

Blockchain aplicado al sistema de salud: Sistema de Registros Médicos Compartidos

Proyecto Final de Carrera

Juan Iglesias

Directores: Diego Martínez y Karina Cenci



Problemática

¿Cómo compartir
información entre
distintos centros de
salud sin depender de
la seguridad del
resto?

Conceptos: Registros Médicos Compartidos y Blockchain

Propuesta

Implementación: Arquitectura y Herramientas Utilizadas

Soluciones en la Nube

Futuras Mejoras

Conclusiones

Conceptos

¿Qué son los
Registros Médicos
Compartidos?

Registros Médicos Compartidos

Conjunto de datos digitalizados de salud propios de un individuo.

Esta información es **crítica** y necesita ser **compartida**, pero también es **privada** y de **alta sensibilidad**.



¿Qué es el
Blockchain?



Bitcoin

Presentado en 2008 por Satoshi Nakamoto en el paper “Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System”.

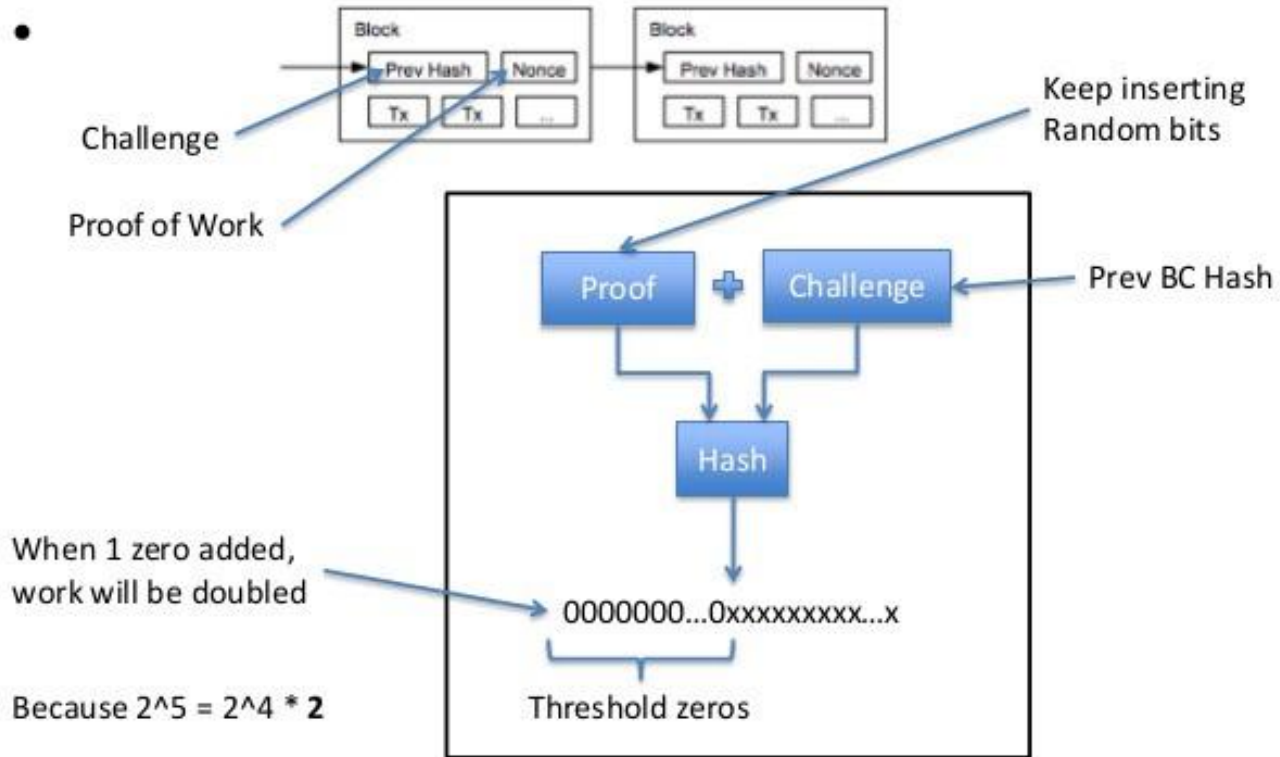
Introduce **Blockchain** y un sistema de transacciones electrónicas que funciona en una red *peer-to-peer* y utiliza el mecanismo de consenso PoW (Proof of Work).



Proof of Work

Un **mecanismo de consenso** permite verificar que la información agregada al Blockchain sea válida.

Proof of Work es uno de los más populares. Se basa en su asimetría: Propone a los nodos un problema matemático difícil de resolver pero fácil de verificar.

