



Desarrollo de un prototipo para la gestión de historias clínicas electrónicas soportado con tecnología de cadenas de bloques (Blockchain)

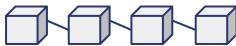
Presentado por:

- Andrés Felipe Gómez Salinas
Estudiante de ingeniería de sistemas
 - José Ricardo Ortega Ramírez
Estudiante de ingeniería de sistemas

Dirigido por:

- **Henry Alberto Diosa**
Doctor en Ingeniería con énfasis en Ciencias de la Computación





Índice



Contextualización - Conceptos relevantes



Descripción del problema



Objetivo general



Marco teórico y tecnológico

Redes Peer to Peer (P2P)

Criptografía de clave pública

Blockchain

Ecosistemas de cadenas de bloques

Tipos de redes de cadenas de bloques

Protocolos de consenso

Oráculo



Desarrollo dirigido por modelos



Modelado funcional

Modelado estructural

Diagrama de despliegue Modelado comportamental

Modelado comportamental Aspectos de implementación

Aspects of implementation

Conclusiones

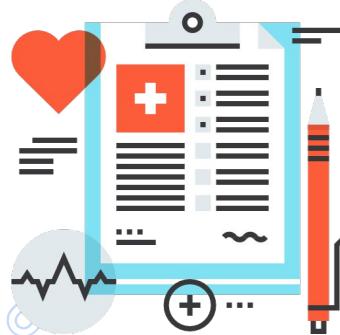
Demostración





■ Contextualización - Conceptos relevantes

¿Qué es una historia clínica?



¿Qué son las Instituciones Prestadoras de Salud (IPS) y las Entidades Promotoras de Salud (EPS)?





■ Descripción del problema

- **Resolución 1995 de 1999:**

- Las IPS son las encargadas de gestionar las historias clínicas de sus pacientes (la HC es de la IPS no del paciente).
- Cada IPS gestiona de manera independiente las historias clínicas de sus usuarios (No hay interoperabilidad, ni trazabilidad).
- Las IPS restringen el acceso a las historias clínicas (Los pacientes no disponen de su propia historia clínica de forma inmediata).





■ Descripción del problema (II)

- **Ley 2015 de 2020:**

- Todos los prestadores de salud deben gestionar las historias clínicas en la plataforma que disponga el estado colombiano (interoperabilidad).
- Los prestadores de salud seguirán siendo los responsables de la custodia de las historias clínicas.
- Cada persona será la titular de su historia clínica, tendrá acceso a ella y podrá autorizar el uso a terceros.
- La historia clínica no podrá ser modificada sin que quede registrada dicha modificación.

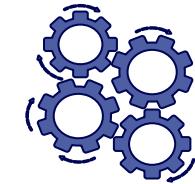
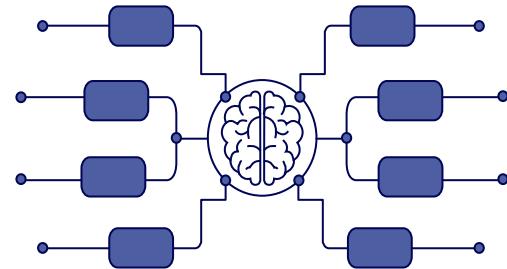
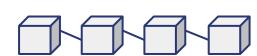




■ Objetivo general

🔗 Analizar, diseñar e implementar un prototipo de sistema basado en software para gestionar historias clínicas electrónicas conforme a la normatividad vigente en Colombia, en un entorno sin una autoridad centralizada y soportado en la tecnología *blockchain*.





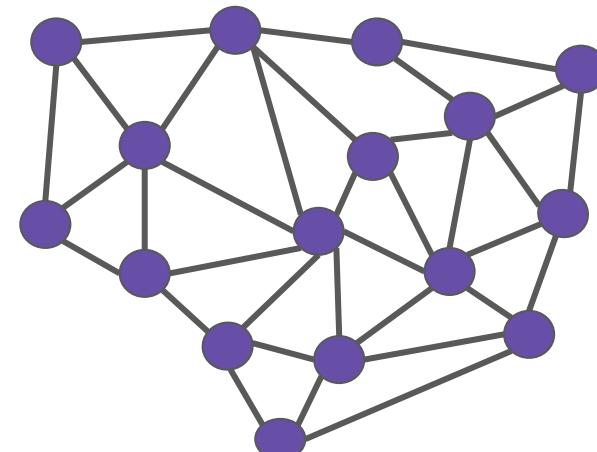
Marco teórico y tecnológico



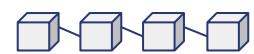
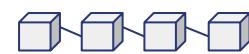


🔗 Redes Peer to Peer (P2P)

