



UNIVERSIDAD LA SALLE

FACULTAD DE NEGOCIOS

Con Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios de la
Secretaría de Educación Pública según acuerdo número 974226
de fecha 25 de julio de 1997

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN TECNOLOGIAS DE INFORMACIÓN EN LA
DIRECCIÓN DE NEGOCIOS

PRESENTA:

Francisco Javier Tapia Aguilar

Marco Teórico para la prevención del Lavado de Dinero
con Blockchain en el Sistema Financiero Mexicano

Asesor: MTI Ismael Villegas Ochoa

Ciudad de México, 2025

Ciudad de México, a 01 de septiembre de 2025.

LIC. DULCE MARÍA PRECIADO ÁVILA
DIRECTORA DE GESTIÓN ESCOLAR
UNIVERSIDAD LA SALLE
P R E S E N T E

Le informo que el (la) C.

Francisco Javier Tapia Aguilar

Egresada (o) de la Facultad de: Negocios

de la **UNIVERSIDAD LA SALLE**, de la Maestría en:


TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN EN LA DIRECCIÓN DE NEGOCIOS

Con reconocimiento de validez oficial de estudios de la Secretaría de Educación Pública según acuerdo número 974226 de fecha 25 de julio de 1997

Ha elaborado el Estudio de Caso titulado: “Marco Teórico para la prevención del Lavado de Dinero con Blockchain en el Sistema Financiero Mexicano.”

De conformidad con la modalidad para la obtención de grado aprobada para esta Maestría de acuerdo a lo establecido en el Reglamento General de las Universidades La Salle Integrantes del Sistema Educativo de las Universidades la Salle.

Cumplió con todos los requisitos y el trabajo que fue elaborado bajo la conducción del Mtro. Ismael Villegas Ochoa que fungió como asesor, tiene la calidad suficiente para ser la base de sustentación de su Examen de Grado por lo que se le autoriza presentarlo.



Mtro. Markel Israel Lehman Elizondo
Director Facultad de Negocios

Dedicatoria

A mi amada esposa Mariana y a mi querida hija Julia, porque este logro no hubiera sido posible sin su amor, paciencia y comprensión.

Gracias por acompañarme en cada momento, por las horas que me regalaron para concentrarme en este proyecto y por recordarme con su presencia lo que realmente da sentido a mi vida.

Este trabajo es también un reflejo de nuestra historia juntos y de todo lo que aún nos queda por construir como familia.

Índice

ÍNDICE	4
INTRODUCCIÓN	5
PRINCIPALES FUENTES DE INGRESOS DE FONDOS ILÍCITOS	8
OBJETIVOS	12
OBJETIVO GENERAL.....	12
OBJETIVO ESPECÍFICO	14
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	15
APORTACIÓN EN PLD EN EL SISTEMA FINANCIERO MEXICANO	16
PLD EN EL SISTEMA FINANCIERO MEXICANO MEDIANTE EL USO DE BLOCKCHAIN	17
BLOCKCHAIN COMO HERRAMIENTA PARA LA PREVENCIÓN DEL LAVADO DE DINERO	17
REFERENCIAS INTERNACIONALES DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA FINANCIERO EN PLD BASADO EN BLOCKCHAIN	20
¿QUIÉNES UTILIZAN O ESTÁN EXPLORANDO BLOCKCHAIN PARA PLD?	20
PLD EN EL SISTEMA FINANCIERO MEXICANO MEDIANTE EL USO DE BLOCKCHAIN	22
MARCO CONCEPTUAL	27
PREVENCIÓN DE LAVADO DE DINERO EN MÉXICO	28
PLATAFORMAS BLOCKCHAIN	29
PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO	47
ENCUESTA A EXPERTOS EN PLD SOBRE LA VIABILIDAD DEL USO DE BLOCKCHAIN PARA LA PREVENCIÓN DEL LAVADO DE DINERO EN EL SISTEMA FINANCIERO MEXICANO	51
DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA.....	61
RESULTADOS ESPERADOS	70
RESULTADOS ESPERADOS A LARGO PLAZO	74
CONCLUSIONES	79
FUENTES DE CONSULTA	82
FUENTES DE INFORMACIÓN Y REFERENCIAS.....	82
GLOSARIO	85
ANEXOS	88

Introducción

Las técnicas del lavado de dinero representan un problema grave que afecta a los sistemas financieros en todo el mundo y México no es la excepción. Básicamente, se trata de esconder el origen ilegal del dinero, lo cual pone en riesgo la estabilidad del sistema financiero del país o de la región, y hace que el ecosistema de participantes desconfíe de las instituciones.

En México, según datos del INEGI, cada año se lavan alrededor de \$145 mil millones de pesos, lo que equivale al 1.63% del PIB del país. Y para complicar aún más este escenario, México se encuentra en el tercer lugar a nivel mundial de los países que más capitales ilícitos transaccionan.

El presente estudio analiza cómo la plataforma blockchain puede aportar funciones para combatir este problema, con un objetivo en específico:

- Marco conceptual de un Sistema Financiero en PLD Robusto Basado en Blockchain

Impactos Económicos

Distorsión del mercado

Cuando entra dinero sucio¹, se pueden inflar artificialmente los precios de cosas como bienes raíces o activos financieros. Eso desajusta la oferta y la demanda, afectando a quienes sí están operando en el sistema bancario de manera lícita.

Adicional a esto, las instituciones financieras pueden terminar involucradas por la falta de este tipo de controles, registros y seguimiento, y esto desestabiliza el sistema no solo con un alcance nacional, si no también internacional, como ha quedado demostrado en los casos de reciente publicación en este segundo trimestre del año 2025.

¹ “**Dinero sucio**” se refiere a fondos obtenidos a través de actividades ilegales, como el narcotráfico, corrupción, fraude o lavado de dinero, que buscan integrarse al sistema financiero legal para ocultar su origen ilícito

Competencia desleal

Las empresas que se financian con dinero ilegal tienen la capacidad de ofrecer precios más bajos que sus competidores o evadir impuestos, lo que hace muy difícil que las empresas formales compitan en igualdad de condiciones.

Evasión de impuestos

El dinero que se lava no se reporta al SAT ni a ninguna otra institución, esto representa un menor ingreso para el gobierno por efectos de falta de recaudación fiscal, lo que afecta de forma directa la inversión en servicios públicos como salud, educación o infraestructura.

Menos inversión extranjera

Cuando hay sospechas de lavado de dinero en el sistema financiero de un país, los inversionistas extranjeros prefieren colocar sus recursos en países o mercados en los que si se cumpla con la normatividad y el cumplimiento. pues nadie quiere invertir su capital en un país donde podría terminar involucrado con actividades ilegales.

Impactos Sociales

Más poder para el crimen organizado

El lavado de dinero le brinda a los grupos criminales los recursos para seguir creciendo y diversificándose en prácticas ilícitas como el narcotráfico, la trata de personas, el tráfico de armas, la comercialización de mercancía ilegal, y les brinda poder económico y hasta influencia social.

Corrupción

El dinero ilegal facilita el soborno a funcionarios y autoridades, lo que corrompe el sistema y refuerza la impunidad en todos los niveles.

Más desigualdad

El dinero de procedencia ilícita se queda en manos de unos cuantos, mientras que los recursos públicos se ven afectados por la evasión fiscal. Al final del proceso, quienes más lo necesitan son los que menos reciben.

Inseguridad

Al hacer más fuerte al crimen organizado, la práctica del lavado de dinero también incrementa la violencia e inseguridad en el país o región.

Impactos Políticos e Institucionales

Erosión del estado de derecho

Cuando hay impunidad, la gente deja de creer en las leyes así como en las autoridades y quienes deberían hacerlas cumplir.

Instituciones debilitadas

El dinero ilícito puede llegar hasta la política o la administración pública, lo que limita la capacidad del gobierno para actuar con transparencia y eficacia.

