brindar en el marco de la telesalud. Adicionalmente, se debe tomar en cuenta las regulaciones que establece el gobierno regional de Amazonas. A continuación, se mencionan dichas normas y regulaciones:

- **Código Prestacional 907 "Atención por Telesalud" brindado en Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud - IPRESS de I, II Y III Nivel de Atención**
  Se establece que el Seguro Integral de Salud (SIS), como organismo público ejecutor del Ministerio de Salud, tiene la función de administrar los recursos financieros destinados al financiamiento de servicios de salud, así como de ofrecer cobertura de riesgos sanitarios a sus afiliados.
- **NTS en Telesalud Nº 067-MINSA/DG**
  Expone las directrices sobre el funcionamiento de los establecimientos de salud y los servicios de atención médica en el contexto de las TIC.
- **Ley N° 30421**

Facilita la puesta en marcha y la expansión de los servicios de salud de manera eficiente a fin de incrementar la cobertura a través de las TIC.

- **DL N° 1303**

  Decreto Legislativo que busca optimizar los procedimientos relacionados con Telesalud.

- **DSN° 028-2005-MTC**

  Se ratifica la aprobación del Plan Nacional de Telesalud, estableciendo las políticas y estrategias para el progreso del sistema de salud a nivel nacional.

- **Decreto Supremo 003-2013-JUS**

  Permite brindar el consentimiento libre, informado y voluntario que facilite su tratamiento.

- **RM N° 365-2008**

  Corresponde a la "Norma Técnica de Salud en Telesalud"

- **RJ N° 231-2017/SIS,**

  "Se ratifica la Directiva Administrativa que establece la regulación para registrar los servicios proporcionados a los asegurados en el contexto de Telesalud SIS dentro de las IPRESS públicas"

- **Resolución Ministerial N° 117-2020/MINSA,**

  "Se ratifica la Directiva Administrativa N° 285-DIGTEL-2020/MINSA para la implementación y desarrollo de los servicios de telemedicina en modalidades síncrona y asíncrona"

- **Ley General de Salud N° 26842 y sus enmiendas posteriores**

3.2.1.4 Equipamiento

De acuerdo a la Dirección de Telemedicina, el equipamiento electrónico básico para implementar un servicio de telemedicina es el siguiente (Tabla 5) (Figura 28) [Telemedicina MINSA, 2023]

Tabla 5. Equipamiento en el primer y segundo nivel de atención para tele-auscultación [Telemedicina MINSA, 2023]

Equipamiento de tele-auscultación en el Nivel I	Equipamiento de tele-auscultación en el Nivel II
• Laptop con procesador Intel Core i7, décima Generación o Superior de 16 GB de RAM 512 GB de disco sólido	• Laptop con procesador Intel Core i7, décima Generación o Superior de 16 GB de RAM 512 GB de disco sólido

Equipamiento de tele-auscultación en el Nivel I	Equipamiento de tele-auscultación en el Nivel II
• Servidor de 8 GB RAM y 1 TB HDD • Cámara web • Estetoscopio digital • Impresora multifuncional • Celular inteligente • Dispositivo de comunicación fija o móvil, teniendo en cuenta la utilización de la tecnología VoIP.	• Servidor de 8 GB RAM y 1 TB HDD • Smart Tv • Equipo de videoconferencia con puerto USB • Cable HDMI • Impresora multifuncional • Celular inteligente • Dispositivo de comunicación fija o móvil, teniendo en cuenta la utilización de la tecnología VoIP.

Figura 28. Equipamiento en el primer y segundo nivel de atención para tele-auscultación [Telemedicina MINSA, 2023]

3.2.1.5 Recursos humanos

La OPS, sugiere que, tanto en el primer nivel, como en el segundo nivel de atención, se tengan en cuenta los siguientes actores: Personal administrativo y soporte técnico. Adicionalmente, en el primer nivel se debe incluir un técnico enfermero y un intérprete español- awajún. Este último es indispensable para evitar la barrera del idioma y entendimiento, en su totalidad, de las indicaciones médicas. Por otra parte, en el segundo nivel, se debe contar adicionalmente

con un médico especialista que brinde el soporte necesario durante la realización de la tele-auscultación [OPS, 2024] (Figura 29).

Figura 29. Recursos humanos clave para el desarrollo del servicio de tele-auscultación [OPS, 2024]

3.2.1.6 Procedimiento y actividades

El procedimiento y las actividades se han organizado en una Ficha Técnica de Procedimiento de Teleinterconsulta en donde se detallan las funciones y actividades de cada miembro encargado del servicio de telemedicina (Tabla 6).

Tabla 6.Ficha Técnica de Procedimiento de Teleinterconsulta

Ficha Técnica de Procedimiento de Teleinterconsulta	
Nombre	Teleinterconsulta síncrona
Alcance	Desde la programación de la tele-interconsulta hasta la actualización de la historia clínica
Definiciones	**Profesional de salud consultado:** Médico especializado que brinda apoyo en la promoción, prevención, diagnóstico, tratamiento y recuperación de la salud del paciente utilizando las TIC. **Personal de salud consultante:** Médico cirujano, enfermero/a u otro personal capacitado en cuidados de salud, competente en el uso de TIC y colaborador del profesional de salud consultado.

Ficha Técnica de Procedimiento de Teleinterconsulta			
Definiciones	**IPRESS Consultora:** Institución de salud registrada en el Registro Nacional de Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud (Renipress), con capacidad de Teleinterconsulta y equipada con la infraestructura TIC necesaria para apoyar a las IPRESS Consultantes. **IPRESS Consultante:** Institución de salud ubicada en áreas con limitado acceso a especialistas médicos, equipada con TIC para establecer comunicación con las IPRESS Consultoras y mejorar la atención médica local. **Personal administrativo:** Profesional con conocimiento del sistema o plataforma para el servicio de telemedicina para el agendamiento y de citas y las encuestas posteriores. **Intérprete español-awajún:** Persona encargada de traducir las indicaciones del personal de salud para un mejor entendimiento del paciente. **Ingeniero de TIC:** Profesional ingeniero encargado de monitorear el estado de las TIC.		
Siglas	**FAT:** Formato Atención en Teleinterconsulta **SIS:** Sistema Integral de Salud **CI:** Consentimiento Informado **HIS:** *Hospital Information System* **HCE:** Historia Clínica Electrónica		
N°	**Actividad**	**Documentos generados**	**Responsable del puesto**
1	Explicar e informar al paciente sobre el CI y solicitar DNI o CNV		Personal de salud consultante e Intérprete español-awajún
	Enviar una Solicitud de teleinterconsulta, adjuntando, CI, Foto nítida del DNI o certificado de nacido vivo (CNV) del paciente, datos clínicos del paciente.	• FAT • DNI o CNV	Personal administrativo
2	Revisar la solicitud de la IPRESS consultante		Personal administrativo
	¿Es una teleinterconsulta por emergencia?		
	Sí: Proseguir con el paso 21 **No: Proseguir con el paso 3**		

N°	Actividad	Documentos generados	Responsable del puesto
3	Revisar todos los formatos correspondientes (FAT, CI, DNI o CNV, Datos clínicos)		Personal administrativo
	¿Se han llenado correctamente?		
	Sí: Proseguir con el paso 5 **No: Proseguir con el paso 4**		
4	Enviar correo con las observaciones, fin.		Personal administrativo
5	Revisar los horarios disponibles y coordinar interconsulta		
6	Apertura HCE e ingresar los datos correspondientes	HCE	
7	Programar videoconferencia entre los agentes de salud asistenciales		
8	Verificar la red y el funcionamiento de la plataforma para la teleinterconsulta		Ingeniero de TIC
	¿La red es estable?		
	Sí: Seguir con la actividad 10 **No: Seguir con la actividad 9**		
9	Solucionar problemas de red, fin.		Ingeniero de TIC
10	Aplicar el procedimiento de usabilidad		Personal de salud consultante
11	Aperturar la sala de videoconferencia		Profesional de salud consultado
	¿Personal de salud consultante se conecta durante su turno?		
	Sí: Proseguir con el paso 13 **No: Proseguir con el paso 12**		
12	Registrar que el personal de salud consultante no se conectó, Fin.		Profesional de salud consultado

N°	Actividad	Documentos generados	Responsable del puesto
13	Realizar videoconferencia		Personal de salud consultante
	¿El paciente es menor de 5 años?		
	Sí: Proseguir con el paso 14 **No: Proseguir con el paso 15**		
14	**Seguir el procedimiento estandarizado de auscultación para menores de 5 años**		Personal de salud consultante e Intérprete español-awajún
15	**Seguir el procedimiento estandarizado de auscultación para adultos mayores**		
16	Evaluar el caso y emitir el diagnóstico		Profesional de salud consultado e Intérprete español-awajún
17	Generar documentos	HIS, FAT respuesta	Profesional de salud consultado
18	Almacenar y/o actualizar la HCE en los servidores		Personal de salud consultante
	¿Requiere reevaluación?		Profesional de salud consultado
	Sí: Sigue con la actividad 19 **No: Sigue con la actividad 20**		
19	Agendar cita		Personal administrativo
20	Almacenar y actualizar la HCE en los servidores		
21	Generar HCE sucinta. Pasar a la actividad 7		

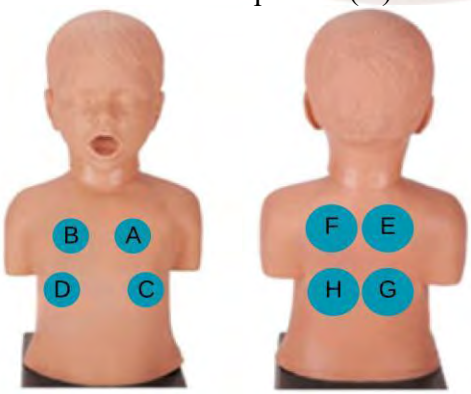
El flujograma del protocolo se visualiza en los Anexos 3, 4 y 5, este representa gráficamente las actividades dentro del campo de acción de cada miembro responsable de la función.

3.2.1.7 Procedimiento estandarizado de auscultación para niños de 1 a 4 años

De acuerdo con la investigación [Ellington et al., 2012] se desarrolló un protocolo de

auscultación de niños menores de 4 años para el diagnóstico de IRA, tales como neumonía, mediante un estetoscopio digital. Este procedimiento cuenta con el visto bueno de Claudia Rocha, especialista en neumología del Hospital Edagardo Rebagliati Martins, por lo cual formará parte del presente protocolo [Claudia Rocha, comunicación personal, 2024] (Ver Anexo 6) (Tabla 7).

Tabla 7.Tele-auscultación estandarizada para niños de 1 a 4 años

N°	Actividad	Documentos generados	Responsable del puesto
14.1	Encender el estetoscopio digital		Personal de salud consultante
14.2	Conectar el estetoscopio y la plataforma vía bluetooth		Personal de salud consultante
14.3	Solicitar que realice el proceso de auscultación pulmonar del niño		Profesional de salud consultado
14.4	Realizar la auscultación en 8 campos corporales (Figura 30) con una duración de 10 s cada una, bajo condiciones normales de respiración, en el siguiente orden: 1. Frontal superior izquierdo (A) 2. Frontal superior derecho (B) 3. Frontero-lateral inferior izquierdo (C) 4. Frontero-lateral inferior derecho (D) 5. Posterior superior derecha (E) 6. Posterior superior izquierda (F) 7. Posterior inferior derecha (G) 8. Posterior inferior izquierda (H)  Figura 30. Campos corporales de auscultación pulmonar para niños de 1 a 4 años [Ellington et al., 2012].	Archivos de audio	Personal de salud consultante

N°	Actividad	Documentos generados	Responsable del puesto
14.5	Escuchar los archivos de audio		Profesional de salud consultado

La Figura 31 muestra el protocolo de manera gráfica para la estandarización de la auscultación de pacientes en el rango de 1 a 4 años.

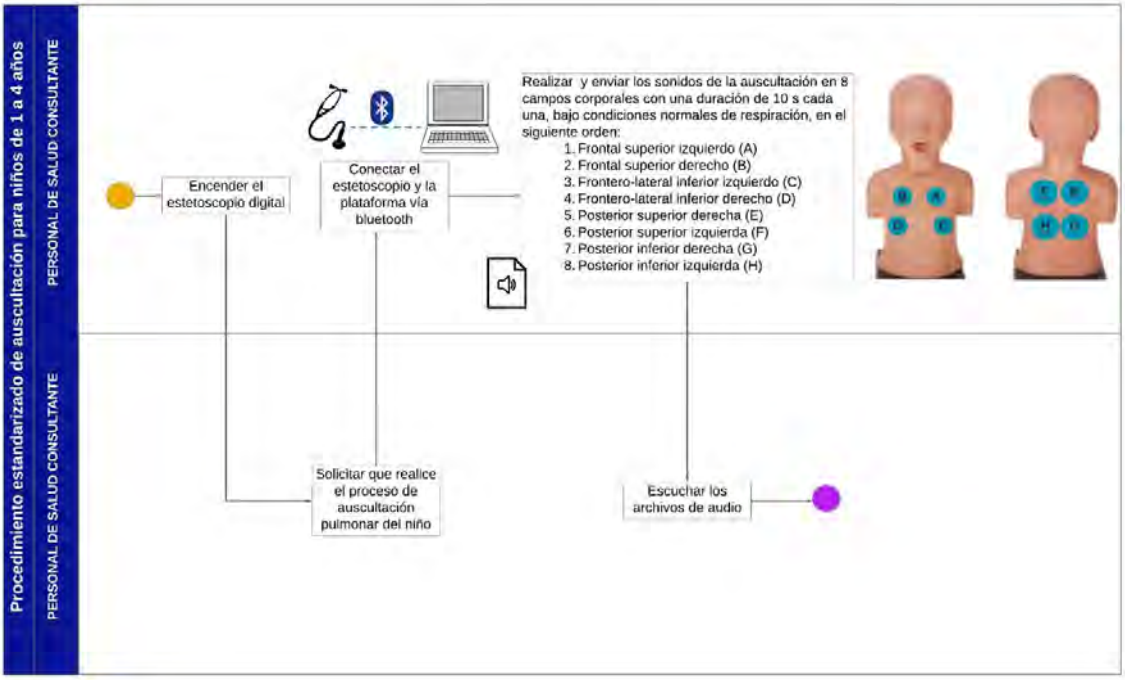
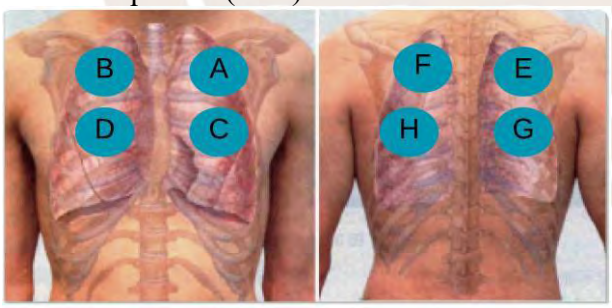


Figura 31. Protocolo estándar de tele auscultación para menores de 5 años.

3.2.1.8 Procedimiento estandarizado de auscultación para adultos mayores

A partir de un estudio realizado con el objetivo de describir las características auscultatorias inherentes a la neumonía por SARS-CoV-2 mediante el uso de un estetoscopio inalámbrico, se pudo identificar un estándar de auscultación [ZHANG et al., 2021], el mismo también ha sido empleado por [Huang et al., 2023] en una investigación para analizar los sonidos pulmonares basado en deep learning. Sin embargo, Ye et al. (2022) identificaron que los puntos de auscultación localizados en la región infraescapular tienen una alta probabilidad de captar falsos crepitantes, lo que conlleva a un falso diagnóstico de neumonía. Por ello, y con el visto bueno de Claudia Rocha, se modificó el protocolo establecido por Zhang et al. (2023) para cumplir con los objetivos auscultatorios (Tabla 8).

Tabla 8.Tele-auscultación estandarizada para adultos mayores

N°	Actividad	Documentos generados	Responsable del puesto
15.1	Encender el estetoscopio digital		Personal de salud consultante
15.2	Conectar el estetoscopio y la plataforma vía bluetooth		Personal de salud consultante
15.3	Solicitar al personal de salud que realice el proceso de auscultación pulmonar del adulto		Profesional de salud consultado
15.4	Realizar la auscultación en 12 campos corporales (Figura 32) con una duración de 4 s cada una, con una respiración que consta de 2 s de inspiración y 2 s de espiración, en el siguiente orden: 1. Segundo espacio intercostal izquierdo-derecho (A-B) 2. Cuarto espacio intercostal izquierdo-derecho (C-D) 3. Región supraescapular derecha-izquierda (E-F) 4. Región interescapular media derecha-izquierda (G-H)  Figura 32. Campos corporales de auscultación pulmonar para adultos mayores [ZHANG et al., 2021].	Archivos de audio	Personal de salud consultante
15.5	Escuchar los archivos de audio		Profesional de salud consultado

En la Figura 33 se muestra el diagrama del protocolo estándar para la tele-auscultación de adultos mayores.