Red P2P



● Servidor y cliente



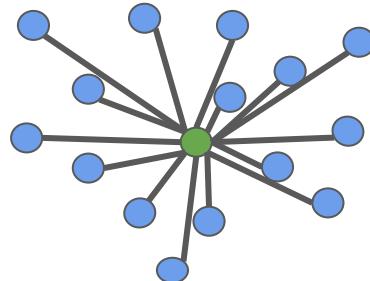
🔗 Criptografía de clave pública





🔗 Blockchain

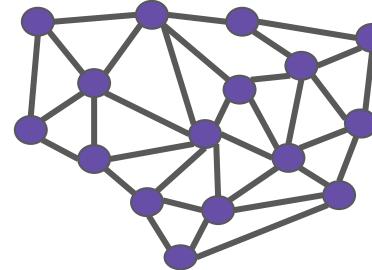
- Confianza Distribuida



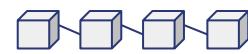
Tercero de confianza



Cliente

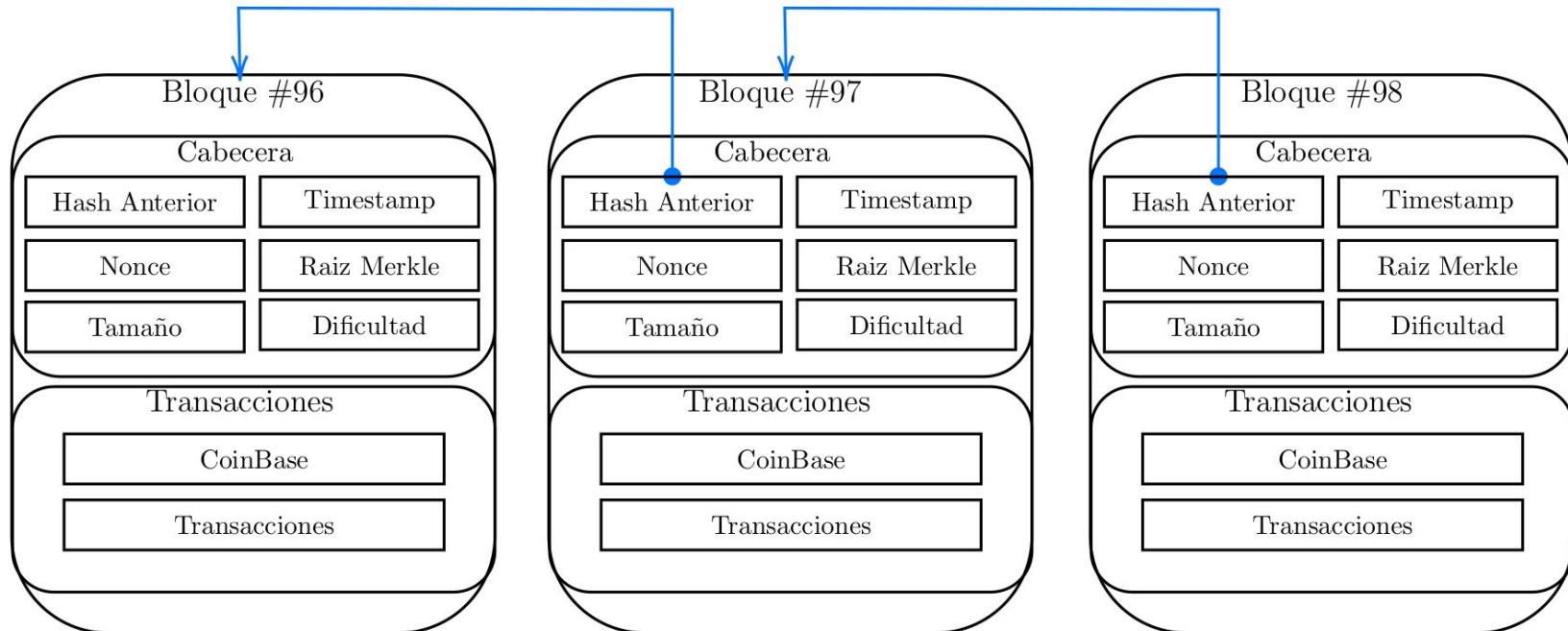


Cliente



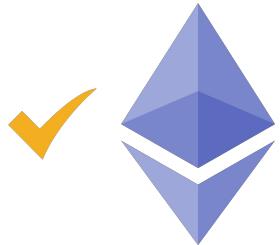


🔗 Blockchain (II)

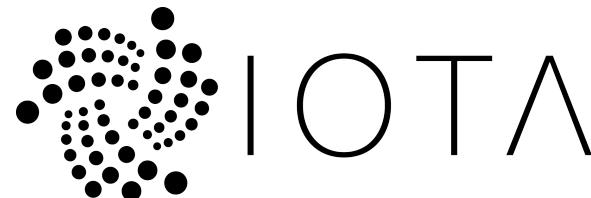


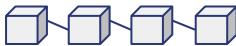


■ Ecosistemas de cadenas de bloques



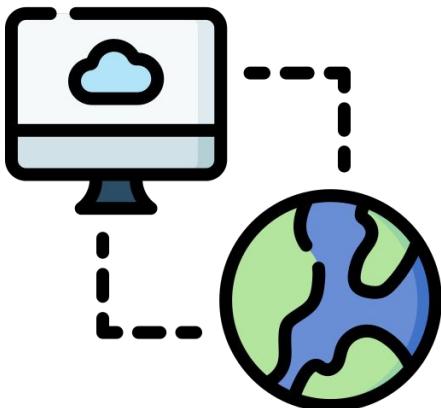
HYPERLEDGER



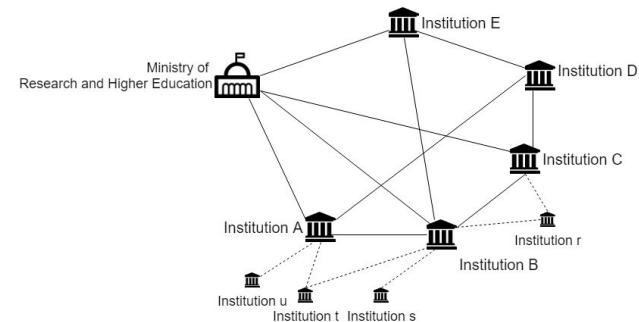


■ Tipos de redes de cadenas de bloques (*blockchain*)

