

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**Implementación de un Sistema de Información Hospitalario (HIS)
interoperable basado en HL7 para un Centro Médico de categoría II-1
o superior**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Informático

AUTORES:

Carlos Alberto Vargas Rioja

Sebastián Daniel Arrué Pajares

ASESOR:

Mg. Ángel Gabriel Lena Valega

Lima, junio, 2022

Resumen

Dada la coyuntura actual del COVID-19, en el Perú se ha puesto en evidencia que la falta de un sistema de salud integrado e interoperable y ha repercutido en la gestión del manejo de esta pandemia. El sistema de salud, tanto público como privado se encuentra fraccionado y cada componente, como EsSalud, MINSA o privados; aislados de los demás. Así, hemos visto que el comando Covid, liderado por los ministros de salud, ha tenido que hacer esfuerzos para tratar de recopilar y consolidar la información de todos los centros médicos y de sus pacientes en todo el país. A la capacidad de los sistemas de poder intercambiar información entre sí se le denomina interoperabilidad; y cuando un sistema tiene características de interoperabilidad es más fácil su integración con otros sistemas de información. Es por esta razón que en el presente proyecto se presenta un sistema de salud hospitalario (HIS, por sus siglas en inglés), usando el protocolo estándar HL7 y desarrollado en una plataforma web. Este sistema, una vez desplegado en distintos centros de salud, permitirá el intercambio y recopilación de información entre todos los centros de la red de salud y también estará preparado para interoperar e integrarse más fácilmente con sistemas de salud de otras entidades. Usando este protocolo, pueden ser acoplados nuevos sistemas al paquete de manera que es completamente interoperable y escalable. El HIS tiene como objetivo gestionar la información administrativa de un centro de salud en lo que respecta a finanzas, recursos humanos (personal y pacientes), instalaciones, citas, recursos, activos y el proceso de hospitalización de un paciente. En conjunto con otros sistemas, como la Historia Clínica Electrónica, Sistema de Farmacia, Laboratorio, Radiología y otros, el HIS permite gestionar toda la información de salud y administrativa de un centro médico y sus pacientes. Para ello, nuestra tesis “Implementar un Sistema de Información Hospitalario (HIS) interoperable basado en estándares HL7 para un Centro Médico de categoría II-1 o superior” tiene por objetivos específicos diseñar la arquitectura de este sistema HIS, implementar los servicios web necesarios, desarrollar la aplicación web, diseñar e implementar el módulo de seguridad e identificar y evaluar sus principios de usabilidad. Por lo mencionado anteriormente, el presente trabajo adquiere suma relevancia debido a la coyuntura del COVID-19 y esperamos sea considerado para trabajos futuros que busquen mejorar el colapsado sistema sanitario del país mediante sistemas de información modernos e interoperables.

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis padres, hermano y familiares que siempre me ha apoyado desde que empecé el colegio. A mi esposa Pamela, que sin ella nada de esto hubiera sido posible. A mi compañero de tesis Sebastián que entre los 2 pudimos lograr este logro y finalmente a mi asesor Ángel Lena que con su apoyo y conocimiento nos guió durante todo el proceso.

Carlos Vargas Rioja

A mis abuelos, que me inculcaron valores y la motivación de ser un buen profesional. A mis padres, por su esfuerzo en darme la siempre mejor educación. A mi tía Carola por apoyarme a lo largo de mi carrera. A mí mismo, por estudiar tanto y no rendirme jamás. Y por último, a todos los que se vieron involucrados en el desarrollo de este proyecto.

Sebastián Arrué Pajares

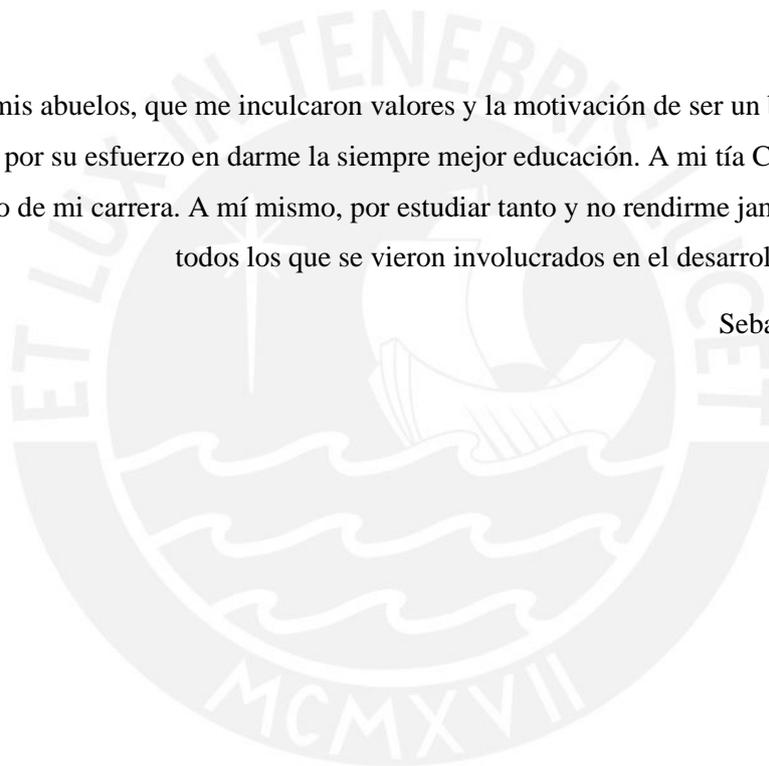


Tabla de Contenido

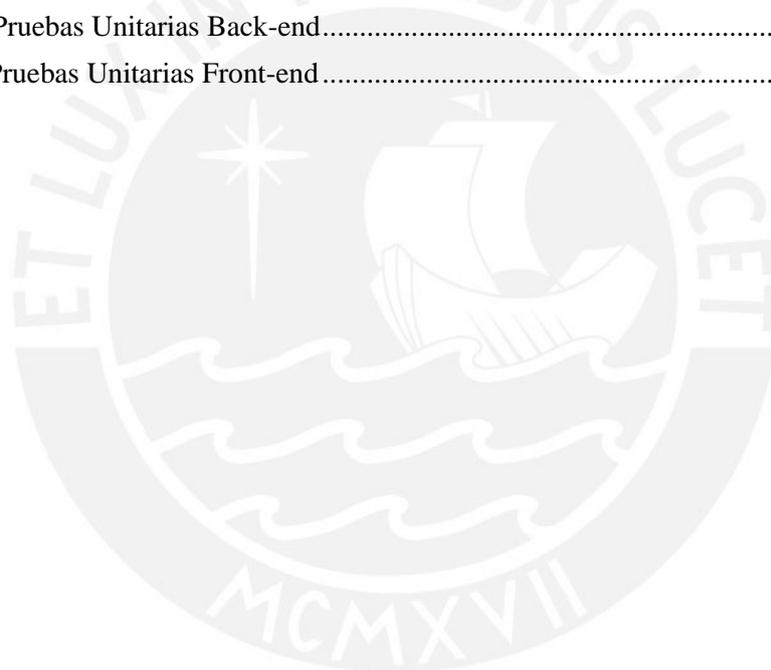
Dedicatoria.....	iii
Índice de Tablas	ix
Índice de Figuras.....	x
Capítulo 1. Generalidades.....	13
1.1 Problemática.....	13
1.2 Objetivos	16
1.2.1 Objetivo general.....	16
1.2.2 Objetivos específicos	16
1.2.3 Resultados esperados	16
1.2.4 Mapeo de objetivos, resultados y verificación	17
1.3 Herramientas y Métodos	19
1.3.1 Herramientas	20
1.3.2 Metodología	22
1.4 Alcances, Limitaciones y Riesgos.....	25
1.4.1 Justificación del proyecto.....	25
1.4.2 Alcance del proyecto.....	26
1.4.3 Limitaciones del proyecto	28
1.4.4 Riesgos del proyecto	29
1.5 Viabilidad.....	32
1.5.1 Viabilidad Técnica	32
1.5.2 Viabilidad Temporal	32
1.5.3 Viabilidad Económica.....	32
1.5.4 Conclusiones de Viabilidad.....	32
Capítulo 2. Marco Legal/Regulatorio/Conceptual/otros.....	33
2.1 Marco Teórico.....	33
2.1.1 Organización del Sector Salud en el Perú	33
2.1.2 Categorización y niveles de los centros de salud en el Perú	35

2.1.3	<i>Health Information Management System (HIMS) y sus módulos</i>	37
2.2	Marco Conceptual	38
2.2.1	Centro de salud.....	38
2.2.2	Niveles de atención	39
2.2.3	Categorías de centros médicos	40
2.2.4	Sistema de información hospitalario (HIS)	41
2.2.5	Historia Clínica Electrónica (HCE).....	42
2.2.6	Sistema de Información de Farmacia (PIS).....	42
2.2.7	Sistema de Información de Laboratorio (LIS)	42
2.2.8	<i>Healthcare Information Management System (HIMS)</i>	43
2.2.9	Seguro Integral de Salud (SIS).....	43
2.2.10	Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud (IPRESS).....	43
2.2.11	Institución Administradora de Fondos de Aseguramiento en Salud.....	43
2.2.12	SUSALUD	43
2.2.13	Interoperabilidad.....	44
2.2.14	Health Level 7 (HL7).....	45
2.2.15	Sprint.....	46
2.3	Marco Legal	46
Capítulo 3.	Estado del Arte.....	49
3.1	Revisión y discusión	49
3.1.1	Objetivos de revisión.....	49
3.1.2	Metodología usada	49
3.1.3	Preguntas de investigación	50
3.1.4	Estrategia de búsqueda.....	50
3.1.5	Criterios de Inclusión y Exclusión	51
3.1.6	Población.....	51
3.1.7	Respuestas a las preguntas de investigación	52

3.2	Software y tesis similares.....	57
3.2.1	Software comercial similar.....	57
3.3	Conclusiones	58
Capítulo 4.	Especificación de Requerimientos	60
4.1	Objetivo.....	60
4.2	Mapeo de Procesos.....	60
4.3	Requerimientos funcionales	62
4.4	Requerimientos no funcionales	66
4.5	Validación de requerimientos del sistema.....	67
4.6	Conclusiones	67
Capítulo 5.	Análisis del Sistema.....	69
5.1	Objetivo.....	69
5.2	Diagrama de Actores.....	69
5.3	Diagramas de Casos de Uso.....	69
5.4	Especificación de los casos de uso	73
5.5	Validación de casos de uso	73
5.6	Conclusiones	73
Capítulo 6.	Diseño del Sistema.....	74
6.1	Objetivo.....	74
6.2	Vista Lógica	74
6.3	Vista de Desarrollo.....	77
6.4	Vista de Proceso.....	78
6.5	Vista Física.....	78
6.6	Diseño de la Interfaz Gráfica	79
6.7	Justificación de la arquitectura.....	79
6.8	Validación de la arquitectura del sistema.....	80
6.9	Conclusiones	80

Capítulo 7.	Implementación del Sistema	82
7.1	Implementación de la base de datos	82
7.2	Implementación de los servicios web.....	84
7.2.1	Objetivo.....	84
7.2.2	Listado de servicios web	84
7.3	Implementación del aplicativo web.....	84
7.3.1	Objetivo.....	84
7.3.2	Listado de las vistas principales	84
7.4	Estándar HL7	84
7.5	Pruebas de software.....	88
7.6	Conclusiones	89
Capítulo 8.	Módulo de Seguridad	91
8.1	Objetivo.....	91
8.2	Front-End	91
8.3	Back-End.....	93
8.4	Base de datos.....	95
8.5	Conclusiones	96
Capítulo 9.	Evaluación de Usabilidad.....	98
9.1	Objetivo.....	98
9.2	Evaluación Heurística	98
9.3	Pruebas con Usuarios	112
9.4	Conclusiones	116
Capítulo 10.	Conclusiones y trabajos futuros	118
10.1	Conclusiones	118
10.2	Trabajos futuros	118
Referencias.....		120
Anexos		i
Anexo A: Plan de Proyecto.....		i

Anexo B: Cuestionario de levantamiento de procesos.....	ix
Anexo C: Mapeo de Procesos y Procedimientos	x
Anexo D: Validación de Requerimientos del Sistema.....	lii
Anexo E: Descripción de Casos de Uso.....	liii
Anexo F: Especificación de Casos de Uso.....	lvi
Anexo G: Validación de Casos de Uso	clxxxv
Anexo H: Diagramas de Actividades.....	clxxxvi
Anexo I: Maquetados de Interfaz Gráfica.....	cxcii
Anexo J: Validación de la Arquitectura del Sistema.....	cclxxv
Anexo K: Especificación de Servicios Web	cclxxvi
Anexo L: Listado de vistas principales	ccxciv
Anexo M: Pruebas Unitarias Back-end.....	ccxviii
Anexo N: Pruebas Unitarias Front-end.....	dclxxvi



Índice de Tablas

Tabla 1. Mapeo de objetivo 1.....	18
Tabla 2. Mapeo de objetivo 2.....	18
Tabla 3. Mapeo de objetivo 3.....	19
Tabla 4. Mapeo de objetivo 4.....	19
Tabla 5. Mapeo de objetivo 5.....	19
Tabla 6. Herramientas y Métodos.	19
Tabla 7. Alcance del proyecto.....	27
Tabla 8. Riesgos del proyecto	30
Tabla 9. Categorías de los centros médicos en el Perú. (Salaverry & Cárdenas, 2009).....	36
Tabla 10. Actividades en cada categoría de centros de salud según la norma técnica de salud “CATEGORÍAS DE ESTABLECIMIENTOS DEL SECTOR SALUD”.....	40
Tabla 11. Aplicación de la estrategia PICOC.	50
Tabla 12. Criterios de inclusión y <i>exclusión</i> de la revisión.....	51
Tabla 13. Población obtenida.....	51
Tabla 14. Población obtenida de la revisión	51
Tabla 15. Resultados de implementar un HIS (Mohamed Khalifa, 2017).....	54
Tabla 16. Beneficios de implementar un HIS (Prem Kumar, 2013)	55
Tabla 17. Software comercial similar	57
Tabla 18. Tesis encontradas en el repositorio de tesis PUCP	58
Tabla 19. Conclusiones de la investigación	58
Tabla 20. Mapeo de Procesos.....	60
Tabla 21. Especificación de Requerimientos Funcionales	63
Tabla 22. Especificación de Requerimientos no Funcionales	67
Tabla 23. Estándar HL7 para listar procedimientos	86
Tabla 24. Estándar HL7 para listar especialidades	87

Índice de Figuras

Figura 1. Esquema de la situación actual de la salud en el Perú.	33
Figura 2. Relación entre Asegurados, IAFAS e IPRESS (www.susalud.gob.pe).	35
Figura 3. Módulos del HIMS.	38
Figura 4. Niveles y categorías de establecimientos de salud según la norma técnica de salud “CATEGORÍAS DE ESTABLECIMIENTOS DEL SECTOR SALUD”.	40
Figura 5. Aumento de ahorro gracias al PIDE.	45
Figura 6. Diagrama de Actores.	69
Figura 7. Diagrama de Caso de Uso del Médico.	70
Figura 8. Diagrama de Caso de Uso del Personal de Admisión.	70
Figura 9. Diagrama de Caso de Uso del Personal de Logística.	71
Figura 10. Diagrama de Caso de Uso del Personal de RRHH.	71
Figura 11. Diagrama de Caso de Uso del Asistente de Citas.	72
Figura 12. Diagrama de Caso de Uso del Personal de Finanzas.	72
Figura 13. Diagrama de Caso de Uso del Personal de TI.	72
Figura 14. Diagrama de Caso de Uso del Personal de Administración.	73
Figura 15. Diagrama de Clases – Vista Empleados y Pacientes.	75
Figura 16. Diagrama de Clases – Vista Activos e Insumos.	75
Figura 17. Diagrama de Clases – Vista Finanzas.	76
Figura 18. Diagrama de Clases – Vista Referencias y Contrarreferencias.	77
Figura 19. Diagrama Componentes del Sistema.	78
Figura 20. Diagrama de Despliegue.	79
Figura 21. Diagrama Entidad Relación.	83
Figura 22. Formato HL7 para pacientes.	85
Figura 23. Formato HL7 para trabajadores de medicina.	86

Figura 24. Formato HL7 para citas	88
Figura 25. Certificado SSL	93
Figura 26. Servicio sin Token	94
Figura 27. Servicio con Token	94
Figura 28. Tabla con códigos por cada fila	95
Figura 29. Front-End que muestra solo los códigos por cada item	95
Figura 30. Usuarios con contraseña encriptada usando pbkdf2	95
Figura 31. Campos de auditoría para cada tabla	96
Figura 32. Login para entrar a la Base de Datos	96
Figura 33. Notificación de éxito.....	99
Figura 34. Notificación de error.....	99
Figura 35. Notificación de carga.....	99
Figura 36. Pantalla de Gestión de Empleados.....	100
Figura 37. Pantalla de Precio Lista por Procedimiento.....	101
Figura 38. Pantalla de Tarifario por Aseguradora.....	102
Figura 39. Pantalla de Edición de Tarifa de una Aseguradora para un Procedimiento.....	102
Figura 40. Pantalla de Gestión de Activos.....	103
Figura 41. Profile Card del Usuario Logueado	104
Figura 42. Opciones de Perfil en el Sidebar.....	104
Figura 43. Notification Card.....	105
Figura 44. Ventana Emergente de Confirmación – Movimiento de Pacientes.....	106
Figura 45. Ingreso de datos del paciente.....	106
Figura 46. Pantalla de Histórico de Movimientos del Paciente.....	107
Figura 47. Pantalla Final del flujo de Movimiento de Pacientes.....	107
Figura 48. Pantalla de Gestión de Referencias Entrantes.....	108
Figura 49. Pantalla de Nómina de Empleados.....	109

Figura 50. Login del Sistema	109
Figura 51. Pantalla de Gestión de Tipos de Activos.	110
Figura 52. Mensaje de error – Ingresar Paciente 1.....	110
Figura 53. Mensaje de error – Ingresar Paciente 2.....	111
Figura 54. Mensaje de error – Ingresar Paciente 3.....	111
Figura 55. Mensaje de Ayuda en la pantalla de Nómina de Empleados	112
Figura 56. Cuestionario Pre-Test	113
Figura 57. Gráfico de elementos de usabilidad.....	113
Figura 58. Gráfico de elementos fuera de lugar	114
Figura 59. Instrucciones de la prueba de usabilidad	114
Figura 60. Gráfico de dificultad de uso.....	115
Figura 61. Gráfico de identificación de componentes.....	115
Figura 62 Gráfico de dificultad en el flujo.....	116
Figura 63 Gráfico de entendimiento de la funcionalidad.....	116

Capítulo 1. Generalidades

1.1 Problemática

La situación de la salud en el Perú es uno de los temas más tratados y preocupantes en la actualidad, tanto por la pésima atención que se le da al público como por las negligencias, crisis de valores y demás problemas internos que se dan en los hospitales y centros médicos del país (Aliaga, 2018). Debido a estas condiciones han surgido, en los últimos años, una serie de herramientas tecnológicas para gestionar la información administrada por el centro médico y agilizar los procesos de atención, como es el caso del Sistema General de Seguridad Social en Salud (SGSS.) o LOLIMSA (M. Zuñiga, comunicación personal, 8 de junio de 2019).

Sin embargo, estas herramientas no han sido suficientes para atender la alta demanda de los pacientes alrededor de nuestro país, sobre todo en hospitales grandes de nivel II en adelante, por lo que se necesita urgentemente una mejora en su concepción e integración con los demás sistemas existentes (Céspedes, 2015). A continuación, se mencionan los problemas con mayor relevancia con respecto a los servicios de salud ofrecidos en el país, que debería tener en cuenta cualquier Sistema de Información Hospitalario que busque automatizar los procesos de gestión para dar soporte a una mejora en la atención y administración de la información del centro médico.

En primer lugar, en el país se carece de sistemas de información que sean interoperables ([Ver 2.2.13](#)) en su totalidad, tanto entre distintos sistemas implantados dentro de un centro de salud, como entre sistemas de distintas sedes o redes de hospitales, debido a que no fueron pensados para trabajar en conjunto con otros sistemas. Como consecuencia, se tiene una serie de sistemas de información que funcionan de manera independiente, donde la información no está al alcance, su comunicación no está estandarizada, su flujo es dificultoso y en muchos casos está duplicada o es incoherente entre distintas sedes (Padilla, 2018).

Por otro lado, los sistemas de información actuales aún no satisfacen las necesidades administrativas que muchos centros médicos requieren. Tales como la reserva de citas, control de las horas de trabajo de los médicos, derivación de un paciente de una especialidad a otra, entre otros (Del Castillo, 2019). Esto es debido a que los procesos dentro del centro hospitalario no están definidos de manera correcta y tampoco se identifican aquellos que deben ser optimizados a través de un sistema de información (Aliaga, 2018).

La escasez de sistemas de información interoperables que se comuniquen entre sí, así como el diseño y arquitectura no apropiados de los que existen genera falta de información oportuna y confiable que optimice las operaciones del centro médico, así como la atención de los pacientes. Por ejemplo, las personas enfermas, al no contar con información de los distintos nosocomios, muchas veces van a centros médicos de gran envergadura para ser tratados por enfermedades que podrían ser atendidas en centros de nivel más bajo o a hospitales que no presentan los implementos o especialidades necesarios para atender sus consultas (Del Castillo, 2019). Se presentan también problemas de ineficiencia en los flujos de atención. Hay una falta de información en el proceso que deben seguir los pacientes para ser tratados. Esto genera confusión, largas colas, citas médicas muy espaciadas y que los clientes no sean atendidos oportunamente (Arroyo, 2015).

Asimismo, se carece de transparencia y efectividad en los procesos contables. Debido a la carencia de interoperabilidad que permita integrar la información para realizar los procesos financieros del centro médico como facturación a los clientes, pago a los médicos y trabajadores en general y pagos a terceros como proveedores de materiales, equipos y servicios, se tiene como consecuencia que los cálculos carezcan de exactitud y por ende, genere gastos y pérdidas adicionales (Alva, 2015).

Además, en muchos centros médicos del país, sobre todo de zonas rurales, la contabilidad se hace en sistemas o programas que son independientes del sistema principal de administración (Lucidez, 2019). Lo que trae como consecuencia que información sea susceptible a adulteraciones en beneficio propio, errores del personal (ya que mucha información se ingresa de manera manual), defectos de seguridad y pérdidas de información (Siancas, 2018).

En cuanto a los activos fijos en el centro médico, la falta de un sistema de información interoperable hace difícil optimizar los tiempos de uso de los consultorios, camas hospitalarias, ambulancias y equipos médicos para análisis de diversa índole, por mencionar algunos (Defensoría del Pueblo, 2016). Todo esto sumado a la sobredemanda de clientes (pacientes) que tiene todo centro médico, impide atender las necesidades de hospitalización y salud de pacientes (Vásquez, Amado, Ramírez-Calderón, Velásquez y Huari, 2015).

Así también los sistemas de gestión implementados actualmente son poco amigables, confusos y carecen de usabilidad. Los médicos y usuarios requieren de constantes capacitaciones en el uso de los sistemas para atender a los pacientes, ingresar citas o consultar

información. Además, incluso después de las capacitaciones, los médicos demoran al interactuar con los sistemas, alargando la duración de las citas y perjudicando aún más la atención de los demás pacientes (M. Zuñiga, comunicación personal, 8 de junio de 2019).

Por último, con relación a los datos que se manejan en un centro médico, existen sistemas de firma digital y encriptación que permiten identificar al emisor del mensaje y asegurar la integridad de las tramas entre cliente y servidor; sin embargo, los sistemas de gestión no presentan módulos de seguridad para cifrar y encriptar los datos y tramas que viajan o están presentes en los servidores de base de datos (ESSALUD, 2011).

Todos los problemas mencionados ocasionan una gran insatisfacción en los usuarios de los centros médicos en el país, los cuales tienen que esperar meses para poder obtener una cita y ni siquiera son atendidos con calidad. Se genera así desconfianza en los centros de salud y esto se ve reflejado en las recientes encuestas de satisfacción de los pacientes (Zafra, Veramendi & Veramendi, 2015). La crisis de salud en el Perú es bastante compleja y debe ser atendida desde distintos frentes además del informático, como el social, político y económico. Sin embargo, a través de esta tesis se busca ofrecer una alternativa de ayuda para facilitar la gestión de los centros de salud con un sistema de información.

Ante este contexto, surge la pregunta de si la Implementación de un Sistema de Información de Hospital (HIS, por sus siglas en inglés) para un Centro Médico de categoría II-1, colaboraría en la solución de los problemas descritos anteriormente.

Se propone como proyecto de fin de carrera desarrollar un Sistema de Información Hospitalario que brindará soporte y herramientas de apoyo a los administradores del centro de salud para mejorar el manejo y atención de los centros. Permitirá realizar procesos relacionados a las finanzas del centro médico como facturación a los clientes, ayuda en el pago a los médicos y trabajadores en general y pagos a terceros como proveedores de materiales, equipos y servicios. A su vez, estará preparado para que, en el futuro, se pueda anexar otros módulos de soporte a este ecosistema de salud (conjunto de sistemas de información en un centro médico) que eventualmente gestione todas las operaciones de un centro médico. Para esta anexión se propone utilizar el estándar de interoperabilidad para información clínica HL7 que es el más utilizado en los Estados Unidos y en más de 35 países (HL7.org, 2021).

Además, el sistema de información se desarrollará como una aplicación web con la que tanto médicos, trabajadores y pacientes podrán acceder rápidamente a través de una

computadora con internet; brindando al centro médico un sistema seguro e interoperable. Así, a través de la implementación de estos sistemas, se tendrán las herramientas tecnológicas necesarias para ofrecer un mejor servicio de calidad en los centros médicos del país y poder así apoyar, al Estado y a los centros de salud, con brindar a los peruanos un nivel de calidad de vida y salud que tanto ha escaseado por años (El Peruano, 2019).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Implementar un Sistema de Información Hospitalario (HIS) interoperable basado en estándares HL7 ([Ver 2.2.14](#)) para un Centro Médico de categoría II-1 o superior¹.

1.2.2 Objetivos específicos

- O 1. Diseñar la arquitectura del Sistema de Información Hospitalario a implementar, que presente interoperabilidad con los otros módulos del *Healthcare Information Management System* ([Ver 2.1.3](#)).
- O 2. Implementar los servicios web necesarios para la conectividad entre la base de datos del Sistema de Información Hospitalario y el aplicativo web.
- O 3. Desarrollar una aplicación web para la gestión de activos, finanzas y la información relacionada a la administración del centro de salud y que brinde interoperabilidad hacia los demás módulos del *Healthcare Information Management System*.
- O 4. Diseñar e implementar un módulo de seguridad que se utilizará en el Sistema de Información Hospitalario.
- O 5. Identificar y evaluar los principios de usabilidad en la construcción del aplicativo web.

1.2.3 Resultados esperados

- R 1. Documento de arquitectura de software de la solución a implementar.
- R 2. Interfaz de servicios web desplegados en un servidor.
- R 3. Aplicativo web que permita al usuario gestionar las finanzas, activos e información relacionada a la administración de un centro médico.

¹ Solo los centros médicos de categoría II-1 o superior permiten la hospitalización de pacientes.

R 4. Módulo de seguridad acoplado al aplicativo web del sistema de información hospitalario.

R 5. Reporte de resultados de usabilidad.

1.2.4 Mapeo de objetivos, resultados y verificación

A continuación, se realiza un mapeo entre los objetivos especificados, los resultados esperados y los medios utilizados para validar y verificar su correcta ejecución. Entre los medios de verificación se emplearon procedimientos y herramientas los cuales se detallan a continuación (Abad, J.):

- **Juicio experto:** son opiniones que pueden brindar profesionales o personas experimentadas en el rubro sobre el propósito planteado, la planificación y la ejecución del proyecto.
- **Pruebas unitarias:** son pruebas para comprobar el funcionamiento de unidades de código, es decir, una función o procedimiento por separado.
- **Pruebas automatizadas:** son pruebas para controlar la ejecución de pruebas y verificar sus resultados. Son usadas para realizar tareas repetitivas cuya ejecución manual es difícil o requiere de un gran número de personas.
- **Pruebas de regresión:** son pruebas de software que se utilizan para comprobar que una aplicación siga funcionando como se esperaba después de haber sido actualizada o modificada. Se deben ejecutar cada vez que el código fuente de una funcionalidad cambie. Normalmente, este tipo de pruebas son automatizadas.
- **Pruebas de integración:** verifican el correcto ensamblaje entre los distintos componentes una vez que han sido probados unitariamente con el fin de comprobar que interactúan correctamente a través de sus interfaces, tanto internas como externas, cubren la funcionalidad establecida y se ajustan a los requisitos no funcionales especificados en las verificaciones correspondientes.
- **Pruebas de seguridad:** son pruebas que permiten revelar fallas en los mecanismos de seguridad de los sistemas. Dependen de los requerimientos y no son indicadores de que un sistema es totalmente seguro o no tiene fallas de seguridad.
- **Pruebas con usuarios:** son pruebas de usabilidad que consisten en observar y analizar cómo los usuarios interactúan con una aplicación (Toledo, 2018). Se enfocan en verificar el propósito del producto al satisfacer al usuario final, en lugar de que las pruebas las realicen los programadores o expertos.

