



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

***DISEÑO DE UN MODELO PARA UN SISTEMA DE INFORMACIÓN DE LABORATORIO
CLÍNICO PARA CIS DEL NÍSPERO, SANTA BÁRBARA, HONDURAS.***

**PREVIO A LA INVESTIDURA DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN BIOMÉDICA**

SUSTENTADO POR:

21941203 MARÍA JOSÉ ALVARADO URREA

ASESOR: LUCY RODAS

SAN PEDRO SULA, CORTÉS, HONDURAS, C.A.

JUNIO, 2024

DEDICATORIA

Dedico esta tesis, a mis padres, Dilia Urrea y Osvaldo Alvarado, no solo como un gesto formal, sino como una acción de gratitud y amor hacia ellos. Han sido y serán mi mayor fuente de inspiración, superación y amor incondicional. A mi querido hermano, Eduardo Urrea, quien ha sido mi brazo derecho, mi apoyo constante y quien ha confiado en mí desde el día uno. Gracias a todos por ser mi fuerza en momentos difíciles y por recordarme siempre que la perseverancia es la clave del éxito.

Comparto este pequeño logro con ustedes porque, para mí, el logro más grande siempre será tenerlos conmigo.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios por otorgarme la sabiduría necesaria para alcanzar este punto en mi vida y por fortalecerme en momentos de debilidad, reconozco que mis logros se deben principalmente a su guía y apoyo. Quiero agradecer especialmente a mis padres y a mi hermano, quienes han sido mi apoyo constante, y el motor de mi vida. Agradezco también a mis tíos, Mario Alvarado, Alfonso Pérez y María Gurdíán, por su constante presencia y por ayudarme a perseguir mis metas con determinación. Gracias a todos ellos he podido comprender la verdadera esencia del amor.

Agradezco a mi prima Alicia García, a quien considero como mi hermana, por enseñarme la importancia de la perseverancia a través de su ejemplo. A Jennifer Orellana, mi amiga de toda la vida, por 21 años de amistad sincera y por compartir momentos memorables juntas. A Pilar Ruiz, mi mejor amiga, por enseñarme a enfrentar la vida con una sonrisa aún en los momentos difíciles. A Andrea Reyes, mi compañera de carrera, por su compañía y apoyo. También agradezco a Mónica Guzmán y Grecia Casco, quienes en poco tiempo se han vuelto muy importantes para mí. Gracias a mis compañeros María Fernanda, Gloria, Valeria, Carlos y Diego, quienes han hecho de este último año académico una experiencia más divertida e interesante.

Gracias a mi compañera Jenifer Mejía, quien ha compartido conmigo su fe, amor y perseverancia. Valoro cada momento de risas, lágrimas y noches de trabajo, pero, sobre todo, valoro totalmente su amistad. Gracias por apoyarme en momentos difíciles, y por hacer este proceso más divertido.

Finalmente, agradezco sinceramente a mi jefa, Erika Mejía, por ser un ejemplo inspirador durante estos 5 años. Le agradezco por compartir su experiencia y conocimiento, así como por confiar en mí. Asimismo, a la Ing. Reyna Valle y la Ing. Lucy Rodas, cuya orientación y apoyo fueron fundamentales para culminar esta tesis.

EPÍGRAFE

“Mira que te mando que te esfuerces y seas valiente; no temas ni desmayes, porque Jehová tu Dios estará contigo dondequiera que vayas”.

- JOSUÉ 1:9

RESUMEN EJECUTIVO

La implementación de un sistema de información de laboratorio (LIS) es esencial para mejorar la precisión y eficiencia en los procesos de laboratorios clínicos. En el Centro Integral de Salud (CIS) del Nispero, Santa Bárbara, Honduras, se sigue utilizando expedientes clínicos en formatos físicos, lo cual incrementa la posibilidad de errores e ineficiencias en el manejo manual de datos. En este contexto, se propuso un LIS adaptado específicamente a las necesidades del CIS, cuya funcionalidad fue verificada mediante una herramienta de evaluación que establece diversos requisitos para la operatividad de un laboratorio básico en un entorno de recursos limitados. Se implementó una metodología en cascada dividida en seis etapas: mapeo de requisitos, diseño de modelo, adaptación, pruebas integrales, verificación e implementación. Adicionalmente, se aplicó una encuesta al personal involucrado en los procesos de laboratorio clínico para evaluar su percepción, nivel de satisfacción y posibles resistencias al cambio. A través del mapeo de requisitos establecidos en la herramienta de evaluación, se alcanzó un 48% de funcionalidad y un 88% de adaptabilidad entre los formatos físicos y el LIS propuesto. De manera complementaria, la encuesta aplicada al personal involucrado reveló una percepción positiva hacia el proceso de cambio de procedimientos manuales al uso de un LIS, indicando un alto nivel de aceptación y satisfacción. Estos resultados subrayan que la implementación del LIS-GNU puede satisfacer las necesidades básicas del laboratorio, optimizando significativamente la atención médica en entornos de recursos limitados.

Palabras clave: GNU Health, gestión de datos clínicos, salud digital, sistema de información de laboratorio.

ABSTRACT

The implementation of a laboratory information system (LIS) is essential to improve accuracy and efficiency in clinical laboratory processes. The Integral Health Center of El Nispero, Santa Bárbara, Honduras, continues to use physical clinical records, which increases the possibility of errors and inefficiencies in manual data management. In this context, a LIS specifically adapted to the needs of the CIS was proposed, whose functionality was verified by means of an evaluation tool that establishes various requirements for the operability of a basic laboratory in a resource-limited environment. A cascade methodology was implemented in six stages: requirements mapping, model design, adaptation, comprehensive testing, verification and implementation. Additionally, a survey was applied to the personnel involved in the clinical laboratory processes to evaluate their perception, level of satisfaction and possible resistance to change. Through the mapping of requirements established in the evaluation tool, 48% of functionality and 88% of adaptability between the physical formats and the proposed LIS were achieved. In a complementary manner, the survey applied to the personnel involved revealed a positive perception towards the process of changing from manual procedures to the use of a LIS, indicating a high level of acceptance and satisfaction. These results underline that the implementation of the LIS-GNU can meet basic laboratory needs, significantly optimizing medical care in resource-limited environments.

Key words: Clinical data management, Digital health, GNU Health, Laboratory information system.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	ESTADO DEL ARTE	3
2.1.	ANTECEDENTES	3
2.2.	PROBLEMÁTICA	19
2.3.	IMAGEN INTEGRADORA	22
2.4.	TABLA DE LIMITACIONES	23
III.	OBJETIVOS	25
3.1.	OBJETIVO GENERAL	25
3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
IV.	METODOLOGÍA	26
4.1.	ENFOQUE	26
4.2.	VARIABLES DE INVESTIGACIÓN	27
4.2.1.	VARIABLE DEPENDIENTE	27
4.2.2.	VARIABLES INDEPENDIENTES	27
4.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS	28
4.3.1.	MAPEO DE FORMATOS	28
4.3.2.	GNU-HEALTH	28
4.3.3.	KIT DE HERRAMIENTA DE EVALUACIÓN DE FUNCIONALIDAD DE UN LIS (LIS-FAT)	29
4.4.	MÉTODO DE ESTUDIO	29
4.4.1.	REQUISITOS	29
4.4.2.	DISEÑO DEL MODELO	30
4.4.3.	ADAPTACIÓN	30
4.4.4.	PRUEBAS INTEGRALES	31
4.4.5.	VERIFICACIÓN	31
4.4.6.	IMPLEMENTACIÓN	31
4.5.	METODOLOGÍA DE VALIDACIÓN	32
4.6.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	34
4.7.	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	35
4.8.	MATRIZ METODOLÓGICA	37

V.	RESULTADOS	39
VI.	DISCUSIÓN	57
VII.	CONCLUSIONES	61
7.1.	CONCLUSIÓN GENERAL	61
7.2.	CONCLUSIONES ESPECÍFICAS	61
VIII.	RECOMENDACIONES	63
8.1.	RECOMENDACIONES PARA LAS FASES FUTURAS DEL PROYECTO	63
8.2.	RECOMENDACIONES PARA EL CIS DEL NÍSPERO	63
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
	ANEXOS	68

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Imagen integradora.	22
Ilustración 2. Variable Dependiente e Independientes.....	28
Ilustración 3. Método de Estudio.	32
Ilustración 4. Cronograma de Actividades.	34
Ilustración 5. Modelo Propuesto, Fase Pre Analítica.....	45
Ilustración 6. Módulo de Pacientes.	46
Ilustración 7. Módulo de laboratorio. (Solicitud Inicial).....	46
Ilustración 8. Apartado de Servicio.	47
Ilustración 9. Módulo de Servicios de Salud.	47
Ilustración 10. Módulo de Contabilidad.	48
Ilustración 11. Modelo Propuesto, Fase Analítica.	48
Ilustración 12. Módulo de Lab. Clínico (Solicitud de lab).	49
Ilustración 13. Modelo Propuesto, Fase Post Analítica.....	50
Ilustración 14. Módulo de Lab. Clínico (Resultados de tests).	50
Ilustración 15. Módulo de Lab. Clínico (Verificación y validación de resultados).	51
Ilustración 16. Consulta de Reportes de Laboratorio.	51
Ilustración 17. Módulo de Pacientes, reportes de laboratorio.	52
Ilustración 18. Historial de Reportes de Laboratorio.	52

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfico 1. Porcentaje ponderado de funcionalidad.	40
Gráfico 2. Porcentaje de Adaptabilidad de Órdenes a GNU-LIS.	42
Gráfico 3. Cumplimiento de adaptabilidad relacionado a la generación de reportes.....	43
Gráfico 4. Cumplimiento de adaptabilidad relacionado a la generación de Factura.	44
Gráfico 5. Encuesta Realizada, percepción del usuario.....	53
Gráfico 6. Encuesta Realizada, grado de beneficios del usuario.	54
Gráfico 7. Encuesta Realizada, Ventajas de Lis-GNU.	54
Gráfico 8. Encuesta Realizada, Cumplimiento de requisitos del LAB. del CIS.....	55
Gráfico 9. Encuesta Realizada, grado de satisfacción por parte del usuario.....	55
Gráfico 10. Encuesta Realizada, Barreras identificadas.	56
Gráfico 11. Encuesta Realizada, Estrategias adicionales.....	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro de Limitaciones.	23
Tabla 2. Operacionalización de las variables.....	35
Tabla 3. Matriz Metodológica.	37
Tabla 4. Resumen de la Matriz de Requerimientos Funcionales.....	39

Tabla 5. Exámenes LAB. Clínico del CIS del Níspero, Santa Bárbara	41
Tabla 6. Mapeo de Informes.	42
Tabla 7. Mapeo de Hoja de Órdenes.	43

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Formato de Órdenes.....	68
Anexo 2. Formato de Examen General de Orina.	69
Anexo 3. Formato Examen de Heces.	70
Anexo 4. Formato de Helicobacter Pylory.....	70
Anexo 5. Formato de Inmunología Completa.	71
Anexo 6. Formato Prueba de Embarazo.....	71
Anexo 7. Formato de Química Sanguínea Completo.	72
Anexo 8. Formato de Hemograma Completo.	73
Anexo 9. Formato de Hemoglobina Glicosilada.....	74
Anexo 10. Formato de Glucosa Postprandial.....	74
Anexo 11. Formato de Colesterol HDL, LDL, VLDL.....	74
Anexo 12. Herramienta de evaluación de LIS-FAT.....	75
Anexo 13. Propuesta de Modelo Completo.....	81

LISTA DE SIGLAS

CIS	Centro Integral De Salud
CPR	Número de identificación personal
EHIS	Electronical Hospital Information System
EHR	Electronical Health Records
EGH	Examen General de Heces
EGO	Examen General de Orina
GNU	Organización sin fines de lucro que promueve el software libre
LIMS	Laboratory Information Management System
LIS	Laboratory Information System
LIS-FAT	Laboratory Information System - Facility Assessment Toolkit
NPU	Nomenclaturas, propiedades y unidades
NGS	Next-Generation Sequencing
SESAL	Secretaría de Salud de Honduras
VIH	Virus de Inmunodeficiencia humana

GLOSARIO

SQL: lenguaje de programación de consulta que generalmente se usa en todo tipo de aplicaciones. (AWS, 2023).

Sistema Nomenclatura, propiedades y unidades: es una herramienta internacional adoptada en laboratorios clínicos para ofrecer un esquema estandarizado que describe pruebas y sus resultados de manera uniforme. (Estébanez et al., 2018).

Tecnologías secuenciación de próxima generación: Se relaciona con la aplicación de tecnologías de secuenciación de ADN capaces de secuenciar un genoma humano completo. (NIH, 2024).

GNU Health: plataforma de código abierto que permite la gestión hospitalaria que permite informatizar el HCE en centros de países en vías de desarrollo. (KopenSoftware, 2022).

COVID – 19: enfermedad causada por el virus SARS-CoV-2, puede causar enfermedades respiratorias de leves a moderadas. (Medline, 2019)

Sistema de información de laboratorio: es sistema configurable utilizado para gestionar todos los datos clínicos dentro de un laboratorio, así como también para gestionar los diferentes flujos de trabajo asociados. (OMS, 2022).

I. INTRODUCCIÓN

El 70% de las decisiones médicas se basan en los resultados de laboratorio, incluyendo análisis de sangre, orina y otros fluidos (Mtonga et al., 2019). En este contexto, los procesos de laboratorio clínico son esenciales para garantizar una atención médica de alta calidad. En entornos con recursos limitados, como Honduras, la implementación de un sistema de información de laboratorio clínico puede representar un desafío significativo y, al mismo tiempo, una gran oportunidad para mejorar la salud. La escasez de recursos humanos, así como las limitaciones en infraestructura tecnológica (software y hardware) y financieras, complican el proceso de implementación (Sepulveda & Young, 2013). Sin embargo, la adopción de un LIS puede mejorar la gestión de datos de laboratorio, optimizar la calidad de los servicios diagnósticos y contribuir a una atención más precisa y oportuna.

En el Centro Integral de Salud (CIS) del Nispero, Santa Bárbara, Honduras, se siguen utilizando formatos físicos, lo cual ralentiza significativamente los procesos de laboratorio. Para optimizar estos procesos, se propondrá implementar un Sistema de Información de Laboratorio (LIS) que se adapte a las necesidades básicas del CIS y que cumpla con los estándares establecidos por la Secretaría de Salud (SESAL). A su vez, se evaluará la funcionalidad del sistema para garantizar su uso adecuado en el CIS. Un LIS bien implementado permite la digitalización de los datos de laboratorio, facilitando el acceso y la gestión de la información en tiempo real, lo cual es especialmente beneficioso en áreas rurales donde el acceso a servicios de salud es limitado.

La selección y adaptación de un LIS para un entorno de bajos recursos debe considerar varios factores, como el costo, la facilidad de uso, la capacidad de adaptación a las necesidades locales y la disponibilidad de soporte técnico. Soluciones de código abierto, como GNU Health, ofrecen una opción viable, ya que pueden personalizarse y ajustarse a las especificidades del entorno local sin incurrir en los altos costos asociados con las soluciones comerciales (KopenSoftware, 2022). Por esta razón, el enfoque se centrará principalmente en la implementación de LIS-GNU en el CIS del Nispero.

El presente informe se estructurará en siete capítulos. El primer capítulo, estado del arte, presentará los antecedentes que sustentan el proyecto, la problemática y la imagen integradora.

A partir de estos fundamentos, el segundo capítulo definirá los objetivos que se planean alcanzar. Seguidamente, en el tercer capítulo, metodología, se detalla el proceso metodológico necesario para poder cumplir con los objetivos. El cuarto capítulo mostrará los resultados obtenidos, los cuales serán analizados e interpretados en el capítulo cinco. Finalmente, los capítulos seis y siete presentaran las conclusiones a partir del análisis como también se determinan recomendaciones, proponiendo futuras y mejoras.

II. ESTADO DEL ARTE

En el ámbito de la salud, la gestión eficiente de la información y los datos de laboratorio clínico es fundamental para brindar una atención médica y mejorar los resultados. Por lo tanto, la implementación de un Sistema de información de laboratorio es una solución viable para optimizar la gestión y el manejo de información en entornos clínicos. En este capítulo se ofrece un análisis detallado del panorama actual en cuanto a la implementación de los LIS. Se establece de manera precisa la problemática a ser abordada, se proporciona una visión panorámica a través de una imagen integradora y se condensa información referente a las limitaciones de cada estudio en una tabla única.

2.1. ANTECEDENTES

Actualmente, numerosos establecimientos de salud continúan haciendo uso de expedientes clínicos en formato físico. Para minimizar significativamente esta práctica y optimizar el proceso de atención al paciente, se han desarrollado diversos sistemas de registros electrónicos, los cuales pueden ser implementados de acuerdo a las necesidades específicas de cada hospital. Según Khubone et al., (2020), «**Electronic Health Information Systems to Improve Disease Diagnosis and Management at Point-of-Care in Low and Middle Income Countries: A Narrative Review**», presentó una revisión literaria sobre las características de los sistemas de información de salud electrónica (EHIS) y su impacto en la implementación hospitalaria, con el objetivo de mejorar el diagnóstico y tratamiento de enfermedades.

La metodología empleada en el estudio consistió en una revisión sistemática de los sistemas de información sanitaria en países de bajos y medios ingresos. Para ello, se realizó una búsqueda exhaustiva en bases de datos académicas como PubMed y Google Scholar.

La emergencia de la pandemia de coronavirus 2019 (COVID-19), trajo consigo una alta carga de mortalidad e intensificó la necesidad de contar con un Sistema de Información de Salud Electrónica (EHIS) robusto que facilitará una vigilancia eficiente. Un EHIS es una plataforma unificada que incluye múltiples componentes relevantes para la atención de salud, incluyendo la gestión clínica, farmacéutica, laboratorio, radiología, manejo de paciente, etc. Específicamente, el

componente de laboratorio clínico puede estar integrado dentro del EHIS o puede funcionar como un sistema externo independiente, ya sea de código abierto o no.

A pesar de los numerosos beneficios asociados con la implementación de estos sistemas, el estudio identificó varias limitaciones para el proceso de implementación, como la complejidad del sistema, la falta de consenso técnico, recursos humanos y económicos limitados, liderazgo inadecuado, así como desafíos en gestión y supervisión. Otros retos como la infraestructura, el equipamiento informático y la conectividad, los cuales son fundamentales para la implementación de estos sistemas. Dado que Honduras es clasificado como un país de ingresos bajos a medianos, esta investigación podría ser aplicable y relevante en dicho contexto para garantizar un EHIS que sea interoperable en diversos niveles de atención sanitaria, asegurando que se cumplan todos los factores y requisitos necesarios para estandarizar y vincular eficazmente la información.

Al emplear un registro de historial clínico electrónico, el primer paso consiste en registrar al paciente o buscar su registro preexistente, lo cual inicia el proceso de atención. Este paso es esencial para garantizar una adecuada trazabilidad en todo el ciclo de atención médica. Según Popescu et al., (2022), «**Implementation of Health Information Systems to Improve Patient Identification**», se enfocó en analizar los HIS y su correlación con otros factores, como ser la seguridad del paciente, la falta de implementación de políticas de identificación de pacientes, entre otros.

Las contribuciones principales del estudio incluyeron la demostración de evidencia empírica sobre la efectividad de los HIS en la reducción de errores en la identificación de pacientes. Asimismo, el estudio enfatizó la necesidad de considerar otros factores vinculados a las condiciones laborales para optimizar los resultados en la identificación de pacientes. Se realizó una encuesta en el Hospital Neioumazloun, este estudio permitió la recolección de datos entre los empleados del hospital, con el objetivo de poder comparar el funcionamiento del sistema antiguo con el nuevo HIS implementado durante dos años consecutivos. A partir de esto, se determinó que una identificación errónea del paciente puede causar errores en la administración de medicamentos, transfusión de sangre, procedimientos con la persona incorrecta, entre otros.

Este estudio se basó en una encuesta cualitativa realizada en un único hospital, representando así una muestra bastante limitada. Para generalizar los resultados y obtener un

panorama más amplio, se necesita la realización de estudios adicionales en diferentes países y contextos. Los HIS permitieron la transición de los procesos basados en papel a un procesamiento de datos basado en computadoras. Esto facilita la planificación y la investigación utilizando datos, así como la colaboración entre profesionales de la salud y administraciones hospitalarias.

En el proceso de implementación de un LIS integrado a un HIS se deben de tomar distintas políticas de seguridad, calidad e identificación del paciente. Al seguir estos pasos, el CIS del Níspero puede adaptar efectivamente el marco propuesto en el artículo para mejorar la integración de los sistemas de información de laboratorio y hospitalaria, maximizando así los beneficios en términos de reducción de errores y mejora de la calidad de la atención médica.

El enfoque principal de este proyecto de investigación radicó en la implementación de un LIS dentro de un EHR. Un LIS es fundamental ya que facilita la integración de datos de laboratorio dentro del EHR, reduce los errores de transcripción manual, mejora la eficiencia operativa y asegura el cumplimiento de las normativas de laboratorio. Por lo tanto, la implementación de un LIS desempeña un papel esencial en la optimización de los procesos de atención médica. Según Gómez Ugarte et al., (2017), **«El rol fundamental de los sistemas informáticos de laboratorio»**, estableció la importancia de implementar un LIS en entornos de salud, específicamente en laboratorio clínico. Su objetivo principal fue diseñar un LIS que facilitara la determinación del índice de entero parasitosis en niños menores de 12 años.

Para garantizar un buen funcionamiento se incluyeron todas las etapas de procesamiento de datos, como ser: preanalítica, analítica y postanalítica. La etapa preanalítica abarca todos los procesos que anteceden al análisis de las muestras, incluyendo la solicitud, cita, así como la recolección de las muestras, preparación, fraccionamiento y distribución de las mismas. La etapa analítica engloba toda la parte de procesamiento de muestras, gestión de equipos y validación de técnicas utilizadas. Finalmente, la etapa postanalítica se comprende de la validación por parte del personal de salud, generación de reportes y archivo de muestras.

Para el desarrollo del sistema, se empleó el Proceso Racional Unificado (RUP), lo cual aseguró la producción de un software de alta calidad. La visualización y documentación de las componentes del sistema se realizaron utilizando el Lenguaje Unificado de Modelado (UML). Además, se adoptó el patrón de diseño Modelo-Vista-Controlador (MVC) para estructurar el

programa. En cuanto a la programación, se utilizó el lenguaje de C++, y para la gestión de las bases de datos se decidió por SQL Server.