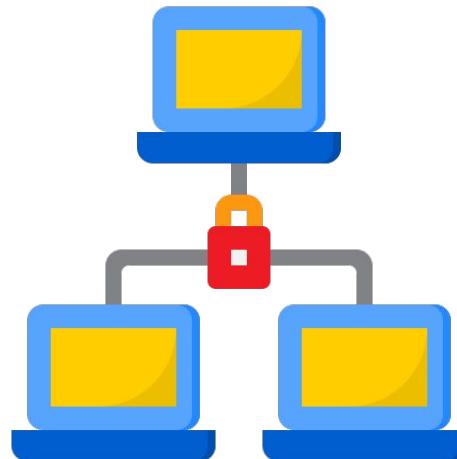
Red pública



Red de consorcio



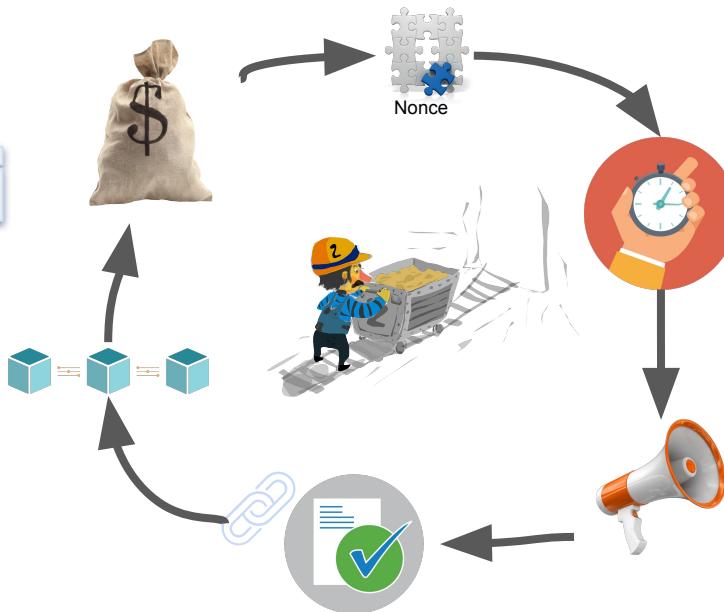
Red privada



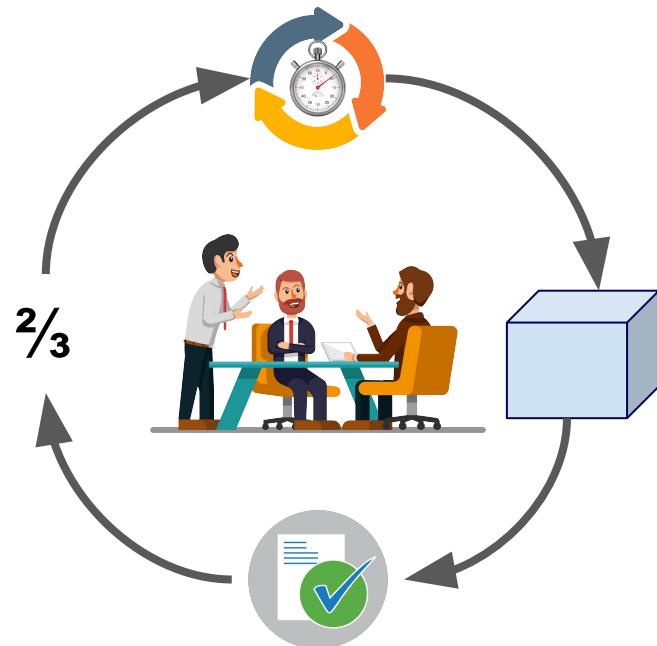


■ Protocolos de consenso

Prueba de trabajo (*Proof of Work (PoW)*)

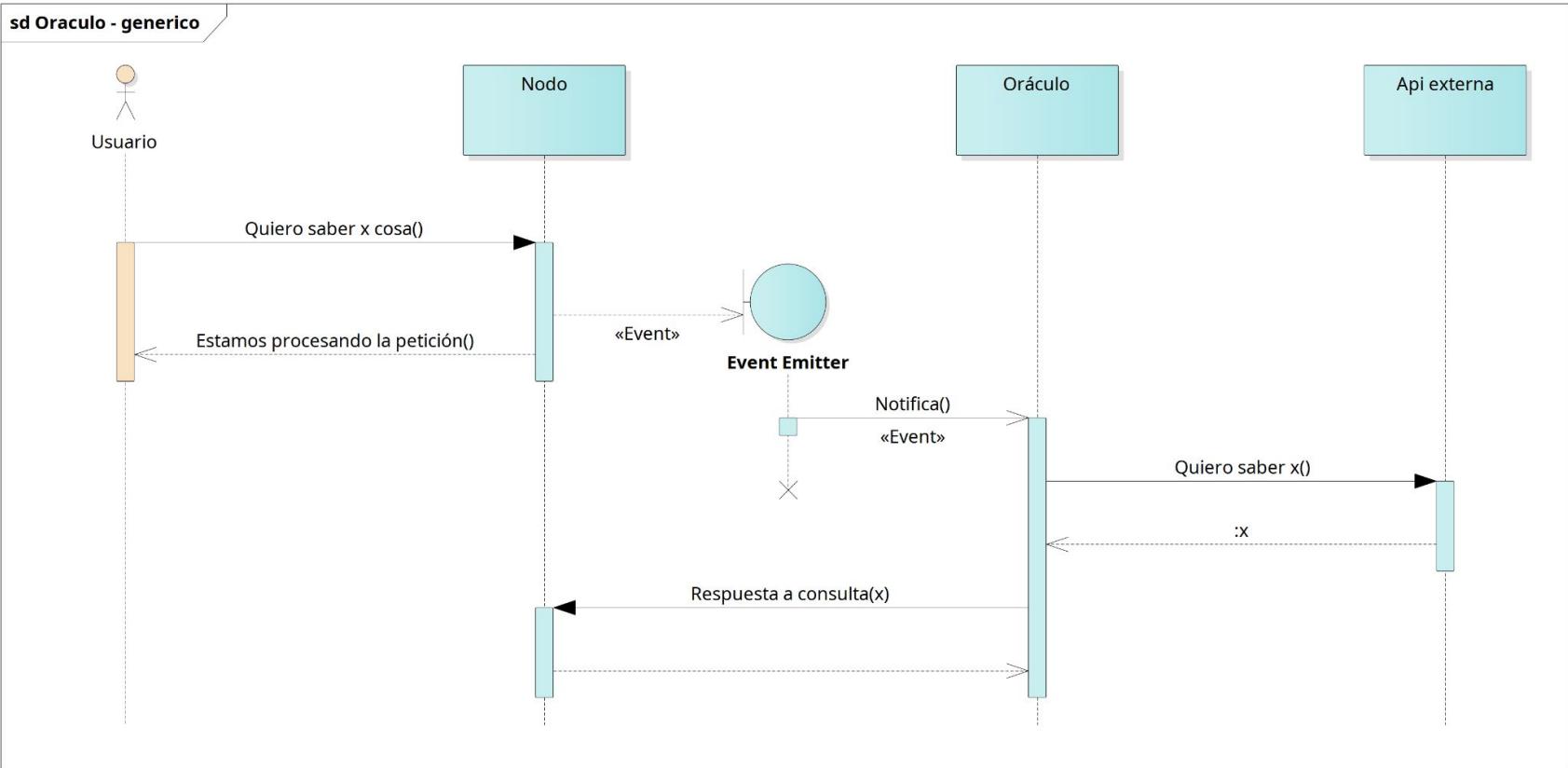


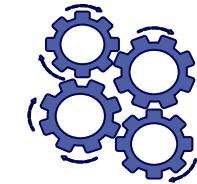
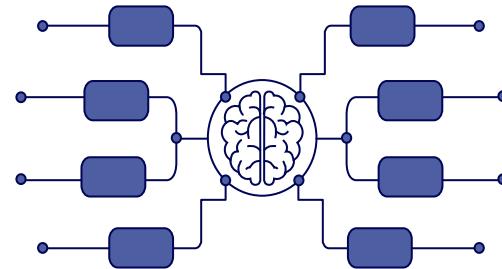
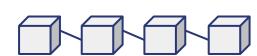
Prueba de autoridad (*Proof of Authority (PoA)*)





Oráculo





Desarrollo dirigido por modelos



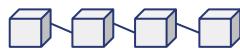
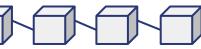