- **Evaluación heurística:** es un método para identificar errores de usabilidad y encontrar oportunidades de optimización. Se realizan por varios evaluadores expertos, sin presencia de usuarios, y se utilizan una serie de principios heurísticos para examinar la calidad en uso de una interfaz.
- **Arquitectura de software:** “estructuras de un sistema, compuestas de elementos con propiedades visibles de forma externa y las relaciones que existen entre ellos” (Bass, 2003). Representa un diseño de alto nivel del sistema y tiene como propósitos satisfacer los atributos de calidad (desempeño, seguridad, modificabilidad) y servir como guía en el desarrollo, por lo que se debería crear en etapas tempranas de desarrollo ([Cervantes, 2018](#)).

Tabla 1. Mapeo de objetivo 1.

Objetivo: Diseñar la arquitectura del Sistema de Información Hospitalario a implementar con interoperabilidad hacia los otros módulos del <i>Healthcare Information Management System</i> .		
Resultado	Meta física	Medio de verificación
Documento de arquitectura de software de la solución a implementar.	Documentación	<ul style="list-style-type: none"> - Juicio experto - Prototipo de arquitectura de software revisado por un experto

Tabla 2. Mapeo de objetivo 2.

Objetivo: Implementar y desplegar los servicios web necesarios para la conectividad entre la base de datos del Sistema de Información Hospitalario y el aplicativo web.		
Resultado	Meta física	Medio de verificación
Interfaz de servicios web desplegados en un servidor.	Documentación	<ul style="list-style-type: none"> - Pruebas unitarias - Código fuente

Tabla 3. Mapeo de objetivo 3.

Objetivo: Desarrollar una aplicación web para administrar los activos y las finanzas del centro de salud y que brinden interoperabilidad hacia los demás módulos del <i>Healthcare Information Management System</i> .		
Resultado	Meta física	Medio de verificación
Aplicativo web que permita al usuario gestionar las finanzas y activos fijos de un centro médico.	Software	<ul style="list-style-type: none"> - Pruebas unitarias - Pruebas de regresión - Pruebas de integración

Tabla 4. Mapeo de objetivo 4.

Objetivo: Diseñar e implementar el módulo de seguridad que se utilizará en el Sistema de Información Hospitalario.		
Resultado	Meta física	Medio de verificación
Módulo de seguridad acoplado al aplicativo web del sistema de información hospitalario.	Software	Pruebas de seguridad

Tabla 5. Mapeo de objetivo 5.

Objetivo: Identificar y evaluar los principios de usabilidad en la construcción del aplicativo web		
Resultado	Meta física	Medio de verificación
Reporte de resultados de usabilidad.	Documentación	<ul style="list-style-type: none"> - Juicio experto - Prueba con usuarios - Evaluación heurística

1.3 Herramientas y Métodos

En esta sección se presentan las herramientas, métodos, procedimientos y metodologías utilizados para la obtención de los resultados esperados en el proyecto.

Tabla 6. Herramientas y Métodos.

Resultado Esperado	Herramientas, métodos, procedimientos y metodologías
Documento de arquitectura de software de la solución a implementar.	<ul style="list-style-type: none"> ● Herramientas: <ul style="list-style-type: none"> ○ StarUML ● Metodología: <ul style="list-style-type: none"> ○ Notación UML ○ Extreme Programming (XP) ○ Modelo 4+1
Interfaz de servicios web desplegados en un servidor.	<ul style="list-style-type: none"> ● Herramientas <ul style="list-style-type: none"> ○ Framework Django ○ PostgreSQL Database ○ Amazon Web Services (AWS) ● Metodología: <ul style="list-style-type: none"> ○ Extreme Programming (XP)
Aplicativo web que permita al usuario gestionar las finanzas y activos fijos de un centro médico.	<ul style="list-style-type: none"> ● Herramientas: <ul style="list-style-type: none"> ○ Visual Studio Code (VS Code) ○ Lenguaje HTML (Hyper Text Markup Language) ○ Lenguaje CSS (Cascading Style Sheets) ○ Framework Angular 8 ● Metodología: <ul style="list-style-type: none"> ○ Extreme Programming (XP)
Módulo de seguridad acoplado al aplicativo web del sistema de información hospitalario.	<ul style="list-style-type: none"> ● Herramientas: <ul style="list-style-type: none"> ○ Cryptographic hash function ○ PostgreSQL Database ○ ISO 27001 (aseguramiento y confidencialidad de los datos) ● Metodología: <ul style="list-style-type: none"> ○ Extreme Programming (XP)
Reporte de resultados de usabilidad	<ul style="list-style-type: none"> ● Herramientas: <ul style="list-style-type: none"> ○ 10 Heurísticas de Nielsen ● Metodología: <ul style="list-style-type: none"> ○ Evaluación heurística

1.3.1 Herramientas

- StarUML

Es una herramienta que permite realizar todo tipo de diagramas del estándar UML 2, tales como de clases, casos de uso, de componentes, de despliegue, de secuencia, de actividades, entre otros (StarUML, 2019). Se elige esta herramienta por su facilidad de uso y porque su versión de prueba es gratuita.

- **Visual Studio Code (VS Code)**

VS Code es un editor ligero de código fuente creado por Microsoft. Este editor cuenta con una amplia gama de extensiones las cuales facilitan la labor del programador (Microsoft, 2019). Esta herramienta fue la seleccionada durante todo el proyecto, tanto para crear la interfaz gráfica (front-end) así como los servicios web (back-end) puesto que es gratuito y se cuenta con experiencia en su uso.

- **pgAdmin**

Es una plataforma de administración y desarrollo de código abierto de bases de datos PostgreSQL. (pgAdmin, 2020). Se escogió esta herramienta por su facilidad de uso e instalación, y por la experiencia de los tesisistas en su uso.

- **PostgreSQL Database**

Es un sistema de gestión de base de datos de propósito general y relacionadas a objetos. Se dice que es el sistema de base de datos más avanzado de código abierto (PostgreSQL Tutorial, 2020). Se utilizó este DBMS pues además de ser gratuito, según la experiencia de los tesisistas, es bastante robusto y tiene mayor nivel de performance comparado con otras bases de datos gratuitas; lo que será muy útil para los centros de salud con menos recursos.

- **Lenguaje HTML (Hyper Text Markup Language)**

Es un lenguaje el cual es un estándar para crear páginas web (W3schools, 2019). Esta herramienta se empleó para la creación de la interfaz gráfica del HIS (Frontend), en conjunción con CSS y ANGULAR.

- **Lenguaje CSS (Cascading Style Sheets)**

Es un lenguaje el cual muestra cómo los elementos en un HTML son mostrados (W3schools, 2019). Esta herramienta se usó para la creación de la interfaz gráfica del HIS (Frontend), en conjunción con HTML y ANGULAR.

- **Framework Angular 9**

Es una plataforma y un framework de TypeScript (Angular, 2019). Esta herramienta sirvió para la creación de la interfaz gráfica del HIS (Frontend), en conjunto HTML y CSS. Se eligió este framework ya que es de alto rendimiento, es soportado por Google y es de mayor legibilidad a comparación de otros frameworks.

- **Framework Django**

Es un framework de Python el cual sirve para hacer servicios web (Django, 2019). Esta herramienta se usó para hacer los servicios web que requiere el HIS que se consuman a nivel de FrontEnd. Se eligió este framework ya que al basarse en Python es intuitivo de programar, versátil, escalable y más legible a comparación de otros lenguajes/frameworks para hacer servicios web.

1.3.2 Metodología

1. Metodología Extreme Programming (XP)

Es una metodología ágil que propone una serie de buenas prácticas para un proyecto de desarrollo de software (Bahit, 2012). XP tiene 5 valores que se mencionan a continuación:

- **Comunicación**
Todo se conversa presencialmente, para dar solución a problemas que pueden surgir.
- **Simplicidad**
Desarrollar todo lo necesario, sin emplear tiempo en detalles que no son relevantes en el momento.
- **Retroalimentación**
Tener una retroalimentación continua con el cliente a fin de conocer los requerimientos y cambios pertinentes.
- **Respeto**
Debe existir un respeto mutuo entre el cliente y los desarrolladores.
- **Coraje**
Se debe tener valor para decir la verdad del avance del proyecto.

De todas las prácticas que usa XP, se usarán las siguientes (Bahit, 2012):

- **Entregas Cortas**
Incrementar funcionalidades pequeñas en cada iteración. Esto ayudará a que el cliente pueda probar pocas cosas nuevas y será más asimilable para él.

- Testing
Existen 3 tipos de pruebas: Test unitarios, Test de aceptación y Test de integración.
- Código Estándar
Se debe contar con un estándar de programación para que el código sea más legible para los programadores.
- Propiedad Colectiva (Collective Ownership)
Todos los programadores conocen el qué y para qué se está desarrollando el sistema.
- Integración continua
Todo el código debe estar en un repositorio común. En la presente tesis se usará Git.
- Juego de planificación

Se realiza al inicio de cada Sprint y tiene 3 fases:

- El cliente presenta una lista de funcionalidades
- El equipo estima el esfuerzo
- El cliente decide qué historias de usuario desarrollar

Esta metodología ágil se usó durante todo el proyecto para coordinar entre los tesisistas la construcción del sistema de información.

2. **Cryptographic hash function (Función hash criptográfica)**

Son funciones que utilizan algoritmos que se ejecutan en entradas para cifrarlas y reducir su tamaño. Se utilizan para brindar seguridad a los sistemas, por ejemplo, para cifrar contraseñas y guardarlas en una base de datos. Dos entradas de datos deberían generar el mismo patrón de salida o “suma de verificación” (checksum).

Así, se pueden usar algoritmos como MD5, SHA-1 O SHA-2 (Fisher, 2019) para almacenar las claves de los usuarios y del sistema de manera encriptada en la base de datos. Y para autenticar al usuario, bastaría con encriptar su clave y compararla con el patrón en base de datos.

Ya que se usará ciertas prácticas de Extreme Programming (XP), se tienen las siguientes fases del ciclo de vida para el proyecto de fin de carrera (Letelier y Penadés, 2015):

Fase I: Exploración

En este punto se plantean a gran escala las historias de usuario que se desarrollarán en una primera iteración. A su vez, los desarrolladores se familiarizan con la tecnología que se va a emplear a lo largo del proyecto. Esta etapa puede durar entre una semana y un mes.

De esta etapa se tendrán los siguientes entregables:

- Historias de usuario a realizar en el sprint
- Diagrama de actividades
- Diagrama de casos de uso
- Requerimientos no funcionales del sistema
- Definición de actores
- Reglas del negocio
- Documento de arquitectura
- Diseño del sistema (Mockups)

Fase II: Planificación de la Entrega

En esta fase se estima los *sprints* ([Ver 2.2.15](#)) y por ende el cronograma de entregables en base a las historias de usuario. La planificación se irá haciendo en base al tiempo que se posee para el desarrollo del proyecto. Esta fase solo dura unos pocos días.

De esta etapa se obtendrán los siguientes entregables:

- Cronograma de entregable
- Planificación de los sprints
- Repartición del trabajo por tesista

Fase III: Iteraciones

Esta fase contiene todas las iteraciones sobre el sistema antes de pasar a producción. Es la etapa donde se construye el software y es la más duradera del sprint.

De esta etapa se obtiene lo siguiente:

- Servicios web completados
- Plataforma visual web completada
- Aplicativo web integrado

Fase IV: Producción

En esta fase se hace pruebas exhaustivas y revisiones de rendimiento antes de que el sistema sea pasado a producción. Además, se debe analizar la inclusión de nuevas funcionalidades a lo ya desarrollado debido a los cambios durante esta fase.

De esta etapa se realizará:

- Plan de pruebas de software
- Plan de pruebas de seguridad
- Mejoras del aplicativo web (tanto backend como frontend)
- Pruebas unitarias
- Pruebas de seguridad

Fase V: Mantenimiento

Mientras una parte del sistema esté en producción, el proyecto debe dar mantenimiento mientras se hace las nuevas iteraciones. De esta forma, la velocidad de desarrollo de las iteraciones puede ser más lenta que la primera.

De esta etapa se realizará:

- Despliegue del sistema de información
- Hotfixes
- Pruebas de regresión
- Pruebas integrales

Fase VI: Muerte del Proyecto

Esta fase final sucede cuando el usuario ya no tiene más historias para ser implementadas en el sistema. Se pasa a satisfacer las necesidades del cliente tales como el rendimiento y confiabilidad. Finalmente se genera la documentación final del sistema.

De esta etapa se tendrán los siguientes entregables:

- Manual de usuario
- Resumen del esfuerzo y tiempo empleado en cada sprint

1.4 Alcances, Limitaciones y Riesgos

1.4.1 Justificación del proyecto

Se planea una solución informática interoperable que permita facilitar el intercambio de información entre sistemas de salud y aumentar la efectividad de los procesos de administración del hospital, a través de un sistema sólido, eficiente, usable, seguro y confiable. Así, si existe un uso correcto y responsable del sistema, se tendrán tiempos de atención más rápidos, flujos de atención más claros y estructurados y se optimizará el uso de recursos del hospital para reducir costos y, por consiguiente, la facturación a los clientes.

Cabe resaltar que la solución por sí misma no mejorará la atención de los clientes ni la satisfacción de estos hacia los servicios prestados por el hospital, para lograr esto se necesita de un trabajo conjunto entre los médicos, administrativos, pacientes y sistemas de información implementados. Es decir, la solución propuesta apoyará a los administradores, médicos y clientes del hospital a brindar servicios de mayor calidad y eficiencia y que permitan satisfacer, de mejor manera, las necesidades de los pacientes.

1.4.2 Alcance del proyecto

El presente proyecto de tesis tiene por objetivo realizar el análisis, diseño e implementación de un Sistema de Información Hospitalario para centros médicos de categoría II-1 o superior con interoperabilidad entre el sistema y otros componentes informáticos del centro de salud.

El Sistema de Información Hospitalario cumplirá las funciones de gestión administrativa del centro de salud, en particular, de la información financiera y contable. Es decir, permitirá administrar sus activos y materiales, la planilla de sus trabajadores y la facturación a sus clientes. Además, facilitará el control de la información referente a algunos servicios brindados por el centro médico como referencia, contrarreferencia, separación de citas, obtención de información referente a los procesos seguidos por los clientes como flujos de atención, citas pendientes y doctores.

El sistema comprende dos grandes módulos, el Financiero y el Fundacional, cuyas funcionalidades se detallan a continuación:

- **Módulo Financiero:**
 - **General Ledger (Libro mayor):** gestiona la contabilidad y el libro mayor de una empresa, el cual permite organizar, guardar y resumir las transacciones de una compañía.
 - **Billing (Facturación):** gestiona el cobro a clientes y seguros respectivos por los servicios brindados e insumos utilizados.

- Fixed Assets Accounting (Contabilidad de los activos fijos): involucra la gestión y análisis del valor de todos los activos fijos de la empresa tales como equipos médicos, instalaciones, ambulancias, entre otros.
- Payroll: involucra la gestión de sueldos, salarios, bonificaciones e impuestos que se les paga a los empleados.
- Módulo Fundacional:
 - Master Patient Index: es una base de datos maestra para mantener datos precisos de los pacientes de los distintos departamentos. A los pacientes se les asigna un identificador único, por lo que se representan solo una vez en todos los sistemas de la organización. Los datos del paciente pueden incluir nombre, género, fecha de nacimiento, raza y etnia, identificaciones, información de contacto, seguros, diagnósticos actuales y la fecha más reciente de ingreso y egreso hospitalario.
 - ADT/Registration: incluye el registro de pacientes en el centro médico, así como la gestión de referencias y contrarreferencias entre las instituciones.
 - Asset/Workforce Management: administración de los activos y el personal de trabajo (actividades como recursos humanos, reclutamiento, etc.).
 - Material Management: consiste en planificar los requisitos totales de materiales. Incluye el abastecimiento, la cantidad distribuida a cada departamento, establecer planes de reposición de materiales, determinar los niveles de inventario que se deben mantener y comunicar información con respecto a las necesidades de materiales. Además, por ser el caso de un centro médico, gestiona los materiales relacionados a un paciente y los activos involucrados con este.

Para garantizar que se cumplieron los objetivos del proyecto satisfactoriamente se debe contar con el siguiente alcance:

Tabla 7. Alcance del proyecto.

Especificación de requerimientos	Es la descripción de las características y el comportamiento que tendrá el sistema, producto del pedido explícito del cliente o la propuesta consensuada con este.
Arquitectura de software	Es el diseño de la arquitectura de software del HIS a implementar, sus componentes y configuración para su despliegue y comunicación con los demás módulos.

Diagrama Entidad Relación	Es el diseño de la base de datos a utilizar en el Sistema de Información Hospitalario.
Diagrama de Casos de Uso	Es la representación los casos de uso del sistema y las acciones que llevarán a cabo los actores que interactúan con el sistema.
Diagrama de Secuencia	Es el modelamiento de la interacción de los usuarios con el sistema para realizar las acciones descritas en los casos de uso.
Diseño de Prototipos	Es el modelamiento de las vistas que tendrá el Sistema de Información Hospitalario.
Diseño de la Interfaz Web	Es el diseño de las páginas web que tendrá el sistema utilizando la tecnología descrita en el acápite 1.3.
Especificación y Ejecución de Pruebas	Son las descripciones de las ejecuciones que se le harán al sistema para evaluar su calidad.
Implementación del módulo Fundacional	Es la implementación de los procesos que abarcan la gestión de materiales, pacientes, sueldos y personal del centro médico.
Implementación del módulo Financiero	Es la implementación de los procesos relacionados a las finanzas del hospital como su contabilidad, activos, facturaciones y soporte a la toma de decisiones financieras y estratégicas.
Implementación de Interoperabilidad	Es la implementación de la interoperabilidad del sistema hacia los módulos de Historias Clínicas Electrónicas (HCE), Laboratorio (LIS) y Farmacia (PIS).

1.4.3 Limitaciones del proyecto

A continuación, se describen las limitaciones del proyecto:

1. La interoperabilidad descrita en el proyecto de desarrollo de software está orientada desde el presente módulo HIS hacia los módulos de Sistema de Información de Historias Clínicas Electrónicas (HCE), Sistema de Información de Laboratorio (LIS) y Sistema de Información de Farmacia (PIS), y viceversa, de manera que se establezca una comunicación bidireccional entre estos.
2. Una forma en la que el Estado Peruano podría fomentar el intercambio de información de salud sobre los ciudadanos entre las IPRESS ([Ver 2.2.10](#)), las IAFAS ([Ver 2.2.11](#)) y SUSALUD ([Ver 2.2.12](#)) (información de las historias clínicas electrónicas, sobre los

consumos de recursos clínicos, como farmacia, y no clínicos, y sobre resultados de laboratorio, de imágenes y otras relevantes para la salud y gestión de los pacientes) es a través de la PIDE (Plataforma de Interoperabilidad Del Estado). Sin embargo, no se ha encontrado ninguna normativa ni documentación acerca de iniciativas de alguna institución pública ni del MINSA al respecto del uso del PIDE para estos efectos. Debe entenderse también que mientras no exista reglamentación clara sobre el uso del PIDE para el sector salud, poco podríamos aportar en este sentido dentro del alcance de esta tesis.

3. Dado que el sistema a implementar requirió información sensible sobre los equipos, ingresos, gastos y personal de la empresa se obtuvo cierta información de contactos en ciertos centros médicos (Guillermo Almenara, Daniel Alcides Carrión, Edgardo Rebagliati Martins) y los datos que no sean obtenibles se aproximó y simuló.

El proyecto plantea la implementación de un sistema de información que requerirá una serie de servicios web implementados para su funcionamiento completo.

1.4.4 Riesgos del proyecto

En esta sección se presentan los riesgos que presenta el proyecto que, en caso ocurran, pueden afectar al desarrollo de la investigación y al producto final entregado, así como las medidas de mitigación y contingencia tomadas.

Tabla 8. Riesgos del proyecto

Riesgo	Probabilidad	Impacto	Descripción	Mitigación	Contingencia
Cambio importante en los procesos o la forma en que se gestionan los activos.	Bajo	Medio	Pueden ser cambios en los métodos de valoración de inventarios, en los procesos de compra y abastecimiento de insumos o en los de distribución y financiamiento de los activos por parte del estado.	Dar flexibilidad al sistema y prepararlo para soportar dichos cambios.	En caso la flexibilidad implantada no soporte algún cambio, se tendrá que reformular los requerimientos de gestión de activos.
Cambios en las políticas gubernamentales relacionadas con el ofrecimiento de servicios médicos, regulados por el MINSA y Susalud.	Medio	Alto	Por ejemplo, han habido intentos de uniformizar la atención médica en los nosocomios del país (El Peruano, 2019). Esto afecta el proceso de cálculo de las finanzas del hospital y añade nuevas variables a tener en cuenta.	Es un riesgo externo, el sistema es incapaz de soportar centros de salud con distintos requerimientos y recursos.	Replantear la solución para integrar las nuevas políticas de los centros de salud,
Adición de servicios o la prestación de nuevas funcionalidades por parte del centro de salud.	Bajo	Medio	En caso se añadiera un requerimiento totalmente nuevo, nunca antes requerido por ningún hospital de la categoría, se tendría que iniciar nuevamente con la implementación del sistema.	Contar con todas las opciones y funcionalidades que podría ofrecer un centro médico de categoría II-1 o superior. De este catálogo, el centro de salud debería tomar y usar los servicios que requiera.	Replantear el Análisis y Diseño del sistema e incorporar la nueva funcionalidad en el sistema desarrollado.

Extensión del desarrollo del sistema.	Medio	Alto	Se puede prolongar el desarrollo del sistema y entregar un producto de baja calidad.	Realizar un cronograma de trabajo o Estructura de descomposición del trabajo (EDT).	Modificar el alcance o posponer la implementación de las funcionalidad menos prescindibles.
Falta o fin de comunicación con los contactos o expertos.	Bajo	Alto	Se puede perder contacto con los expertos o personas que nos brindan información sobre los requerimientos del sistema y la situación del hospital o los expertos que nos apoyan con el desarrollo del sistema.	Solicitar diversos medios de comunicación con los expertos y estar siempre en contacto para revisar los avances del proyecto. Contar con una red de personas sustitutas.	Buscar nuevos contactos y comunicarse con las personas sustitutas.
Abandono del proyecto por parte de uno de los tesisistas	Bajo	Alto	Antes o durante el desarrollo del proyecto, uno de los tesisistas decide retirarse del desarrollo del proyecto o cambiar de tema por diversas razones.	Es un riesgo bastante fortuito, se tiene que establecer un compromiso entre los tesisistas y el tema.	Cambiar o reducir el alcance y continuación del proyecto por parte del otro tesisista.

1.5 Viabilidad

1.5.1 Viabilidad Técnica

Las herramientas y metodologías utilizadas son de uso gratuito en sus versiones no comerciales. Además, son reconocidas y cuentan con abundante documentación gratis.

Ambos tesistas cuentan con los conocimientos técnicos para el desarrollo de la investigación aprendidos en la universidad y a través de experiencia laboral en distintas empresas. Además, se cuenta con el apoyo de un asesor experto en el área de Tecnologías de Información en hospitales y con diversos contactos tanto para obtener información de centros de salud como para realizar consultas técnicas sobre la implementación del sistema de información.

Por último, cada tesista cuenta con ordenadores personales capaces de soportar los requerimientos técnicos de las herramientas usadas.

1.5.2 Viabilidad Temporal

Se estima que el desarrollo de las tareas del proyecto de fin de carrera y el cumplimiento de los objetivos antes mencionados tomarán 112 días en total. Se incluye en el Anexo A las tareas a realizar y la planificación del proyecto.

1.5.3 Viabilidad Económica

Las herramientas y metodologías a utilizar son de uso gratuito, por lo que su empleo no supondrá costo alguno. Además, se cuenta con computadoras y el hardware necesario para el desarrollo del proyecto por lo que esto tampoco requerirá un gasto considerable adicional.

1.5.4 Conclusiones de Viabilidad

En conclusión, el desarrollo del proyecto es viable como proyecto de fin de carrera pues se cuenta con los conocimientos y recursos requeridos, el tiempo total es acorde a las demandas académicas y se tienen los medios para obtener suficiente información para realizar la investigación.

Capítulo 2. Marco Legal/Regulatorio/Conceptual/otros

2.1 Marco Teórico

2.1.1 Organización del Sector Salud en el Perú

En la presente sección se explica cómo está constituido el sector salud en el Perú. Se puede apreciar mediante un mapa conceptual la distribución por subsectores que se pueden ver en la Figura 1:

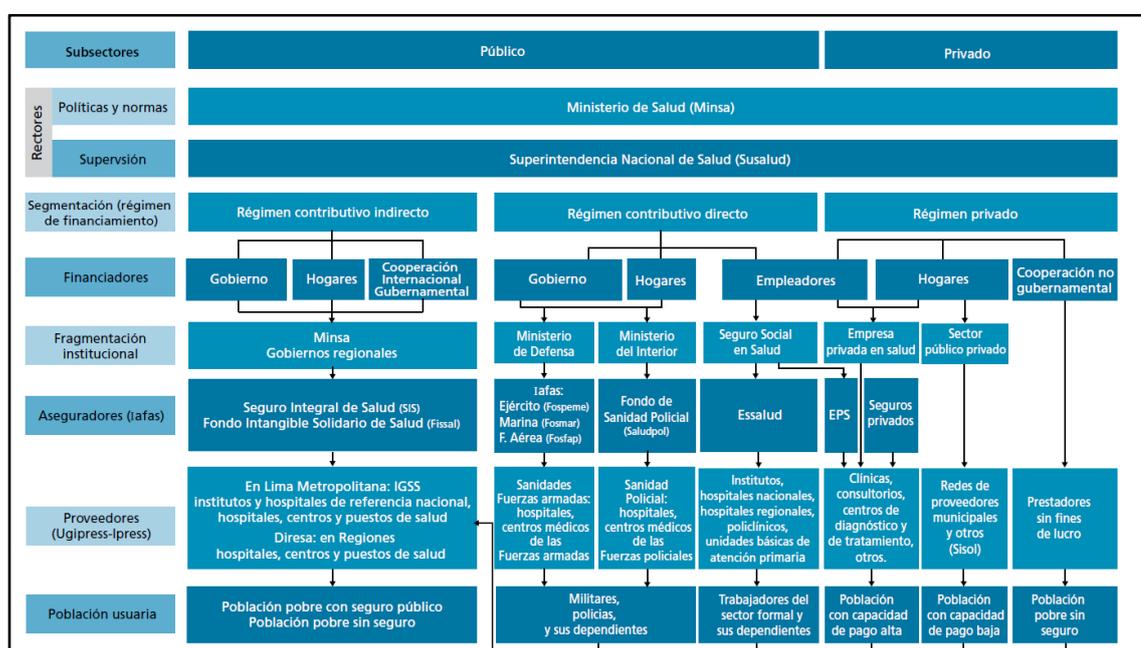


Figura 1. Esquema de la situación actual de la salud en el Perú.

Nota. Tomado de “El sistema de salud en el Perú: situación y desafíos”, por Gonzales y Alcalde-Rabanal, 2016.

El Ministerio de Salud (MINSA) es el ente encargado de diseñar, establecer, ejecutar y supervisar políticas nacionales y sectoriales de salud y ejercer la rectoría respecto a las mencionadas. Constituye el ente rector del Sistema Nacional Coordinado y Descentralizado de Salud. Tal cual se aprecia en la imagen anterior, lo anterior mencionado rige tanto para el sector público como privado. (MINSA, 2007).

Por otro lado, la institución que se encarga de proteger los derechos de salud de cada uno de los peruanos es la Superintendencia Nacional de Salud (SUSALUD). Para lo cual orienta sus acciones a empoderar y colocar al ciudadano en el centro del sistema de salud nacional, sin importar donde se atienda o su condición de aseguramiento (SUSALUD).

El sector de la salud se divide según el régimen de financiamiento:

- Régimen contributivo Indirecto

Este régimen es financiado por el Gobierno, por los mismos hogares y donaciones de entidades internacionales. En este régimen las personas de pobreza, pobreza extrema, madres gestantes, niños y bomberos cuentan con un Sistema Integral de Salud (SIS) Gratuito. El SIS cubre medicamentos, atenciones, operaciones, insumos, entre otros (SIS, 2019).