Las conclusiones del estudio enfatizaron que la implementación de un LIS presenta varios beneficios tales como la reducción de errores, la mejora en la toma de decisiones y el incremento en la productividad. Por lo tanto, se recomendó la adopción de LIS como una estrategia para los laboratorios que buscan mejorar tanto su eficiencia operativa como la calidad de sus servicios.

Este artículo contribuye a este estudio debido a que abordó la implementación de un LIS desde una perspectiva tanto teórica como práctica, el cual puede ser utilizado en el CIS. La utilización de RUP, UML, MVC contribuye a que el sistema no solo sea práctico e intuitivo, sino también que sea altamente adaptable. Además, la combinación de estos enfoques mejora la escalabilidad del sistema facilitando así futuras actualizaciones e interoperabilidad entre estructuras de gestión de información implementadas por la SESAL.

Sinard et al., (2015), «**Stand-alone Laboratory Information Systems Versus Laboratory Modules Incorporated in the Electronic Health Record**», el estudio examinó la relación entre los sistemas de información de laboratorio (LIS) y los registros electrónicos de Salud (EHR) con el objetivo de integrar módulos de gestión de información de laboratorio dentro de una única estructura de historial clínico electrónico. La creciente demanda de implementación de EHR está transformando la dinámica de selección, implementación y gestión de los LIS en los establecimientos de salud dado a que estos sistemas integrados frecuentemente ya incluyen módulos de laboratorio.

Durante el desarrollo, se resaltaron diversas ventajas asociadas con la utilización de un LIS, tales como la gestión eficiente del flujo de trabajo en el laboratorio, la coordinación las actividades y distribución de tareas, el monitoreo efectivo de las pruebas, así como el cumplimiento de los requisitos de calidad y regulación. A pesar de que varios LIS han demostrado cierto grado de éxito en su operatividad, ninguno ha logrado satisfacer completamente las necesidades de los laboratorios. Una encuesta realizada a proveedores de salud reveló que aproximadamente el 70% considera que no existe un LIS que sea superior a los demás. Como resultado, los laboratorios se han visto obligados a implementar múltiples sistemas y módulos de información para poder soportar y gestionar todas las operaciones realizadas.

El artículo también discutió las limitaciones de los LIS en su integración con los EHR, destacando problemas como la selección y control de los LIS por administradores sin suficiente participación de los patólogos. Además, abordó las restricciones de interfaz y automatización, presiones de consolidación y costos que obligan a los laboratorios a adoptar sistemas de LIS de los mismos proveedores de EHR, comprometiendo la funcionalidad y eficiencia del laboratorio.

Este estudio es particularmente relevante para la implementación de un LIS en el CIS del Níspero, ya que subraya la importancia de seleccionar un LIS que se ajuste precisamente a las necesidades específicas del laboratorio. Además, el estudio estableció los requisitos operativos mínimos necesarios para un funcionamiento adecuado, lo que resalta la necesidad de una integración tecnológica que no solo sea completamente operativa, sino también capaz de adaptarse y responder eficazmente a las demandas cambiantes del entorno del laboratorio.

En otro estudio, Thomas (2017), **«Implementation of a Laboratory Information System in a Simulated Laboratory»**, el estudio se enfocó en explorar la implementación de un LIS dentro de un programa Universitario de Ciencias de Laboratorio Médico, utilizando un entorno de laboratorio simulado. Este análisis abarcó las ventajas y desafíos asociados con el uso del LIS, así como la retroalimentación de los usuarios, las modificaciones realizadas y los planes de mejora para uso continuo.

El LIS implementado fue el de Orchard Harvest, un sistema diseñado para automatizar y agilizar los flujos de trabajo dentro de los laboratorios clínicos. Aunque el costo de este software no fue tan bajo, se destacó por ofrecer una curva de aprendizaje relativamente reducida, lo que facilitó su control y manejo. Tras la adquisición del software, un equipo de servicio técnico asistió en la instalación de siete computadoras, garantizando su configuración correcta.

La metodología de investigación empleada consistió en la introducción de este LIS a estudiantes de tercer año. Para ello, se recopilaron formatos físicos y muestras que debían de ser analizadas en sesiones de laboratorio simuladas. Los estudiantes tenían que ingresar la solicitud, imprimir etiquetas, asignar muestras para el análisis e ingresar los resultados. A través de este procedimiento se buscaba una monitorización continua de las solicitudes y una compilación de informes de pacientes. Este enfoque tenía como objetivo fortalecer la precisión y la eficiencia en la gestión de la información del laboratorio. Además, se confirmó que el 88.9% de los usuarios

indicaron que el uso de este software ofrecía una experiencia que se parece a los procesos de un laboratorio real.

Este estudio resaltó limitaciones en recursos económicos, tales como gastos inesperados para el departamento y costos anuales continuos. Además, identificó barreras en la implementación, incluyendo el uso de computadoras obsoletas, conectividad limitada y la necesidad del ingreso manual de lotes de datos.

El enfoque de este estudio es aplicable a este proyecto, dado a que aporta evidencia de como la implementación temprana de un LIS puede optimizar procesos, minimizar la curva de aprendizaje y mejorar la eficiencia de gestión de datos de laboratorio. Como también, resalta la importancia de personalizar/adaptar el módulo de laboratorio según las necesidades y requisitos del centro de salud.

En otro estudio, Farzandipour et al., (2018), **«Designing and evaluating functional laboratory information system requirements integrated to hospital information systems»**, destacó la importancia de la implementación de un LIS para el proceso de atención del paciente. La metodología del estudio se dividió en dos etapas principales, la primera etapa consistió en la determinación de requisitos funcionales para el LIS a través de la revisión literaria, mientras que la segunda etapa abarcó la evaluación de estos requisitos y su adaptación en el LIS.

Para la primera etapa del estudio, se seleccionaron quince hospitales como muestra, de los cuales se involucraron cincuenta miembros del personal de laboratorio. Se estructuró una encuesta compuesta por cincuenta preguntas las cuales fueron diseñadas para evaluar el grado de acuerdo o desacuerdo para la implementación de los requisitos en el LIS. Los requisitos que recibieron una calificación de tres o superior fueron considerados relevantes, mientras que aquellos con calificaciones inferiores a 3 fueron descartados. A través de esta encuesta, se lograron identificar 68 requisitos considerados fundamentales para ser incluidos en un LIS, de acuerdo a la perspectiva del usuario.

Para la segunda etapa se seleccionaron 16 hospitales que debían de contar con su propio HIS. Para evaluar la funcionalidad de cada HIS con el módulo de laboratorio, se asignó un punto si indicaba un funcionamiento adecuado por cada requerimiento, mientras que una puntuación de cero señalaba un funcionamiento deficiente. Según resultados, se obtuvo un 58.8% de

conformidad y funcionalidad con el módulo de laboratorio clínico. La evaluación indicó que el sistema cuenta con los requisitos a nivel moderado.

El estudio determinó que muchos de los sistemas de información no incluyen todos los requisitos identificados para LIS, esto destaca la necesidad de desarrollar sistemas unificados y funcionales que sean capaces de gestionar eficazmente cualquier tipo de complejidad asociada a los datos de laboratorio clínico.

Este artículo complementa la presente investigación al establecer una metodología básica para evaluar y determinar los requerimientos necesarios según el CIS. Los resultados obtenidos de este estudio pueden facilitar la mejora de los LIS, buscando satisfacer las necesidades identificadas mediante la implementación o actualización de los requisitos mencionados.

Spessotti et al., (2019), «**Desarrollo e Implementación de un módulo de GNU Health para la gestión de farmacia. Resultados preliminares de prueba piloto**», el estudio se centró en la integración del módulo de farmacia al sistema GNU Health el cual fuera interoperable con el Sistema Nacional de Trazabilidad. Se buscó gestionar el inventario de medicamentos, como también los procesos de prescripción y entrega para garantizar un porcentaje de trazabilidad desde el laboratorio hasta el paciente.

La primera versión del módulo fue desarrollada específicamente para la versión 3.8 de Tryton y 3.0 de GNU Health. El módulo de gestión de medicamentos y trazabilidad se fundamentó en el sistema de inventario que incluye Tryton, de manera complementaria, se utilizó la extensión para la gestión de medicamentos de GNU Health. Utilizando el programa TrazaMed, desarrollado en el lenguaje Python, se facilitó la implementación del proceso de trazabilidad dentro de GNU Health.

Este módulo de trazabilidad gestionaba diversas operaciones esenciales para optimizar la administración de medicamentos. Estas operaciones incluían la alerta sobre la entrega de medicamentos a pacientes, la confirmación de la recepción de medicamentos por parte de proveedores, la consulta de medicamentos, la notificación de errores o la ausencia de recepción de medicamentos, y la cancelación de transacciones. Además, se integró un lector de códigos de barras para facilitar y acelerar la carga y gestión de inventarios de productos que entran y salen

del stock. Durante el primer mes de operación, se registraron 215 dispensas a 197 pacientes, abarcando un total de 357 medicamentos.

A pesar de que este artículo se centró en la implementación de un módulo de farmacia, su relevancia se extiende al demostrar la capacidad de configurar y adaptar GNU Health. De forma similar, es posible implementar un módulo de laboratorio en GNU Health que se ajuste a los requisitos funcionales específicos necesarios para su operación.

Según Mtonga et al., (2019), «***Design and implementation of a clinical laboratory information system in a low-resource setting***», su objetivo fue desarrollar un LIS que emplee funciones informáticas para gestionar y resolver cualquier problema que se presente durante el proceso de pruebas de laboratorio en un entorno con recursos limitados. En el estudio, se definió un error de laboratorio como cualquier evento o error que resulte en una interrupción del proceso de laboratorio, un diagnóstico incorrecto, o un retraso en la entrega de resultados de laboratorio. Se destacó que un LIS puede funcionar de forma independiente y puede abarcar todo el proceso de pruebas de laboratorio incluso si no se cuenta con un EHR.

El índice de errores varía dependiendo del establecimiento de salud, las condiciones y el tipo de examen, sin embargo, se estimó que aproximadamente el 32% - 75% de los errores de laboratorio ocurren en la etapa preanalítica, entre el 13% - 32% suceden en la fase analítica, y del 9% - 31% de los errores se presenta en la etapa postanalítica. Entre los errores más comunes en la etapa preanalítica se incluyen el etiquetado incorrecto de muestras, errores en el registro de información del paciente, y la provisión insuficiente de información clínica, entre otros. Por lo cual, las intervenciones informáticas pueden servir como una herramienta para reducir este tipo de errores en el Hospital Central de Kamuzu (KCH).

Durante la fase de diseño, el estudio optó por un sistema de código abierto, evaluando entre las opciones de OpenELIS y BLIS. La selección del sistema se basó en la evaluación de cumplimiento de 75 requisitos operativos que fueron establecidos por KCH. BLIS cumplió con el 33% de los requisitos, mientras que OpenELIS cumplió únicamente con el 29.3%. En base a este resultado, BLIS fue seleccionado como el sistema más apropiado para su adaptación. El proceso de diseño y desarrollo se completó en únicamente 10 semanas, aprovechando un software preexistente. Por ello, se recomendó que para los centros o establecimientos con recursos

limitados consideren utilizar sistemas de código abierto, ya que esto reduce los costos y el tiempo de implementación.

Como resultado, se demostró que las intervenciones informáticas pueden mejorar el proceso de pruebas de laboratorio en un entorno de bajos recursos. Por otro lado, una de las limitaciones más relevantes es la imposibilidad de medir el impacto del LIS en términos de eficiencia, una métrica sería los tiempos de respuestas de las pruebas.

Este artículo, proporcionó un marco referente para implementaciones de un LIS en entornos relativamente similares. Es útil para esta investigación porque demostró que las intervenciones basadas en la tecnología y en los LIS pueden ser efectivas incluso en ámbitos con recursos limitados. Esto es relevante para mejorar los servicios de laboratorio, permitiendo adaptaciones a las necesidades y disponibilidad de recursos de cada centro.

OpenELIS es un sistema que ofrece varias ventajas lo cual lo convierte en una opción considerable para muchos entornos, especialmente países de bajos y medianos ingresos. Según He et al., (2023), **«Development and national scale implementation of an open-source electronic laboratory information system (OpenELIS) in Côte d'Ivoire: Sustainability lessons from the first 13 years»**, examinó el desarrollo y la implementación del sistema OpenELIS en Costa de Marfil, destacando la colaboración entre el Ministerio de Salud, Salud Pública y la Universidad de Washington. Esta cooperación fue esencial para adaptar y optimizar el sistema de información de laboratorio a las necesidades específicas del contexto de salud del país.

El estudio se enfocó en describir y evaluar el proceso de planificación, diseño e implementación del OpenELIS, y cómo este ha fortalecido los sistemas de información de laboratorio en entornos de recursos limitados. La metodología del estudio se caracterizó por ser cualitativa, se recopiló información a través de diversas entrevistas, revisiones literarias y análisis temáticos los cuales se basaron en el marco de etapas de mejora continua (SOCl).

La elección del Ministerio de Salud Pública de Costa de Marfil para adoptar OpenELIS se basó principalmente en la naturaleza de código abierto de la plataforma y el gran potencial para su adaptación y apropiación dentro del país. Este enfoque se respaldó con informes de proyectos similares en otros contextos, como el desarrollo exitoso de OpenELIS en Vietnam y proyectos

piloto de LIS en Perú y Malawi, enfocados respectivamente en el seguimiento de la tuberculosis y el VIH.

Más allá de un análisis cualitativo, se recomendó que se utilicen métodos rigurosos que permitan valorar la eficacia del sistema y el mantenimiento del proyecto. OpenELIS demostró ser una herramienta esencial para facilitar la toma de decisiones informadas por datos, resaltando la relevancia de su arquitectura de código abierto y el respaldo recibido de comunidades de práctica activas.

Tras la implementación del sistema OpenELIS en el sistema de salud de Costa de Marfil, se llevaron a cabo varias pruebas piloto para evaluar su funcionamiento y las diversas áreas que el LIS puede cubrir. El artículo siguiente se centró en la utilización de OpenELIS específicamente en el tratamiento y diagnóstico del VIH. Según He et al., (2024), ***Laboratory Data Timeliness and Completeness Improves Following Implementation of an Electronic Laboratory Information System in Côte d'Ivoire: Quasi-Experimental Study on 21 Clinical Laboratories From 2014 to 2020***», se enfocó en cuantificar los efectos de OpenELIS en la calidad de los datos de laboratorio, específicamente relacionados con la atención y tratamiento del VIH. Se empleó un diseño cuasiexperimental.

El estudio utilizó un diseño cuasi-experimental para realizar un análisis de series de tiempo interrumpidas para estimar los cambios en el nivel y la pendiente de tres indicadores de calidad de datos (oportunidad, integridad y validez) después de la implementación de OpenELIS. Los datos se recopilaban de 21 laboratorios en 13 regiones de salud que comenzaron a usar OpenELIS entre 2014 y 2020. La validez de los datos fue sistemáticamente alta tanto, cerca de un 100%. Se observó cierta variabilidad en los resultados entre los laboratorios: aquellos ubicados en hospitales generales locales experimentaron mejoras más notables en la puntualidad, mientras que los laboratorios a nivel regional registraron mejoras inmediatas más significativas en la exhaustividad.

Este estudio es aplicable a comunidades, específicamente en el CIS del Níspero, donde la implementación de un sistema como OpenELIS podría mejorar significativamente la gestión de datos de laboratorio, facilitar el acceso a información de calidad para la toma de decisiones

clínicas y contribuir a la eficiencia operativa de los servicios de salud en contextos de recursos limitados.

En otro estudio, realizado en Canadá, Raymond et al., (2020), «**Advancing laboratory medicine in hospitals through health information exchange: a survey of specialist physicians in Canada**», analizó la importancia de las pruebas de laboratorio en el proceso de atención sanitaria, y evaluó la implementación de sistemas de intercambio de información de laboratorio utilizados por médicos especialistas en Canadá. La metodología del estudio implicó la realización de una encuesta en línea que fue respondida por 1,512 médicos. Para el análisis, se seleccionó una muestra específica de 566 especialistas de segundo y tercer nivel de atención.

El estudio estableció que una forma efectiva y viable para mejorar la calidad y seguridad en la atención del paciente es a través de la prevención y gestión de errores mediante la implementación de sistemas informáticos adecuadamente diseñados. En este sentido, aunque los doctores puedan tener acceso a un LIS, estos sistemas fueron diseñados para satisfacer las necesidades del personal de laboratorio. Por lo tanto, se destacó la necesidad de complementar con sistemas de intercambio de información de laboratorio, los cuales mejoran la fiabilidad del proceso de laboratorio y se integran muy bien con sistemas de información clínica o EHR.

Como resultado, se encontró que el 80% de los médicos encuestados utilizan registros electrónicos de salud con capacidades de interoperabilidad, el 93% emplea un visor de resultados de laboratorio para consultar los resultados, y el 72% usa ambos sistemas para gestionar los resultados de laboratorio. Estas estadísticas revelaron las capacidades disponibles en cada uno de los sistemas y las diferencias significativas en su funcionamiento. Además, se destacó que el uso de un visor de resultados de laboratorio está influenciado por las capacidades disponibles del establecimiento hospitalaria, mientras que la implementación de un EHR está fuertemente influenciada por el contexto organizacional del hospital.

Por otro lado, se destacaron varias limitaciones en el artículo, la principal fue la baja tasa de respuesta a la encuesta, con solo el 17% de los médicos participando, lo que podría considerarse una muestra insuficiente para el estudio. Además, la mayoría de las preguntas de la encuesta se basaron en percepciones, lo que podría introducir sesgos en los resultados del estudio. Para el CIS del Níspero, contar con un sistema de información de intercambio sería

importante para poder tener conexión directa con instituciones de salud del segundo nivel de atención con hospitales más grandes.

Aunque los LIMS y LIS comparten algunas funciones similares, cada uno tiene aplicaciones específicas que los hacen adecuados para distintos ámbitos. Un LIS se implementa más en entornos clínicos, donde la integración de la historia clínica de un paciente y la precisión en los resultados es fundamental. Por otro lado, un LIMS es más apropiado para laboratorio donde se requieren una gestión detallada de la calidad y eficiencia operacional de procesos. Sin embargo, ambos sistemas pueden ser utilizados conjuntamente en un mismo entorno y complementarse entre sí. Según Marceddu et al., (2020), «**A complete laboratory information management system for clinical diagnostics**», diseñaron e implementaron un sistema de manejo de información de laboratorio completo.

El estudio presentó un LIMS diseñado para gestionar de manera integral todo lo relacionado a los procesos de diagnóstico clínico. Este sistema mejora el seguimiento de las muestras desde su recepción hasta la elaboración de informes finales, haciendo uso de tecnología de secuenciación de nueva generación (NGS). Para el proceso de desarrollo se tomaron en cuenta todas las operaciones fundamentales para realizar dentro de un laboratorio de genética, appMAGI se basó en el lenguaje de programación de Python que utiliza un marco web de código abierto Django, esto facilita el proceso de actualización y mantenimiento del sistema. Fue ejecutado en un servidor de Ubuntu y utilizó SQLite para la gestión de base de datos.

appMAGI es una buena opción ya que no requiere instalación local, sino que funciona como una aplicación web. Está compuesta por diversos módulos diseñados para organizar, gestionar y supervisar todas las actividades realizadas dentro de un laboratorio de genética. Cuenta con un módulo para el análisis de NGS, para esto se incluyó un pipeline informático para el análisis de NGS, lo que permitió la integración de datos de secuenciación en el proceso de diagnóstico. El módulo de gestión de stocks se destacó por ser una herramienta para la gestión de inventarios de reactivos y otros consumibles.

Como resultado, appMAGI reduce errores asociados al proceso de análisis de muestras simplificando el manejo de numerosas muestras y facilitando el acceso a los datos a lo largo de

todo el flujo de trabajo. Además, su configuración como aplicación web simplificó el proceso de implementación, eliminando la necesidad de contar con una infraestructura tecnológica avanzada.

Otro artículo relacionado a la implementación de un LIMS, Blazek et al., (2017), en su estudio titulado «***Development of information and management system for laboratory based on open-source licensed software with security logs extension***», se centró en la implementación de un LIS integrado y unificado diseñado para mejorar la eficiencia y la calidad de los servicios de laboratorio. Al ser un sistema de código abierto con una extensión de registros de seguridad, también se abordaron los problemas referentes a la sensibilidad y seguridad relacionados al manejo de datos biomédicos.

Antes de seleccionar el LIMS para el desarrollo de pruebas, se evaluaron diversas opciones, como ser AgiLab, BIKA LIMS, Open-LIMS, LABkey y Lisa. No obstante, dado que LabIS ofrecía un entorno de nube privada y facilitaba la implementación de los módulos necesarios, se decidió optar por este sistema. LabIS fue estructurado en cuatro módulos principales: el módulo de seguridad, groupware, eLearning y LabApp, siendo este último esencial para la operatividad de los procesos de laboratorios clínicos. En este sentido, subrayaron la importancia de realizar un mapeo en el que se detallaran todas las relaciones lógicas dentro del entorno del lab, este proceso ayudó a entender como interactúan los diferentes componentes.

A través de esto, se concluyó que el sistema utilizado mejoró significativamente la gestión de datos, la eficiencia y la seguridad de los equipos. La implementación de este sistema permitió almacenar, organizar y compartir datos de laboratorio de manera efectiva.

En este estudio se identificaron varias limitaciones relacionadas al desarrollo e implementación del LIMS, dentro de las cuales se incluyen, posibles problemas de interoperabilidad entre arquitecturas debido a la necesidad de integrar bases de datos diferentes. Como también, se mencionó la complejidad de diseñar e implementar el sistema según las necesidades del laboratorio, subrayando que para adaptar y modificar este módulo se tiene que realizar a través de códigos de programación lo cual es un proceso laborioso.

Este modelo propuesto podría implementarse en la mancomunidad del Níspero, y podría facilitar la gestión de datos de una manera más segura y eficiente dentro del entorno de

laboratorio. Asimismo, este estudio sirve como una base para el futuro desarrollo de un LIS, considerando ciertos factores clave los cuales son fundamentales para la operatividad del sistema.

Según, Arendt et al., (2020), **«Existing Data Sources in Clinical Epidemiology: Laboratory Information System Databases in Denmark»**, examinó las fuentes de datos existentes y disponibles en Dinamarca, incluyendo todas las investigaciones en epidemiología clínica que emplean bases de datos a partir de LIS. Se resaltó la relevancia de los biomarcadores en las bases de datos sanitarias danesas, estos son registrados en los LIS utilizando el Sistema Internacional de Nomenclatura, propiedades y unidades (Sistema NPU), destacó su potencial para interoperar con otros registros y la importancia de asegurar la calidad y validación de los datos.