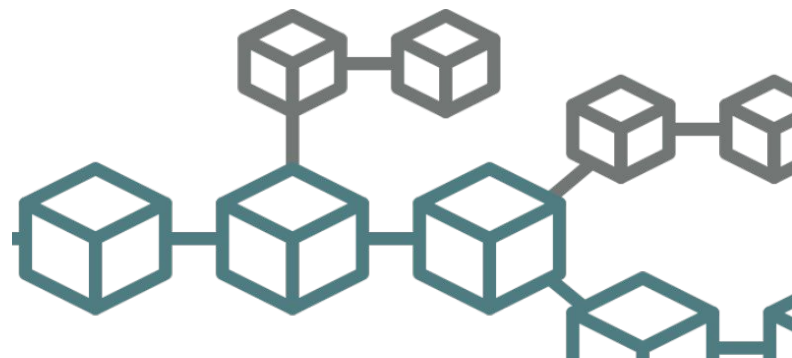


Blockchain

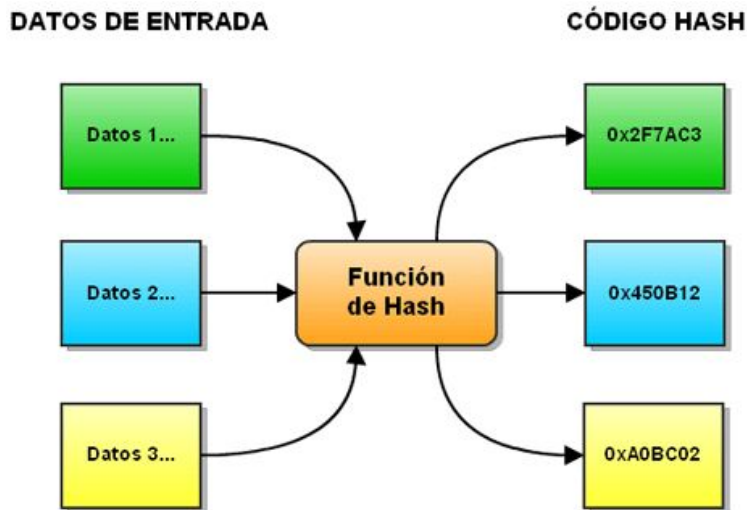
Una **cadena** de **bloques**, que agrupan transacciones y se encuentra replicada en cada nodo de la red.

Puntos clave:

- Descentralización
- Inmutabilidad
- Consenso
- Criptografía



Criptografía: Hashes y Firma Digital



Tipos de Blockchain

Blockchain Público: Permiten el acceso de cualquier individuo. Por ejemplo: La red de bitcoin.

Blockchain Privado: El control lo suele tener una sola entidad. No permite el acceso a nuevos usuarios y su uso es principalmente dentro de empresas.

Blockchain Híbrido: Privadas, pero los miembros de la misma pueden aceptar nuevos participantes.

Casos de uso

- **Criptomonedas**
- **Finanzas, economía, bancos**
- **Escribanos**
- **Trazabilidad de productos**
- **Seguros**

Contratos Inteligentes (Smart Contracts)

Poseen la capacidad de ejecutarse de forma autónoma y automática.

Establecen contratos entre dos o más partes.



Propuesta

Propuesta

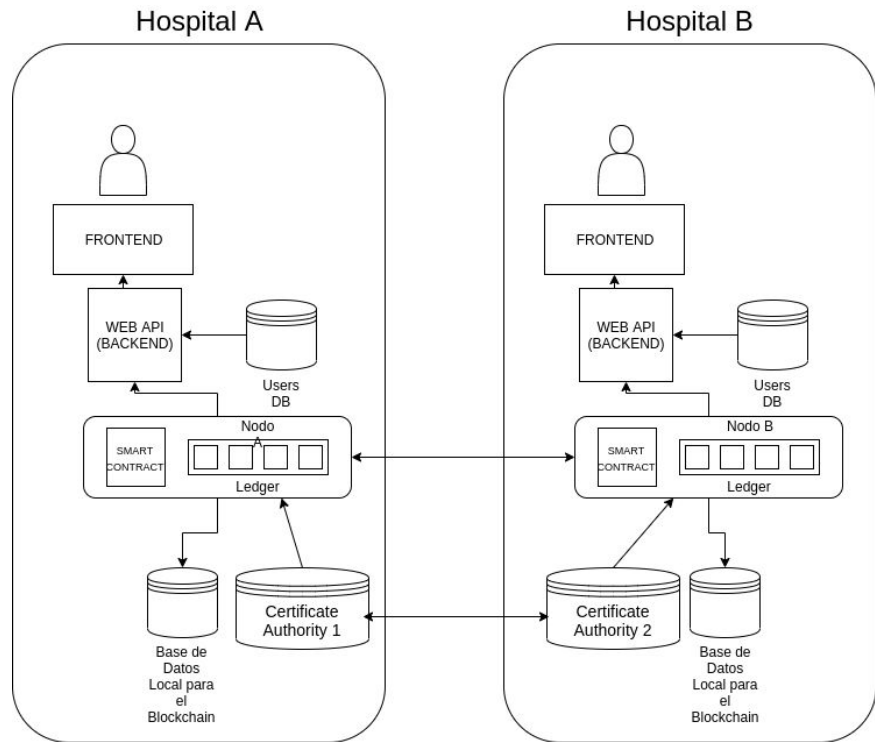
Sistema de Registros Médicos
Electrónicos



Blockchain

Sistema de Registros Médicos Electrónicos Compartidos utilizando Blockchain

Implementación



Arquitectura

Herramientas Utilizadas

para el desarrollo del sistema

- Framework para el Red Blockchain y los contratos inteligentes: Hyperledger Fabric
- Backend App: Node.js y express.js + MongoDB
- Frontend: ReactJS

Framework para la red Blockchain y los contratos inteligentes

Ethereum

- Utiliza la red de la criptomoneda.
- Solidity como lenguaje de programación.
- Permite correr aplicaciones en una cadena de bloques pública.