- Régimen contributivo Directo

Al ser directo, los que son financiados por el Gobierno y hogares tiene como población usuaria a los policías y militares; ambos cuentan con hospitales y centros médicos para los policías y fuerzas armadas respectivamente (Castro, 2009). En cambio, los que son pagados por los mismos empleadores de un sector formal cuenta con el Seguro Social del Perú (EsSalud) los cuales se pueden atender en hospitales, policlínicos y unidades básicas de atención primaria ([Lazo-Gonzales & Alcalde-Rabanal, 2016](#)).

- El Régimen Privado

En el régimen privado, la atención de la salud es subvencionada por las mismas personas, quienes suelen contar con un alto poder adquisitivo: Estas personas pueden afiliarse mediante su empleador a una entidad prestadora de salud (EPS) o tener un seguro particular. En ambos casos, se atienden en clínicas, consultorios y centros de diagnóstico y tratamiento ([Lazo-Gonzales & Alcalde-Rabanal, 2016](#)).

- Relación Asegurador - Prestador - Asegurado

La atención de los pacientes o asegurados se da en un IPRESS o unidad prestadora de servicios de salud. Estas unidades corresponden a los centros de salud ya mencionados como hospitales, clínicas, postas, etc. Los gastos de atención y medicinas son solventados, parcial o totalmente, por IAFAS o financiadores. Estos últimos corresponden a los seguros públicos y privados. En la siguiente figura se aprecia la relación entre estos tres componentes necesarios para la atención de los pacientes:

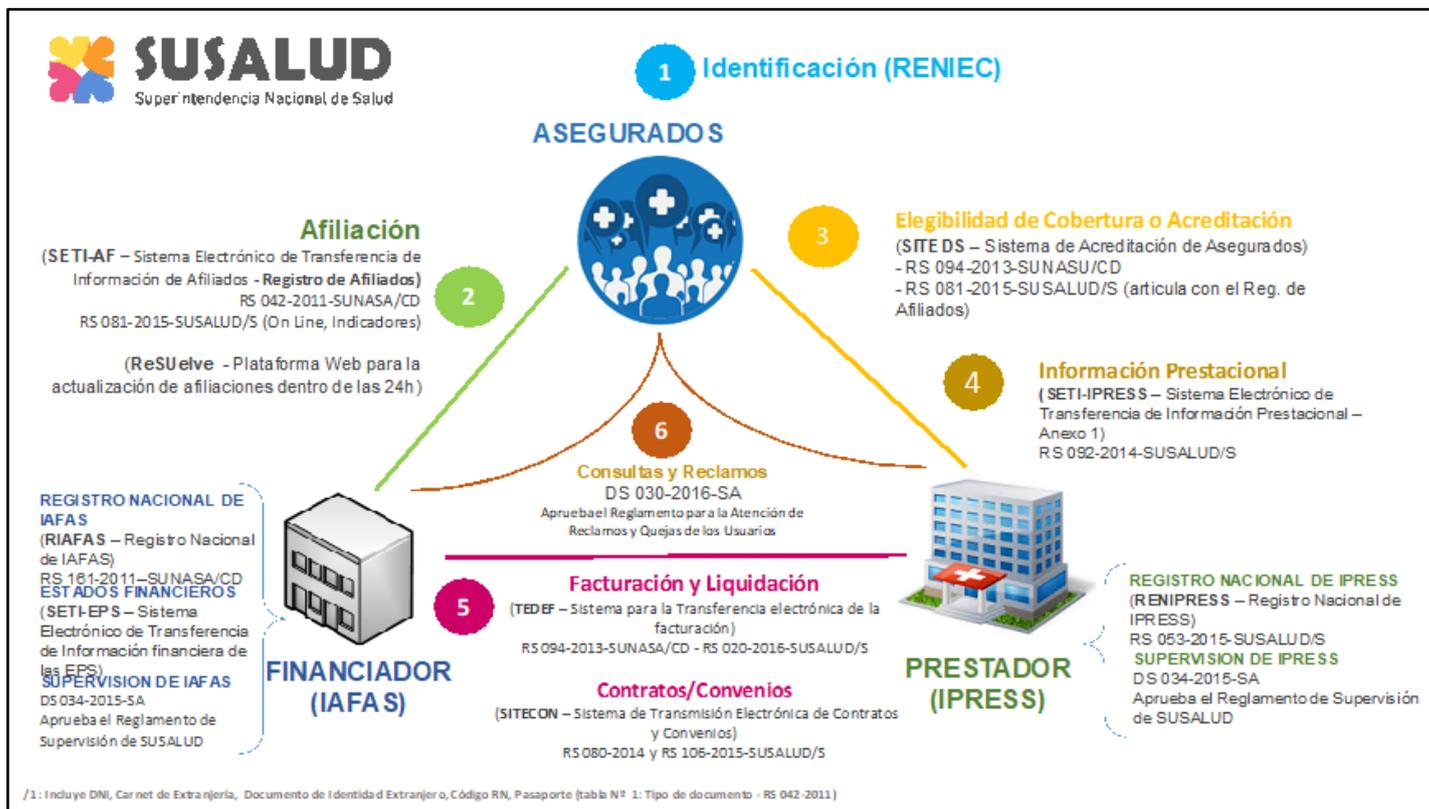


Figura 2. Relación entre Asegurados, IAFAS e IPRESS (www.susalud.gob.pe).

Nota. Tomado de SUSALUD (2022).

2.1.2 Categorización y niveles de los centros de salud en el Perú

Cada centro de salud registrado en el MINSA es categorizado en un nivel y categorización. Esta clasificación es según los servicios que puede ofrecer el centro médico. En la Tabla 9 se aprecia de manera global esta clasificación:

Tabla 9. Categorías de los centros médicos en el Perú. (Salaverry & Cárdenas, 2009).

Categorías	MINSA	EsSalud	PNP	FAP	Naval	Privado
I - 1	Puesto de salud		Puesto sanitario		Enfermería servicios de sanidad	Consultorio
I - 2	Puesto de salud con médico	Posta médica	Posta médica	Posta médica	Departamento de sanidad posta naval	Consultorio médico
I - 3	Centro de salud sin internamiento	Centro médico	Policlínico B	Departamento sanitario		Policlínico
I - 4	Centro de salud con internamiento	Policlínico			Policlínico naval	Centro médico
II - 1	Hospital I	Hospital I	Policlínico A	Hospital zonal	Clínica naval	Clínica
II - 2	Hospital II	Hospital II	Hospital regional	Hospital regional		Clínica
III - 1	Hospital III	Hospital III y IV	Hospital nacional	Hospital Central FAP	Hospital Naval Buque Hospital	Clínica
III - 2	Instituto especializado	Instituto				Instituto

El MINSA clasifica los diferentes centros de salud en niveles de complejidad y categorías “en base a niveles de complejidad y a características funcionales que permitan responder a las necesidades de salud de la población que atiende” (MINSA, 2011); es decir, al grado de especialización del centro, las funcionalidades que ofrezca y el grado de atención a demandas de clientes. Existen tres grandes niveles de atención los cuales incluyen varias categorías pero se podrían generalizar de la siguiente forma (MINSA, 2011):

- Nivel 1: Nivel más bajo de atención correspondiente a postas, puestos y centros de atención inmediatos y no especializados.
- Nivel 2: Hospitales y clínicas de atención general o especializados.
- Nivel 3: Hospitales, clínicas e institutos especializados.

Las categorías en las que se subdivide cada nivel son las siguientes (ESAN, 2018):

Primer nivel de atención:

- Categoría I-1. Puesto de salud, posta de salud o consultorio con profesionales de salud no médicos.
- Categoría I-2. Puesto de salud o posta de salud (con médico). Además de los consultorios médicos (con médicos con o sin especialidad).
- Categoría I-3. Corresponde a los centros de salud, centros médicos, centros médicos especializados y policlínicos.
- Categoría I-4. Agrupan los centros de salud y los centros médicos con camas de internamiento.

Segundo nivel de atención:

- Categoría II-1. El conjunto de hospitales y clínicas de atención general.
- Categoría II-2. Corresponden a los hospitales y clínicas con mayor especialización.
- Categoría II-E. Agrupan a los hospitales y clínicas dedicados a la atención especializada.

Tercer nivel de atención:

- Categoría III-1. Agrupan los hospitales y clínicas de atención general con mayores unidades productoras de servicios de salud.
- Categoría III-2. Agrupan los hospitales y clínicas de atención general con mayores unidades productoras de servicios de salud y servicios en general.
- Categoría III-E. Corresponden a los institutos especializados.

2.1.3 Health Information Management System (HIMS) y sus módulos

Un HIMS, del inglés Health Information Management System, en español Sistema de Información para la Gestión del Cuidado de la Salud, es un sistema diseñado para gestionar la información sobre el cuidado de la salud en un centro médico. Esto incluye los sistemas que recopilan, almacenan, administran y transmiten historias clínicas electrónicas (HCE) de un paciente, que permiten la administración operativa de un hospital o que respaldan las decisiones de políticas de atención médica ([Brook, 2018](#)). Así, el HIMS es el conjunto de los módulos de HCE (Historias clínicas electrónicas), módulos Departamentales (Laboratorio, Farmacia, entre otros), Financieros y Fundacionales.

Un HIS (Sistema de Información Hospitalario), cuya implementación es objetivo de la presente investigación, conforma los módulos financieros y fundacionales del HIMS.

En la figura 3 se presenta una visión general de un HIMS:

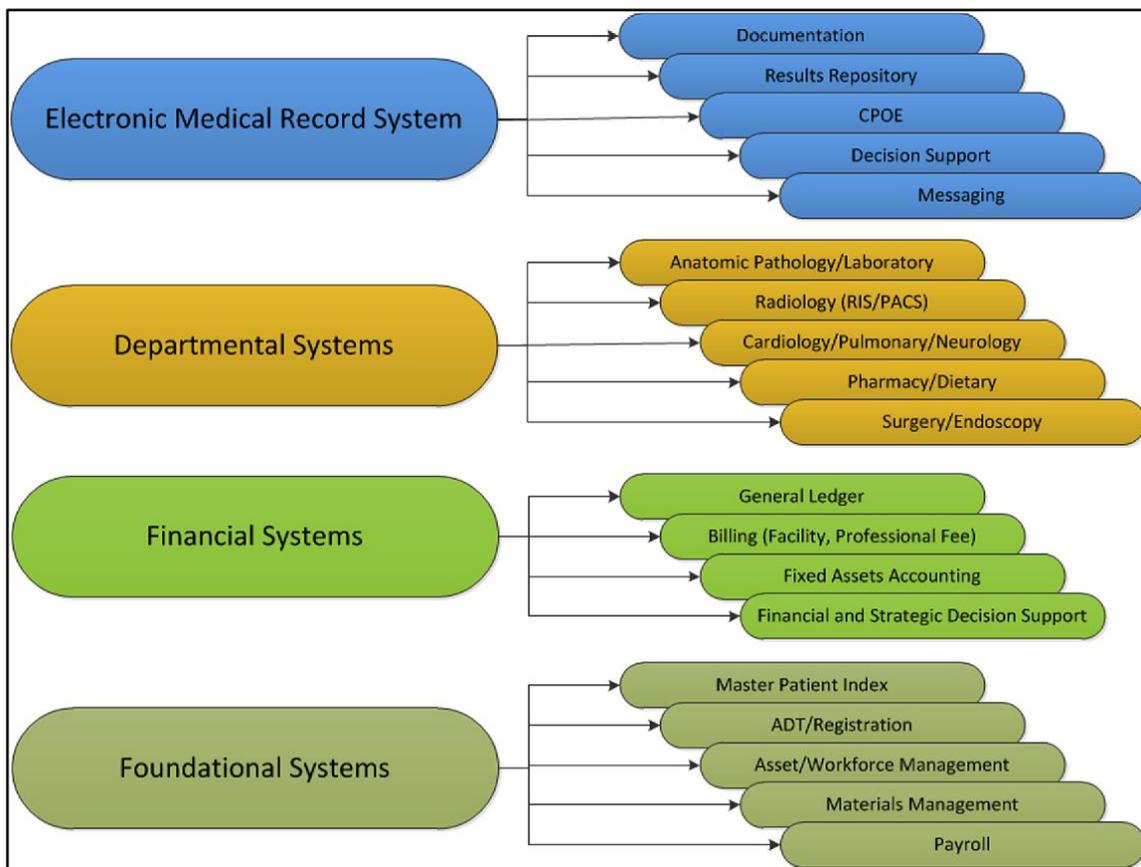


Figura 3. Módulos del HIMS.

Nota. Tomado de “Health Information Systems. Surgical pathology clinics” por Sirintrapun, 2016.

Como se muestra, existen cuatro grandes módulos los cuales son Sistema de Registro Médico Electrónico (incluye la Historia Clínica Electrónica o HCE), Sistemas Departamentales o de Soporte (como Sistema de Información de Farmacia PIS, de Sistema de Información de Laboratorio, de Sistema de Información de Imágenes, etc), Sistemas Financieros y Sistemas Fundacionales, cada uno con distintos submódulos y enfocados a distintas tareas en el hospital.

2.2 Marco Conceptual

Paso siguiente a describir el problema que nuestra presente tesis pretende ayudar a solucionar en el capítulo 1.1 y definir el marco teórico. La presente sección tiene como objetivo explicar los conceptos que se ahondarán en los siguientes capítulos y familiarizar al lector con ellos.

2.2.1 Centro de salud

Los centros de salud son “lugares que brindan cuidados para la salud. Incluyen hospitales, clínicas, centros de cuidados ambulatorios y centros de cuidados especializados, tales como las maternidades y los centros psiquiátricos”. La elección de a cuál centro de salud asistir por parte de los ciudadanos viene dada, comúnmente, a la ubicación del establecimiento, si el ciudadano está asegurado, si el seguro paga los servicios de ese centro, la preferencia de médicos específicos, la calidad de atención, entre otros (MedlinePlus, 2018).

2.2.2 Niveles de atención

Los niveles de atención y sus categorías, según la norma técnica de salud “CATEGORÍAS DE ESTABLECIMIENTOS DEL SECTOR SALUD” son los siguientes:



PRIMER NIVEL DE ATENCIÓN		Categoría I – 1
		Categoría I – 2
		Categoría I – 3
		Categoría I – 4
SEGUNDO NIVEL DE ATENCIÓN	Establecimientos de salud de Atención General	Categoría II – 1
		Categoría II – 2
	Establecimientos de Salud de Atención Especializada	Categoría II – E
TERCER NIVEL DE ATENCIÓN	Establecimiento de salud de Atención General	Categoría III – 1
		Categoría III-E
	Establecimiento de salud de Atención Especializada	Categoría III-2

Figura 4. Niveles y categorías de establecimientos de salud según la norma técnica de salud “CATEGORÍAS DE ESTABLECIMIENTOS DEL SECTOR SALUD”.

Tomado de MINSA (2011).

2.2.3 Categorías de centros médicos

La vigencia de las categorías de las UPSS es por tres años, luego de los cuales la máxima autoridad del centro de salud debe solicitar la recategorización (MINSA, 2011). Cada categoría tiene ciertas características y requisitos que cumplir para continuar en dicha clasificación. A continuación, en la *Tabla 10*, se presentan dichas características.

Tabla 10. Actividades en cada categoría de centros de salud según la norma técnica de salud “CATEGORÍAS DE ESTABLECIMIENTOS DEL SECTOR SALUD”.

Nivel	Primer nivel de atención				Segundo nivel de atención			Tercer nivel de atención		
Categoría	-1	-2	-3	-4	I-1	I-2	I-E	II-1	II-E	II-2
UPSS de atención directa obligatorias										
Consulta Externa	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Hospitalización					X	X	X	X	X	X
Emergencia					X	X		X		X

Centro obstétrico					X	X		X		X
Centro quirúrgico					X	X		X		X
Unidad de cuidados intensivos						X		X		X
UPSS de atención de soporte obligatorias										
Farmacia				X	X	X	X	X	X	X
Patología clínica			X	X	X	X	X	X	X	X
Diagnóstico por imágenes					X	X	X	X	X	X
Nutrición y dietética					X	X	X	X	X	X
Medicina de rehabilitación					X	X		X		X
Central de esterilización					X	X		X		X
Centro de hemoterapia y banco de sangre					X	X		X		X
Anatomía patológica						X		X		X
Hemodiálisis								X		X
Radioterapia								X		

Nota. Tomado de “CATEGORÍAS DE ESTABLECIMIENTOS DEL SECTOR SALUD”, por MINSA, 2011.

2.2.4 Sistema de información hospitalario (HIS)

Un Sistema de Información Hospitalario u Hospital Information System (HIS) “es un sistema que permite almacenar, procesar y reinterpretar los datos médico-administrativo de

cualquier institución hospitalaria. Este permite la optimización de los recursos humanos y materiales, además de minimizar los inconvenientes burocráticos que enfrentan los pacientes” ([Fernández y Florina, 2003](#)).

Un HIS trae numerosas ventajas al hospital como un acceso rápido y confiable a cualquier información referente a los pacientes o componente del hospital. Además, trae consigo beneficios en el servicio de calidad en la atención al cliente y una mejor gestión financiera.

Un sistema de información hospitalario eficiente y correctamente implementado debe ser centrado en el paciente, centrado en el hospital médico, asequible y escalable. Este último, debido al rápido avance de la tecnología, obliga al sistema a ser flexible para ir de la mano al rápido crecimiento del hospital (EMR Consultant, 2013).

2.2.5 Historia Clínica Electrónica (HCE)

Una historia clínica electrónica (HCE o EHR, por sus siglas en inglés) es un registro digital el cual, en teoría, es capaz de compartir la información de un paciente por los diferentes módulos de un Healthcare Information Management System (HIMS). Este alberga una gran variedad de información del paciente, tales como: historia médica, medicaciones, alergias, resultados de laboratorio, imágenes de radiología, signos vitales, edad, peso, entre otros ([Seymour, Frantsvog y Graeber, 2012](#)).

2.2.6 Sistema de Información de Farmacia (PIS)

Es un módulo del *healthcare information system*. Este módulo apoya en la distribución y gestión de las medicinas, muestra el inventario de los medicamentos y facilita la preparación de informes relacionados con farmacia ([Kazemi, Rabiei, Moghaddasi y Deimazar, 2016](#)).

2.2.7 Sistema de Información de Laboratorio (LIS)

Es un módulo el cual almacena y gestiona la información obtenida en el transcurso del trabajo del laboratorio. El módulo controla y gestiona las muestras, los resultados de las pruebas, proporcionar reportes y automatiza el flujo de trabajo. El integrar el LIS con el *healthcare information system* permitirá transmitir la información del laboratorio a la administración general del centro médico ([Skobelev, Zaytseva, Kozlov, Perepelitsa y Makarova, 2011](#)).

2.2.8 Healthcare Information Management System (HIMS)

Es un sistema mediante el cual los datos de la salud son registrados, almacenados, recuperados y procesados para mejorar la toma de decisiones en un centro médico (Endriyas et al., 2019). Este incluye sistemas de historias clínicas electrónicas, de laboratorio, farmacia, financieros y administrativos.

2.2.9 Seguro Integral de Salud (SIS)

Es un seguro de salud el cual tiene como público objetivo las personas que no tiene ningún otro seguro activo; mayormente cubre medicamentos, cirugías, procedimientos e insumos (SIS, 2019). Tiene 4 clasificaciones:

- SIS gratuito: Se enfoca en personas de pobreza extrema, pocos recursos y el cuerpo de bomberos.
- SIS independiente: Para cualquier persona que pueda y desee adquirirlo.
- SIS microempresas: Dueños de microempresas y sus trabajadores.
- SIS emprendedor: Para trabajadores que no tiene empleados a cargo

2.2.10 Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud (IPRESS)

Las IPRESS son instituciones las cuales son creadas para brindar servicios de salud. Para poder ejercer sus servicios deben estar inscritas en SUSALUD. Dentro de sus funciones se destacan ([SUSALUD, 2019](#)):

- Su principal función es la brindar servicios de calidad y oportunidad. Gozan de autonomía administrativa y financiera.
- Las IPRESS están facultadas para vender servicios a las IAFAS e intercambiar servicios entre sí.
- Las IPRESS son responsables frente a los usuarios por las prestaciones de salud con oportunidad y calidad que brinden.

2.2.11 Institución Administradora de Fondos de Aseguramiento en Salud (IAFAS)

Son instituciones tanto privadas, públicas o mixtas las cuales recaudan recursos de los afiliados. Esto con el fin de dar cobertura financiera a las IPRESS (OPS, 2011).

2.2.12 SUSALUD

La Superintendencia Nacional de Salud (SUSALUD) es la institución encargada de proteger los derechos en salud de cada peruano, supervisando así que las prestaciones y el acceso a los servicios de salud sean otorgadas con calidad, oportunidad, disponibilidad y aceptabilidad, sin importar donde se atienda o su condición de aseguramiento.

SUSALUD tiene potestad para actuar sobre todas las Instituciones Prestadoras de Salud (IPRESS) así como las Instituciones Administradoras de Fondos de Aseguramiento en Salud (IAFAS). Para ello, sigue cuatro lineamientos (SUSALUD, 2020):

- Promoción protección y restitución de los Derechos en Salud
- Prevención permanente de la vulneración de los Derechos en Salud frente al sistema de salud
- Coadyuvar la Gestión del Riesgo para alcanzar de manera más efectiva los logros institucionales de todos los integrantes del sistema de salud
- Modernizar la gestión institucional promoviendo espacios de articulación intersectorial y de integración de sistemas de información

2.2.13 Interoperabilidad

Interoperabilidad es la capacidad de los sistemas de poder interactuar entre sí con la finalidad de tener beneficios mutuos. Esto hace que las organizaciones involucradas puedan compartir datos e información mediante sus sistemas de información respectivos. (Criado, Gascó y Jiménez, 2010).

A nivel de interoperabilidad en el Perú, se usa la Plataforma de Interoperabilidad del Estado (PIDE), la cual es una infraestructura tecnológica que permite conectar datos electrónicos entre las diferentes entidades del Estado a través de internet, plataforma móviles, entre otros (Secretaría de Gobierno Digital, 2019).

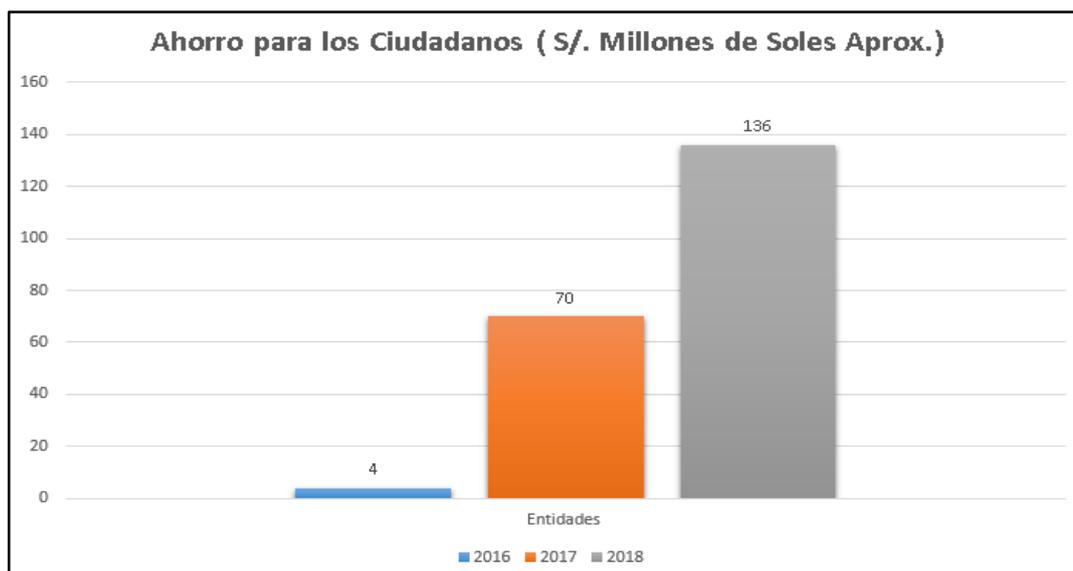


Figura 5. Aumento de ahorro gracias al PIDE.

Tomado de Interoperabilidad por PCM: Secretaría de Gobierno Digital, 2019.

2.2.14 Health Level 7 (HL7)

Es una organización de Desarrollo de Normas (*Standards Developing Organization, SDO*) los cuales brindan un conjunto de estándares en el sector médico para la interoperabilidad dentro de diferentes módulos en un SI de un centro médico e inclusive la comunicación entre diferentes SI.

Las normas HL7 han adquirido aceptación internacional por parte de un creciente número de organizaciones miembro afiliadas al estándar internacional a HL7, promoviendo las normas y trabajando en estrategias de adaptación nacional (SIEMENS, 2019).

Algunas características del HL7 son las siguientes (Aghazadeh, Aliyev y Ebrahimnezhad, 2012):

- El software debe poder realizar un registro computarizado separado (EMR / CPR) para cada paciente admitido.
- El sistema ha sido aceptado para transferir información entre distintos centros médicos.
- El software está diseñado en función de la tecnología orientada a objetos, lo que significa que diferentes capas (diferentes tareas) se pueden ejecutar por separado e

implementarse, por lo que se puede implementar en varios centros de sistemas de salud.

- El software debe ser capaz de soportar tecnología multimedia.
- El nivel de acceso a la información se clasifica según cada tarea individual en el tratamiento del paciente
- El software debe ser fácil de utilizar
- Debe tener una numeración estándar de archivos
- El sistema funciona en la red y cubre todas las unidades clínicas.
- La confidencialidad de la información debe ser asegurada

2.2.15 Sprint

Es un ciclo o iteración dentro de un proyecto bajo el marco de trabajo Scrum. Su duración habitual es entre 2 o 3 semanas. En cada sprint, se logra un entregable del producto que aporte valor al cliente (ScrumStudy, 2022).

2.3 Marco Legal

En la presente sección se describirán las leyes y/o normas pertinentes que están relacionadas al tema de Sistemas de Información Hospitalarios y puedan afectar la implementación de estos.

- **Ley N^a 26842 - Ley General de Salud**

Esta ley dispone que la salud es una condición indispensable del desarrollo humano y un medio fundamental para alcanzar el bienestar individual y colectivo. Además, que es responsabilidad del Estado regular, vigilar y promover la salud de los ciudadanos. Nuestro HIS debe poder ser capaz de registrar a cualquier ciudadano y velar por que se cumplan sus derechos en cuanto a salud.

- **Ley N^o 27806 - Ley de Transparencia y Acceso a la información Pública**

Esta establece como derecho fundamental de toda persona solicitar y recibir información de cualquier entidad pública, con ciertas restricciones de acceso. La información consultable que dispone el Estado corresponde a áreas como salud, educación, medio ambiente, inversiones públicas, seguridad ciudadana y justicia. Esto compromete a nuestro sistema a brindar información a los ciudadanos (directamente o

a través del médico) de manera segura, fiable y con alta disponibilidad; de lo contrario, no se estarían respetando sus derechos.

- **RM 1942-2002 SA/DM, que aprobó la Directiva N°001-2002 OGEI "Normas Generales sobre acciones de Sistemas de Información, Estadística e Informática en el Ministerio de Salud"**

Establece las normas legales para las actividades desarrolladas en el campo de Sistemas de Información, Estadística e Informática en las dependencias del Ministerio de Salud. Esta ley es la que, tal vez, afecta en mayor medida a nuestro sistema pues propone una serie de requisitos y medidas que los sistemas de información correspondientes a las dependencias del Ministerio de Salud deben cumplir. Estas medidas abarcan opiniones y asistencias técnicas, supervisiones, automatizaciones, cooperación en proyectos, planificación, estándares, calidad, diseño, entre otros.

- **RM 751-2004-MINSA/DGSP, que aprueba la NT N° 18-MINSA/DGSP-V.01: "Norma Técnica del Sistema de Referencia y Contrarreferencia de los Establecimientos del Ministerio de Salud"**

Esta norma busca normar y regular los procesos y procedimientos administrativos - asistenciales del sistema de referencia y contrarreferencia de los diferentes niveles de organización del MINSA, para garantizar la continuidad de la atención de salud y contribuir a solucionar los problemas de salud en el Perú. Nuestro sistema, al implementar este servicio, se suscribe a cumplir esta norma técnica.

- **RM 597-2006-MINSA, que aprueba la NT N° 022-MINSA/DGSP-V.02: "Norma Técnica de Salud para la Gestión de la Historia Clínica".**

Esta norma técnica establece normas para el manejo, conservación y depuración de Historias Clínicas y estandariza el contenido básico a ser registrado en ellas. Esta norma afecta altamente del módulo de Historias Clínicas Electrónicas, pero también está relacionada con el HIS pues indica la información a ser manejada en estas historias.