Mala imagen internacional

El factor Riesgo/País de México incrementa y la confianza internacional disminuye, dictaminado por parte de diversas firmas analistas, evaluadoras y calificadoras internacionales, Así entonces, México puede ser visto como un país de alto riesgo para hacer negocios, lo que afecta nuestra reputación y nuestro atractivo para los inversionistas.

Impactos a Nivel Global

Riesgo para el sistema financiero internacional

Las redes criminales no operan se quedan en un solo país, si no que tienen la capacidad de mover dinero por todo el mundo, y eso también pone en riesgo la estabilidad financiera global.

Presión internacional

Organismos como el GAFI² exigen que México refuerce sus reglas contra el lavado de dinero. Si no lo hace, puede enfrentarse a sanciones, restricciones en mercados internacionales o incluso problemas diplomáticos.

Este análisis se basa en investigaciones de organismos internacionales como el GAFI, el Banco Mundial, el FMI³, y también en información de instituciones mexicanas como la UIF⁴ y la CNBV⁵.

² El Grupo de Acción Financiera Internacional (GAFI) es un organismo intergubernamental, con el objetivo de desarrollar políticas para combatir el lavado de dinero, el financiamiento del terrorismo y, más recientemente, la financiación de la proliferación de armas de destrucción masiva.

³ El Fondo Monetario Internacional (FMI) es un organismo especializado de la ONU, cuyo objetivo es garantizar la estabilidad financiera global y facilitar el comercio internacional.

⁴ La Unidad de Inteligencia Financiera (UIF) es una entidad que se encarga de investigar y analizar transacciones financieras sospechosas.

⁵ La Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV) es el órgano regulador del sistema financiero mexicano. Es una entidad desconcentrada de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), con autonomía técnica y operativa.

Principales fuentes de ingresos de fondos ilícitos

Narcotráfico

El narcotráfico es una de las mayores fuentes de ingresos ilícitos a nivel global, y en México representa una proporción significativa de las actividades criminales:

- **Descripción:** Implica la producción, transporte, distribución y venta de drogas ilegales, como cocaína, metanfetaminas, marihuana y opioides.
- **Impacto económico:** Los cárteles mexicanos generan miles de millones de dólares anualmente mediante el comercio de drogas hacia los Estados Unidos y otras regiones.⁶

Tráfico sexual de menores

Esta actividad implica la explotación sexual de menores mediante coerción o engaño, generando ganancias sustanciales para los traficantes:

- **Descripción:** Menores de edad son obligados a participar en actividades sexuales a cambio de dinero, usualmente controlados por redes criminales.
- **Dimensión internacional:** México es tanto un país de origen como de tránsito para el tráfico sexual de menores, vinculado al turismo sexual y al crimen organizado.⁷

Corrupción

La corrupción es una fuente importante de ingresos ilícitos derivada del abuso de poder por parte de funcionarios públicos en todos sus niveles:

- **Descripción:** Incluye sobornos, malversación de fondos públicos, contratos fraudulentos, tráfico de influencias, entre otros.
- **Impacto económico:** Genera pérdidas millonarias al erario, por el desvío de recursos destinados a servicios básicos y proyectos de desarrollo.

Extorsión

La extorsión es otra fuente significativa de fondos ilícitos, ejercida a través de amenazas o coerción:

- **Descripción:** Personas, empresas y negocios son obligados a pagar dinero a cambio de protección o evitar daño físico, económico o reputacional.
- **Prevalencia:** Comúnmente asociada con el crimen organizado en México, especialmente en sectores como transporte, comercio y pequeños negocios.

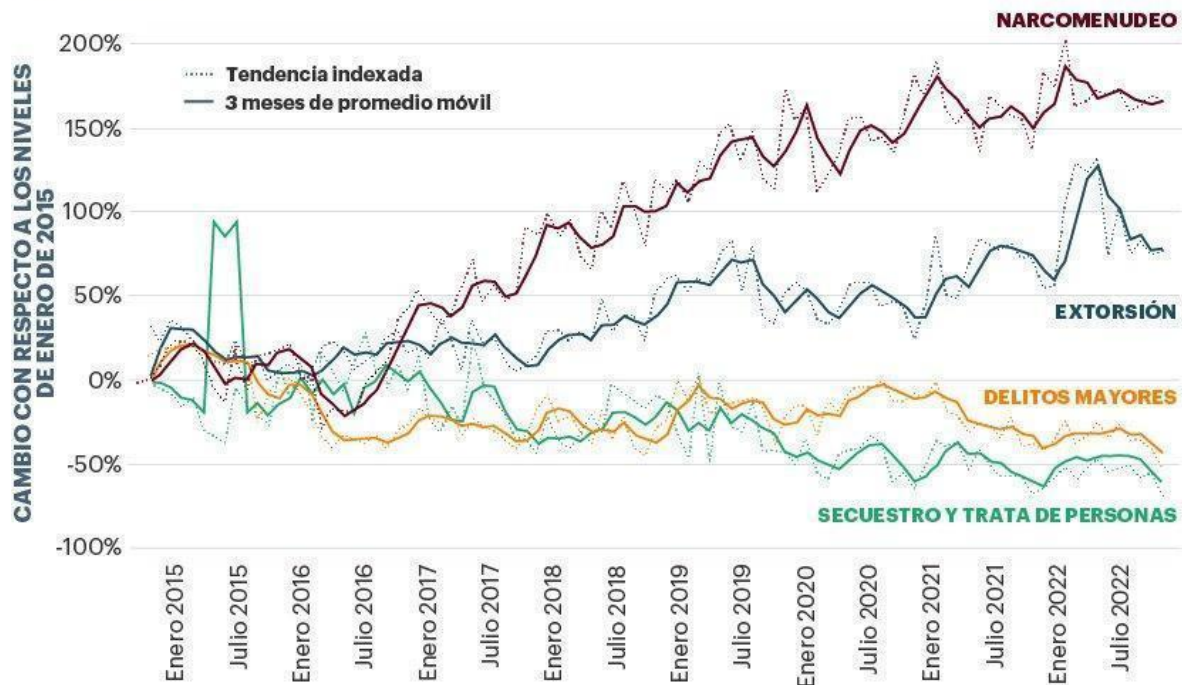
⁶ Fuente: Reportes de la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC) y evaluaciones de la DEA (Drug Enforcement Administration) sobre México destacan el rol de los cárteles como actores principales en el tráfico global.

⁷ Fuente: Informes de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y estudios de la Coalición contra el Tráfico de Mujeres y Niñas en América Latina y el Caribe (CATWLAC).

Figura 1: Descripción de cambio indexado en los crímenes de la delincuencia organizada, 2015-2022.

Cambio indexado en los crímenes de la delincuencia organizada, 2015-2022

El incremento en la tasa de crímenes de la delincuencia organizada ha estado impulsado por aumentos significativos en los delitos de narcomenudeo, que han aumentado en un 149 % desde 2015.



Fuentes: SESNSP; cálculos del IEP

Trata de blancas

Este término, aunque desactualizado, se refiere a la trata de personas, principalmente mujeres, para explotación sexual o laboral:

- **Descripción:** Las víctimas son trasladadas dentro y fuera de México con fines de explotación, muchas veces mediante violencia o fraude.
- **Impacto global:** México ocupa un lugar relevante en las redes de trata de personas, especialmente en la frontera con los Estados Unidos.⁸

La trata de personas, que incluye la explotación sexual y laboral, sigue siendo una fuente significativa de ingresos ilícitos en México. El Informe Mundial sobre Trata de Personas 2022 de la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC) destaca cambios en las

⁸ Fuente: Reportes del Departamento de Estado de los Estados Unidos y el Informe Global sobre la Trata de Personas (UNODC).

tendencias de este delito en los últimos 20 años, subrayando la persistencia de la problemática en el país.

