



**TÍTULO DEL ESTUDIO: “IMPLEMENTACIÓN DE UNA  
ESTRATEGIA DE INTEROPERABILIDAD ENTRE  
EQUIPOS DE ALTA GAMA EN UN SERVICIO DE  
CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL NACIONAL  
EDGARDO REBAGLIATI MARTINS”**

**REPORTE PRELIMINAR DE RESULTADOS DE  
INVESTIGACIÓN 10-2024**

JOSHI ROSA MAGALY ACOSTA BARRIGA  
Directora de IETSI

LELY DEL ROSARIO SOLARI ZERPA  
Gerente de la Dirección de Investigación en Salud – IETSI

#### **Autores**

- Carlos A Lescano Alva
- Jaime Flores Vivanco
- Ulises Contreras Balbín
- Amalia Roscío Villena Romaní
- Frank Ortiz Jara
- Miguel Giancarlo Moscoso Porras

#### **Reporte de resultados de investigación 10-2024**

El presente reporte es el resultado de una investigación realizada en el marco de los temas de investigación en salud prioritarios para ESSALUD, para el periodo 2023-2025, aprobados con la Resolución de IETSI N°96-IETSI-ESSALUD-2023.

#### **Conflicto de intereses**

Los responsables de la elaboración del presente documento declaran no tener ningún conflicto de interés financiero o no financiero, con relación a los temas descritos en el presente documento.

#### **Aprobación Ética**

Este estudio no requirió aprobación por el comité de ética dado que es un trabajo de tecnovigilancia, por lo que no constituye una investigación en salud con seres humanos.

#### **Financiamiento**

Este documento técnico ha sido financiado por el Instituto de Evaluación de Tecnologías en Salud e Investigación (IETSI).

#### **Citación**

Este documento debe ser citado como: “IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTRATEGIA DE INTEROPERABILIDAD ENTRE EQUIPOS DE ALTA GAMA EN UN SERVICIO DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL NACIONAL EDGARDO REBAGLIATI MARTINS”. Reporte de resultados de investigación RRI 10-2024. Lima: ESSALUD; 2024”.

#### **Datos de contacto**

Amalia Villena Romaní, BEng

Correo electrónico: amavillenaar@gmail.com

Teléfono: (+511) 265 6000, anexo 1966

## Contenido

<b>Resumen .....</b>	<b>4</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>5</b>
<b>Métodos .....</b>	<b>9</b>
<b>Resultados .....</b>	<b>13</b>
<b>Discusión y Conclusiones .....</b>	<b>17</b>
<b>Referencias Bibliográficas .....</b>	<b>19</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>22</b>

# Resumen

**OBJETIVO:** Proponer una metodología de trabajo para la implementación de la interoperabilidad entre equipos biomédicos de alta gama en una Unidad de Cuidados Intensivos (UCI), basada en la experiencia de un hospital de alta complejidad en Perú.

**MÉTODO:** Se evaluó la infraestructura y recursos tecnológicos del Servicio UCI-I del Departamento de Cuidados Intensivos del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins, identificando monitores, ventiladores mecánicos y bombas de infusión. Se coordinó con proveedores para configuración de equipos y así interconectarlos y con ello se desarrolló bases de datos para almacenamiento de variables y se elaboró un prototipo de interfaz visual en tiempo real.

**RESULTADOS:** La interconexión de los equipos permitió el almacenamiento de más de 100 variables clínicas con alta fiabilidad y actualización constante. Se evidenciaron carencias en la infraestructura de red y necesidades de coordinación con los fabricantes, lo que confirmó la factibilidad y retos de la implementación.

**DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES:** El proyecto piloto desarrollado en el HNERM demostró que es factible interconectar los equipos médicos heterogéneos. La integración logró capturar, procesar y almacenar en tiempo real las variables críticas generadas por los monitores, garantizando la continuidad y calidad de la información. Para escalar esta solución, se requiere mejorar la infraestructura de red, fortalecer la capacitación del personal y mantener la colaboración multidisciplinaria. Se sugiere replicar esta experiencia en otras áreas críticas y centros hospitalarios.