■ Modelado funcional - Requerimientos

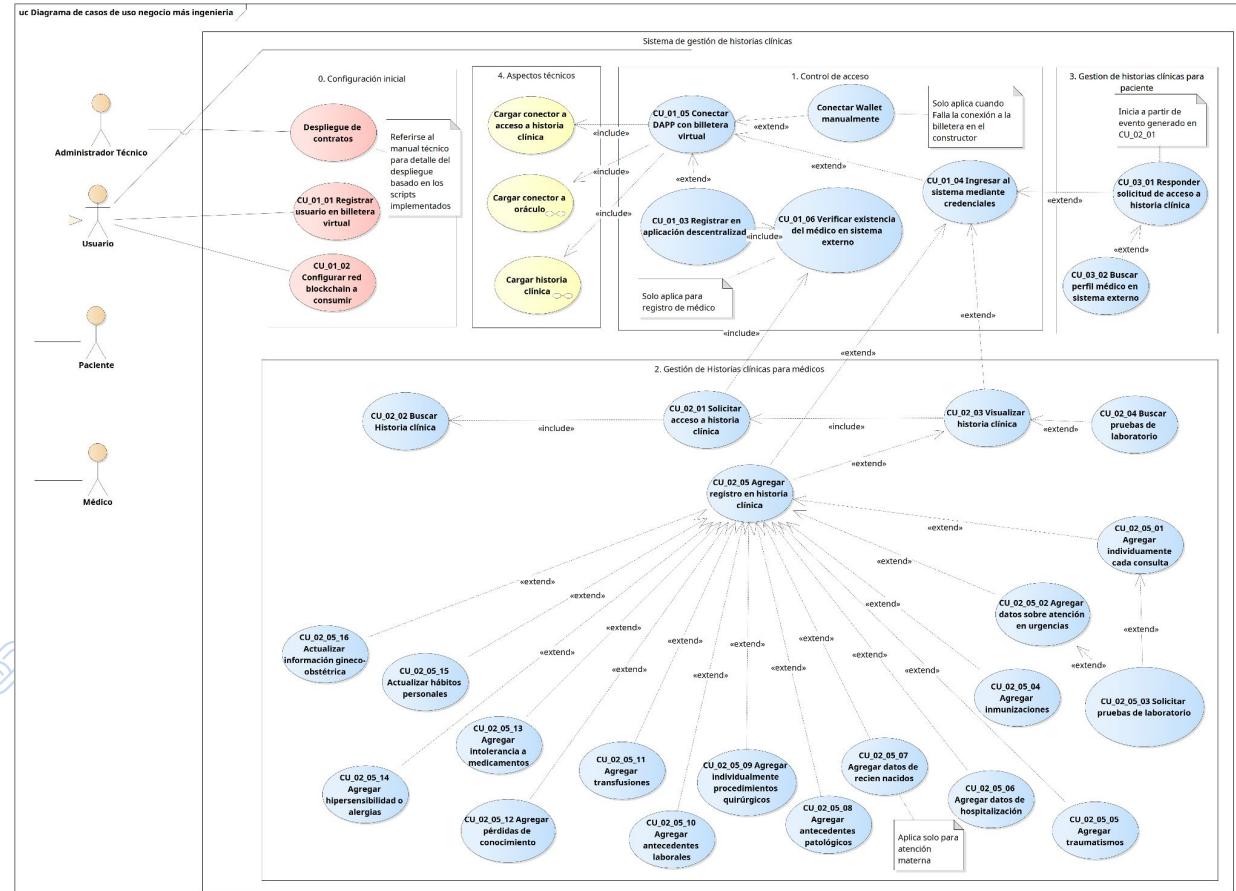
RF03-02	Control de acceso por roles	Prioridad alta
Se controlan los accesos de los usuarios a las funcionalidades del sistema a partir de su rol de usuario del siguiente modo: <ul style="list-style-type: none">- Paciente: Puede ver y permitir el acceso de terceros a su historia clínica.- Médico: Puede buscar la historia clínica de un paciente, solicitar acceso y en caso de tener acceso a ella, puede agregar registros y actualizar datos según sea el caso.		

RF03-03	Asignar permisos de acceso a una historia clínica	Prioridad alta
- El paciente puede ceder el acceso a terceros como un médico o personal de apoyo a la salud por un tiempo determinado para acceder a su historia clínica.		





Modelado funcional - Casos de uso





Modelado funcional - Especificación detallada

Casos de uso:	CU01-04 - Ingresar al sistema mediante credenciales
Actores:	Médico, paciente.
Prioridad:	Alta
Descripción	Este caso de uso tiene como fin dar ingreso al usuario al sistema de historias clínicas electrónicas y desplegar la pantalla apropiada a su rol, de acuerdo a las credenciales proporcionadas.
Precondiciones	- CU01-01 El usuario debe estar registrado y con su sesión iniciada en la billeteira virtual. - CU01-02 El usuario debe estar conectado a la red apropiada. - CU01-03 El usuario debe estar registrado en la aplicación descentralizada.
Poscondiciones	El usuario está ubicado en la pantalla principal de usuario específica para su rol.
Escenario	