- **R.M. N° 776-2004-MINSA. Norma técnica de la Historia Clínica de los establecimientos de salud del sector Público y Privado**

Esta norma técnica también establece normas y procedimientos para la administración y gestión de historias clínicas a nivel del sector salud y un estándar con

el contenido básico de la Historia Clínica. También se tomará en cuenta para la interoperabilidad con el módulo de HCE.

- **Directiva Administrativa que establece los Procesos de Atención y Procedimiento de Pago de las Prestaciones de Salud brindadas a los asegurados del Seguro Integral de Salud en condición de Emergencia por las IPRESS Privadas Directiva Administrativa N° 001-2016/SIS/GREP-GNF-GA-OGTI-OGAR-V.02**

Esta ley estandariza el proceso de atención, evaluación y procedimientos de pago de las prestaciones brindadas a los asegurados del Seguro Integral de Salud (SIS), en condiciones de emergencia, por las IPRESS. Como nuestro módulo de finanza implementa el submódulo de biling, es necesario tener en cuenta esta directiva para entender el procedimiento de cobro a las IPRESS por pacientes que cuenten con el SIS.



Capítulo 3. Estado del Arte

En este capítulo se presenta una investigación sobre herramientas, estudios e investigaciones relacionados al HIS. Esta investigación nos proporcionará un mejor panorama para saber qué está implementado actualmente en el Perú. Por otro lado, es menester saber la situación actual de los HIS a nivel internacional. Con toda la información recabada se podrá plantear una solución que sea acorde a la coyuntura nacional y que brinde las mejores prácticas de otros HIS.

3.1 Revisión y discusión

3.1.1 Objetivos de revisión

Los objetivos son los siguientes:

- Conocer las ventajas traería implementar un HIS que sea interoperable entre los distintos centros médicos y entre los diferentes módulos.
- Conocer las mejores prácticas de los HIS existentes en el mercado nacional e internacional.
- Conocer el impacto que tuvo los HIS interoperables a nivel internacional.
- Investigar las características que tienen actualmente los HIS a nivel global.

3.1.2 Metodología usada

La metodología usada será la investigación sistemática (Kitchenham, 2007), específicamente la estrategia PICOC, debido a la gran cantidad de investigaciones y documentos que existen y a la necesidad de analizar sólo los más importantes y semejantes a la tesis presentada. Además, serán necesarios de agrupar y consolidar dichos documentos para brindar respuestas a las preguntas que se harán a continuación.

Los componentes de la estrategia PICOC a utilizar son:

Tabla 11. Aplicación de la estrategia PICOC.

Ítem	Explicación	Descripción
Población	¿Quién?	Sistemas de Información Hospitalarios.
Intervención	¿Qué o cómo?	Interoperabilidad y estándares como HL7.
Comparación	¿Comparado con qué?	Sistemas de información no interoperables. ERPs. MIS. DSS.
Salida	¿Qué queremos lograr?	Resolver las preguntas de investigación planteadas en el siguiente ítem..
Contexto	¿En qué circunstancias?	Centros médicos de categoría II-1 o superior.

3.1.3 Preguntas de investigación

Se busca resolver las siguientes interrogantes:

- ¿Qué ventajas trae el que un HIS sea interoperable entre distintos módulos y centros médicos?
- ¿Qué prácticas de seguridad se siguen al implementar los HIS?, actualmente
- ¿Qué mejoras notables a corto y mediano plazo hubo con los HIS implementados a nivel global?
- ¿Qué características tienen los HIS existentes a nivel internacional?

Estas preguntas se resolverán haciendo uso de una serie de cadenas de búsqueda y palabras clave en las principales bases de datos y luego haciendo uso de ciertos criterios de inclusión y exclusión para reducir la cantidad de resultados obtenidos.

3.1.4 Estrategia de búsqueda

Para la estrategia de búsqueda, se usaron la siguiente cadena de búsqueda:

("health information system" OR "hospital information system" OR "healthcare information system") AND ("benefits" OR "profits" OR "advantages" OR "architecture" OR

"technology" OR "requisites" OR "requirements" OR "security" OR "encryption" OR "protocols" OR "interoperability")

Dicha cadena de búsqueda fue introducida en los siguientes repositorios: Association for Computing Machinery Digital Library, Annual Reviews, Full Text Finder, Scopus, Springer Link, Taylor & Francis Journals, Wiley Online Library, IEEE/IET Electronic Library (IEL), HeinOnline y Oxford Academic Journals.

3.1.5 Criterios de Inclusión y Exclusión

Tabla 12. Criterios de inclusión y *exclusión* de la revisión

Criterios de Inclusión	Criterios de Exclusión
<ul style="list-style-type: none"> Estudios que sean únicamente relacionados al HL7. Estudios en inglés o español. 	<ul style="list-style-type: none"> Estudios no actualizados en más de 5 años. Estudios realizados que no tengan relevancia con el tema de la salud.

3.1.6 Población

Una vez que se tiene claro los criterios de inclusión y exclusión, el día 17 de mayo de 2020 se realizó la búsqueda en las bases de datos y se encontró lo siguiente:

Tabla 13. Población obtenida

Fuente	Cantidad de artículos encontrados	Cantidad de artículos repetidos	Cantidad de artículos seleccionados
ACM	97	2	2
IEEXPLORE	27	1	1
FTF	9	1	1

De los artículos encontrados con la cadena de búsqueda se descartaron aquellos que no aportaban información relevante para la implementación del HIS o que no cumplían los criterios de inclusión y exclusión. Los documentos revisados se muestran a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 14. Población obtenida de la revisión

Código	Estudio	Autor	Año de publicación
A - 01	Health IT and Patient Safety: Building Safer Systems for Better Care (Health Information Technology and Patient Safety)	Institute of Medicine of National Academies	2012
A - 02	A security approach for health care information systems	Iuliana Chiuchisan ; Doru-Gabriel Balan ; Oana Geman	2017
A - 03	E –Hospital Management & Hospital Information Systems – Changing Trends	Prem Kumar	2013
A - 04	Perceived Benefits of Implementing and Using Hospital Information Systems and Electronic Medical Records	Mohamed Khalifa	2017
A - 05	Review the Role of Hospital Information Systems in Medical Services Development	S. Aghazadeh, A. Aliyev, and M. Ebrahimnezhad	2012

3.1.7 Respuestas a las preguntas de investigación

➤ **Ventajas de que un HIS sea interoperable entre distintos módulos y centros médicos**

Que un HIS sea interoperable conlleva a tener un sistema centralizado y de uso seguro. Un sistema centralizado permite que la información se comparta de manera pública y el sistema en general sea menos propenso a errores. La falta de interoperabilidad de un sistema de información es una barrera para las mejoras en la toma de decisiones del centro de salud y la seguridad del paciente. Mayor interoperabilidad puede mejorar la seguridad, privacidad y experiencia del paciente.

La interoperabilidad debe extenderse a lo largo del flujo de atención, deben desarrollarse e implementarse estándares para respaldar la interacción entre productos de TI de salud que contienen datos distintos entre sí, mejorando la productividad y reduciendo costos.

Existen múltiples niveles de interoperabilidad para ofrecer diferentes niveles de interoperabilidad:

- Intercambiar flujos de bits

- Intercambiar datos sin pérdida de contenido semántico
- Aceptar complementos (plugins)
- Mostrar información similar en un mismo formato

Para implementar la interoperabilidad en un sistema de información se pueden seguir las siguientes pautas:

- Todos los productos de TI de salud deben poder exportar datos en forma estructurada y formatos estándar.
- Todos los productos de TI deben proporcionar su documentación sin ninguna tarifa o cargo y de forma fácil de leer.
- Todos los productos de TI deben poder mostrar datos importados de una manera compatible con los datos generados internamente.
- Es altamente recomendado el uso de estándares para la representación de datos, así como el apoyo al cumplimiento de estos (Institute of Medicine of National Academies, 2012).

➤ **Prácticas comunes de seguridad al implementar los HIS**

Actualmente, los Sistemas de Información Hospitalarios son mayormente accedidos vía web, por lo que requieren ciertas medidas para asegurar que el almacenamiento y la gestión de accesos sean seguros y cumplan con medidas de Quality of Service (QoS).

- Almacenamiento rápido y seguro para acceder a los registros de historias clínicas.
- Protección ante software malicioso como rutinas de software o virus a través de antivirus, firewalls y actualizaciones de software.
- Acceso protegido y solo para personal autorizado.
- Disponibilidad para dispositivos móviles.
- Protección en línea de actividades criminales que hackers o usuarios puedan efectuar contra el sistema a través de internet.
- Seguridad de TI, física y humana: disponer de derechos de acceso a la data y al análisis de datos, seguridad de transferencia de datos, manera cómo y cuándo los datos son almacenados y cumplir con políticas de seguridad.
- Firmas digitales y verificación sobre una web segura: uso de HTTPS y TLS/SSL.

- Data encriptada en tablas SQL.
- Infraestructura de red segura: Virtual Private Networks (Chiuchisan, Balan y Geman, 2017)

Además, los HIS buscan cumplir con una serie de requisitos no funcionales tales como:

- Fácil recuperación de datos precisos, oportunos y confiables.
- Implementar un sistema con el que el usuario le gustaría interactuar.
- Visualización de datos simple e intuitiva.
- Navegación simple.
- Facilitar la toma de decisiones.
- Mejoras en el flujo de trabajo, automatizando tareas y optimizando el trabajo, sin aumentar la carga de trabajo física o cognitiva.
- Fácil transferencia de información desde y hacia otras organizaciones y proveedores.
- Copias de seguridad de la información.
- No presentar tiempos de inactividad a menos que estos sean programados (Institute of Medicine of National Academies, 2012).

➤ **Mejoras notables a corto y mediano plazo con los HIS implementados a nivel global**

Según reporta Mohamed Khalifa en los resultados obtenidos tras implementar un HIS y EMR, se obtuvieron los siguientes beneficios, mostrando las tasas de mejoría en cada uno:

Tabla 15. Resultados de implementar un HIS (Mohamed Khalifa, 2017)

Ítem	Media	Opinión del Participante
Mejoró el acceso a la información	4.49	Totalmente de acuerdo
Mejoró la productividad de los profesionales de la salud	4.31	Totalmente de acuerdo
Mejoró la eficiencia y la exactitud de las fianzas	4.30	Totalmente de acuerdo
Mejoró la calidad de la salud	4.27	Totalmente de

		acuerdo
Mejóro la administración clínica (diagnóstico y tratamiento)	4.22	Totalmente de acuerdo
Redujo los gastos respectivos a los registros médicos	4.13	De Acuerdo
Redujo los errores médicos	4.05	De Acuerdo
Mejóro la seguridad del paciente	4.05	De Acuerdo
Mejóro los resultados de los pacientes	4.01	De Acuerdo
Mejóro la satisfacción de los clientes	3.95	De Acuerdo

En otro estudio ([Prem Kumar, 2013](#)) se encontraron los siguientes beneficios:

Tabla 16. Beneficios de implementar un HIS (Prem Kumar, 2013)

Almacenamiento y la condición del paciente	Se proporciona información certera del paciente
	Se generan advertencias en caso de que algunos resultados sean atípicos.
	Se pueden especificar períodos para las pruebas de los pacientes
	Proceso y análisis de datos con fines estadísticos o de investigación
Gestión y flujo de datos	Soporta transferencia de datos de pacientes entre departamentos e instituciones
	Firmas digitales para crear órdenes electrónicas internas
	Comunicación con el Laboratory System (LIS)
	Registro de recursos humanos y sus propiedades
Aspectos financieros	Efectiva administración de las finanzas
	Uso y monitoreo de las medicinas y de la efectividad en el

	pedido de ellas
	Los costos esperados y reales son mostrados y reportados
	Representación automatizada de las necesidades del personal de enfermería
	Análisis del estado de ocupación de las camas y el rendimiento general del hospital

➤ **Características que tienen los HIS existentes a nivel internacional**

En India ([Prem Kumar, 2013](#)), el HIS tuvo las siguientes características:

- Certificado por la ISO / IEC 9126
- Basado en HL7
- Basado en Unicode con soporte con el lenguaje hindi
- Informes completos sobre varios parámetros personalizables
- Seguridad de la información y privacidad
- Logs de auditoría de las transacciones
- Potente buscador de información y seguimiento de la historia del paciente
- Interfaz con pantalla táctil en diferentes kioscos
- Disponible en Windows y Linux

Según otro estudio ([Aghazadeh, Aliyev y Ebrahimnezhad, 2012](#)), un HIS debe poseer los atributos mencionados a continuación:

- Trabaja bajo un estándar
- Trabaja bajos “eventos médicos” y es independiente del ciclo de pacientes en movimiento.
- Ofrece la mejor solución para la coordinación entre los diferentes módulos del hospital
- Coordina todas las salas del centro médico
- Aumenta la calidad de la toma de decisiones y la gestión.
- Incluye bases de datos de medicina como SNOMED y ICD-10.

- El 2% de los casos el ingreso de datos es manual. En el 98% restante se hace mediante clics con el mouse.
- Las operaciones son simples y son user friendly
- Se usan tarjetas inteligentes para identificar y controlar el acceso del personal al hospital y así tener un registro de asistencia
- Está equipado con un sistema de video conferencia entre profesionales de la salud
- Está equipado con un sistema inteligente de diagnóstico y tratamiento basado en el conocimiento.
- El acceso y la recuperación de datos es posible y fácil con el HIS
- Usa tecnología multimedia, audio y grabación de video

3.2 Software y tesis similares

Adicionalmente a los artículos encontrados usando la investigación sistemática, se investigaron sistemas de información similares, enfocados en la gestión de información administrativa de centros médicos, y tesis con temas relacionados en el Repositorio de Tesis PUCP.

3.2.1 Software comercial similar

Se encontraron los siguientes sistemas enfocados en la administración de información administrativa en centros médicos del Perú:

Tabla 17. Software comercial similar

https://www.sigerp.pe/?gclid=Cj0KCQiAjKqABhDLARIsABbJrGk6hj4GBjIFR208R5zZplSuFRio11Vtup88wuEhofDDqoTQdv49IEMaAq03EALw_wcB
https://www.lolimsa.com.pe/
https://www.smartsystem.pe/software-medico/
https://clinic-cloud.com/
https://www.mediwebperu.com/

Además, se encontraron y examinaron las siguientes tesis de Ingeniería Informática en el Repositorio de tesis PUCP:

Tabla 18. Tesis encontradas en el repositorio de tesis PUCP

Nombre	Autor	Año
Servicio Informático Para Dar Soporte Al Manejo De La Documentación En Un Departamento De Tecnología De La Información De Una Universidad	José Eduardo Marroquín Rodríguez	2018
Análisis, Diseño E Implementación De Un Sistema De Información Integral De Gestión Hospitalaria Para Un Establecimiento De Salud Público	Javier Francisco Mosquera Tarazona Willy Mestanza Vigo	2007
Recuperación de Historias Clínicas Electrónicas a partir de un Repositorio Digital usando una Arquitectura Orientada a Servicios	Katty Sue Hellen Sánchez Reyna	2015

3.3 Conclusiones

Con los documentos encontrados y los resultados expuestos, podemos concluir lo siguiente respecto a los HIS implementados en la actualidad:

Tabla 19. Conclusiones de la investigación

Subtema	Resumen
Ventajas de interoperabilidad	<ul style="list-style-type: none"> ● Ayuda en la toma de decisiones ● Seguridad y privacidad de la información de los pacientes ● Sistema centralizado ● Estandarización ● Menos propenso a errores ● Mejor atención de los pacientes ● Mayor productividad y reducción de costos
Prácticas comunes de	<ul style="list-style-type: none"> ● Protección a través de antivirus y firewalls ● Control de acceso ● Disponibilidad para dispositivos móviles

seguridad	<ul style="list-style-type: none"> ● HTTPS y TLS/SSL ● Data SQL encriptada ● VPN ● Navegación y visualización simples ● Transferencias y almacenamiento rápidos y seguros ● Copias de seguridad ● Sin tiempos de inactividad
Mejoras logradas a nivel global con HIS	<ul style="list-style-type: none"> ● Acceso a la información ● Productividad de médicos y eficiencia de finanzas ● Calidad de salud ● Administración clínica ● Reducción de gastos ● Reducción de errores ● Seguridad, resultados y satisfacción de los pacientes ● Transferencia de pacientes entre departamentos e instituciones ● Monitoreo de las medicinas ● Gestión de costos ● Representación de las necesidades del personal ● Estado de ocupación de activos y rendimiento del hospital
Características de los HIS a nivel internacional	<ul style="list-style-type: none"> ● Basados en HL7 ● Caracteres Unicode ● Logs de auditoría ● Buscador de información ● Disponible en diversos sistemas operativos ● Óptima coordinación entre módulos del centro médico ● Tarjetas de identificación para el personal ● Uso de tecnología multimedia

Capítulo 4. Especificación de Requerimientos

En esta sección se presentan los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema. A cada uno se le asignó un nivel de prioridad, siendo los números menores (1) los más importantes y que contribuyen al logro de los objetivos de la presente tesis, y los números mayores (5), los requerimientos que le agregarían un valor agregado al sistema y a los usuarios del mismo.

4.1 Objetivo

El objetivo de esta sección es especificar los requerimientos funcionales y no funcionales obtenidos, así como su priorización.

4.2 Mapeo de Procesos

Para iniciar la fase de Análisis de Requerimientos se realizó un mapeo de los principales procesos y procedimientos que contemplaba el alcance del proyecto.

Se entrevistó a jefes de áreas, a personal de sistemas y a médicos de hospitales como Edgardo Rebagliati y el Arzobispo Loayza. Se hicieron preguntas puntuales sobre el funcionamiento de algunos procedimientos, las preguntas se encuentran en el Anexo B. Además, se revisó documentación de los Manuales de Procesos y Procedimientos de algunos hospitales de la red EsSalud (EsSalud, 2020).

Los procesos mapeados fueron los siguientes y sus flujos se encuentra en el Anexo C.

Tabla 20. Mapeo de Procesos

Grupo	ID	Proceso
Procesos Logísticos	PR-01	Requerimiento de compras
	PR-02	Recepcionar, registrar e internar los bienes al almacén central
	PR-03	Distribución de los Bienes desde el almacén central
	PR-04	Gestión y control del stock de inventarios centralizados
	PR-05	Toma de inventarios físicos de existencias en

		los almacenes centrales
	PR-06	Altas de bienes patrimoniales muebles
	PR-07	Altas de Bienes Patrimoniales Inmuebles
Procesos Financieros	PR-08	Gestión de Ingresos
	PR-09	Rubro pago de Impuesto del IGV
	PR-10	Elaboración de Estados Financieros
Gestión de las personas	PR-11	Vinculación Personal
	PR-12	Desvinculación
	PR-13	Liquidación De Beneficios Sociales
Procesos de Atención de Salud	PR-14	Atención de Urgencias y Emergencias
	PR-15	Emergencias Obstétricas y Ginecólogas
	PR-16	Ingreso de paciente y atención en triaje en Servicio de Emergencia de Obstetricia y Ginecología
	PR-17	Atención de paciente en Servicio de Emergencia de Obstetricia y Ginecología
	PR-18	Visitas Médicas
	PR-19	Alta médica en Servicio de Emergencia de Obstetricia y Ginecología
	PR-20	Transferencia de paciente a Sala de Operaciones, Hospitalización y/u otro Servicio
	PR-21	Solicitud de interconsulta
	PR-22	Alta Voluntaria (Administrativa)
	PR-23	Emisión de Constancia de Atención
Consulta Médica Ambulatoria	PR-24	Atención Integral de Neonatología
	PR-25	Atención de consulta externa médica de neonato bajo riesgo
	PR-26	Atención de consulta externa médica de neonato mediano riesgo
	PR-27	Atención de consulta externa médica de

		neonato alto riesgo
	PR-28	Consulta médica a ambulatoria de neonatología
Atención de Urgencias y Emergencias Pediátricas	PR-29	Ingreso y atención de pacientes pediátricos en Triage
	PR-30	Admisión de pacientes pediátricos en emergencia
	PR-31	Ingreso y Atención del paciente pediátrico en Sala de observación
	PR-32	Alta médica del Servicio de Emergencia Pediátrica
	PR-33	Derivación de paciente pediátrico a otros Servicios de Hospitalización / Tratamiento pediátrico
	PR-34	Referencia / Contrarreferencia a otros Centros de Salud
	PR-35	Monitoreo clínico pediátrico: Visitas médicas
	PR-36	Monitoreo clínico pediátrico: Rondas de enfermería
	PR-37	Alta Voluntaria
Admisión y Registros Médicos	PR-38	Solicitud de las referencias
	PR-39	Referencia administrativa
	PR-40	Contrarreferencia
	PR-41	Extensión de la referencia

4.3 Requerimientos funcionales

Se procedió a analizar los procesos mapeados y la información obtenida a través de las entrevistas, se obtuvieron así los siguientes requerimientos funcionales. Se realizó la priorización de los requerimientos por cuenta propia, pues para seguir con lo planteado en el cronograma primero se desarrollaron las pantallas y procesos más importantes de gestión de tablas principales como usuarios, citas, referencias y finanzas para ser mostradas a los interesados; y luego se continuó con los procesos de soporte y apoyo y la interoperabilidad.

A continuación, se listan y detallan los requerimientos funcionales organizados por categoría.

Tabla 21. Especificación de Requerimientos Funcionales

ID	Categoría	Requerimiento	Rol	Prioridad
1	Empleados	El sistema debe permitir gestionar empleados.	RRHH	5
2		El sistema debe permitir administrar roles para los usuarios que permitan el acceso a módulos y funcionalidades específicas.	TI	3
3		El sistema debe permitir gestionar los horarios de los empleados.	RRHH	2
4		El sistema permitirá programar actividades a los empleados en determinadas horas en los ambientes del hospital.	RRHH	4
5		El sistema debe permitir asignar especialidades y áreas a los empleados.	RRHH	4
6	Pacientes	El sistema debe permitir gestionar los datos no clínicos pacientes.	ADMISIÓN	5
7		El sistema permitirá el flujo de pacientes entre especialidades del hospital.	ADMISIÓN	5
8		El sistema permitirá el flujo de pacientes desde cualquier área (referencia, consulta externa, ambulatoria y a hospitalización/emergencia, indicando el cuarto destino).	ADMISIÓN	4
9		El sistema deberá permitir visualizar los movimientos de pacientes.	ADMISIÓN ENFERMERA	4
10		El sistema deber permitir el ingreso de pacientes por emergencia.	ADMISIÓN	4
11		El sistema deber permitir cambiar de cuarto a un paciente.	ADMINISTRACIÓN	4
12		El sistema debe permitir asignar un seguro de salud a los pacientes.	ADMISIÓN	5
13	Citas	El sistema debe permitir gestionar las citas de los pacientes.	CITAS	5
14		El sistema deber permitir gestionar citas no programadas, donde se atiende a los pacientes en orden de llegada durante un	CITAS	5

		turno.		
15		El sistema debe permitir al doctor visualizar su programación de trabajo por semana o mes.	MÉDICO	5
16		El sistema debe permitir llenar los formatos de referencia.	MÉDICO	5
17		El sistema debe permitir gestionar los formatos de referencia de un centro médico.	ADMISIÓN	5
18		El sistema debe permitir llenar los formatos de contrarreferencia.	MÉDICO	5
19		El sistema debe permitir gestionar los formatos de contrarreferencia de un centro médico.	ADMISIÓN	5
20	Activos	El sistema permitirá gestionar los tipos de activos.	FINANZAS	5
21		El sistema permitirá gestionar los tipos de insumos.	FINANZAS	5
22		El sistema permitirá gestionar los precios de lista del uso de tipos de activos por especialidad y área.	FINANZAS	4
23		El sistema debe permitir asignar y retirar activos a pacientes.	ADMINISTRACIÓN	4
24		El sistema debe permitir visualizar los activos e insumos asociados a un paciente.	ADMINISTRACIÓN	4
25		El sistema permitirá definir el tipo de depreciación de los tipos de activos fijos.	FINANZAS	3
26		El sistema permitirá visualizar la depreciación de un activo por periodos desde su fecha de adquisición.	FINANZAS	2
27		El sistema debe permitir el reporte de un activo como averiado o reparado.	ADMINISTRACIÓN	2
28		El sistema debe poder visualizar un histórico de los reportes de reparaciones.	ADMINISTRACIÓN	1
29		El sistema permitirá la aprobación de los registros de reparación de activos.	FINANZAS	2
30		El sistema permitirá asignar activos a un cuarto del hospital.	ADMINISTRACIÓN	3
31	Logística	El sistema debe permitir gestionar los	LOGÍSTICA	4

		almacenes centrales, por edificio y por piso del hospital.		
32		El sistema deberá alertar en caso un activo o insumo este escaso en algún almacén para su respectivo movimiento de otro almacén o compra.	LOGÍSTICA	5
33		El sistema deberá permitir registrar las salidas de los almacenes para los usuarios del HIS.	LOGÍSTICA	5
34		El sistema deberá permitir registrar el ingreso de activos de los almacenes para los usuarios del HIS.	LOGÍSTICA	5
35		El sistema deberá permitir el ingreso y salida a almacenes centrales a través de un web service (para usuarios de otros sistemas).	-	5
36		El sistema deberá permitir registrar los movimientos entre almacenes.	LOGÍSTICA	5
37		El sistema deberá permitir visualizar los movimientos de almacenes realizados, entradas y salidas.	LOGÍSTICA	5
38	Hospital	El sistema permitirá gestionar los precios de lista de hora de trabajo de cada especialidad y área.	FINANZAS	3
39		El sistema debe permitir gestionar los datos relacionados al hospital (nivel, dirección, impuestos, inventario, tiempo de citas).	TI	3
40		El sistema debe permitir gestionar los edificios, pisos y cuartos del hospital.	LOGÍSTICA	4
41		El sistema debe permitir asignar a un cuarto una especialidad y un tipo.	LOGÍSTICA	4
42		El sistema deber permitir gestionar los tipos de ambientes del hospital.	LOGÍSTICA	3
43		El sistema deber permitir asignar precios de lista a los cuartos.	FINANZAS	4
44		Finanzas	El sistema permitirá gestionar gastos pago de deudas, multas, etc.	FINANZAS
45	El sistema debe permitir registrar los pagos de los pacientes.		FINANZAS	5
46	El sistema debe permitir visualizar los pagos de los pacientes.		FINANZAS	5

47		El sistema deberá permitir el registro de ingresos al hospital a través de un web service	-	3
48	Reportes	El sistema permitirá emitir un reporte con los gastos incurridos en un paciente en un periodo determinado y otros criterios	FINANZAS	
49		El sistema permitirá emitir un reporte con la cantidad de citas realizadas por un doctor y su liquidación correspondiente	RRHH	
50		El sistema permitirá emitir un reporte con los gastos incurridos en el mes	FINANZAS	
51		El sistema permitirá emitir un reporte de inventarios.	LOGÍSTICA	
52		El sistema permitirá emitir un reporte con la cantidad de insumos y activos en cada almacén.	LOGÍSTICA	
53		El sistema permitirá emitir un reporte con los activos y sus valores monetarios	FINANZAS	
54		El sistema permitirá emitir un reporte con las ganancias y gastos del centro médico.	FINANZAS	
55		El sistema permitirá emitir un reporte de citas del paciente.	ADMISIÓN	
56		El sistema permitirá emitir un reporte gráfico con las ganancias y gastos del centro médico.	FINANZAS	
57		El sistema permitirá emitir un reporte con los empleados y sus remuneraciones correspondientes al mes (sueldos, utilidades, gratificaciones).	RRHH	
58		El sistema permitirá emitir reportes de eficiencia (costo / beneficio) por activo, insumo, especialidad médica y médico.	FINANZAS	
59		El sistema permitirá emitir el cronograma del médico.	MÉDICO	
60		El sistema permitirá emitir la lista de citas médicas de un médico.	MÉDICO	

4.4 Requerimientos no funcionales

También se encontraron los siguientes requerimientos no funcionales, los cuales permiten dar soporte a los requerimientos funcionales y a las características y especificaciones que requiere un sistema para un hospital de categoría II-1 o superior.

Tabla 22. Especificación de Requerimientos no Funcionales

ID	Requerimiento
1	Los reportes serán en formato de PDF y Excel
2	El sistema funcionará bajo una plataforma web y estará disponible en el navegador Chrome.
3	Confidencialidad e integridad de la información
4	El sistema usará servicios API Rest
5	El sistema será usable, fácil de aprender y con una interfaz sencilla para su uso por administrativos y médicos de hasta 70 años.
6	El tiempo de aprendizaje del sistema por un usuario deberá ser menor a 4 horas.
7	El sistema debe proporcionar mensajes de error que sean informativos y orientados a usuario final.
8	El sistema tendrá interoperabilidad hacia el sistema de historias clínicas electrónicas (HCE) mediante HL7
9	El sistema tendrá interoperabilidad hacia el sistema de laboratorio clínicos (LIS) mediante HL7
10	El sistema tendrá interoperabilidad hacia el sistema de farmacia (PIS) mediante HL7

4.5 Validación de requerimientos del sistema

Para la validación de los requerimientos se establecieron una serie de reuniones virtuales con el Sr. Pedro Vásquez Campos, Gerente de Sistemas e Innovación Tecnológica de EsSalud, en las cuales nos daba directivas sobre el funcionamiento de los centros médicos de EsSalud, como podríamos generalizar los procesos y nos ayudó a mapear y corregir los requerimientos obtenidos hasta entonces.