Secuestro

El secuestro es una fuente directa de ingresos ilícitos obtenidos a través de rescates:

- **Descripción:** Implica la privación de libertad de una persona para exigir un rescate económico, comúnmente manejado por células criminales.
- **Incidencia:** México registra una alta incidencia de secuestros, tanto de alto perfil como exprés.⁹

Homicidio relacionado con la delincuencia organizada

En los últimos ocho años, la delincuencia organizada en México ha crecido de forma preocupante, con un aumento del 64.2 % a nivel nacional. Desde 2016, la situación ha empeorado cada año, salvo por un pequeño respiro en 2020. Este incremento ha sido impulsado principalmente por el crecimiento en casos de extorsión y narcomenudeo, que han aumentado en un 59.5 % y 148.7 %, respectivamente. Sin embargo, no todo son malas noticias: los secuestros y la trata de personas han disminuido en más de la mitad desde 2015, y los delitos graves han bajado un 40.7 %.

Lo preocupante es que la violencia del crimen organizado no se limita a esas actividades. También se refleja en el aumento de homicidios y episodios de violencia extrema. Parte de este problema viene de la estrategia del gobierno conocida como “descabezamiento”, que se enfocó en capturar a los líderes de los cárteles. Aunque esto desmanteló a algunas organizaciones grandes, también provocó que surgieran muchos grupos más pequeños y violentos, generando una lucha constante por el control del territorio.

Como resultado, la pelea entre bandas criminales por rutas de narcotráfico y zonas estratégicas ha hecho que los homicidios incrementen. Para entender este contexto, entre los años 2015 y 2021, los asesinatos relacionados con el crimen organizado pasaron de unos 8,000 a más de 23,500 al año. En cambio, los homicidios no vinculados al crimen organizado se han mantenido bastante estables, entre 10,000 y 12,500 anuales. Esto significa que los homicidios ligados al crimen organizado aumentaron un 190 %, mientras que el resto apenas subió un 6.4 %.¹⁰

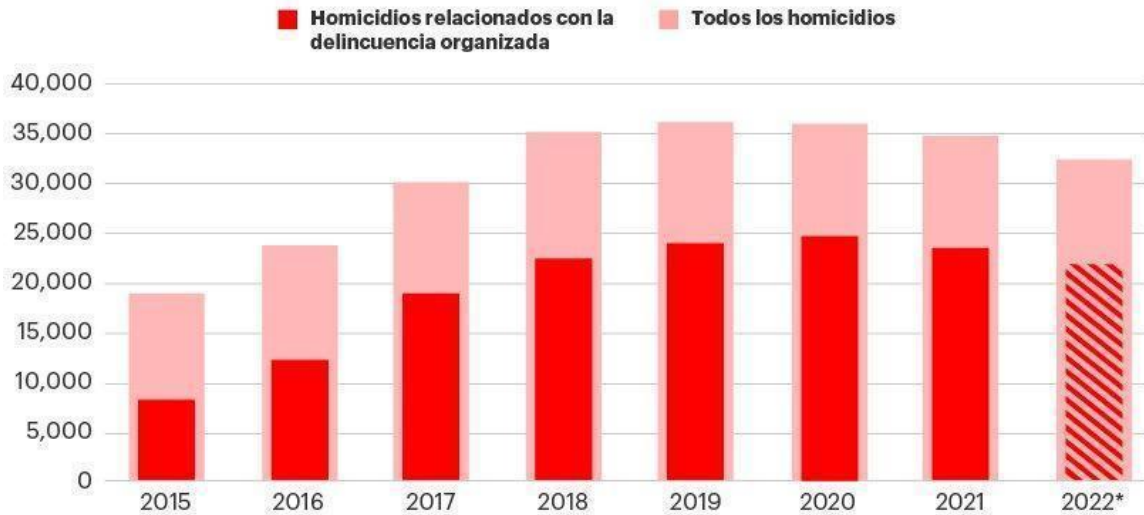
⁹ Fuente: Datos de la Asociación Alto al Secuestro y reportes de la Secretaría de Seguridad Pública.

¹⁰ Fuente: Índice de Paz en México 2024

Figura 2: Homicidios totales y homicidios relacionados con la delincuencia organizada, 2015-2022

Homicidios totales y homicidios relacionados con la delincuencia organizada, 2015-2022

Los asesinatos asociados con el crimen organizado han sido el motor del aumento general de homicidios en todo México.



Fuentes: SESNSP; Lantia Intelligence; Servicio de Investigación del Congreso; cálculos del IEP

Nota: La cifra de homicidios relacionados con la delincuencia organizada para 2022 es una estimación basada en las tendencias de los tres años anteriores.

Objetivos

Objetivo General

Marco conceptual de un Sistema Financiero en PLD Robusto Basado en Blockchain

El propósito principal de este marco es proponer la creación de un sistema financiero sólido en la prevención del lavado de dinero (PLD), utilizando la plataforma blockchain. Esta solución permitiría el establecimiento de una red descentralizada y segura de información, en la que las transacciones sean verificadas de forma automática y transparente, lo que mejoraría significativamente la detección de actividades ilegales.

El Beneficio

Uno de los aspectos más importantes, es cómo **la descentralización de la información representa una ventaja clave en la lucha contra el lavado de dinero**. Al eliminar puntos únicos de control, **se reduce considerablemente el riesgo de manipulaciones internas**, lo cual resulta especialmente valioso en entornos donde la confianza institucional puede verse comprometida. Esta característica, combinada con la **transparencia inherente de la plataforma blockchain**, facilita que múltiples actores—como bancos, autoridades regulatorias y otras entidades financieras—**puedan colaborar y verificar las transacciones de forma conjunta y en tiempo real**.

Así entonces, **no basta solo con aplicar estrategias tradicionales de control y registro de transacciones**. La aparición y rápida adopción de criptomonedas exige un enfoque más flexible y actualizado. Es por esto que es fundamental que **las políticas contra el lavado de dinero se adapten también a las características únicas de estos activos digitales**, sin perder de vista la importancia de seguir fortaleciendo los controles convencionales. Esta integración de lo nuevo con lo probado será esencial para construir sistemas financieros más seguros y resilientes frente a delitos financieros.

"Afortunadamente, con los datos y las herramientas adecuadas, los investigadores de los sectores público y privado pueden aprovechar la transparencia inherente de blockchain para descubrir actividades ilícitas que de otro modo podrían pasar desapercibidas".¹¹

Desafíos

La adopción de la plataforma blockchain en México enfrenta retos relacionados con la infraestructura tecnológica y la resistencia al cambio en las instituciones financieras.

¹¹Fuente: El País, [En el laberinto del blanqueo del dinero del cibercrimen](#)

Objetivo Específico

Establecer Controles Financieros más Estrictos al utilizar Blockchain

Durante el desarrollo de este caso de estudio, se identificó que la implementación de la plataforma blockchain ofrece una oportunidad real para fortalecer los mecanismos de control financiero en el sistema bancario mexicano, especialmente en el marco de la prevención del lavado de dinero (PLD). Una de las herramientas más potentes en este proceso, es el uso de contratos inteligentes (se explican los contratos inteligentes en la sección Blockchain como herramienta para la prevención del lavado de dinero), los cuales tienen el potencial de transformar completamente la forma en que se llevan a cabo las auditorías y el monitoreo de transacciones.

Derivado de este análisis, se puede afirmar entonces que adoptar esta plataforma permitiría a las instituciones financieras mexicanas cumplir de manera más eficiente con las regulaciones nacionales e internacionales, optimizando tanto los recursos humanos como tecnológicos. Además, esta automatización mejora los tiempos de respuesta ante posibles irregularidades, lo que resulta crucial para la detección oportuna de actividades ilícitas.