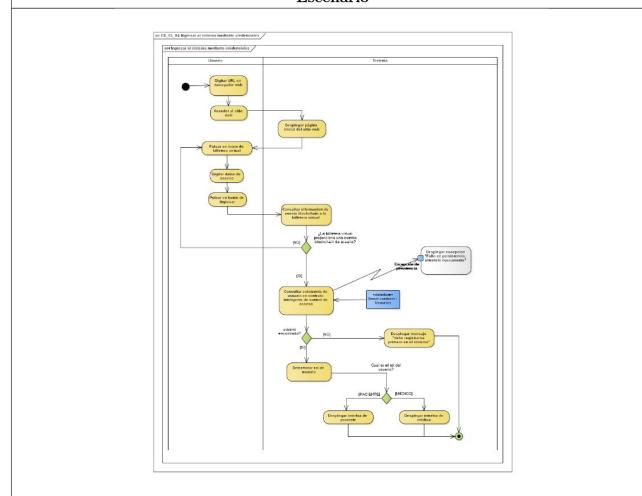
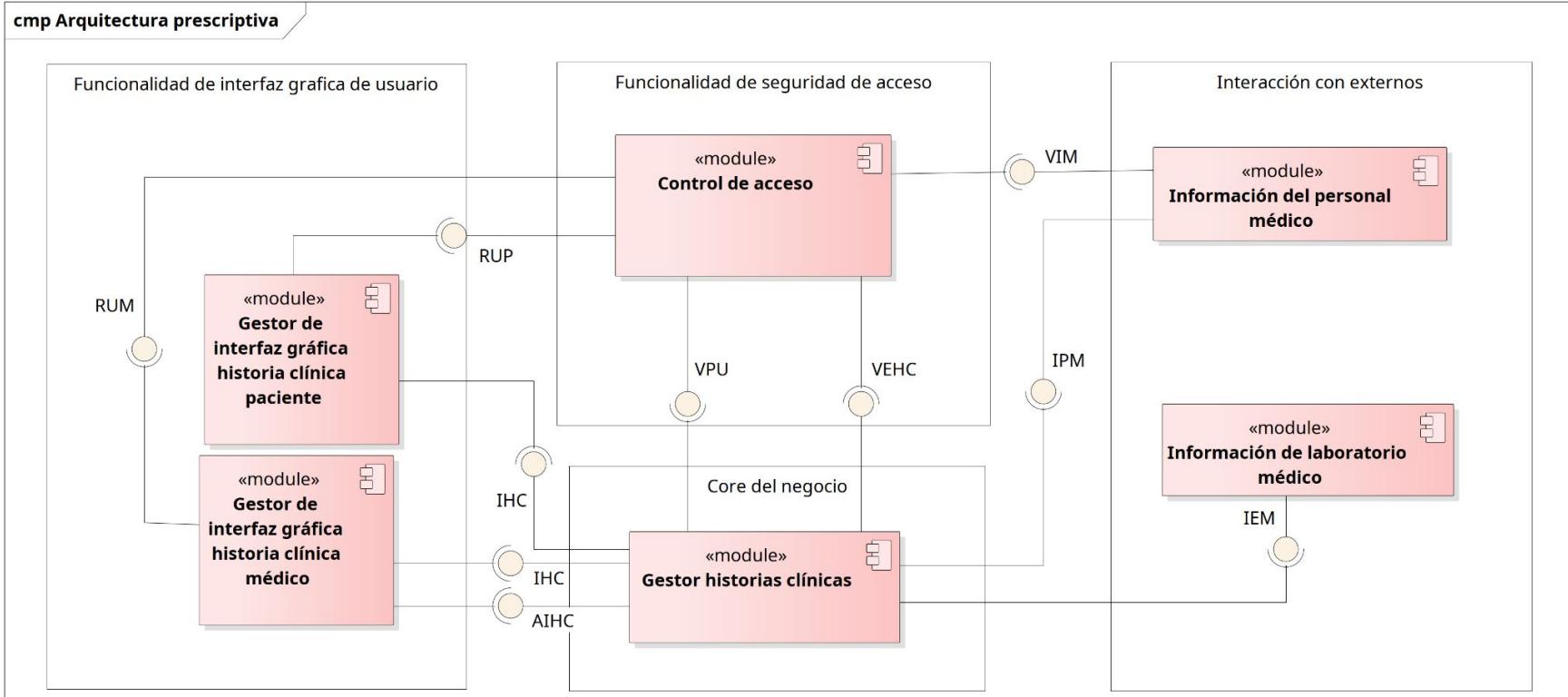


Tabla 4.43: CU01-04 - Ingresar al sistema mediante credenciales





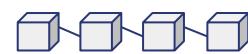
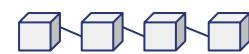
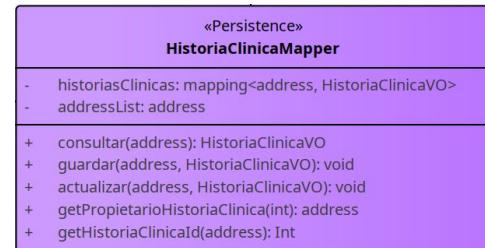
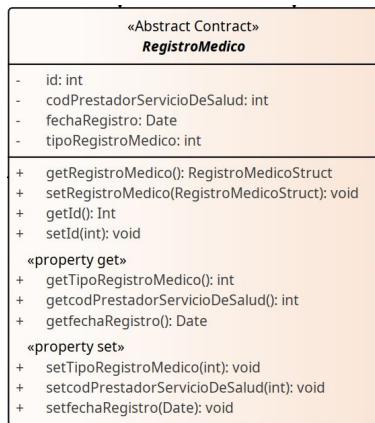
Modelado funcional - Arquitectura de referencia





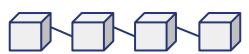
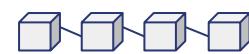
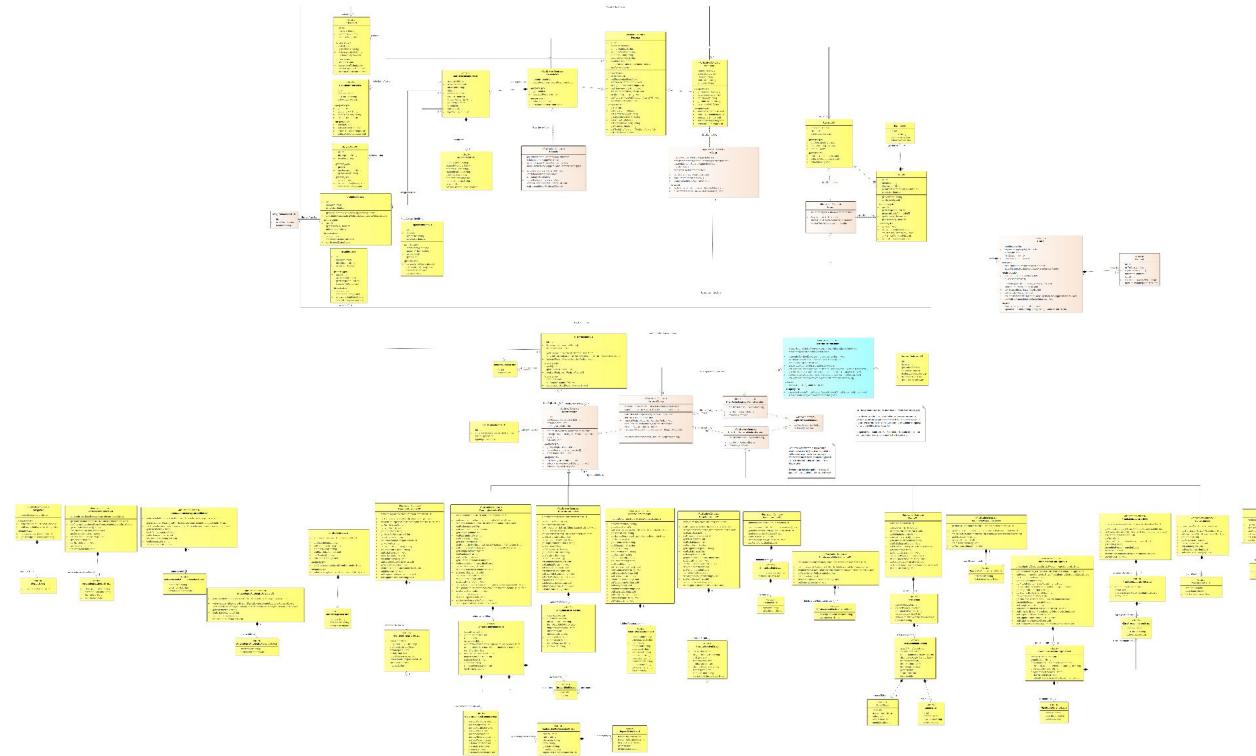
🔗 Modelado estructural - Estereotipos