Hyperledger Fabric

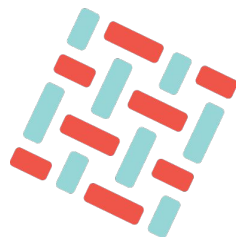
- No existe ningún tipo de moneda o token en la red.
- Golang, Javascript y Java son los lenguajes más populares.
- No existe el anonimato.
- Permite la creación de redes permissionadas.

Hyperledger Fabric

Hyperledger Project es una plataforma de código abierto para el blockchain. Fue iniciada en 2015 por la Fundación Linux. Dentro de los diversos proyectos que componen Hyperledger, destaca **Hyperledger Fabric**.



HYPERLEDGER PROJECT

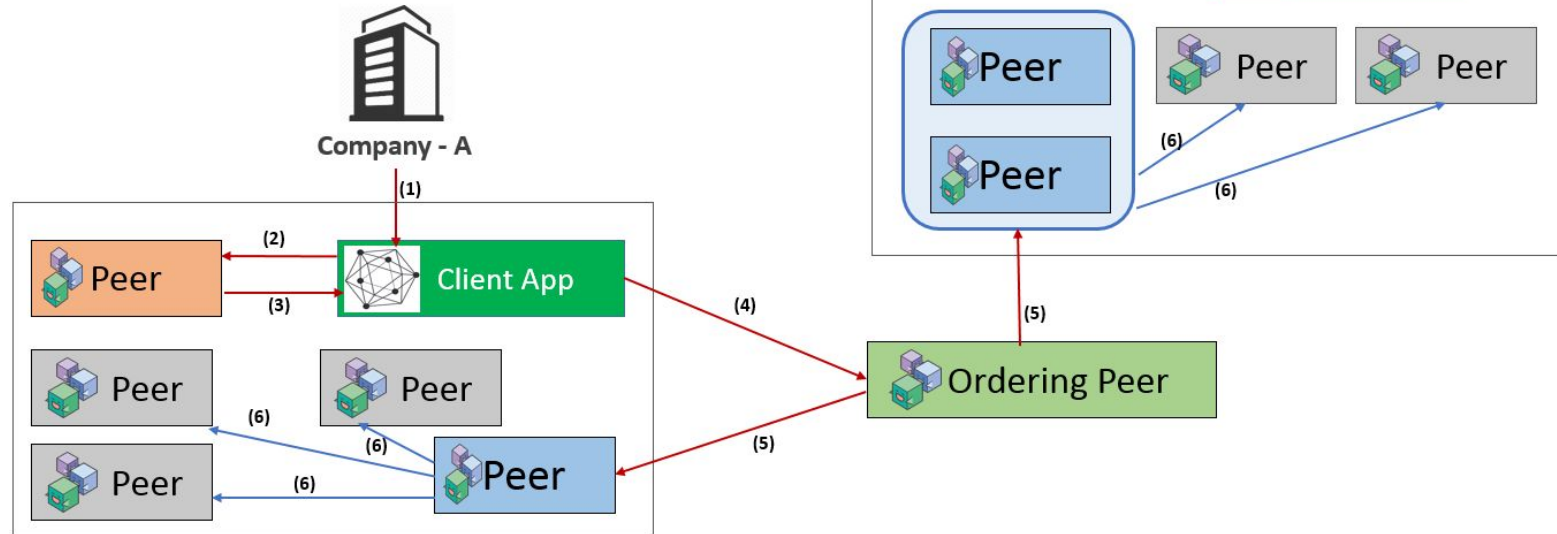
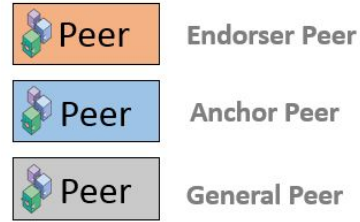


HYPERLEDGER
FABRIC

Hyperledger Fabric: Componentes

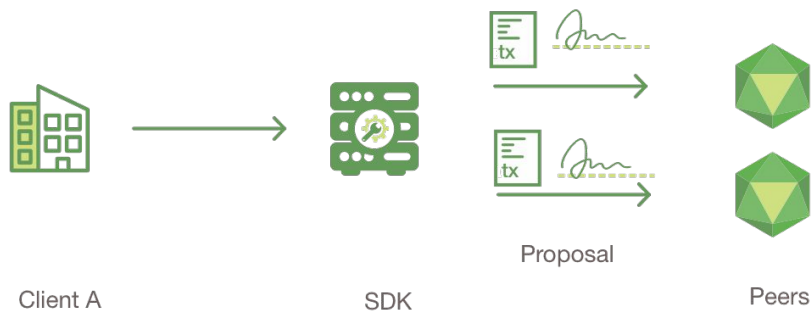
- Ledger
- Nodos o Peers, Endorsement Peers, Orderer Peers, Anchor Peers.
- Smart Contract o Chaincode.
- Certificate Authority
- Membership Service Provider