La investigación se centró en el análisis de dos bases de datos en específico, la base de datos de investigación del sistema de información de laboratorio clínico (LABKA) de la Universidad de Aarhus y el Registro Nacional de resultados de laboratorio para investigación (RLRR). Estas bases de datos son interoperables y permiten la vinculación con otros registros a través del número de identificación personal (CPR) ya sea asignado al nacer o mediante el registro de pasaporte.

El LABKA, inicialmente, abarcó dos regiones geográficas de Dinamarca: la Región Norte y la Región Central. Este sistema contiene más de 6,000 códigos de biomarcadores y está gestionado por el Departamento de Epidemiología Clínica. Por otro lado, el RLRR ofrece una cobertura geográfica a nivel nacional y se diferencia del LABKA en que incluye actualizaciones mensuales de los datos. Estos sistemas daneses fortalecen la capacidad de investigación y tratamiento dentro del sistema sanitario, al igual que optimiza la gestión de datos de salud, fundamenta la toma de decisiones basadas en evidencia para mejora de resultados.

Una limitación significativa del estudio, fue que, los datos no pueden ser transferidos fuera de Dinamarca, restringiendo el acceso y la gestión de la información únicamente a instituciones danesas autorizadas. Por otro lado, la implementación de este sistema en otros países podría no ser directamente aplicable debido a diferencias significativas en las prácticas de laboratorio y en los sistemas de salud. Sin embargo, el estudio subrayó la importancia de la gestión de reportes epidemiológicos a través de estos sistemas, aspecto que es relevante para el CIS del Nispero, específicamente en la entrega de reportes a la SESAL que demanda informes similares. Aunque el

LIS no pueda ser aplicado directamente en el Níspero, la metodología de cumplimiento puede ser adaptada en el CIS.

Según, Agharezaei et al., (2020), **«Compliance with design principles: a case study of a widely used laboratory information system»**, se centró en la evaluación de la usabilidad de los LIS implementados en varios hospitales de Irán. La investigación abarcó distintas etapas del LIS, tales como el registro de pacientes ambulatorios y hospitalizados, la recolección de muestras y la presentación de resultados finales.

Para el análisis del diseño de la interfaz, se empleó una metodología de evaluación heurística basada en los principios de Nielsen. Este enfoque permitió examinar detalladamente el diseño de la interfaz del sistema, que además está implementado en otros 59 hospitales en Irán. La evaluación se estructuró en dos clasificaciones distintas: una en función de las heurísticas que se violaron y otra según la evaluación de cada módulo del sistema, la validación fue confirmada por especialistas en informática médica.

Se identificaron un total de 162 problemas relacionados a la usabilidad del LIS. La mayoría de estos problemas estaban asociados con la flexibilidad, eficiencia de uso, la visibilidad de resultados en el LIS, la inconsistencia y los estándares. Se determinó que uno de los problemas más significativos fue la discrepancia entre la presentación/organización de datos en el LIS y su aparición en la hoja de formatos físicos, lo que desencadena posibles errores en el ingreso de resultados lo que conlleva a un uso excesivo de tiempo. A partir de estos resultados, se destacó la importancia de adherirse a los principios y las normas de diseño establecidos para mejorar la usabilidad de los sistemas de información en general, el cumplimiento de estas directrices eleva la calidad de atención que se brinda a los pacientes.

La evaluación se llevó a cabo en un solo hospital, sin confirmar si otros hospitales emplean la misma versión del sistema. Además, la evaluación heurística tiende a detectar problemas principalmente relacionados con usuarios novatos, sin tomar en cuenta la posible adaptación de los usuarios experimentados a las deficiencias de la interfaz. Este tipo de evaluación puede llevarse a cabo en el CIS del Níspero una vez que el LIS esté en proceso de diseño y desarrollo. Esto permitirá omitir los problemas identificados en el estudio, asegurando una eficiencia mayor en el sistema de información a implementar.

En el contexto hondureño, la implementación de un LIS representa un gran desafío debido a las condiciones y disponibilidad de recursos en muchos establecimientos. A pesar de ello, se han introducido diversos sistemas como LiSalud, Hexalis, Laboratorio Pskloud, Controllab, entre otros, los cuales ofrecen soluciones viables. No obstante, GNU Health incluye un LIS integrado, lo que proporciona una mayor compatibilidad y adaptabilidad con su plataforma general.

En abril de 2023, se inició un proyecto colaborativo entre el Centro Integral de Salud del Níspero y UNITEC. La primera fase del proyecto, se enfocó en evaluar las condiciones de trabajo del CIS, comprender sus procesos operativos, la forma en que se ejecutan, e identificar posibles deficiencias en el proceso de atención.

En septiembre del mismo año, se estableció un convenio entre GNU Health y UNITEC, creando un vínculo directo entre ambas instituciones. Posteriormente, en enero de 2024, se formalizó un acuerdo con el CIS del Níspero para avanzar hacia la implementación del sistema. Durante ese mismo mes, hasta abril de 2024, se continuó la segunda etapa del proyecto colaborativo, el cual estaba enfocado en la creación y adaptación de un historial clínico personalizado para el CIS la cual tomó como base seis formatos. (Instrumento para la atención de puérperas, Hoja de evaluación para la Atención del recién nacido y menor de 2 meses de edad, Hoja de evaluación para la Atención del niño/ niña de 2 meses a 4 años, Historia clínica perinatal, Historia Clínica Pediátrica (Niño/Niña) y Formato de referencia).

Actualmente, se está realizando la tercera etapa, la cual aborda aspectos previamente no considerados. En esta fase, se propone un LIS integrado dentro de GNU Health, diseñado específicamente para las necesidades del CIS del Níspero.

2.2. PROBLEMÁTICA

Los LIS constituyen elementos críticos en el funcionamiento y operatividad de los laboratorios clínicos. (Moumtzoglou et al., 2015). No obstante, en los últimos años, la adopción e implementación de los LIS en entornos hospitalarios se ha visto restringida y rezagada, principalmente por la complejidad creciente de la información generada y a las limitaciones en la disponibilidad de hardware y software adecuados. (Sepulveda & Young, 2013).

La falta de un LIS puede comprometer la gestión eficiente de los datos del paciente, lo que conlleva a un aumento en la probabilidad de errores en el registro, análisis y muestra de resultados. Además, puede provocar duplicación de datos y pérdida de información, esto incrementa el riesgo de generar diagnósticos erróneos o retrasados afectando así la calidad del proceso de atención médica. Por otro lado, no contar con un sistema integrado impide la recopilación y análisis de datos a gran escala lo cual refleja una limitación para llevar los indicadores de rendimiento, gestionar epidemias y mejorar los servicios de salud basado en evidencias. (OMS, 2022).

La implementación de LIS en diversas regiones, como Asia, África, América latina, muestra variaciones. En España, el 55% de los centros de atención cuentan con un sistema de órdenes y resultados de laboratorio. (Carnicero et al., 2012). En América Latina, está aumentando gradualmente la adopción de un LIS, el objetivo es mejorar la eficiencia y la efectividad. No obstante, enfrenta desafíos significativos que incluyen limitaciones en la infraestructura tecnológica, falta de personal capacitado en tecnologías de información, inversión insuficiente en tecnología de salud, dificultades en la integración con otros sistemas de salud y variabilidad en las regulaciones locales e internacionales.

El Sistema de Salud hondureño se caracteriza por una elevada segmentación y fragmentación, lo cual se ve reflejado en la diversidad de subsistemas de servicios de salud a disposición de la población. Esta característica conlleva consecuencias negativas en los indicadores de salud del país, incluyendo un aumento en las inequidades, en la desigualdad de salud, cobertura, disponibilidad de recursos e impacta negativamente en varios aspectos fundamentales para la prestación de servicios médicos, siendo uno de los más significativos el enfoque de laboratorio clínico. (Pavón & Estrada, 2018).

Para contrarrestar estos problemas y mejorar la eficiencia en los procesos de atención médica, sería relevante implementar un sistema de información integrado. La incorporación de un Sistema de Información de Laboratorio (LIS) dentro de este sistema integrado garantizaría que los datos críticos del laboratorio formen parte del registro médico electrónico general del establecimiento de salud. Sin embargo, en Honduras, un país de ingresos medianos bajos (*World Bank Data*, 2022), se presentan diversos desafíos en la implementación de un LIS.

En el estudio titulado "Evaluación de la adopción y los desafíos de los Sistemas de Registros de Salud Electrónicos y Sistemas de Información en hospitales hondureños", se llevó a cabo un análisis detallado del contexto de Honduras respecto a la adopción de EHR y HIS. Para este propósito, se seleccionó una muestra representativa de 24 hospitales, incluyendo tanto instituciones públicas como privadas. Los resultados del estudio revelaron que solamente el 25% de los hospitales analizados cuenta con EHR, y un porcentaje igual, el 25%, dispone de un LIS. (Reyes et al., 2023).

GNU Health integra directamente el LIS como parte de su sistema, es decir que existe un módulo específico para todos los procesos y actividades de laboratorio garantizando que sea accesible dentro del registro médico. (Shaikh et al., 2022). No obstante, en muchas ocasiones se presentan problemas de interoperabilidad entre el sistema y aquellos equipos, dispositivos que requiere de software o interfaces propietarias.

En la actualidad, en el Centro de Salud el Nispero, Santa Bárbara, Honduras, se continúa utilizando expedientes clínicos de laboratorio en formatos físicos lo que ralentiza significativamente todo el proceso de atención médica. En el CIS, la mayoría de pruebas realizadas pertenecen a las categorías de hematología, química clínica e inmunología, complementado con ciertos exámenes en cumplimiento del programa regional de salud. Diariamente, se efectúan entre 40 a 60 exámenes, sumando aproximadamente 1,500 pruebas mensuales, lo cual representa un volumen significativo para un CIS de primer nivel. El único profesional de salud para la realización de todas estas actividades es el microbiólogo.

Para los informes internos de laboratorio, los resultados se documentan físicamente en un cuaderno, transcribiendo cada resultado de las pruebas. De manera complementaria, elabora un reporte general en Excel, el cual el formato es proporcionado por la región de salud, que permite

llevar un registro de la cantidad de pruebas diarias, mensuales y por cada tipo de prueba, complementado con una parte de inventarios.

En cuanto a los dispositivos médicos y electrónicos, el CIS está equipado con los elementos básicos para el cumplimiento y funcionamiento de los procesos de laboratorio clínico. Dispone de un horno pequeño, un analizador de química clínica, un analizador de hematología y un microscopio. Además, cuenta con dos baterías de respaldo, una computadora y una impresora para apoyar las operaciones diarias del laboratorio.

En las diversas etapas del proceso de laboratorio, se observan distintos tipos de errores, con una prevalencia particularmente alta en la etapa preanalítica. En el CIS, los errores más habituales son el etiquetado incorrecto de pacientes y pruebas. No obstante, mediante la implementación de un LIS, es posible mitigar significativamente estos errores. A partir de todo lo descrito anteriormente, se identifica una oportunidad para la adaptación e implementación de un sistema de información de laboratorio (LIS), con el objetivo principal de optimizar la gestión de datos clínicos de este Centro.

2.3. IMAGEN INTEGRADORA

En la actualidad, dentro de varios centros de salud de atención primaria, los procesos tradicionales relacionados a la gestión de órdenes de laboratorio clínico aún se basan predominantemente en formatos físicos, lo cual puede repercutir negativamente en la eficiencia de los servicios prestados. A pesar de que los formularios en papel son fundamentales en las operaciones rutinarias de los laboratorios, también presentan una oportunidad para mejorar dichos procesos mediante la adopción de nuevas metodologías. (Ilustración 1).

La digitalización de registros y la gestión de datos de laboratorio representan una evolución necesaria que abarca una etapa de transición desde los formatos físicos hacia sistemas digitales. Esta transición se efectúa a través del desarrollo y ajuste de códigos de programación y software especializado, lo cual es fundamental para la etapa de adaptación. Adicionalmente, se incluye una evaluación de funcionalidad basada en diversos requisitos estipulados por la Asociación de Informática Patológica para verificar el desempeño del sistema propuesto en el contexto de su implementación. En este sentido, el uso de un LIS se presenta como una solución viable la cual puede ser compatible con la infraestructura de GNU Health. La integración de tal sistema promete una administración más eficiente y precisa de los datos de laboratorio clínico, alineándose con las tendencias actuales hacia la digitalización en el sector de la salud.

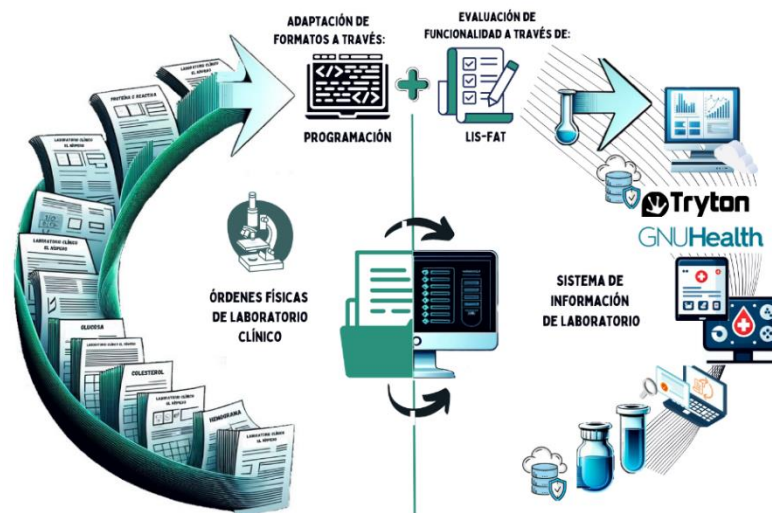


Ilustración 1. Imagen integradora.

Fuente: Elaboración Propia.

2.4. TABLA DE LIMITACIONES

Tabla 1. Cuadro de Limitaciones.

AUTOR (ES)	AÑO	PAÍS DE ESTUDIO	ENFOQUE DEL ESTUDIO	TIPO DE LIMITACIÓN	DETALLE DE LIMITACIÓN
Khubone et al.	2020	Sudáfrica, Mozambique, Namibia	Descriptivo	Infraestructura tecnológica y recursos financieros limitados.	Problemas relacionados a la disponibilidad de los EHS lo que generó mayores costos. Por otro lado, la falta de interoperabilidad entre los sistemas existentes y los problemas de conectividad debido a la ubicación rural.
Popescu et al.,	2022	Bolivia	Longitudinal cualitativo	Muestra limitada.	El estudio se llevó a cabo en un único hospital, utilizando una muestra compuesta por ciento nueve empleados.
Gómez Ugarte et al.	2017	Líbano	Experimental	Interoperabilidad.	Falta de pruebas de interoperabilidad con otros sistemas.
Sinard et al.	2015	Estados Unidos	Descriptivo	Interoperabilidad.	Problemas de interoperabilidad entre LIS e HCE.
Thomas	2017	Estados Unidos	Mixto: Cuantitativo y Cualitativo	Infraestructura tecnológica limitada y altos costos de software.	La utilización de tecnologías obsoletas, una conectividad inestable a internet y el elevado volumen de órdenes. La implementación del LIS implicaba una gran inversión debido a su método de pago anual.
Farzandipour et al.	2018	Irán	Descriptivo Transversal	Muestra limitada y validación de requisitos del LIS.	Se contó con la participación de profesionales provenientes de dos ciudades. Además, la validación de requisitos funcionales se llevó a cabo exclusivamente mediante encuestas.
Mtonga et al.	2019	Malawi	Cuasiexperimental	Restricción en la evaluación del efecto de las intervenciones.	Incapacidad de medir el impacto de las intervenciones con métricas de rendimiento de los laboratorios, tales como la eficiencia, plazo de entrega, entre otros.

TABLA 1 (CONTINUACIÓN)

AUTOR (ES)	AÑO	PAÍS DE ESTUDIO	ENFOQUE DEL ESTUDIO	TIPO DE LIMITACIÓN	DETALLE DE LIMITACIÓN
He et al.	2023	Costa de Marfil	Descriptivo	Muestra limitada.	El enfoque del estudio se restringió al proceso de implementación de un LIS exclusivamente en Costa de Marfil, lo que impide la generalización de los resultados a otros contextos.
He et al.	2024	Costa de Marfil	Cuasiexperimental	Aplicabilidad de estudio.	El estudio representa únicamente la experiencia de implementación en veinte y uno hospitales de Costa de Marfil.
Raymond et al.	2020	Canadá	Cuantitativo Descriptivo	Métodos de obtención de resultados.	Los resultados se derivaron de encuestas, donde la mayoría de preguntas estaban vinculadas a percepciones lo que potencialmente puede introducir sesgos en el análisis.
Marceddu et al.	2020	Italia	Descriptivo	Adaptación.	Debido a que es una aplicación puede presentar problema para la adaptabilidad de flujos de trabajo en específico de otros laboratorios.
Blazek et al.	2017	República Checa	Descriptivo	Interoperabilidad.	Dificultades en la conexión entre bases de datos e interoperabilidad entre distintas arquitecturas.
Arendt et al.	2020	Dinamarca	Descriptivo	Acceso a los biomarcadores.	La transferencia de datos a países externos a Dinamarca se encontraba restringida, reservando el acceso a dichos indicadores únicamente a instituciones danesas.
Agharezaei et al.	2020	Irán	Descriptivo Transversal	Verificación de sistemas en instituciones.	La evaluación de la implementación del LIS se limitó exclusivamente a un hospital, sin verificar la uniformidad de la versión del sistema utilizada en otros hospitales.

Fuente: Elaboración Propia

III. OBJETIVOS

En este capítulo, se definen los objetivos del proyecto de investigación, los cuales servirán como una pauta para la metodología que se llevará a cabo durante el desarrollo del estudio.

3.1. OBJETIVO GENERAL

- Diseñar un modelo de LIS basado en los procesos y formatos de trabajo actuales del CIS del Níspero, alineado con los estándares establecidos por la SESAL, abarcando las tres etapas analíticas de los procesos de laboratorio evaluando su funcionamiento mediante el uso de la herramienta de LIS-FAT.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Calcular el porcentaje de funcionalidad del LIS de GNU Health conforme a los requisitos establecidos en el kit de herramientas de evaluación de funcionalidad de LIS proporcionado por la API.
- Determinar el porcentaje de adaptabilidad del LIS GNUHealth a los procesos de laboratorio en el CIS-El Níspero mediante un mapeo integral entre los formatos actuales del CIS y los componentes del LIS GNUHEALTH.
- Diseñar un modelo optimizado de LIS GNUHEALTH, que integre los elementos categorizados como fundamentales en el mapeo para garantizar el cumplimiento integral de los procesos del CIS El Níspero.

IV. METODOLOGÍA

En el siguiente capítulo, se exponen los métodos utilizados para desarrollar la investigación, garantizando que los objetivos previamente establecidos sean alcanzados de manera efectiva a través de su aplicación. Asimismo, se proporciona una visión general de la metodología, esto incluye el enfoque, las variables de investigación, así como las técnicas e instrumentos utilizados en el proceso y de manera complementaria se presenta un cronograma de actividades, el cual sirve como un marco temporal para el desarrollo del proyecto.

4.1. ENFOQUE

La metodología empleada en la investigación se caracterizó por su enfoque mixto, lo cual integra métodos tanto cuantitativos como cualitativos, con el objetivo principal de realizar una evaluación detallada del proceso de implementación del LIS. Dentro del enfoque mixto, la perspectiva cuantitativa involucraría la categorización de ítems fundamentales o no, lo cual establece la base para calcular el porcentaje de adaptabilidad del sistema, cuyos resultados se visualizan en gráficos. Estos ítems son evaluados en términos de su contribución directa al funcionamiento del sistema. En el ámbito cualitativo, el estudio se centraría en la experiencia y percepción del usuario final, específicamente doctor, microbiólogo y personal administrativo, durante su interacción con el LIS dentro de la plataforma de GNU. Esta retroalimentación es relevante en términos de usabilidad y satisfacción del usuario.

La combinación de estos enfoques facilitaría en gran manera la integración de los datos obtenidos, lo cual permite realizar ajustes orientados al sistema asegurando que tanto las métricas de rendimiento y las necesidades del usuario estén totalmente equilibradas.

El alcance del estudio es descriptivo, debido a que se enfocaría en documentar detalladamente los procesos de adaptación, funcionalidades y requisitos operativos para la implementación del LIS. Esto proporciona una base del estado actual del LIS, como también, permite futuras modificaciones a partir de lo ya establecido. La muestra es no probabilística por conveniencia, ya que el estudio se centra principalmente en el Centro Integral de Salud el Níspero, Santa Bárbara, Honduras.

4.2. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

Una variable de investigación representa todo aquello que se mide, la información obtenida o los datos que se recaban con la finalidad de responder las preguntas planteadas en la investigación, las cuales se definen mediante los objetivos. Una variable dependiente es aquella que puede experimentar cambios o variaciones en respuesta a las variables independientes. (Los Andes, 2023). Por otro lado, la variable independiente es aquella que se puede manipular o modificar con el objetivo de inducir un cambio en la variable dependiente (Sybing, 2024), (Ilustración 2).

4.2.1. VARIABLE DEPENDIENTE

La variable dependiente del estudio consiste en la compatibilidad de la arquitectura LIS con GNU. Se centra en analizar la capacidad del LIS para integrarse eficazmente dentro del entorno de GNU, evaluando aspectos a través de pruebas de integración, pruebas de funcionamiento y evaluaciones de conformidad del usuario.

4.2.2. VARIABLES INDEPENDIENTES

- Porcentaje/Grado de funcionalidad: evalúa la capacidad del LIS para satisfacer los requisitos especificados en la API, lo cual es esencial para asegurar la adecuada ejecución de los procesos de laboratorio y la fiabilidad de los resultados obtenidos.
- Porcentaje/Grado de adaptabilidad: este factor describe la capacidad del LIS en la plataforma de GNU para ajustarse a los formatos del CIS. Una mayor adaptabilidad simplifica la integración de datos y procesos entre el CIS y el modelo de LIS en GNU, lo cual optimiza la eficiencia del sistema y fortalece su compatibilidad.
- Selección de características del sistema: se refiere al proceso de identificación de aspectos y parámetros relevantes, obtenidos a través del mapeo detallado, para su futura integración y configuración en el sistema. Una integración óptima de estos factores juega un papel significativo para la determinación de compatibilidad del sistema.