Se agregan estereotipados específicos para soportar el modelado de conceptos propios del dominio del problema:





Modelado estructural - Diagrama de clases

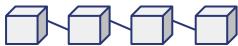




Modelado estructural - Diccionario de clases

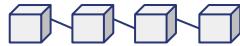
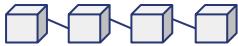
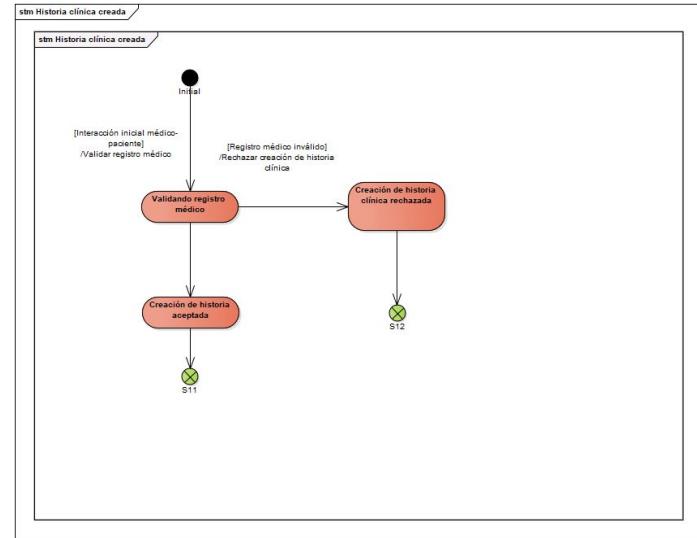
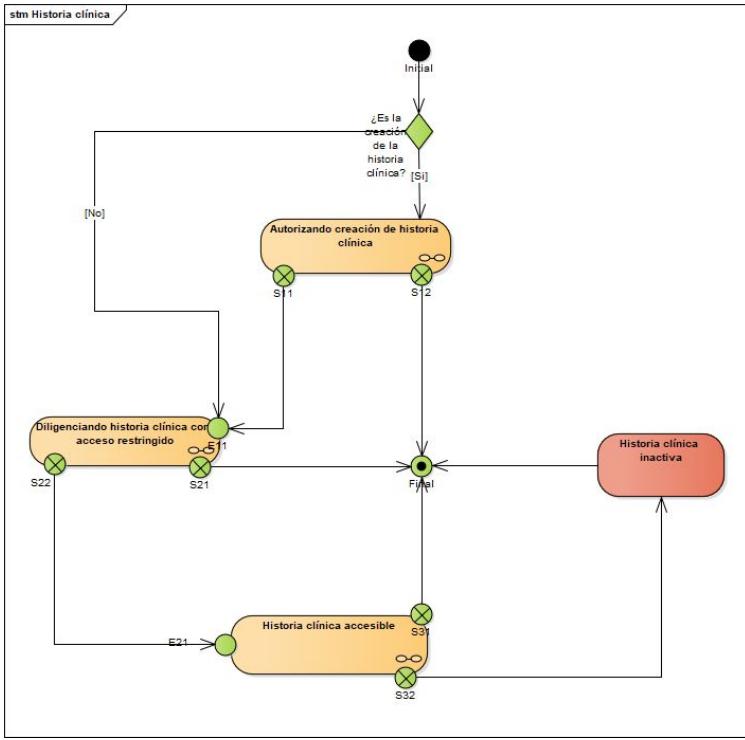
Nombre	AlergiaVO		
Descripción	Contrato que representa a un registro médico de tipo Alergia, contiene la lógica para modificar o leer este tipo de registro.		
Atributos			
Nombre	Tipo de dato	Semántica	
alergiaStruct	AlergiaStruct	Estructura de datos correspondiente a una alergia.	
Método			
Nombre	Tipo Parámetro	Tipo Retorno	Semántica
getAlergia		AlergiaStruct	Función para obtener la estructura de tipo AlergiaStruct
setAlergia	AlergiaStruct	void	Función para modificar una estructura de tipo AlergiaStruct
getDescripcion-Sustancia	String	void	Función para obtener el <i>String</i> que describe una alergia
setDescripcion-Sustancia	AlergiaStruct	void	Función para modificar el <i>String</i> que describe una alergia