La validación de los requerimientos del sistema se presenta en el Anexo D.

4.6 Conclusiones

Inicialmente, se intentó realizar el análisis de los requerimientos como paso inicial a través de entrevistas y lo que se obtuvo de la literatura y lluvias de ideas. Sin embargo, este

fue un proceso muy arduo pues al observar el sistema a gran escala no había constancia de que no había funcionalidades no cubiertas, o si las secciones del sistema estaban bien organizadas y se integraban bien con las demás. Fue entonces que se decidió realizar el Mapeo de Procesos como paso previo, lo que permitió visualizar mejor los procedimientos que debería cubrir el sistema y cómo estos están organizados.

La especificación de requerimientos fue de gran utilidad para diseñar los casos de uso y realizar el análisis del sistema. Además, permitió ver a un menor nivel las funcionalidades que debe tener el sistema y ordenarlas por prioridad, de manera que se dio mayor énfasis en el desarrollo, entrevistas e investigación de los requerimientos más prioritarios.



Capítulo 5. Análisis del Sistema

En esta sección se presenta la Especificación de Casos de Uso. Por cada uno se muestra un flujo principal, flujos alternos y flujos extraordinarios. Además de una precondition, postcondición y un actor. Para la presentación de los diagramas y flujos se utiliza la notación UML (UML, 2020).

5.1 Objetivo

El objetivo de esta sección es listar los casos de uso definidos para cubrir los requerimientos del sistema, se presentarán divididos por los módulos: Empleados, Pacientes, Citas, Recursos, Logística, Hospital y Finanzas. El detalle de cada caso de uso se puede ver en el Anexo E.

5.2 Diagrama de Actores

Los actores con los que cuenta el sistema son los siguientes:

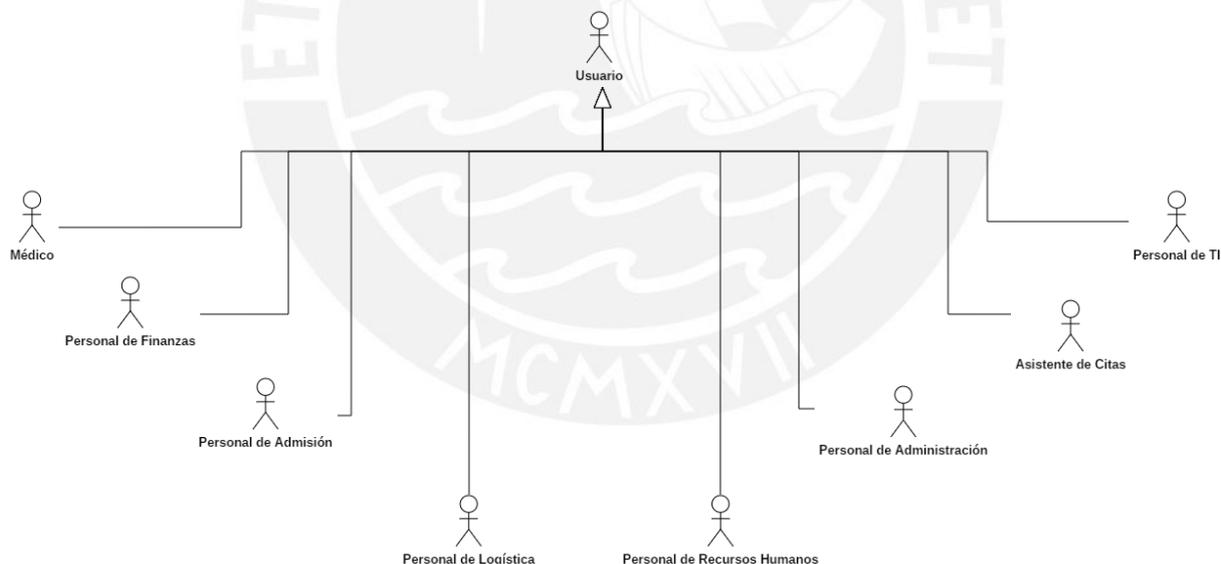


Figura 6. Diagrama de Actores.

5.3 Diagramas de Casos de Uso

Se presentan a continuación los casos de uso para cada uno de los actores mencionados.

1. Médico

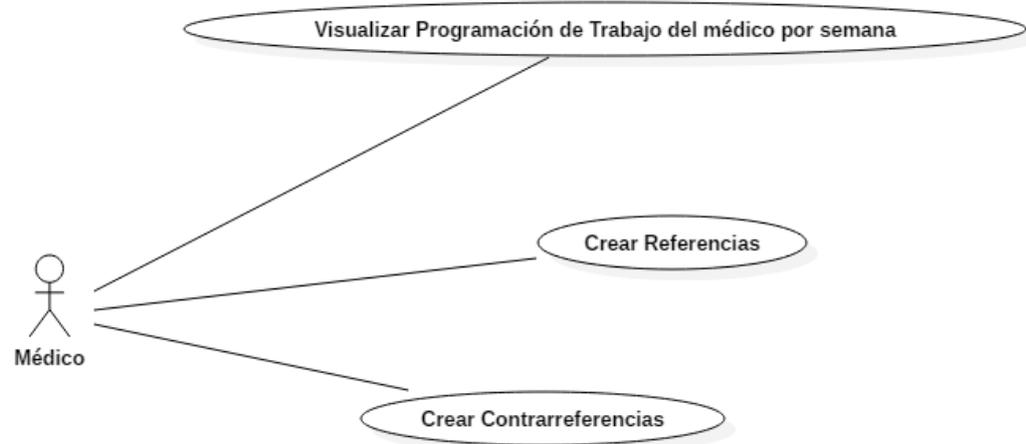


Figura 7. Diagrama de Caso de Uso del Médico.

2. Personal de Admisión

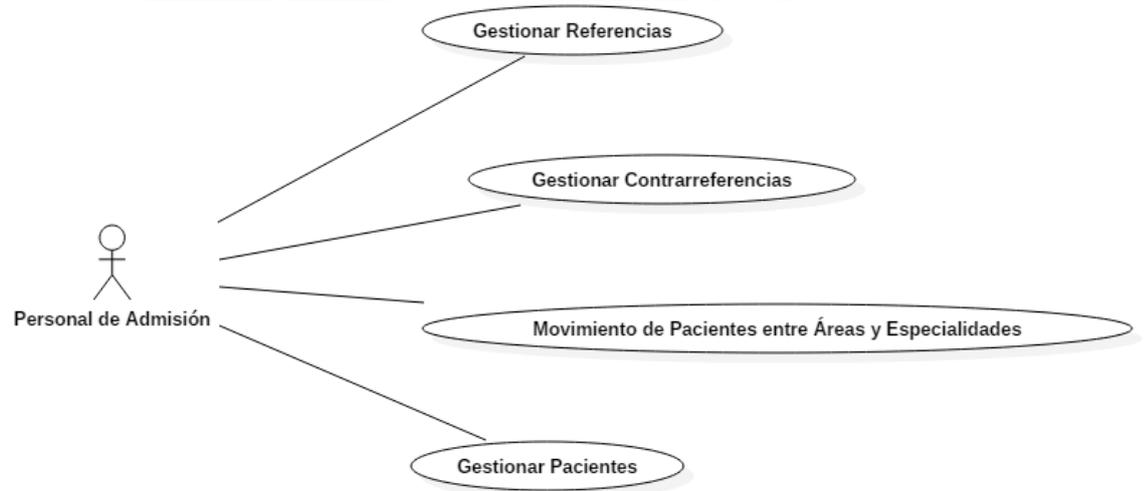


Figura 8. Diagrama de Caso de Uso del Personal de Admisión.

3. Personal de Logística

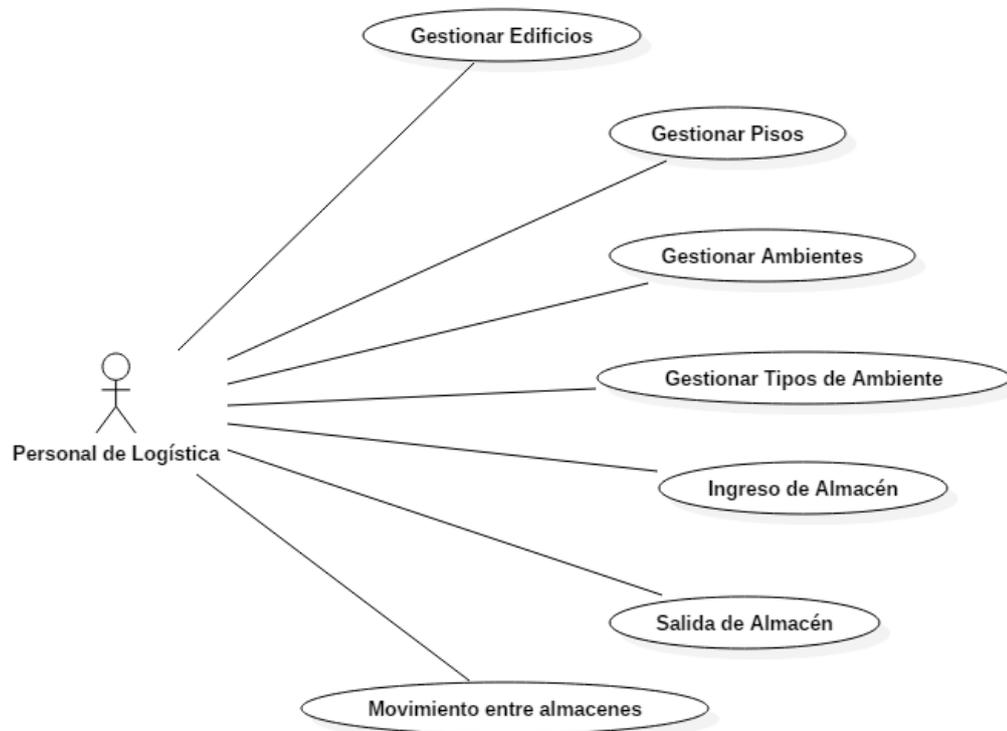


Figura 9. Diagrama de Caso de Uso del Personal de Logística.

4. Personal de RRHH

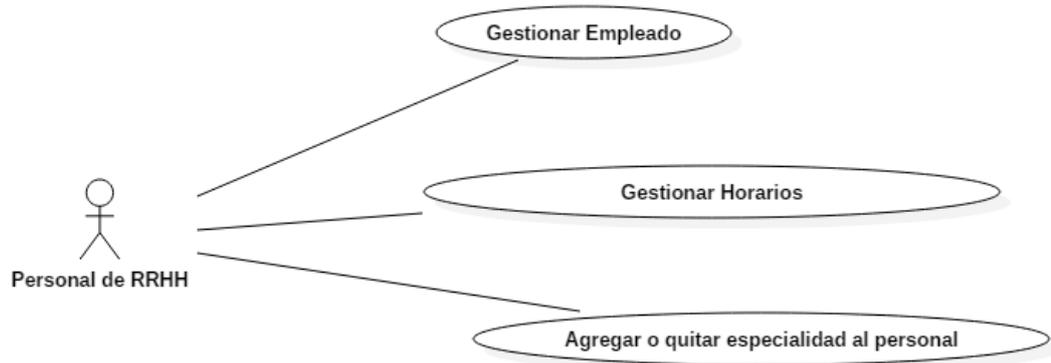


Figura 10. Diagrama de Caso de Uso del Personal de RRHH

5. Asistente de Citas

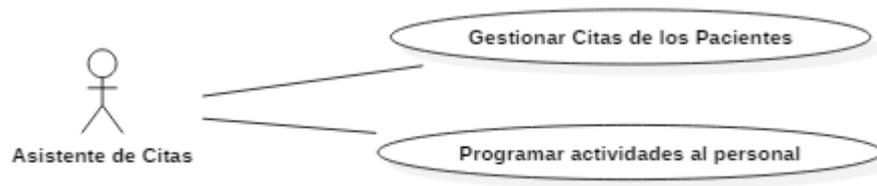


Figura 11. Diagrama de Caso de Uso del Asistente de Citas.

6. Personal de Finanzas

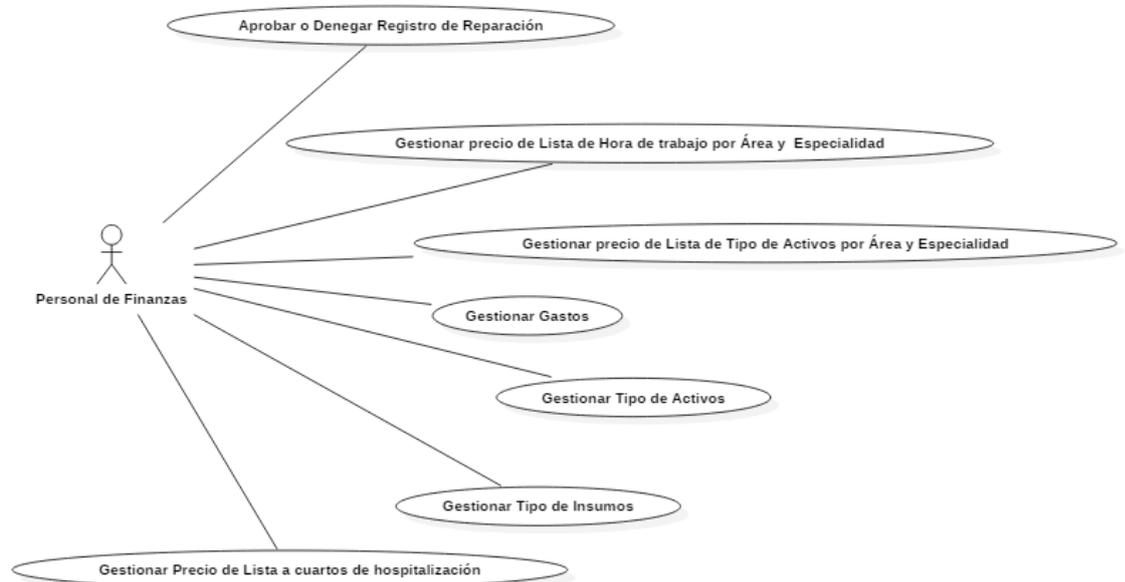


Figura 12. Diagrama de Caso de Uso del Personal de Finanzas.

7. Personal de TI



Figura 13. Diagrama de Caso de Uso del Personal de TI.

8. Personal de Administración

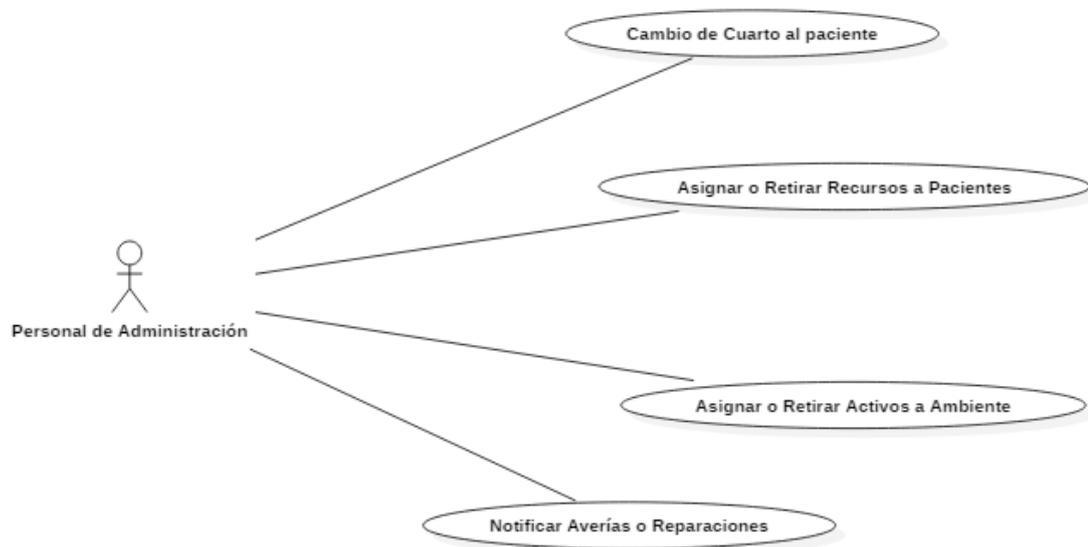


Figura 14. Diagrama de Caso de Uso del Personal de Administración.

5.4 Especificación de los casos de uso

Se puede encontrar la Descripción de los Casos de Uso del sistema en el Anexo E. Asimismo, los flujos y especificación completa se pueden encontrar en el Anexo F.

5.5 Validación de casos de uso

La validación de los casos de uso del sistema se presenta en el Anexo G.

5.6 Conclusiones

El análisis del sistema y la especificación de casos de uso nos permitió visualizar a mayor nivel las funcionalidades que debe soportar el sistema, según el rol del usuario que ingresa a este. Además, nos permitió encontrar los roles básicos del sistema y proponer otros para optimizar los procesos en los centros médicos, como el Administrador o el Asistente de Citas.

Asimismo, a través de los casos de uso se pudo organizar las funcionalidades del sistema y de esta manera mapear las pantallas y menús durante la etapa de diseño del sistema.

Capítulo 6. **Diseño del Sistema**

En esta sección se define la forma en que funcionará el sistema, sus componentes, relaciones y consideraciones tecnológicas a utilizar. Para esto, se presenta la Arquitectura de Software siguiendo el Modelo de Vistas de Arquitectura 4+1 propuesto por Philippe Kruchten (Kruchten, 1995). Para la presentación de los diagramas (a excepción de la vista de Proceso) se utiliza la notación UML (UML, 2020).

6.1 Objetivo

El objetivo de esta sección es presentar las distintas vistas del Modelo de Vistas de Arquitectura 4+1 para el Sistema de Información Hospitalario.

6.2 Vista Lógica

En esta vista se busca describir la estructura del sistema, sus entidades y relaciones. Así, se presenta el Diagrama de Clases del sistema, organizado por módulos para facilitar su lectura.

1. Empleados y Pacientes

3. Finanzas

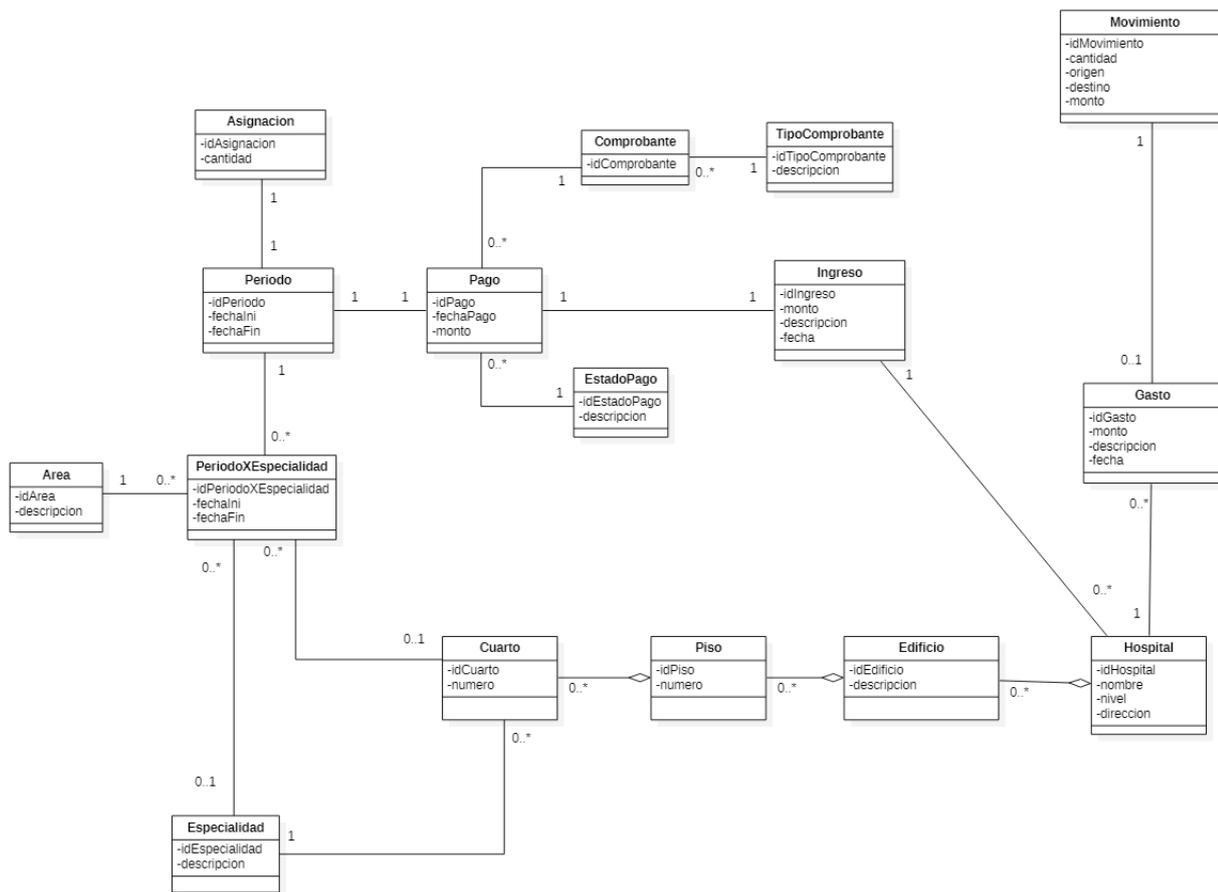


Figura 17. Diagrama de Clases – Vista Finanzas.

4. Referencias y contrarreferencias

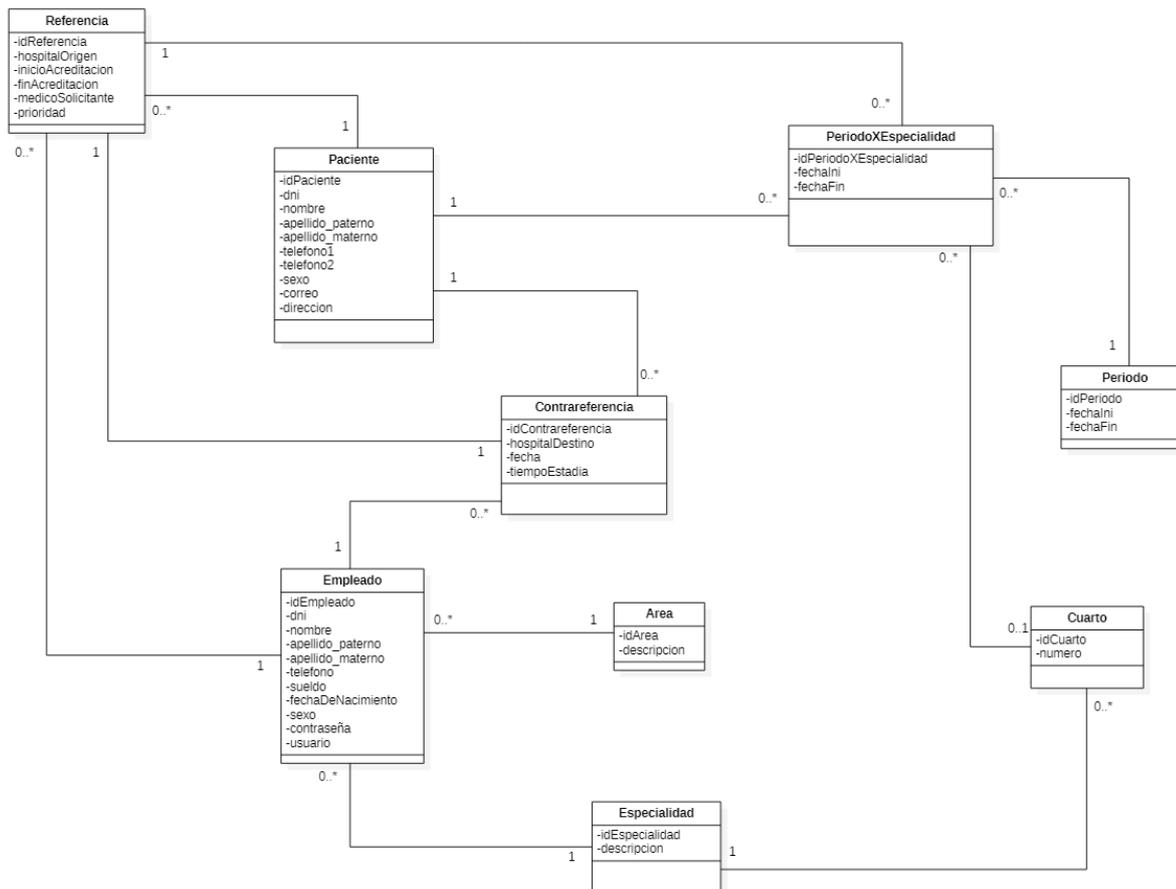


Figura 18. Diagrama de Clases – Vista Referencias y Contrarreferencias.

6.3 Vista de Desarrollo

En esta vista se presenta el sistema desde el punto de vista de la programación o desarrollo del sistema, se describen así, sus paquetes y artefactos, así como las relaciones e interfaces entre ellos. Se utilizó el framework Django en Python para los servicios web y el framework Angular 9 para la interfaz web.

A continuación, se presenta el Diagrama de Componentes del sistema.

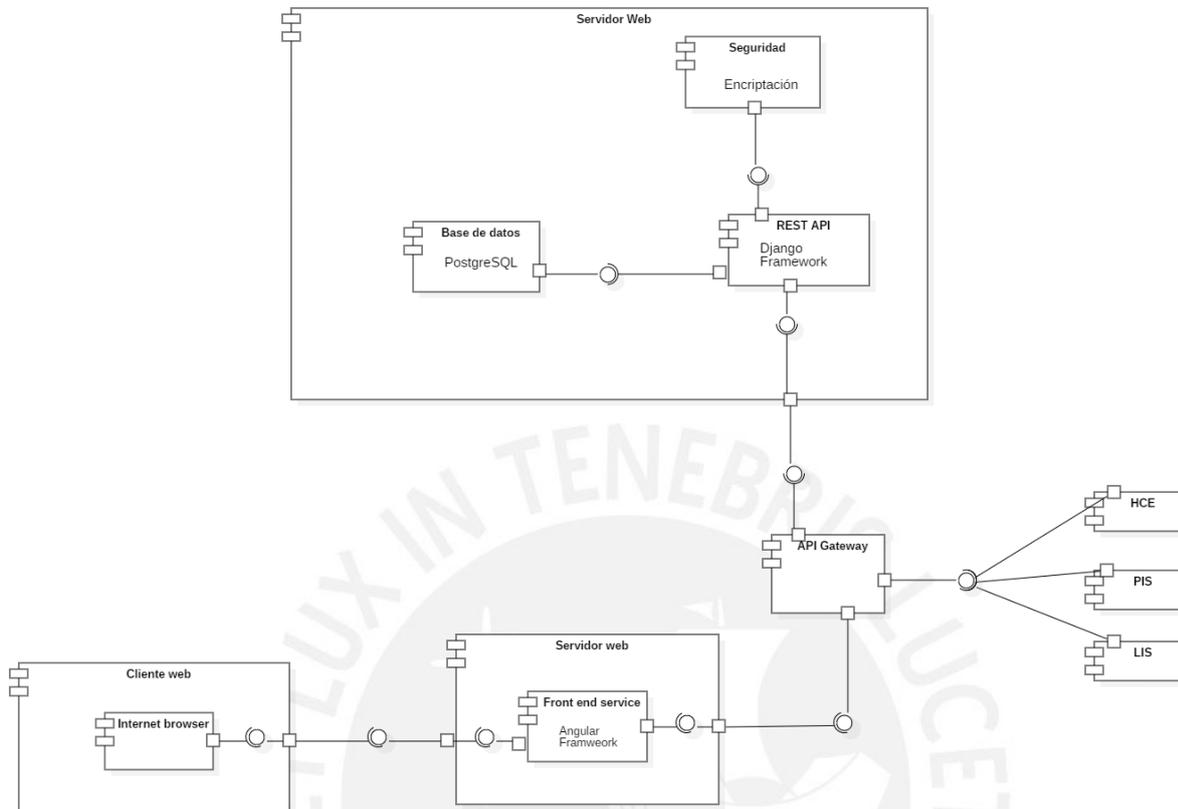


Figura 19. Diagrama Componentes del Sistema.