Descripción del problema

El problema central es la prevalencia del lavado de dinero en el sistema financiero mexicano donde se estima que el monto promedio anual está en \$145 mil millones de pesos, lo que representa el 1.63% del PIB del país. Esto representa una amenaza tanto para la estabilidad económica como para la integridad de las instituciones financieras. Las actividades ilícitas que incluyen el lavado de dinero facilitan otros delitos como la corrupción, el narcotráfico y la financiación del terrorismo, erosionando la confianza pública en el sistema financiero. Actualmente los bancos invierten en promedio \$720 millones de dólares al año de acuerdo a lo que dictamina la ley en su artículo 115 en materia de PLD.

¿Por qué es importante resolver el problema?

Es crucial resolver el problema porque el lavado de dinero debilita la estabilidad económica, distorsiona los mercados financieros y genera desequilibrios competitivos. Además, tiene implicaciones legales y reputacionales para las instituciones financieras y para México a nivel internacional, particularmente en su cumplimiento de normativas como las del Grupo de Acción Financiera Internacional (GAFI). El no abordarlo de manera efectiva podría resultar en sanciones internacionales y la pérdida de confianza en el mercado mexicano.

¿Quiénes han intentado resolver el problema?

Diversos actores han tratado de abordar el problema del lavado de dinero, incluyendo:

- Autoridades mexicanas como la Unidad de Inteligencia Financiera (UIF) y la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV), que regulan y supervisan las actividades financieras.
- Instituciones financieras a través de la implementación de controles internos y sistemas de monitoreo para detectar transacciones sospechosas.
- Empresas fintech y startups que han comenzado a aplicar tecnologías emergentes, como blockchain, para aumentar la transparencia y rastrear mejor las transacciones.

Aportación en PLD en el Sistema Financiero Mexicano

México, debido a su posición geopolítica, su relación cercana con el narcotráfico y el crimen organizado es vulnerable a este tipo de actividades. A pesar de los esfuerzos regulatorios, como la Ley Federal para la Prevención e Identificación de Operaciones con Recursos de Procedencia Ilícita y los lineamientos de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV), las técnicas tradicionales de monitoreo y control a menudo son insuficientes para detener operaciones fraudulentas.

Uno de los mayores desafíos es la falta de una infraestructura tecnológica que permita rastrear de manera eficiente y oportuna las transacciones sospechosas. Aquí es donde blockchain puede desempeñar un papel crucial al proporcionar una plataforma segura, descentralizada y auditable.

PLD en el Sistema Financiero Mexicano mediante el Uso de Blockchain

Blockchain como Herramienta para la Prevención del Lavado de Dinero

Blockchain es una plataforma de registro distribuido que permite la creación de una base de datos compartida y segura, en la que todas las transacciones se registran de manera transparente y ordenada en bloques de información encadenados cronológicamente. Las características principales de blockchain que lo hacen relevante para la prevención del lavado de dinero son:

Figura 3: Características de Blockchain¹²



La plataforma blockchain se ha convertido en una herramienta clave en los esfuerzos globales para prevenir el lavado de dinero, al ofrecer una infraestructura tecnológica que promueve la transparencia, la trazabilidad y la integridad de la información financiera. A diferencia de los sistemas tradicionales centralizados, blockchain funciona como un libro mayor distribuido e inmutable, donde cada transacción queda registrada de manera permanente y accesible para todos los participantes de la red, lo que dificulta la alteración o eliminación de datos.

¹² Fuente: [e-Learning Masters](#)

Esta transparencia inherente permite que autoridades regulatorias, instituciones financieras y analistas forenses accedan a un historial completo de las transacciones, facilitando la detección de patrones sospechosos, redes de financiamiento ilícito o movimientos irregulares que podrían estar relacionados con actividades delictivas. Además, muchas redes blockchain permiten vincular transacciones a direcciones digitales, lo que si bien garantiza cierto anonimato, no impide el análisis de comportamiento ni el seguimiento de fondos.

Otro aspecto importante es el uso de contratos inteligentes, los cuales permiten automatizar procesos dentro del ecosistema financiero, como la verificación de cumplimiento normativo (compliance), la validación de identidad (KYC/AML) y la ejecución de alertas o bloqueos en caso de detectarse anomalías. Esto no solo reduce los tiempos de respuesta, sino que minimiza la intervención humana y, por ende, el margen de error o manipulación.

En conjunto, blockchain representa un avance significativo hacia un sistema financiero más seguro y resistente al lavado de dinero, especialmente cuando se complementa con herramientas de análisis avanzadas y marcos regulatorios adaptados a la economía digital.

Contratos Inteligentes

Los contratos inteligentes funcionan como programas informáticos que se ejecutan de manera automática en la red blockchain cuando se cumplen ciertas condiciones predefinidas. En este sentido, permiten automatizar procesos clave, como la supervisión de operaciones financieras, la generación de alertas ante movimientos sospechosos, y la aplicación inmediata de reglas de cumplimiento. Esto no solo reduce significativamente la intervención humana—y por ende, el riesgo de errores o manipulaciones—sino que también asegura una mayor transparencia y trazabilidad de cada operación registrada.

Usos de los contratos inteligentes:

- **Auditoría financiera automatizada:** Los contratos inteligentes pueden registrar transacciones en tiempo real, lo que permite realizar auditorías más rápidas y seguras.

Ejemplo: Registro de impuestos o monitoreo de flujos de dinero.

- **Cumplimiento regulatorio:** Estos contratos verifican automáticamente que las transacciones cumplan con las leyes contra el lavado de dinero (AML) y financiamiento del terrorismo (CFT).

Ejemplo: Monitoreo en tiempo real para cumplir con las regulaciones de la UIF en México.

- **Transferencias financieras seguras:** Aseguran que los fondos solo se transfieran cuando se cumplan los requisitos específicos, como KYC (conozca a su cliente) y AML.

Ejemplo: Pago condicionado a la validación de documentos.

Plataformas existentes para contratos inteligentes:

- **Ethereum:** La plataforma más conocida para contratos inteligentes, permite desarrollar aplicaciones descentralizadas (DApps).
- **Solana:** Ofrece contratos inteligentes de alta velocidad y bajo costo.
- **Hyperledger Fabric:** Orientada a aplicaciones empresariales con controles de acceso.
- **Cardano:** tiene un enfoque claro en escalabilidad porque fue diseñado desde cero con la intención de superar las limitaciones de primera y segunda generación de blockchain (como Bitcoin y Ethereum).

Instituciones que usan contratos inteligentes:

- **Instituciones Financieras:** Bancos globales como Santander, BBVA y JPMorgan Chase utilizan contratos inteligentes para simplificar las transacciones internacionales y mejorar la transparencia. En México, Banxico está explorando el uso de blockchain para regular las monedas digitales.
- **Sector Público:** Algunos gobiernos han considerado contratos inteligentes para mejorar la transparencia en procesos como licitaciones y presupuestos. Un ejemplo es la plataforma Mx Chain, que se está evaluando para mejorar la transparencia en procesos gubernamentales.
- **Empresas Tecnológicas:** Empresas como IBM ofrecen soluciones basadas en blockchain para instituciones financieras y reguladoras.

Referencias internacionales de implementación de un sistema financiero en PLD basado en blockchain

¿Quiénes lo han resuelto? y ¿Cómo lo han resuelto?

A nivel internacional, países como Estonia¹³ y Suiza¹⁴ han implementado sistemas financieros basados en blockchain para mejorar sus capacidades de PLD, destacando por sus marcos regulatorios progresivos. Estos países han demostrado que blockchain puede proporcionar un sistema más robusto para la verificación y autenticación de transacciones, además de mejorar la colaboración entre entidades financieras y reguladores.

