



Prototypes of Interoperable Software Components
for the Visualization of Patient Anthropometric
and Vital Signs Information as a Complement to
Electronic Medical Records.

José Alfredo Acosta Paéz

EasyChair preprints are intended for rapid
dissemination of research results and are
integrated with the rest of EasyChair.

November 5, 2022

Prototipos de componentes de software interoperables para la visualización de información antropométrica y de signos vitales de pacientes como complemento a los registros médicos electrónicos.

Autor:

José Alfredo Acosta Paéz

Director:

Feisar Enrique Moreno Corzo, MSC Ingeniería Sistemas.

Codirector:

Leonardo Talero, MSC Ingeniera Industrial

Universidad Autónoma De Bucaramanga - UNAB

Facultad de ingeniería

Ingeniería de sistemas

Sistemas de información e ingeniería del software

Bucaramanga

2022

Tabla de contenido

Capítulo 1: Planteamiento del problema y justificación.....	6
1.1 Planteamiento del problema	6
1.2 Justificación.....	7
1.3 Árbol de problemas	8
Capítulo 2: Objetivos, actividades y productos	9
2.1 Objetivo general	9
2.2 Objetivos específicos	9
2.3 Actividades.....	10
Capítulo 3: Antecedentes y estado del arte	12
3.1 Antecedentes.....	12
3.2 Estado del arte	13
Capítulo 4: Marco teórico.....	18
4.1 Expresiones en salud.....	18
4.1.1 Paciente	18
4.1.2. OMS	18
4.1.3 Historia clínica.....	18
4.1.4 Historia clínica electrónica.....	18
4.1.5 Tipos de Gráficos Signos Vitales:	19
4.1.5.1 Antropometría	19
4.1.5.2 Tensión arterial.....	19
4.1.6 Tipos de Gráficos de Crecimiento y desarrollo:	20
4.1.6.1 IMC para edad Niños	20
4.1.6.2 Perímetro cefálico para la edad niños.....	21
4.1.6.3 Talla para edad.....	21
4.1.6.4 Peso para la edad.....	22
4.2 Expresiones en tecnología	23
4.2.1 HTTP	23

4.2.2 HTTPS	23
4.2.3 Servidor (Hardware).....	24
4.2.4 Servidor (Software)	24
4.2.5 Servidor Web	24
4.2.6 Hosting	24
4.2.7 JSON (Notación de objetos de JavaScript)	24
4.2.8 API REST, o API de RESTful.	25
4.2.9 Framework.....	25
4.2.10 Tipos de Framework	25
4.2.11 Interoperabilidad	26
4.2.12 Normatividad Aplicable de Interoperabilidad.	26
4.2.13 Interoperabilidad de datos de la historia clínica	26
Capítulo 5: Marco metodológico	27
Capítulo 6: Marco legal.	30
Capítulo 7: Cronograma y presupuesto	31
7.1 Cronograma	31
7.2 Presupuesto	32
Bibliografía.....	35

Tabla de Figuras

Figura 1: Árbol de Problemas.....	8
Figura 2: Gráfico de tensión arterial.....	19
Figura 3:IMC para la edad Niños.....	20
Figura 4: Gráfica de perímetro cefálico para la edad Niños.	21
Figura 5: Gráfica longitud/talla para la edad Niños.....	22
Figura 6: Gráfica peso para la edad niños.....	23
Figura 7: Ciclo de vida de prototipado evolutivo.....	28
Figura 8: Pruebas unitarias	29

Tabla de Tablas

Tabla 1: Objetivos específicos y actividades.....	10
Tabla 2: Propuesta de arquitectura interoperable usando software	13
Tabla 3: Percepción de interoperabilidad de historia clínica electrónica Hospital Alfonso Jaramillo Salazar	14
Tabla 4: Gestión de la historia clínica personal basado en la nube.....	15
Tabla 5: Aprovechamiento de la API en el sector salud.....	16
Tabla 6: Integración de plataforma de interoperabilidad en salud, a nivel nacional en Corea del Sur.	17
Tabla 7: Cronograma.....	31
Tabla 8: Presupuesto total.....	32
Tabla 9: Presupuesto total.....	32
Tabla 10: Presupuesto de equipos físicos.....	33
Tabla 11: Presupuesto de software.	33
Tabla 12: Presupuesto de material bibliográfico	34

Capítulo 1: Planteamiento del problema y justificación.

1.1 Planteamiento del problema

Actualmente las instituciones prestadoras de salud en Colombia recopilan constantemente información médica de sus usuarios cuando van a una consulta, a un control médico, sin embargo, debido a la resolución 866 de 2021, las entidades deben iniciar con la adecuación en sus sistemas de información respecto a componentes de software interoperables que permitan usar la información de la historia clínica electrónica y se integren al modelo de interoperabilidad definido por el Ministerio de las TICs. Según lo anterior es necesario adoptar herramientas tecnológicas para usar los registros históricos y generar vistas de forma gráfica para analizar, comparar los resultados obtenidos. En el sector salud es necesario contar con información histórica y poder visualizarla de forma gráfica para validar y revisar la evolución del paciente en el tiempo, revisar la efectividad de un tratamiento, el crecimiento de un menor de edad y poder tomar decisiones para su tratamiento.

Según los medios de información se tiene la percepción que en Colombia la implementación en temas interoperabilidad en salud ha avanzado lentamente. Desde un tiempo atrás en Colombia se viene trabajando en los temas de interoperabilidad, uno de los proyectos de la unificación de la información en salud es el SISPRO (Sistema Integrado de Información de la Protección Social). El SISPRO es un intento para avanzar en los temas interoperabilidad en el país lanzado en el año 2014. (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013).

En Colombia a partir de la resolución 328 de 2018 expedida por el Ministerio de Salud y Protección Social se “adoptaron los lineamientos técnicos y operativos de la Ruta Integral de Atención para la Promoción y Mantenimiento de la Salud y la Ruta Integral de Atención en Salud para la Población Materno Perinatal y se establecen las directrices para su operación”, estos lineamientos deben ser integrados a los registros de historias clínicas para llevar un control más detallados de los pacientes y ser representados de forma gráfica para ser analizados.

Se debe tener en cuenta el factor de cultura digital en Colombia, debido a que se presenta un retraso significativo en las entidades de salud que no han puesto los servicios de interoperabilidad como un objetivo en sus planes de acción, lo cual perjudica en el proceso de atención y seguimiento de pacientes en el sector salud (Ministerio de Salud y Protección Social, 2022).

En la actualidad en algunas instituciones se continúa llevando la historia clínica en papel y en otras mantienen la información de sus pacientes en archivos de Excel, documentos en

carpetas y no se cuenta con sistemas unificados en los cuales se puedan recopilar datos que permitan generar de forma visual el seguimiento y la evolución de los pacientes respecto a información antropométrica y de signos vitales.