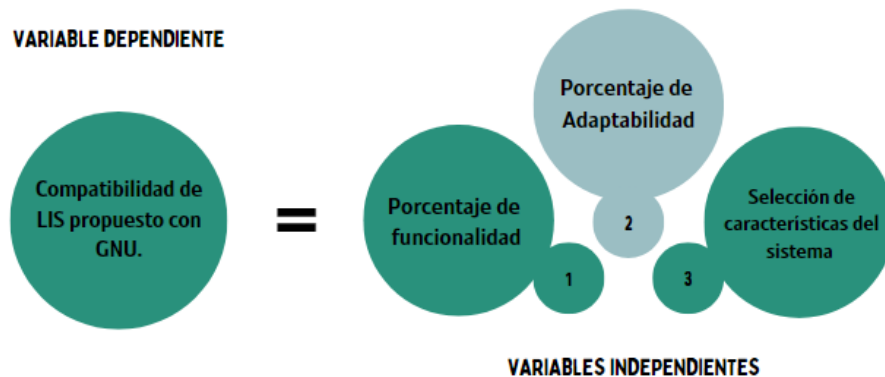


Ilustración 2. Variable Dependiente e Independientes.

Fuente: Elaboración propia.

4.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

4.3.1. MAPEO DE FORMATOS

El mapeo de datos se refiere al proceso de alinear campos de datos de una fuente con campos de datos de otra, lo que permite garantizar que los datos puedan transformarse o transferirse con precisión a un destino, manteniendo la coherencia. (Nida, 2018). Para el mapeo, se recopiló la hoja de órdenes de laboratorio clínico y los exámenes solicitados por la SESAL. A partir de esta información, se registraron cada una de las órdenes en una hoja de cálculo de Excel, con el propósito de verificar si el LIS contenía estos exámenes existentes. Posteriormente, se reunieron todos los formatos de resultados, se transcribieron cada uno de los ítems en una hoja de Excel y se clasificaron de acuerdo con su cumplimiento en la plataforma y su importancia se inclusión. A través de este proceso se busca calcular un porcentaje de adaptabilidad entre los formatos físicos y el módulo del LIS en GNU.

4.3.2. GNU-HEALTH

GNU – Health es un sistema de información de código abierto cuyo objetivo principal es la gestión hospitalaria, permitiendo informatizar el historial de los establecimientos de salud en países en vías de desarrollo. Este sistema ha sido implementado en diversos hospitales. Se ha optado por implementar GNU Health en el CIS del Nispero, Santa Bárbara, considerándolo una

opción viable por ser altamente adaptable y gratuito. Además, desprivatiza el acceso al historial y proporciona funciones analíticas. Cubre más de 40 módulos, atención de primer nivel, ginecobstetricia, pediatría, cirugía, genética, laboratorio clínico, entre otros. (KopenSoftware, 2022).

4.3.3. KIT DE HERRAMIENTA DE EVALUACIÓN DE FUNCIONALIDAD DE UN LIS (LIS-FAT).

Es una herramienta diseñada para proporcionar un marco estructurado y estandarizado que facilita la evaluación de la funcionalidad de los LIS. Su propósito fundamental es asegurar que el sistema gestione eficazmente las operaciones de laboratorio, desde la recepción y el registro de muestras hasta su procesamiento y la generación de informes de resultados. Esta herramienta permite evaluar y optimizar el LIS, garantizando su funcionamiento óptimo y su alineación con las necesidades de cada centro de salud.

4.4. MÉTODO DE ESTUDIO

El método de estudio se basa en un enfoque secuencial, comúnmente conocido como paso a paso. Este enfoque representa una planificación lineal en la cual cada etapa del proyecto debe completarse para poder avanzar a la siguiente. Se caracteriza por seguir un orden preciso en la ejecución de los pasos, con la inclusión de variaciones en ciertos puntos que permiten la integración de retroalimentación entre fases. Este método asegura una estructura metodológica clara y definida para la culminación exitosa del proyecto (Ilustración 3).

4.4.1. REQUISITOS

Esta fase inicial está dedicada a la definición y documentación de los requisitos necesarios para el sistema. Se lleva a cabo un levantamiento detallado de los procesos desarrollados en el laboratorio clínico del Nispero, incluyendo la identificación de las pruebas realizadas y los formatos correspondientes de los resultados. Entre las pruebas documentadas se encuentran aquellas para Chagas, Leishmaniasis, Guayaco y dengue, las cuales son requeridas por el programa de la Secretaría de Salud de Honduras (SESAL).

La evaluación de requisitos del LIS adopta dos enfoques principales: en primer lugar, el análisis de las hojas de formatos utilizadas en el Nispero, y, en segundo lugar, la identificación de

los requisitos operativos cruciales para la implementación de un LIS de forma general. En lo que respecta a la hoja de resultados, cada ítem listado en los formatos se transcribe a una hoja de cálculo de Excel. Estos ítems se categorizan según su aparición o ausencia en el módulo de laboratorio y la necesidad de su inclusión o no. Esta categorización es fundamental para calcular el porcentaje de adaptabilidad, facilitando la convergencia entre los formatos físicos y el módulo de laboratorio.

Además, en el contexto operativo se utiliza un kit de evaluación que incorpora una serie de requisitos de funcionalidad especificados por la API. Esta matriz está diseñada específicamente para países de recursos bajos y medianos. (API, 2014), Este método consiste en comparar si el LIS de GNU Health cumple con cada uno de estos ítems, los cuales se clasifican según pesos previamente establecidos:

1. Cumple totalmente.
2. No cumple.

Esta información constituye la base para calcular el porcentaje de adaptabilidad y cumplimiento entre los estándares establecidos y la funcionalidad operativa del Sistema de Información de Laboratorio (LIS) en GNU Health.

4.4.2. DISEÑO DEL MODELO

A partir de los requisitos definidos en la fase anterior, esta etapa se centra en la planificación de la arquitectura del LIS, destacando los elementos más relevantes. Durante este proceso, la organización y gestión de los datos son fundamentales para determinar la estructura final del sistema, asegurando que cumpla con todas las especificaciones establecidas. Este ordenamiento es esencial para garantizar la eficacia y el funcionamiento adecuado del sistema en su totalidad.

4.4.3. ADAPTACIÓN

En esta fase se adapta el diseño inicial del LIS para satisfacer las necesidades específicas y el contexto operativo del usuario final, en este caso, el laboratorio del Nispero. Se realizan modificaciones y mejoras en la arquitectura del sistema, tanto en términos de funcionalidades

como en la interfaz de usuario, con el objetivo de garantizar que el uso del sistema sea eficiente e intuitivo.

4.4.4. PRUEBAS INTEGRALES

Durante la etapa de pruebas integrales, se distinguen tres componentes esenciales; el reconocimiento modular, la capacitación del microbiólogo y la ejecución de pruebas por parte de este profesional. El reconocimiento modular implica las primeras interacciones con el módulo de laboratorio, justamente después de realizar las adaptaciones pertinentes, con el fin de comprender el funcionamiento y la interrelación de las tres etapas identificadas. Posteriormente, se procede a una capacitación formal dirigida específicamente al microbiólogo. Esta capacitación está diseñada para la realización de pruebas piloto dentro del sistema, asegurando una aplicación y evaluación adecuada de las funcionalidades del mismo.

4.4.5. VERIFICACIÓN

La verificación es llevada a cabo por el microbiólogo, quien es asistido por el estudiante, con el propósito de asegurar y confirmar que el funcionamiento del sistema cumple con los requisitos específicos establecidos inicialmente. El objetivo principal de este proceso es determinar si el diseño y las implementaciones realizadas son correctas y se alinean adecuadamente a los procesos del CIS.

En caso el microbiólogo identifique la necesidad de modificar requisitos o la interfaz, esta situación sirve como una retroalimentación crucial. El proceso implica el retorno al módulo de adaptación para incorporar las modificaciones necesarias. Una vez implementados estos ajustes, el proceso puede avanzar con los siguientes componentes de la metodología ya establecida, procediendo hasta la implementación final del LIS.

4.4.6. IMPLEMENTACIÓN

En la fase de implementación, el LIS se activa y se pone en funcionamiento dentro de un entorno de producción real. Esta etapa es fundamental para la transición del LIS de la fase de desarrollo a la operación diaria, esto se realiza previo a la aprobación completa del modelo propuesto.

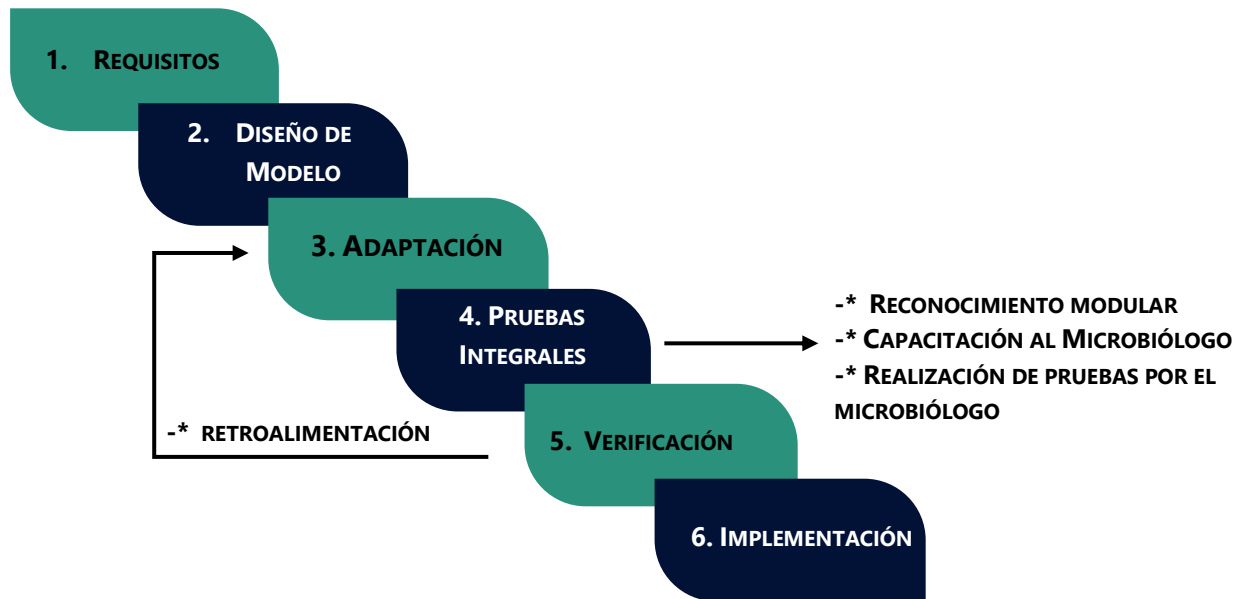


Ilustración 3. Método de Estudio.

4.5. METODOLOGÍA DE VALIDACIÓN

La metodología de validación se centra en tres aspectos fundamentales, cada uno contribuyendo a evaluar el cumplimiento de los criterios previamente establecidos. A continuación, se detallan estos dos componentes:

- Pruebas de aceptación del usuario: las pruebas realizadas antes de la implementación completa del sistema aseguran que el LIS satisfaga los requisitos y necesidades específicas del CIS. Se llevan a cabo pruebas piloto y de interacción en un entorno controlado con el objetivo de identificar cualquier problema antes de proceder a una implementación totalmente operativa.
- Retroalimentación del usuario: el objetivo principal es evaluar el funcionamiento del sistema en un entorno real y recoger las opiniones y experiencias de los usuarios que interactúan con el LIS. Para ello, se realiza una encuesta de satisfacción y resistencia al cambio haciendo uso de la herramienta de Google Forms.
- Evaluación de herramienta ToolKit: esta evaluación permite verificar que el LIS de GNU cumpla con los estándares establecidos por la API. A través de este proceso, se asegura

que el sistema funcione de manera eficiente y se utilice correctamente según las expectativas y requisitos definidos.

Estos tres componentes trabajan en conjunto para proporcionar una metodología de validación completa, asegurando que su diseño sea adaptable, eficaz y apropiado para el uso diario en el laboratorio.

4.6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

El cronograma de actividades muestra de forma visual cada actividad realizada, delimitando el tiempo destinado a cada tarea y señalando el inicio y final de todo el proceso de investigación (Ilustración 4).

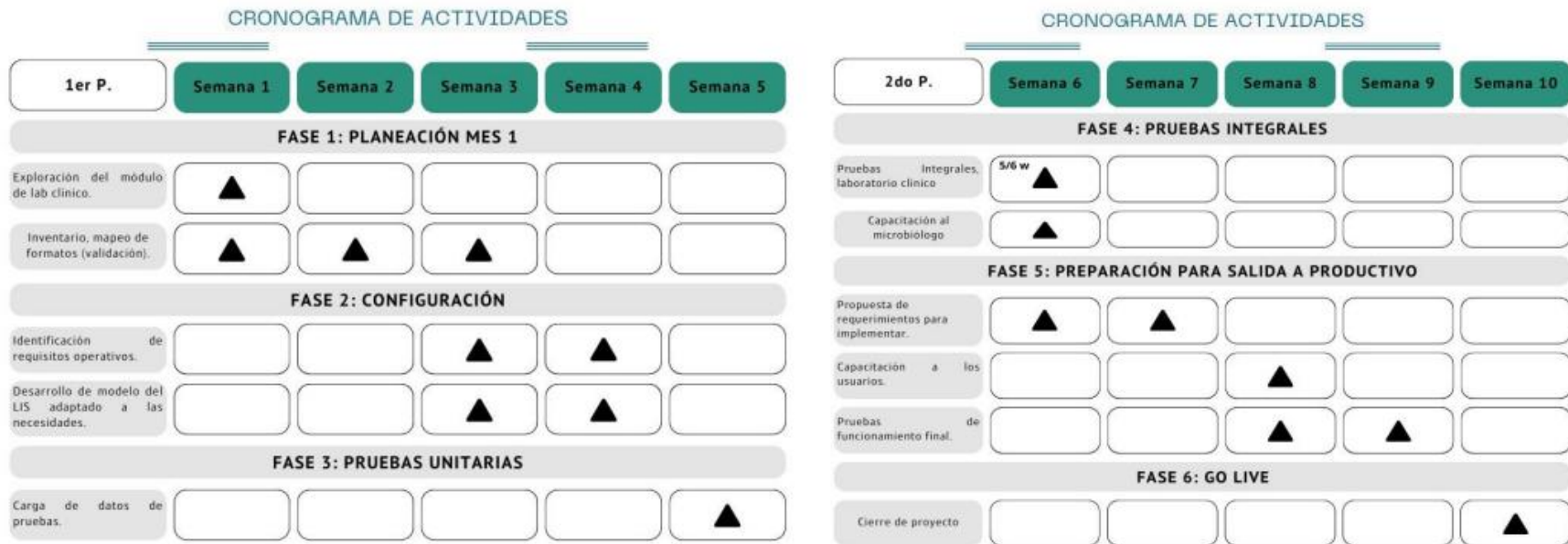


Ilustración 4. Cronograma de Actividades.

Fuente: Elaboración propia.

4.7. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

A continuación, se presenta la operacionalización de variables, consiste en establecer de manera metódica las variables que serán analizadas durante el desarrollo de la investigación (Tabla 2).

Tabla 2. Operacionalización de las variables.

OBJETIVO GENERAL	VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Diseñar un modelo de LIS basado en los procesos y formatos de trabajo actuales del Centro de Salud El Níspero, los cuales están alineados con estándares establecidos por la SESAL, abarcando las tres etapas analíticas de los procesos de laboratorio garantizando capacidades de trazabilidad, seguridad y compatibilidad con la arquitectura de GNU.	Compatibilidad de los formatos del CIS con GNU.	Analizar la capacidad del LIS para integrarse eficazmente dentro del entorno de GNU, evaluando aspectos a través de pruebas de integración, pruebas de funcionamiento y evaluaciones de conformidad del usuario.	Cumplimiento de componentes.	Número de elementos implementados en el LIS.
OBJETIVO GENERAL	VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Determinar el porcentaje de adaptabilidad del LIS GNUHealth a los procesos de laboratorio en el CIS-El Níspero mediante un mapeo integral entre los formatos actuales del CIS y los componentes del LIS GNUHEALTH.	Porcentaje de adaptabilidad.	Calcular el grado de adaptabilidad, es decir, la capacidad del LIS en la plataforma de GNU para ajustarse a los formatos del CIS.	Configuración de procesos.	Porcentaje de componentes adaptados dentro del LIS.
Diseñar un modelo optimizado de LIS GNUHEALTH, que integre los elementos categorizados como fundamentales en el mapeo para garantizar el cumplimiento integral de los procesos del CIS El Níspero.	Selección de características del sistema.	Identificar aspectos y parámetros relevantes, obtenidos a través del mapeo detallado, para su futura integración y configuración en el sistema.	Usabilidad	Satisfacción del usuario, tiempo promedio de aprendizaje.

TABLA 2. (CONTINUACIÓN)

OBJETIVO GENERAL	VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Calcular el porcentaje de funcionalidad del LIS de GNU Health conforme a los requisitos establecidos en el kit de herramientas de evaluación de funcionalidad de LIS proporcionado por la API.	Porcentaje de cumplimiento funcional.	Calcular el grado de funcionamiento del LIS, definido como la capacidad para llevar a cabo diversas actividades que cumplen con las normativas preestablecidas.	Complejidad de los requisitos.	Porcentaje de requisitos funcionales con los que cumple el LIS.

Fuente: Elaboración Propia.

4.8. MATRIZ METODOLÓGICA

A continuación, se presenta la matriz metodológica, la cual abarca el estudio de investigación y está alineada con las preguntas de investigación, objetivos, variables, métodos y herramientas de análisis (Tabla 3).

Tabla 3. Matriz Metodológica.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN		OBJETIVOS	VARIABLES	METODOLOGÍA Y HERRAMIENTAS
	GENERAL		DEPENDIENTE		
Los sistemas de información de laboratorio (LIS) son fundamentales para el funcionamiento eficiente de los laboratorios clínicos. Sin embargo, en los últimos años, su adopción e implementación en entornos hospitalarios han enfrentado diversos obstáculos. Esto se debe principalmente a la complejidad creciente de la información generada y a las restricciones en la disponibilidad de hardware y software adecuados. De manera complementaria, se ha identificado que los errores preanalíticos pueden constituir hasta un 70% del total de errores en laboratorio cuando no se cuenta con un sistema automatizado.	¿Cómo podría diseñarse un modelo de LIS que esté basado en los procesos y formatos de trabajo del CIS del Níspero, alineado a los estándares establecidos por la SESAL, abarcando las tres etapas analíticas de los procesos de laboratorio evaluando su funcionamiento mediante el uso de la herramienta de LIS-FAT?		Diseñar un modelo de LIS basado en los procesos y formatos de trabajo actuales del CIS del Níspero, alineado con los estándares establecidos por la SESAL, abarcando las tres etapas analíticas de los procesos de laboratorio evaluando su funcionamiento mediante el uso de la herramienta de LIS-FAT.	Compatibilidad de LIS propuesto con GNU.	Mapeo, GNU Health, Tryton
	¿Cuál es el porcentaje de funcionalidad del LIS de GNU Health conforme a los requisitos establecidos en el kit de herramientas de evaluación de funcionalidad de LIS proporcionado por la API?		Calcular el porcentaje de funcionalidad del LIS de GNU Health conforme a los requisitos establecidos en el kit de herramientas de evaluación de funcionalidad de LIS proporcionado por la API.	Porcentaje de cumplimiento funcional.	Mapeo, GNU Health, Tryton

TABLA 3. (CONTINUACIÓN)

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN		OBJETIVOS	VARIABLES	METODOLOGÍA Y HERRAMIENTAS
	ESPECÍFICOS			INDEPENDIENTES	
	¿Cuál es el porcentaje de adaptabilidad del LIS GNUHealth a los procesos de laboratorio en el CIS del Níspero a través de un mapeo integral que compare los formatos actuales del CIS con los componentes del LIS GNUHealth?	Determinar el porcentaje de adaptabilidad del LIS GNUHealth a los procesos de laboratorio en el CIS del Níspero mediante un mapeo integral entre los formatos actuales del CIS y los componentes del LIS GNUHEALTH.		Porcentaje de adaptabilidad.	Mapeo, GNU Health, Tryton
	¿En qué consiste el modelo optimizado de LIS GNUHealth el cual integra los elementos categorizados como fundamentales en el mapeo para garantizar el cumplimiento integral de los procesos del CIS El Níspero?	Diseñar un modelo optimizado de LIS GNUHEALTH, que integre los elementos categorizados como fundamentales en el mapeo para garantizar el cumplimiento integral de los procesos del CIS El Níspero.		Selección de características del sistema.	GNU Health, Tryton, Diagramas de flujo.

Fuente: Elaboración Propia.

V. RESULTADOS

En este capítulo se presenta de manera detallada los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto, los cuales se estructuran en torno a dos ejes fundamentales: la evaluación de la funcionalidad del LIS y su adaptabilidad a los procesos específicos del laboratorio del Níspero. Además, se expone y describe el modelo de LIS propuesto, el cual abarca las tres etapas analíticas y cuyo diseño se centró en satisfacer plenamente las necesidades operativas y técnicas del centro, asegurando así una integración efectiva y una mejora en la gestión de los datos y procesos del laboratorio.

A continuación, se presenta una matriz que incluye las categorías principales establecidas en la herramienta de evaluación de funcionalidad. Este cuadro organiza los requisitos en tres etapas específicas: preanalítica, analítica, post analítica y un enfoque de funcionalidad transversal. Este resumen establece una comparación entre los requisitos previamente establecidos que se deben cumplir y aquellos que efectivamente satisface el LIS propuesto (Tabla 4).

Tabla 4. Resumen de la Matriz de Requerimientos Funcionales.