Estudios de casos en países que han adoptado blockchain para la prevención del lavado de dinero, como el Reino Unido y Singapur, muestran que la trazabilidad mejorada reduce significativamente el tiempo necesario para detectar y responder a transacciones ilícitas.

Algunos países han avanzado en la implementación de normativas claras que promuevan el uso de blockchain en PLD. Japón ha seguido un camino similar, al establecer requisitos de KYC (conozca a su cliente) y AML (anti lavado de dinero) que utilizan tecnologías basadas en blockchain.

¿Quiénes utilizan o Están Explorando Blockchain para PLD?

1. Bancos y entidades financieras:

Grandes bancos internacionales como JPMorgan Chase, HSBC, y Citibank han explorado el uso de blockchain para mejorar la trazabilidad de transacciones y cumplir con regulaciones de PLD. Blockchain permite un registro inmutable de transacciones, lo que facilita detectar patrones sospechosos en tiempo real.

2. Gobiernos y reguladores:

Organismos como la UE, FATF (Financial Action Task Force) y autoridades nacionales están analizando cómo blockchain puede servir para la supervisión y cumplimiento normativo. Países como Suiza, y Estonia mencionados anteriormente están integrando blockchain en iniciativas nacionales de cumplimiento regulatorio.

¹³ Fuente: [Blockchain & Cryptocurrency Laws and Regulations 2025 – Estonia](#)

¹⁴ Fuente: [Unit of Stuttgart bourse gets OK for blockchain-based trading system in Switzerland](#)

3. Empresas de tecnología:

IBM y Microsoft han desarrollado soluciones basadas en blockchain para ayudar a las instituciones a cumplir con normativas de PLD.

Plataformas como Chainalysis, Elliptic y Cipher Trace se especializan en analizar datos de blockchain para identificar actividades ilícitas.

4. Proveedores de servicios en criptomonedas:

Exchanges de criptomonedas como Coinbase, Binance, y Kraken están adoptando tecnologías blockchain para rastrear movimientos ilícitos y cumplir con regulaciones de KYC/AML.

5. Startups especializadas en PLD y blockchain:

Empresas como TRM Labs y Scorechain han creado herramientas específicamente diseñadas para la prevención del lavado de dinero mediante análisis de blockchain.

PLD en el Sistema Financiero Mexicano mediante el Uso de Blockchain

1. Uso de Blockchain en la Prevención de Lavado de Dinero en México

En México, las instituciones financieras y fintech están comenzando a implementar blockchain para cumplir con los estándares de PLD y combatir el lavado de dinero en diversas áreas:

Área	Descripción	Ejemplo
Identificación de Clientes (KYC)	Blockchain se utiliza para crear bases de datos compartidas y descentralizadas que almacenan información de clientes bajo protocolos de KYC. Esto permite a las instituciones financieras verificar identidades de manera más eficiente.	Una fintech puede utilizar tecnología blockchain para validar la identidad de un cliente y compartir esa información con otros bancos, reduciendo la duplicación de esfuerzos.
Monitoreo y Rastreo de Transacciones	Blockchain permite registrar transacciones de manera inmutable, facilitando la trazabilidad de fondos y detectando movimientos sospechosos en tiempo real.	Empresas fintech mexicanas están explorando el uso de análisis de blockchain para identificar patrones de riesgo, como movimientos entre cuentas relacionadas con actividades ilícitas.
Automatización mediante Contratos Inteligentes	Los contratos inteligentes en blockchain permiten establecer reglas automáticas para detectar y	

	<p>detener actividades ilícitas. Por ejemplo, un contrato inteligente puede bloquear una transacción si proviene de un país considerado de alto riesgo.</p>	
<p>Intercambio de Información entre Instituciones</p>	<p>Blockchain permite que bancos, casas de cambio, y otras entidades compartan información de manera segura sobre transacciones y cuentas, cumpliendo con la regulación de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV).</p>	
<p>Uso en Criptomonedas</p>	<p>En cumplimiento con la Ley Fintech, las instituciones financieras que manejan criptomonedas están integrando blockchain y herramientas como Chainalysis para monitorear el origen de los fondos y garantizar que no provengan de actividades ilícitas.</p>	<p>Exchanges en México, como Bitso, colaboran con reguladores utilizando análisis de blockchain para detectar flujos irregulares.</p>

2. Ventajas del Uso de Blockchain en el Sistema Financiero Mexicano

Ventaja	Descripción
Mayor Transparencia y Trazabilidad	Cada transacción queda registrada de forma inmutable, lo que facilita el rastreo de fondos y el análisis de patrones para detectar actividades sospechosas.
Reducción de Costos Operativos	Blockchain automatiza procesos como KYC y reportes regulatorios, disminuyendo costos administrativos para bancos y fintech.
Cumplimiento Normativo Más Eficiente	Ayuda a las instituciones a cumplir con regulaciones locales (como la Ley Fintech) e internacionales (FATF), al proporcionar datos claros y verificables.
Seguridad	Los datos registrados en blockchain son resistentes a alteraciones, reduciendo el riesgo de fraude o manipulación de registros financieros.
Interoperabilidad	Facilita el intercambio de información entre bancos, fintechs, y reguladores, mejorando la colaboración en el combate al lavado de dinero.

3. Desventajas y Desafíos

Desventaja	Desafío
Alta Complejidad Tecnológica	La adopción de blockchain requiere personal capacitado y una infraestructura tecnológica avanzada, lo que puede ser un desafío para algunas instituciones mexicanas.
Regulación Limitada o Ambigua	Aunque la Ley Fintech regula algunos aspectos, aún hay lagunas normativas que dificultan la adopción masiva de blockchain, especialmente en su interacción con sistemas financieros tradicionales.
Privacidad de Datos	Si bien blockchain es transparente, el manejo de datos personales puede entrar en conflicto con leyes de protección de datos, como la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares.
Costos Iniciales	La implementación de soluciones basadas en blockchain requiere inversiones iniciales significativas, lo que puede ser una barrera para pequeñas instituciones financieras.
Escalabilidad	Algunas blockchains, como las públicas, enfrentan problemas de velocidad y capacidad cuando procesan un gran volumen de transacciones, lo que puede limitar su uso a gran escala.
Resistencia al Cambio	Muchas instituciones financieras tradicionales en México son reticentes a adoptar nuevas tecnologías debido a la

	incertidumbre sobre su retorno de inversión o efectividad.
--	--

4. Perspectivas Futuras

Ventaja	Desafío
Colaboración entre Reguladores y Tecnología:	La CNBV y Banxico están explorando cómo blockchain puede integrarse en el sistema financiero mexicano de manera más amplia.
Ampliación del Uso de Criptomonedas:	Con el crecimiento de las criptomonedas en México, la tecnología blockchain será clave para garantizar la transparencia en este sector.
Innovación en Fintechs:	México, como uno de los líderes en fintech en América Latina, tiene un gran potencial para implementar soluciones blockchain en áreas como pagos, préstamos, y seguros.

Marco Conceptual

Conceptos Clave

Plataformas Recomendadas Blockchain

Blockchain: Es una plataforma de registro distribuido (DLT, por sus siglas en inglés) que permite la creación de un libro mayor inmutable y transparente de transacciones. Cada bloque contiene un conjunto de transacciones que, una vez validadas, se enlazan criptográficamente al bloque anterior, formando una cadena.

Hyperledger Fabric: Una plataforma de blockchain empresarial desarrollada por la Linux Foundation. Es altamente modular y permite la creación de redes privadas y permisadas, lo que la hace ideal para aplicaciones financieras donde la privacidad y el control son críticos.

Ethereum: Una plataforma de blockchain pública que soporta contratos inteligentes (smart contracts) y aplicaciones descentralizadas (dApps). Es más adecuada para casos donde se requiere una mayor transparencia y participación abierta.