1.2 Justificación

Para el desarrollo de componentes de software interoperables puede a las entidades para que den cumplimiento a las disposiciones del marco normativo en el sector salud de Colombia por medio de la Ley 215 de 2020 y la Resolución 866 de 2021 en la cual se proyecta y se empieza a dar las instrucciones para la implementación de la interoperabilidad para compartir información con otras entidades, según la información obtenida de la historia clínica de los pacientes. Según lo anterior se puede esperar una alta demanda en los desarrollos de componentes de interoperabilidad en los próximos años y de profesionales en este campo.

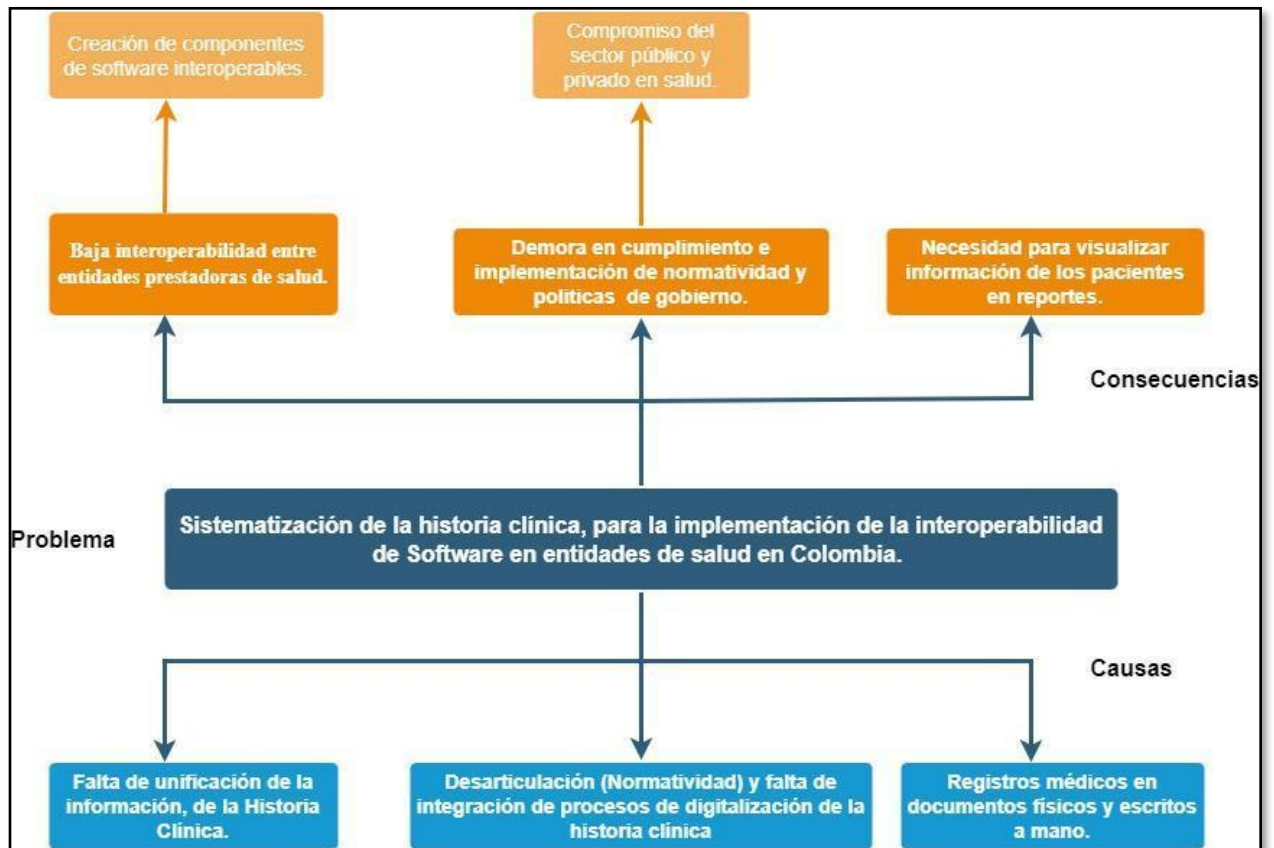
Se espera que el desarrollo de componentes de software interoperables por medio de plataformas web que permitan ser embebidos dentro de otras aplicaciones de historia clínica, permite crear gráficas de peso para la talla, talla para la edad, perímetro cefálico, IMC para la edad, peso para la edad, presión arterial, IMC para la edad gestacional; lo cual permita al personal de la salud contar con diferentes vistas gráficas y tomar un mejor curso respecto a la atención de los pacientes, a partir de sus datos en la historia clínica .

De acuerdo con el consultor internacional McKinsey Global Institute “los ingresos mundiales de la salud digital (telemedicina, farmacias online, entre otros) aumentarán de 350.000 millones de dólares en 2019 a 600.000 millones en 2024” (McKinsey’s, 2020). A partir de la implementación de componentes interoperables en el sector salud, lo cual permitiría a los médicos, especialistas y hospitales contar con información más completa de los pacientes. Según lo anterior se presenta una demanda ante un mercado objetivo para el desarrollo de componentes de software interoperable en el sector salud, cumpliendo la normatividad vigente y mejorando la calidad en a atención de los pacientes.

Por medio de la transformación digital, la interoperabilidad es un tema clave debido a que las entidades e instituciones de salud deben fortalecer la información de la historia clínica. Es necesario que los médicos y personal de salud puedan obtener de forma visual información antropométrica y de signos vitales para ser mostrada a los pacientes, facilitando la interpretación de los resultados y evolución a los tratamientos, a partir de información que se recopila de diferentes bancos de información.

1.3 Árbol de problemas

Figura 1: Árbol de Problemas



Fuente: El autor.

Capítulo 2: Objetivos, actividades y productos

2.1 Objetivo general

Desarrollar prototipos de componentes de software interoperables para la visualización de información antropométrica y de signos vitales de pacientes como complemento a los registros médicos electrónicos obtenidos de la historia clínica electrónica.

2.2 Objetivos específicos

1. Definir las tecnologías y arquitectura necesarias para el desarrollo de los prototipos de componentes de software interoperables.
2. Diseñar los prototipos de componentes de software interoperables según la tecnología requerida y dentro de los límites de la arquitectura.
3. Implementar el diseño de los prototipos de software interoperables en una plataforma web.
4. Evaluar el funcionamiento del prototipo por medio de pruebas y registrar su efectividad con recursos web.

2.3 Actividades

Tabla 1: Objetivos específicos y actividades

Objetivos Específicos	Actividades	
1.	1.1	Analizar sobre las diferentes tecnologías para el desarrollo de software para plataformas web.
	1.2	Analizar sobre la arquitectura para el desarrollo de componentes de software interoperable.
	1.3	Examinar los procedimientos necesarios, para el desarrollo de componentes de software.
	Producto	Documento sobre las tecnologías disponibles y cuáles se usarán.
2.	2.1	Construcción de resumen ejecutivo.
	2.2	Diseño de la arquitectura de software.
	2.3	Modelado de los elementos de los componentes de software.
	Producto	Documento de análisis y diseño.
3.	3.1	Creación de la codificación necesaria para el funcionamiento de los prototipos de software.
	3.2	Creación de las interfaces gráficas del software.
	3.3	Implementación funcional de los componentes en una plataforma en línea.
	Producto	Prototipo de componentes de software funcional.
4.	4.1	Realización de pruebas funcionales.
	4.2	Realización de pruebas sobre la experiencia del uso de los

		componentes de software.
	4.3	Análisis de resultados de las pruebas realizadas.
	Producto	Documento con el resultado de las pruebas realizadas.