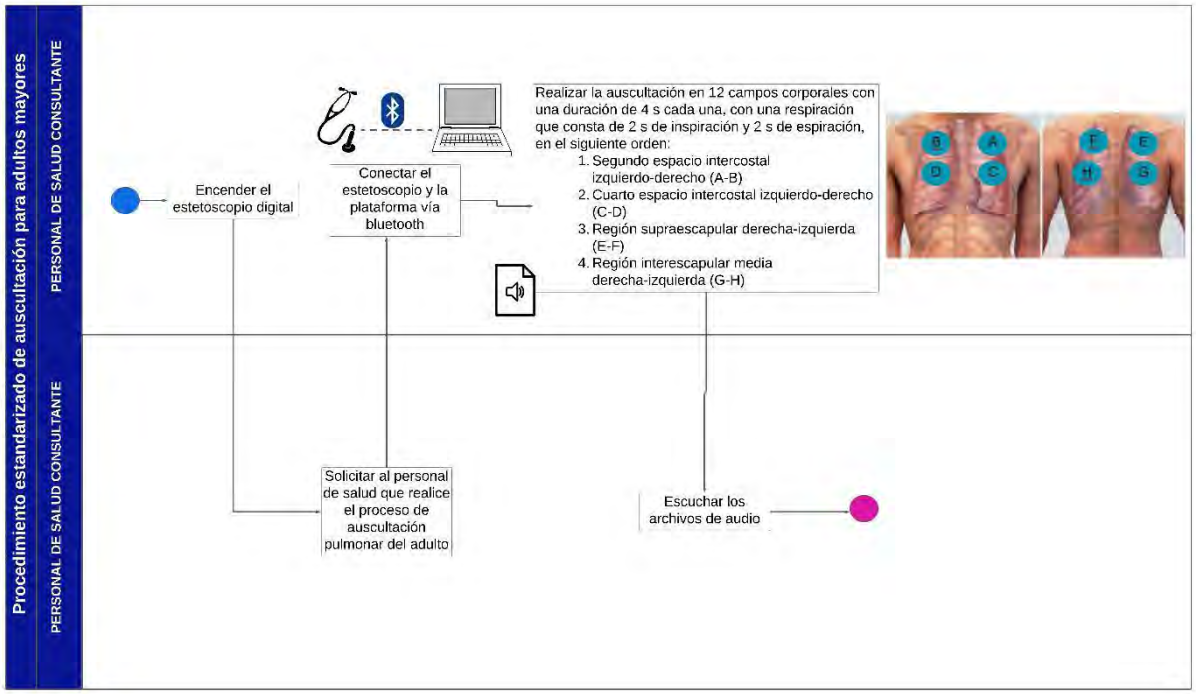


Figura 33. Protocolo estándar de tele auscultación para adultos mayores

3.2.2 Selección de tecnologías

Esta etapa consiste en el establecimiento de los requerimientos mínimos necesarios para evaluar y seleccionar tecnologías que cumplan con los requisitos y demandas de la población objetivo, asegurando así, la adecuación a sus necesidades, que sean costo - eficientes y coadyuven en una mejor atención del paciente. En la preparación de las especificaciones técnicas se tuvieron en cuenta las pautas contenidas en el conjunto de documentos del instructivo titulado "Formulación de Especificaciones Técnicas para la Contratación de Bienes y Términos de Referencia para la Contratación de Servicios y Consultorías en General". [GOB.PE, 2022]. También se tomaron en cuenta las fichas técnicas referenciales provistas por el IETSI [IETSI, 2023]. Por último, se analizaron múltiples criterios de selección [Saleh et al., 2023], los cuales fueron cuantificados a partir de un punto de vista objetivo, por las especificaciones técnicas establecidas; y otro subjetivo, por la información analizada en la etapa de Análisis situacional y la satisfacción de necesidades del usuario.

Adicionalmente, se ha desarrollado una matriz de puntuación a partir de los requerimientos establecidos.

3.2.2.1 Requerimientos técnicos

Se establecen los requerimientos mínimos y especificaciones técnicas del estetoscopio digital y/o electrónico (Tabla 9).

Tabla 9.Especificaciones técnicas para el estetoscopio [GOB.PE, 2022] [IETSI, 2023].

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
A. Denominación técnica	Estetoscopio digital
B. Descripción funcional	Dispositivo médico usado para la auscultación pulmonar y cardiaca.
C. Características generales	Amplifica los sonidos corporales internos
	Reproducción en auriculares o altavoces
	Permite filtrar el ruido ambiental para escuchar los sonidos con mayor precisión y claridad
	Capacidad de grabar, almacenar y transmitir los sonidos de auscultación a través de la tecnología bluetooth.
D. Componentes y características del dispositivo médico	**Auriculares**
	Con olivas auriculares reemplazables y adaptables al tubo de conexión
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
	Tubo de conexión
	Componente necesario, pero no indispensable puesto que el dispositivo puede ser inalámbrico
	Cabezal
	Cuenta con un cabezal adaptable para niño y adulto, o en su defecto, presenta cabezales de diferentes tamaños
	Amplificación mínima de 20x
	Capacidad de captar sonidos pulmonares asociados con el diagnóstico de neumonía, tales como: roncus, crepitaciones gruesas y crepitaciones finas que se encuentran alrededor de las frecuencias 150, 350 y 650 Hz, respectivamente [Bertrand Z. et al., 2020] [Kim et al., 2022].
	Material de acero inoxidable, aluminio u otro de mejor calidad
	Certificado internacional
	El dispositivo cuenta con certificado FDA (*Food and Drug*

	Administration), ISO 13485 o marcado CE (Certificado Europeo)
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
	Certificado nacional
	Registro sanitario emitido por DIGEMID (Dirección General de Medicamentos e Insumos y Drogas)
	Software y Hardware
	Cuenta con software que permite enviar los sonidos de auscultación desde el estetoscopio hacia la laptop o a un celular inteligente
	El *software* es capaz de eliminar ruidos del ambiente para escuchar los sonidos de auscultación claramente
	Autonomía
	Batería de Li-ion, recargable, incorporada en el dispositivo y que brinde una autonomía de 120 minutos o mayor
	Conectividad
	Wi-fi o Bluetooth

También se establecen las especificaciones técnicas y requerimiento mínimos para la plataforma de telemedicina (Tabla 10).

Tabla 10.Especificaciones técnicas para la plataforma de telemedicina [IETSI, 2023].

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
A. Denominación técnica	Plataforma para servicios de telemedicina
B. Descripción funcional	*Software* de información clínica para telemedicina que brinda las siguientes funcionalidades: Organización de citas, gestión de agendas, transferencia de archivos del paciente, identificación y administración de registros clínicos, sistema de historias médicas, comunicación por mensajería, medidas de seguridad y otras funciones relevantes.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
C. Características generales	Permite la elaboración de diagnósticos
	Permite el envío, almacenamiento y reproducción de información fisiológica de los pacientes
	Gestión de la información clínica
D. Componentes y características del dispositivo médico	**Videoconferencia**
	La plataforma cuenta con una aplicación de videoconferencia integrada o permite la fácil gestión de una sin la necesidad de implementarla por separado.
	Manejo de perfiles diferenciados
	Cada miembro del servicio de telemedicina tiene su respectivo usuario con contraseña para ingresar a la plataforma
	Agenda
	El *software* cuenta con una base datos de los usuarios del servicio de telemedicina
	Programación de citas
	El *software* permite la programación de citas para la teleinterconsulta
	Historia clínica electrónica
	El *software* permite generar una historia clínica o expediente clínico del paciente
	Almacenamiento y transmisión de señales de audio
	Permite la interconexión con un dispositivo médico digital vía wifi o Bluetooth para la auscultación del paciente por parte del personal de salud
	Los sonidos de auscultación pueden ser grabados y transmitidos de manera síncrona hacia al profesional de salud consultado
	Interoperabilidad
	Cuenta con protocolos HL7 (*Health Level Seven*) integrados
	Base de datos
	Almacenamiento en la nube o un servidor físico.
	Recetas electrónicas

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
	Permite prescribir recetas electrónicas o se puede integrar esta funcionalidad
	Seguridad
	El *software* debe cumplir estándares nacionales o internacionales de seguridad de datos.

A partir de estas características se elabora un sistema de puntuación para establecer un criterio de selección de las tecnologías idóneas para el servicio de tele-auscultación. Este criterio consiste en una puntuación de 1 a 5, donde 1 corresponde a un bajo cumplimiento del criterio de selección; mientras que 5 corresponde a un cumplimiento total del criterio de selección. Adicionalmente, cada uno de los criterios de selección cuentan con un peso que va de 1 al 5 en función de su importancia con respecto el contexto del proyecto.

Por el lado de los criterios de selección para el estetoscopio digital, se establecen los pesos de la siguiente manera:

1. **Certificación internacional:** Se considera un peso de **5**, pues es indispensable que el dispositivo cuente con una certificación internacional que avale su uso seguro y su calidad.
2. **Certificación nacional:** Se considera un peso de **5,** ya que es necesario contar con el registro sanitario para poder importarlo y utilizarlo en el país.
3. **Características del cabezal:** El peso de este criterio es de **5**, debido a que es un factor clave para el diagnóstico de neumonía.
4. **Autonomía:** El peso de este criterio es de **4,** pues la batería del dispositivo debe durar al menos 2h conectado con la plataforma para asegurar la adquisición de todos los sonidos pulmonares de al menos un paciente.
5. **Software y Hardware:** El peso de este criterio es de **5**, pues es indispensable que los sonidos de auscultación sean de calidad y estén libres de ruido externo para facilitar el diagnóstico al médico especialista.
6. **Conectividad:** El peso de este criterio es de **4**, ya que es necesario que el estetoscopio pueda conectarse vía bluetooth con algún dispositivo portátil.
7. **Tubo de conexión:** Este criterio tiene un valor de **2**, puesto que existe la posibilidad de que los estetoscopios sean inalámbricos o transmitan los sonidos mediante auriculares convencionales.

8. **Auriculares:** Este criterio tiene un valor de **3,** pues la calidad del sonido depende más de la funcionalidad del cabezal y el procesamiento.
9. **Adaptabilidad**: Este criterio tiene un valor de **5**, pues el estetoscopio debe poder adaptarse tanto a pacientes pediátricos como adultos.
10. **Precio:** El peso de este criterio es de **3**, pues el estetoscopio debe ser asequible y tener una buena relación costo-beneficio.

3.2.2.2 Evaluación de estetoscopio electrónico/digital

Se revisaron bases de datos bibliográficas como Scopus, PubMed, Medline, así como revistas científicas pertenecientes a MDPI. Los parámetros de búsqueda fueron: *"Digital stethoscope", "Chest auscultation", "State of the art", "Digital auscultation", "Teleauscultation", "systematic review", "Wireless stethoscopes" y "Wheeze detection"*.

En la elección del estetoscopio digital, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios para determinar qué opciones cumplían con los requisitos establecidos.: Aquellos estetoscopios digitales que hayan formado parte de estudios clínicos experimentales para el diagnóstico de neumonía u otras IRA, que sean considerados como *Gold Standard* al momento de evaluar estetoscopios digitales en proceso de desarrollo y que se encuentren dentro del mercado actual. Con esto se obtuvieron 8 artículos en los cuales se identificaron los siguientes estetoscopios digitales:

- *3M Littmann 3200*

Estetoscopio con certificado FDA (FDA *Database*) y con registro sanitario DM6786E con validez hasta el 2025 [DIGEMID, 2024]. Su cabezal tiene la capacidad de aumentar hasta en 24 veces los sonidos pulmonares; además, permite obtener una relación señal ruido de hasta 85%, gracias a la funcionalidad de cancelación de ruido con la que cuenta [Huang et al., 2023]; además, permite amplificar sonidos de 20 - 2000 Hz, ideal para pacientes adultos o pediátricos. Cuenta con una autonomía de 50-60 horas de uso continuo, mediante baterías extraíbles del tipo AA. Adicionalmente, cuenta con *software* para la reducción de ruidos ambientales. Puede conectarse con una laptop para transmitir los sonidos auscultatorios vía Bluetooth (Figura 34) [3M, 2009]. Tiene un tubo y auriculares adaptables y cómodos. El precio de este dispositivo es de $ 701[Olbax, 2020].

Ha sido empleado en múltiples estudios clínicos para el diagnóstico de neumonía [Ahmed et al., 2022a] [Ahmed et al., 2022b].

Figura 34. Estetoscopio electrónico 3M Littmann 3200 [3M, 2009].

- *Thinklabs One*

Este estetoscopio digital cuenta con certificado como dispositivo médico de clase II por la FDA y marcado CE (Figura 35) [Thinklabs, 2022a]; sin embargo, no cuenta con registro sanitario emitido por DIGEMID. Con capacidad de amplificación de sonido de hasta 100 veces [Thinklabs, 2022b]. Cuenta con múltiples filtros que permiten eliminar el ruido ambiental; además es capaz de amplificar sonidos de frecuencias que están en el rango de 30 a 2000 Hz [Thinklabs, 2014]. Tiene a su disposición una batería recargable de ion-litio con cable USB y cargador AC de 100-240 V incluidos, lo cual brinda una autonomía de 3 a 4 días [Hear Wisconsin, 2023], dependiendo del uso. Este dispositivo no cuenta con Bluetooth integrado; sin embargo, puede emplearse un transmisor para transmitir los sonidos de manera inalámbrica a la PC [Thinklabs, 2022c]. No cuenta con auriculares binaurales convencionales, sino que incluye auriculares con calidad de estudio. El precio es de $499, libre de impuestos. Empleado como estándar para la identificación de ruidos pulmonares anormales [Lee et al., 2022] [Graceffo et al., 2020] [Ahmed et al., 2022a] [Ahmed et al., 2022b] [Park et al., 2022] [Ellington et al., 2012].

Figura 35. Estetoscopio digital Thinklabs One [Thinklabs, 2022a]

- *Littmann Eko Core*

Este estetoscopio digital está certificado por la FDA, marcado CE, ISO 13485 que hace referencia a la calidad de dispositivos médicos [Youness Arjoune et al., 2023] [Seah et al., 2023], con registro sanitario DM6786E, emitido por DIGEMID Estetoscopio con certificado FDA (FDA Database) y con registro sanitario DM6786E con validez hasta el 2025 [DIGEMID, 2024]. Brinda una amplificación del sonido de hasta 40 veces y 7 niveles de volumen en el rango de frecuencia de 20-2000 Hz. Gracias a la cancelación activa de ruido y los filtros cardiacos, pulmonares y corporales elimina los ruidos que afectan la auscultación y el diagnóstico (Figura 36) [Eko Core, 2020]. Puede ser empleado tanto en pacientes pediátricos como en adultos. Está integrado con Bluetooth, lo cual facilita la interoperabilidad con sistemas de telemedicina. Tiene una batería de ion-litio recargable que brinda una autonomía de 8h de uso continuo [Eko Core, 2023]. Presenta auriculares binaurales con olivas y su precio es de $330, libre de impuestos.

Figura 36. Estetoscopio digital Littmann Eko Core [Eko Core, 2020].

- *Stemoscope*

Estetoscopio digital e inalámbrico con certificado FDA (Figura 37) [Stemoscope, 2022a], aún no cuenta con registro sanitario para poder comercializarlo en Perú. Con una amplificación de hasta 100 veces y la capacidad para la atenuación de ruido ambiental permite obtener una mejor calidad de sonidos auscultatorios [Stemoscope, 2022b]. Permite captar sonidos en el rango de frecuencias de 20 - 2000 Hz. No especifica si su uso se extiende a pacientes pediátricos. Cuenta con Bluetooth integrado de clase 2; sin embargo, puede verse afectado por la interferencia electromagnética que pueden causar otros dispositivos médicos no indica compatibilidad con PC o laptop. El dispositivo cuenta con una batería de ion-litio recargable que brinda una autonomía de hasta 2h de uso continuo. Los auriculares no están incluidos dentro de los accesorios del producto. El costo de este dispositivo es de $300, libre de impuestos. Su uso fue importante en el diagnóstico de neumonía causada por COVID-19 y la definición de la condición clínica de los pacientes aislados [Zhang et al., 2021]. Para la calificación de cada estetoscopio se utilizarán los términos Peso (P), que hace referencia al peso multiplicador del criterio y Calificación (C), que hace referencia a la puntuación en base de esos criterios vistos desde un punto de vista técnico.