Hyperledger Fabric Work Flow



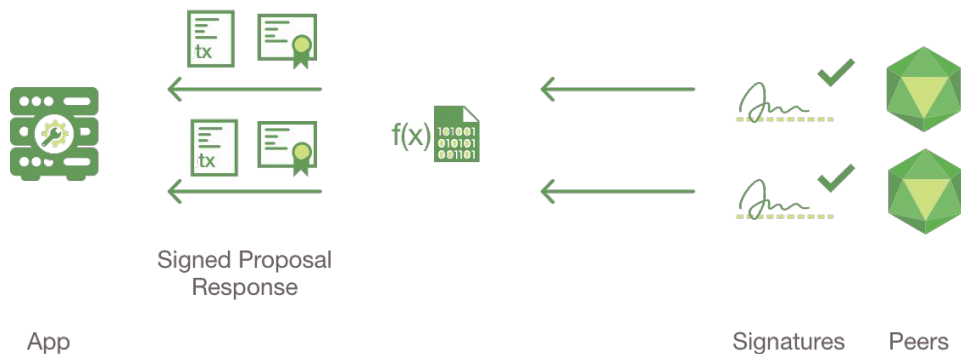
Hyperledger Fabric: Ejemplo de una transacción

El usuario envía una petición para realizar una transferencia y el SDK crea la propuesta de la función del Chaincode.



Hyperledger Fabric: Ejemplo de una transacción

Los endorsement peers verifican que la propuesta sea correcta, que la firma es válida y que el usuario esté autorizado para la operación.



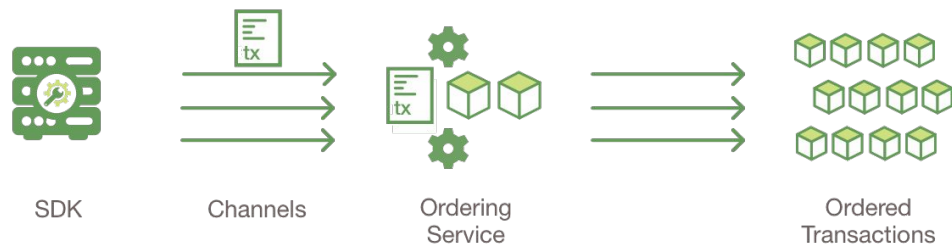
Hyperledger Fabric: Ejemplo de una transacción

Se verifican las respuestas de los endorsement peers.



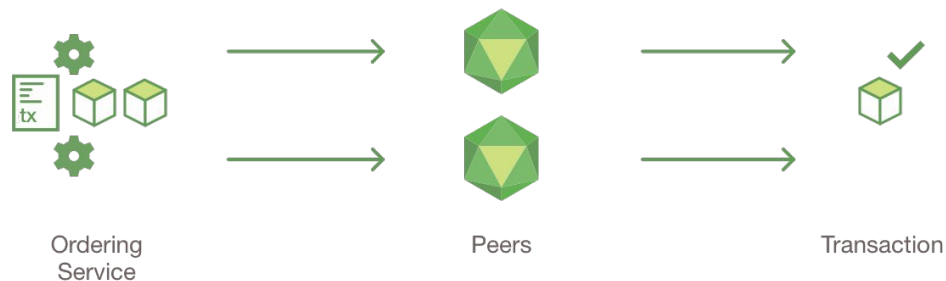
Hyperledger Fabric: Ejemplo de una transacción

Si se trata de una transacción que modifica el ledger, entonces debe enviarse a los nodos ordenadores, que crean bloques de transacción.



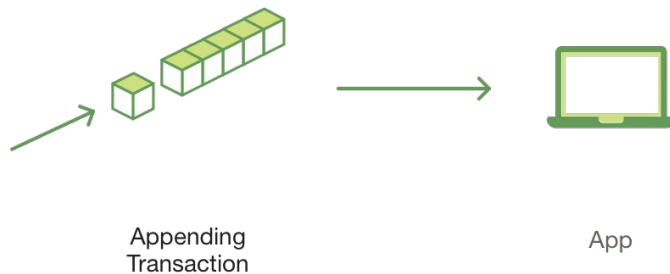
Hyperledger Fabric: Ejemplo de una transacción

Los bloques generados son enviados a los Peers y se verifican las transacciones.



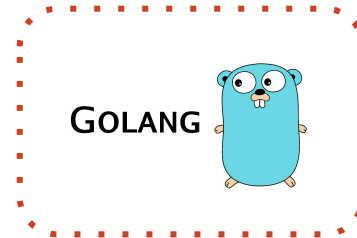
Hyperledger Fabric: Ejemplo de una transacción

Finalmente, los bloques se agregan a la cadena.