Fuente: El autor.

Capítulo 3: Antecedentes y estado del arte

3.1 Antecedentes

Hoy en día en los países Latinoamericanos se ha adelantado de forma pausada en temas sobre la implementación de historias clínicas electrónicas, en el caso de Colombia hasta el año 2020 se dieron a conocer las primeras directrices para la creación e implementación de la historia clínica electrónica de forma interoperable, ahora se debe tener en cuenta que este un proceso que toma su tiempo para ser implementado en todo un país. (Ministerio de Salud y Protección Social, Ley 2015 de 2020).

En el ámbito internacional un pionero digital en Europa es Estonia el cual cuenta con el sistema de registro electrónico de salud (e-Health Record) es un sistema nacional que integra datos de los diferentes proveedores de atención médica del país para crear un registro común al que todos los pacientes pueden acceder en línea, lo anterior usando la tecnología KSI Blockchain para garantizar la integridad de los datos. El proyecto inicio a partir del año 2008 y funciona a partir de un sistema centralizado, el cual se alimenta de diferentes proveedores de salud.(M-Health Conference Tallinn 2019)

En Latinoamérica Argentina es uno de los países más avanzados en interoperabilidad respecto a temas de salud, lo anterior según información el informe registrado en el Libro Blanco según entrevistas a 80 líderes de ocho países. En Argentina se llevó la iniciativa de implementar la Red Nacional de Salud, el cual tiene como objetivo de contar con una Cobertura de Salud Universal de Salud en el país a partir de la digitalización.

Para la implementación de ese sistema en Argentina fue necesario realizar capacitaciones a más de 2200 trabajadores del sector salud a nivel nacional, involucrar a 200 desarrolladores FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resources) y llevar a cabo más de 18.000 tele consultas de opinión en 2019. Lo anterior permitió que más 2.000.0000 de pacientes distribuidos 16 provincias del país contaran hoy en día con historia clínica electrónica con identificación única a nivel nacional.(Indra company 2021)

El día 19 de Julio de 2022 se llevó en Colombia el primer evento que conecta a diversas entidades relacionadas con salud respecto al tema de Interoperabilidad de la Historia Clínica Electrónica llamado “Conectaton”. En el evento participaron prestadores de salud públicas y privadas de cinco regiones del país, en las cuales se encuentran Santander, Cundinamarca, Valle del Cauca, Antioquia, Santander y Bogotá.(Ministerio de Salud Colombia 2022)

3.2 Estado del arte

El presente estado del arte se generó por medio de la búsqueda de diferentes recursos en las bases de datos del sistema de Bibliotecas SIBU de la UNAB, Google Scholar y IEEE Xplore. Usando palabras clave como: interoperabilidad, salud, software, historia clínica, historia clínica electrónica, de los cuales se encontraron 56 resultados, posteriormente se realizó una lectura del resumen (abstract en inglés) de cada uno y se eligieron los siguientes:

Tabla 2: Propuesta de arquitectura interoperable usando software

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	AUTOR, AÑO	RESUMEN	APORTE AL PROYECTO
Architecture Proposal for Interoperability between Open Source Platforms of Clinical Histories in Colombia (la Espriella Avila, Marrugo, y Arnedo Cervantes 2018)	De la Espriella Avila, W. Puello Marrugo, P. Arnedo Cervantes A. 2018	Artículo científico del grupo de investigación E-Soluciones de la Universidad de Cartagena, en el cual presenta una propuesta de arquitectura que soporta la interacción entre plataformas médicas basadas en software de código abierto. Se utiliza una metodología por fases para el diseño de la arquitectura propuesta.	Permite observar una arquitectura de interoperabilidad basada en software de código abierto para ser implementada en centros de salud con recursos financieros limitados.

Fuente: El autor

Tabla 3: Percepción de interoperabilidad de historia clínica electrónica Hospital Alfonso Jaramillo Salazar

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	AUTOR, AÑO	RESUMEN	APORTE AL PROYECTO
Percepción de interoperabilidad de historia clínica electrónica HCE del profesional de salud del Hospital Regional Alfonso Jaramillo Salazar dl Líbano Tolima. (Ruiz Villarreal y Morales Duque 2021)	Ruiz Villarreal, Iván Fauricio Morales Duque, Caterine 2021	Es una tesis de especialización en la cual se realiza un estudio descriptivo que permite determinar cómo los profesionales de la salud perciben el avance en el proceso de implementación de la historia clínica electrónica, este estudio se llevó a cabo en el hospital de orden regional Alfonso Jaramillo Salazar del Líbano Tolima (Colombia).	Para el proyecto es importante tener en cuenta los aspectos y aportes de los funcionarios involucrados en los procesos de implementación de la interoperabilidad de la historia clínica, porque ellos son los encargados de recibir la capacitación necesaria, indicar fallos y aspectos por mejorar.

Fuente: El autor

Tabla 4: Gestión de la historia clínica personal basado en la nube.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	AUTOR, AÑO	RESUMEN	APORTE AL PROYECTO
Cloud based Personal Health Record Management System and Medical Recommender System (Venkatesh et al. 2022)	Hemanth Venkatesh, B. Prem Sai, A. Ramakrishna Reddy, M Fathimabi, S 2022	En el artículo científico se habla sobre el concepto de historia clínica personal (PHR) con el objetivo de recopilar la información del paciente, evitando que el medico deba empezar de cero. Su objetivo principal es almacenar y procesar la información en una arquitectura web Computing como lo es Amazon AWS y por último realizar recomendaciones a los hospitales, según la valoración de los usuarios.	Para el proyecto indica información necesaria para la toma de datos e información necesaria de los pacientes. Aspectos técnicos de una plataforma web, usando Amazon Cloud, PHP como lenguaje Backend y la base de datos Amazon MySQL para almacenar datos en la nube.

Fuente: El autor

Tabla 5: Aprovechamiento de la API en el sector salud

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	AUTOR, AÑO	RESUMEN	APORTE AL PROYECTO
Leveraging Healthcare API to transform Interoperability: API Security and Privacy. (Faruk et al. 2022)	Hossain Faruk, J Joy Patinga, A. Migiro, L. Shahriar, H. Sweta, S. 2020	Artículo científico que indica los retos y avances las instituciones de salud y respecto a los componentes software API, que ofrecen mayor interoperabilidad indicando las vulnerabilidades de estas y la necesidad de fortalecer la seguridad de las API.	Para el presente proyecto presente proyecto aporta información relevante sobre los avances en interoperabilidad y los resultados que ofrecen las API respecto a interoperabilidad facilitando información de los aspectos y factores importantes como son la seguridad de la información sensible en el proceso de integración con un banco de datos.