**Palabras clave:** Interoperabilidad, UCI, equipos biomédicos, monitorización de pacientes, metodología.

# Introducción

La interoperabilidad es la habilidad de diversos sistemas tecnológicos, como equipos médicos de alta gama y softwares, que intercambian datos o información para trabajar de manera conjunta, segura y automática (1). En salud, según la Organización Panamericana de Salud (OPS), se habla de interoperabilidad cuando estos sistemas recopilan información integral para promover una prestación de servicios de salud efectiva (2). Para lograrlo, la interoperabilidad debe asegurar la calidad y fiabilidad de la transferencia de los datos. Aun así, la interoperabilidad en salud suele ser mejor definida según niveles de clasificación, pues según diferentes contextos se aplican diferentes formas de interoperabilidad (3). Existen varios modelos que clasifican la interoperabilidad en salud, uno de ellos es Health Level Seven (HL7) que menciona la interoperabilidad técnica, sintáctica y semántica (3).

Las oportunidades y beneficios de implementar la interoperabilidad en las áreas de un hospital son enormes, especialmente en unidades como las Unidades de Cuidados Intensivos (UCIs) (1,4). En primer lugar, reduce el error humano al facilitar el intercambio preciso y eficiente de información entre sistemas. Además, brinda información en tiempo real y accesible, lo que permite a los profesionales de la salud tomar decisiones clínicas más informadas y oportunas, mejorando de manera directa el cuidado del paciente. Por otro lado, mientras que el acceso seguro a los datos garantiza la confidencialidad y la integridad de la información, la estructuración de datos elimina la dependencia del papel y de almacenamientos físicos, reduciendo el riesgo de pérdida de información. Finalmente, al implementar un entorno basado en interoperabilidad, este se rige bajo buenas prácticas clínicas, lo que genera que el procesamiento de los datos mediante los algoritmos brinde información que se traduce en mejores decisiones médicas basadas en datos clínicos. Es así como la interoperabilidad no solo mejora la calidad de la atención al paciente, sino que también optimiza la gestión de datos y recursos en el sistema de salud.

La falta de interoperabilidad en el sector salud genera pérdidas monetarias significativas y reduce la eficiencia de los sistemas sanitarios. Un estudio del WestHealth Institute realizado en 2015 en Estados Unidos estima que implementar la interoperabilidad entre dispositivos médicos de alta gama podría ahorrar hasta 36 mil millones de dólares al reducir eventos adversos, evitar pruebas redundantes y aumentar la productividad clínica (5). Sin embargo, según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), solo 10 de los 26 países en América Latina han implementado normativas o iniciativas relacionadas con salud digital e interoperabilidad (6). Esto implica que persisten pérdidas económicas en la región debido a carencias normativas y baja adopción de estándares necesarios. En Perú, aunque existen esfuerzos para regular la interoperabilidad mediante leyes y resoluciones ministeriales, aún enfrentamos desafíos significativos para implementar metodologías adecuadas según cada contexto del sistema de salud fragmentado existentes en el país (7–10).

En el Perú, existen diversas causas que contribuyen a la deficiente interoperabilidad en salud. En primer lugar, las leyes y normas llevan a las instituciones públicas de salud a realizar compras de equipos y sistemas médicos que priorizan criterios netamente monetarios y de prevención de irregularidades administrativas, pero que dejan relegados otros criterios. Entre estos criterios no priorizados en los procesos de compra de tecnologías sanitarias están los de efectividad y eficiencia, que son los más importantes si abordamos esta problemática desde la perspectiva del beneficio en favor de la población usuaria de los servicios de salud. Así, la compra de tecnologías termina siendo no estratégica, donde los diversos equipos de alta gama para un mismo servicio son adquiridos independientemente unos de otros, de manera desordenada, sin considerar factores de compatibilidad o integración futura (11). Otro factor son los presupuestos limitados o no vinculados a resultados que dificultan la inversión en formación y tecnología adecuada que limita

la disponibilidad de recursos y tecnologías necesarias (12). Además, existe poca iniciativa para lograr su interoperabilidad a pesar de contar con equipos médicos de alta gama. Por otro lado, el personal a menudo carece de la capacitación necesaria para manejar estos equipos potencialmente interoperables (13). El interés por promover la interoperabilidad como foco principal continúa siendo escaso, debido también al temor de incurrir en gastos financieros que puedan ser considerados innecesarios por los órganos administrativos, lo que desalienta su implementación, aun cuando su utilidad para el manejo clínico de pacientes es clara para los médicos especialistas usuarios de estos equipos de alta gama.