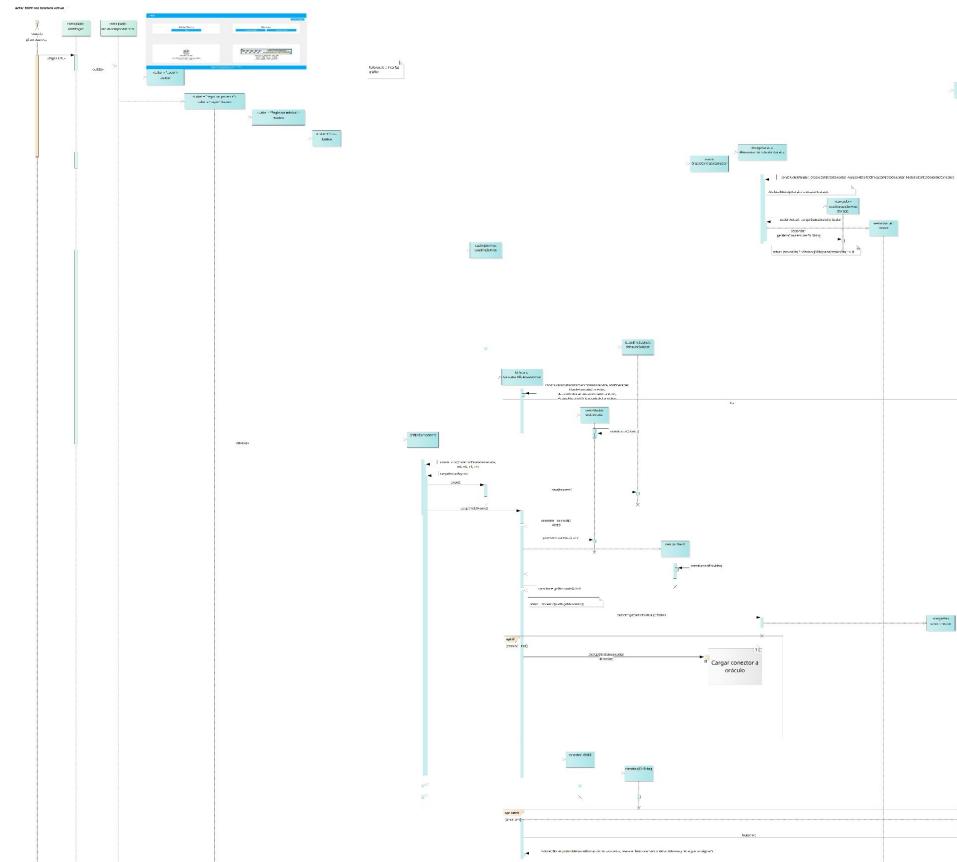




Modelado comportamental - Máquinas de estado

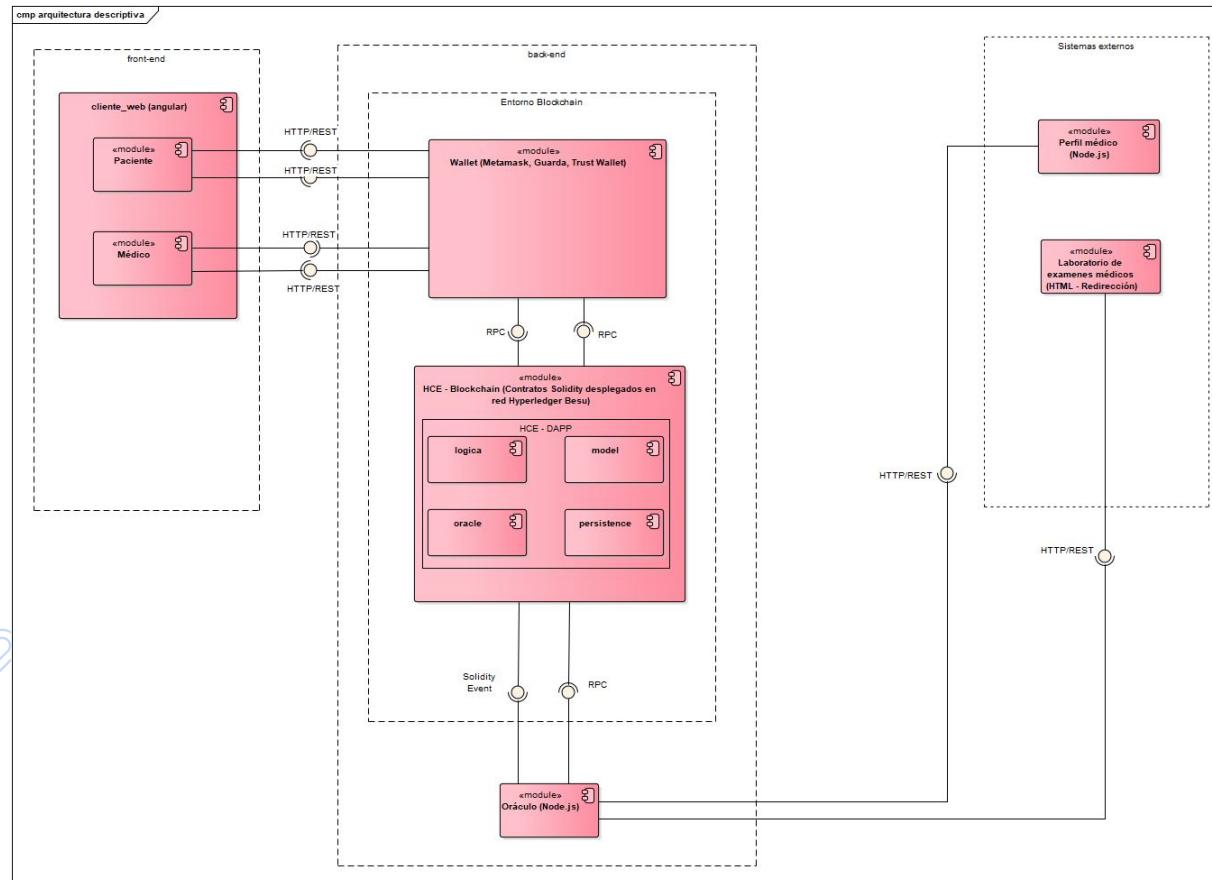
Historia clínica





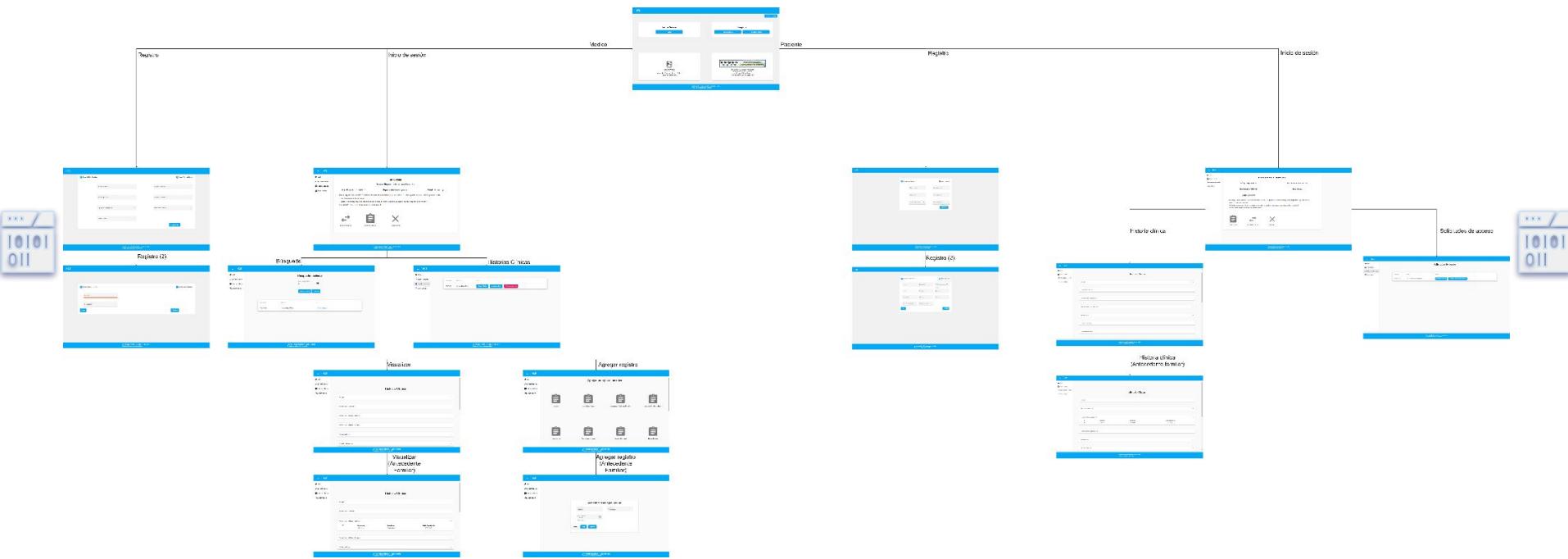


Aspectos de implementación - Arquitectura descriptiva



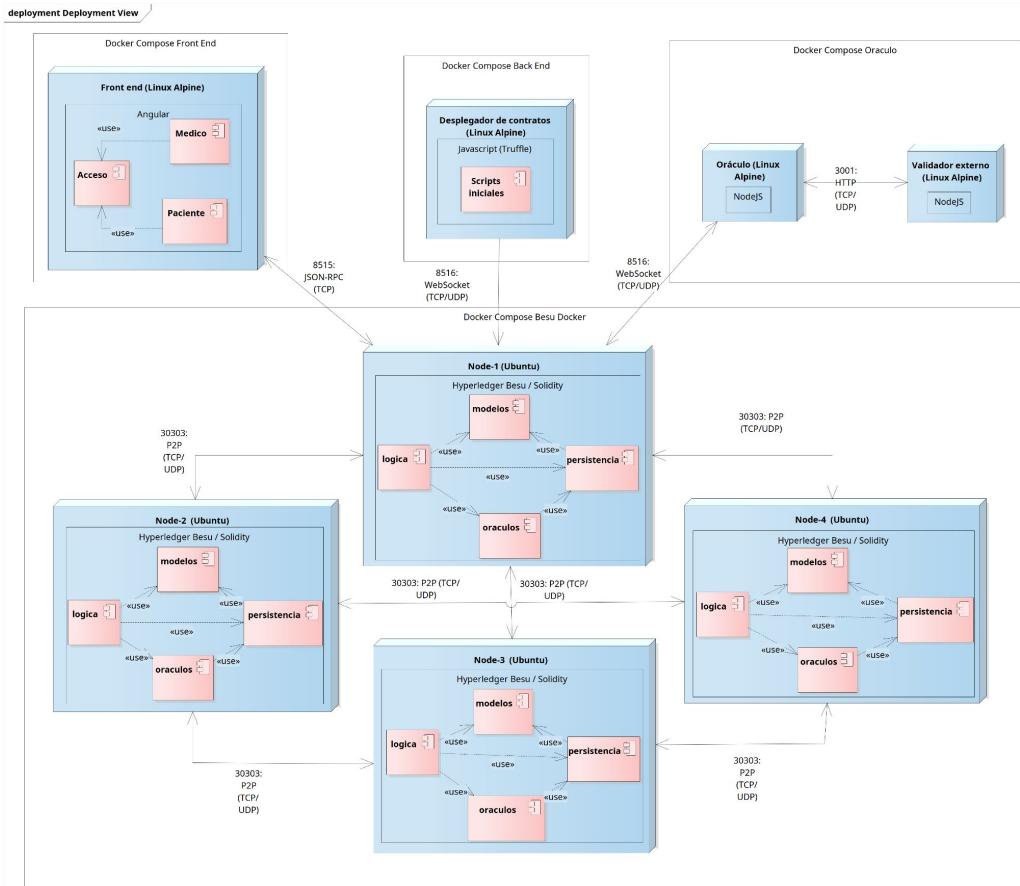


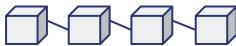
■ Aspectos de implementación - Mapa de navegación





Aspectos de implementación - Modelo de despliegue





■ Aspectos de implementación - Métricas de tamaño del proyecto

Modelado

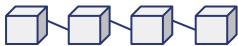
- Casos de uso de negocio: 28
- Casos de uso de configuración para el usuario: 2
- Casos de uso técnicos: 4
- Diagramas de actividad: 28
- Máquinas de estado: 3
- Clases: 76
- Patrones de diseño aplicados:
 - Patrón Iterador.
 - “Singleton”.
- Diagramas de secuencia: 3



Tecnologías

- Lenguajes y “frameworks” usados en el desarrollo del software:
 - Solidity (Truffle).
 - TypeScript (Angular).
 - Javascript (Node).
- Tecnologías usadas:
 - Blockchain.
 - RPC.
 - REST.
 - Eventos.
 - Git.
 - Docker.





■ Aspectos de implementación - Métricas de tamaño del proyecto

Prototipo de software

- Proyectos:
 - back-hce.