Figura 37. Estetoscopio digital Stemoscope [Stemoscope, 2022a].

La suma de la multiplicación de los valores PxC determina el puntaje total alcanzado por cada equipo (Tabla 11).

Tabla 11.Puntuación de los estetoscopios digitales.

CRITERIO	P	3M Littmann 3200		Thinklabs One		Littmann Eko Core		Stemoscope	
		C	P x C	C	P x C	C	P x C	C	PxC
Certificación internacional	5	5	25	5	25	5	25	5	25
Certificación nacional	5	5	25	1	5	5	25	1	5
Características del cabezal	5	3	15	5	25	4	20	5	25
Autonomía	4	4	16	3	12	3	12	2	8
Software y Hardware	5	4	20	5	25	5	25	4	20
Conectividad	4	5	20	5	20	5	20	2	8
Tubo de conexión	2	4	8	5	10	4	8	5	10
Auriculares	3	5	15	5	15	5	15	1	3
Adaptabilidad	5	5	25	5	25	5	25	1	5
Precio	3	2	6	3	9	4	12	5	15
Puntaje total			175		171		187		124

En cuanto a los criterios de selección de la plataforma de telemedicina, los pesos se disponen de la siguiente manera:

1. **Videoconferencia:** Este criterio tiene un peso de **5**, debido a la necesidad de que se pueda agilizar el proceso de realizar reuniones virtuales.
2. **Manejo de perfiles diferenciados:** Es indispensable que cada usuario tenga acceso diferenciado mediante contraseña para una mayor seguridad de la información; por ello, el peso de este criterio es de **5**.
3. **Programación de citas:** La plataforma debe permitir agendar citas para asegurar la gestión de los tiempos y la disponibilidad de los médicos especialistas. El peso de este criterio es de **5.**

4. **Agenda:** La posibilidad de contar con una agenda integridad de contactos facilita la mensajería interna dentro de la plataforma; por ello el peso de este criterio es de **3**.
5. **Historia clínica electrónica:** Este requerimiento brindaría un aporte importante en la interoperabilidad de los datos clínicos, además, permite brindar seguimiento y control al tratamiento. Por ello, el criterio tiene un peso de **4**.
6. **Almacenamiento y transmisión de señales de audio:** Criterio esencial para el propósito de la tele-auscultación, por ello el peso del mismo es de **5.**
7. **Interoperabilidad:** El hecho de contar con protocolos HL7 integrados facilita el manejo de la información clínica del paciente. El criterio tiene un peso de **4**.
8. **Base de datos:** Componente importante para almacenar la información personal y clínica. El peso del criterio es de **5**.
9. **Recetas electrónicas:** La posibilidad de contar con la prescripción de recetas electrónicas facilita la gestión de medicamentos. El peso del criterio es de **3**.
10. **Seguridad:** La seguridad de la información y los datos clínicos es fundamental para la prestación del servicio de telemedicina, por ello el peso del criterio es de **5**.
11. **Precio:** El peso de este criterio es de **4**, pues la plataforma debe ser asequible y tener una buena relación costo-beneficio

3.2.2.3 Evaluación de plataforma virtual

Se revisaron bases de datos bibliográficas como PubMed, Medline, así como revistas científicas pertenecientes a MDPI. Los parámetros de búsqueda fueron: “Platform”, “Telemedicine”, “Tele auscultation”.

De este modo, se encontraron 3 artículos científicos, un reporte de plataformas comerciales de telemedicina elaborado por la Unidad de Análisis Económico del Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud (CENETEC) [CENETEC, 2020] y 2 documentos de grado.

Para la selección de plataformas se tomó en cuenta los siguientes criterios de exclusión: Aquellas plataformas de telemedicina que cumplan con los requisitos mencionados en la ficha técnica y los criterios de selección, que sean comerciales o que hayan formado parte de estudios experimentales de tele auscultación.

Si bien es cierto, la plataforma Teleatiendo impulsada y desarrollada por el MINSA [Telesalud Minsa Telecapacitaciones, 2023b] no cumple estrictamente con todo lo requerido, puesto no permite realizar las reuniones de videoconferencia dentro de su misma plataforma, en su defecto utiliza la plataforma Zoom, dando pie a la posible vulnerabilidad de los datos clínicos; y, no permite una conexión con el estetoscopio electrónico para la transmisión de la

información clínica. Pese a ello, también se la tomará en cuenta para el análisis y evaluación. Con esto se obtuvieron las siguientes plataformas de telemedicina:

- *Antari*

Esta es una plataforma de telemedicina, que brinda servicios de telemonitoreo, teleconsulta y teleinterconsultado, desarrollada por la compañía tecnológica GMV que, en cooperación con el MINSA, la ONG EHAS (Enlace Hispanoamericano de Salud), el Banco de Desarrollo de América Latina han aportado con la telemedicina en el proyecto río NAPO, ubicado en el departamento de Loreto [GEMA, 2020]. De esta manera, ha permitido llevar a cabo satisfactoriamente las interconsultas en tele-estetoscopia y tele microscopía [PRIETO-EGIDO, 2014].

Dentro de sus características clave resaltan las siguiente: Cuenta con un sistema de videoconferencia integrado el cual permitirá mantener las reuniones síncronas entre el personal consultante y los profesionales médicos que requiere al menos de 125 kbps de ancho de banda; del mismo modo que permitirá transmitir señales de audio gracias a la integración vía Bluetooth con el estetoscopio digital (Figura 38) [GMV, 2023]. Brinda un acceso diferenciado gracias a la clasificación por perfiles de usuario y asignación de roles, el cual permitirá funcionalidades como la programación de citas; la elaboración de una agenda de contactos para una comunicación más fluida sin tener que emplear redes sociales; la generación de una historia clínica electrónica y la prescripción de recetas electrónicas. Todos los documentos generados pueden ser almacenados en una base de datos de los servidores físicos; a su vez, gracias a las características de interoperabilidad con las que cuenta la plataforma como el uso de protocolos HL7, estos podrán ser visualizados por todos los profesionales de salud del servicio de telemedicina [GMV, 2023]. El procedimiento se lleva a cabo con completa seguridad y confidencialidad, ya que la plataforma asegura todas las comunicaciones mediante cifrado a través de canales de señalización (HTTPS, DTLS) y canales de datos, tráfico de video y audio (DTLS + SRTP). Además, cumple con el estándar UNE-ISO/IEC 27001:2014 para sistemas de gestión de seguridad de la información [GMV, 2024].

Por último, cabe destacar que GMV tiene una alianza con EHAS y cuentan con experiencia implementando servicios de telemedicina en zonas rurales de la Amazonía peruana y ha sido cedida para el proyecto del río Santiago [Prieto Tostado, 2023].

Figura 38. Antari - teleinterconsulta [GMV, 2023].

- *Consultorio Móvil*

Esta es una plataforma comercial de telemedicina que, según el CENETEC, es una de las más completas, pues brinda los servicios de Teleconsulta, Teleinterconsulta y Telemonitoreo. Si bien es cierto, está direccionada principalmente a consultorios móviles y el seguimiento del paciente a distancia, también puede emplearse en el servicio de tele auscultación gracias a las funcionalidades de videoconferencia y tratamiento de imágenes, audio, video y datos de equipos médicos, pues cuenta con protocolos HL7 y DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*) integrados (Figura 39) [Consultorio Movil, 2020a]. En este caso, no cuenta con conexión Bluetooth integrada por lo que la transferencia de archivos de audio de los sonidos auscultatorios tendría que realizarse a través del portal de mensajería instantánea. Cuenta con el manejo de diferentes perfiles, lo cual facilita el agendamiento de citas y la gestión de personal de atención. Permite generar historias clínicas electrónicas, así como emitir recetas electrónicas. Los servidores de esta plataforma se encuentran en AWS (*Amazon Web Services*), se realizan copias de seguridad cada 5 minutos y se cierran las sesiones después de 45 minutos de espera. Cuenta con requisitos de seguridad y privacidad HIPAA, lo cual asegura la protección de datos clínicos [Consultorio Movil, 2020b]. No se indica el precio.

Figura 39. Plataforma de consultorio móvil [Consultorio Movil, 2020a].

- *Tytocare*

Plataforma digital diseñada para la ofrecer servicios de telemedicina, tales como: Teleconsulta, Telemonitoreo y Teleinterconsulta. Esto gracias a que cuenta con una amplia gama de dispositivos de auscultación, entre ellos: Un termómetro basal, un estetoscopio digital con certificado FDA para la auscultación de corazón y pulmones [Tytocare, 2022]; un otoscopio para la revisión de la membrana timpánica y un depresor lingual para la visualización de la laringe [Haskel et al., 2022].

Permite realizar videoconferencias y transmitir señales de sonidos auscultatorios de manera síncrona, gracias al Bluetooth integrado y la capacidad de conectarse con su propio estetoscopio digital. Permite agendar citas de manera instantánea, no brinda una lista de contactos para gestionar las disponibilidades de los médicos especialistas, sino que emite una alerta de cita al médico de turno para que este pueda atenderla, esto implica que se pueden administrar los roles de manera automática (Figura 40) [Tytocare, 2021]. Todos los archivos, tanto de audio y video, así como como los diagnósticos son almacenados en la historia clínica electrónica del paciente, la cual se almacena en un repositorio de datos dentro de la nube. Esta información se encuentra protegida por estándares internacionales de seguridad HIPAA [Tytocare, 2023]. No cuenta con estándares HL7 integrados, lo cual dificulta la interoperabilidad y la seguridad de la data clínica. Sin embargo, permite prescribir recetas electrónicas las cuales serán dirigidas a la farmacia o botica más cercana. No se brinda un precio específico, pero se indica que como mínimo se deben adquirir 15 unidades [R. Romero Hassinger, personal communication, 2023].

Figura 40. Funcionamiento de Tytocare en una teleconsulta [Tytocare, 2021].

- *Teleatiendo*

Esta es una plataforma de información asistencial desarrollada por la Dirección de Telemedicina del MINSA. Brinda servicios de Teleconsulta, Telemonitoreo y Teleorientación [GOB.PE, 2023c]. Recientemente, se ha integrado el servicio de Teleinterconsulta [Telesalud Minsa Telecapacitaciones, 2023b].

Esta plataforma permite agendar citas principalmente por el paciente; sin embargo, en el caso de la teleinternconsulta, la cita es agendada por el personal de salud consultante. Posterior a ello, se realiza la videoconferencia para el diagnóstico del paciente vía la plataforma Zoom, por ende, no se pueden enviar los sonidos auscultatorios de manera síncrona, sino que tendrían que enviarse a través algún otro medio, permitiendo la vulnerabilidad de la información clínica del paciente [ESPINOZA, 2021]. Los roles y perfiles de usuario de esta plataforma sí están estrictamente definidos. Sí existe interoperabilidad con otros sistemas, esto mediante el uso del protocolo HL7-CDA (*Clinical Document Architecture*) como estándar de mensajería, según la RM- 080-2022-MINSA [MINSA, 2022c]. Los documentos generados, tales como el FAT (Formato de Atención por Teleinterconsulta), e-FUA(Formato Único de Atención electrónico), el consentimiento informado y la receta electrónica son enviados al HIS y almacenados en los servidores físicos del MINSA. En materia de la seguridad de datos personales y clínicos, la plataforma está alineada con las directrices especificadas por la Norma Técnica Peruana NTP ISO/IEC 27001:2014 Tecnología de la Información (Figura 41) [MINSA, 2022c].

Figura 41. Funcionamiento de Teleatiendo en una teleinterconsulta [MINSA, 2022c].

Para la calificación, se procede de la misma manera que se hizo con los estetoscopios electrónicos (Tabla 12).

Tabla 12.Puntuación de las plataformas de telemedicina

CRITERIO	P	Antari		Consultorio Móvil		Tytocare		Teleatiendo	
		C	PxC	C	PxC	C	PxC	C	PxC
Videoconferencia	5	5	25	5	25	5	25	2	10
Manejo de perfiles diferenciados	5	5	25	3	15	4	20	5	25
Programación de citas	5	5	25	5	25	5	25	5	25
Agenda	3	5	15	5	15	5	15	5	15
Historia clínica electrónica	4	5	20	5	20	5	20	5	20
Almacenamiento y transmisión de señales de audio	5	5	25	2	10	5	25	1	5

CRITERIO	P	Antari		Consultorio Móvil		Tytocare		Teleatiendo	
		C	PxC	C	PxC	C	PxC	C	PxC
Interoperabilidad	4	5	20	5	20	5	20	5	20
Base de datos	5	5	25	5	25	5	25	5	25
Recetas electrónicas	3	5	15	5	15	5	15	5	15
Seguridad	5	5	25	3	15	3	15	4	20
Precio	4	3	12	3	12	3	12	5	20
Puntaje			232		197		217		200

A partir de las puntuaciones realizadas (Tabla 11) (Tabla 12), se selecciona a Antari y el estetoscopio digital Littmann Eko Core como las mejores tecnologías para el ofrecimiento de los servicios de telemedicina en la Micro Red de Salud de Río Santiago.

3.2.3 Diseño de protocolo de usabilidad del estetoscopio Littmann Eko Core y la plataforma Antari

En esta sección se desarrolla el protocolo de usabilidad del estetoscopio digital Littmann Eko Core en colaboración con la plataforma de telemedicina Antari, utilizando los manuales de usuario respectivos como referencia. Estas tareas serán llevadas a cabo por el personal de salud encargado de la gestión de las tecnologías utilizadas en el servicio de telemedicina.

3.2.3.1 Objetivos

a. Brindar una guía del correcto uso del dispositivo médico en conjunto con la plataforma de telemedicina
b. Evitar errores y/o fallas causadas por el usuario
c. Establecer procedimientos de acción en función a casos de operación de las tecnologías.

3.2.3.2 Alcance

Destinado al personal de las IPRESS de la Micro Red de Salud del río Santiago involucrados en el uso, instalación y configuración del estetoscopio digital Littmann Eko Core y la plataforma Antari.

3.2.3.3 Recomendaciones

a. El estetoscopio debe ser cargado antes del primer uso. Para hacerlo, conectar el cargador USB y use un cargador de pared con marcado CE. Aparecerá una luz verde continua cuando el estetoscopio esté totalmente cargado. Del mismo modo, deberá proceder cuando el estetoscopio se descargue después del uso, lo cual lo notará mediante una luz amarilla parpadeante.

b. Los auriculares deben usarse en una dirección hacia adelante, similar a lo que se muestra en la Figura 42.

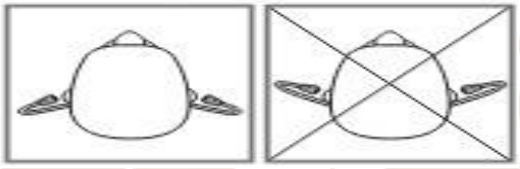


Figura 42. Uso adecuado de los auriculares

c. Para activar el bluetooth, manipule el botón de alternancia de modos ubicado en la parte distal del estetoscopio (Figura 43).

Figura 43. Activación del bluetooth del estetoscopio.

3.2.3.4 Procedimiento y actividades

El procedimiento y las actividades se organizan en una Ficha Técnica de Procedimiento de Usabilidad en donde se detallan las funciones y actividades de los responsables del manejo de la plataforma de telemedicina y el estetoscopio digital (Tabla 13).

Tabla 13.Ficha Técnica de Procedimiento de Usabilidad.