Lavado de Dinero (AML - Anti-Money Laundering)

Lavado de Dinero: Es el proceso de ocultar el origen ilícito de fondos obtenidos a través de actividades criminales, haciéndolos aparecer como legítimos. El objetivo es integrar estos fondos en el sistema financiero sin ser detectados.

AML (Anti-Money Laundering): Se refiere a las políticas, leyes y regulaciones diseñadas para prevenir el lavado de dinero. Incluye la identificación de clientes (KYC), monitoreo de transacciones y reporte de actividades sospechosas.

Prevención de Lavado de Dinero en México

De acuerdo con estimaciones del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI):

Promedio anual del lavado
de dinero
145 mil millones de pesos

Porcentaje del PIB
1.63%

Ranking Global de proveedores
de capitales ilícitos
México 3er lugar

Cumplimiento Regulatorio (Compliance)

Cumplimiento Regulatorio: Es el proceso mediante el cual las instituciones financieras aseguran que sus operaciones y transacciones cumplen con las leyes y regulaciones aplicables. Esto incluye la implementación de controles internos, auditorías y reportes a las autoridades.

Teorías Relacionadas:

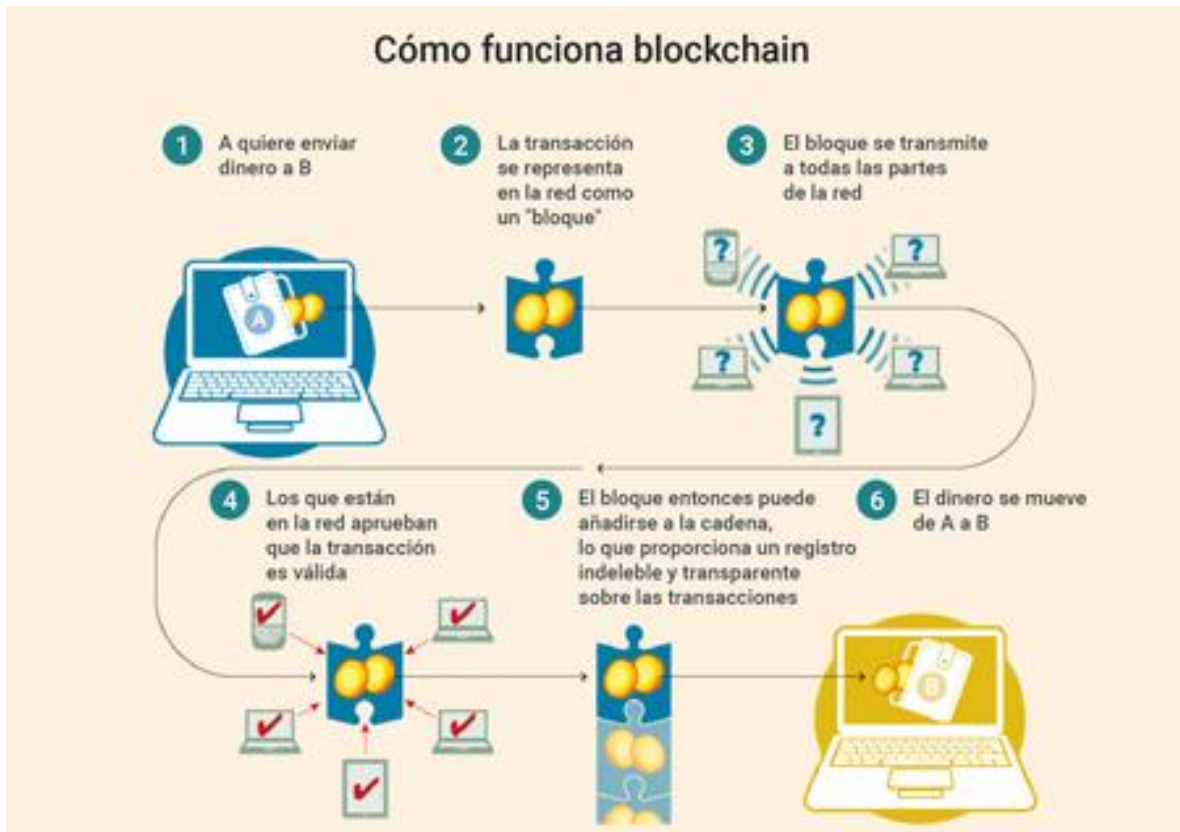
Teoría de la Transparencia y Seguridad Financiera: Esta teoría sostiene que la transparencia en las transacciones financieras reduce el riesgo de actividades ilícitas, como el lavado de dinero. Blockchain, al proporcionar un registro inmutable y transparente, puede aumentar la confianza y la seguridad en el sistema financiero.

Teoría de la Innovación Disruptiva: Propuesta por Clayton Christensen (Profesor de la Escuela de Negocios de Harvard y uno de los principales teóricos de la transformación en los negocios), esta teoría sugiere que las tecnologías disruptivas pueden transformar industrias existentes al ofrecer soluciones más eficientes y accesibles. Blockchain tiene el potencial de ser una plataforma disruptiva en el sector financiero, especialmente en áreas como la prevención del lavado de dinero.

Plataformas Blockchain

Las plataformas de blockchain utilizadas para la prevención del lavado de dinero (PLD) varían según las necesidades y objetivos de las instituciones que las implementan.

Figura 5: Descripción de cómo funciona blockchain⁷



Detalle de los principales tipos de plataformas tecnologías y cómo se aplican en este contexto:

1. Blockchains Públicas:

Bitcoin: es una de las primeras implementaciones de un concepto denominado criptodivisa o criptomoneda, que consiste en una moneda virtual generada de forma descentralizada, por un único organismo, sin control de parte de algún gobierno y de un carácter anónimo. Esta moneda permite efectuar transacciones de forma segura y sin la necesidad de un intermediario financiero ni de pago de comisiones. Al contrario de las monedas convencionales convertibles, el Bitcoin no está respaldado ni regulado por ningún ente emisor, como por ejemplo un gobierno o un banco central. Por esta razón, se define como una moneda críptica, cifrada y anónima.¹⁵

Figura 6: Cómo funciona el sistema de Blockchain en una transacción de Bitcoin



¹⁵ ESE Universidad de los Andes CEF – Centro de Estudios Financieros Agosto 2017

Ethereum: Se lanzó al mercado en 2015 con su criptomoneda, Ether, como un sistema descentralizado de código abierto basado en software gratuito. Los contratos inteligentes están habilitados y las aplicaciones distribuidas (dApps) se crean sin tiempo de inactividad ni molestias de terceros. También ayuda a los desarrolladores a crear y publicar aplicaciones, ya que también es un lenguaje de programación que se ejecuta en una cadena de bloques.¹⁶

Es una de las tecnologías más influyentes del ecosistema blockchain. Se trata de una plataforma descentralizada, de código abierto y programable que permite desarrollar tanto contratos inteligentes como aplicaciones descentralizadas (DApps). Fue propuesta por Vitalik Buterin (programador y escritor ruso, conocido principalmente por ser el cofundador de Ethereum y el cofundador de Bitcoin Magazine) en 2013 y lanzada en julio de 2015. Tiene un enfoque en la confianza y la transparencia sin necesidad de intermediarios. Su criptomoneda nativa, Ether (ETH), juega un papel clave en todo su ecosistema. El estudio y análisis de Ethereum, permite comprender cómo ha sido la base para la evolución de múltiples innovaciones tecnológicas.