CATEGORÍAS DE REQUERIMIENTOS	REQUISITOS FUNCIONALIDAD CADA FASE DE PRUEBA				DE EN	LIS -GNU HEALTH			
	PR	AN	PO	CC		PR	AN	PO	CC
1. Colecciones/Adquisición de muestras	3	2	0	1		1	1	0	0
2. Entrada de pedidos	5	0	0	1		5	0	0	1
3. Resultados de las pruebas	0	8	7	1		0	3	4	0
4. Verificación y autoverificación	0	3	0	0		0	2	0	0
5. Listas de trabajo	0	2	0	0		0	2	0	0
6. Interoperabilidad y conversión de datos	0	4	0	2		0	4	0	0
7. Instrumentos y dispositivos de mano	0	4	0	0		0	0	0	0
8. Etiquetas y códigos de barras	1	0	1	1		1	0	0	1
9. Notificaciones y advertencias	4	5	2	2		1	2	0	0
10. Regulaciones y normas	0	0	0	1		0	0	0	0
11. Informes	0	1	0	2		0	1	0	0
12. Inventario	0	3	0	1		0	1	0	1
13. Tiempo de inactividad del sistema	0	1	0	1		0	1	0	0
14 Base de datos/Técnica	0	4	0	2		0	2	0	2
TOTAL, POR ETAPAS	13	37	10	15		8	19	4	5
TOTAL	75 REQUISITOS					36 REQUISITOS			

Fuente: Elaboración propia.

La validación del cumplimiento de los requisitos funcionales se realizó mediante la verificación directa en el sistema, complementada con la revisión de la documentación correspondiente al LIS-GNU. Los resultados, segmentados por etapas, mostraron variabilidad en el cumplimiento: un 61.54% en la etapa preanalítica (8 requisitos cumplidos), 51.35% en la analítica (19 requisitos), 40% en la post analítica (4 requisitos), y un 33.33% en la funcionalidad transversal (5 requisitos cumplidos). Utilizando los porcentajes obtenidos en cada etapa, se determinó un porcentaje general ponderado de funcionalidad (Gráfico 1).

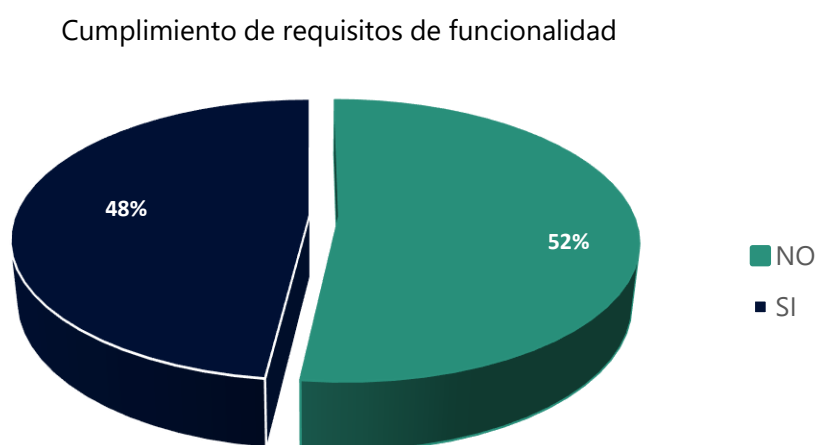


Gráfico 1. Porcentaje ponderado de funcionalidad.

Fuente: Elaboración propia.

Se alcanzó un cumplimiento del 48%, correspondiente a 36 de los 75 requisitos especificados en la herramienta de evaluación. Este porcentaje refleja una funcionalidad básica del LIS propuesto para futura implementación en el CIS del Níspero. (Para más detalle, veáse Anexo 12)

A partir de la matriz de requerimientos funcionales (Tabla 4), las categorías relacionadas a los resultados de las pruebas y los informes fueron destacadas como prioritarias. Por lo cual, se realizó un mapeo adicional con el fin de cuantificar la compatibilidad/adaptabilidad entre los formatos físicos y el LIS-GNU. La Tabla 5 registra todas las órdenes que se realizan dentro del laboratorio las cuales se dividen según su grupo de análisis, el tipo de examen, la existencia de plantilla o no y el cumplimiento de las mismas. Se puede

Tabla 5. Exámenes LAB. Clínico del CIS del Níspero, Santa Bárbara.

#	GRUPO	EXÁMENES	PLANTILLAS	CUMPLIMIENTO
1.	Hematología	Hemograma	SI	SI
2.	Hematología	Tipo y RH	SI	SI
3.	Inmunología	RPR	SI	SI
4.	Uroanálisis/Bioquímica	EGO	SI	SI
5.	Bioquímica	EGH	SI	SI
6.	Bioquímica	1/2 paq.Emb	SI	SI
7.	Inmunología	FR	SI	SI
8.	Inmunología	ASO	SI	SI
9.	Inmunología	PCR	SI	SI
10.	Serología	Helicobacter pylori	SI	SI
11.	Química Clínica	Glucosa	SI	SI
12.	Química Clínica	Colesterol	SI	SI
13.	Química Clínica	Triglicéridos	SI	SI
14.	Química Clínica	Ácido Úrico	SI	NO
15.	Química Clínica	Creatinina	SI	NO
16.	Química Clínica	Urea/BUN	SI	SI
17.	Química Clínica	TGO	SI	SI
18.	Química Clínica	TGP	SI	SI
19.	Prueba Rápida	Gravindex	NO	SI
20.	Hematología	HbA1C	SI	SI
21.	Hematología	Colesterol HDL	SI	SI
22.	Hematología	Colesterol LDL	SI	SI
23.	Hematología	Colesterol VLDL	SI	SI
24.	Prueba Rápida	VIH	NO	SI
25.	Prueba Rápida	Chagas	NO	SI
26.	Prueba Rápida	Leishmaniasis	NO	SI
27.	Química Clínica	Sangre Oculta en heces	NO	SI
28.	Prueba Rápida	Dengue	NO	SI
29.	Química Clínica	Glucosa Postprandial	NO	SI
30.	Química Sanguínea Completa		SI	SI
31.	Inmunología Completa		SI	SI

Fuente: Elaboración Propia.

En el módulo de laboratorio se generaron un total de 29 exámenes, complementado con dos formatos, un análisis de química sanguínea y uno de inmunología respectivamente. (Para más detalles, Anexo 2 - Anexo 11). Las pruebas de VIH, Chagas y Leishmaniasis se generaron en cumplimiento del programa nacional del país. A pesar de que el procesamiento de las muestras para estas pruebas no se realiza en el laboratorio local, sí se reciben y se envían posteriormente a

un laboratorio externo para su análisis correspondiente. Cabe destacar que la mayoría de estos exámenes se generaron en el LIS utilizando plantillas preestablecidas por el CIS, estas plantillas incluyen rangos de referencia, unidades de medida y precios determinados previamente. Por lo tanto, se alcanzó un nivel de adaptabilidad del 94% dentro del LIS (Gráfico 2).

Mapeo de órdenes de laboratorio clínico.

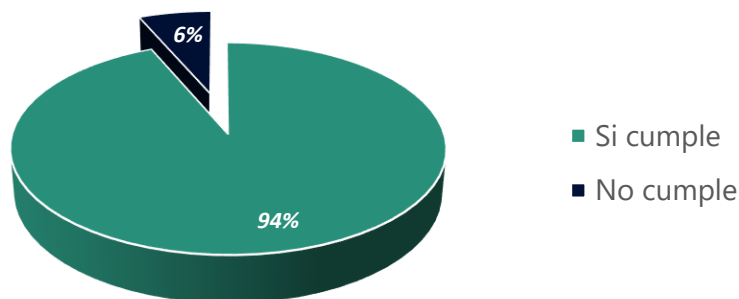


Gráfico 2. Porcentaje de Adaptabilidad de Órdenes a GNU-LIS.

Fuente: Elaboración Propia.

En relación a la categoría de informes, se llevó a cabo un mapeo detallado para validar la correspondencia entre los campos presentes en los formatos físicos y aquellos implementados en el informe generado a partir del LIS. Este proceso se estructuró en tres categorías generales, encabezado, cuerpo y pie de página, incluyendo en cada una varios ítems, para asegurar la validación completa de cada campo (Tabla 6).

Tabla 6. Mapeo de Informes.

CATEGORÍA	ÍTEMS	CUMPLIMIENTO
Encabezado	Nombre	SI
	Edad	SI
	Género	SI
	Carpeta	NO
	Fecha	SI
	Lugar de procedencia	NO
	Médico	SI
Cuerpo	Nombre de analito	SI
	Resultado	SI
	Valor de referencia	SI
	Observaciones	SI
	Alerta	SI
Pie de página	Firma del microbiólogo	SI

A partir de esta tabla, se calculó el porcentaje de adaptabilidad específicamente para la generación de informes/reportes. Se obtuvo un cumplimiento de 84.6%, lo cual es relevante para prevenir errores en la interpretación de datos. Un buen informe no solo influye en cómo se presenta la información, sino también, tiene influencia directa en la eficiencia con la que los datos se utilizan en la atención del paciente (Gráfico 3).

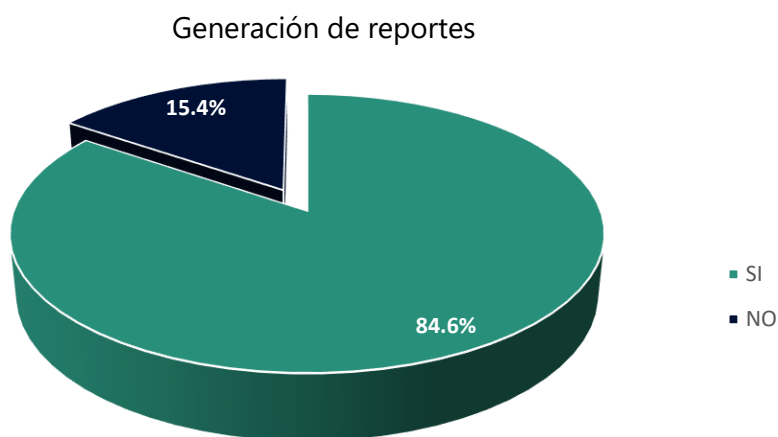


Gráfico 3. Cumplimiento de adaptabilidad relacionado a la generación de reportes.

Fuente: Elaboración Propia.

Además del mapeo de las categorías incluidas en la herramienta LIS-FAT, se realizó un mapeo detallado de la hoja de órdenes utilizados en el Níspero, adaptándolas específicamente al proceso de generación de facturas (Tabla 7).

Tabla 7. Mapeo de Hoja de Órdenes.

ÍTEMS	CUMPLIMIENTO
Nombre del paciente	SI
Edad	NO
Expediente	NO
Nombre de examen	SI
Precio establecido	SI
Firma y sello	SI

Fuente: Elaboración Propia.

La generación de facturas a través del sistema GNU presenta un total acumulado, facilitando así un mejor control de las ventas. Se alcanzó un nivel de cumplimiento del 66.7%. Aunque dos ítems no se ajustaron completamente, es posible adaptarlos mediante programación

específica para alcanzar plenamente el porcentaje deseado (Gráfico 4) (Para más detalles, Anexo 1).

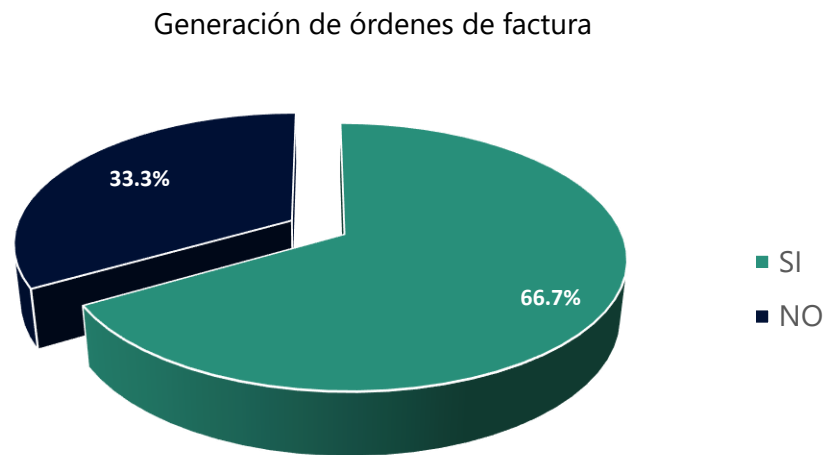


Gráfico 4. Cumplimiento de adaptabilidad relacionado a la generación de Factura.

Fuente: Elaboración Propia.

Basado en los resultados obtenidos, se propuso un modelo de LIS que se adecuó específicamente a las exigencias y necesidades del CIS. (Para más detalles, Anexo 13). Este modelo comprendió tres fases fundamentales: preanalítica, analítica y post analítica.

Fase Pre Analítica

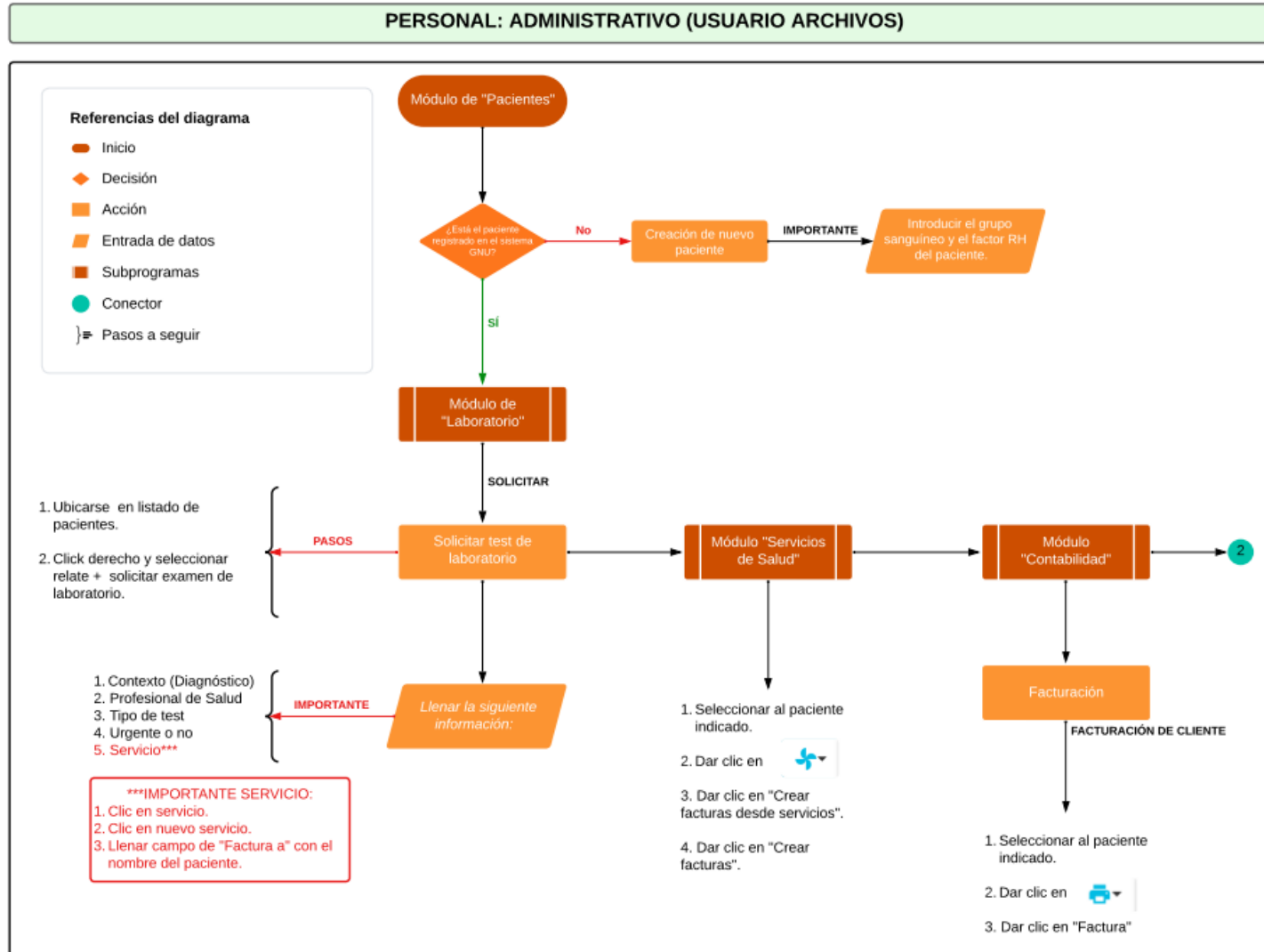


Ilustración 5. Modelo Propuesto, Fase Pre Analítica.

La etapa preanalítica abarca todos los procedimientos realizados antes del análisis físico de la muestra, incluyendo la identificación precisa del paciente, la creación de solicitudes de exámenes, el manejo y control de las muestras antes de su análisis (Ilustración 5). De acuerdo con el modelo propuesto, esta fase comienza con una verificación en el módulo de pacientes para determinar si el paciente ya se encuentra registrado en el sistema. En caso de que no esté registrado, se procede a su creación (Ilustración 6).

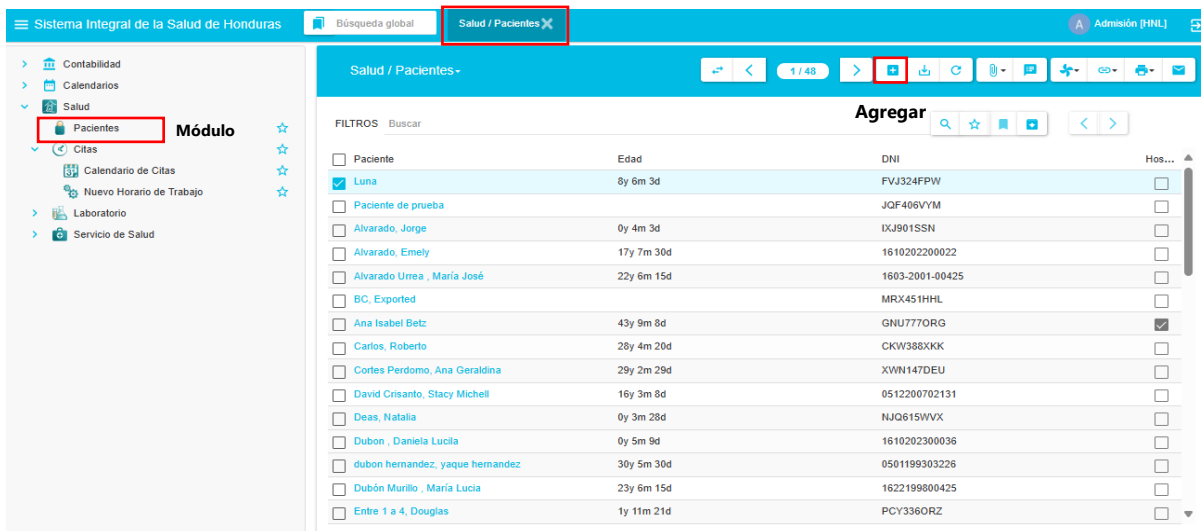


Ilustración 6. Módulo de Pacientes.

Una vez registrado y verificado el paciente, se procede al módulo de laboratorio para solicitar los exámenes necesarios. En este apartado, se selecciona el nombre del paciente y se completan detalles adicionales como, el contexto de diagnóstico, el profesional de salud responsable, el tipo de prueba, la urgencia y los servicios asociados. Para generar la factura de manera automática, es necesario agregar un nuevo servicio (Ilustración 7).

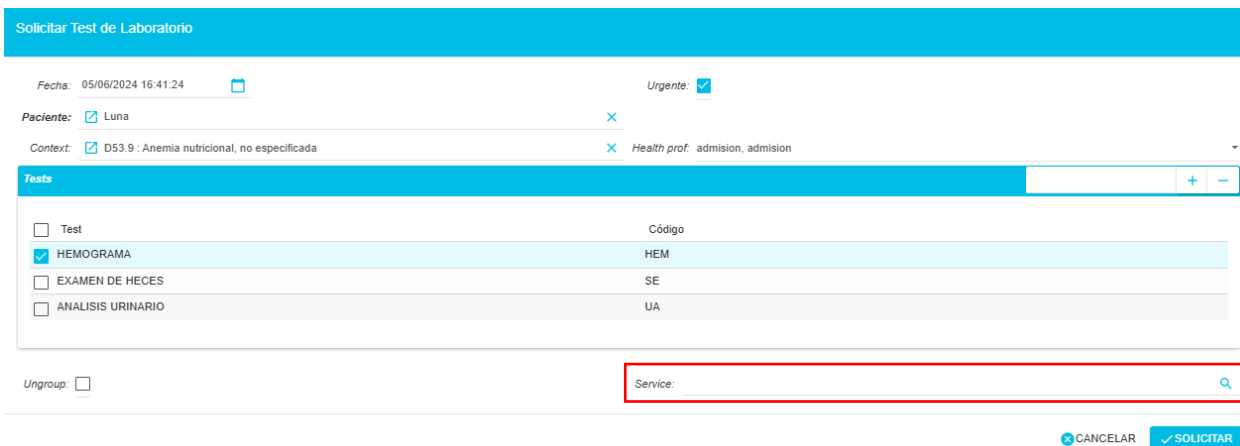


Ilustración 7. Módulo de laboratorio. (Solicitud Inicial).

La creación del servicio desplegará una nueva pantalla donde solo será necesario completar el campo "Factura a". Una vez rellenado, el servicio puede ser guardado y posteriormente se procederá a solicitar el examen en su totalidad (Ilustración 8).

Servicio de Salud

Paciente: Luna Fecha: 05/06/2024 ID: Factura a: Luna

Descripción: Institución: Centro Integral de Salud El Nispero Company: Centro Integral de Salud El Nispero Titular del Seguro: Luna Plan de seguro:

Línea de Servicio

Action required	Factura	Producto	Descripción	Ciudad	Desde	A	Remarks
-----------------	---------	----------	-------------	--------	-------	---	---------

Estado: Borrador

ELIMINAR GUARDAR

Ilustración 8. Apartado de Servicio.

Posteriormente, en el módulo de Servicios de Salud, aparecerá el servicio creado para el paciente correspondiente. Desde este apartado se debe generar la factura, la cual, tras su creación, se procesará automáticamente en el módulo de facturación (Ilustración 9).

Sistema Integral de la Salud de Honduras Búsqueda global Salud / Servicio ... Admisión [HNL]

Contabilidad Calendarios Salud Pacientes Citas Laboratorio **Servicio de Salud** **Módulo**

Salud / Servicio de Salud / Servicios de Salud - 1/5

Crear Factura desde Servicios

FILTROS Buscar

Draft	Invoiced	All	
ID	Fecha	Paciente	Descripción
<input checked="" type="checkbox"/>			SERV 2024/047 05/06/2024 Luna
<input type="checkbox"/>			SERV 2024/046 05/06/2024 Alvarado, Jorge
<input type="checkbox"/>			SERV 2024/045 05/06/2024 Alvarado, Jorge
<input type="checkbox"/>			SERV 2024/044 05/06/2024 Alvarado, Jorge
<input type="checkbox"/>			SERV 2022/017 06/05/2022 Ana Isabel Betz Services and Lab

Ilustración 9. Módulo de Servicios de Salud.