Ficha Técnica de Procedimiento de Usabilidad		
Nombre	Usabilidad del estetoscopio digital y la plataforma Antari	
Definiciones	**Personal de salud consultante:** Médico cirujano, enfermero/a u otro personal capacitado en cuidados de salud, competente en el uso de TIC y colaborador del profesional de salud consultado. **Personal administrativo:** Profesional con conocimiento del sistema o plataforma para el servicio de telemedicina para el agendamiento y de citas y las encuestas posteriores. **Ingeniero de TIC:** Profesional ingeniero encargado de instalar, configurar y monitorear el estado de las TIC.	
Siglas	**FAT:** Formato Único de Atención en Teleinterconsulta **SIS:** Sistema Integral de Salud **CI:** Consentimiento Informado **HIS:** *Hospital Information System* **HCE:** Historia Clínica Electrónica	
N°	Actividad	Responsable del puesto
1	Instalación de Ubuntu en todas las máquinas, partiendo de una versión Linux **Ubuntu- 18.04**	Ingeniero de TIC
2	Configuración de los ficheros necesarios	
3	Configuración de los servidores Turn y EasyRTC	
	Verificar la conexión a la red inalámbrica	
4	Verificación de funcionamiento en la web	
5	En el portal **Citas**, agendar una cita según los especialistas disponibles (Anexo 7).	Personal administrativo
6	Ingresar a la reunión programada	Personal de salud consultante

N°	Actividad	Responsable del puesto
7	Encender el estetoscopio Eko Core	Personal de salud consultante
8	Activar el modo bluetooth del estetoscopio	
9	Conectar el estetoscopio con la plataforma	Personal de salud consultante
10	Realizar la auscultación de acuerdo al protocolo asistencial establecido (Anexo 6).	
11	Desconectar el estetoscopio de la plataforma	
12	Apagar el estetoscopio	
13	Limpie todas las partes del estetoscopio con toallitas de alcohol isopropílico al 70%.	
14	Guardar el estetoscopio en una zona apropiada	

La Figura 44 muestra un diagrama de flujo del protocolo de usabilidad. Este diagrama fue diseñado a partir de cada una de las actividades del personal responsable. Asimismo, se muestra una diferenciación

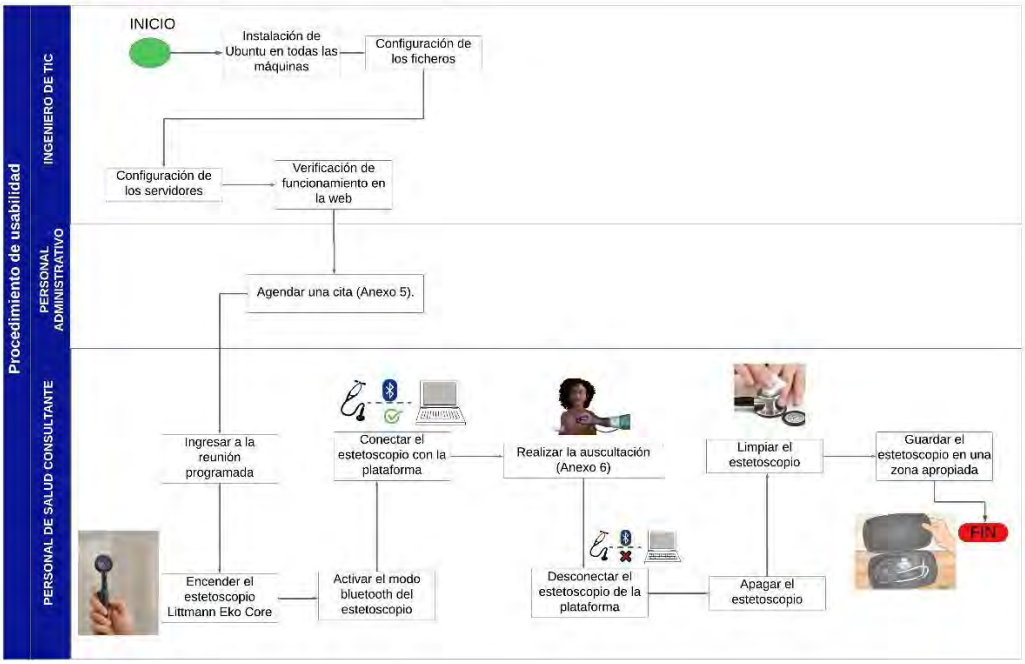


Figura 44. Diagrama de flujo del protocolo de usabilidad

3.2.4 Diseño de protocolo de gestión de riesgos del servicio de teleinterconsulta

El presente protocolo está conformado por los objetivos, el alcance y el procedimiento para identificar los riesgos asociados al servicio de teleinterconsulta, así como el cálculo de los mismos para establecer sus respectivas medidas de prevención. Cabe señalar que se elaboró a partir de la información provista por los especialistas técnicos en la red de salud en cuestión y el informe técnico facilitado por el GTR [GTR-PUCP, 2024]. También se tomó en cuenta el "Manual de Procesos y Procedimientos del Centro Nacional de Telemedicina - CENATE" [CENATE, 2020].

3.2.4.1 Objetivos

a. Identificar los riesgos involucrados en el servicio de teleinterconsulta.
b. Calcular la probabilidad de los riesgos y su impacto en el desarrollo del servicio.
c. Brindar medidas preventivas para evitar o disminuir la probabilidad de ocurrencia de los riesgos.

3.2.4.2 Alcance

Destinado al personal de las IPRESS de la Micro Red de Salud del río Santiago involucrados en la prestación del servicio de teleinterconsulta.

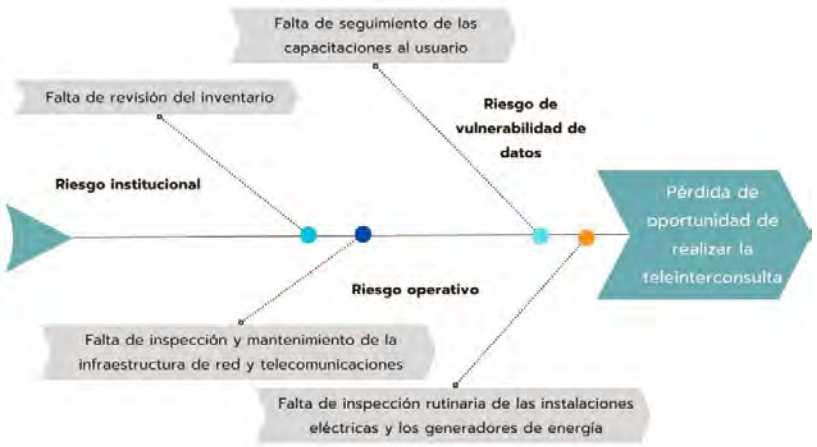
3.2.4.3 Procedimiento

El procedimiento de este protocolo está conformado por la identificación de los riesgos; sus causas y efectos; la valoración del mismo a partir de un análisis tanto cuantitativo como cualitativo que se debe tomar en cuenta con el objetivo de establecer las estrategias a tomar para su mitigación. Cabe señalar que la cuantificación se realizó en concordancia con el análisis del informe técnico en la zona en cuestión [GTR-PUCP, 2024] y de acuerdo a la matriz de identificación de peligros y la evaluación de riesgos y controles provista por el Centro Nacional de Telemedicina (CENATE) [CENATE, 2020]. Esta información se encuentra dentro de la (Tabla 14).

Tabla 14. Ficha de Gestión de Riesgos [GTR-PUCP, 2024]. [CENATE, 2020].

Ficha de Gestión de Riesgos		
1	Procedimiento	Teleinterconsulta
	Identificación de Riesgos	

2.	Ficha de Gestión de Riesgos					
	2.1	Tipo de Riesgo	Riesgo de Inoperabilidad del servicio			
	2.2	Descripción del riesgo	Pérdida de oportunidad de realizar la teleinterconsulta			
	2.3	Peligro	Situación Peligrosa	Valoración del riesgo		
				Probabilidad de ocurrencia (P)	Severidad o impacto (S)	Riesgo (P x S)
	2.4	Ausencia del Manual de uso	No poder consultar el Manual de Uso, en castellano, ante un cambio de personal.	0.3	0.40	0.12
	2.5	Ausencia del Manual de servicio	Imposibilidad de consulta del Manual de Servicio, en castellano, ante una situación de manejo o de seguridad.	0.3	0.40	0.12
	2.6	Pérdida de energía eléctrica	No contar con suministro eléctrico para el funcionamiento de los dispositivos electrónicos	0.1	0.80	0.08
	2.7	Pérdida de conexión a internet	No contar con acceso a wifi para agendar las citas y realizar las videoconferencias	0.3	0.80	0.24
	2.8	Corrupción del *software* por virus o *malware*	Utilizar un USB con virus que afecte el funcionamiento del *software*	0.3	0.80	0.24
	2.9	Mal funcionamiento del estetoscopio	Usar el estetoscopio a una distancia menor de 2 m de algún emisor de radiofrecuencia, tales como: radio, routers de wifi, entre otros.	0.3	0.40	0.12

		Causas generadoras				
	2.10	Causa Nº 1	Falta de revisión del inventario.			
		Causa Nº 2	Falta de inspección rutinaria de las instalaciones eléctricas y los generadores de energía			
		Causa Nº 3	Falta de inspección y mantenimiento de la infraestructura de red y telecomunicaciones			
		Causa Nº 4	Falta de seguimiento de las capacitaciones al usuario. Esto conlleva a que el personal de salud enfrente a dificultades técnicas o de desconocimiento de uso de las tecnologías			
	2.11	Diagrama Causa - Efecto				
	2.12	Plan estratégico para abordar las posibles contingencias identificadas				
		Estrategia	**Mitigar riesgo**	x	**Evitar riesgo**	
			Aceptar riesgo		**Transferir riesgo**	
		Alertas de riesgo (Señales de aviso)	% de teleinterconsultas realizadas			

		Plan estratégico para abordar las posibles contingencias identificadas	
		Prevención del riesgo	• Al recibir el dispositivo médico y sus componentes tecnológicos, es fundamental garantizar el estricto cumplimiento de los requisitos especificados en los términos de la licitación, los cuales deben incluir los manuales de usuario y de servicio técnico correspondientes, por lo cual se debe llevar un inventario completo de cada uno de los componentes de los equipos. Adicionalmente, se sugiere solicitar un video de capacitación al proveedor. • Se debe establecer un programa de mantenimiento e inspección de la infraestructura de telecomunicaciones, así como de las instalaciones eléctricas y generadores de energía, con el fin de que no afecte a la prestación del servicio de tele-auscultación. • Se deben establecer capacitaciones rutinarias de manera presencial o mediante videos cortos sobre el funcionamiento y uso adecuado de las tecnologías de teleinterconsulta. • El personal asistencial, administrativo y técnico que brinde el servicio de telemedicina debe realizar el curso en línea ofrecido por la OPS: Integración de la telesalud en el primer nivel de atención utilizando modelos de simulación, con la finalidad de que se conozca el panorama completo en cuanto a la telemedicina y al servicio que brinda.

Probabilidad de ocurrencia	Muy Alta	0.9	0.045	0.090	0.180	0.360	0.720
	Alta	0.7	0.0.35	0.070	0.140	0.280	0.560
	Moderada	0.5	0.025	0.050	0.100	0.200	0.400
	Baja	0.3	0.015	0.030	0.060	0.120	0.240
	Muy Baja	0.1	0.005	0.010	0.020	0.040	0.080
Severidad o Impacto			0.005	0.10	0.20	0.40	0.80
			Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto
Prioridad del riesgo					Baja	Moderada	Alta

La mayoría de los riesgos detectados y evaluados se clasifican como moderados; no obstante, es esencial mantener una revisión constante y un análisis continuo de estos riesgos debido a las diferentes situaciones que pueden ocurrir durante el servicio.

3.3 Monitoreo

El monitoreo es un componente clave en la evaluación de la eficiencia y efectividad del servicio de telemedicina. Uno de los indicadores clave con el que ya se cuentan métricas para el año 2023 es la cantidad de teleinterconsultas realizadas, las cuales se muestran en la Figura 45 [GTR-PUCP, 2023].

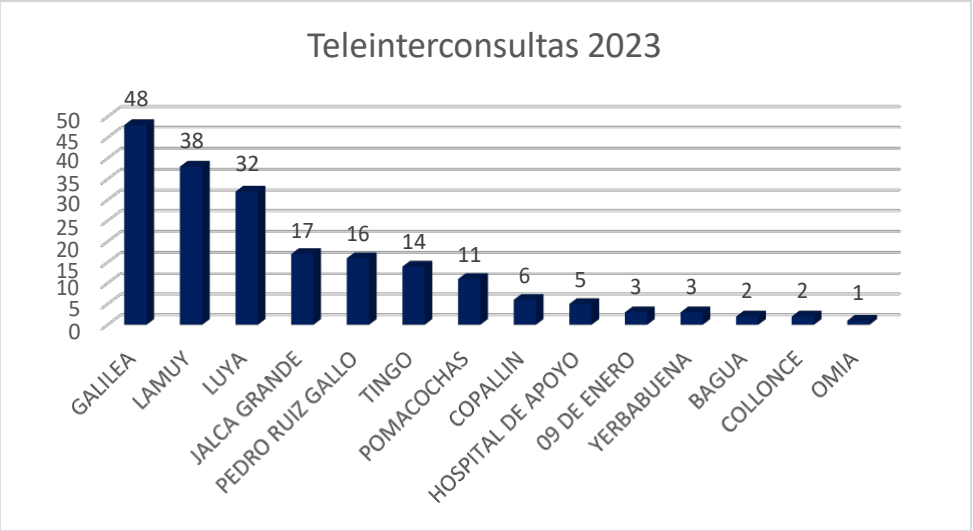


Figura 45. Cantidad de teleinterconsultas realizadas en el año 2023 en el Proyecto del río Santiago [GTR-PUCP, 2023].

Con esta referencia, se busca incrementar estas cifras mediante el apoyo de la tele-auscultación. Adicionalmente, existen otros factores de rendimiento que también deben considerarse y, de los cuales, actualmente, no se encuentra información a nivel nacional para tomar como referencia, pero que brindaría una perspectiva más clara e informada para la toma de decisiones.

3.3.1 Parámetros de rendimiento

El establecimiento de los KPI (*Key Performance Indicator*) son esenciales para valorar la efectividad y la eficiencia de los servicios de telemedicina. Su aplicabilidad facilita a los proveedores de salud, las organizaciones, y las autoridades de salud la toma de decisiones informadas con el fin de asegurar la gobernanza de los servicios de salud [OPS, 2017b].

A continuación, se detallan los principales indicadores clave a tener en cuenta para el servicio de tele-auscultación.

- **Satisfacción del paciente**

  Este parámetro ha demostrado en diferentes países un valor fehaciente en cuanto a la adquisición de información para evaluar oportunidades de mejora, reducir costos y desarrollar un servicio de salud de calidad [Friedel A., et al., 2023]. Esta información

se adquiere mediante PSQ (*Patient Satisfaction Questionnaire*) los cuales brindan buena fiabilidad y validez y se mide mensualmente [Rashid Al-Abri & Al-Balushi, 2014].

La fórmula a emplear para esta métrica es la siguiente:

Cantidad de pacientes que reportaron estar satisfechos*100/ El total de pacientes que recibieron atención a través del servicio de telemedicina.

- **Tiempo de espera:** Este parámetro se mide desde la programación de la cita hasta que se realiza la atención [Kato-Lin & Thelen, 2020]. Se mide semanalmente usando la siguiente fórmula:

(Tiempo en minutos transcurridos entre el momento en que se programa la cita hasta cuando se realiza) / Total de consultas llevadas a cabo mediante teleinterconsulta.

- **Cantidad de citas concretadas:** Mide la cantidad de tele-auscultaciones exitosas. Su medición se realiza mensualmente, mediante la siguiente fórmula:

Número de tele-auscultaciones realizadas *100/ Número de tele-auscultaciones programadas

- **Tasa de readmisión**: Determina el valor promedio de la cantidad de programaciones subsecuentes por paciente que se han generado a partir de la primera cita. Esta variable se mide mensualmente usando la siguiente fórmula:

Número de citas subsecuentes por paciente *100/ Número de paciente vistos por primera vez haciendo uso de telemedicina

- **Referencias /contrarreferencias realizadas:** Es la medición del número de transferencias hospitalarias después de la tele-auscultación. Se mide mensualmente usando la siguiente fórmula

Número de referencias/contrareferencias de pacientes atendidos por teleauscultación * 100/ Número de pacientes atendidos por teleauscultación.

- **Sin operatividad por problemas técnicos:** Cantidad de horas o días que el servicio no esté brindando debido a algún problema tecnológico o de operatividad. Su medición es mensual, mediante la siguiente fórmula:

Total de horas en las cuales el funcionamiento del programa se ve interrumpido por inconvenientes técnicos x 100/ Total de horas empleadas en la prestación de atención

3.4 Aspecto económico

Se desarrolla una estructura de costos aproximada para facilitar la futura ejecución del proyecto. De esta manera, a partir de los requerimientos técnicos y de recursos humanos establecidos en el Capítulo 3, se calculan los costos asociados al capital humano; el equipamiento y el mantenimiento del mismo; además del costo relacionado con las licencias del software te telemedicina. Estos montos se calcularán para 5 años de operación, pues de esta manera se busca prever el funcionamiento óptimo y adecuado del servicio de tele-auscultación.