Fuente: El autor

Tabla 6: Integración de plataforma de interoperabilidad en salud, a nivel nacional en Corea del Sur.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	AUTOR, AÑO	RESUMEN	APORTE AL PROYECTO
Developing a Common Health Information Exchange Platform to Implement a Nationwide Health Information Network in South Korea (Lee et al. 2015)	Minho Lee. Eunyoung Heo. Heesook Lim. Jun Young Lee Sangho Weon Hoseok Chae Hee Hwang Sooyoung Yoo 2015	El estudio por el cual se redactó el artículo es el desarrollo de una plataforma compartida para el intercambio de información en Salud (HIE en inglés), realizando la integración a una infraestructura (HIE), con el objetivo de participar en implementación e integración de una plataforma de interoperabilidad a nivel nacional en Corea del Sur.	Para el proyecto facilita conocer la información sobre la arquitectura de documentos clínicos (sus siglas en inglés CDA) de la organización internacional HL7 para conocer el modelo de arquitectura, el intercambio de datos, estandarización y darle seguridad a esos mismos datos. Se observa en el artículo que la implementación se realizó desde un nivel local, luego regional y con miras a una integración nacional en Corea del Sur.

Fuente: El autor

Capítulo 4: Marco teórico.

4.1 Expresiones en salud.

4.1.1 Paciente

Según la OMS, es la persona que padece física y corporalmente de una enfermedad. También es la persona que se encuentra bajo atención médica de forma preventiva.

4.1.2. OMS

La Organización Mundial de la Salud es el organismo de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) es el ente encargado de hacer gestiones de vigilar y promover medidas de prevención a nivel mundial en temas de salud.

4.1.3 Historia clínica.

Es un documento privado, obligatorio y de carácter confidencial, el cual contiene la información del paciente siguiendo los lineamientos de la ley 23 de 1981.” El documento historia clínica es de carácter confidencia y solo es posible conocer su información por parte de un tercero con el consentimiento del paciente o en los casos previstos por la ley”.(Ministerio de Salud 2019)

En los registros de la historia clínica se debe encontrar registrada toda la información privada respecto a información relevante de carácter físico y mental del paciente, según lo anterior la información debe estar registrada en forma cronológica, indicando el estado de salud del paciente, las intervenciones médicas, los tratamientos, la historia personal y familiar relacionada.

4.1.4 Historia clínica electrónica.

Como lo indica la resolución 1995 de 1999, en su artículo 18, respecto al almacenamiento y aspectos técnicos, establece que:

“Los Prestadores de Servicios de Salud pueden utilizar medios físicos o técnicos como computadoras y medios magnético-ópticos, cuando así lo consideren conveniente, atendiendo lo establecido en la circular 2 de 1997 expedida por el Archivo General de la Nación, o las normas que la modifiquen o adicionen.

Los programas automatizados que se diseñen y utilicen para el manejo de las Historias Clínicas, así como sus equipos y soportes documentales, deben estar provistos de

mecanismos de seguridad, que imposibiliten la incorporación de modificaciones a la Historia Clínica una vez se registren y guarden los datos. En todo caso debe protegerse la reserva de la historia clínica mediante mecanismos que impidan el acceso de personal no autorizado para conocerla y adoptar las medidas tendientes a evitar la destrucción de los registros en forma accidental o provocada. Los prestadores de servicios de salud deben permitir la identificación del personal responsable de los datos consignados, mediante códigos, indicadores u otros medios que reemplacen la firma y sello de las historias en medios físicos, de forma que se establezca con exactitud quien realizó los registros, la hora y fecha del registro.” (Ministerio de Salud 1999).

4.1.5 Tipos de Gráficos Signos Vitales:

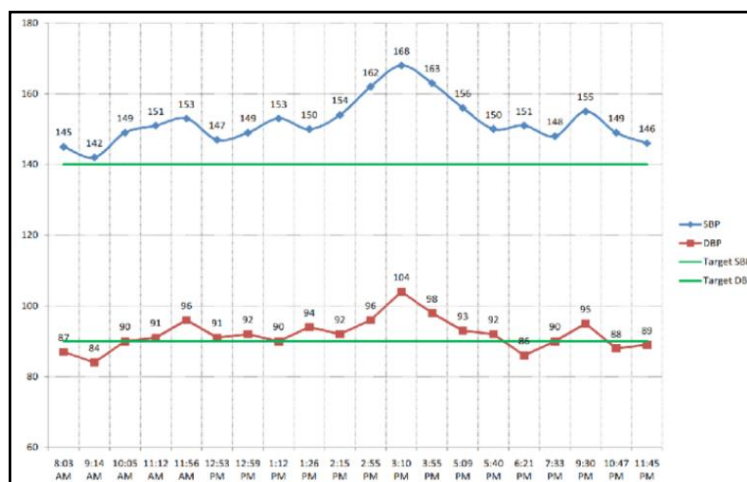
4.1.5.1 Antropometría

La antropometría es el estudio de la medición del cuerpo humano, teniendo en cuenta las dimensiones del hueso, musculo, adiposidad del tejido. En medicina y nutrición en distintos estudios clínicos, metabólicos o epidemiológicos.

4.1.5.2 Tensión arterial

Según el Instituto Nacional de Cáncer : “la definición de tensión arterial es la cantidad de fuerza que se ejerce sobre las paredes de los vasos sanguíneos (arterias) por donde circula la sangre, en el momento que el corazón bombea”.(Instituto Nacional de Cáncer 2022).

Figura 2: Gráfico de tensión arterial.



Fuente:(Mittelstadt 2018)

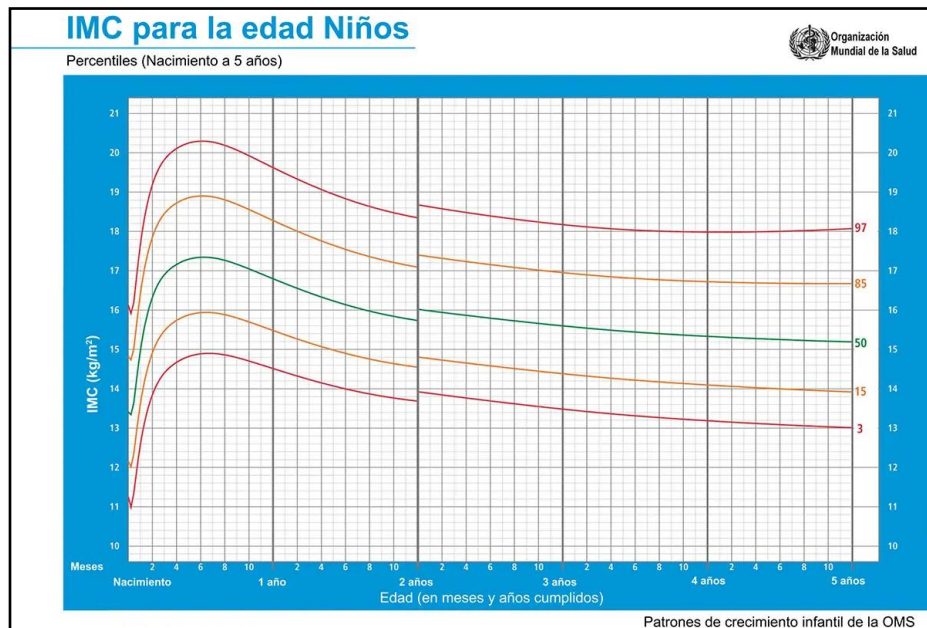
4.1.6 Tipos de Gráficos de Crecimiento y desarrollo:

4.1.6.1 IMC para edad Niños

El IMC es un indicador del peso corporal el cual usa la información del peso y la estatura. El IMC se calcula por la división del peso en kilos del niño por su altura en metros al cuadrado, el resultado se debe registrar en una tabla de crecimiento y peso infantil, la tabla según la OMS es para menores de edad de hasta 5 años. La clasificación según la OMS en percentiles es de la siguiente forma:

- Percentil menor de 3: Bajo peso.
- Percentil entre 3 y 85: Peso normal.
- Percentil entre 85 y 97: Sobrepeso.
- Percentil mayor de 97: Obesidad.

Figura 3:IMC para la edad Niños

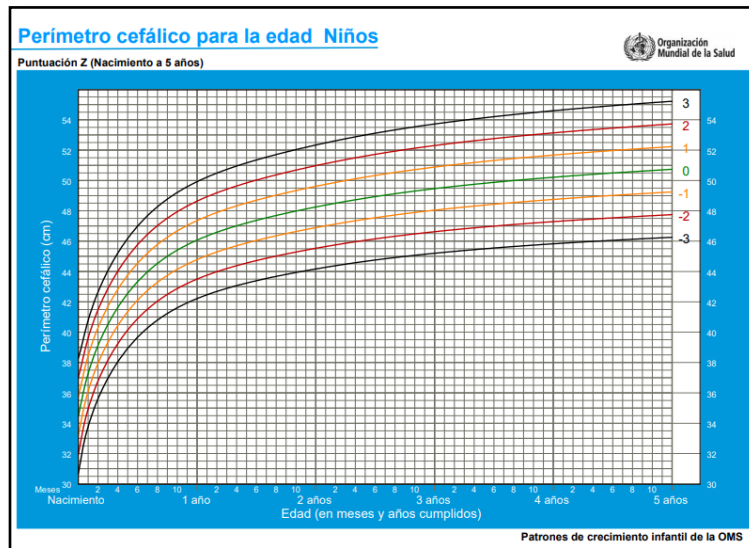


Fuente: (World Health Organization 2022).

4.1.6.2 Perímetro cefálico para la edad niños.

La medición del perímetro del cráneo es de bastante utilidad para poder determinar de forma sencilla, rápida para evaluar el desarrollo de su sistema nervioso central.

Figura 4: Gráfica de perímetro cefálico para la edad Niños.

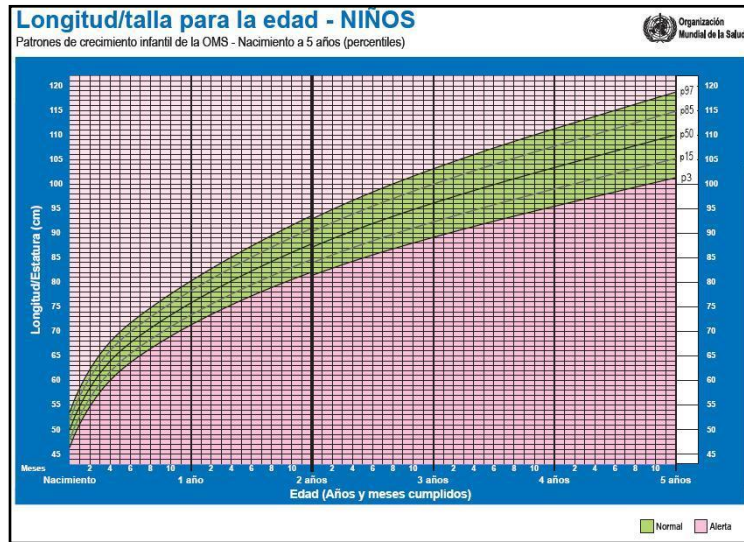


Fuente: (World Health Organization 2022).

4.1.6.3 Talla para edad.

Para este tipo de gráfica se permite observar el crecimiento con relación a la edad del menor de edad. A partir de esta gráfica se puede observar alteraciones del estado nutricional a largo plazo, permitiendo identificar niños/as con baja talla debido a un déficit alimenticio o por una enfermedad crónica. Se clasifica en tres tipos: leve, moderado y grave. Al obtener un diagnóstico moderado y grave son indicadores de talla baja.

Figura 5: Gráfica longitud/talla para la edad Niños.

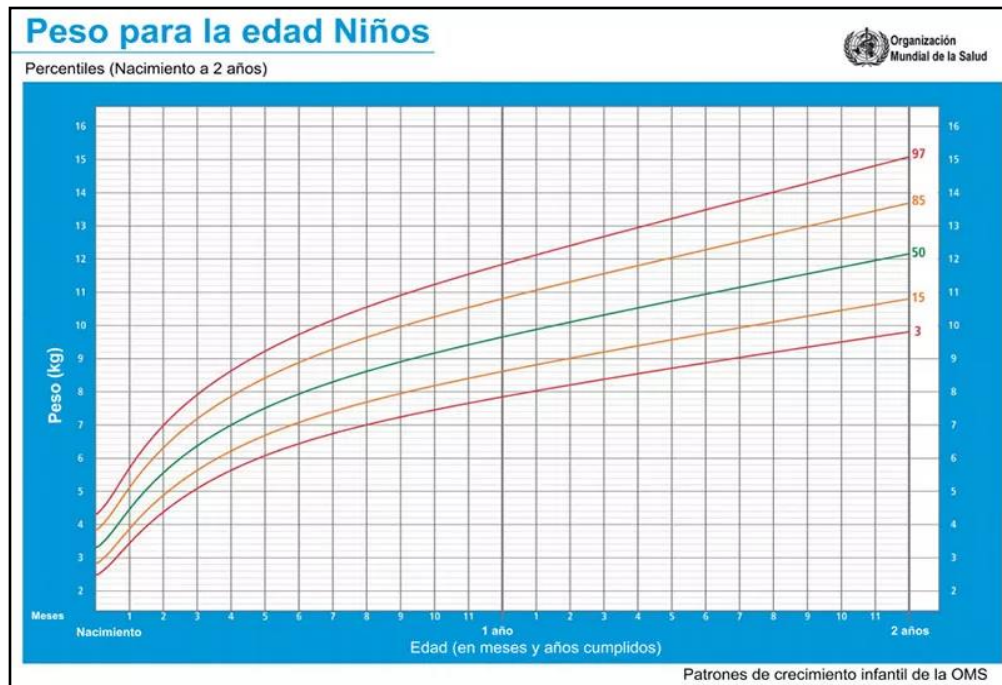


Fuente: (World Health Organization 2022)

4.1.6.4 Peso para la edad

El gráfico de peso para la edad en niños permite visualizar el peso de un menor teniendo en cuenta la talla según un valor de referencia, según la OMS.