Finalmente, en el módulo de contabilidad, específicamente en el apartado de facturación al cliente, se seleccionará al paciente y se procederá a crear la factura. Este paso culmina todos los procesos correspondientes a la etapa preanalítica (Ilustración 10).



Ilustración 10. Módulo de Contabilidad.

La etapa analítica engloba todos los procedimientos vinculados a la manipulación y el análisis de muestras biológicas. Cuando se reciben las muestras para su procesamiento, el microbiólogo verifica y confirma la creación de la orden de laboratorio correspondiente (Ilustración 11).

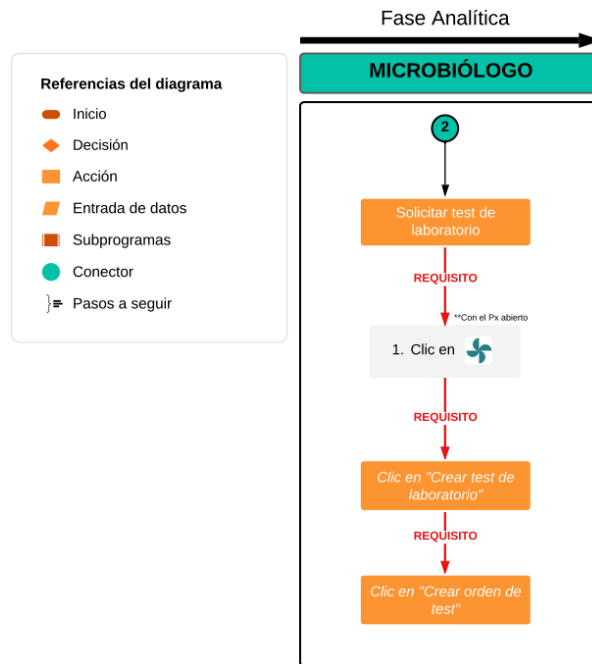


Ilustración 11. Modelo Propuesto, Fase Analítica.

La interfaz de confirmación de solicitud utilizada por el microbiólogo debe presentarse de la siguiente manera, (Ilustración 12). Una vez que la solicitud ha sido confirmada, se procede a la etapa post analítica, la cual incluye la generación de resultados y su correspondiente validación.

The screenshot shows the 'Sistema Integral de la Salud de Honduras' interface. The top navigation bar includes 'Búsqueda global' and 'Salud / Laboratorio...'. The left sidebar has a menu with 'Laboratorio' expanded, showing 'Solicitar Test de Laboratorio', 'Solicitud de test de Laboratorio', and 'Resultados de Tests de Laboratorio'. The main content area is titled 'Salud / Laboratorio / Solicitud de test de Laboratorio' and contains a table of test requests. A 'Crear Test de Laboratorio' button is highlighted in the top right corner of the main area.

Order	Tipo de Test	Fecha	Fecha	Paciente	Health prof.	Context	Estado
82	ANALISIS URINARIO	05/06/2024	17:09:45	Luna	admission, admission		Borrador
82	EXAMEN DE HECES	05/06/2024	17:09:45	Luna	admission, admission		Borrador
82	HEMOGRAMA	05/06/2024	17:09:45	Luna	admission, admission		Borrador
81	EXAMEN DE HECES	05/06/2024	16:05:39	Alvarado, Jorge	admission, admission		Borrador
80	HEMOGRAMA	05/06/2024	12:08:35	Alvarado, Jorge	Cordara, Cameron		Borrador
79	EXAMEN DE HECES	05/06/2024	12:01:06	Alvarado, Jorge	Cordara, Cameron		Borrador
78	EXAMEN DE HECES	05/06/2024	11:58:10	Alvarado, Jorge	Cordara, Cameron		Borrador
77	EXAMEN DE HECES	05/06/2024	11:53:38	Alvarado, Jorge	Cordara, Cameron		Borrador
76	EXAMEN DE HECES	05/06/2024	11:30:05	Alvarado, Jorge	Cordara, Cameron		Borrador
76	HEMOGRAMA	05/06/2024	11:30:05	Alvarado, Jorge	Cordara, Cameron		Borrador
76	TIPO SANGUINEO Y ...	05/06/2024	11:30:05	Alvarado, Jorge	Cordara, Cameron		Borrador
75	GLUCOSA	04/06/2024	15:55:12	Alvarado, Jorge	Cordara, Cameron		Borrador
74	EXAMEN DE HECES	02/06/2024	13:39:59	Alvarado, Jorge	Medico2		Borrador
74	HEMOGRAMA	02/06/2024	13:39:59	Alvarado, Jorge	Medico2		Borrador

Ilustración 12. Módulo de Lab. Clínico (Solicitud de lab).

En la etapa post analítica, los resultados son validados, interpretados y documentados adecuadamente (Ilustración 13)

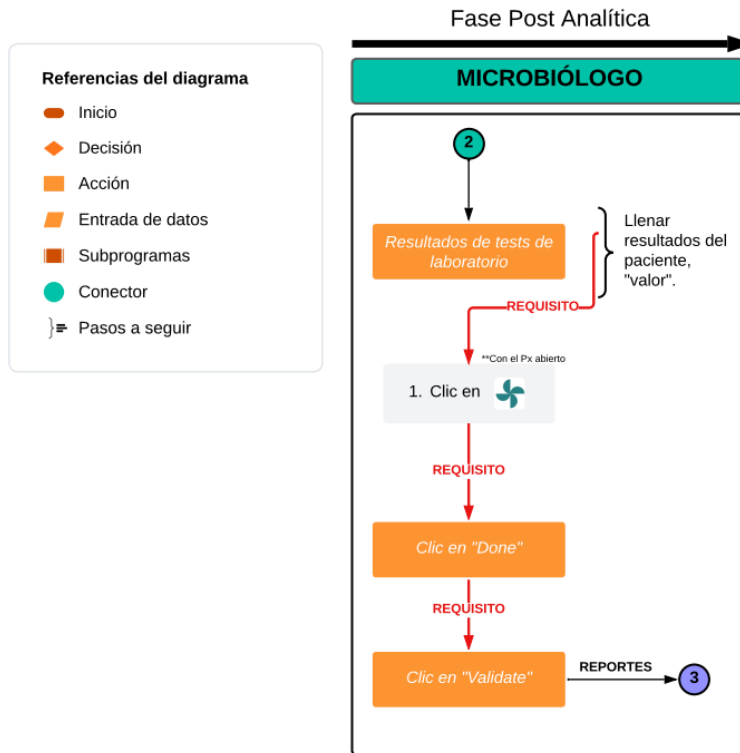


Ilustración 13. Modelo Propuesto, Fase Post Analítica.

Para verificación de los resultados se debe de seleccionar el examen (Ilustración 14).

ID	Tipo de test	Orden	Paciente	Estado	Fecha del Análisis	Summary
<input checked="" type="checkbox"/> TEST110	HEMOGRAMA	82	Luna	Borrador	05/06/2024	
<input type="checkbox"/> TEST105	ANALISIS URINARIO	71	Alvarado, Jorge	Validado	01/06/2024	
<input type="checkbox"/> TEST106	EXAMEN DE HECES	71	Alvarado, Jorge	Borrador	01/06/2024	
<input type="checkbox"/> TEST107	HEMOGRAMA	71	Alvarado, Jorge	Borrador	01/06/2024	
<input type="checkbox"/> TEST108	PRUEBA DE EMBARAZO	71	Alvarado, Jorge	Borrador	01/06/2024	
<input type="checkbox"/> TEST109	TIPO SANGUINEO Y RH	71	Alvarado, Jorge	Borrador	01/06/2024	
<input type="checkbox"/> TEST104	Xpert MTB-RIF Ultra	65	Alvarado Urea , María J...	Borrador	29/05/2024	
<input type="checkbox"/> TEST103	HEMOGLOBINA GLICO...	58	Alvarado, Jorge	Borrador	29/05/2024	
<input type="checkbox"/> TEST102	EXAMEN DE HECES	55	Alvarado Urea , María J...	Validado	29/05/2024	Examen Fisico ed Consi...
<input type="checkbox"/> TEST099	HEMOGRAMA	54	Alvarado Urea , María J...	Borrador	29/05/2024	
<input type="checkbox"/> TEST092	PRUEBA DE EMBARAZO	53	Paciente de prueba	Validado	28/05/2024	
<input type="checkbox"/> TEST093	ACIDO URICO	52	Membreño, Dinora	Hecho	28/05/2024	
<input type="checkbox"/> TEST094	ALBUMINA EN ORINA	52	Membreño, Dinora	Borrador	28/05/2024	
<input type="checkbox"/> TEST096	ANALISIS HEMADIA...	49	Membreño, Dinora	Borrador	28/05/2024	

Ilustración 14. Módulo de Lab. Clínico (Resultados de tests).

Al acceder al examen solicitado, se desplegará una pantalla que presenta todos los analitos, cada uno con su rango preestablecido. Tras verificar que los resultados son correctos, se deberá hacer clic en "Done" y luego en "Validate" para concluir el proceso del laboratorio y del examen en cuestión. Posterior a esto, se pueden imprimir los reportes (Ilustración 15).

The screenshot shows the 'Sistema Integral de la Salud de Honduras' interface. The main content area displays 'Criterio de Test de Laboratorio' for patient 'Luna'. The table below shows the following data:

Analito	Valor	Resultado - Texto	Limite inferior	Limite Superior	Unidades	Comentarios
RDW - SD	40		35	56	fL	
PLT	250		150	500	10 ³ /uL	
MPV	9		6,5	12	fL	
PDW	14		9	17	fL	
PCT	0		0,108	0,282	%	
PL-LCR	15		11	45	%	
P-LCC	60		30	90	10 ⁹ /L	

At the bottom right, a 'DONE' button is highlighted with a red box.

Ilustración 15. Módulo de Lab. Clínico (Verificación y validación de resultados).

Una vez que los exámenes han sido validados, los resultados se actualizan automáticamente en el historial clínico del paciente. Por consiguiente, el médico puede consultarlos de manera inmediata, así como también puede observar la trazabilidad de la prueba, desde la generación de la solicitud hasta la validación de los resultados (Ilustración 16).

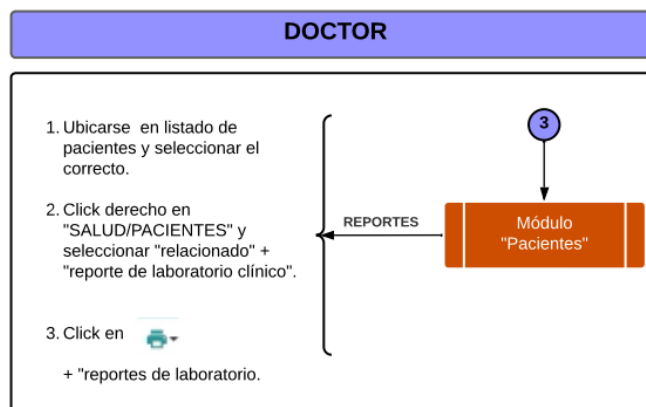


Ilustración 16. Consulta de Reportes de Laboratorio.

Desde el módulo de pacientes, es posible acceder a los reportes de laboratorio de un paciente específico (Ilustración 17).

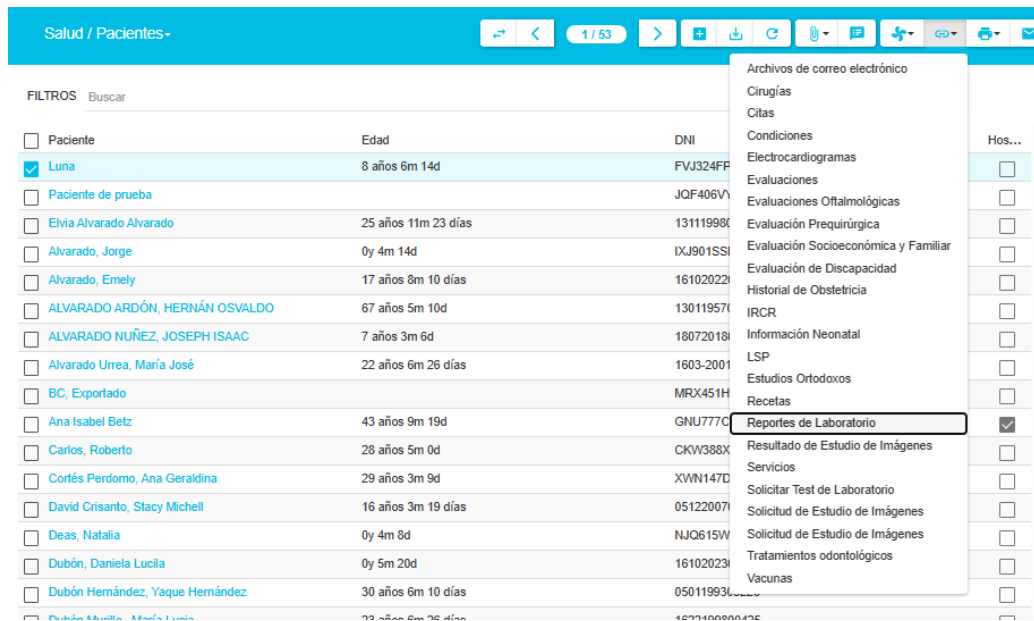


Ilustración 17. Módulo de Pacientes, reportes de laboratorio.

Al abrir el módulo de reportes de laboratorio, se despliega una interfaz que muestra los exámenes realizados, organizados según la fecha, tipo y número de identificación del paciente, así como el estado actual de la prueba (Ilustración 18).



Ilustración 18. Historial de Reportes de Laboratorio.

Una vez adaptado el LIS a las necesidades del CIS, se procedió a aplicar una encuesta específicamente al personal que participa procesos del laboratorio, incluyendo administrativos, médicos, microbiólogo y técnicos de sistemas. Esta encuesta, compuesta por siete preguntas, fue diseñada para evaluar la percepción de estos profesionales respecto a la implementación del nuevo LIS-GNU. En términos generales, la encuesta se enfocó en dos aspectos principales: por un lado, identificar el nivel de satisfacción con el LIS-GNU y, por otro, detectar posibles resistencias al cambio. Estos enfoques tienen como objetivo entender la retroalimentación del equipo de trabajo y asegurar una integración efectiva del LIS-GNU en las operaciones diarias del laboratorio.

La primera pregunta de la encuesta evaluó la percepción del personal respecto a la transición de procesos manuales al uso del LIS-GNU en el CIS, revelando que el 100% de los participantes tienen una visión positiva hacia el proceso de implementación del sistema. (Gráfico 5).

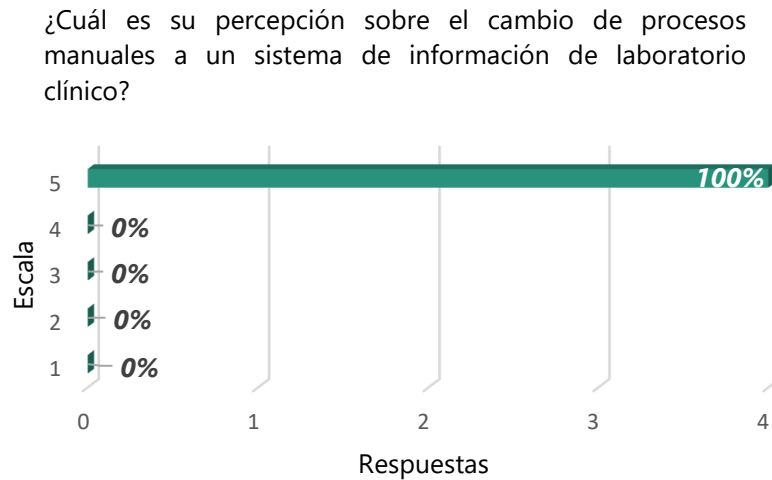


Gráfico 5. Encuesta Realizada, percepción del usuario.

Fuente: elaboración propia.

De esta manera, se asegura que el proceso de transición e implementación del sistema sea más fluido y eficiente, gracias a la aceptación generalizada por parte del personal. La segunda pregunta, se relaciona con la primera, buscaba medir el grado en que el LIS-GNU beneficiaría en la realización de actividades diarias del laboratorio. De acuerdo con los resultados, el 100% de los participantes coincidieron en que la implementación del LIS aportaría numerosos beneficios a sus labores cotidianas (Gráfico 6).

¿En qué grado considera le beneficiaría en su trabajo el uso de GNUHealth?

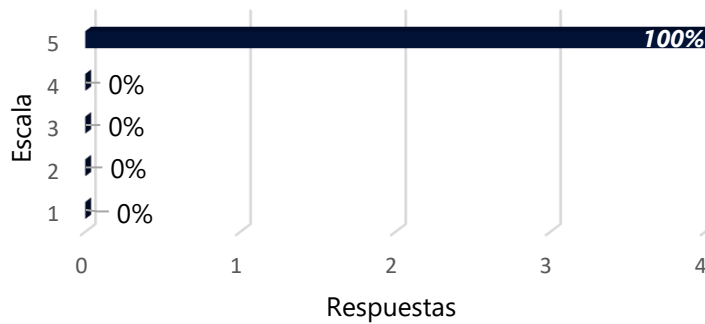


Gráfico 6. Encuesta Realizada, grado de beneficios del usuario.

Fuente: elaboración propia.

Según las percepciones del personal encuestado, a través del uso de un LIS-GNU, se pueden destacar numerosos beneficios y ventajas. Las ventajas más predominantes identificadas son la mejora de la eficiencia y mejor gestión de los datos del paciente, lo cual se debe a la integración de toda la información en una sola plataforma. De manera complementaria, se agrega la reducción de errores en el ingreso de datos de pacientes y en la generación de órdenes, así como la mejora en el análisis y la generación de reportes proporcionados por el sistema. Además, los profesionales determinaron como ventajas adicionales la digitalización de datos y registros, junto con el ahorro de tiempo (Gráfico 7).

¿Cuáles son las ventajas que considera le provee el uso de GNUHealth en su día a día?

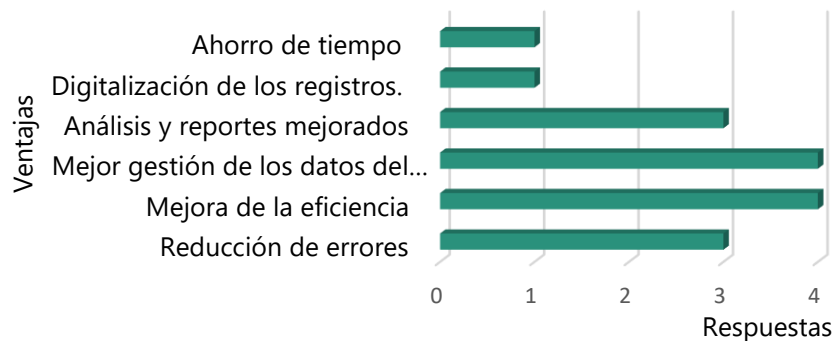


Gráfico 7. Encuesta Realizada, Ventajas de Lis-GNU.

Fuente: elaboración propia.

Después de realizar pruebas piloto, se solicitó a los participantes evaluar si el LIS propuesto cumplía con las necesidades del CIS del Nispero. De acuerdo con los resultados obtenidos, el 100% de los encuestados afirmó que el LIS aborda completamente todos los procesos y actividades ejecutadas dentro del centro (Gráfico 8). Así mismo, se les preguntó acerca de su nivel de satisfacción con el sistema, lo cual indicaron estar totalmente satisfechos, reflejando una aprobación del 100% (Gráfico 9).

¿Considera que el sistema de información de laboratorio (GNU Health) propuesto está alineado a las necesidades y objetivos del laboratorio?

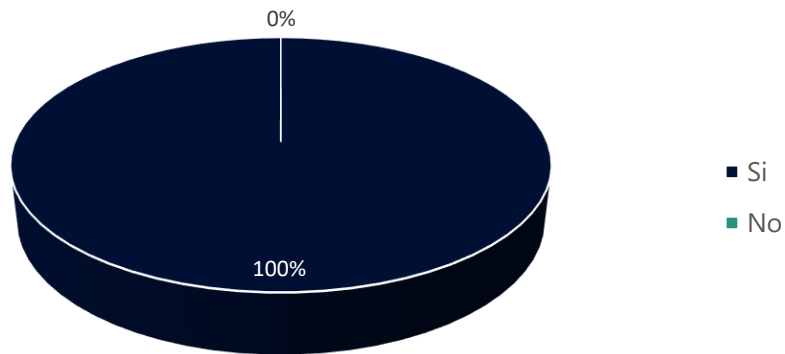


Gráfico 8. Encuesta Realizada, Cumplimiento de requisitos del LAB. del CIS.

Fuente: elaboración propia.



Gráfico 9. Encuesta Realizada, grado de satisfacción por parte del usuario.

Fuente: elaboración propia.

Aunque el nivel de satisfacción fue alto, se identificaron áreas de mejora que son cruciales para el uso eficiente del LIS-GNU. Se solicitó a cada integrante del equipo que identificara las barreras que podrían complicar la interacción con el LIS-GNU (Gráfico 10).

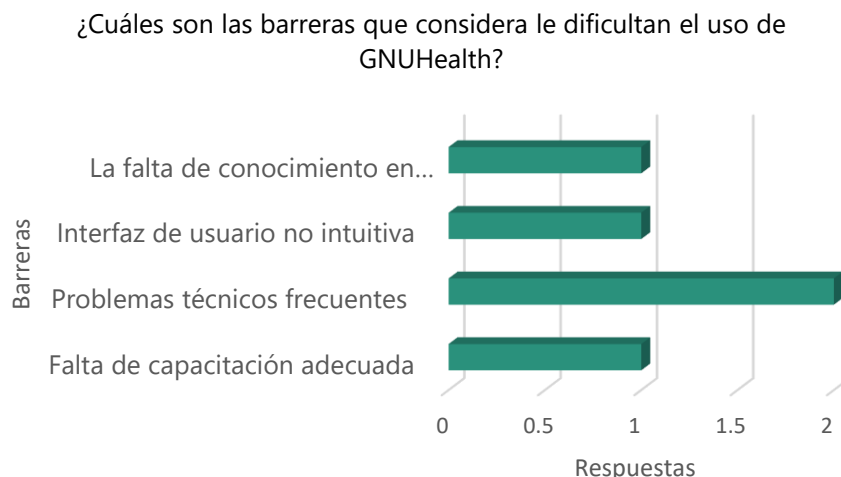


Gráfico 10. Encuesta Realizada, Barreras identificadas.