La falta de interoperabilidad entre equipos biomédicos de alta gama utilizados en los servicios de UCI es especialmente evidente en los servicios de cuidados intensivos. Diversos estudios han explorado iniciativas y experiencias para mejorar la interoperabilidad en el sector salud en entornos críticos como las UCIs. De hecho, un estudio realizado por Touahria et al. (2021) en Algeria propuso un marco basado en componentes para habilitar la comunicación entre dispositivos médicos heterogéneos, abordando la falta de interoperabilidad que puede conducir a errores médicos y comprometer la seguridad del paciente (14). De manera similar, otro estudio realizado por Berler et al. (2003) diseñó un marco de interoperabilidad en un sistema de salud regional en Grecia, utilizando estándares como HL7 para integrar sistemas de información sanitaria y mejorar el intercambio de datos clínicos y administrativos (15). Así, lograr la interoperabilidad en servicios de cuidados intensivos significará aprovechar al máximo la oportunidad de contar con equipos de alta gama lo que se traducirá en beneficios clínicos para el paciente y en mayor eficiencia del trabajo del personal médico y de enfermería.

Por otro lado, la investigación de Poncette et. al. del 2019 realizó una búsqueda de los requisitos clínicos, como necesidades y expectativas del personal médico, para la futura monitorización de

pacientes en las UCIs, destacando la necesidad de tecnologías avanzadas e interoperables para mejorar la seguridad y eficiencia en el cuidado del paciente acompañados de interfaces intuitivas (16). Así también, otro estudio desarrollado por Gaynor et. al. en 2013 proporcionó un marco general para la interoperabilidad en aplicaciones de salud, enfatizando que, a pesar de la existencia de estándares y alianzas internacionales, persisten desafíos debido a la lenta adopción y falta de consenso en la industria (17). Estos estudios subrayan la importancia crítica de desarrollar e implementar sistemas interoperables para aumentar la eficiencia, reducir errores y mejorar los resultados en la atención al paciente.

En Perú, aunque existe la normativa nacional que apoya la salud digital e interoperabilidad, lo que representa una oportunidad a ser aprovechada, continúan siendo muy pocas las iniciativas de lograr completa interoperabilidad entre equipos de alta gama en servicios de salud de alta complejidad. Así, por ejemplo, el Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins (HNERM), uno de los hospitales de mayor envergadura y complejidad en el Perú, localizado en Lima, ciudad capital, cuenta con Unidades de Cuidados Intensivos que tienen equipos médicos de alta gama. Esto constituye una oportunidad de explorar la posibilidad de lograr la interoperabilidad entre todos los equipos de alta gama en todos los servicios de salud que los albergan. Por lo tanto, el siguiente reporte describe la experiencia de una iniciativa de lograr la interoperabilidad entre los equipos de un servicio de UCIs adulta del HNERM.

# Métodos

## Descripción del contexto: Seguro Social de Salud

En el Perú, el Seguro Social de Salud constituye el principal sistema de cobertura médica para los trabajadores formales, quienes acceden a sus servicios de manera gratuita. Actualmente, se estima que aproximadamente 12 millones de personas se encuentran afiliadas a este seguro, lo que lo posiciona como el segundo más importante a nivel nacional.

En la ciudad de Lima, donde se concentra la mayor cantidad de asegurados, se ubica el Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins (HNERM), el cual registra cerca de 600 000 consultas anuales. En cuanto a la atención especializada, el HNERM cuenta con más de 8 Unidades de Cuidados Intensivos (UCI), con una capacidad total de más de 100 camas. Estas unidades se dividen en áreas para adultos y pediátricas, comprendiendo distintas subunidades según la complejidad y el tipo de patología. El presente reporte se realizó específicamente en el Servicio UCI-I para adultos del Departamento de Cuidados Intensivos.

## Evaluación inicial del área UCI

### Descripción del espacio físico inicial del área

El área del Servicio de Cuidados Intensivos I del HNERM se evaluó para identificar el estado de la infraestructura tecnológica y conocer el flujo de trabajo existente. Así, se identificó qué limitaciones significativas existen que afectan la interoperabilidad de los equipos médicos de alta gama.

Esta visita incluyó un recorrido guiado por el Servicio UCI-I adultos para identificar áreas de atención y ubicación de equipos, la revisión *in situ* de los equipos médicos de alta gama para evaluar la variedad de marcas, modelos y funcionalidades de los equipos disponibles.