Smart Contract (Chaincode)

Hyperledger Fabric ofrece la posibilidad de desarrollarlo en diferentes lenguajes

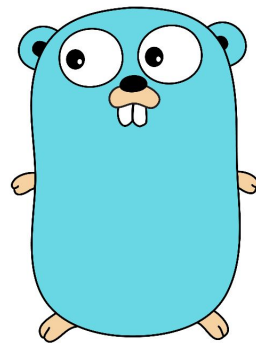


Golang

Es un lenguaje de programación desarrollado por Google. Es compilado rápidamente y es estáticamente tipado.

Se decidió por la utilización de este lenguaje principalmente por su madurez en la plataforma.

GOLANG



Smart Contract (Chaincode)

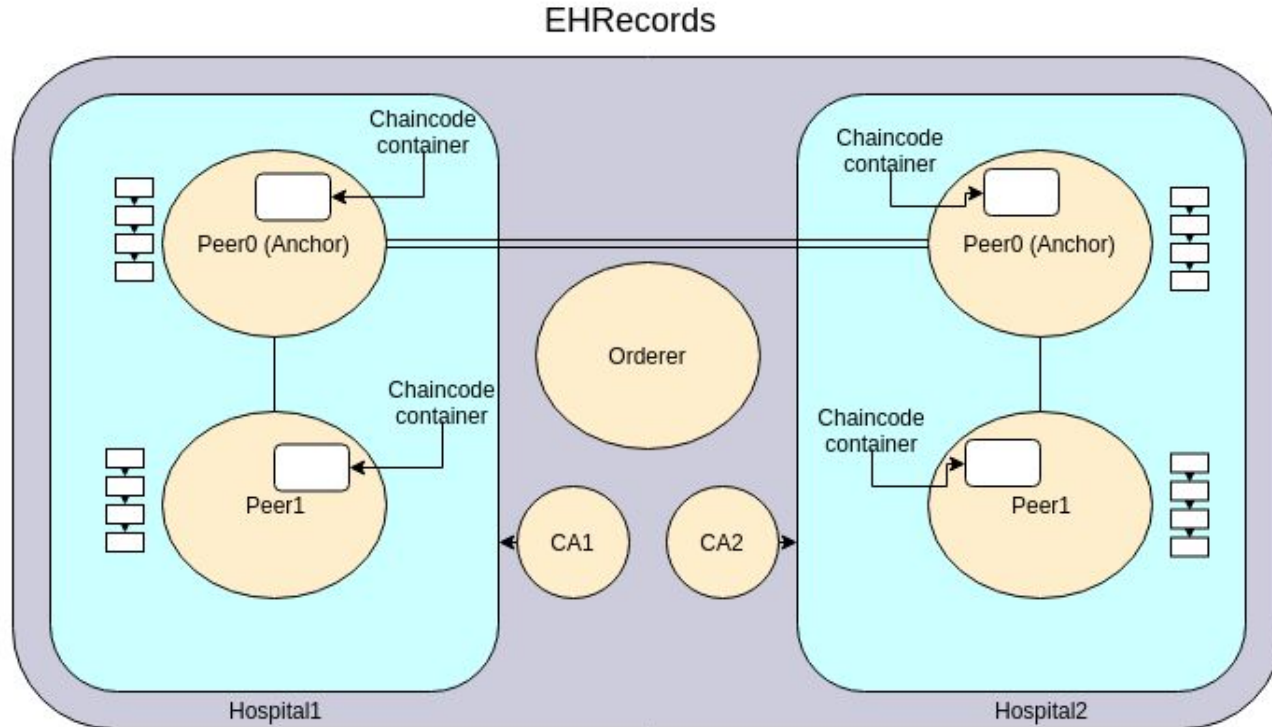
Estructuras

- Doctores
- Pacientes
- Registros Médicos

Métodos

- CreatePatient
- AddRecordToPatient
- GetPatient
- GetAllPatients

Hyperledger: Arquitectura de la Red

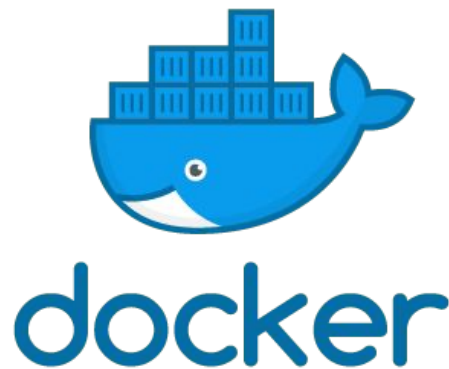


Archivos de Configuración de la Red