Aspecto	Explicación
Conceptos clave	<p>Contratos inteligentes: Uno de los aportes más relevantes de Ethereum, son contratos autoejecutables con reglas predefinidas que se activan automáticamente, lo que abre oportunidades para automatizar procesos legales, financieros, entre otros. Este concepto redefine la confianza en los acuerdos digitales.</p> <p>Aplicaciones descentralizadas (DApps): Gracias a Ethereum, los desarrolladores pueden crear aplicaciones que funcionan de forma autónoma en su red. Esto es especialmente relevante por su aplicabilidad en áreas como las finanzas, los juegos y la gestión de datos.</p> <p>Ether (ETH): No es solo una criptomoneda. Es el combustible que mueve toda la red, siendo esencial para las transacciones y la ejecución de contratos inteligentes.</p>

¹⁶ Fuente: Four Week MBA [Ethereum](#)

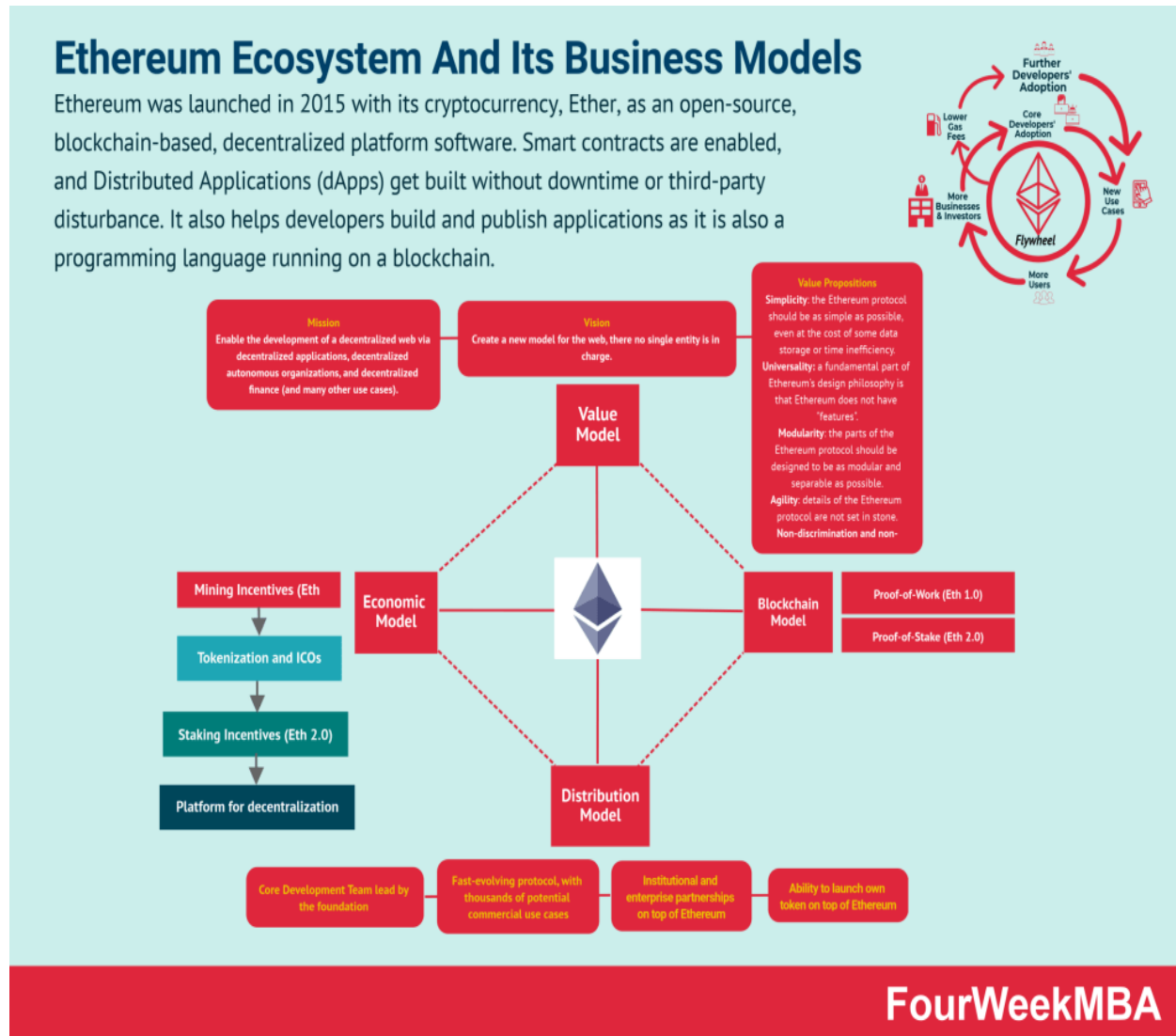
Aspecto	Explicación
	<p>Parrilla de gas (Gas): Este concepto me ayudó a entender los costos asociados a las operaciones en Ethereum. El gas mide el esfuerzo computacional requerido y se paga en ETH para incentivar a quienes procesan las transacciones.</p> <p>Máquina Virtual de Ethereum (EVM): Permite ejecutar contratos inteligentes de manera descentralizada, garantizando la compatibilidad entre aplicaciones.</p> <p>Tokens ERC-20: Este estándar permite la creación de tokens fungibles. Esto ha impulsado la aparición de miles de proyectos con sus propios tokens.</p> <p>Proof of Stake (PoS): Ethereum está migrando de Proof of Work (PoW) a PoS con Ethereum 2.0. Esta transición busca resolver problemas de escalabilidad y consumo energético, aunque implica ciertos desafíos técnicos y económicos que son importantes considerar en el análisis.</p>
Características	<p>Descentralización: Ethereum no depende de una sola entidad. Su red está sostenida por nodos distribuidos en todo el mundo, lo que garantiza mayor seguridad y resistencia a la censura.</p> <p>Contratos inteligentes: Es, sin duda, su característica más disruptiva. Automatizar acuerdos sin intermediarios transforma la forma en que concebimos los contratos.</p> <p>Interoperabilidad: Ethereum se ha convertido en un centro de integración para otros proyectos, facilitando conexiones entre diferentes blockchains y protocolos.</p> <p>Programabilidad: Su capacidad para permitir la creación de DApps en distintos sectores muestra su flexibilidad y potencial de impacto social y económico.</p>

Aspecto	Explicación
	<p>Comunidad y ecosistema: Una de sus principales fortalezas es la comunidad de desarrolladores y usuarios, muy activa y comprometida con la mejora continua del ecosistema.</p>
Implicaciones	<p>DApps: Ethereum permite el desarrollo de aplicaciones que pueden transformar industrias al eliminar intermediarios y mejorar la transparencia. Es indispensable analizar su impacto en sectores como las finanzas y la gobernanza.</p> <p>Tokenización: Gracias al estándar ERC-20, ha sido posible representar activos reales o digitales como tokens, abriendo nuevas posibilidades de negocio.</p> <p>Contratos inteligentes: Son una herramienta poderosa para automatizar procesos en distintos sectores. En este caso de estudio, se analizó su aplicación en entornos legales y financieros con resultados muy prometedores.</p> <p>Innovación blockchain: Ethereum ha sido el punto de partida para una gran cantidad de proyectos e ideas nuevas, lo cual reafirma su rol como catalizador de innovación.</p>
Ventajas	<p>Descentralización: Esta cualidad fortalece la seguridad de la red y dificulta la censura. Esta característica ha sido clave en el éxito de proyectos construidos sobre Ethereum.</p> <p>Contratos inteligentes: Reducen errores humanos y disputas, aportando eficiencia en muchos procesos.</p> <p>Interoperabilidad: La compatibilidad de Ethereum con otros proyectos amplía sus usos y fortalece su posición en el ecosistema.</p>