6.4 Vista de Proceso

En esta vista se busca presentar los procesos propuestos que seguirá el sistema. Se utilizan Diagramas de Actividades para representar esta vista. En el punto 4.2 se presentó el Modelado de los Procesos que sigue la red de hospitales de EsSalud en el Perú. A continuación, se presentan los flujos que seguirán los procesos con el Sistema de Información Hospitalario propuesto, de manera que sirvan de apoyo a los procesos descritos en dicho punto.

Para la elaboración de los diagramas de actividades se utilizó la notación BPMN (OMG, 2020) y la herramienta Bizagi (Bizagi, 2020). Los diagramas de actividades pueden ser revisados en el Anexo H.

6.5 Vista Física

En esta vista se presenta la topología de los componentes de software y hardware a utilizar y sus conexiones. Se utilizaron en total tres servidores de la plataforma Amazon Web Services. Se representa a través del Diagrama de Despliegue.

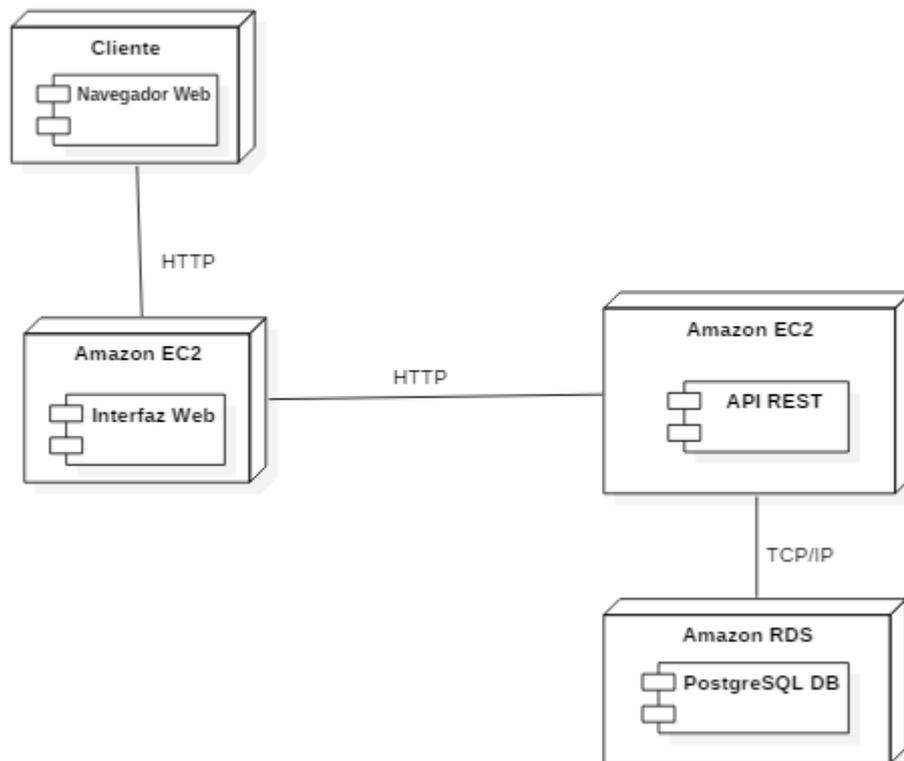


Figura 20. Diagrama de Despliegue.

6.6 Diseño de la Interfaz Gráfica

Se utilizó la herramienta web Balsamiq Wireframes para maquetar las pantallas del sistema de manera que se atiendan todos los casos de uso y se plasmen los componentes propuestos durante la fase de diseño. Como se explicó en la problemática, en el Capítulo 1, se hace especial énfasis en la usabilidad del sistema, sobre todo en las pantallas destinadas a los médicos dada su avanzada edad.

El flujo de pantallas completo se puede encontrar en el Anexo I.

6.7 Justificación de la arquitectura

Para el diseño de la solución se agruparon los requerimientos y funcionalidades en distintos componentes según afinidad, roles de usuario y procesos soportados por el sistema. De esta manera, se originaron las vistas expuestas en el capítulo y fue más sencillo desarrollarlas y establecer interacciones entre ellas.

En la elección de las herramientas y componentes físicos (hardware) a utilizar se tomó en cuenta la experiencia de los tesisistas, tendencias actuales en sistemas de información y costo de las licencias de software.

El framework Django supone un desarrollo más rápido para los tesisistas. Además, permite sincronizar la base de datos con el entorno de programación, lo que permitió agilizar los cambios y regresiones en las entidades y sus relaciones.

Por otro lado, según investigaciones propias y juicios expertos en el entorno, el motor de base de datos PostgreSQL es una de las bases de datos de licencia gratuita con mejor rendimiento en la ejecución de consultas complejas y más usados en sistemas de gran escala con alta cantidad de lecturas y escrituras.

Así, el uso de estas tecnologías permite desarrollar un software fácilmente escalable, replicable, sostenible y mantenible que sirva para futuras investigaciones, proyectos o mejoras.

6.8 Validación de la arquitectura del sistema

La validación de la arquitectura del sistema por el experto se presenta en el Anexo J.

6.9 Conclusiones

La etapa de diseño del sistema fue muy importante para la etapa de desarrollo pues permitió identificar las estructuras y bases, tanto de software como de hardware, que soportarían el Sistema de Información Hospitalario. Además, tener estos diagramas y planos del sistema permitió identificar relaciones faltantes, facilitar las consultas a base de datos e implementar los cambios que se daban durante el desarrollo del proyecto de manera más rápida y segura.

Esta también fue la etapa, además del desarrollo, que tuvo mayor duración, debido a los cambios que proponía el asesor o que se encontraban a través de las entrevistas con los interesados incluso luego de haber concluido, aparentemente, la etapa de diseño. Las causas

de los cambios fueron diversas como mal planteamiento del proceso, procesos no cubiertos, nuevos o unión de pantallas y procedimientos, información o atributos de entidades faltantes, dificultades en la programación, seguimiento de plantillas de front-end, verificación de heurísticas de usabilidad y resultados obtenidos en las pruebas de usabilidad con usuarios.



Capítulo 7. **Implementación del Sistema**

7.1 Implementación de la base de datos

En esta sección se presentan las entidades que emplea el sistema y sus relaciones en el Diagrama Entidad Relación.

La infraestructura de base de datos tuvo un desarrollo incremental, empezamos primero por las entidades principales y más simples y sus relaciones, luego se fueron añadiendo las demás entidades y relacionándolas con las existentes.

Para elaborar el Diagrama Entidad Relación se utilizó la herramienta “PyGraphviz” de Python.



Debido al número de componentes la imagen es muy grande, por lo que puede visualizarse a mayor detalle en el siguiente link: <https://i.imgur.com/fGnmVdN.png>.

7.2 Implementación de los servicios web

En esta sección se describe los diferentes servicios web con los cuales funciona el sistema.

7.2.1 Objetivo

El objetivo de esta sección es listar por los servicios web desarrollados con el framework Django usando Python organizados por categoría, nombre y URL. El detalle de los servicios están documentados usando Postman en el siguiente enlace: [Documentación Postman](#)

7.2.2 Listado de servicios web

En el Anexo K se puede encontrar la especificación de servicios web del proyecto.

7.3 Implementación del aplicativo web

En esta sección se describe las diferentes vistas del sistema que fueron desarrollados de acuerdo a los maquetados expuestos en la sección de Diseño (Punto 6.6).

7.3.1 Objetivo

El objetivo de esta sección es mostrar las vistas principales desarrolladas usando el framework Angular 9.

7.3.2 Listado de las vistas principales

En el Anexo L se pueden observar las pantallas principales del sistema.

7.4 Estándar HL7

Para la interoperabilidad dentro de los diferentes sistemas de salud se optó por usar el estándar HL7. El cual brinda lineamientos de cómo transmitir información entre los sistemas. Esta información es pública y se puede encontrar en <https://www.hl7.org/fhir/>. Además, la documentación de estos servicios se encuentra en el siguiente [enlace](#) en la carpeta “HL7. A continuación, se lista los servicios que se hicieron siguiendo el estándar mencionado.

- Listar pacientes

Se usó siguiendo la siguiente estructura en formato JSON

JSON Template

```
{
  "resourceType": "Patient",
  // from Resource: id, meta, implicitRules, and language
  // from DomainResource: text, contained, extension, and modifierExtension
  "identifier": [{ Identifier }], // An identifier for this patient
  "active": <boolean>, // Whether this patient's record is in active use
  "name": [{ HumanName }], // A name associated with the patient
  "telecom": [{ ContactPoint }], // A contact detail for the individual
  "gender": "<code>", // male | female | other | unknown
  "birthDate": "<date>", // The date of birth for the individual
  // deceased[x]: Indicates if the individual is deceased or not. One of these 2:
  "deceasedBoolean": <boolean>,
  "deceasedDateTime": "<dateTime>",
  "address": [{ Address }], // An address for the individual
  "maritalStatus": { CodeableConcept }, // Marital (civil) status of a patient
  // multipleBirth[x]: Whether patient is part of a multiple birth. One of these 2:
  "multipleBirthBoolean": <boolean>,
  "multipleBirthInteger": <integer>,
  "photo": [{ Attachment }], // Image of the patient
  "contact": [{ // A contact party (e.g. guardian, partner, friend) for the patient
    "relationship": [{ CodeableConcept }], // The kind of relationship
    "name": { HumanName }, // A name associated with the contact person
    "telecom": [{ ContactPoint }], // A contact detail for the person
    "address": { Address }, // Address for the contact person
    "gender": "<code>", // male | female | other | unknown
    "organization": { Reference(Organization) }, // C? Organization that is associated with the contact
    "period": { Period } // The period during which this contact person or organization is valid to be c
    ontacted relating to this patient
  }],
  "communication": [{ // A language which may be used to communicate with the patient about his or her h
    ealth
    "language": { CodeableConcept }, // R! The language which can be used to communicate with the patie
    nt about his or her health
    "preferred": <boolean> // Language preference indicator
  }],
  "generalPractitioner": [{ Reference(Organization|Practitioner
    PractitionerRole) }], // Patient's nominated primary care provider
  "managingOrganization": { Reference(Organization) }, // Organization that is the custodian of the pati
  ent record
  "link": [{ // Link to another patient resource that concerns the same actual person
    "other": { Reference(Patient|RelatedPerson) }, // R! The other patient or related person resource t
    hat the link refers to
    "type": "<code>" // R! replaced-by | replaces | refer | sealso
  }],
  "type": "<code>" // R! replaced-by | replaces | refer | sealso
}
```

Figura 22. Formato HL7 para pacientes

- Listar todos los pacientes
- Listar paciente por código
- Listar médicos

Se usó la siguiente estructura en formato JSON

JSON Template

```

{
  "resourceType" : "Practitioner",
  // from Resource: id, meta, implicitRules, and language
  // from DomainResource: text, contained, extension, and modifierExtension
  "identifier" : [{ Identifier }], // An identifier for the person as this agent
  "active" : <boolean>, // Whether this practitioner's record is in active use
  "name" : [{ HumanName }], // The name(s) associated with the practitioner
  "telecom" : [{ ContactPoint }], // A contact detail for the practitioner (that apply to all roles)
  "address" : [{ Address }], // Address(es) of the practitioner that are not role specific (typically home address)
  "gender" : "<code>", // male | female | other | unknown
  "birthDate" : "<date>", // The date on which the practitioner was born
  "photo" : [{ Attachment }], // Image of the person
  "qualification" : [{ // Certification, licenses, or training pertaining to the provision of care
    "identifier" : [{ Identifier }], // An identifier for this qualification for the practitioner
    "code" : { CodeableConcept }, // R! Coded representation of the qualification
    "period" : { Period }, // Period during which the qualification is valid
    "issuer" : { Reference(Organization) } // Organization that regulates and issues the qualification
  }],
  "communication" : [{ CodeableConcept } // A language the practitioner can use in patient communication
}

```

Figura 23. Formato HL7 para trabajadores de medicina

- Listar todos los médicos:
- Listar médico por código
- Listar médicos por especialidad
- Listar procedimientos
 - Debido a que son un set de valores fijos, HL7 opta por que cuenten con estos campos.

Tabla 23. Estándar HL7 para listar procedimientos

Lvl	Algunas listas de códigos tienen jerarquía. En el caso de que la tenga, cada código debe estar asignado a un nivel en específico.
Source	El origen de dónde se saca la información (dónde están definidos)
Code	El código del procedimiento
Display	El texto/nombre del procedimiento
Definition	La definición del procedimiento
Comments	Comentarios de cómo usar el código

- Listar todos los procedimientos
- Listar procedimientos por especialidad

- Listar procedimiento por código
- Listar especialidades

Debido a que son un set de valores fijos, HL7 opta por que cuenten con estos campos

Tabla 24. Estándar HL7 para listar especialidades

Lvl	Algunas listas de códigos tienen jerarquía. En el caso de que la tenga, cada código debe estar asignado a un nivel en específico.
Source	El origen de dónde se saca la información (dónde están definidos)
Code	El código de la especialidad
Display	El texto/nombre de la especialidad
Definition	La definición de la especialidad
Comments	Comentarios de cómo usar el código

- Listar todas las especialidades
- Listar especialidad por código
- Listar citas por paciente
 - Se usó la siguiente estructura en formato JSON

JSON Template

```

{
  "resourceType": "Appointment",
  // from Resource: id, meta, implicitRules, and language
  // from DomainResource: text, contained, extension, and modifierExtension
  "identifier": [{ Identifier }], // External Ids for this item
  "status": "<code>", // R! proposed | pending | booked | arrived | fulfilled | cancelled | noshow | entered-in-error | checked-in | waitlist
  "cancellationReason": { CodeableConcept }, // The coded reason for the appointment being cancelled
  "serviceCategory": [{ CodeableConcept }], // A broad categorization of the service that is to be performed during this appointment
  "serviceType": [{ CodeableConcept }], // The specific service that is to be performed during this appointment
  "specialty": [{ CodeableConcept }], // The specialty of a practitioner that would be required to perform the service requested in this appointment
  "appointmentType": { CodeableConcept }, // The style of appointment or patient that has been booked in the slot (not service type)
  "reasonCode": [{ CodeableConcept }], // Coded reason this appointment is scheduled
  "reasonReference": [{ Reference(Condition|Procedure|Observation|ImmunizationRecommendation) }], // Reason the appointment is to take place (resource)
  "priority": "<unsignedInt>", // Used to make informed decisions if needing to re-prioritize
  "description": "<string>", // Shown on a subject line in a meeting request, or appointment list
  "supportingInformation": [{ Reference(Any) }], // Additional information to support the appointment
  "start": "<instant>", // When appointment is to take place
  "end": "<instant>", // When appointment is to conclude
  "minutesDuration": "<positiveInt>", // Can be less than start/end (e.g. estimate)
  "slot": [{ Reference(Slot) }], // The slots that this appointment is filling
  "created": "<dateTime>", // The date that this appointment was initially created
  "comment": "<string>", // Additional comments
  "patientInstruction": "<string>", // Detailed information and instructions for the patient
  "basedOn": [{ Reference(ServiceRequest) }], // The service request this appointment is allocated to as sess
  "participant": [{ // R! Participants involved in appointment
    "type": [{ CodeableConcept }], // Role of participant in the appointment
    "actor": { Reference(Patient|Practitioner|PractitionerRole|RelatedPerson|Device|HealthcareService|Location) }, // Person, Location/HealthcareService or Device
    "required": "<code>", // required | optional | information-only
    "status": "<code>", // R! accepted | declined | tentative | needs-action
    "period": { Period } // Participation period of the actor
  }],
  "requestedPeriod": [{ Period }], // Potential date/time interval(s) requested to allocate the appointment within
}

```

Figura 24. Formato HL7 para citas

- Listar todas las citas del paciente
- Listar cita por código

7.5 Pruebas de software

Dado a que el sistema consta de servicios web y son consumidos por el sistema web, se optó por dividir las pruebas en Front End y Backend. A su vez, se optó por crear pruebas unitarias manuales debido a la naturaleza ágil del proceso de construcción del software.

En el caso de las pruebas de servicios web, se listó todos los servicios web (Anexo N) indicando su URL, la descripción de esa prueba, datos de prueba a utilizar, el resultado obtenido, el resultado esperado y el estado de la prueba.

A su vez, en las pruebas diseñadas para el sistema web (Anexo M) se dividió por módulo, el usuario que utilizaría ese flujo, el nombre del caso de prueba, qué opción del menú representaba, la descripción del caso de prueba, el resultado esperado y el resultado obtenido.

En el proceso de ejecución, primero se aseguró que todos los servicios web estaban correctos para luego implementarlos con el sistema web. Una vez esté todo integrado se pasó a hacer las pruebas unitarias a nivel de FrontEnd que en su conjunto también se utilizaron para las pruebas de regresión cada vez que se hacía un cambio en el código ya sea a nivel de BackEnd o FrontEnd. Con este proceso, se aseguró que el sistema presentado en esta tesis tenga un alto grado de calidad.

7.6 Conclusiones

En contraste con la etapa de diseño, la etapa de desarrollo fue la más sencilla de desarrollar debido a los conocimientos y experiencia de los tesisistas. Esto no quiere decir que fue la más rápida, pero el desarrollo del sistema fue estricto y se respetó los tiempos del cronograma.

También cabe resaltar que hubo una notable aceleración en la implementación del sistema ya que durante las primeras etapas del desarrollo se estuvo creando las bases del sistema e investigando sobre los lenguajes, frameworks y plataformas a utilizar. Sin embargo, una vez presentes estas bases y los primeros procesos y pantallas, se avanzó muy rápido siguiendo estrictamente el cronograma planteado. Los cambios que se daban durante las reuniones con el asesor o los interesados no supusieron un incremento sustancial para el tiempo de desarrollo.

Respecto a HL7 no se encontró un estándar de interoperabilidad para el intercambio de información no médica en centros de salud, por lo que para servicios como control de inventarios y gestión de almacenes con los módulos de Farmacia (PIS) y Laboratorio (LIS) se hicieron a través de servicios REST convencionales propuestos por nosotros. Estas características permiten presentar a nuestro proyecto con atributos de innovación

en cuanto a la interoperabilidad con otros sistemas usando el estándar HL7 y con otros centros médicos del país.



Capítulo 8. Módulo de Seguridad

En la presente sección se presentan las medidas y métodos contemplados para agregarle seguridad al sistema y reducir las vulnerabilidades del sistema. Se tomaron medidas tanto en los módulos de Front-End y Back-End, como en la base de datos y la comunicación entre estos.

8.1 Objetivo

El objetivo de esta sección es presentar los lineamientos seguidos en relación a la seguridad y confiabilidad de los datos gestionados por el sistema.

8.2 Front-End

Como se mencionó en la sección 1.3 Herramientas y Métodos, se optó por elegir Angular como marco de trabajo para el módulo de Front-End debido a la experiencia de los testistas, su calidad en estilos y apariencia y su compatibilidad con diversos navegadores y tamaños de pantalla.

Sin embargo, también se optó por este Framework debido a la seguridad y confiabilidad que ofrece, por ejemplo (Angular, 2020):

- Secuencias de comandos entre sitios (XSS): es uno de los más usuales en internet y ocurre cuando atacantes incluyen código malicioso en las páginas web. Dicho código puede robar datos de usuario como contraseñas o números de tarjeta o realizar acciones a su nombre. Angular por defecto limpia e ignora valores no confiables que pudieron ser insertados en el DOM (Document Object Model) del sitio web.
- Enlace de falsificación de solicitud entre sitios (CSRF): ocurre cuando a través de engaños, se incita al usuario a visitar un sitio web inseguro desde donde se encuentra actualmente. Si el sitio web no tiene protección contra CSRF, no puede diferenciar entre una petición legítima entre un sitio web maligno o seguro.
- Inclusión de scripts entre sitios (XSSI): ocurre normalmente en navegadores antiguos donde a un sitio web maligno se le permite leer data de APIs JSON. Esto sucede cuando los JSON recibidos de tipo ejecutables mediante Javascript. Se puede evitar desde el servidor haciendo que estos objetos no sean ejecutables

haciendo uso de la cadena ")]}',\n" en el objeto. Sin embargo, Angular por defecto elimina esta cadena de modo que los JSON no sean ejecutables y suprime esta vulnerabilidad.

Aparte de la seguridad innata de angular se optó a nivel de Front-End por las siguientes medidas:

- Token de servicios: En todos los servicios se requiere enviar un token en la cabecera para que puedan responder. En otras palabras, alguien no autenticado no podrá llamar a los servicios.
- Autenticación: El usuario no puede acceder al sistema a menos que se haya autenticado y cuente con un token de autorización, en el caso de que quiera ingresar a un link que no sea el de login.
- Opciones filtradas por roles: Los usuarios solo podrán ingresar a las opciones que ellos pueden ingresar según su rol.
- Exigir una contraseña segura para los empleados, usando el siguiente lineamiento: Al menos una mayúscula, un carácter no alfanumérico (guion bajo o guion) y que sea mínimo de 8 dígitos
- Exigir cambio de contraseña en el primer acceso.
- Certificado SSL: Al usar un certificado SSL, la información transmitida es encriptada entre el navegador y el servidor.

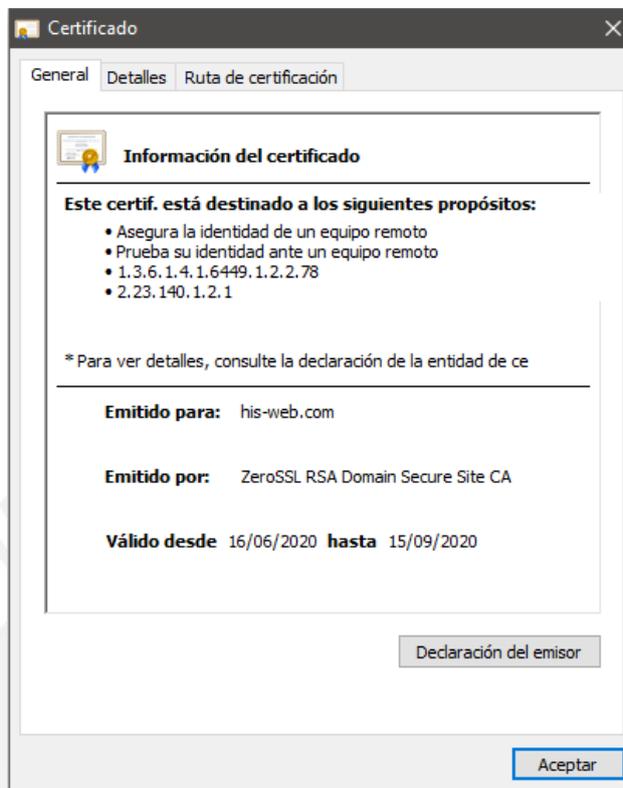


Figura 25. Certificado SSL

8.3 Back-End

Debido a que se seleccionó Django como el marco de trabajo para Backend, a continuación, se listan lineamientos que ofrece Django por defecto y por ende posee nuestro sistema (Django, 2020):

- **Protección contra inyección SQL:** Es un tipo de ataque que consiste en ejecutar de forma arbitraria un código SQL en la base de datos. Esto puede resultar en registros eliminados o filtración de información. Para esto, Django está protegido contra estos ataques debido a que sus consultas están construidas en base a la parametrización de consultas. En otras palabras, el código SQL está separado de los parámetros de las consultas.
- Enlace de falsificación de solicitud entre sitios (CSRF)
- Secuencias de comandos entre sitios (XSS)

Aparte de la seguridad innata de Django se optó a nivel de Back-End por las siguientes medidas:

- Exigir token de autenticación para todos los servicios: Si los usuarios no están autenticados, no podrán llamar a los servicios de Back-End.

En la siguiente imagen, se puede apreciar que se intenta llamar al servicio “Visualizar 1 Insumo” pero sale un error por parte de Back-End que nos pide credenciales.

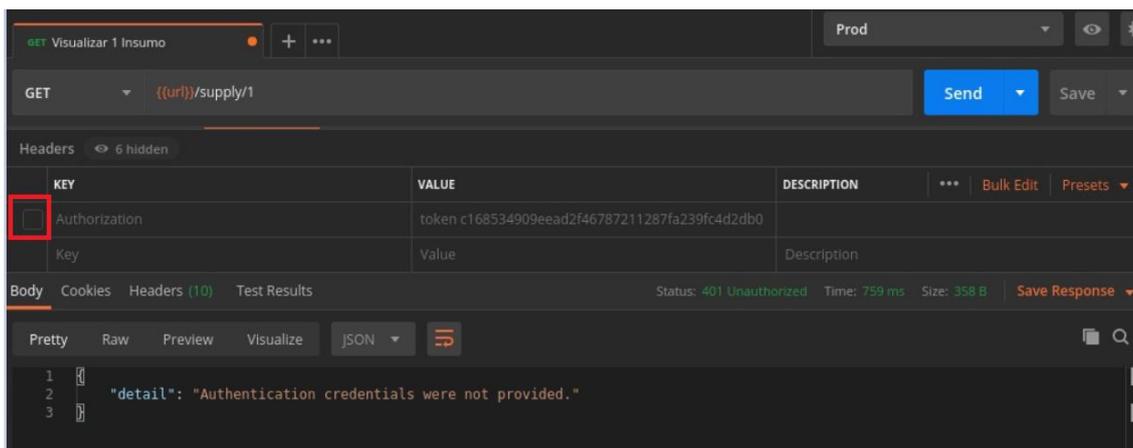


Figura 26. Servicio sin Token

Al activar el token, ya se puede ver la respuesta del servicio de manera correcta:

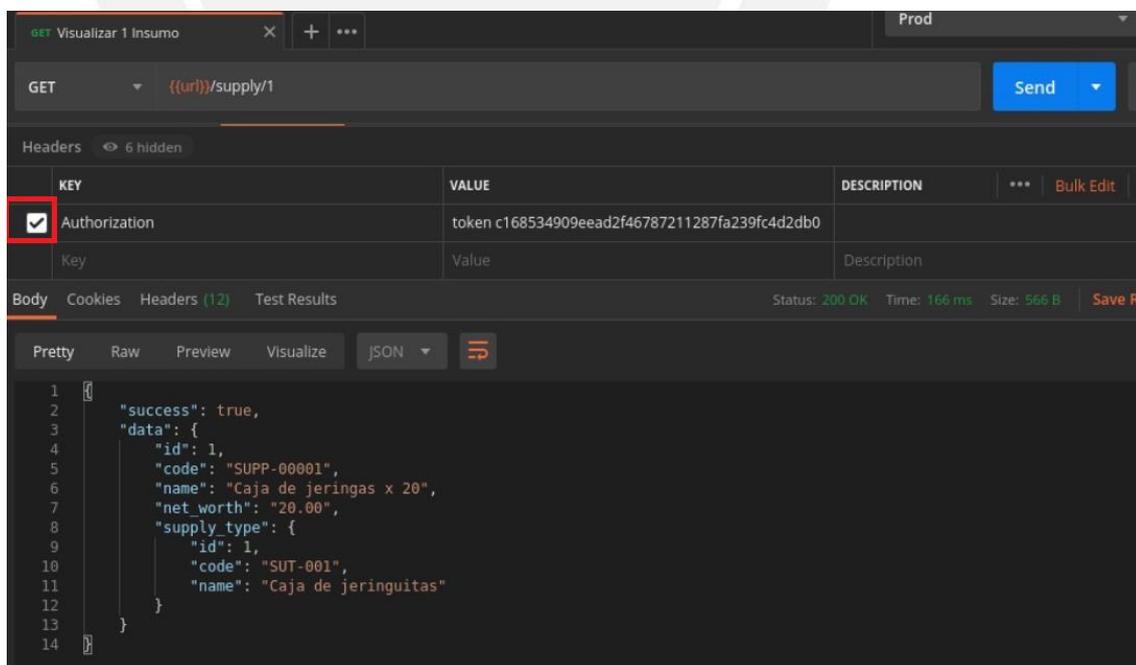


Figura 27. Servicio con Token

- Códigos para los registros de la base de datos: A nivel de back a cada registro que es creado a nivel de Front-End, se le añade un código.

```
d6r6s50h9h34ov=> select id, code, name from hospital_supply_type;
id | code | name
---+---+---
 3 | SUT-003 | Caja de curitas
 4 | SUT-004 | Caja de guantes
 2 | SUT-002 | caja de caramelos 2
 5 | SUT-005 | Microscopio
 6 | SUT-006 | microscopio prueba 2
 1 | SUT-001 | Caja de jeringuitas
 7 | SUT-007 | Algodón x 50g
 8 | SUT-008 | Caja de jeringas rubias
```

Figura 28. Tabla con códigos por cada fila

Con este código se puede identificar fácilmente al registro a nivel de usuario sin necesidad de que se le proporcione el id de la base de datos.