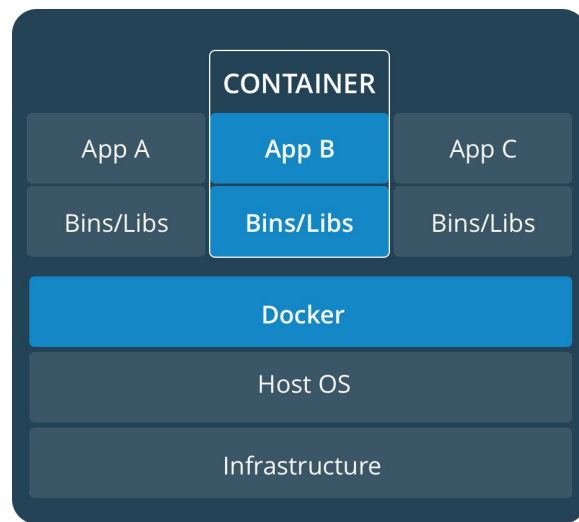
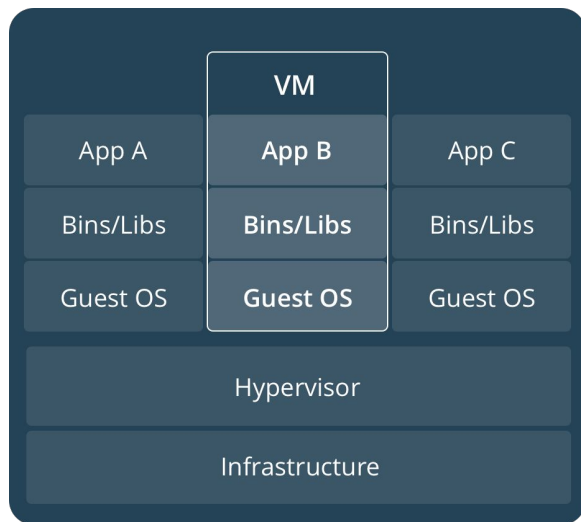
- `ehrNetwork.sh`
- `crypto-config.yaml`
- `connection.yaml`
- `docker-compose.yaml`

Docker

Proyecto de código abierto compuesto por un conjunto de productos que entregan software en paquetes llamados **contenedores**. Cada uno de éstos, posee su propio software, librerías y archivos de configuración.



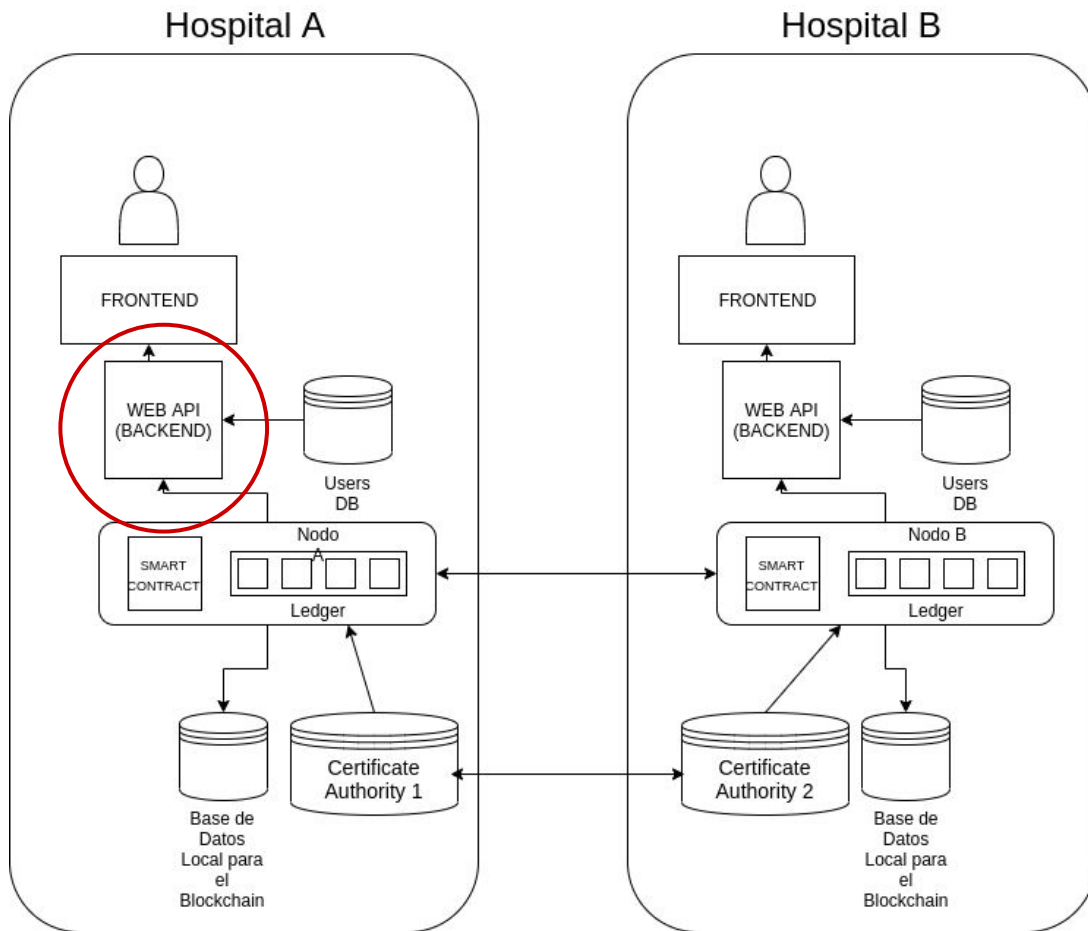
Docker



Todos los containers corren bajo el mismo kernel del SO siendo así, más livianos que las máquinas virtuales.

Backend

Aplicación encargada de la interacción con el blockchain, autenticación de usuarios y entrega de información con formato json.