3.4.1 Costos de talento humano

El costo asociado al capital humano se está calculando a partir de información correspondiente a la remuneración de profesionales de la salud en zonas rurales, establecida en el DS Nº 279-2023-EF [EL PERUANO, 2023b]. Estos se detallan en la Tabla 15.

Tabla 15.Costos asociados al talento humano [EL PERUANO, 2023b].

Recursos humanos	Costo anual (S/.)	Cantidad	Años	Sub total (S/.)
Soporte técnico	33,600	6	5	1,008,000
Personal administrativo	42,000	6	5	1,260,000
Intérprete Awajún-español	42,000	5	5	1,050,000
Técnico en enfermería	53,652	5	5	1,341,300
Médico especialista	90,000	1	5	450,000
Total				**5,109,300**

3.4.2 Costos de equipamiento

Para tener una perspectiva del presupuesto aproximado necesario para el equipamiento básico de los servicios de telemedicina en establecimientos de Nivel I y II, se elaboró una cotización de estos equipos a partir de la información provista por mercados locales, como Mercado Libre [Mercado libre, 2024]

Por otro lado, para calcular el costo final de los estetoscopios digitales que se necesitan importar, se consideró el valor *Cost Insurance and Freight* (CIF), derechos arancelarios (4%) e Impuesto de Promoción Municipal (IPM) de 2%; no se considera Impuesto Gravado a la Venta (IGV) de 16% porque se trata de un proyecto de investigación y no es para

comercialización [GOB.PE, 2024]. Con todo ello, el costo final es de $ 433.87, que al tipo de cambio del 14 de noviembre del 2024 ($ 1 equivale a S/. 3.775), entonces sería S/. 1,637.86

De esta manera, se muestra la información correspondiente en la moneda local y con valores aproximados en la Tabla 16.

Tabla 16.Costos asociados al equipamiento

Equipos para el servicio de tele-auscultación	Costo unitario (S/.)	Cantidad	Sub total (S/.)
Computadora portátil	1,690.00	6	10,140.00
Cámara web	142.00	5	710.00
Teléfono VoIP	867.00	6	5,202.00
Impresora multifuncional	750.00	6	4,500.00
Celular inteligente	1,315.00	6	7,890.00
Cable HDMI	48.00	3	144.00
Smart TV 50”	1,149.00	1	1,149.00
Equipo de videoconferencia con puerto USB	5,002.00	2	10,004.00
Servidores	4,224.00	6	25,344.00
Estetoscopio digital	1,637.86	10	16,378.60
Total			**81,461.60**

Con base a la situación actual de equipamiento, solo sería necesario adquirir los estetoscopios digitales y los equipos de videoconferencia, con lo cual la inversión en equipamiento constaría de S/. 26,382.60

3.4.3 Costos de mantenimiento de equipamiento

Considerando que la normativa peruana no brinda un porcentaje específico con respecto al costo que se debe destinar al mantenimiento de los equipos; agregando que el tiempo de vida útil y de la obsolescencia tecnológica es variable, dependiendo del uso y cuidado; se considera prudente tomar un porcentaje del 10% anual del costo inicial de los equipos necesarios para el mantenimiento de los mismos, así se logra no invertir más del 50% del costo inicial de los equipos en los primeros 5 años de uso [Jara, 2019].

En la siguiente Tabla 17 se muestra los costos desagregados para cada componente de manera anual, durante los primeros 5 años.

Tabla 17.Costos asociados al mantenimiento del equipamiento

Equipos para el servicio de tele-auscultación	Mantenimiento anual (S/.)	Años	Sub total (S/.)
Computadora portátil	1,014.00	5	5,070.00
Cámara web	71.00	5	355.00
Teléfono VoIP	520.20	5	2,601.00
Impresora multifuncional	450.00	5	2,250.00
Equipos para el servicio de tele-auscultación	**Mantenimiento anual (S/.)**	**Años**	**Sub total (S/.)**
Celular inteligente	789.00	5	3,945.00
Cable HDMI	14.40	5	72.00
Smart TV 50”	114.90	5	574.50
Equipo de videoconferencia con puerto USB	1,000.40	5	5,002.00
Servidores	2,534.40	5	12,672.00
Estetoscopio digital	1,637.86	5	8,189.30
Total			**40,730.80**

3.4.4 Costos de software

No se cuenta con el costo anual de la licencia del software Antari; sin embargo, de acuerdo con el costo de licencias de plataformas similares en el mercado, se puede aproximar a $ 270 al mes, considerando el tipo de cambio del 14 de noviembre del 2024 ($ 1 equivale a S/. 3.775), sería S/. 1,019.25 mensualmente por cada usuario que se maneje (Tabla18) [Medesk, 2024].

Tabla 18.Costos asociados a la licencia de la plataforma de telemedicina

Software	Monto anual (S/.)	Cantidad	Años	Total (S/.)
Licencias del Software Antari	12,231	6	5	366,930
Total				**366,930**

En resumen, los costos por cada componente se muestran en el siguiente gráfico (Figura 46)

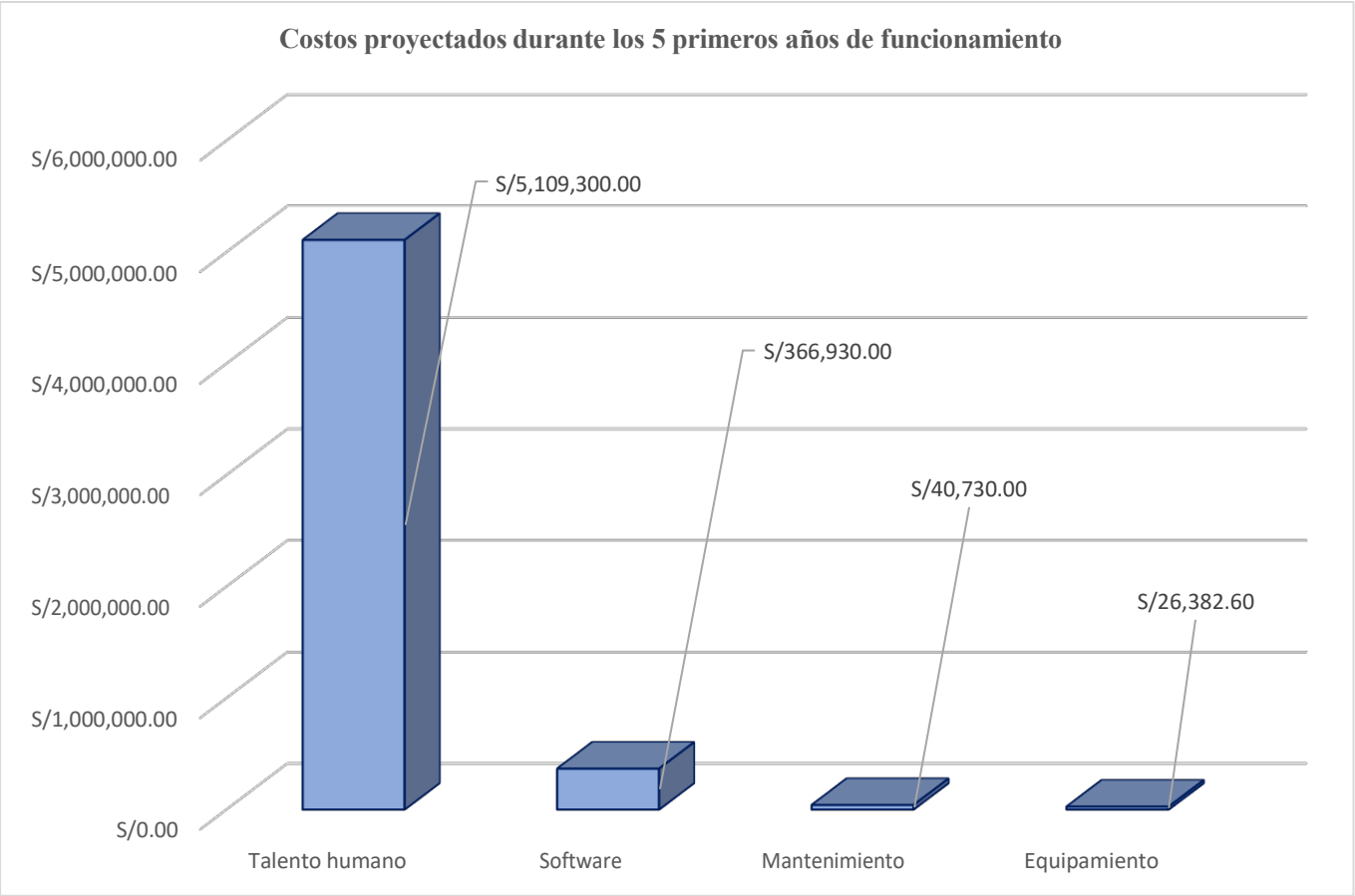


Figura 46. Centro de costos para el proyecto implementación y puesta en marcha del servicio de tele-auscultación

..

CAPÍTULO 4

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el presente capítulo se abordará el análisis de los resultados obtenidos en el Capítulo 3. Para ello, se emplea el *Model for Assessment of Telemedicine* (MAST) adaptado a este proyecto, el cual busca describir la eficacia y contribución de los servicios de telemedicina, a través de un examen multidisciplinario, sistemático, objetivo y riguroso de los problemas clínicos, sociales, económicos y éticos vinculados a su utilización [OPS, 2017b].

La evaluación multidisciplinar de este modelo está organizada en siete dominios distintos; sin embargo, se ha agregado el dominio de sostenibilidad, el cual es prudente en el marco de disminuir la huella de carbono. El análisis de estos se detalla a continuación:

4.1 Problemática abordada:

Evidente escasez de médicos especialistas en el distrito de Río Santiago, especialmente en las localidades de Galilea, Pakintsa, Yutupis, Guayabal y Belén que dificultan la atención y el diagnóstico oportunos de las poblaciones más vulnerables (niños y adultos mayores) con indicios de IRA.

4.2 Seguridad

En este aspecto, se aborda la seguridad hacia el paciente al ser diagnosticado indirectamente por un médico especializado. Adicionalmente, con este proyecto se asegura que el primero comprenda a cabalidad las indicaciones y prescripciones gracias a la traducción de un personal que habla su propio idioma. También, se busca garantizar la seguridad de los técnicos en enfermería al realizar un diagnóstico apoyado, lo cual evita repercusiones legales que atenten contra su integridad. La gestión de riesgos planteada, por su lado, asegura que el servicio se pueda brindar correctamente; asi como el uso adecuado del equipamiento gracias al protocolo de usabilidad desarrollado.

4.3 Efectividad clínica:

Este aspecto no es medible en estas instancias; sin embargo, al implementarse los KPI propuestos, se puede obtener métricas que permitirán calcular la efectividad clínica.

4.4 Perspectiva de los pacientes:

Actualmente este aspecto, aún no es mesurable, pero dentro de los parámetros de monitoreo continuo se podrá medir.

4.5 Aspectos económicos:

Dentro de este aspecto, existen múltiples aristas a evaluar. En primer lugar, el mayor costo identificado corresponde al del talento humano; sin embargo, es aceptable dentro del mercado laboral del país, sobre todo porque se busca salvar vidas en zonas rurales. En segundo lugar, el costo del software también es aceptable pues cuenta con funcionalidades y herramientas que permiten realizar un diagnóstico certero. Por último, los costos relacionados al mantenimiento y equipamiento son menores, debido a que ya se cuenta con equipamiento instalado en las zonas.

4.6 Aspectos organizativos:

En cuanto a este aspecto, dentro del proyecto de tesis planteado se diseñan los protocolos tanto asistenciales como operacionales de la tecnología involucrada; sin embargo, al sugerir la integración de un personal de traducción no se pretende modificar la estructura organizativa, al contrario, este es un motivo adicional para que las autoridades competentes contraten personal técnico en enfermería de las propias localidades o, en todo caso, incentivar a la población a continuar sus estudios en ese ámbito.

4.7 Aspectos socioculturales, éticos y legales:

Con el desarrollo de este proyecto se busca respetar los aspectos socioculturales, bajo la ética de los profesionales y personal encargado del servicio. Adicionalmente, se ha tomado en cuenta la normativa legal y vigente.

4.8 Aspecto de sostenibilidad

Al tratarse de equipos de cómputo básico y de tratamiento de señales digitales, el impacto ambiental no es significativo. Por lo tanto, el análisis de este aspecto no se profundiza en el presente proyecto.

CONCLUSIONES

Se desarrollaron los protocolos asistenciales estandarizados de tele auscultación que facilitarán el diagnóstico de IRA con énfasis en neumonía en Micro Red del Río Santiago. Adicionalmente, se realizó la selección de las tecnologías idóneas para el servicio tomando en cuenta dos criterios uno técnico y el otro de importancia en función a las condiciones señaladas en las fichas técnicas.

Se diseñó el protocolo de usabilidad de las tecnologías seleccionadas. Además, se desarrolló un protocolo integral de gestión de riesgos con el propósito de reducir tanto la frecuencia como las consecuencias de los posibles riesgos identificados. Cabe señalar que este protocolo debe estar en constante revisión y actualización en coordinación con los *stakeholders* del servicio. Asimismo, los indicadores clave de desempeño serán evaluados periódicamente y analizados con regularidad para facilitar la toma de decisiones oportunas que promuevan la mejora continua y garanticen una atención médica de alto nivel para los pacientes. Por último, se elaboró un presupuesto teniendo en cuenta los costos relacionados al capital humano, la adquisición de equipamiento (*hardware y software*) y el mantenimiento del mismo para los primeros 5 años de funcionamiento del servicio.

Con estos resultados se busca afrontar la problemática de escasez de médicos especialistas en las comunidades de la Micro Red, disminuir los costos asociados a traslados innecesarios y el índice de mortalidad de pacientes por estas enfermedades. También, se busca el desarrollo y consolidación de las competencias del personal de salud para asegurar la prestación de cuidados adecuados y eficientes a los pacientes en el momento oportuno.

Este proyecto reafirma su importancia pues permite eliminar barreras de tiempo, costo, distancia y recursos humanos para mejorar la vida y la salud de la población vulnerable en la Amazonía peruana.