Figura 6: Gráfica peso para la edad niños



Fuente: (World Health Organization 2022).

4.2 Expresiones en tecnología

4.2.1 HTTP

El protocolo HTTP (Hyper Text Transfer Protocol) facilita la transferencia de datos e información en la WWW (World Wide Web), funciona en el modo de cliente-servidor, esto quiere decir que las solicitudes las inicia el destinatario, usualmente el navegador Web.

4.2.2 HTTPS

El protocolo HTTPS permite a los clientes de un sitio web envíen información de carácter privado para iniciar sesión de manera segura a través del Internet. En la actualidad, HTTPS se convirtió de forma acelerada en el protocolo estándar para todos los sitios web sin distinguir si estos intercambian información confidencial o no.

4.2.3 Servidor (Hardware)

Es una computadora física que permite estar integrada en una red informática en la que, también cuenta con un sistema operativo, funcionan uno o varios servidores basados en software por medio de servicios de virtualización. Un nombre alternativo para un servidor basado en hardware es el de "host". “En teoría, todo computador puede usarse como "host" con el contando con el software necesario para su uso.” (Digital Guide IONOS 2020)

4.2.4 Servidor (Software)

Según la revista digital IONOS “Es un programa que permite ofrecer un servicio especial que otros programas llamados “clientes” pueden usar de forma local o por medio de una red interna o externa. El tipo de servicio depende del tipo de software del servidor. La forma en la cual se realiza la comunicación es el modelo cliente-servidor”.(Digital Guide IONOS 2020)

4.2.5 Servidor Web

El servidor web permite guardar información de los sitios web creados. La información que se almacena es principalmente código fuente en archivos HTML, archivos JavaScript, imágenes, archivos multimedia, entre otros relacionados con el funcionamiento del sitio en sí. Los servidores web permiten realizar solicitudes de acceso por medio de direcciones electrónicas con un nombre o una dirección IP, por medio de diferentes navegadores web, como lo son los más populares Google Chrome, Edge de Microsoft, Safari de Apple, entre otros.

4.2.6 Hosting

El hosting es un servicio de alojamiento en línea en el cual los recursos informáticos permiten guardar y mantener uno o más sitios web. También permite almacenar otros servicios web relacionados. No necesariamente el hosting debe estar vinculado a una IP, la mayoría de las instancias, consisten en servicios basados en plataformas web lo cual permite ser accesible de forma global desde internet.

4.2.7 JSON (Notación de objetos de JavaScript)

Es un tipo de archivo de texto liviano y simple, que permite intercambiar información entre plataformas y para persistencia de datos.

4.2.8 API REST, o API de RESTful.

La API Restful es un ambiente que permite a dos plataformas de información intercambiar datos de forma segura en internet. En el entorno empresarial es importante para que las organizaciones comuniquen entre aplicaciones por ejemplo compartir información de empleados, información bancaria, enviar informes a entes del gobierno. Las API RESTful permite generar el intercambio de información debido a que siguen lineamiento de comunicación de software de forma segura, estable y rápida.

4.2.9 Framework

El framework es una estructura que permite construir software, facilitando el inicio de un proyecto de software sin empezar desde cero. Los framework se encuentran asociados a un lenguaje de programación en específico y se encuentran adecuados a diferentes tipos de tareas.

En el desarrollo de software el framework es diseñado y probado por otros desarrolladores e ingenieros de software, ofreciendo un respaldo importante en usabilidad.

4.2.10 Tipos de Framework

Los framework se pueden utilizar para diferentes aplicaciones como desarrollar sitios web, aplicaciones móviles, ciencia de datos, entre otras. A continuación, se indicarán los más usados:

- Framework para aplicaciones web:
 - AngularJS
 - Django
 - Rails
 - Express

- Framework de desarrollo móvil:
 - Xamarin
 - React Native
 - NativeScript
 - Ionic

4.2.11 Interoperabilidad

La interoperabilidad de software es la capacidad de usar diferentes herramientas para lograr comunicarse entre sí fácilmente. Los sistemas que son interoperables pueden intercambiar información en tiempo real, sin la necesidad de contar con un soporte TI especializado a su lado. El objetivo principal de la interoperabilidad del software es lograr el intercambio de grandes volúmenes de datos, aplicación y plataformas.

4.2.12 Normatividad Aplicable de Interoperabilidad.

Según el Ministerio de la Información y las Comunicaciones (MinTIC), es “la capacidad de las organizaciones para intercambiar información y conocimiento en el marco de sus procesos de negocio para interactuar hacia objetivos mutuamente beneficiosos, con el propósito de facilitar la entrega de servicios digitales a ciudadanos, empresas y a otras entidades, mediante el intercambio de datos entre sus sistemas TIC”. Esta es la definición de Interoperabilidad acogida para el Gobierno Digital.(Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones 2019).

4.2.13 Interoperabilidad de datos de la historia clínica

En el sistema de Salud de Colombia se encuentran diferentes actores para intercambiar datos como instituciones de salud privadas y públicas, bancos de entrega de medicamentos y centros de asistencia médica rurales, en un proceso de colaboración requieren intercambiar información respecto procesos asistenciales y administrativos en salud. (Ministerio de Salud 2019).

Capítulo 5: Marco metodológico

Los prototipos de componentes interoperables se basarán en el desarrollo web, según lo anterior su diseño en implementación estarán orientados a sistemas en entornos web.

Para este proyecto se usará Node.js el cual permite ejecutar el lenguaje de programación JavaScript en el backend. El motor de Node.js permite convertir el código JavaScript a código máquina en tiempo real. Node.js permite crear servidores web, de forma ágil y permite trabajar con otros lenguajes de secuencia como Python. En el campo del desarrollo web su uso se enfoca sobre todo en aplicaciones de red para que sean más rápidas y trabajen de forma ágil (repositorio).

En el desarrollo web se empleará principalmente JavaScript, HTML y CSS como lenguaje de programación para el servidor en la parte del lado del cliente, debido a que es una de las principales tecnologías para la creación de páginas web interactivas, mostrar animaciones, mapas interactivos, integración con API's y permite mejorar la experiencia del usuario de un sitio web.