A partir de la información recolectada, se establecieron las bases conceptuales para el diseño de una propuesta orientada a la mejora de la interoperabilidad y el intercambio de información entre

los equipos médicos. En ese sentido, se analizó la factibilidad técnica para la comunicación estandarizada de los equipos, los recursos humanos y capacitación para la operación y el mantenimiento de las nuevas herramientas, la cultura organizacional respecto a la apertura del equipo de trabajo a la adopción de nuevas tecnologías y flujos de trabajo, y el mantenimiento y escalabilidad para incrementar el número de equipos involucrados en la interconectividad y la capacidad de la plataforma para adaptarse a estas posibles actualizaciones.

## Procedimientos

El procedimiento utilizado en este trabajo de tecnovigilancia siguió seis etapas para completar el proceso de interoperabilidad. Estas etapas fueron la coordinación con las empresas, verificación de la captura de datos, procesamiento y transformación de datos, validación de la información obtenida, integración a una base datos, y elaboración de una interfaz visual para datos clínicos en tiempo real.

### Coordinación con las empresas

Para conocer el funcionamiento completo de los equipos, se llevó a cabo coordinaciones con las empresas que fabrican y comercializan los equipos de alta gama que proveyeron dichos equipos al Servicio UCI-I Adultos del HNERM. Se establecieron acuerdos de colaboración para asegurar el soporte técnico necesario durante la integración de sus dispositivos con el sistema centralizado. Estas empresas proporcionaron asistencia en la configuración de interfaces y actualizaciones, así como capacitación técnica para el personal del HNERM. Además, se solicitó a las empresas proveedoras antes mencionadas proporcionen acceso temporal al componente informático que brinda una comunicación bidireccional entre hardware y software de los equipos y del sistema informático que sigue el protocolo HL7 v.2.6. De las tres empresas con equipos de alta gama, una proporcionó, de manera temporal, el componente informático (eGateway, Mindray) que cumple la función mencionada. Esto permitió comparar los datos enviados

directamente desde el monitor con aquellos transmitidos mediante una central con licencia eGateway. Esta colaboración minimizó posibles interrupciones en la atención al paciente.

#### Verificación de la captura de datos

Asimismo, la verificación de la captura de datos de los equipos a la central de informática, localizada en la Gerencia Central de Tecnologías de la Información y Comunicaciones-GCTIC de EsSalud, es un paso crítico para asegurar la precisión y confiabilidad de la interoperabilidad implementada en la UCI-I del HNERM. Se llevaron a cabo pruebas de integración que compararon los datos generados por los equipos médicos con los datos almacenados en el sistema centralizado. Estas pruebas incluyeron la revisión de registros de datos, la validación de la consistencia entre diferentes fuentes de información y la identificación de posibles discrepancias.

#### Procesamiento y transformación de los datos

Una vez capturados los datos de las variables clínicas de los equipos médicos, se procesó y transformó los datos para su integración en el sistema. Se implementaron mecanismos de filtrado para priorizar la información crítica, facilitando así el acceso rápido y eficiente por parte del personal médico. Este procesamiento garantizó que los datos sean utilizables y relevantes para la toma de decisiones clínicas, transformando así los datos en información clínica.

#### Validación de la información obtenida

La validación de la información obtenida fue esencial para asegurar que la interoperabilidad implementada en la UCI-I del HNERM proporciona datos precisos y completos. Se realizaron comparaciones entre los datos recibidos directamente desde los monitores y aquellos obtenidos a través del sistema eGateway, evidenciando una alta concordancia.

#### Integración a una base de datos

La correcta validación de los datos transmitidos por el Monitor Mindray sentó las bases para la creación de una base de datos sólida y confiable. Luego de comprobar la integridad y calidad de la información recibida, se procedió a diseñar un sistema de almacenamiento que no

solo organizó los datos, sino que además sirviera como fuente primaria para la interfaz visual de parámetros clínicos. Se seleccionaron las variables clínicas más importantes para generar la base de datos donde se añadieron valores tanto para gráficas continuas como para datos discretos. Así, la base de datos final será una herramienta centralizada, flexible y escalable.

*Elaboración de una interfaz visual para datos clínicos en tiempo real.*

Las variables almacenadas en la base de datos construida se utilizaron para desarrollar la interfaz visual de los datos clínicos. Ello permitió generar gráficas y facilitar el análisis de los datos discretos correspondientes a los signos clínicos del paciente en tiempo real. Este prototipo inicial de interfaz es para proponer un marco de trabajo alineado a espacios hospitalarios similares.