BIBLIOGRAFÍA

[ABERA et al., 2022] Abera Tessema, B., Nemomssa, H. D., & Lamesgin Simegn, G. (2022). Acquisition and Classification of Lung Sounds for Improving the Efficacy of Auscultation Diagnosis of Pulmonary Diseases. Medical devices (Auckland, N.Z.), 15, 89–102. https://doi.org/10.2147/MDER.S362407

[Ahmed et al., 2022a] Ahmed, S., Mitra, D. K., Nair, H., Cunningham, S., Khan, A. M., Islam, A. A., McLane, I. M., Chowdhury, N. H., Begum, N., Shahidullah, M., Islam, M. S., Norrie, J., Campbell, H., Sheikh, A., Baqui, A. H., & McCollum, E. D. (2022). Digital auscultation as a novel childhood pneumonia diagnostic tool for community clinics in Sylhet, Bangladesh: protocol for a cross-sectional study. BMJ Open, 12(2), e059630. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-059630

[Ahmed et al., 2022b] Ahmed, S., Sultana, S., Khan, A. M., Islam, M. S., Habib, G. M., McLane, I. M., McCollum, E. D., Baqui, A. H., Cunningham, S., & Nair, H. (2022). Digital auscultation as a diagnostic aid to detect childhood pneumonia: A systematic review. Journal of Global Health, 12(04033). https://doi.org/10.7189/jogh.12.04033

[BANCO MUNDIAL, 2021] Banco Mundial. (2021). Médicos por cada 1000 personas - Perú. World Bank Open Data. https://datos.bancomundial.org/indicator/SH.MED.PHYS.ZS?end=2021&locations=PE&name_desc=false&start=2021&type=shaded&view=map

[Behere et al., 2018] Behere, S., Baffa, J. M., Penfil, S., & Slamon, N. (2018). Real-World Evaluation of the Eko Electronic

Teleauscultation System. Pediatric Cardiology, 40(1), 154–160. https://doi.org/10.1007/s00246-018-1972-y

[Bertrand Z. et al., 2020] Bertrand Z., F., Segall K., D., Sánchez D., I., & Bertrand N., P. (2020). La auscultación pulmonar en el siglo 21. Revista Chilena de Pediatría, 91(4). https://doi.org/10.32641/rchped.v91i4.1465

[CAMACHO-LEON ET AL., 2022] Camacho-Leon, G., Faytong-Haro, M., Carrera, K., Molero, M., Melean, F., Reyes, Y., Mautong, H., De La Hoz, I., & Cherrez-Ojeda, I. (2022). A Narrative Review of Telemedicine in Latin America during the COVID-19 Pandemic. Healthcare, 10(8), 1361. https://doi.org/10.3390/healthcare10081361

[CAMPOS, 2017] Campos, E. (2017, October 24). Ubicación - Gobierno Territorial Autónomo de la Nación Wampís. Gobierno Territorial Autónomo de La Nación Wampís. https://nacionwampis.com/ubicacion/

[CDC, 2023] Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades (2023). Número de episodios, incidencia y defunciones por neumonía hasta la Semana Epidemiológica 28 del 2023. https://www.dge.gob.pe/portal/docs/vigilancia/sala/2023/SE28/neumonias.pdf

[CENATE, 2020] Centro Nacional de Telemedicina (2020). Manual de Procesos y Procedimientos del Centro Nacional de Telemedicina – CENATE. Disponible en: https://www.essalud.gob.pe/transparencia/procesos_procedimientos/Manual_de_Procesos_y_Procedimientos_de_Telemedicina.pdf

[Cifuentes L., 2021] Cifuentes, L. F. (2021). Mobile Diagnostic Units for Rural Patients in Colombia | Telemedicine and e-Health. Telemedicine and E-Health. https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/tmj.2016.0256?

	url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&rfr_dat=cr_pub++0pubmed
[Consultorio Movil, 2020a]	Consultorio Movil. (2020). TelemedPro de ConsultorioMOVIL – Consultorio Movil. Www.consultoriomovil.net. https://www.consultoriomovil.net/telemedpro
[Consultorio Movil, 2020b]	Consultorio Móvil. (2020). ¿Es seguro usar ConsultorioMOVIL? – Consultorio Movil. Www.consultoriomovil.net. https://www.consultoriomovil.net/es-seguro-usar-consultoriomovil/
[de Arteche et al., 2020]	de Arteche, M. R., Welsh, S. V., Santucci, M., & Carrillo, E. (2020). Telemedicina en latinoamerica: caso Argentina, Bolivia y Colombia. Revista Venezolana de Gerencia: RVG, 25(91), 955-975.
[DIGEMID, 2024]	DIGEMID. (2024). Registro Sanitario Dispositivos Médicos. Www.digemid.minsa.gob.pe. https://www.digemid.minsa.gob.pe/rsDispositivos/
[DONOSO & ARRAGADA, 2020]	Donoso, A., & Arriagada, D. (2020). René Théophile Hyacinthe Laënnec (1781-1826). Doscientos años del uso del estetoscopio. Una breve reseña. Arch. argent. pediatr, e444-e448.
[Eko Core, 2020]	Eko Core. (2020). User Manual. https://www.reddingmedical.com/documents/English_Eko_CORE_Rev%20D.pdf
[Eko Core, 2023]	Eko Core. (2023). 3MTM Littmann® CORE Digital Stethoscope - Electronic Stethoscope | Eko. Eko Health. https://www.ekohealth.com/products/3m-littmann-core-digital-stethoscope?variant=39307014209632

[EL PERUANO, 2023a] Ley Marco de Telesalud-LEY-N° 30421. (2023). Elperuano.pe. https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ley-marco-de-telesalud-ley-n-30421-1363168-1/

[EL PERUANO, 2023b] EL PERUANO (2023). Decreto Supremo que aprueba una nueva escala remunerativa para el personal del Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural (AGRORURAL) sujeto al régimen laboral del Decreto Legislativo No 728. Elperuano.pe. https://busquedas.elperuano.pe/api/visor_html/2243817-1

[Ellington et al., 2012] Ellington, L. E., Gilman, R. H., Tielsch, J. M., Steinhoff, M., Figueroa, D., Rodriguez, S., Caffo, B., Tracey, B., Elhilali, M., West, J., & Checkley, W. (2012). Computerised lung sound analysis to improve the specificity of paediatric pneumonia diagnosis in resource-poor settings: protocol and methods for an observational study. BMJ Open, 2(1), e000506. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2011-000506

[ERIC et al., 2024] Eric, Cherian, T., Chow, J., Shahid-Salles, S. A., Ramanan Laxminarayan, & T. Jacob John. (2024). Acute Respiratory Infections in Children. Nih.gov; The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK11786/

[ESPINOZA, 2021] Espinoza Tineo, J. (2021). Sistema de Información Asistencial Teleatiendo. Escuela Nacional de Salud Pública - Plataforma Educativa Virtual. http://pees.minsa.gob.pe/pluginfile.php/1021775/mod_resource/content/1/U4%20T2%20Sistema%20de%20Informaci%C3%B3n%20Asistencial%20Teleatiendo.pptx.pdf

[FAO, 2015] Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2015). Information and Communication Technologies

(ICT) | AIMS. Fao.org. https://aims.fao.org/information-and-communication-technologies-ict

[Farah, S., 2023] Farah, S. (2023). Telecardiologia e Seu Potencial em Áreas Remotas. Arquivos Brasileiros de Cardiologia, 120, e20230281.

[Friedel A., et al., 2023] Friedel, A. L., Siegel, S., Kirstein, C. F., Gerigk, M., Bingel, U., Diehl, A., ... & Kreitschmann-Andermahr, I. (2023, March). Measuring patient experience and patient satisfaction—how are we doing it and why does it matter? a comparison of european and us american approaches. In Healthcare (Vol. 11, No. 6, p. 797). MDPI.

[GEMA, 2020] Gema. (2020, January 28). Atención médica especializada con telemedicina en la amazonía peruana. ISanidad. https://isanidad.com/154194/atencion-medica-especializada-llega-amazonia-peruana-a-traves-plataforma-telemedicina/

[GMV, 2023] GMV. (2023). Antari. GMV. https://www.gmv.com/es-es/productos/sanidad/antari

[GMV, 2024] GMV. (2024). Digital Healthcare Antari. https://www.gmv.com/sites/default/files/content/file/2021/08/28/115/antari_sp.pdf

[GOB.PE, 2017] GOB.PE (2017). REPORTE DE INDICADORES - DEPARTAMENTO AMAZONAS – PROVINCIA CONDORCANQUI – DISTRITO RÍO SANTIAGO - GEOPERÚ. Gob.pe. De: https://visor.geoperu.gob.pe/reportes/consulta_Provincia.phtml?olayer=peru_provincia&ocampo=cod_prov&ovalor=0104

[GOB.PE, 2019] GOB.PE. (2019). Guía técnica: Guía de práctica clínica para el diagnóstico y tratamiento de la neumonía en la niña y el niño. Www.gob.pe. https://www.gob.pe/institucion/minsa/informes-publicaciones/1091053-guia-tecnica-guia-de-practica-

clinica-para-el-diagnostico-y-tratamiento-de-la-neumonia-en-la-nina-y-el-nino

[GOB.PE, 2022] GOB.PE. (2022). Formulación de especificaciones técnicas para la contratación de bienes y términos de referencia para la contratación de servicios y consultorías en general. Www.gob.pe. https://www.gob.pe/institucion/regionmadrededios/informes-publicaciones/3022879-formulacion-de-especificaciones-tecnicas-para-la-contratacion-de-bienes-y-terminos-de-referencia-para-la-contratacion-de-servicios-y-consultorias-en-general

[GOB.PE, 2023a] GOB.PE. (2023). Condorcanqui, 2021-2023 (s/) - Reporte. Www.gob.pe. https://visor.geoperu.gob.pe/reporte/010403

[GOB.PE, 2023b] GOB.PE. (2023). Información institucional- Red de Salud Condorcanqui. Www.gob.pe. https://www.gob.pe/institucion/regionamazonas-riscondorcanqui/institucional

[GOB.PE, 2023c] Gob.pe. (2023). Recibir atención a distancia en salud a través de Teleatiendo. Www.gob.pe. https://www.gob.pe/8945-recibir-atencion-a-distancia-en-salud-a-traves-de-teleatiendo

[GOB.PE, 2024] GOB.PE. (2024, November 9). Conocer los tributos en la Importación. Www.gob.pe. https://www.gob.pe/1139-conocer-los-tributos-en-la-importacion

[Graceffo et al., 2020] Graceffo, S., Husain, A., Ahmed, S., McCollum, E. D., & Mounya Elhilali. (2020). Validation of Auscultation Technologies using Objective and Clinical Comparisons. PubMed. https://doi.org/10.1109/embc44109.2020.9176456

[GTR-PUCP, 2022] Grupo de Telecomunicaciones Rurales (GTR-PUCP). (2022). Implementación de una Solución de Conectividad para la Cuenca del río Santiago.

[GTR-PUCP, 2023] Grupo de Telecomunicaciones Rurales - PUCP. (2023). Proyecto Santiago [Diapositivas de PowerPoint]. Presentación no publicada.

[GTR-PUCP, 2024] GTR-PUCP (2024). "Proyecto: Implementación de una Solución de Conectividad para la Cuenca del río Santiago Memoria Técnica", 2024. Disponible en: https://drive.google.com/file/d/1Plrl5HzJwWgmiSwn5oXBfxF6YZ61n-4w/view?usp=sharing

[Haskel et al., 2022] Haskel, O., Itelman, E., Zilber, E., Galia Barkai, & Segal, G. (2022). Remote Auscultation of Heart and Lungs as an Acceptable Alternative to Legacy Measures in Quarantined COVID-19 Patients—Prospective Evaluation of 250 Examinations. Sensors, 22(9), 3165–3165. https://doi.org/10.3390/s22093165

[Hear Wisconsin, 2023] Hear Wisconsin. (2023). Thinklabs One Amplified Stethoscope. HEAR Wisconsin. https://hearwi.org/equipment/thinklabs-one-amplified-stethoscope

[HERLES et al, 2022] Herles, N. E. V., Condorena, E. G. B., & Aportela, O. G. (2022). Plantas medicinales de uso significativo en comunidades Awajún de la Amazonía peruana - Medicinal plants of significant use in Awajún communities of the Peruvian Amazon. Revista Del Jardín Botánico Nacional, 43, 89–101. https://www.jstor.org/stable/48731985

[Huang et al., 2023] Huang, D.-M., Huang, J., Qiao, K., Zhong, N.-S., Lu, H.-Z., & Wang, W.-J. (2023). Deep learning-based lung sound analysis for intelligent stethoscope. Military Medical Research/Military Medical Research, 10(1). https://doi.org/10.1186/s40779-023-00479-3

[IBARRA, 2023] Ibarra. (2023). Diseño e implementación inicial de servicios de telesalud y telemedicina rural para el despliegue en la red río Santiago en Condorcanqui, Amazonas. Pucp.edu.pe. http://hdl.handle.net/20.500.12404/25753

[IETSI, 2023] IETSI. (2023). Fichas Técnicas Referenciales. IETSI. https://ietsi.essalud.gob.pe/fichas-tecnicas-referenciales/

[INEI, 2017] Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2017). Características de la Población. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1539/cap01.pdf

[INS, 2023] Instituto Nacional de Salud. (2023). INFORME TÉCNICO N° 024-2023-UIE-CNSP/INS INFORME SOBRE VIGILANCIA DE VIRUS RESPIRATORIOS, 2023 *. https://web.ins.gob.pe/sites/default/files/informe%20influenza%202023.pdf

[Jara, 2019]. Jara, A. (2019). Mejoramiento y ampliación del servicio de Emergencia del Hospital María Auxiliadora Lima 2019. Usmp.edu.pe. https://hdl.handle.net/20.500.12727/6084

[JNE, 2018a] Jurado Nacional de Elecciones (2018). Plan de Gobierno de la Municipalidad Distrital de rio Santiago provincia de Condorcanqui departamento de Amazonas-Periodo 2019-2022. https://declara.jne.gob.pe/ASSETS/PLANGOBIERNO/FILEPLANGOBIERNO/2504.pdf

[Kato-Lin & Thelen, 2020] Kato-Lin, Y.-C., & Thelen, S. T. (2020). Telemedicine for Acute Conditions During COVID-19: A Nationwide Survey Using Crowdsourcing. Telemedicine and E-Health. https://doi.org/10.1089/tmj.2020.0351

[Khayreddine Bouabida et al., 2022] Khayreddine Bouabida, Bertrand Lebouché, & Marie-Pascale Pomey. (2022). Telehealth and COVID-19 Pandemic: An Overview of the Telehealth Use, Advantages, Challenges, and Opportunities during COVID-19 Pandemic. Healthcare, 10(11), 2293–2293. https://doi.org/10.3390/healthcare10112293

[Kim et al., 2022] Kim, Y., Hyon, Y., Lee, S., Woo, S.-D., Ha, T., & Chung, C. (2022). The coming era of a new auscultation system for analyzing respiratory sounds. BMC Pulmonary Medicine, 22(1). https://doi.org/10.1186/s12890-022-01896-1.

[Lee et al., 2022] Lee, S. H., Kim, Y.-S., Yeo, M.-K., Mahmood, M., Zavanelli, N., Chung, C., Heo, J. Y., Kim, Y., Jung, S.-S., & Yeo, W.-H. (2022). Fully portable continuous real-time auscultation with a soft wearable stethoscope designed for automated disease diagnosis. Science Advances, 8(21). https://doi.org/10.1126/sciadv.abo5867

[Leon, 2023] Leon, S. (2023). Proyecto del GTR PUCP entre los cinco seleccionados a nivel mundial sobre conectividad para publicación del IGF – ONU.

[Liu Y., 2021] Liu Y. (2021). Wearable Electronic Stethoscope (Patent from China No. 214259348).China.Technology and Innovation. https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=CN338621404&_cid=P11-LV0WND-44670-3

[Medesk, 2024] Medesk. (2024). 5 Plataformas de Telemedicina en América Latina: Funcionalidades y Precios. Medesk.net. https://www.medesk.net/es/blog/plataforma-de-telemedicina-en-colombia/

[MEDINA I et al., 2023] Medina I, Armando, & Mayca P, Julio. (2023). Creencias y costumbres relacionadas con el embarazo, parto y puerperio en comunidades nativas Awajun y Wampis. Revista Peruana de Medicina Experimental Y Salud

Publica, 23(1), 22–32. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342006000100004

[Mercado libre, 2024]. Mercado Libre. (2024). Mercado Libre Perú. Recuperado el 26 de Noviembre de 2024, de https://www.mercadolibre.com.pe/

[Ministerio de Cultura, 2019] Ministerio de Cultura. (2019). Base de Datos de poblaciones Indígenas u Originarios. Cultura.gob.pe. https://bdpi.cultura.gob.pe/pueblos/wampis

[Ministerio de Cultura, 2020] Ministerio de Cultura. (2020). Base de Datos de poblaciones Indígenas u Originarios. Cultura.gob.pe. https://bdpi.cultura.gob.pe/pueblos/awajun

[MINSA, 2022a] MINSA (2022). Incidencia acumulada de episodios por neumonía en menores de 5 años según departamentos, Perú. https://www.dge.gob.pe/portal/docs/vigilancia/sala/2022/SE26/neumonias.pdf

[MINSA, 2022b] MINSA. (2022, July 8). Manual de procesos y procedimientos, "GESTIÓN DE LA ATENCIÓN DE TELESALUD." Lima; El Peruano

[MINSA, 2022c] Minsa. (2022). Ministerio de salud documento técnico el sistema de información de historias clínicas electrónicas since del minsa a ser implementado en las instituciones prestadoras de servicios de salud del ministerio de salud y de im)í! L0s gobiernos regionales del primer, segundo y tercer nivel de atención, año 2022

[Minttihealth, 2022] Minttihealth. (2022, June 27). Digital Stethoscope Mintti Smartho-D2 – Minttihealth. Minttihealth. https://minttihealth.com/product/digital-stethoscope-mintti-smartho-d2/

[MURILLO, A., 2022] Murillo, A. (2022, October 13). CDC Perú: Cerca de 1 millón y medio de casos por infecciones respiratorias son reportados en menores de 5 años en todo el país. CDC MINSA. https://www.dge.gob.pe/portalnuevo/informativo/prensa/cdc-peru-cerca-de-1-millon-y-medio-de-casos-por-infecciones-respiratorias-son-reportados-en-menores-de-5-anos-en-todo-el-pais/

[MUSSO & ENZ, 2006] Musso, C. G., & Enz, P. A. (2006). Historia del estetoscopio. Eslabón final de una cadena de ideas y trabajo. Rev. Hosp. Ital. B. Aires (2004), 112-113.