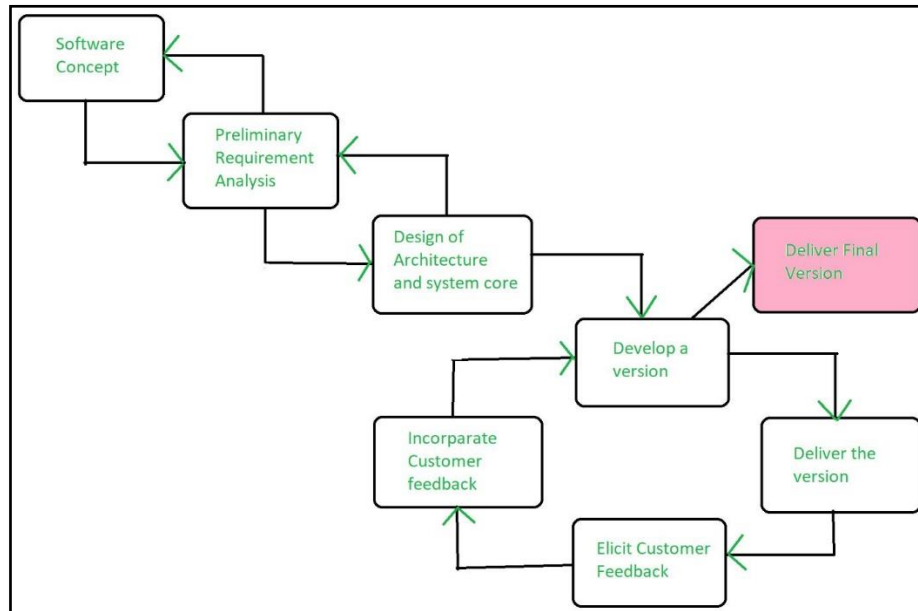
Debido a que el proyecto es para conectar datos, no se contempla tener persistencia de datos o un Sistema de Gestión de Base de Datos (SGBD), sin embargo, en caso de que se requiera para almacenar información de usuarios para un inicio de sesión, se considerara usar MySQL debido a que es un programa de licencia GNU y por ser una de las más populares.

Dado a que en el proyecto se requiere crear gráficas a partir de los registros de la historia clínica se consideraron las librerías de Lightning Chart JS, Canvas JS, Any Chart, Highcharts, Plotly.j, Chart.js y se eligió esta última porque cuenta con licencia de uso libre y un buen rendimiento para visualizar grandes cantidades de datos. (Noeticsunil 2022)

Como metodología de desarrollo ágil se eligió Kanban, debido su sistema de tarjetas en papel o por medio de software como Trello, permite la señalización de tareas en el que se visualiza las tareas pendientes, las tareas en proceso y las tareas finalizadas, también porque el tiempo de desarrollo es limitado y el trabajo de desarrollo lo integra una persona.

Para el desarrollo de los prototipos se implementará el modelo de ciclo de vida de prototipado evolutivo el cual permite el desarrollo desde el inicio basado en los requisitos y la información suministrada por el cliente, permitiendo mejorar a medida que se itera entre versiones, logrando una aplicación adecuada para el uso del cliente. Por lo cual el cliente indicara si el prototipo cumple o no sus expectativas.

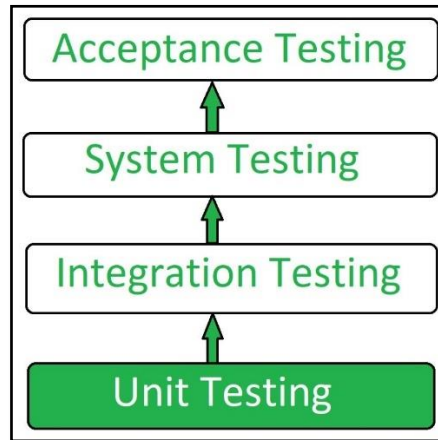
Figura 7: Ciclo de vida de prototipado evolutivo



Fuente: (GeeksforGeeks 2022a)

Por medio un prototipo funcional o aplicación demo, se realizarán pruebas unitarias y de integración. Las pruebas unitarias de software son una técnica que permite probar de forma individual los módulos del sistema de cada programa informático, casos de uso, casos de prueba para determinar si son adecuados o no.

Figura 8: Pruebas unitarias



Fuente:(GeeksforGeeks 2022b)

Las pruebas de integración se usarán para validar las interfaces entre los componentes, interacciones dentro de mismo, en este caso será importante para ser implementadas dentro de los componentes de software interoperable para comprobar la información enviada y recibida entre módulos del sistema y entre plataformas web.

Los prototipos de software interoperable usaran la tecnología de API Rest para comunicarse entre los elementos que componen cada servicio de las plataformas web.

Capítulo 6: Marco legal.

A partir del 7 de junio de 2019 fue expedida y aprobada la ley 1955 de 2019 Art 246, la cual indica que todos los prestadores de servicio de salud deben adoptar un mecanismo electrónico desarrollando interoperabilidad para la historia clínica electrónica (HCE) según estándares dispuestos por ellos, con un plazo de un año. (Congreso de Colombia 2019).

Posteriormente se expidió la Ley 15 de 2020 en la cual se crea la historia clínica electrónica interoperable y se dictaron otras disposiciones (Congreso de la República de Colombia 2020).

El 25 de junio de 2021, el Ministerio de Salud y Protección social emitió la resolución 866 de 2021, la cual indica lo siguiente “Se reglamenta el conjunto de elementos de datos clínicos relevantes para la interoperabilidad de la historia clínica en el país se dictan otras disposiciones” (Ministerio de salud y protección social y Ministerio de Tecnologías de la información y las comunicaciones. 2021).

Capítulo 7: Cronograma y presupuesto

7.1 Cronograma

Tabla 7: Cronograma

N°	Actividad / Semanas	Objetivo relacionado	Descripción																
			S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	
1.1	Analizar sobre las diferentes tecnologías para el desarrollo de software para plataformas web.	1	■																
1.2	Analizar sobre la arquitectura para el desarrollo de componentes de software interoperable.	1	■																
1.3	Examinar los procedimientos necesarios, para el desarrollo de componentes de software.	1		■															
Producto	Documento sobre las tecnologías disponibles y cuáles se usarán.	1		■															
2.1	Construcción de resumen ejecutivo.	2			■														
2.2	Diseño de la arquitectura de software.	2			■														
2.3	Modelado de los elementos de los componentes de software.	2			■	■													
Producto	Documento de análisis y diseño.	2			■	■													
3.1	Creación de la codificación necesaria para el funcionamiento de los prototipos de software.	3			■	■	■												
3.2	Creación de las interfaces gráficas del software.	3			■	■	■												
3.3	Implementación funcional de los componentes en una plataforma en línea.	3						■	■	■									
Producto	Prototipo de componentes de software funcional.	3								■									
4.1	Realización de pruebas funcionales.	4									■	■							
4.2	Realización de pruebas sobre la experiencia del uso de los componentes de software.	4											■	■					
4.3	Análisis de resultados de las pruebas realizadas.	4														■	■		
Producto	Documento con el resultado de las pruebas realizadas.	4																	■

Fuente: El autor.