Fuente: elaboración propia.

Los problemas técnicos constituyen una de las barreras más significativas, abarcando errores de compatibilidad, infraestructura tecnológica inadecuada, mantenimiento y soporte técnico deficiente, y capacitación insuficiente para el uso eficiente del sistema. En este contexto, también se exploraron las estrategias que podrían optimizar el proceso de adaptación al sistema (Gráfico 11).

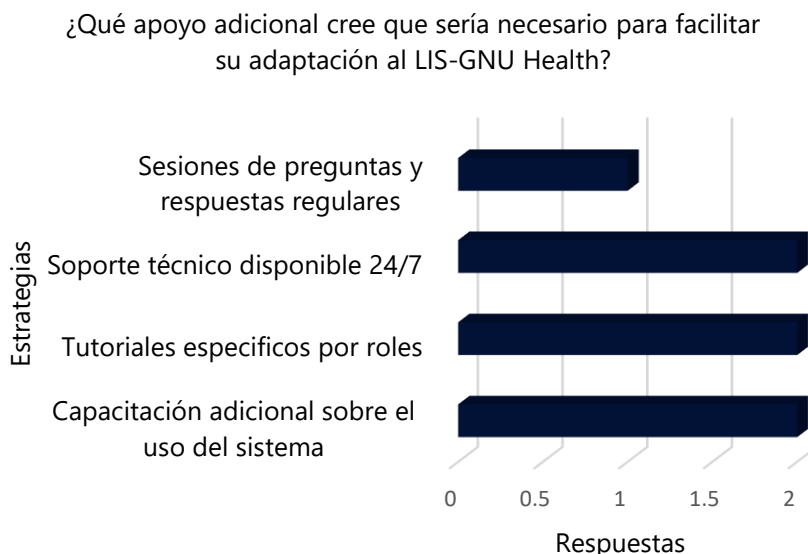


Gráfico 11. Encuesta Realizada, Estrategias adicionales.

VI. DISCUSIÓN

En este capítulo se presenta un análisis detallado de los resultados obtenidos. Se destaca un avance hacia una gestión más eficiente del laboratorio, sin embargo, también se identifican áreas que requieren mejoras, para las cuales se proponen estrategias que aborden cada una de las limitaciones encontradas.

El análisis del LIS-GNU realizado mediante la herramienta de evaluación reveló un cumplimiento del 48%, cubriendo las catorce categorías principales y evaluando un total de 75 requisitos específicos. Este resultado, fue comparado con el estudio de Mtonga, el cual fue orientado a la implementación de LIS en entornos de bajos recursos. En dicho estudio, los sistemas de OpenELIS y BLIS lograron cumplimientos del 33% y 29.3% respectivamente. Esto indica que el LIS-GNU supera considerablemente la funcionalidad de los LIS analizados, excediendo su rendimiento en casi un 15%. También, se determinó que la mayoría de errores en los procesos de laboratorio clínico ocurren dentro de la etapa preanalítica. En contraste, el LIS-GNU, muestra un alto grado de funcionalidad en la etapa pre analítica, alcanzando aproximadamente un 61.54% lo cual contribuye en gran manera a la reducción de incidencias en esta fase. No obstante, todavía sigue existiendo un margen de incumplimiento, particularmente en las categorías de instrumentos y dispositivos de mano, así como, regulaciones y normas.

Uno de los problemas más comunes en los laboratorios clínicos es la incorrecta identificación de pacientes, que a menudo se debe a errores en el proceso de digitalización, así como a la obtención de información incompleta o inexacta. De acuerdo con el estudio de Popescu, la implementación de un HIS puede reducir significativamente los errores relacionados a la identificación de pacientes. En el caso del LIS-GNU, se estableció un vínculo con el registro nacional de personas (RNP), permitiendo la integración directa de información de cada persona desde esta base de datos. Esta funcionalidad asegura que el ingreso de pacientes en el LIS-GNU se realice sin errores de transcripción o identificación equivocada, afirmando la hipótesis de Popescu desde una perspectiva diferente. Esto afirma la importancia de vincular el LIS-GNU con el módulo de pacientes.

El LIS está integrado en la plataforma de GNU, la cual se categoriza como un historial clínico electrónico (HCE). Esta integración ofrece ventajas que contribuyen a mejorar la eficiencia

operativa, la calidad de la atención al paciente y la gestión de los datos. En relación al estudio realizado por Sinard en Estados Unidos, aproximadamente el 70% de los proveedores de salud prefieren invertir en un HCE que incluya un componente de LIS, dado que un LIS por sí solo no satisface completamente todas las necesidades específicas de cada laboratorio. El LIS en GNU cumple a totalidad esta premisa.

Por otra parte, realizar una inversión única en un HCE que incorpore un LIS resulta más económico que destinar recursos financieros a ambos componentes por separado. Según el estudio de Thomas, la implementación del LIS Orchard Harvest implicaba un costo que podía aumentar con el tiempo y requería pagos anuales. En contraste, el LIS-GNU representa una solución de menor costo y ofrece una mayor complejidad al incluir diversos módulos integrados. Además, el LIS de GNU se distingue por su capacidad para adaptarse a diversas configuraciones de laboratorio, lo que permite una personalización detallada.

Cada prueba en el LIS-GNU fue configurada a partir de los formatos utilizados en el CIS, alcanzando un nivel de adaptabilidad del 93.5% en términos generales. Sin embargo, se identificó una limitación en ciertas pruebas, específicamente en las de ácido úrico y creatinina. Estas pruebas requerían dos rangos de referencia diferenciados por el género del paciente, los cuales debían incluirse en un solo analito. La versión actual del LIS-GNU no soporta esta opción, lo que limita el funcionamiento de las alertas de valores fuera de rango. De manera temporal, se propuso crear dos analitos por separado en el reporte de un mismo estudio, uno para mujer y otro para hombre, cada uno con sus parámetros específicos. Aunque esta medida solventa el problema de las alarmas, podrían presentarse errores en el registro de los resultados por parte del médico. No obstante, esta modificación fue validada por el microbiólogo.

En la etapa actual del proyecto, no se han implementado pruebas de interoperabilidad ni protocolos de comunicación con los equipos auto analizadores utilizados por el laboratorio del CIS. Por lo tanto, los resultados obtenidos de estos equipos no se incorporan automáticamente en las plantillas creadas en el LIS-GNU. Esto implica que, para mantener un registro de los resultados en el LIS, es necesario introducir los valores manualmente, uno a uno, lo cual puede resultar en un proceso laborioso. Como solución para facilitar el respaldo de información y la generación de reportes, se sugirió escanear el resultado proporcionado por el equipo y adjuntar

el documento PDF directamente en la prueba correspondiente. Esta medida puede disminuir la necesidad de documentar los resultados en un cuaderno físico, ya que los mismos quedarían almacenados permanentemente en la nube.

El LIS propuesto abarca tres etapas analíticas, dependiendo de la etapa que se esté realizando la participación de profesional de salud va a variar. La etapa pre analítica está a cargo del usuario de archivos, mientras que las etapas analíticas y post analíticas son supervisadas y administradas por el microbiólogo. Para garantizar la seguridad y la eficiencia de procesos dentro del sistema, se han desarrollado dos usuarios distintos que restringen los permisos de acceso, uno de admisión y el otro para el microbiólogo, garantizando así que cada profesional tenga acceso únicamente a las funciones que corresponden a su rol en específico. En este sentido, la capacitación del personal involucrado es relevante para mantenerlos actualizados con las funcionalidades actuales y futuras.

El perfil de admisión está exclusivamente destinado para el personal administrativo del centro de salud. Dentro de las responsabilidades principales de este usuario se incluyen la gestión de pacientes, la generación de solicitudes de laboratorio, así como la emisión de facturas. Por otro lado, el perfil del microbiólogo se designa específicamente para el personal del laboratorio. El usuario tiene acceso al módulo de laboratorio de GNU Health, lo que le permite registrar y procesar pruebas de laboratorio, así como acceder a los resultados de estas. Este acceso está restringido al ámbito del laboratorio para garantizar la confidencialidad de los datos médicos. Asimismo, se configuró una cuenta de usuario para el médico, que permite el acceso directo a todos los informes de laboratorio ya validados, los cuales se anexan automáticamente al historial clínico de cada paciente.

A través de la encuesta se reflejó una aceptación y percepción altamente positiva hacia la transición de los procesos actuales al uso del LIS, lo cual es relevante para poder avanzar hacia prácticas de salud más eficientes y seguras para el paciente. No obstante, la infraestructura tecnológica continúa representando una de las principales barreras en este proceso. Por ello, se recomienda como requisitos mínimos disponer de al menos tres computadoras en red, asignando una a cada profesional de salud con su respectivo usuario. Como también, contar con una

conexión a internet estable, y disponer de un sistema básico de respaldo, como un UPS, para evitar interrupciones en el proceso de atención.

En conclusión, el LIS-GNU ha demostrado ser una herramienta valiosa en la mejora de la gestión de laboratorios clínicos y ha superado a otros sistemas en términos de funcionalidad y costo-efectividad.

VII. CONCLUSIONES

En este capítulo, se presentan las conclusiones obtenidas del proyecto de investigación, las cuales están estrechamente alineadas con los objetivos establecidos inicialmente, tanto el general como los específicos.

7.1. CONCLUSIÓN GENERAL

- El modelo del LIS-GNU fue diseñado conforme a los estándares establecidos por la SESAL y los procesos del CIS, abarcando de manera integral las tres etapas analíticas del laboratorio: preanalítica, analítica y post analítica. Se integraron adecuadamente las funciones correspondientes a cada etapa para asegurar una operación eficiente. Mediante la aplicación de la herramienta LIS-FAT, se validó la viabilidad de la propuesta, confirmando que el modelo proporciona una adecuada adaptabilidad y trazabilidad.

7.2. CONCLUSIONES ESPECÍFICAS

- Mediante el uso de la herramienta de evaluación LIS-FAT, se realizó un análisis de la funcionalidad del LIS-GNU, verificando el cumplimiento de los requisitos establecidos en el kit de herramienta. Se obtuvo un porcentaje de funcionalidad del 48%, evidenciando que el sistema es capaz de soportar de manera básica las operaciones diarias del laboratorio del CIS. Sin embargo, aún se identifica un potencial significativo para mejoras adicionales. En este contexto, se recomienda explorar e implementar actualizaciones, módulos adicionales o nuevas estrategias para ampliar la cobertura de requisitos operativos y elevar el nivel de eficiencia del sistema.
- El proceso de mapeo de procesos resultó esencial para satisfacer las necesidades específicas del CIS, logrando una adaptabilidad general del 88%. Dicho análisis abarcó las categorías de adaptabilidad de pruebas, informes y facturas, obteniendo porcentajes del 93.5%, 84.6% y 66.7%, respectivamente. La integración del LIS con un HCE, como en el caso de GNUHealth, facilita una gestión más eficiente del flujo

de trabajo en el laboratorio, reduce la dependencia de la documentación en papel y fortalece la coordinación entre el médico y otros miembros del personal involucrado.

- A partir de los elementos categorizados como indispensables se presentó un modelo optimizado de LIS GNU-Health, lo que garantiza que todos los procesos del CIS sean completamente compatibles con el sistema. Esto mejora la gestión del laboratorio, como también el cumplimiento de normativas demostrando flexibilidad y capacidad del LIS-GNU para adaptarse a demandas más específicas.

VIII. RECOMENDACIONES

A continuación, se listan unas series de recomendaciones para optimizar la implementación y funcionalidad del LIS en el CIS del Níspero. Las recomendaciones fueron organizadas en dos categorías principales: aquellas enfocadas en las fases futuras del proyecto y aquellas específicamente enfocadas para el CIS del Níspero. Ambos enfoques permiten una planificación estratégica completa.

8.1. RECOMENDACIONES PARA LAS FASES FUTURAS DEL PROYECTO

- Realizar pruebas de interoperabilidad para asegurar una comunicación efectiva con otros sistemas de información médica y equipos de laboratorio. Esto incluye el desarrollo de interfaces que permitan la transmisión automática de resultados desde el equipo al LIS.
- Investigar y desarrollar métodos para configurar el LIS de modo que los parámetros de análisis de ciertos analitos se puedan ajustar automáticamente según el género y la edad del paciente.
- Implementar un apartado específico dentro del LIS para facilitar la creación de reportes variados, incluyendo registros diarios, informes mensuales e inventario de insumos, entre otros.
- Elaborar un plan de implementación que priorice la integración de los módulos más críticos del LIS inicialmente, para luego proceder con una expansión sistemática y mejoras continuas.

8.2. RECOMENDACIONES PARA EL CIS DEL NÍSPERO.

- Implementar un programa continuo de capacitación y retroalimentación con el personal involucrado en cualquiera de las tres etapas analíticas de laboratorio.
- Invertir en la compra de una impresora de etiquetas y equipos informáticos adicionales con el fin de optimizar y agilizar los procesos dentro del laboratorio clínico.
- Implementar un sistema de respaldo para garantizar la continuidad ininterrumpida de las operaciones del laboratorio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mtonga, T. M., Choonara, F. E., Espino, J. U., Kachaje, C., Kapundi, K., Mengezi, T. E., Mumba, S. L., & Douglas, G. P. (2019). Design and implementation of a clinical laboratory information system in a low-resource setting. *African Journal of Laboratory Medicine*, 8(1). <https://doi.org/10.4102/ajlm.v8i1.841>.
2. Sepulveda, J., & Young, D. (2013). The Ideal Laboratory Information System. <https://doi.org/10.5858/arpa.2012-0362-RA>
3. KopenSoftware. (2022, junio 30). Descubre GNU Health, el ecosistema de salud digital libre. *Kopen Software | Tryton*. <https://www.kopen.es/descubre-gnu-health-el-ecosistema-de-salud-digital-libre/>
4. AWS. (2023). ¿Qué es SQL? - Explicación de lenguaje de consulta estructurado (SQL). Amazon Web Services, Inc. <https://aws.amazon.com/es/what-is/sql/>
5. Estébanez, B. C., Politi, J. V., & Arderiu, X. F. (2018). Nomenclatura y unidades de las propiedades biológicas.
6. NIH. (2024). Secuenciación de ADN de nueva generación. <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Next-Generation-DNA-Sequencing>.
7. Medline. (2019). *Enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19): MedlinePlus enciclopedia médica*. <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/007768.htm>
8. OMS. (2022). *WHO EMRO | Laboratory information management system | Health topics*. World Health Organization - Regional Office for the Eastern Mediterranean.
9. Khubone, T., Tlou, B., & Mashamba-Thompson, T. P. (2020). Electronic Health Information Systems to Improve Disease Diagnosis and Management at Point-of-Care in Low- and Middle-Income Countries: A Narrative Review. *Diagnostics (Basel, Switzerland)*, 10(5), Article 5. <https://doi.org/10.3390/diagnostics10050327>
10. Popescu, C., EL-Chaarani, H., EL-Abiad, Z., & Gigauri, I. (2022). Implementation of Health Information Systems to Improve Patient Identification. *International Journal of*

Environmental Research and Public Health, 19(22), 15236.
<https://doi.org/10.3390/ijerph192215236>

11. Gómez Ugarte, M., Escalera Cruz, D., & Silva Sánchez, G. (2017). El rol fundamental de los sistemas informáticos de laboratorio clínico. *Revista de Investigación e Información en Salud*, 12(31), 46-55. <https://doi.org/10.52428/20756208.v12i31.506>
12. Sinard, J. H., Castellani, W. J., Wilkerson, M. L., & Henricks, W. H. (2015). Stand-alone Laboratory Information Systems Versus Laboratory Modules Incorporated in the Electronic Health Record. *Archives of Pathology & Laboratory Medicine*, 139(3), 311-318. <https://doi.org/10.5858/arpa.2013-0711-SO>
13. Thomas, J. (2017). Implementation of a Laboratory Information System in a Simulated Laboratory. *American Society for Clinical Laboratory Science*, 30(2), 92-98. <https://doi.org/10.29074/ascls.30.2.92>
14. Farzandipour, M., Meidani, Z., Sadeqi Jabali, M., & Dehghan Bnadaki, R. (2018). Designing and evaluating functional laboratory information system requirements integrated to hospital information systems. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, 25(5), 788-799. <https://doi.org/10.1111/jep.13074>
15. Spessotti, I., Sasseti, F., Moyano, F., Scotta, C., Puntin, M., & Bernardi, A. (2019). Desarrollo e Implementación de un módulo de GNU Health para la gestión de farmacia. Resultados preliminares de prueba piloto.
16. He, Y., liams-Hauser, C., Henri Assoa, P., Kouabenan, Y.-R., Komena, P., Pongathie, A., Kouakou, A., Kirk, M., Antilla, J., Rogosin, C., Sadate Ngatchou, P., Kohemun, N., Bernard Koffi, J., Flowers, J., Abiola, N., Adjé-Touré, C., Puttkammer, N., & Perrone, L. A. (2023). Development and national scale implementation of an open-source electronic laboratory information system (OpenELIS) in Côte d'Ivoire: Sustainability lessons from the first 13 years. *International Journal of Medical Informatics*, 170, 104977. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2022.104977>
17. He, Y., Kouabenan, Y.-R., Assoa, P. H., Puttkammer, N., Wagenaar, B. H., Xiao, H., Gloyd, S., Hoffman, N. G., Komena, P., Kamelan, N. P. F., liams-Hauser, C., Pongathie, A. S., Kouakou, A., Flowers, J., Abiola, N., Kohemun, N., Amani, J.-B., Adje-Toure, C., &

- Perrone, L. A. (2024). Laboratory Data Timeliness and Completeness Improves Following Implementation of an Electronic Laboratory Information System in Côte d'Ivoire: Quasi-Experimental Study on 21 Clinical Laboratories From 2014 to 2020. *JMIR Public Health and Surveillance*, 10, e50407. <https://doi.org/10.2196/50407>
18. Raymond, L., Maillet, É., Trudel, M.-C., Marsan, J., De Guinea, A. O., & Paré, G. (2020). Advancing laboratory medicine in hospitals through health information exchange: A survey of specialist physicians in Canada. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 20(1), 44. <https://doi.org/10.1186/s12911-020-1061-z>
19. Marceddu, G., Dallavilla, T., Xhuvani, A., Daja, M., De Antoni, L., Casadei, A., & Bertelli, M. (2020). appMAGI: A complete laboratory information management system for clinical diagnostics. *Acta Bio Medica Atenei Parmensis*, 91(13-S), e2020015. <https://doi.org/10.23750/abm.v91i13-S.10521>
20. Blazek, P., Kuca, K., Jun, D., & Krejcar, O. (2017). Development of information and management system for laboratory based on open source licensed software with security logs extension. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 32(2), 1497-1508. <https://doi.org/10.3233/JIFS-169145>
21. Arendt, J. F. H., Hansen, A. T., Ladefoged, S. A., Sørensen, H. T., Pedersen, L., & Adelborg, K. (2020). Existing Data Sources in Clinical Epidemiology: Laboratory Information System Databases in Denmark. *Clinical Epidemiology*, Volume 12, 469-475. <https://doi.org/10.2147/CLEP.S245060>
22. Agharezaei, Z., Khajouei, R., Ahmadian, L., & Agharezaei, L. (2020). Compliance with design principles: A case study of a widely used laboratory information system. *Eastern Khubone*, T., Tlou, B., & Mashamba-Thompson, T. P. (2020). Electronic Health Information Systems to Improve Disease Diagnosis and Management at Point-of-Care in Low and Middle Income Countries: A Narrative Review. *Diagnostics (Basel, Switzerland)*, 10(5), Article 5. <https://doi.org/10.3390/diagnostics10050327>.
23. Pavón, L. U., & Estrada, Á. R. (2018). Vista de Caracterización del sistema de salud de Honduras. <https://camjol.info/index.php/RMH/article/view/12077/13997>

24. World Bank Open Data. (2022). World Bank Open Data. <https://data.worldbank.org>
25. Moumtzoglou, A., Kastania, A., & Archondakis, S. (2015). Laboratory Management Information Systems: Current Requirements and Future Perspectives. En <https://services.igi-global.com/resolvedoi/resolve.aspx?doi=10.4018/978-1-4666-6320-6>. IGI Global. <https://www.igi-global.com/gateway/book/104748>
26. OMS. (2022). WHO EMRO | Laboratory information management system | Health topics. World Health Organization - Regional Office for the Eastern Mediterranean. <http://www.emro.who.int/health-topics/laboratory-information/index.html>
27. Shaikh, M., HM Vayani, A., Akram, S., & Qamar, N. (2022). Open-source electronic health record systems: A systematic review of most recent advances. <https://doi.org/10.1177/14604582221099828>
28. Sybing, R. (2024). Variables dependientes e independientes en la investigación. ATLAS.ti. <https://atlasti.com/es/research-hub/variables-dependientes-e-independientes-en-la-investigacion>
29. Los Andes, U. (2023, septiembre 21). Variables dependientes: ¿qué son y cuál es su uso? Universidad de los Andes. <https://programas.uniandes.edu.co/blog/variables-dependientes>
30. Nida, F. (2018, diciembre 10). Mapeo de datos 101: Una guía completa. Astera. <https://www.astera.com/es/type/blog/understanding-data-mapping-and-its-techniques/>
31. Lab, R. T. I. (2021, abril 6). Qué es Amazon Web Services y para qué sirve. The Information Lab. <https://www.theinformationlab.es/blog/que-es-amazon-web-services-y-para-que-sirve/>
32. Cera, C. (2021). Gestión de proyectos: ¿qué es el ciclo en V? appvizer.es. <https://www.appvizer.es/revista/organizacion-planificacion/gestion-proyectos/ciclo-en-v>

ANEXOS

Anexo 1. Formato de Órdenes.

Nombre: _____

Edad: _____ Exp: Robledo

Hemograma	L 40	Glucosa	L 20
Tipo y Rh	L 30	Colesterol	L 20
R.P. R	L 30	Triglicéridos	L 20
EGO	L 20	Ácido Úrico	L 20
EGH	L 20	<u>Creatinina</u>	<u>L 30</u>
1° /2° paq.Emb	0 / 60	<u>Urea / BUN</u>	<u>L 40</u>
FR	L 30	TGO	L 30
ASO	L 30	TGP	L 30
PCR	L 30	Gravindex	L 30
H. pylori	L200	HbA1C	L200



ANEXO 2. Formato de Examen General de Orina.