**Aspectos éticos**

Al ser un trabajo de tecnovigilancia, no se constituye en una investigación en salud con seres humanos.

# Resultados

## Características de recursos tecnológicos del Servicio de Cuidados Intensivos I Adultos

De la evaluación inicial realizada, se identificaron dos aspectos que impactarían en la interoperabilidad tecnológica. El primero es la no existencia de un punto de red disponible que permita la conexión directa de los equipos, como monitores y ventiladores, al sistema centralizado. El segundo aspecto se refiere a que cada cama en la UCI cuenta con equipos de alta gama de diferentes marcas para monitorizar y controlar a sus pacientes.

### *Descripción de los equipos*

En el Servicio UCI-I adultos del HNERM se utilizan equipos de alta tecnología para el monitoreo y tratamiento de los pacientes críticos. Entre los equipos, se incluyen en el estudio el monitor Mindray BeneVision N15, el ventilador mecánico Dragër Evita V600 y las bombas de infusión BBraun. Aunque estos equipos sí cuentan con la capacidad de conectarse a un punto centralizado para transmitir sus datos, actualmente no están conectados y la heterogeneidad (i.e. de diferentes marcas) de ellos no ha sido trabajada.

### *Monitor*

Los monitores Mindray BeneVision N15 utilizados en la UCI están equipados con capacidades avanzadas de monitoreo de parámetros vitales como frecuencia cardíaca, presión arterial, oximetría de pulso (niveles estimados de oxígenos en la sangre), frecuencia respiratoria, presiones intravasculares sistémicas y pulmonares, presión intracraneana, etc. Además, estos monitores tienen la capacidad de recibir información de otros equipos médicos, como ventiladores y bombas de infusión, y mostrar las curvas y parámetros correspondientes en una sola pantalla integrada. Esta funcionalidad permite una visión completa del estado del paciente.

### *Equipos*

Así también, el Servicio UCI-I del HNERM cuenta con ventiladores mecánicos Dragër Evita V600 y bombas de infusión BBraun. Los ventiladores Dragër Evita V600 proporcionan

soporte respiratorio ajustable para pacientes con diferentes necesidades, mientras que las bombas de marca BBraun administran medicamentos y líquidos de manera precisa.

### Pruebas e implementación de conectividad

La implementación de la interconectividad de equipos resulta esencial para optimizar la atención en la UCI, garantizando una visualización integral de las variables clínicas. Para ello, se conectó el ventilador y las bombas de infusión al módulo de conectividad del Monitor Mindray mediante el uso del cable conector RJ45 y el adaptador, con lo que se observaban todas las variables en el monitor y, a su vez, este monitor fue el que envió los datos a la Central de Informática (Fig. 1).

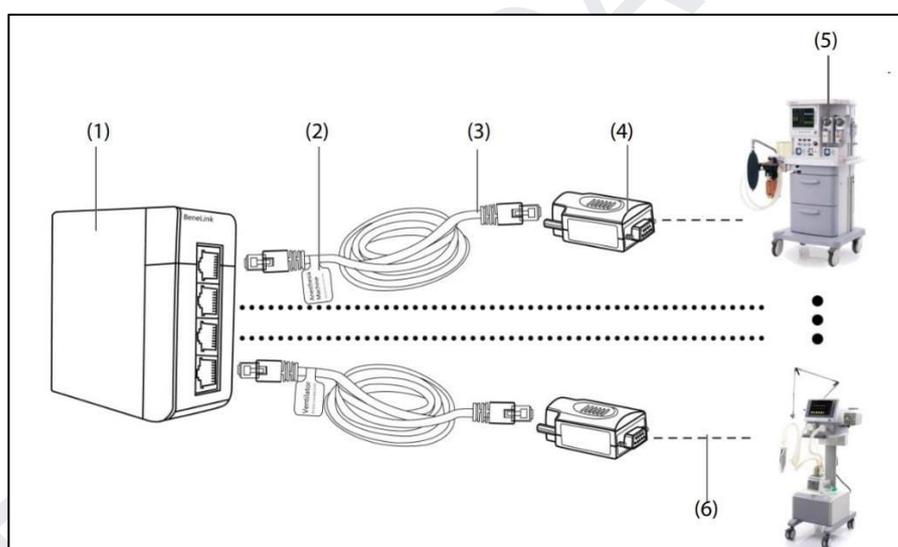


Fig 1. Detalle de la conexión del módulo de conectividad del Monitor Mindray con otros equipos médicos de alta gama heterogéneos. (1) Módulo de conectividad, (2) Etiqueta, (3) Cable RJ45, (4) Adaptador, (5) Equipo externo, (6) Cable de adaptación al puerto serial (opcional).