[NACIONES UNIDAS, 2022] Naciones Unidas. (2022). Prospectos de la población mundial- División poblacional- Naciones Unidas. https://population.un.org/wpp/

[NU. CEPAL, 2019] NU. CEPAL. (2019, January 7). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe. Objetivos, metas e indicadores mundiales. Cepal.org; CEPAL. https://repositorio.cepal.org/items/5bd13e17-8ccf-40b1-b1ff-805a48225b2b

[Olbax, 2020] Olbax. (2020). 3M Littmann 3200. Buscador de Cotizaciones. https://www.importadoraperu.com/product/mer/3m-littmann-3200

[OLIYNIK, 2015] Oliynik, V. (2015). On potential effectiveness of integration of 3M Littmann 3200 electronic stethoscopes into the third-party diagnostic systems with auscultation signal processing. https://doi.org/10.1109/elnano.2015.7146923

[OPS, 2017b] Organización Panamericana de Salud. (2017). Definición de indicadores para proyectos de telemedicina como herramienta para la reducción de las inequidades en salud. Paho.org. https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/28563/OPSKBR16006-spa.pdf?sequence=6&isAllowed=y

[OPS, 2024] Organización Panamericana de la Salud. (2024). Integración de la telesalud en el primer nivel de atención [Curso en línea]. Campus Virtual de Salud Pública. https://campus.paho.org/es

[Park et al., 2022] Park, D. E., Watson, N. L., Focht, C., Feikin, D., Hammit, L., Brooks, W. A., Howie, S. R. C., Kotloff, K. L., Levine, O. S., Madhi, S. A., Murdoch, D. R., O'Brien, K. L., Scott, J. A. G., Thea, D. M., Amorninthapichet, T., Awori, J., Bunthi, C., Ebruke, B., Elhilali, M., & Higdon, M. (2022). Digitally recorded and remotely classified lung auscultation compared with conventional stethoscope classifications among children aged 1–59 months enrolled in the Pneumonia Etiology Research for Child Health (PERCH) case–control study. BMJ Open Respiratory Research, 9(1), e001144. https://doi.org/10.1136/bmjresp-2021-001144

[Partido Democracia Directa, 2018] Partido Democracia Directa (2018).cPlan de Gobierno de la Municipalidad Distrital de rio Santiago provincia de Condorcanqui departamento de Amazonas-Periodo 2019-2022. https://declara.jne.gob.pe/ASSETS/PLANGOBIERNO/FILEPLANGOBIERNO/1636.pdf

[PEREZ, 2015] Perez, R. (2015, August 10). CULTURA AWAJUN / Grupo público. Activismo Digital de Lenguas Indígenas. https://rising.globalvoices.org/lenguas/2015/08/10/cultura-awajun-grupo-publico/

[PESSAH, 2016] Pessah, S. (2016). Acciones del MINSA en la Población Awuajun -Wampis Congreso de la República del Perú. https://www.congreso.gob.pe/Docs/comisiones2016/PueblosAndinosEcologia/files/salud_indigena_awajun-dpi.pdf

[Prieto Tostado, 2023] Prieto Tostado, V. (2023). Estudio sobre la implantación de un sistema de teleconsulta para cubrir las necesidades de los puestos de salud de las zonas rurales de Perú [Final Project]. https://oa.upm.es/72709/

[PRIETO-EGIDO, 2014] Prieto-Egido, I., Simó-Reigadas, J., Liñán-Benítez, L., García-Giganto, V., & Martínez-Fernández, A. (2014). Telemedicine Networks of EHAS Foundation in Latin America. Frontiers in Public Health, 2. https://doi.org/10.3389/fpubh.2014.00188

[PROAMAZONAS, 2020] PROAMAZONAS. (2020). PERTUR - Plan Estratégico Regional de Turismo - Amazonas 2020-2029. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1242794/PERTUR-Amazonas.pdf

[RAFAEL J. et al., 2022] Rafael, J., Eduardo, L., Daniel, J., Cueva-Ríos, María Alina, Meza-Orue, Llen Alin, Zorrilla-Tarazona, E., & Garcia Curo, Gianmarco. (2022). Brecha digital y tecnologías de comunicación e información en un telecentro de la Amazonia Peruana: Hacia el control de la pandemia COVID-19 2021. Bol. Malariol. Salud Ambient, 343–351. https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1391358

[Rashid Al-Abri & Al-Balushi, 2014] Rashid Al-Abri, & Al-Balushi, A. (2014). Patient Satisfaction Survey as a Tool Towards Quality Improvement. Oman Medical Journal, 29(1), 3–7. https://doi.org/10.5001/omj.2014.02

[Saleh et al., 2023] Saleh, N., Gaber, M. N., Eldosoky, M. A., & Soliman, A. M. (2023). Vendor evaluation platform for acquisition of

medical equipment based on multi-criteria decision-making approach. Scientific Reports, 13(1). https://doi.org/10.1038/s41598-023-38902-3

[SHAVER, J., 2022] Shaver, J. (2022). The State of Telehealth Before and After the COVID-19 Pandemic. Primary Care: Clinics in Office Practice, 49(4), 517–530. https://doi.org/10.1016/j.pop.2022.04.002

[SINCHAI KAMOLPHIWONG et al., 2018] Sinchai Kamolphiwong, Thossaporn Kamolphiwong, SoontornSaechow, & Verapol Chandeeying. (2018). Real-Time Tele-Auscultation Consultation Services over the Internet: Effects of the Internet Quality of Service. InTech EBooks. https://doi.org/10.5772/intechopen.74680

[Stemoscope, 2022a] Stemoscope. (2022). Stemoscope - Digital Bluetooth Stethoscope. Stemoscope. https://stemoscope.com/

[Stemoscope, 2022b] Stemoscope. (2022b). Stemoscope PRO, Professional smart wireless stethoscope – FDA cleared. Stemoscope. https://stemoscope.com/products/stemoscope-pro-professional-smart-wireless-stethoscope-direct-connection-with-bluetooth-earphones-use-with-a-smartphone-fda-cleared

[TAA, 2006] The American Telemedicine Association. (2006). Telemedicine, Telehealth, and Health Information Technology An ATA Issue Paper The American Telemedicine Association Patient Care Health Provider. https://cdn.who.int/media/docs/default-source/digital-health-documents/global-observatory-on-digital-health/usa_support_tele.pdf?sfvrsn=1c0a523b_3

[Telemedicina MINSA, 2023] Telemedicina MINSA. (2023). Equipamiento básico para telemedicina [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=Oa1u8E7aq1k

[Telesalud Minsa Telecapacitaciones, 2023a] Telesalud Minsa Telecapacitaciones, 2023. Implementación de servicios de Telemedicina [Archivo de video].

Youtube.https://www.youtube.com/watch?v=HCpUtm5PdYs

[Telesalud Minsa Telecapacitaciones, 2023b] Telesalud Minsa Telecapacitaciones. (2023). ¿QUÉ ES TELEATIENDO Y CÓMO FUNCIONA? YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=hUk3B6a13xg&themeRefresh=1

[Thinklabs, 2014] Thinklabs. (2014). Thinklabs One User's Manual. https://www.oaktreeproducts.com/img/product/description/TL-One%20user%20manual.pdf

[Thinklabs, 2022a] Thinklabs. (2022). FDA and CE Mark Information. Thinklabs. https://support.thinklabs.com/support/solutions/articles/48000949026-is-thinklabs-one-fda-cleared

[Thinklabs, 2022b] Thinklabs. (2022). Stethoscopes. Thinklabs. https://www.thinklabs.com/stethoscopes

[Thinklabs, 2022c] Thinklabs. (2022). Is One Bluetooth Enabled? Thinklabs. https://support.thinklabs.com/support/solutions/articles/48000943249-is-one-bluetooth-enabled

[Tytocare, 2021] Tytocare. (2021). TytoCare Admin Portal User Guide. https://mse-group.co/assets/images/admin_user_manual_1.0.pdf

[Tytocare, 2022] Tytocare. (2022). Payer Virtual Primary Care Hub. TytoCare. https://www.tytocare.com/payer-virtual-primary-care-hub/

[Tytocare, 2023] Tytocare. (2023). How TytoCare Works? | TytoHome Telehealth Exam kit. TytoCare. https://www.tytocare.com/consumers/how-tyto-works/

[3M, 2009] 3M. (2009). Manual de usuario del modelo Littmann 3200. https://multimedia.3m.com/mws/media/594115O/3m-littmann-electronic-stethoscope-model-3200-user-manual.pdf

[WANG, ET AL., 2014] Wang CH, et al. (2014). Wireless electronic stethoscope (Patente de EEUU. No. 9265478). https://patents.google.com/patent/US9265478?oq=electronic+wireless+digital+stethoscope#patentCitations

[Wong V., 2014] WONG V., (2014). U.S. Patent No. 9,973,847. Washington, DC: U.S. Eko Health Inc

[Yang et al., 2021] Yang, C., Zhang, W., Pang, Z., Zhang, J., Zou, D., Zhang, X., Guo, S., Wan, J., Wang, K., & Pang, W. (2021). A Low-Cost, Ear-Contactless Electronic Stethoscope Powered by Raspberry Pi for Auscultation of Patients With COVID-19: Prototype Development and Feasibility Study. JMIR Medical Informatics, 9(1), e22753. https://doi.org/10.2196/22753

[Ye et al., 2022] Ye, P., Li, Q., Jian, W., Liu, S., Tan, L., Chen, W., Zhang, D., & Zheng, J. (2022). Regularity and mechanism of fake crackle noise in an electronic stethoscope. Frontiers in Physiology, 13. https://doi.org/10.3389/fphys.2022.1079468

[YOUNESS ARJOUNE et al., 2023] Youness Arjoune, Nguyen, T. N., Robin Winkler Doroshow, & Raj Shekhar. (2023). Technical characterisation of digital stethoscopes: towards scalable artificial intelligence-based auscultation. Journal of Medical Engineering & Technology, 1–14. https://doi.org/10.1080/03091902.2023.2174198

[ZHANG et al., 2021] Zhang, P., Wang, B., Liu, Y., Fan, M., Ji, Y., Xu, H., Xu, M., Chen, S., Li, Q., & Zhang, Z. (2021). Lung Auscultation of Hospitalized Patients with SARS-CoV-2 Pneumonia via a Wireless Stethoscope. International journal of medical sciences, 18(6), 1415–1422. https://doi.org/10.7150/ijms.54987

[Zhang et al., 2024] Zhang, L., Cheng, Z., Xu, D., Wang, Z., Cai, S., Hu, N., Ma, J., & Mei, X. (2024). Developing an AI-assisted digital auscultation tool for automatic assessment of the severity of mitral regurgitation: protocol for a cross-sectional, non-interventional study. BMJ Open, 14(3), e074288. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2023-074288

ANEXOS

Anexo 1: Certificado de participación del programa de Integración de la telesalud en el primer nivel de atención

65a708d4-da6c-4093-b71c-ac6fac1f5714

Certificado de Participación

La Organización Panamericana de la Salud

certifica que:

Frank Alexis Díaz Vásquez

ha participado y aprobado el curso virtual:

Integración de la telesalud en el primer nivel de atención con la aplicación de modelos de simulación

Ofrecido a través del Campus Virtual de Salud Pública

Horas: 40 - Porcentaje de aprobación: 100,00 %

16 de enero de 2024

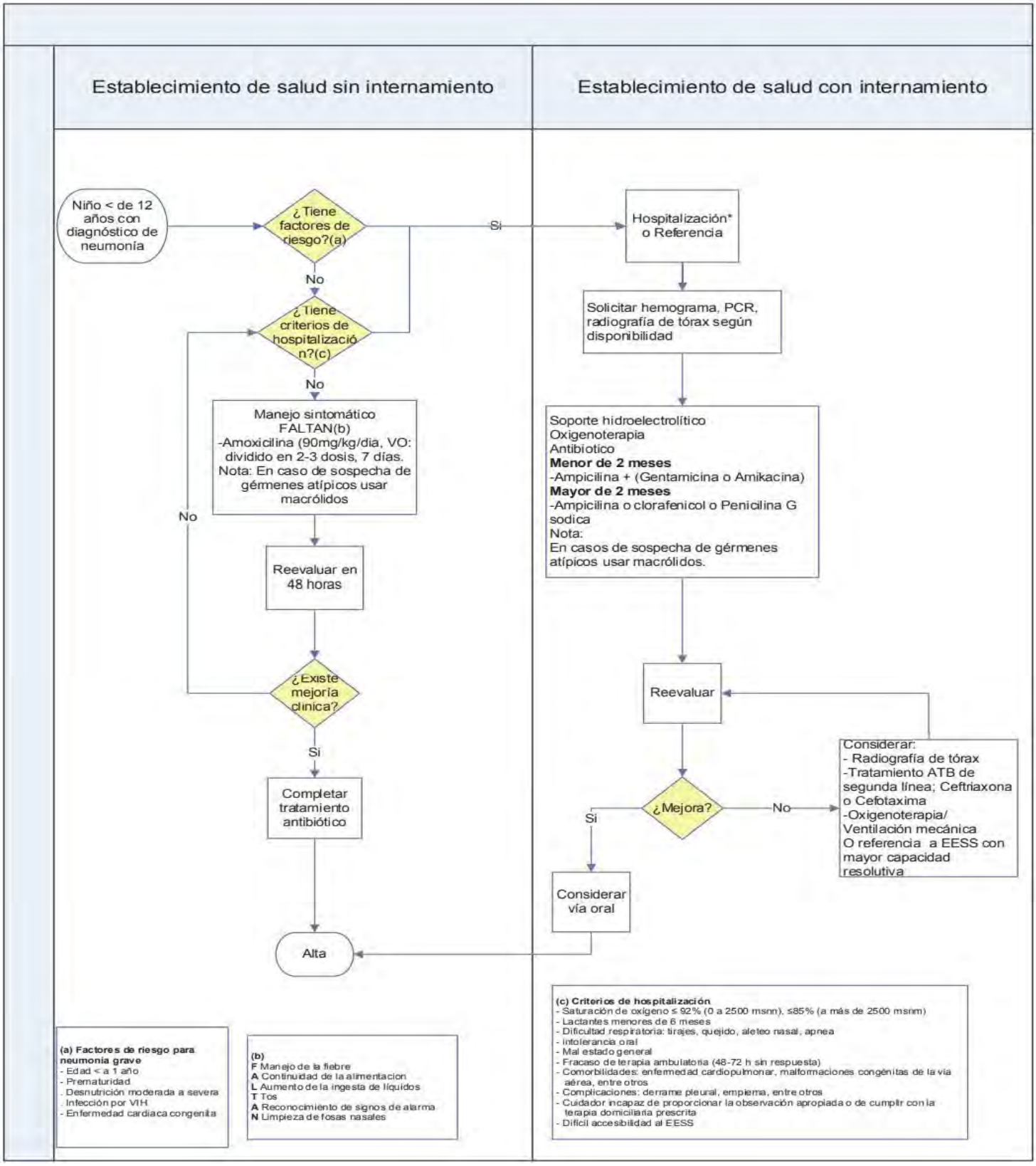
Dr. Jarbas Barbosa da Silva Jr.
Director