LABORATORIO CLÍNICO EL NÍSPERO



Nombre: _____ Edad: _____ Género: _____ Carpeta F: 281
 Procedencia: El Nispero, Santa Bárbara
 Médico: _____ Fecha: _____

UROANÁLISIS

EXAMEN FÍSICO	EXAMEN QUÍMICO	EXAMEN MICROSCÓPICO
Aspecto Turbia	Leucocitos: ++ Nitritos: Negativo Urobilinogeno: Negativo	Escamosas: Abundantes Renales: Transición:
Color Amarilla	Proteínas: Negativo PH: 7.0 Sangre: +	Eritrocitos: 3 - 5 x campo Leucocitos: 20 - 33 x campo
Observaciones	Densidad: 1.015 Cetonas: Negativo Bilirrubina: Negativo Glucosa: Negativo	Bacterias: Abundantes Moco: Moderado Levaduras: No se observaron Cristales: No se observaron Cilindros: No se observaron


 Microbiología Responsable

ANEXO 3. FORMATO EXAMEN DE HECES.



LABORATORIO CLÍNICO EL NÍSPERO



Nombre: _____ Edad: _____ Género: _____ Carpeta: **Temporal**
 Procedencia: **El Nispero, Santa Bárbara**
 Médico: _____ Fecha: **02/05/2024**

Examen General de Heces

EXAMEN FÍSICO

EXAMEN MICROSCOPICO

Parasitos Patogeno:
No se observaron parásitos patógenos

Consistencia:
Pastosa

Color:
Amarilla

Amebas:
No se observaron

Otros Microorganismos:
Escasos Eritrocitos

Sangre: **Ausente** Moco: **Ausente**

ANEXO 4. FORMATO DE HELICOBACTER PYLORY.



LABORATORIO CLÍNICO EL NÍSPERO





Nombre: _____ Edad: _____ Género: _____ Carpeta F: **Temporal**
 Procedencia: **El Nispero, Santa Bárbara**
 Médico: _____ Fecha: _____



SEROLOGÍA

TIPO DE MUESTRA	RESULTADO
Helicobacter Pylory en Heces:	Positivo
Helicobacter Pylory en Sangre:	

Microbiología Responsable
 HONDURAS C.A.
 1403

ANEXO 5. FORMATO DE INMUNOLOGÍA COMPLETA.

		LABORATORIO CLÍNICO EL NÍSPERO			
Nombre:	Edad:	Género: F	Carpeta F: Temporal		
Procedencia: El Nispero, Santa Bárbara			Fecha: 16/04/2024		
Médico:	INMUNOLOGÍA				
EXAMEN	RESULTADO	VALOR DE REFERENCIA			
PCR Proteína C Reactiva:	Negativo	HASTA 6 mg/L			
ASO Anti-Estreptolicina:	Negativo	HASTA 200 IU/ml			
FR Factor Reumatoideo:		HASTA 8 IU/ml			
RPR Reagina Plasmática Rápida:		No Reactivo			

		LABORATORIO CLÍNICO EL NÍSPERO			
Nombre:	Edad:	Género: F	Carpeta F: Temporal		
Procedencia: El Nispero, Santa Bárbara			Fecha: 16/04/2024		
Médico:	INMUNOLOGÍA				
EXAMEN	RESULTADO	VALOR DE REFERENCIA			
PCR Proteína C Reactiva:	Negativo	HASTA 6 mg/L			
ASO Anti-Estreptolicina:		HASTA 200 IU/ml			
FR Factor Reumatoideo:	Negativo	HASTA 8 IU/ml			
RPR Reagina Plasmática Rápida:		No Reactivo			

ANEXO 6. FORMATO PRUEBA DE EMBARAZO.

 LABORATORIO CLÍNICO EL NÍSPERO 		NOMBRE: _____ EDAD: _____ SEXO: _____ CARPETA F: _____ PROCEDENCIA: _____ MEDICO: _____ FECHA: _____
PRUEBA DE EMBARAZO		
TIPO DE MUESTRA	RESULTADO	
ORINA		
SANGRE		
_____ MICROBIÓLOGO (A) RESPONSABLE		

ANEXO 7. FORMATO DE QUÍMICA SANGUÍNEA COMPLETO.



LABORATORIO CLÍNICO EL NÍSPERO



Nombre: _____ Edad _____ Género: _____ Carpeta: **Temp**
 Procedencia: **El Nispero, Santa Bárbara**
 Médico: _____ Fecha: _____

QUÍMICA SANGUÍNEA

EXAMEN	RESULTADO	VALOR DE REFERENCIA
Glucosa:	70	70 - 110 mg/dl
Colesterol:		Menor a 200 mg/dl
Triglicéridos:		Menor a 150 mg%
AcidoÚrico:		H: 2.5-7 mg/dl M: 2.0-6 mg/dl
Creatinina:	6.1	H: 0.9-1.3 mg% M: 0.6-1.1 mg%
Urea:	40.8	10 - 50 mg%
BUN:	19.1	6 - 22 mg%
mg%:		



LABORATORIO CLÍNICO EL NÍSPERO



Nombre: _____ Edad _____ Género: _____ Carpeta: **548**
 Procedencia: **El Nispero, Santa Bárbara**
 Médico: _____ Fecha: _____

QUÍMICA SANGUÍNEA

EXAMEN	RESULTADO	VALOR DE REFERENCIA
Glucosa:	62	70 - 110 mg/dl
Colesterol:	220	Menor a 200 mg/dl
Triglicéridos:	170	Menor a 150 mg%
AcidoÚrico:	4.1	H: 2.5-7 mg/dl M: 2.0-6 mg/dl
Creatinina:		H: 0.9-1.3 mg% M: 0.6-1.1 mg%
Urea:		10 - 50 mg%
BUN:		6 - 22 mg%
TGO:	38.7	8 - 40 U/L
TGP:	36.3	8 - 41 U/L
Colesterol HDL:		40 - 70 mg/dl
Colesterol LDL:		Hasta 130 mg/dl

Microbiología responsable
 HONDURAS C.A.

ANEXO 8. FORMATO DE HEMOGRAMA COMPLETO.

Paciente ambulatorio

Laboratorio Clínico El Nispero

Nombre de pila:
 Apellido(s):
 Género: **Mujer**
 Diagnóstico:

Tipo de muestra:
 Departamento:
 Hist. clín. N.º:

ID Muestra:
 Hora de análisis: **18-04-2024 10**
 Edad:

Parám.	Resultado	Rango de ref.	Unidad
1 WBC	7,54	5,00-10,50	10 ³ /uL
2 Lym%	27,7	20,0-50,0	%
3 Gran%	67,0	40,0-75,0	%
4 Mid%	5,3	3,0-10,0	%
5 Lym#	2,09	1,10-3,20	10 ³ /uL
6 Gran#	5,06	1,80-6,30	10 ³ /uL
7 Mid#	0,39	0,10-0,80	10 ³ /uL
8 RBC	5,23	4,50-6,50	10 ⁶ /uL
9 HGB	14,9	11,5-17,5	g/dL
10HCT	44,0	35,0-50,0	%
11 MCV	84,1	80,0-100,0	fL
12MCH	28,4	27,0-34,0	pg
13MCHC	33,8	26,5-35,4	g/dL
14RDW-CV	13,8	11,5-14,5	%
15RDW-SD	42,1	35,0-56,0	fL
16PLT	369	150-500	10 ³ /uL
17MPV	9,5	6,5-12,0	fL
18PDW	10,0	9,0-17,0	fL
19PCT	0,351	0,108-0,282	%
20P-LCR	23,0	11,0-45,0	%
21P-LCC	85	30-90	10 ⁹ /L

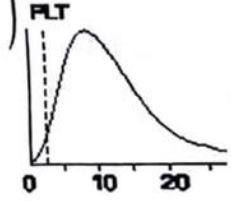
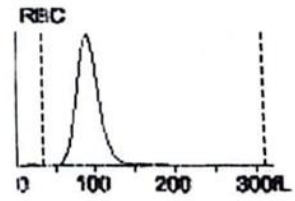
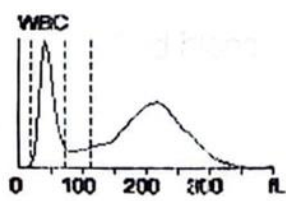
WBC Message

RBC Message



PLT Message





Dr. Fernando Barahona M.C



ANEXO 9. FORMATO DE HEMOGLOBINA GLICOSILADA.

 <p>LABORATORIO CLÍNICO EL NÍSPERO</p> 	NOMBRE: _____ EDAD: _____ SEXO _____ CARPETA F: _____ PROCEDENCIA: _____ MEDICO: _____ FECHA: _____	
	HEMOGLOBINA GLICOSILADA (HbA1C)	
RESULTADO		VALOR DE REFERENCIA 4.6%- 6.5%
_____ MICROBIÓLOGO (A) RESPONSABLE		

ANEXO 10. FORMATO DE GLUCOSA POSTPRANDIAL.

 <p>LABORATORIO CLÍNICO EL NÍSPERO</p> 	Nombre: _____ Edad: _____ Sexo: <u>F</u> Carpeta: <u>Temporal</u> Fecha: _____	
	QUÍMICA SANGUÍNEA	
Examen	Resultado	Valor de Referencia
Glucosa 2 horas postprandial	110 mg/dl	Menor a 160 mg/dl

ANEXO 11. FORMATO DE COLESTEROL HDL, LDL, VLDL.

Colesterol HDL:	49.8	40 - 70 mg/dl
Colesterol LDL:	111	Hasta 130 mg/dl
Colesterol VLDL:	20.0	Hasta 30 mg/dl

Anexo 12. Herramienta de evaluación de LIS-FAT.

ETAPA	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN FUNCIONAL	CUMPLE/NO CUMPLE
PR	<i>Colecciones/Adquisición de muestras</i>	1. Proporcionar apoyo a la toma de decisiones para indicar el contenedor correcto y el volumen mínimo de muestras por tipo de prueba.	NO
PR	<i>Colecciones/Adquisición de muestras</i>	2. Rastrear el espécimen por números de acceso.	SI
PR	<i>Colecciones/Adquisición de muestras</i>	3. Capacidad para transferir muestras o pruebas individuales a un sitio de laboratorio diferente.	NO
AN	<i>Colecciones/Adquisición de muestras</i>	4. Admite el seguimiento de muestras en varios sitios (EID, VL).	SI
AN	<i>Colecciones/Adquisición de muestras</i>	5. Proporcionar acceso a los procedimientos operativos estándar para la recolección, manipulación y transporte de muestras.	NO
CC	<i>Colecciones/Adquisición de muestras</i>	6. Proporcionar la capacidad de marcar las muestras como viables o no viables al llegar a la recepción del laboratorio y documentar las razones de la no viabilidad.	NO
PR	<i>Entrada de pedidos</i>	7. Apoyar la generación de números de adhesión.	SI
PR	<i>Entrada de pedidos</i>	8. Proporcione campos obligatorios durante la entrada del pedido.	SI
PR	<i>Entrada de pedidos</i>	9. Capture la ubicación del pedido para devolver los resultados.	SI
PR	<i>Entrada de pedidos</i>	10. Permitir la desactivación de las pruebas que no están disponibles.	SI
PR	<i>Entrada de pedidos</i>	11. Mantener un registro permanente de las órdenes para que sean visibles desde el lado clínico.	SI
CC	<i>Entrada de pedidos</i>	12. Acepte el número de registro médico asignado por un sistema de admisión/registro.	SI
AN	<i>Resultados de las pruebas</i>	13. Proporcione rangos de referencia para todas las pruebas.	SI
AN	<i>Resultados de las pruebas</i>	14. Capacidad para comprobar si hay pruebas duplicadas con reglas de acción definidas por el laboratorio, como cambiar la prioridad de la prueba de grupo más grande si la prueba de grupo más pequeño tiene una prioridad más alta. Ejemplo: Stat HCT a CBC de rutina debería cambiar la prioridad del CBC a STAT y cancelar el HCT.	NO
AN	<i>Resultados de las pruebas</i>	15. Permite al usuario graficar los resultados de los pacientes en línea por prueba para identificar posibles tendencias.	NO

ETAPA	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN FUNCIONAL	CUMPLE/NO CUMPLE
AN	<i>Resultados de las pruebas</i>	16. Capacidad para especificar el rango de fechas, el número de resultados, el encuentro actual, la prueba específica o para mostrar todos los resultados y pruebas en una consulta de un paciente.	SI
AN	<i>Resultados de las pruebas</i>	17. Suprime los resultados que no deben transmitirse a impresoras o interfaces remotas (por ejemplo, el resultado de la prueba del VIH).	NO
AN	<i>Resultados de las pruebas</i>	18. Los informes de resultados se pueden suprimir por ubicación, código de prueba y estado.	NO
AN	<i>Resultados de las pruebas</i>	19. Permita que los microbiólogos vean y/o impriman una copia de los resultados a medida que aparecieron después de cada publicación.	SI
AN	<i>Resultados de las pruebas</i>	20. Proporcione comprobaciones delta definidas por el laboratorio en la entrada de resultados. Los controles Delta deben ser numéricos y basados en porcentajes. Se deben mostrar los resultados anteriores.	NO
PO	<i>Resultados de las pruebas</i>	21. Proporcionar la capacidad de restringir el acceso a la consulta de resultados a los resultados de las pruebas definidas por el laboratorio en función de los niveles de acceso definidos por el laboratorio. (VIH, pruebas de detección de drogas relacionadas con los empleados o legales).	NO
PO	<i>Resultados de las pruebas</i>	22. Capacidad para corregir todos los parámetros, incluidos los resultados verificados, retener el valor original e identificar el nuevo resultado como CORREGIDO.	NO
PO	<i>Resultados de las pruebas</i>	23. Para obtener resultados CORREGIDOS, en línea/informe debe mostrar la información de los resultados "informado anteriormente como" junto con la corrección.	NO
PO	<i>Resultados de las pruebas</i>	24. Posibilidad de codificar por colores los pedidos por prioridad para su visualización en línea.	SI
PO	<i>Resultados de las pruebas</i>	25. Admite la retención automática de los resultados de los pacientes (suprime la verificación automática si los resultados de control de calidad están fuera de rango y exceden el límite de tiempo por el analito y el analizador).	NO
PO	<i>Resultados de las pruebas</i>	26. Almacene los resultados de forma permanente en la base de datos LIMS.	SI

ETAPA	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN FUNCIONAL	CUMPLE/NO CUMPLE
PO	<i>Resultados de las pruebas</i>	27. Mostrar e imprimir los resultados desde el lado clínico.	SI
CC	<i>Resultados de las pruebas</i>	28. Proporcionar la entrega justo a tiempo de las directrices del Procedimiento Operativo Estándar (SOP) en el banco de trabajo (por ejemplo, el valor fuera de rango da inmediatamente una alerta/orientación sobre qué hacer a continuación).	NO
AN	<i>Verificación y autoverificación</i>	29. Verifique los resultados y permita aceptar, rechazar o volver a ejecutar funciones de prueba	SI
AN	<i>Verificación y autoverificación</i>	30. Proporcionar la capacidad de verificar los resultados por prueba, lote y número de acceso.	SI
AN	<i>Verificación y autoverificación</i>	31. Admite la verificación automática basada en reglas (evita la publicación de resultados para valores críticos, exceder los límites de revisión, etc.).	NO
AN	<i>Listas de trabajo</i>	32. Proporcionar la capacidad de ordenar las listas de trabajo por prioridad, rangos de fechas o (sic) y estación de trabajo (lista de trabajo automática).	SI
AN	<i>Listas de trabajo</i>	33. Apoyar la interrupción de las listas de trabajo en curso para los pedidos de STAT.	SI
AN	<i>Interoperabilidad y conversión de datos</i>	34. Apoye los comentarios de pruebas de pacientes que se pueden enviar a los sistemas del Sistema de Información Hospitalaria (HIS) utilizando HL7.	SI
AN	<i>Interoperabilidad y conversión de datos</i>	35. Capaz de enviar los resultados de las pruebas a HIS usando HL7.	SI
AN	<i>Interoperabilidad y conversión de datos</i>	36. Capaz de importar datos demográficos completos del Índice Nacional Maestro de Pacientes (MPI) de Malawi utilizando HL7.	SI
AN	<i>Interoperabilidad y conversión de datos</i>	37. Apoyar los comentarios de los pacientes (internos) que no se pueden encartar.	SI
CC	<i>Interoperabilidad y conversión de datos</i>	38. Capacidad para recibir y almacenar imágenes digitales desde la interfaz del laboratorio de referencia.	NO
CC	<i>Interoperabilidad y conversión de datos</i>	39. Capaz de interactuar con instrumentos de laboratorio de uso común del Ministerio de Salud.	NO
AN	<i>Instrumentos y dispositivos de mano</i>	40. Almacenar y mantener registros de calibración para instrumentos interconectados.	NO

ETAPA	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN FUNCIONAL	CUMPLE/NO CUMPLE
AN	<i>Instrumentos y dispositivos de mano</i>	41. Crear y actualizar perfiles de mantenimiento de instrumentos.	NO
AN	<i>Instrumentos y dispositivos de mano</i>	42. Informe sobre la actividad posterior al mantenimiento por instrumento, fecha de realización y persona que realiza el mantenimiento.	NO
AN	<i>Instrumentos y dispositivos de mano</i>	43. Capacidad para programar recordatorios de actividad de mantenimiento.	NO
PR	<i>Etiquetas y códigos de barras</i>	44. Imprima una etiqueta adhesiva que pueda documentar los resultados en papel.	SI
PO	<i>Etiquetas y códigos de barras</i>	45. Proporcionar un etiquetado inteligente de muestras (por ejemplo, agrupa muestras en química e impresiones en etiquetas, mientras que las pruebas de hematología se imprimen en etiquetas separadas e impresiones de microbiología por separado).	NO
CC	<i>Etiquetas y códigos de barras</i>	46. Reduzca la manipulación/ordenación del papel mediante el uso de etiquetas y códigos de barras.	SI
PR	<i>Notificaciones y advertencias</i>	47. Exporte una lista de pruebas disponibles, que el sistema actualiza diariamente, para que se muestre en un panel de control en el lado clínico.	SI
PR	<i>Notificaciones y advertencias</i>	48. Enviar notificaciones y excepciones a sistemas de información externos.	NO
PR	<i>Notificaciones y advertencias</i>	49. Generar mensajes SMS (por ejemplo, resultados, advertencias/notificaciones).	NO
PR	<i>Notificaciones y advertencias</i>	50. Muestra el progreso del trabajo en el laboratorio en un panel de supervisores.	SI
AN	<i>Notificaciones y advertencias</i>	51. Proporcione el marcado basado en reglas de resultados críticos con mensajes codificados por colores que requieren la respuesta del usuario para borrar la alerta.	SI
AN	<i>Notificaciones y advertencias</i>	52. Apoyar el cambio o la cancelación de cualquier solicitud de prueba antes o después de la recogida de muestras.	SI
AN	<i>Notificaciones y advertencias</i>	53. Capacidad para mostrar el tiempo de rotación por pruebas, departamentos, etc.	NO
AN	<i>Notificaciones y advertencias</i>	54. Proporcione alertas basadas en el tiempo entregadas en el punto de recolección para muestras atrasadas en la recepción del laboratorio.	NO

ETAPA	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN FUNCIONAL	CUMPLE/NO CUMPLE
AN	<i>Notificaciones y advertencias</i>	55. Mejore la visibilidad del flujo de trabajo del banco de sangre con notificaciones en el lado clínico.	NO
PO	<i>Notificaciones y advertencias</i>	56. Proporcione alertas basadas en el tiempo para las existencias y los materiales que han caducado.	NO
PO	<i>Notificaciones y advertencias</i>	57. Genera alertas y recordatorios para ejecutar controles de calidad.	NO
CC	<i>Notificaciones y advertencias</i>	58. Genere alertas cuando se hayan ejecutado pruebas, pero no se haya documentado ningún control de calidad.	NO
CC	<i>Notificaciones y advertencias</i>	59. Proporcione recordatorios de seguridad en la estación de trabajo.	NO
CC	Regulaciones y normas	60. El sistema debe cumplir con los requisitos de SLAMTA	NO
AN	<i>Informes</i>	61. Capaz de producir informes estandarizados.	SI
CC	<i>Informes</i>	62. Capaz de producir informes gráficos	NO
CC	<i>Informes</i>	63. Posibilidad de añadir comentarios a las pruebas canceladas e imprimir informes de control de calidad con pruebas canceladas y el motivo de la cancelación.	NO
AN	<i>Inventario</i>	64. Apoyar el control de inventario por departamentos/secciones.	SI
AN	<i>Inventario</i>	65. Supervisar el inventario de consumibles y reactivos y generar alertas sobre niveles bajos de existencias.	NO
AN	<i>Inventario</i>	66. Mantenga un inventario de sangre por tipo y genere alertas sobre niveles de existencias bajas.	NO
CC	<i>Inventario</i>	67. Proporcionar herramientas de apoyo a la toma de decisiones para ayudar en la adquisición racional de consumibles y reactivos.	SI
AN	<i>Tiempo de inactividad del sistema</i>	68. Posibilidad de volver a introducir la fecha/hora de ejecución y el ID del tecnólogo en cada resultado para registrar la recuperación del tiempo de inactividad.	SI
CC	<i>Tiempo de inactividad del sistema</i>	69. Capaz de ejecutarse con una copia de seguridad de energía durante x horas. (número de horas por determinar)	NO
AN	<i>Base de datos/Técnica</i>	70. Capacidad para definir límites de referencia por género y edad (horas, días, meses y años).	NO
AN	<i>Base de datos/Técnica</i>	71. Mantener y actualizar los directorios de diagnóstico, incluido el directorio de rango normal de diagnóstico, los valores aceptables de control de calidad y el directorio de resultados estándar.	SI

ETAPA	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN FUNCIONAL	CUMPLE/NO CUMPLE
AN	<i>Base de datos/Técnica</i>	72. Soporte de rangos de referencia para pruebas no numéricas.	SI
AN	<i>Base de datos/Técnica</i>	73. Apoyar a múltiples instituciones que tienen múltiples entidades y/o asociaciones que separan la seguridad, el acceso al sistema, la presentación de informes y el inventario del banco de sangre.	NO
CC	<i>Base de datos/Técnica</i>	74. Proporcionar la capacidad de "bloqueo" para varios usuarios que realizan ediciones simultáneamente en las mismas pruebas de los pacientes.	SI
CC	<i>Base de datos/Técnica</i>	75. Permitir la presentación de informes de los resultados numéricos al número definido por el laboratorio de dígitos significativos por prueba.	SI

Anexo 13. Propuesta de Modelo Completo.