Gráfico proporcionado por Mindray de manera referencial.

Luego de la primera prueba de la interconectividad, donde se usó el módulo de conectividad para conectar el ventilador mecánico y las bombas de infusión al monitor, no se logró transmitir los datos del monitor a la Central de Informática. Esto evidenció la necesidad de contar con componentes técnicos adicionales que permitieran la llegada efectiva de todos los datos. Para resolver esta falta de interconectividad, se utilizó el componente informático que garantiza el intercambio de información en el formato internacional HL7 v2.6. En ese sentido, fue sumamente importante la coordinación con las empresas para brindar este componente. Con ello, se logró la recepción correctamente de todas las variables.

Tras la implementación de la infraestructura de conectividad, se llevaron a cabo pruebas de integración con una base de datos PostgreSQL, donde 110 variables fueron almacenadas exitosamente confirmando la capacidad de solución para gestionar información heterogénea. Durante las pruebas, el sistema funcionó con un tiempo de actualización promedio de 30 segundos y una fiabilidad del 95% en la recepción y almacenamiento de datos. Con ello, se confirma la implementación de la base de datos que fue la base para continuar con la elaboración de la interfaz visual.

El desarrollo de un prototipo de interfaz gráfica para visualizar la información integrada de los tres equipos fue desarrollado de manera interdisciplinaria con cuatro ingenieros (tres mecánicos y un bioingeniero), tres médicos intensivistas y un epidemiólogo. Luego de validar las necesidades funcionales y técnicas, se procedió a diseñar un panel que muestra en tiempo real las constantes vitales más relevantes, además de incorporar opciones de filtrado y clasificación para facilitar su interpretación. Con todo esto resuelto, no solo se logró desarrollar un prototipo visual de los datos clínicos de los tres equipos integrados funcional, sino también garantizar el almacenamiento de los datos en una base de datos creada para futuras mejoras y análisis.

## Descripción del framework de trabajo de interoperabilidad en UCI

Se elaboró un marco de interconectividad e interoperabilidad en UCI bajo el supuesto que se dispone de dispositivos médicos de alta gama heterogéneos (Fig. 2). En ese sentido, se resalta que se integren entre sí conectándose al monitor cardíaco. Este será conectado a un punto de red que es el medio para enviar los datos hacia el componente informático de recopilación, transformación y normalización de datos que sigue protocolo HL7 (que para efectos de este trabajo de tecnovigilancia se usó el eGateway). La Central de Informática del establecimiento de salud se encargará de recibir esta información y automatizar el almacenamiento en los registros clínicos electrónicos de los pacientes. Además, brindará la interfaz para visualizar los datos en tiempo real. De este modo, el personal de salud puede supervisar las constantes vitales y parámetros clave del paciente desde una única plataforma, y a la vez se registran periódicamente los datos clínicos en las historias clínicas electrónicas.

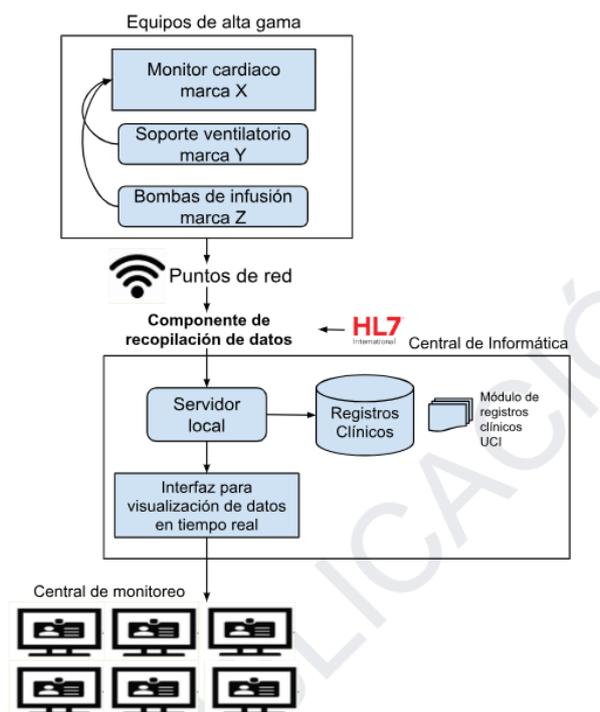


Fig 2. Propuesta de interconectividad e interoperabilidad de UCI utilizado en un Servicio de UCI del HNERM.