Backend: Funcionalidades

- **Registro y enroll del administrador**
- **Registro y Enroll de usuarios**
- **Autenticación:** mediante el uso de *JSON Web Tokens* y *Wallets*.
- **Interacción con el chaincode**

Backend: Node.js y express.js

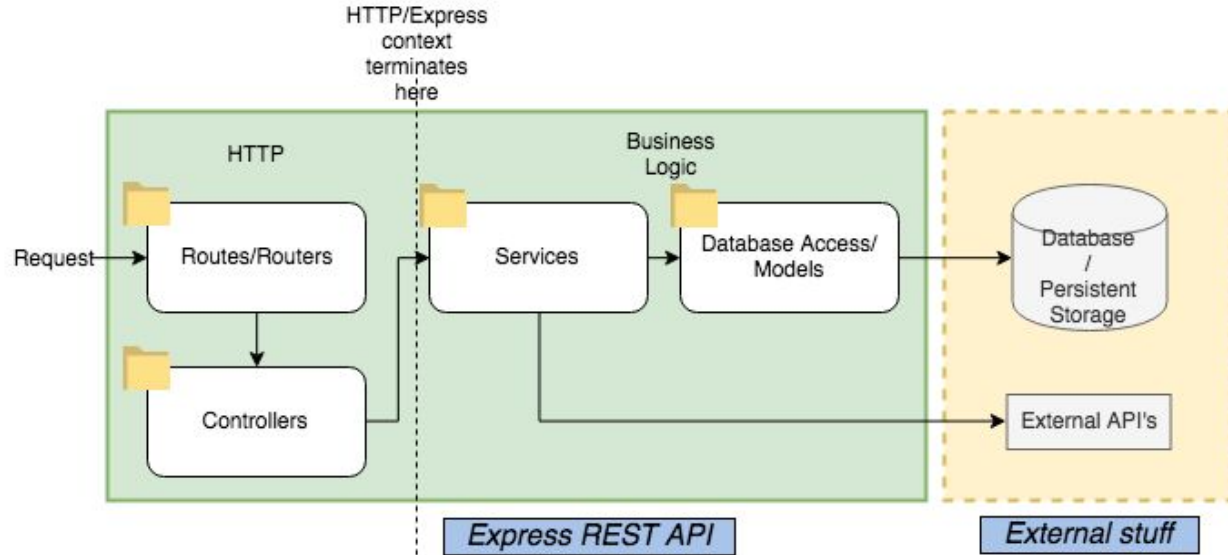
Node.js es un entorno de ejecución de Javascript orientado a eventos asincrónicos. Permite programar servidores muy livianos y eficientes.

Express es una infraestructura web rápida, minimalista y flexible para Node.js. Permite programar con facilidad una API mediante el uso de middlewares y rutas.