 - front-hce.
 - oraculo.
 - sistema-externo.

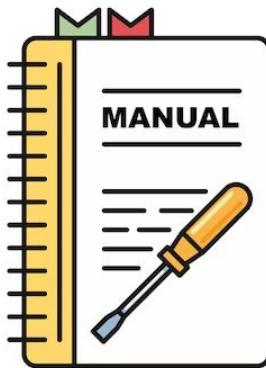


- Líneas de código:
 - back-hce: 5.361
 - Solidity: 3.990
 - Javascript: 1.371
 - front-hce: 12.383
 - Typescript: 8.679
 - Javascript: 308
 - HTML: 2.425
 - CSS: 971
 - oraculo: 225
 - Javascript: 225
 - sistema-externo: 182
 - Javascript: 182





■ Aspectos de implementación - Entregables documentales



GitLab

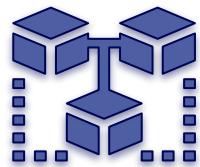




■ Conclusiones

- Esfuerzo en la Especificación de Requerimientos Funcionales tomando como fuente la legislación colombiana.
- Ingeniería Conducida por Modelos en la Implementación del Software como base.
- Soberanía de datos para los pacientes sobre sus historias clínicas .
- Blockchain como fuente de seguridad y confidencialidad en la gestión de datos clínicos.
- Viabilidad de Implementación para Interoperabilidad Clínica como lo solicita la Ley 2015 de 2020.
- Blockchain más allá de las criptomonedas.
- Interoperabilidad de las historias clínicas a partir de la participación de Instituciones en la Red Blockchain.
- Desarrollo, Aprendizaje y Aplicación de nuevas tecnologías en la solución de un problema complejo.





Demostración