## Discusión y Conclusiones

Con respecto a la evaluación inicial del área, se evidencia que efectivamente sí cuentan con equipos biomédicos de alta gama capaces de interconectar con otros equipos. Sin embargo, se encontró una falta de punto red, así como de un plan de interoperabilidad lo que condicionaba que cada equipo opere independientemente en cada cama de la UCI. Esto evidencia la necesidad de un marco de trabajo que tenga en cuenta no solo la interoperabilidad entre equipos, sino también las adecuaciones del espacio físico y capacitación del personal.

El proyecto piloto desarrollado en el HNERM demostró que es factible interconectar los equipos médicos heterogéneos. La integración logró capturar, procesar y almacenar en tiempo real las variables críticas generadas por los monitores, garantizando la continuidad y calidad de la información. Este logro es consistente con los hallazgos de iniciativas internacionales de interoperabilidad reportadas que son esenciales para mejorar la calidad, seguridad y eficiencia de la atención. Por ejemplo, el estudio desarrollado por Garguilo et. al. (2011) buscó identificar factores que faciliten el desarrollo y adopción de estándares de interoperabilidad de los dispositivos médicos en las UCIs, mediante herramientas de pruebas (18). La literatura reporta desarrollos de marcos de interoperabilidad en entornos regionales de salud, basado en el estándar HL7, probando su eficacia para integrar información de manera asíncrona y gestionar datos clínicos complejos a gran escala (15). De misma forma, el presente trabajo de tecnovigilancia incorpora más conocimiento de enfoques orientados a componentes que facilitan la comunicación entre equipos biomédicos heterogéneos. El enfoque utilizado resalta la importancia de crear entornos clínicos, integrados y seguros según recomienda Touahria et. al., 2021 (14). Todo lo cual, permite brindar un marco de trabajo contextualizado a la realidad en latinoamérica y de proyectos a nivel gubernamental.

Entre los desafíos que afronta el servicio de UCI para lograr la interconectividad entre sus equipos de alta gama, está la carencia de una infraestructura tecnológica adecuada en la UCI, que

inicialmente no contaba con un punto de acceso de red centralizado para conectar los equipos médicos al sistema. Adicionalmente, la configuración y compatibilidad de los equipos médicos con el software representa otro reto técnico que requiere estrecha colaboración con los proveedores de los dispositivos. Finalmente, otro desafío significativo fue la gestión de grandes volúmenes de datos en tiempo real sin sobrecargar el sistema, lo cual demandó ajustes continuos en los procesos de extracción y procesamiento de datos.

Se proyecta escalar el sistema para integrarlo en otras áreas críticas del hospital y replicar su implementación en otros centros hospitalarios de la red EsSalud. Finalmente, se buscará consolidar el uso de una plataforma para la investigación médica, promoviendo su adopción como una herramienta de soporte para estudios basados en datos clínicos.

## Referencias Bibliográficas

1. Health C for D and R. Medical Device Interoperability. FDA [Internet]. 8 de septiembre de 2024 [citado 19 de diciembre de 2024]; Disponible en: <https://www.fda.gov/medical-devices/digital-health-center-excellence/medical-device-interoperability>
2. Organización Panamericana de la Salud (OPS). Interoperabilidad en salud pública: Hacia sistemas interoperables de información en salud [Internet]. Washington, D.C: Organización Panamericana de la Salud; 2020. Disponible en: [https://www3.paho.org/ish/images/toolkit/IS4H%20CC\\_InteroperabilidadSP.pdf](https://www3.paho.org/ish/images/toolkit/IS4H%20CC_InteroperabilidadSP.pdf)
3. Banco Interamericano de Desarrollo. Interoperabilidad para principiantes: La base de la salud digital [Internet]. Washington D.C.; 2021. Disponible en: [https://publications.iadb.org/es/publications/spanish/viewer/Interoperabilidad\\_para\\_principiantes\\_La\\_base\\_de\\_la\\_salud\\_digital.pdf](https://publications.iadb.org/es/publications/spanish/viewer/Interoperabilidad_para_principiantes_La_base_de_la_salud_digital.pdf)
4. Mason C, Leong T. Clinical information systems in the intensive care unit. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine*. 1 de enero de 2016;17(1):13-6.
5. West Health Institute. The value of medical device interoperability: Improving patient care with more than \$30 billion in annual health care savings [Internet]. La Jolla, CA: West Health Institute; 2015. Disponible en: <https://westhealth.org/wp-content/uploads/2015/02/The-Value-of-Medical-Device-Interoperability.pdf>
6. Organización mundial de la salud (OMS). Revisión de estándares de interoperabilidad para la eSalud en Latinoamérica y el Caribe [Internet]. Washington, D.C.: Organización mundial de la salud (OMS); 2016. Disponible en: [https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/28188/9789275318812\\_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/28188/9789275318812_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