Código	Nombre	Editar	Eliminar
SUT-003	Caja de curitas		
SUT-004	Caja de guantes		
SUT-002	caja de caramelos 2		
SUT-005	Microscopio		
SUT-006	microscopio prueba 2		
SUT-001	Caja de jeringuitas		
SUT-007	Algodón x 50g		

Figura 29. Front-End que muestra solo los códigos por cada item

8.4 Base de datos

- Encriptación de contraseñas usando PBKDF2

```
d6r6s50h9h34ov=> select username, password from public.user order by 1 asc limit 3;
username | password
---+---
admin@admin.com | pbkdf2_sha256$180000$9BIucElk0W59$vj0Fig0+g4Eca+gxKc30MU34Vp2vv2VmDh05kM5MCA4=
administracion@pucp.edu.pe | pbkdf2_sha256$180000$pR1nAPA5LjAA$4VZ3X0WbyCrlxSdwtanKb10xwld0Lru4Xhb6yCngJMo=
admission@pucp.edu.pe | pbkdf2_sha256$180000$V5JYXjCncBHq$+ijzYWhUZ2j5zSW8WfsEMUDSYEFIHJXLDBz72b30c94=
(3 filas)
```

Figura 30. Usuarios con contraseña encriptada usando pbkdf2

- Todas las tablas tienen campos de auditoría, donde se puede apreciar la fecha de creación y modificación

```
d6r6s50h9h34ov=> select id, created, modified, name from hospital_area order by 1 desc limit 10;
```

id	created	modified	name
4	2020-05-19 04:05:25.681017+00	2020-05-19 04:05:25.681055+00	UCI
3	2020-05-19 04:02:46.642978+00	2020-05-19 04:02:46.642999+00	Consulta Externa
2	2020-05-04 01:23:32.561806+00	2020-05-04 01:23:32.561827+00	Hospitalización
1	2020-05-04 01:16:10.887218+00	2020-05-04 01:16:10.887243+00	Emergencia

Figura 31. Campos de auditoría para cada tabla

- Entrada a la base de datos protegida por contraseña: Así el usuario conozca el enlace para ingresar a la base de datos, tiene que autenticarse para manipularla. Esta ventana de autenticación no comparte la misma información que la autenticación que se hace por Front-End.

Figura 32. Login para entrar a la Base de Datos

8.5 Conclusiones

Usando las bondades de los frameworks de Django (Back-End) y Angular (Front-End), se tuvo una capa por defecto de seguridad. Sin embargo, se tuvo que añadir funcionalidades extras en Front-End como autenticación, certificación SSL, petición de token, fortaleza de contraseña, mostrar solo códigos por cada registro para reforzar la seguridad a nivel de cliente.

A nivel de servidor se optó por encriptar la contraseña, exigir token para mostrar información, campos de auditoría y protección de la base de datos mediante contraseña.

Con estas medidas se obtuvo un sistema más seguro que previene ataques maliciosos e infiltración de información sensible.



Capítulo 9. Evaluación de Usabilidad

En esta sección se presentan los métodos y herramientas utilizados para evaluar y mejorar la usabilidad del sistema. Se muestra la aplicación de las 10 Heurísticas de Nielsen (Nielsen, 1994) y los resultados obtenidos de realizar pruebas con usuarios.

9.1 Objetivo

En esta sección se presentan los resultados de la aplicación de las Heurísticas de Nielsen a la interfaz gráfica del sistema, así como los resultados y conclusiones obtenidas a través de las pruebas con usuarios.

9.2 Evaluación Heurística

Una evaluación heurística es un método de inspección de usabilidad utilizado para identificar patrones o defectos de diseño asociados a la interfaz de usuario. Las Heurísticas de Nielsen, propuestas en 1994, son actualmente las heurísticas de usabilidad más utilizadas para el diseño de interfaces de usuario. Estas son reglas generales amplias y no son pautas específicas que se tienen que seguir mandatoriamente (Liyanage, 2016).

Ambos tesisas participaron en el proceso de evaluación heurística y realizaron la verificación del diseño y la interfaz gráfica durante el desarrollo del proyecto.

A continuación, se describe como fueron aplicadas para evaluar el Sistema de Información Hospitalario:

I. Visibilidad del estado del sistema

Esta heurística manifiesta que el usuario siempre debe recibir retroalimentación cuando realiza una acción, para saber si el sistema sigue funcionando y su transacción culminó o debe volver a intentar la acción (Nielsen, 1994). Fue aplicada en la interfaz a través de cambios en los íconos, notificaciones de carga y notificaciones de éxito o error al finalizar las cargas. A continuación, algunos ejemplos aplicados al sistema:

Se muestra una notificación al mover exitosamente un paciente a un área y especialidad específicos.

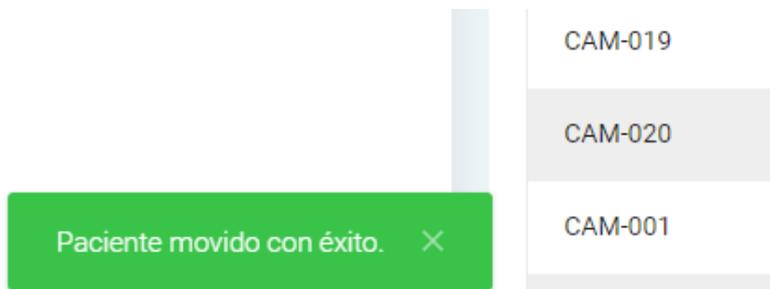


Figura 33. Notificación de éxito

Se muestra una notificación de error en caso el sistema haya sido incapaz de realizar el movimiento del paciente.



Figura 34. Notificación de error

Se muestra una notificación de carga mientras el servicio web responde con los datos de los pacientes para ser mostrados en pantalla.



Figura 35. Notificación de carga

II. Utilizar el mismo lenguaje que el usuario

Para cumplir esta heurística se introdujeron íconos y términos que sean familiares al usuario final (médicos, enfermeros y administrativos).

Para los botones que permiten gestionar los registros, se introdujeron íconos generales que permiten identificar la acción a realizar, así como textos en las cabeceras y tooltips por si el usuario no tiene claro el funcionamiento del botón.

Se muestran íconos para visualizar o editar los registros de los empleados del sistema. Se muestran tooltips explicando los íconos al superponer el mouse sobre estos.

Código	Nombre	DNI	Rol	Visualizar	Editar
LOG-007	PRUEBA 2 Borjes	45509012	Logística		
MED-008	PRUEBA 2 Borjes	45509012	Médico	Visualizar Información	
MED-009	PRUEBA 2 Borjes	45509012	Médico		
MED-010	PRUEBA 2 Borjes	45509012	Médico		
MED-011	PRUEBA 2 Borjes	45509012	Médico		

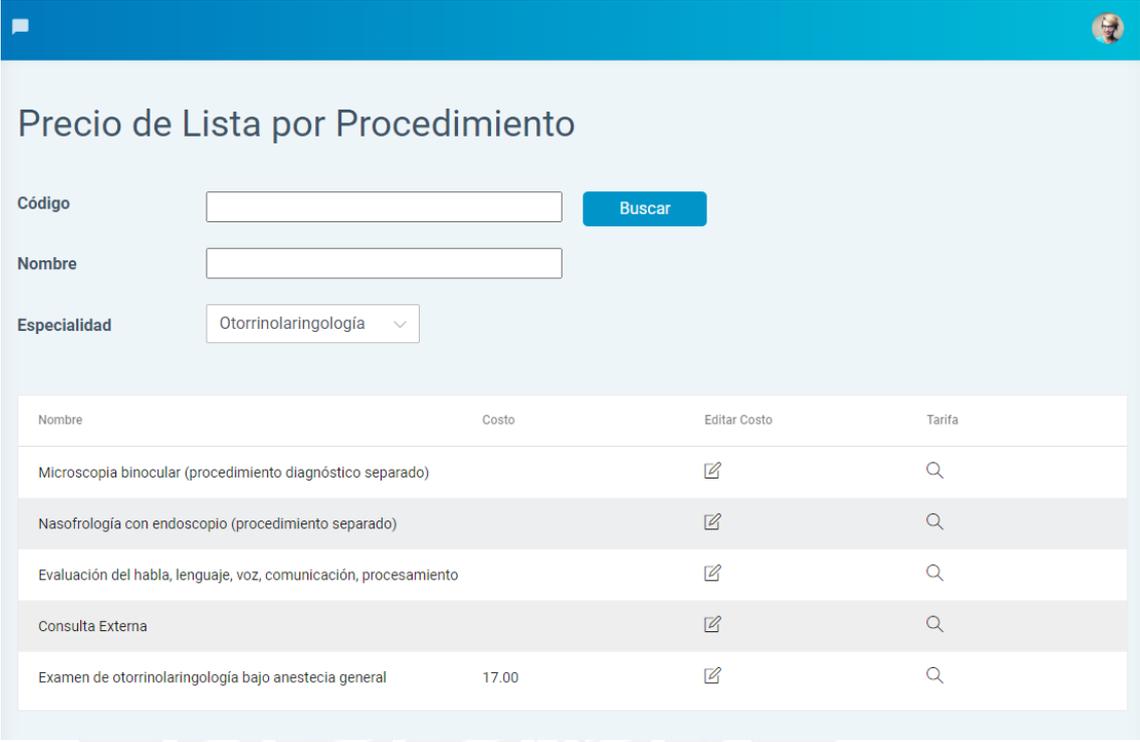
Figura 36. Pantalla de Gestión de Empleados

III. Control y libertad para el usuario

Integran este principio la posibilidad de brindarle al usuario la opción de cancelar o deshacer acciones que realizó ya sea por error o si se arrepintió (Nielsen, 1994).

Las pantallas del sistema siguen un flujo simple donde el usuario ingresa y selecciona los datos de forma creciente, cambiando de vista haciendo clic en siguiente. En todos estos flujos con más de dos pantallas, se ofrecen las opciones de volver a la pantalla anterior o cancelar la acción y regresar al estado anterior.

El usuario se encuentra en la pantalla Precio Lista por Procedimiento, donde se listan todos los procedimientos del hospital.



Precio de Lista por Procedimiento

Código

Nombre

Especialidad

Nombre	Costo	Editar Costo	Tarifa
Microscopia binocular (procedimiento diagnóstico separado)			
Nasofrología con endoscopio (procedimiento separado)			
Evaluación del habla, lenguaje, voz, comunicación, procesamiento			
Consulta Externa			
Examen de otorrinolaringología bajo anestecia general	17.00		

Figura 37. Pantalla de Precio Lista por Procedimiento

Si desea ver la tarifa que cada aseguradora tiene para un determinado procedimiento, hace clic en Tarifa, lo que lo lleva a la pantalla Tarifario por Aseguradora.

Tarifario por Aseguradora:
Microscopia binocular (procedimiento diagnóstico separado)

IAFA

Aseguradoras:

Nombre	Tarifa	Editar
SIS Gratuito	32	
SIS Independiente	1000	
SIS Para Todos	0	
SIS Emprendedor	0	
SIS MicroEmpresa	0	

[← Volver](#)

Figura 38. Pantalla de Tarifario por Aseguradora

Si el usuario desea volver a la pantalla anterior y seleccionar otro Procedimiento, ya sea por error o por deseo a priori, puede hacer clic en el botón Volver.

Editar Tarifa

Precio (S/.)

[Editar](#) [Cancelar](#)

Figura 39. Pantalla de Edición de Tarifa de una Aseguradora para un Procedimiento

Se el usuario desea cancelar la edición de la tarifa de una aseguradora para un determinado procedimiento, puede hacer clic en cancelar y volver a la pantalla anterior.

IV. Consistencia y estándares

Esta indica que la interfaz debe seguir las convenciones generales ya establecidas como estándar como patrones de navegación, posición de las barras y la información, números e íconos, entre otros (Nielsen, 1994).

Se incluyeron los siguientes componentes de acuerdo a la heurística mencionada:

Todas las pantallas de gestión tienen la misma plantilla o formato de interfaz, con las mismas posiciones e imágenes para los botones, íconos, títulos y filtros, de esta manera el usuario se acostumbra a un mismo formato de pantalla y puede entender el flujo de varias pantallas tan solo aprendiendo una.

The screenshot shows a web application interface for 'Gestión de Tipos de Activos'. On the left, there is a sidebar with a user profile card for 'Sebastian Vargas Rioja' and a list of menu items: 'Tipos de Activos', 'Tipos de Insumos', 'Depreciación', 'Descuentos por Aseguradoras', 'Gastos', 'Nomina', and 'Precio de lista por Procedimientos'. The main content area has a blue header with the title 'Gestión de Tipos de Activos' and a '+ Agregar tipo de Activo' button. Below the header is a search bar labeled 'Filtrar...'. The main content is a table with the following data:

Código	Nombre	Tipo de Depreciación	Periodo de Depreciación	Editar
AST-011	microscopio prueba 3	SUMA DIGITOS	Mensual	
AST-001	cama	SUMA DIGITOS	Anual	
AST-002	respirador	SUMA DIGITOS	Mensual	
AST-003	microscopio prueba 2	SUMA DIGITOS	Mensual	
AST-004	microscopio prueba 3	SUMA DIGITOS	Mensual	
AST-005	Silla de ruedas manual	SUMA DIGITOS	Mensual	
AST-006	Dentifricante	SUMA DIGITOS	Anual	

Figura 40. Pantalla de Gestión de Activos.

Se incluyó una tarjeta de perfil o Profile Card para un acceso rápido a la configuración de su cuenta o para cerrar sesión. Incluso cuando la barra lateral está oculta.

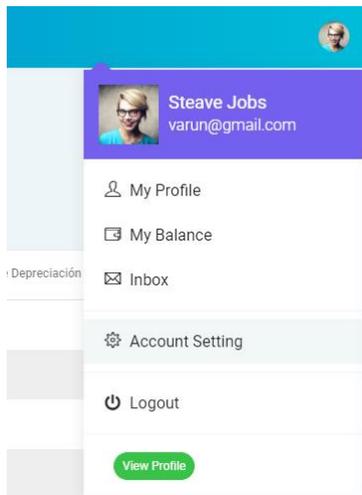


Figura 41. Profile Card del Usuario Logueado

Se incluyó también una lista desplegable con las opciones de configuración de la cuenta y logout dentro de la barra lateral del sistema.

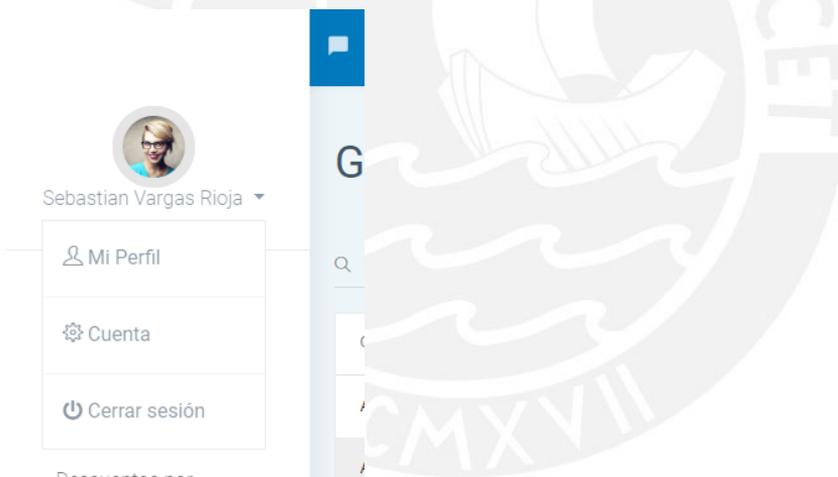


Figura 42. Opciones de Perfil en el Sidebar.

Se agregó una ventana para mostrar las notificaciones del usuario al hacer clic en el ícono de notificaciones.

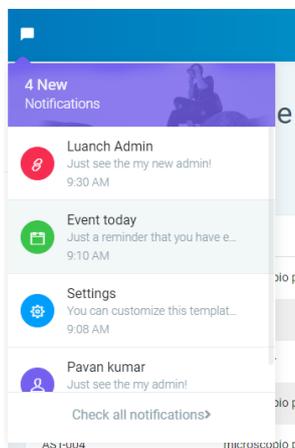


Figura 43. Notification Card.

V. Prevención de errores

En el sistema se añadieron formularios de confirmación ante cualquier acción de eliminar o disociar un recurso de un paciente o ambiente. Además, se incluyen mensajes en los campos requeridos de los formularios para que el usuario no pueda continuar si están en blanco. Por último, el sistema cuenta con distintos formularios para el ingreso de diversos tipos de datos, como fechas, números, cadenas cortas o extensas de texto o selectores de opción múltiple; lo que evita que el usuario ingrese datos inconsistentes como caracteres alfabéticos en el número de DNI o una fecha con un formato no soportado por el sistema. A continuación, algunos ejemplos usados en el sistema:

Ventana emergente para confirmar el movimiento de un paciente aun área y especialidad determinados.

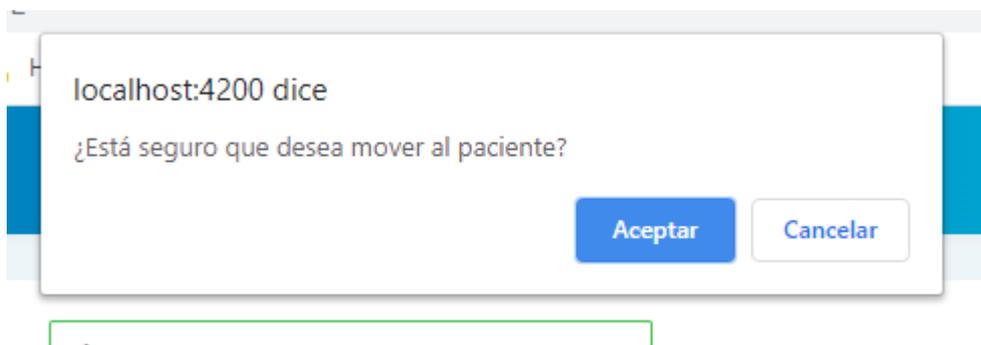


Figura 44. Ventana Emergente de Confirmación – Movimiento de Pacientes.

Se muestran los campos inválidos al intentar ingresar un paciente al sistema con datos vacíos o inválidos.

Nombre	<input type="text"/>	Ingrese Nombre
Apellido Paterno	<input type="text"/>	Ingrese Apellido Paterno
Apellido Materno	<input type="text"/>	Ingrese Apellido Materno
DNI	<input type="text"/>	Ingrese DNI
Teléfono	<input type="text"/>	Ingrese Teléfono
Edad	<input type="text"/>	Ingrese Edad
Dirección	<input type="text"/>	Ingrese Dirección

Figura 45. Ingreso de datos del paciente.

VI. Minimizar la carga de memoria del usuario

Se trata de evitar forzar al usuario a recordar información de pantallas anteriores o en qué parte del sistema se encuentra (Nielsen, 1994).

Esta heurística se aplicó en todas las pantallas del sistema a través del uso de títulos, menús y botones. Por ejemplo, en la pantalla de Histórico de Movimiento de Pacientes, el usuario puede ver en qué pantalla se encuentra observando el título de la pantalla, la opción resaltada en la barra lateral o incluso en la dirección URL de la página.



Figura 46. Pantalla de Histórico de Movimientos del Paciente.

Además, se brinda la opción al usuario para regresar y modificar información de formularios pasados en caso quiera cambiarla o verificar lo realizado.

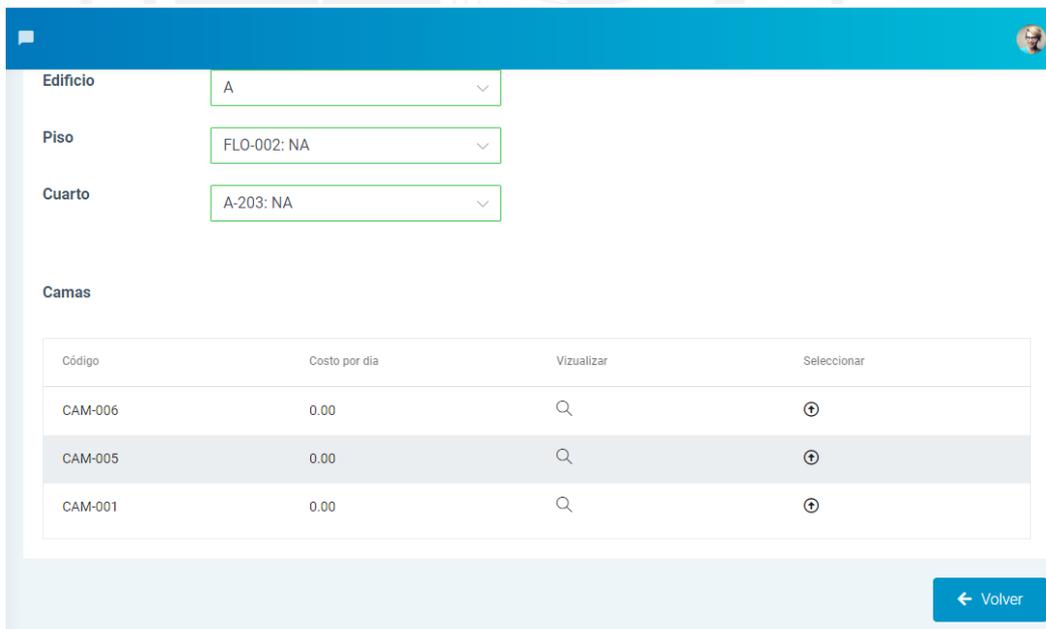


Figura 47. Pantalla Final del flujo de Movimiento de Pacientes.

VII. Flexibilidad y eficiencia de uso

Para usuarios con más experiencia en el sistema (como se espera sean los administrativos del hospital, que son los usuarios que usarán con mayor frecuencia el

sistema) se debe añadir opciones y formas de acelerar su experiencia de usuario, pues ya conoce el sistema y puede obviar ciertos formularios pensados para usuarios nuevos.

Esta fue quizá la heurística más difícil de implementar dado que el diseño de la interfaz tuvo que ser tal que no confunda a los usuarios nuevos o de edad avanzada y que sea fácil de encontrar para usuarios expertos en el sistema o con conocimientos en tecnologías de información.

Se implementaron opciones que permiten a los usuarios revisar, por ejemplo, todas las referencias entrantes al hospital (pacientes provenientes de otros centros hospitalarios) en estado de revisión Pendiente, para evitar la búsqueda manual ya sea por código de referencia o visualmente.



Código	Hospital Origen	Paciente	Especialidad	Fecha	Estado	Aprobar	Contrareferir
REF-005	ALMENARA	Prueba Vargas	Cardiología	2020-06-01	PENDIENTE	✓	↑
REF-006	ALMENARA	rene2 Arias	Cardiología	2020-06-04	CONTRAREFERID		
REF-003	ALMENARA	rene2 Arias	Pediatría	2020-12-12	APROBADO		↑
REF-004	ALMENARA	rene2 Arias	Pediatría	2020-12-12	APROBADO		↑

Figura 48. Pantalla de Gestión de Referencias Entrantes.

También se incluyeron opciones para hacer ediciones en lote, como en la opción de Nómina, donde se podrá editar el sueldo de varios empleados a la vez según su rol o puesto, haciendo clic en Por Rol.



Código	Nombre	DNI	Rol	Sueldo (S./)	Editar
LOG-007	PRUEBA 2 Borjes	45509012	Logística	1250.00	
MED-008	PRUEBA 2 Borjes	45509012	Médico	1000.00	
MED-009	PRUEBA 2 Borjes	45509012	Médico	1000.00	
MED-010	PRUEBA 2 Borjes	45509012	Médico	1000.00	
MED-011	PRUEBA 2 Borjes	45509012	Médico	1000.00	

Figura 49. Pantalla de Nómina de Empleados.

VIII. Diálogos estéticos y diseño minimalista

La información mostrada en las pantallas es la necesaria y útil para el usuario en ese instante (Nielsen, 1994).

Es por esto que en las pantallas del sistema se muestra solo la información relacionada al proceso o menú donde se está ubicado y se evitan indicaciones, botones o figuras irrelevantes que solo confundirían al usuario. Todas las pantallas de tipo CRUD son muy similares, con las mismas posiciones y formas de los botones, filtros, buscadores y demás herramientas siguiendo un diseño minimalista, de forma que los usuarios se puedan dar cuenta por sí mismos como es el funcionamiento del sistema sin tener que complicar la interfaz con indicaciones o íconos innecesarios.

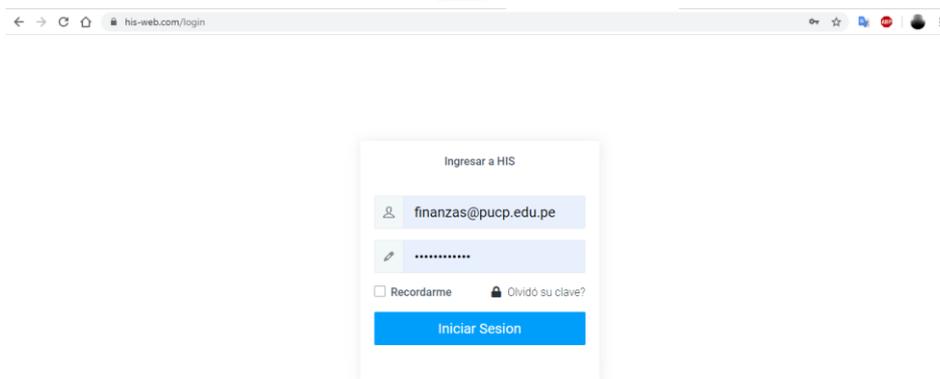


Figura 50. Login del Sistema

En la pantalla de bienvenida del sistema, solo se pide la información básica para el inicio de sesión.

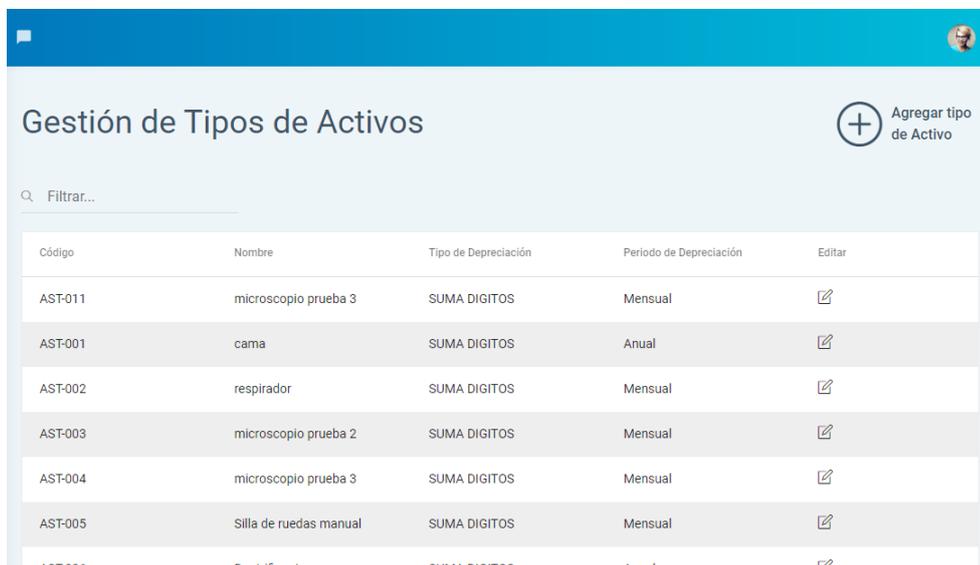


Figura 51. Pantalla de Gestión de Tipos de Activos.

Las pantallas de tipo CRUD o de gestión siguen esta misma estructura simple y minimalista.

IX. Ayudar a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperarse de los errores

Esta heurística se relaciona con los mensajes de error que se le presentan al usuario. Los mensajes de error no deben asustar al usuario, sino ayudarlo a comprender lo que está pasando y cómo solucionarlo (Nielsen, 1994).

Se tienen distintos mensajes de error para cada casuística, de esta forma, se ayuda al usuario a identificar la causa del error y a corregirlo si fue culpa suya o está a su alcance.



Figura 52. Mensaje de error – Ingresar Paciente 1

Referencias Entrantes

Referencias Salientes

Viajes Recientes Chicago

Aseguradora SIS

Seguro SIS Mic

El sistema está teniendo problemas. Inténtelo luego de unos minutos. ✕

Figura 53. Mensaje de error – Ingresar Paciente 2

Agregar Paciente

Nombre Ingrese Nombre

Apellido Paterno Ingrese Apellido Paterno

Apellido Materno Ingrese Apellido Materno

DNI Ingrese DNI

Teléfono Ingrese Teléfono

Edad Ingrese Edad

Dirección Ingrese Dirección

Los datos ingresados son incorrectos. ✕

Figura 54. Mensaje de error – Ingresar Paciente 3

X. Ayuda y documentación

Para cumplir con esta heurística se añadieron tooltips e íconos con explicaciones para los campos más complejos de los formularios, de tal manera que el usuario puede obtener una breve descripción del formulario o los pasos a realizar haciendo clic en el ícono Ayuda .