7.2 Presupuesto

Tabla 8: Presupuesto total

Presupuesto total		
Rubros	Valor	Total
Talento humano	\$8.080.000	\$8.080.000
Equipos	\$1.020.000	\$1.020.000
Software	\$150.000	\$150.000
Material Bibliográfico	\$1.800.000	\$1.800.000
TOTAL	\$11.050.000	\$11.050.000

Fuente: El autor

Tabla 9: Presupuesto total

Descripción de los gastos de talento humano				
Persona	Formación	Función	Dedicación	Total
José A. Acosta P.	Estudiante Ing. de Sistemas	Investigador	80 horas / mes (4 meses). Total 320 horas.	\$6.400.000
Ing. Feisar E. Moreno C	Docente Ing. De Sistemas	Director de Proyecto	8 horas / mes (4 meses) Total 32 horas	\$1.120.000
Ing. Leonardo Talero	Docente Ing. Industrial	Codirector de Proyecto	1 horas / mes (4 meses) Total 16 horas	\$560.000
TOTAL				\$8.080.000

Fuente: El autor

Tabla 10: Presupuesto de equipos físicos.

Equipos físicos			
Equipos	Justificación	Recursos	Total
		Valor / Uso	
Alquiler 3 Portátiles Intel Core i5 10th	Uso de equipos, solo licencia S.O. Windows.	240 horas / mes (4 meses). Total 960 horas.	\$1.020.000
TOTAL			\$1.020.000

Fuente: El autor

Tabla 11: Presupuesto de software.

Licencias de software a usar			
Software	Justificación	Recursos	Total
		Uso	
Licencia de Office 365	Uso de software y herramienta-	Semestre	\$150.000
Licencia del editor de código Visual Studio Code	Uso de software y herramienta-	Semestre	0
Licencia Node.JS	Uso de software y herramienta-	Semestre	0
Licencia Librería Chart.js	Uso de software y herramienta-	Semestre	0
Licencia Framework	Uso de software y herramienta-	Semestre	0
TOTAL			\$150.000

Fuente: El autor

Tabla 12: Presupuesto de material bibliográfico

Presupuesto de material bibliográfico			
Software	Justificación	Recursos	Total
		Uso	
Licencias de fuentes de material bibliográfico	Uso de software y herramienta-	Estudiante por semestre	\$1.800.000
TOTAL			\$1.800.000

Fuente: El autor

Bibliografía

- Congreso de Colombia. 2019. “Ley 1955 de 2019 Art 246”. Art246. Recuperado el 3 de noviembre de 2022 (http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1955_2019.html).
- Congreso de la República de Colombia. 2020. “Ley 2015 de 2020”. Recuperado el 3 de noviembre de 2022 (<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/INEC/IGUB/ley-2015-de-2020.pdf>).
- Digital Guide IONOS. 2020. “¿Qué Es Un Servidor? Un Concepto, Dos Definiciones”.
- la Espriella Avila, William, Plinio Puello Marrugo, y Ariel José Arnedo Cervantes. 2018. “Architecture Proposal for Interoperability Between Open Source Platforms of Clinical Histories in Colombia”. Pp. 1–7 en *2018 Congreso Internacional de Innovación y Tendencias en Ingeniería (CONITI)*.
- Faruk, Md Jobair Hossain, Arleen Joy Patinga, Lornna Migiro, Hossain Shahriar, y Sweta Sneha. 2022. “Leveraging Healthcare API to Transform Interoperability: API Security and Privacy”. Pp. 444–45 en *2022 IEEE 46th Annual Computers, Software, and Applications Conference (COMPSAC)*.
- GeeksforGeeks. 2022a. “Software Engineering | Evolutionary Model”. Recuperado el 3 de noviembre de 2022 (<https://www.geeksforgeeks.org/software-engineering-evolutionary-model/>).
- GeeksforGeeks. 2022b. “Unit Testing - Software Testing”. Recuperado el 3 de noviembre de 2022 (<https://www.geeksforgeeks.org/unit-testing-software-testing/>).
- Indra company. 2021. “Argentina Entre Los Países Más Desarrollados de Latinoamérica En Interoperabilidad En Salud, Según Un Estudio de Minsait”. Recuperado el 3 de noviembre de 2022 (<https://www.indracompany.com/es/noticia/argentina-paises-desarrollados-latinoamerica-interoperabilidad-salud-segun-estudio-minsait>).
- Instituto Nacional de Cáncer. 2022. “Definición de Presión Arterial”. Recuperado el 3 de noviembre de 2022 (<https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/presion-arterial>).
- Lee, Minho, Eunyoung Heo, Heesook Lim, Jun Young Lee, Sangho Weon, Hoseok Chae, Hee Hwang, y Sooyoung Yoo. 2015. “Developing a Common Health Information Exchange Platform to Implement a Nationwide Health Information Network in South Korea.” *Healthcare Informatics Research* 21(1):21–29. doi: 10.4258/hir.2015.21.1.21.

- McKinsey's San Francisco, Daniel Cohen, Amy Hung, y Dandi Zhu. 2020. "Healthtech in the Fast Lane: What Is Fueling Investor Excitement?" *McKinsey Global Publishing*, diciembre.
- M-Health Conference Tallinn. 2019. "Everything You Need to Know about the Estonian EHealth Reform". *M Health TALLINN*. Recuperado el 3 de noviembre de 2022 (<https://tallinn.mhealth.events/en/article/vsyo-o-tsifrovoy-meditsinskoy-reforme-v-estonii-97210>).
- Ministerio de Salud. 1999. "Resolución 1995 de 1999 - Art 18".
- Ministerio de Salud. 2019. "ABECÉ - Interoperabilidad de Datos de La Historia Clínica En Colombia, Términos y Siglas". 1–2.
- Ministerio de Salud Colombia. 2022. "Conectación IHC 2022". Recuperado el 3 de noviembre de 2022 (<https://www.minsalud.gov.co/ihc/Paginas/Conectaton-IHC-Colombia-2022.aspx>).
- Ministerio de salud y protección social, y Ministerio de Tecnologías de la información y las comunicaciones. 2021. "Resolución 866 de 2021".
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. 2019. "Marco de Interoperabilidad Para Gobierno Digital".
- Mittelstadt, Brent. 2018. "An Ethical Analysis of Personal Health Monitoring in the UK". *ORBIT Journal* 1. doi: 10.29297/orbit.v1i3.69.
- NoeticSunil. 2022. "The 21 Best JavaScript Charting Libraries for Killer Charts". Recuperado el 3 de noviembre de 2022 (<https://noeticforce.com/javascript-charts-best-libraries-for-charting>).
- Ruiz Villarreal, Iván Fauricio, y Caterine Morales Duque. 2021. "Percepción de Interoperabilidad de Historia Clínica Electrónica HCE Del Profesional de Salud Del Hospital Regional Alfonso Jaramillo Salazar DI Líbano Tolima". Universidad EAN.
- Venkatesh, Billa Hemanth, Alapti Prem Sai, Mukku Ramakrishna Reddy, y Sk. Fathimabi. 2022. "Cloud Based Personal Health Record Management System and Medical Recommender System". Pp. 1744–49 en *2022 7th International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES)*.
- World Health Organization. 2022. "Gráficos de Crecimiento y Desarrollo."