7. Ministerio de Salud del Perú (MINSA). Plan nacional de interoperabilidad en salud 2018-2023 [Internet]. Lima: Ministerio de Salud del Perú (MINSA); 2018. Disponible en: <https://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/4002.pdf>
  
8. Dirección de Telesalud, Referencia y Urgencias. Ley marco de Telesalud [Internet]. N°30421 2021. Disponible en: <https://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/5418.pdf>
  
9. Ministerio de Salud del Perú (MINSA). Resolución Ministerial N.º 464-2019/MINSA: Directiva Administrativa N.º 266-MINSA/2019/OGTI, regulación de la interoperabilidad en sistemas de información asistenciales [Internet]. 464-2019/MINSA 2019. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/277209-464-2019-minsa>
  
10. Ministerio de Salud del Perú (MINSA). Resolución Ministerial N.º 001-2020/MINSA: Lineamientos para la implementación de la interoperabilidad en los sistemas de información de los servicios de salud [Internet]. 001-2020/MINSA 2020. Disponible en: [https://www.digemid.minsa.gob.pe/Archivos/Normatividad/2020/RM\\_PERUANO\\_001-2020.pdf](https://www.digemid.minsa.gob.pe/Archivos/Normatividad/2020/RM_PERUANO_001-2020.pdf)
  
11. Chicchon Caceres LM, Diaz Rey JP, Albarracin Ercilla MK. Identificación y análisis de factores que intervienen en la aprobación de procesos de compra de equipos biomédicos para el Estado, convocados por MINSA y EsSalud durante el periodo pre y post pandemia 2017-2022 [Internet]. Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2024 [citado 19 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.upch.edu.pe/handle/20.500.12866/15564>
  
12. Zúñiga Olivares MA. Presupuesto público para la salud en el Perú en el periodo 2019-2024. Anales de la Facultad de Medicina. julio de 2024;85(3):277-86.
  
13. Tuanama Álvarez J. Adopción de una historia clínica electrónica en establecimientos de salud del Ministerio de Salud del Perú [Internet] [Maestría]. [Lima, Perú]: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2019. Disponible en:

[https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/7263/Adopcion\\_TuanamaAlvarez\\_Jorge.pdf?sequence=1&utm\\_source](https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/7263/Adopcion_TuanamaAlvarez_Jorge.pdf?sequence=1&utm_source)

14. Touahria IE, Khababa A. A component based framework to enable medical devices communication. *Ingénierie des Systèmes d'Information*. 2021;28(3):295-302.
15. Berler A, Pavlopoulos D, Koutsouris D. Design of an Interoperability Framework in a Regional Healthcare System. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*. 2004;3093-6.
16. Poncette AS, Spies C, Mosch L, Schieler M, Weber-Carstens S, Krampe H, et al. Clinical Requirements of Future Patient Monitoring in the Intensive Care Unit: Qualitative Study. *JMIR Med Inform*. 30 de abril de 2019;7(2):e13064.
17. Gaynor M, Yu F, Andrus CH, Bradner S, Rawn J. A general framework for interoperability with applications to healthcare. *Health Policy and Technology*. 1 de marzo de 2014;3(1):3-12.
18. Garguilo JJ, Martinez S, Cherkaoui M. Medical Device Interoperability A Standards-Based Testing Approach. *Biomedical Instrumentation & Technology*. mayo de 2011;45(3):249-55.

## Anexos

PRE-PUBLICACIÓN