The screenshot shows a web interface for 'Nómina de Empleados'. At the top right, there is a button labeled 'Por Rol' with a right-pointing arrow icon. Below the title, a search bar contains the text 'Filtrar...'. A table lists two employees:

Código	Nombre	DNI	Rol	Sueldo (S/.)	Editar
LOG-007	PRUEBA 2 Borjes	45509012	Logística	1250.00	
MED-008	PRUEBA 2 Borjes	45509012	Médico	1000.00	

A help message box is overlaid on the screen, containing the text: 'Seleccione un empleado y haga clic en Editar para cambiar su sueldo. Haga clic en "Por Rol" para editar el sueldo de empleados del mismo puesto.'

Figura 55. Mensaje de Ayuda en la pantalla de Nómina de Empleados

9.3 Pruebas con Usuarios

Se realizaron pruebas de usabilidad del sistema con diez usuarios finales (médicos) de entre 22 y 69 con un promedio de 56 años de edad de nacionalidad peruana y argentina para evaluar que tan bien entendían el sistema, qué tan rápido se adaptaban a este y cuánto tardaban en realizar una serie de tareas propuestas.

Para este fin se utilizó la herramienta web Google Forms y se puede visualizar el cuestionario en el siguiente enlace:

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfdxAoLHlaJdg-NKB8SWRU5_rNe1PqwQyLci-3B-LSkbZF9Qg/viewform?usp=sf_link.

No se pudo registrar la interacción de los usuarios o sus reacciones, pero se pudo medir el tiempo de interacción con el sistema para cumplir los objetivos del ejercicio propuestos (se presenta líneas abajo).

El formulario contó con las siguientes tres secciones principales:

1. **Cuestionario Pre-Test:** en la que se muestra la siguiente captura de una pantalla del sistema.

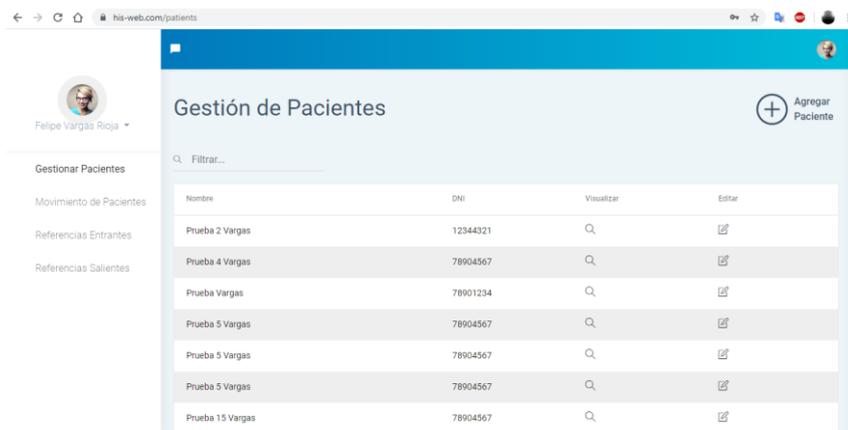


Figura 56. Cuestionario Pre-Test

Luego, se pregunta sobre lo que cree trata la pantalla al usuario y sobre la utilidad de sus componentes. En esta prueba los encuestados nunca habían usado el sistema y solo habían leído una breve descripción de este. Se elaboraron las siguientes preguntas:

- Con la información que se presenta en la imagen, ¿para qué cree que sirve esta pantalla? 8 de 10 encuestados respondieron correctamente la pregunta.
- ¿Hay algún elemento que le haya ayudado a identificar su funcionalidad?

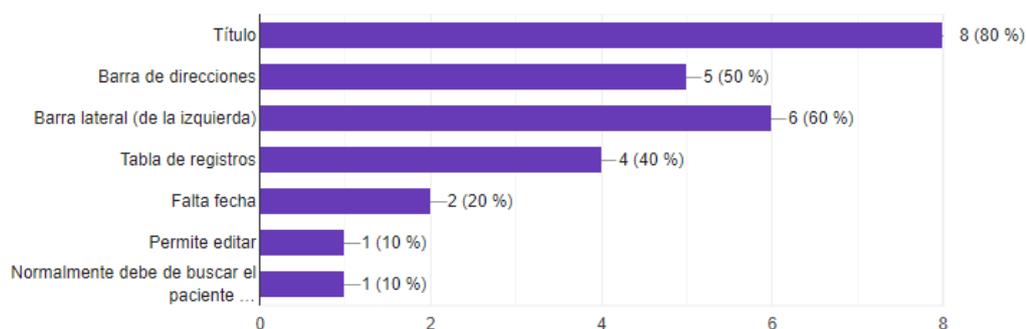


Figura 57. Gráfico de elementos de usabilidad

- ¿Hay algún elemento que no entienda o está fuera de lugar?

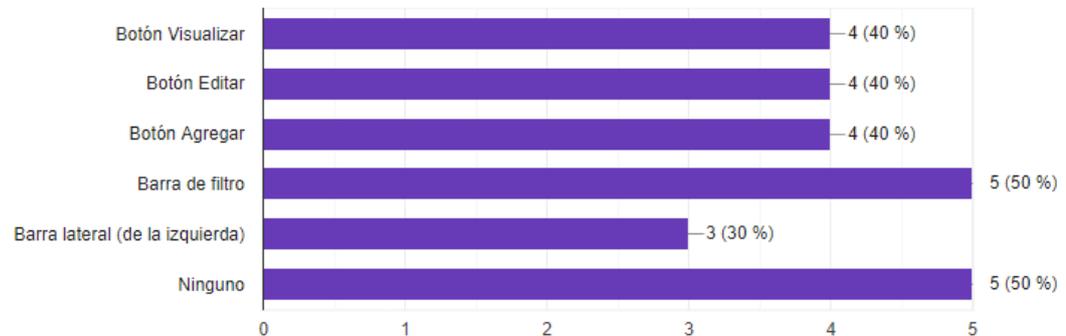


Figura 58. Gráfico de elementos fuera de lugar

2. **Instrucciones y Lista de Tareas:** en la que se presentan una serie de actividades que el usuario debe realizar y se mide el tiempo que tarda en desarrollarlas. En la prueba se indicó al usuario que debía mover a un área, especialidad y cuarto del hospital determinados, siendo esta la primera vez que el usuario interactuaba con el sistema.



Figura 59. Instrucciones de la prueba de usabilidad

Se midió el tiempo para realizar las instrucciones propuestas y dio un promedio de **4.5 minutos**.

3. **Cuestionario Post-Test:** en esta etapa se le entregó libertad al usuario para que navegue e interactúe sobre los distintos roles y pantallas del sistema y luego se realizaron las siguientes preguntas:

- ¿Cuál le pareció fue el nivel de dificultad al realizar las actividades mencionadas?

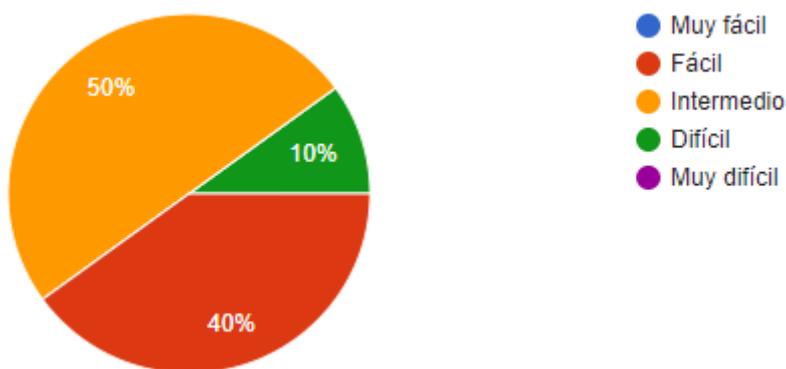


Figura 60. Gráfico de dificultad de uso

- ¿Tuvo alguna dificultad durante el proceso al realizar la lista de actividades?

Respuestas diversas desde la demora en la aparición de la data hasta la cantidad de pasos necesarios para mover un paciente.

- ¿Hubo algún componente, pantalla o procedimiento que le resultó confuso o no entendió durante el test? La mayoría de respuestas se enfocó en la función de los íconos en las tablas.

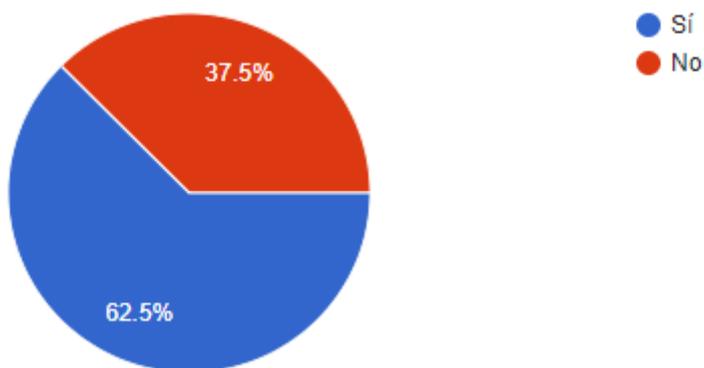


Figura 61. Gráfico de identificación de componentes

¿Ve sencilla la forma de cambiar de pantalla o dirigirse a otra funcionalidad del sistema?

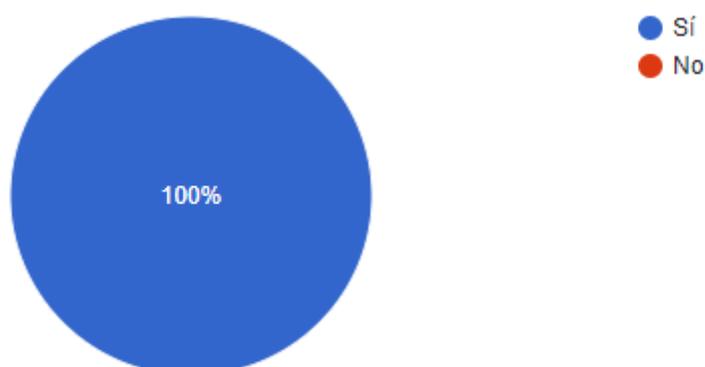


Figura 62 Gráfico de dificultad en el flujo

¿Le quedó claro la operación que acaba de hacer y su utilidad para el hospital?

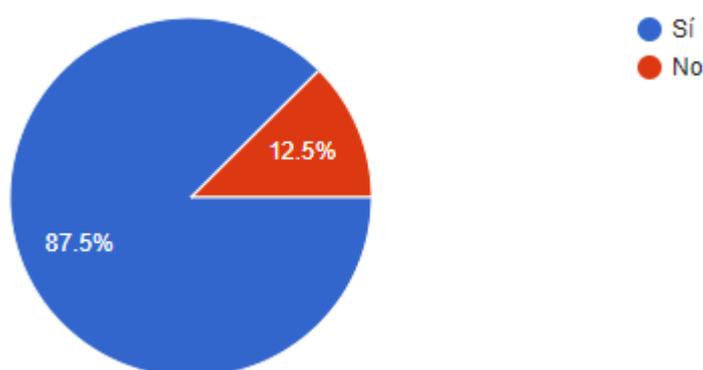


Figura 63 Gráfico de entendimiento de la funcionalidad

- ¿Qué es lo que más te llamó la atención positiva o negativamente del sitio web?
- Si gusta, deje un comentario sobre algo que cree debería mejorar el sistema en cuanto a usabilidad o facilidad de uso para los usuarios.

9.4 Conclusiones

Se concluye que a pesar de hacer énfasis y velar por el cumplimiento de las heurísticas de Nielsen, esto no asegura la usabilidad y fácil entendimiento del sistema de los usuarios. Es muy importante también realizar pruebas con usuarios finales para escuchar sus comentarios, quejas e identificar los flujos de información que no entienden.

Además, se deduce que con el uso de pruebas más exhaustivas como Eye Tracking o Think Aloud en un laboratorio, que no se pudieron hacer por motivos externos, hubiesen ayudado a identificar de manera más rápida y exacta los componentes del sistema en los cuales enfocarse en mejorar.

Se demostró que la adaptación y sentimiento de mayor facilidad de uso del sistema se dio en usuarios de menor edad y con experiencia en el uso de sistemas web (de cualquier tipo), ya sea en su vida cotidiana o en el campo laboral. Sin embargo, en los centros médicos del país existen doctores de avanzada edad que se deben adaptar al sistema de igual manera. Es por ello que se hace necesario en el sistema incluir en todas las pantallas los Mensajes de Ayuda expuestos en el punto 9.2.X para que los usuarios tengan una noción de en qué parte del sistema se encuentran, qué pueden hacer en ella y cómo hacerlo.

En conclusión, el sistema es usable y puede ser implantado en centros médicos de categoría II-1 o superior. No obstante, para los usuarios más longevos requerirá una pequeña capacitación e introducción al sistema para una rápida adopción del sistema.

Capítulo 10. Conclusiones y trabajos futuros

10.1 Conclusiones

Se logró culminar el Sistema de Información Hospitalario (HIS) interoperable basado en estándares HL7 para centros médicos de categoría II-1 o superior cumpliendo y desarrollando los objetivos y resultados específicos del proyecto; que incluyen las etapas de desarrollo de software, la arquitectura del sistema, el sistema web, el módulo de seguridad y la evaluación de usabilidad.

Las etapas de análisis y diseño del proyecto, para elaborar la arquitectura del sistema, fueron las más demandantes de tiempo y en las que hubo más cambios. Esto debido principalmente a las diversas opiniones y perspectivas de los distintos involucrados (tesistas, asesor, profesores, entrevistados, médicos, enfermeros). Sin embargo, estos cambios no complicaron la implementación del sistema y su adición a los procesos ya programados fue rápida debido a los frameworks y metodología (XP, ágil) utilizados.

Además, la evaluación heurística permitió verificar y reforzar la usabilidad del sistema, por lo que las pruebas con usuarios fueron satisfactorias y se encontraron pocos defectos en la usabilidad del software.

Por otro lado, las validaciones y la evaluación de usabilidad fueron importantes para recibir la opinión de expertos en cuanto a cómo mejorar el sistema y hacerlo más escalable para que pueda ser mejorado y tomado como referencia en el futuro para otros proyectos de tesis e implementaciones.

10.2 Trabajos futuros

Se desarrolló un Sistema de Información Hospitalario que apoye a las operaciones administrativas de un hospital de categoría II-1 o superior. Para implementar el sistema en uno o varios hospitales del país se necesitará el apoyo de los sistemas de Farmacia (PIS), Laboratorio (LIS) e Historias Clínicas Electrónicas (HCE) para brindar una gestión completa de la información del hospital. Además, se requerirá un servidor que sirva como central de interoperabilidad que permita conectar varios hospitales del país.

Este proyecto, al igual que los otros módulos del *Healthcare Information Management System*, puede ser mejorado y personalizado en muchos aspectos, es por esto que se presenta como proyecto de tesis para que otros profesionales puedan usarlo como base para plantear nuevos proyectos con tecnologías más modernas en la época en que lo desarrollen y usando plataformas de interoperabilidad con datos de los ciudadanos que esperamos el estado implemente eficazmente en el futuro.



Referencias

Abad J. (6 de abril de 2005). Tipos de Pruebas de Software. Ingeniería de Software.

Recuperado de: <http://ing-sw.blogspot.com/2005/04/tipos-de-pruebas-de-software.html>

Aghazadeh S., Aliyev A., Ebrahimnezhad M. (2012). Review the Role of Hospital Information Systems in Medical Services Development. International Journal of Computer Theory and Engineering. Recuperado de <http://www.ijcte.org/papers/596-M024.pdf>

Aliaga, R. (26 de enero de 2018). ¿Por qué es tan caótico el sistema de salud peruano?

Recuperado de

<https://www.esan.edu.pe/conexion/actualidad/2018/01/26/por-que-es-tan-caotico-el-sistema-de-salud-peruano/>

Alva, G. (16 de junio de 2015). La gestión de instituciones de salud en el Perú.

Recuperado de

<https://www.esan.edu.pe/conexion/actualidad/2015/06/16/gestion-instituciones-salud-siglo-xxi-peru/>

Angular (2019). Architecture overview. Recuperado de

<https://angular.io/guide/architecture>

Angular (2020). Security. Recuperado de <https://angular.io/guide/security>

Artaza Barrios, O., Méndez, C., Holder Morrison, R, Suárez Jiménez, J. (2011). Redes

Integradas De Servicios De Salud: El Desafío De Los Hospitales. Santiago:

OPS/OMS

- Bahit, E. (2012). Scrum & Extreme Programming: para programadores. Buenos Aires: SafeCreative.
- Balaraman P., Kosalram K. (2013). E - Hospital Management & Hospital Information Systems - Changing Trends. I.J. Information Engineering and Electronic Business, 1, 50-58. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/256298039_E_-Hospital_Management_Hospital_Information_Systems_-_Changing_Trends
- Bizagi (2020). Bizagi Modeler. Obtenido de <https://www.bizagi.com/es/plataforma/modeler>
- Castro J. (2009). Hacia el aseguramiento universal en salud en el Perú. Recuperado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342009000200016#:~:text=El%20r%C3%A9gimen%20contributivo%20directo%20es,la%20base%20del%20actual%20EsSALUD.
- Conexión Esan (20 marzo 2018) ¿Cómo funciona la categorización en establecimientos de salud? Recuperado de: <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2018/03/como-funciona-la-categorizacion-en-establecimientos-de-salud/>
- Criado J., Gascó M., Jiménez C. (2010). Bases para una Estrategia Iberoamericana de Interoperabilidad. Buenos Aires: XX Cumbre Iberoamericana.
- Defensoría del Pueblo (noviembre 2016). Los servicios de emergencia en los establecimientos de salud públicos y el acceso a medicamentos esenciales. Recuperado de: <https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2018/05/Informe-de-Adjuntia-015-AAE-DP.pdf>

- Del Castillo, G. (13 de febrero de 2019). Siguiendo Reforma: La Impostergable Reingeniería Del Sistema De Salud Pública En El Perú. Pacífico Business School. Recuperado de <https://pbs.edu.pe/noticias/siguiente-reforma-impostergable-reingenieria-sistema-salud-publica-peru-gabriel-castillo-mory/>
- Diario El Correo (23 octubre 2014). Enfermeras no se abastecen para atender a pacientes . Recuperado de: <https://diariocorreo.pe/peru/enfermeras-no-se-abastecen-para-atender-a-pacientes-256117/>
- Django (2019). Documentación. Recuperado de <https://docs.djangoproject.com/es/2.2/intro/overview/>
- ESSALUD (2009). Informe técnico previo de evaluación de software - Ley 288612. Lima: ESSALUD.
- ESSALUD (16 de mayo de 2020). Manuales de Procesos y Procedimientos. Recuperado de <http://www.essalud.gob.pe/manuales-de-procesos-y-procedimientos/>.
- El Peruano (1 de enero de 2019). El SIS y la salud de los más pobres. Recuperado de: <https://elperuano.pe/noticia-el-sis-y-salud-de-mas-pobres-75297.aspx>
- El Peruano (2 de mayo de 2019). Difunden ley de emergencia. Recuperado de <https://elperuano.pe/noticia-difunden-ley-emergencia-58448.aspx>
- El Peruano (4 de junio de 2019). Asegurados se atenderán en el Minsa, Essalud y Sanidad. Recuperado de <https://elperuano.pe/noticia-asegurados-se-atenderan-el-minsa-essalud-y-sanidad-80172.aspx>

EMRConsultant (2 de mayo de 2019). Hospital Information Systems (HIS). Recuperado de <http://www.emrconsultant.com/emr-education-center/emr-selection-and-implementation/hospital-information-systems-his/>

Endriyas, M., Alano, A., Mekonnen, E., Ayele, S., Kelaye, T., Shiferaw, M., Misganaw, T., Samuel, T., Hailemariam, T. y Hailu, S. (18 de marzo de 2019).

Understanding performance data: health management information system data accuracy in Southern Nations Nationalities and People's Region, Ethiopia. BMC Health Services Research. Recuperado de <https://bmchealthservres.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s12913-019-3991-7.pdf>

ESSALUD (2011). Resolución de Gerencia General N°322 - GG-ESSALUD-2011. Lima: ESSALUD.

Fernández Puerto F., Gatica Lara F. (2003). Sistema de Información Hospitalaria. Lima: Facultad de Medicina - UNAM

gob.pe (2 de mayo de 2019). Seguro Integral de Salud (SIS) Recuperado de <https://www.gob.pe/130-seguro-integral-de-salud-sis>

HL7 (3 de abril de 2022). HL7 Version 2 Product Suite. Recuperado de http://www.hl7.org/implement/standards/product_brief.cfm?product_id=185

Instituto Nacional de Salud (2009). Establecimientos Asistenciales Del Sector Salud, Perú 2009. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública, 26(2): 264-67. Recuperado de <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v26n2/a23v26n2.pdf>

- Iribari O. (2014). Proceso de diseño, validación y aprobación del manual de operaciones del Hospital Santa Rosa en el marco de la política de modernización de la gestión pública. Recuperado de <http://190.102.131.45/moperaciones/index.php/exposicion-trabajo-diseno?download=19:manual-de-operaciones-hsr-12-de-noviembre>
- Kazemi, A., Rabiei R., Moghaddasi H. y Deimazar, G. (2016). Pharmacy Information Systems in Teaching Hospitals: A Multi-dimensional Evaluation Study. *Healthcare Informatics Research*. 22(3), 231 - 237.
- Kitchenham, B.A. y Charters, S. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. Technical Report EBSE-2007-01.
- Khalifa M. (2017). Perceived Benefits of Implementing and Using Hospital Information Systems and Electronic Medical Records. *Informatics Empowers Healthcare Transformation*, 165-168. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/318339960_Perceived_Benefits_of_Implementing_and_Using_Hospital_Information_Systems_and_Electronic_Medical_Records
- Kruchten, P. (1995). Architectural Blueprints - The “4+1” View Model of Software Architecture. *IEEE Software* 12 (pp. 42-50).
- L. Bass, P. Clements, R. Kazman, *Software Architecture in Practice*, 2nd Edition, Addison Wesley, 2003
- Lazo-Gonzales O., Alcalde-Rabanal J., Espinosa-Henao O. (2016). El sistema de salud en el Perú: situación y desafíos. Lima: REP.

- Letelier, P. y Penadés, M. (2019). Metodologías ágiles para el desarrollo de software: eXtreme Programming (XP), 5(26), 1666-1680.
- Lifewire (27 de mayo de 2019). Cryptographic Hash Function. Recuperado de <https://www.lifewire.com/cryptographic-hash-function-2625832>
- Liyanage, E (1 de octubre de 2016). 10 Usability heuristics explained. Recuperado de: <https://medium.com/@erangatl/10-usability-heuristics-explained-caa5903faba2>
- MEASURE Evaluation (2 de mayo de 2019). Health Management Information Systems. Recuperado de <https://www.measureevaluation.org/resources/training/capacity-building-resources/health-management-information-systems-hmis-1>
- MedlinePlus (2 de mayo de 2019). Centros de Salud. Recuperado de <https://medlineplus.gov/spanish/healthfacilities.html>
- MINSA (1 de enero de 2019). Ministerio de Salud. Recuperado de: <https://www.minsa.gob.pe/portalminsa/directorioinstitucional/nododis.asp?nodo=01>
- MINSA (2004). Norma Técnica de los Servicios de Emergencia de Hospitales del Sector Salud. Recuperado de http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/HospitalesSeguros/MULTIMEDIA/PDF/NORMA_TECNICA_PE.pdf
- Nielsen, J (1994). Usability Engineering (Interactive Technologies). Morgan Kauffman.
- OMG (2020). Object Management Group. Business Process Model and Notation. Recuperado de <http://www.bpmn.org/>

Oré Cárdenas, A. (2017). Gestión y Desempeño de un Hospital de EsSalud (Tesis magistral). Recuperado de http://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/1968/Andres_Tesis_maestr%C3%ADa_2017.pdf?sequence=1

Padilla Huamantincó, P (2018). Sistematización de la reforma de los sistemas de información en salud del Ministerio de Salud del Perú (MINSA) en el periodo 2016-2017 (Tesis magistral). Recuperado de http://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/upch/4365/Sistematizacion_PadillaHuamantincó_Pierre.pdf?sequence=1&isAllowed=y

PCM: Secretaría de Gobierno Digital (2 de mayo de 2019). Interoperabilidad. Recuperado de <https://www.gobiernodigital.gob.pe/interoperabilidad/>

Peru 21 (21 noviembre 2015). Negligencias médicas: Más denuncias por falta de información .Recuperado de: <https://peru21.pe/lima/negligencias-medicas-denuncias-falta-informacion-204749>

pgAdmin (2020). pgAdmin. Recuperado de <https://www.pgadmin.org/>

Ponce-Varillas T. (2 de mayo de 2019). Hacinamiento en los servicios de emergencia. Recuperado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832017000200019

PostgreSQL Tutorial (2020). What is PostgreSQL? Recuperado de <https://www.postgresqltutorial.com/what-is-postgresql/>

R. Vásquez-Alva, J. Amado-Tineo, F. Ramírez-Calderón, R. Velásquez-Velásquez y R.

Huari-Pastrana (6 de julio de 2016). Sobredemanda de atención médica en el servicio de emergencia de adultos de un hospital terciario, Lima, Perú.

Recuperado de: <http://www.scielo.org.pe/pdf/afm/v77n4/a10v77n4.pdf>

RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 546-2011/MINSA, NORMA TÉCNICA DE

SALUD. “CATEGORÍAS DE ESTABLECIMIENTOS DEL SECTOR SALUD” , Lima 2011. Recuperado de:

http://www.digemid.minsa.gob.pe/UpLoad/UpLoaded/PDF/AtencionFarmaceutica/Categorizacion-UPSS_Farmacia.pdf

Seymour, J., Frantsvog, D., & Graeber, T (2014). *Electronic Health Records (EHR)*. 3(3).

ScrumStudy. (10 de abril de 2022). Scrum in 6 minutes. Recuperado de

<https://www.scrumstudy.com/whyscrum/scrum-in-six-minutes>

SIEMENS Healthineers. (2 de mayo de 2019). Health Level 7. Recuprado de

<https://www.siemens-healthineers.com/cl/services/it-standards/hl7>

Sirintrapun, S.J., y Artz, D. (2015). *Health Information Systems. Surgical pathology*

clinics, 8 (2), 255-68.

Skobelev, D., Zaytseva, T., Kozlov, A. y Perepelitsa, V. (2011). *Laboratory information*

management systems in the work of the analytic laboratory. Measurement Techniques. 53.

StarUML (2019). Official website. Recuperado de <http://staruml.io/>

SUSALUD (1 de enero de 2019). *Visión y Misión*. Recuperado de:

<http://portal.susalud.gob.pe/nosotros-vision-mision/>

SUSALUD (2 de mayo de 2019). Mundo IPRESS. Recuperado de

<http://portal.susalud.gob.pe/mundo-ipress/>

SUSALUD (4 de setiembre de 2021). Plataforma digital única del Estado Peruano.

Recuperado de <https://www.gob.pe/4104-superintendencia-nacional-de-salud-que-hacemos>

Torres, J. (29 enero 2017). Emergencia sanitaria: hospitales de Lima carecen de 7 de cada 10 medicinas e insumos médicos para el 2017. Recuperado de: <https://ojo-publico.com/363/emergencia-sanitaria-hospitales-de-lima-carecen-de-medicinas-e-insumos-medicos-para-2017>

UML (2020). Unified Modeling Lenguaje. Recuperado de <https://www.uml.org/>

Velásquez, A., Céspedes, S., Malo, M., Pedroza, J., Saco, A., Zamora, V. (2015). La salud Hoy: Problemas y Soluciones. Lima: CENTRUM

VisualStudioCode (2019). Getting Started. Recuperado de

<https://code.visualstudio.com/docs>

W. Valdez Huarcaya, E. Napanga Saldaña, A. Oyola García, J. Mariños Anticona, A.

Vílchez Gutarra, J. Medina Osis y M. Berto Gonzales (septiembre 2013).

ANÁLISIS DE SITUACIÓN DE SALUD DEL PERÚ. Recuperado de :

<http://www.dge.gob.pe/portal/docs/intsan/asis2012.pdf>

w3schools.com (2019). What is CSS? Recuperado de

https://www.w3schools.com/whatis/whatis_css.asp

w3schools.com (2019). What is HTML? Recuperado de

https://www.w3schools.com/whatis/whatis_html.asp

Zafra, J., Veramendi, L. y Villa, L (2015). Problemas en la calidad de atención en salud: oportunidad de mejora. Sociedad Científica San Fernando, 76(1), 87-8.