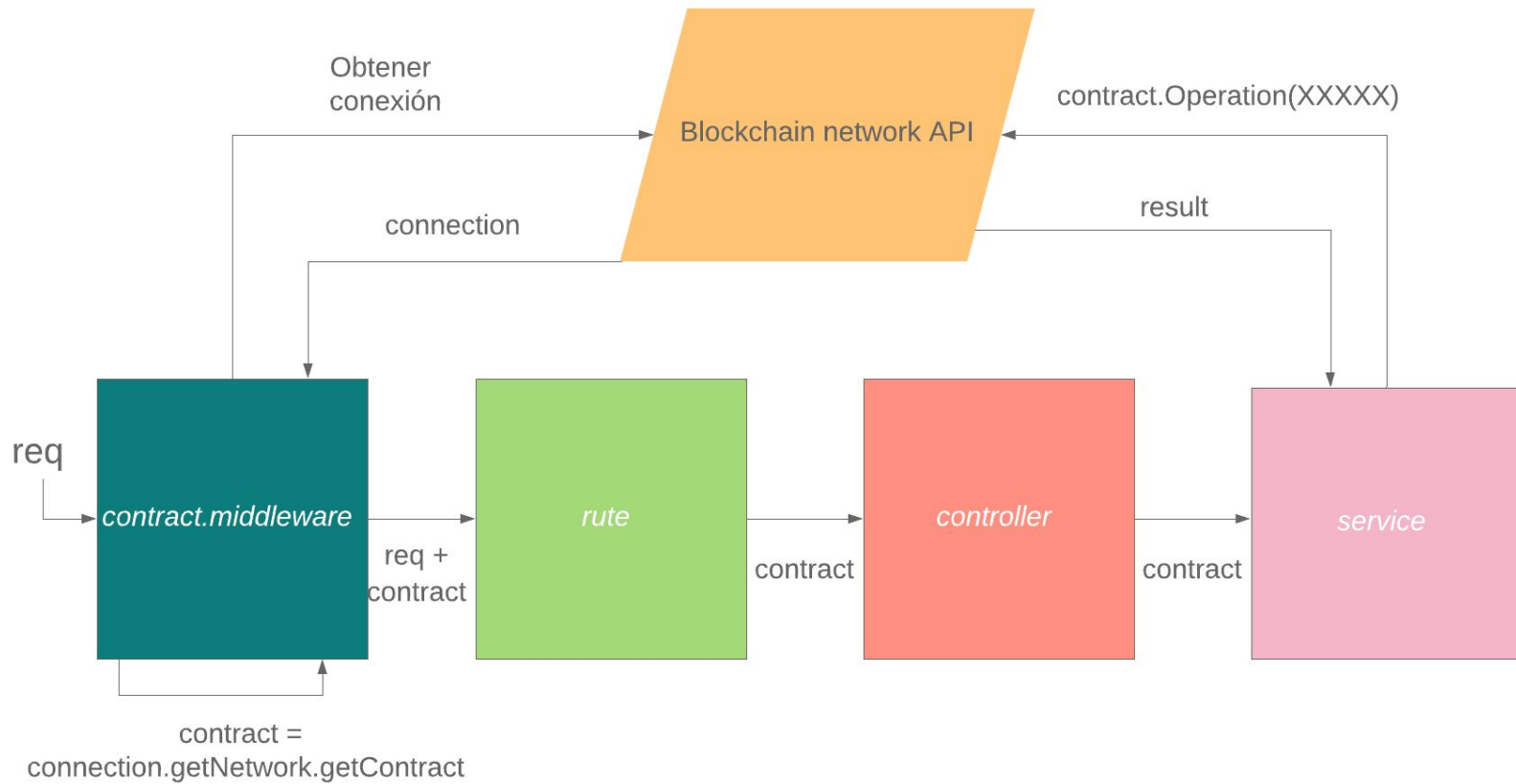


express

Estructura del Backend



<https://www.coreyclary.me/project-structure-for-an-express-rest-api-when-there-is-no-standard-way/>



Base de Datos: MongoDB

- BD propia de cada Hospital para almacenar información de sus Usuarios (Doctores).
- Se decidió por la utilización de esta base de datos ya que es NoSQL y apunta a la agilidad y escalabilidad.
- Sencilla de utilizar y provee facilidades para utilizarse junto a Node.js, gracias a la librería **mongoose**.



Frontend

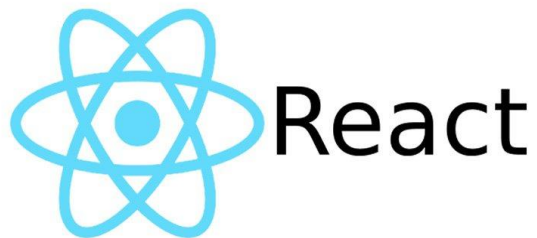
Su principal función es proveer al usuario una interfaz simple y amigable mediante la cual sea posible interactuar con el Backend.

A la hora de su diseño se consideró que fuese *responsive* para permitir su correcta navegación desde diferentes dispositivos, como tablets, celulares, notebooks, etc.



React

- Biblioteca de Javascript que ayuda en la creación de UIs interactivas.
- Permite al usuario diseñar múltiples vistas simples y se encarga de actualizar y renderizar la que corresponda.
- Está basado en componentes encapsulados que poseen su propio estado.



Material-UI

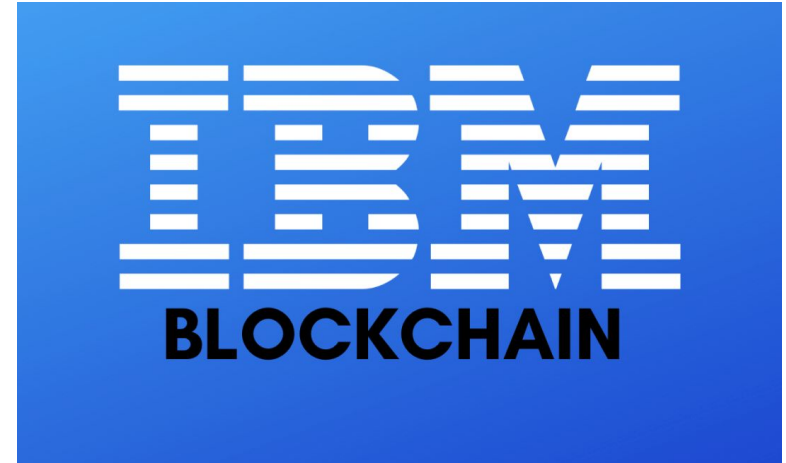
Esta herramienta permite diseñar interfaces gráficas siguiendo las normativas de Material Design, de Google, el cual se encuentra inspirado en el mundo real y sus texturas.





En la Nube...

Alternativas: Amazon Web Services Blockchain Templates e IBM Blockchain



Futuras Mejoras

Futuras Mejoras

- Añadir Pacientes como usuarios del sistema.
- Integrar Obras Sociales.
- Integrar Recetas Médicas

Conclusiones

A cartoon illustration of three characters in a meeting. On the left, a man with brown hair and a blue shirt looks towards the center. In the middle, a balding man with a large nose and wide eyes, wearing a blue shirt, has his mouth open as if speaking. On the right, a woman with dark hair and a blue shirt looks towards the center. The background is dark blue with a wooden door on the right. The word "Preguntas" is written in large white letters across the middle of the image.

Preguntas

¡¡Gracias!!