Organización Panamericana de la Salud
Organización Mundial de la Salud
Américas

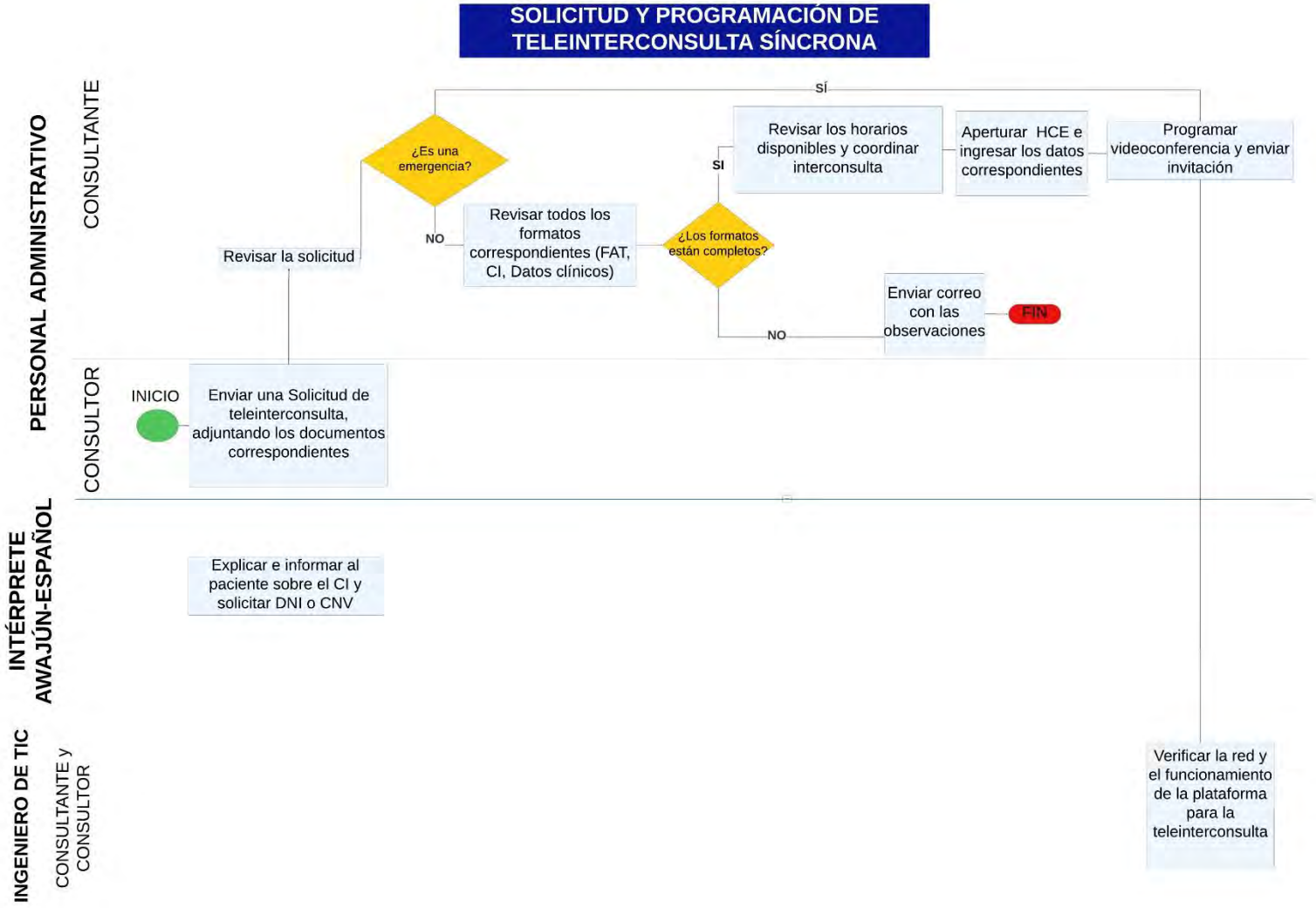
OPS
CAMPUS VIRTUAL DE SALUD PÚBLICA

*La autenticidad de este certificado se puede verificar en https://mooc.campusvirtualsp.org/mod/simplecertificate/verify.php?code=65a708d4-da6c-4093-b71c-ac6fac1f5714

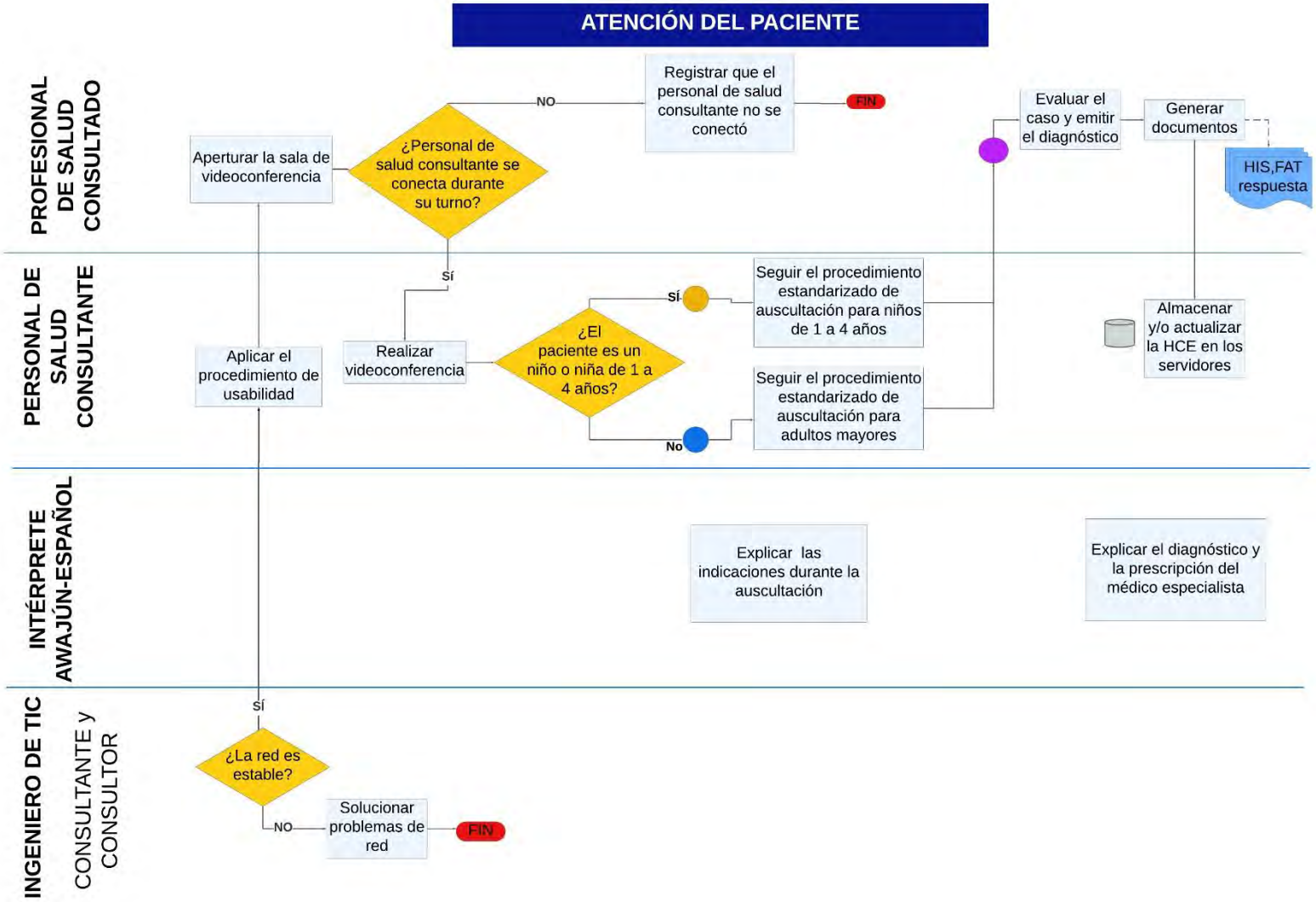
Anexo 2: Flujograma asistencial para el diagnóstico y tratamiento de neumonía en menores de 12 años



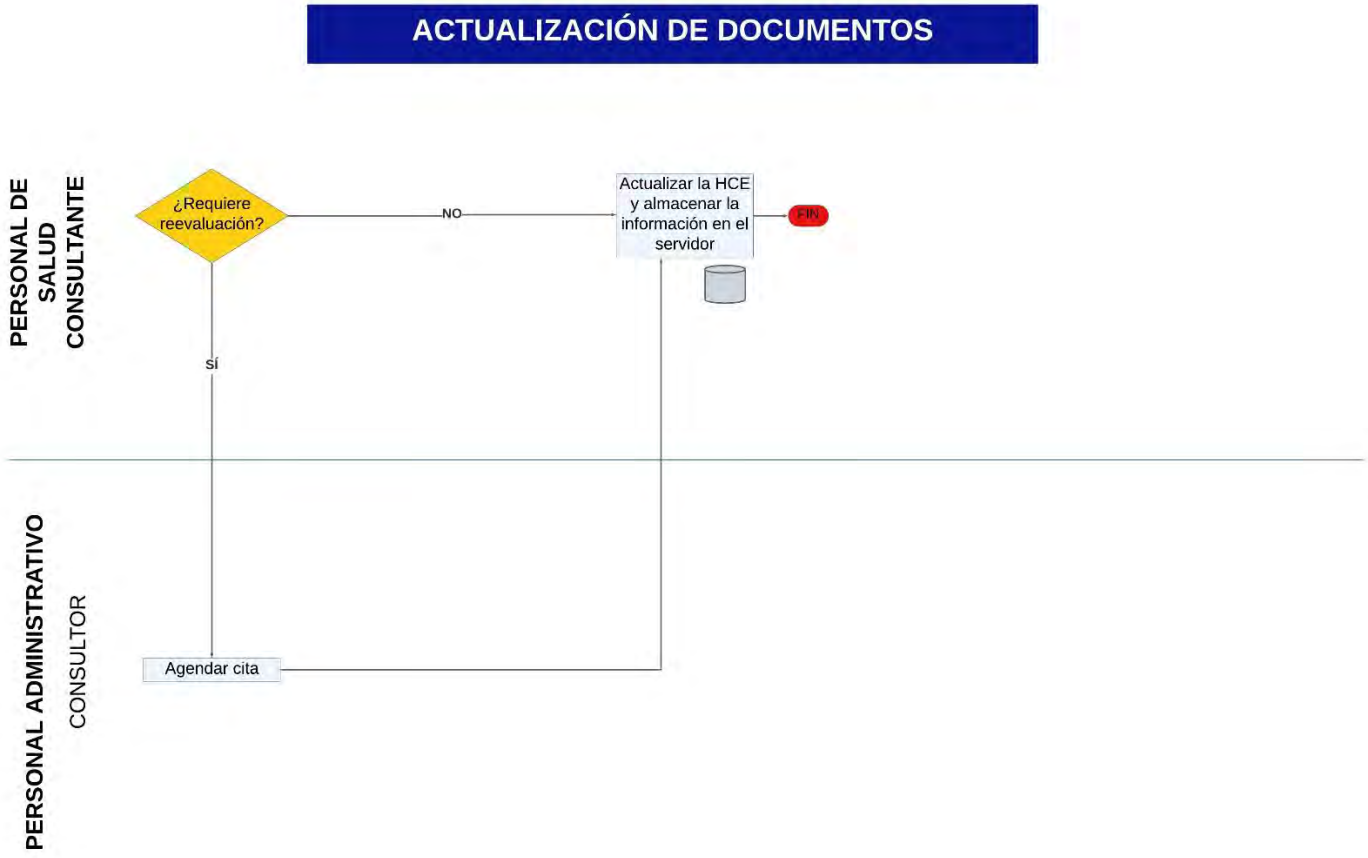
Anexo 3: Protocolo general de tele-auscultación – Etapa de solicitud y programación de teleinterconsulta síncrona



Anexo 4: Protocolo general de tele-auscultación – Etapa de atención del paciente



Anexo 5: Protocolo general de tele-auscultación – Etapa de actualización de documentos



Anexo 6: Conversación de visto bueno de los protocolos propuestos

Protocolos estandarizados de tele-auscultación Externo Recibidos ×

FRANK ALEXIS DIAZ VASQUEZ <frank.diaz@pucp.edu.pe> 4 jun 2024, 11:16
para claudia_rocha149@hotmail.com

Buenos días, estimada Dra. Claudia

Mediante este correo le adjunto los protocolos que le mencioné, cualquier duda o consulta me lo hace saber, por favor.

Que tenga un excelente día.
Saludos,

1 archivo adjunto • Analizado por Gmail

claudia rocha <claudia_rocha149@hotmail.com> 11 oct 2024, 10:55
para mí

Buenos días Frank, he revisado tu protocolo, me parece perfecto! Es un proyecto super interesante. Está muy bien planteados.

Claudia Maribel Rocha Mujica
Médico neumóloga
CMP 54947 RNE 35080

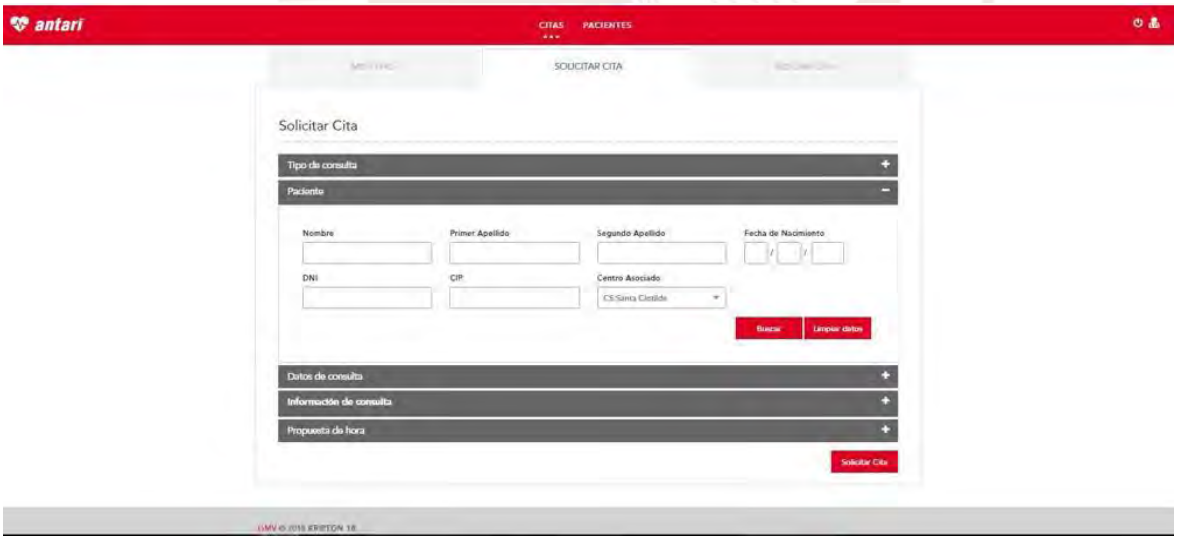
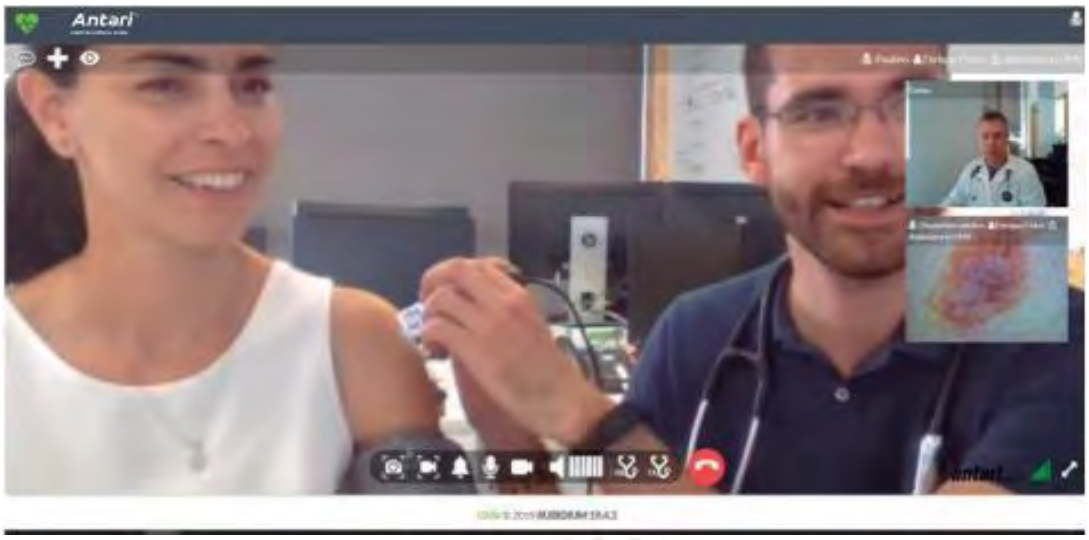
Enviado desde Outlook para Android

From: FRANK ALEXIS DIAZ VASQUEZ <frank.diaz@pucp.edu.pe>
Sent: Tuesday, June 4, 2024 11:16:10 AM
To: claudia_rocha149@hotmail.com <claudia_rocha149@hotmail.com>
Subject: Protocolos estandarizados de tele-auscultación

...

[Mensaje recortado] Ver todo el mensaje

Anexo 7: Agendamiento de citas



Anexo 8: Ejecución de la tele-auscultación