Aspecto	Explicación
	<p>Innovación: Es una plataforma en constante evolución, que permite explorar soluciones creativas a problemas tradicionales.</p> <p>Comunidad: Sin una comunidad activa, muchas plataformas se estancan. Ethereum, en cambio, se mantiene vivo gracias a su red de colaboradores.</p>
Inconvenientes	<p>Escalabilidad: Uno de los desafíos más grandes de Ethereum es su capacidad para procesar muchas transacciones al mismo tiempo. Esto ha llevado a tarifas de gas elevadas y cuellos de botella que pude observar en ciertos momentos clave de su historia.</p> <p>Transición a PoS: Aunque promete mejoras, esta transición es compleja y conlleva incertidumbre, tanto técnica como económica.</p> <p>Competencia: Ethereum no es la única opción. Existen plataformas como Solana o Polkadot que buscan superar sus limitaciones, lo cual plantea una presión constante.</p> <p>Seguridad: Las vulnerabilidades en contratos mal escritos o mal auditados han resultado en pérdidas millonarias. Este riesgo destaca la importancia de una auditoría cuidadosa.</p>
Aplicaciones	<p>Ethereum se utiliza en múltiples sectores, desde las finanzas descentralizadas (DeFi) hasta los NFT, la gestión de la cadena de suministro, votación electrónica, y verificación de identidad. Cuenta con una gran diversidad de aplicaciones reales que ya están en funcionamiento, no como ideas futuras, sino como soluciones activas.</p>

Aspecto	Explicación
Casos de uso	<p>DeFi: Ethereum alberga plataformas de préstamos, intercambios descentralizados y monedas estables que están revolucionando el sistema financiero tradicional.</p> <p>NFT: Es la principal plataforma para crear y comercializar NFTs, que representan propiedad digital de activos únicos. Son usados en el arte digital y la música.</p> <p>Cadena de suministro: Ethereum puede garantizar trazabilidad, lo que aporta transparencia a todo el proceso productivo.</p> <p>Sistemas de votación: Se analizaron ejemplos en los que Ethereum ha sido utilizado para votaciones seguras, algo especialmente relevante para contextos de baja confianza institucional.</p> <p>Verificación de identidad: Las soluciones basadas en Ethereum facilitan la verificación de identidad sin depender de autoridades centrales.</p>

Figura 7: Arquitectura Ethereum y su ecosistema y Modelo de Negocio¹⁷



2. Blockchains Permissionadas (Privadas o Híbrid):

Hyperledger Fabric: Durante el proceso de investigación, se identificó la evolución y propósito del proyecto Hyperledger, el cual fue impulsado por la Fundación Linux en 2015. Este surgimiento marcó un momento clave en el desarrollo del ecosistema blockchain, ya que no sólo pretendía fomentar la adopción de esta tecnología, sino también crear una comunidad colaborativa con un enfoque empresarial claro.

A diferencia de otras iniciativas centradas en un único estándar, se analizó que **Hyperledger** tiene un enfoque más amplio y abierto: **funciona como un paraguas que agrupa múltiples**

¹⁷ Fuente: Four Week MBA [Ethereum](#)

proyectos, todos orientados a resolver desafíos específicos en contextos corporativos. Dentro de este ecosistema, **Hyperledger Fabric** destacó por su potencial de aplicación en instituciones financieras que necesitan gestionar transacciones de forma segura y eficiente.

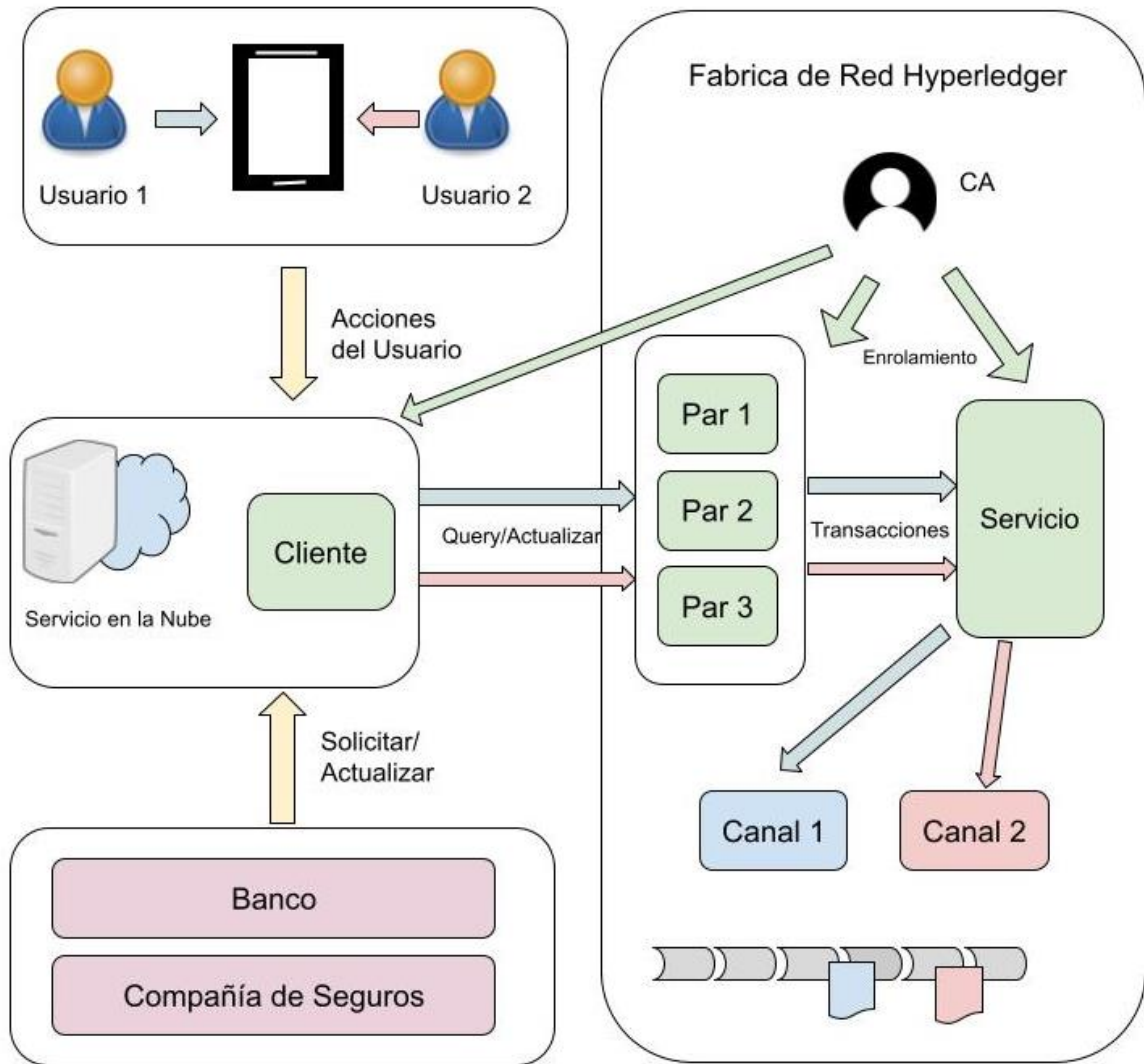
Uno de los elementos que distinguen a **Hyperledger Fabric**, es su **naturaleza autorizada**. En lugar de ser una red pública donde cualquiera puede participar, esta plataforma implementa un modelo de membresía, permitiendo únicamente el acceso a usuarios previamente validados. Esto es fundamental para entornos empresariales, donde la privacidad, la protección de los datos y la integridad del sistema son prioritarios. Es lógico que las empresas no quieran compartir información sensible con actores desconocidos o potencialmente malintencionados.

La **flexibilidad de Hyperledger Fabric** es otra de sus grandes fortalezas, permite configurar distintos mecanismos de consenso, adaptar los formatos de registro, y utilizar servicios personalizados de gestión de identidades a través de los **MSP (Membership Service Providers)**. Esta adaptabilidad facilita que cada empresa pueda diseñar su red blockchain de acuerdo con sus necesidades operativas y de seguridad.

Otro aspecto crucial es la funcionalidad de los canales privados. En muchos escenarios empresariales, los participantes en una red no confían completamente entre sí, por lo que la posibilidad de realizar transacciones privadas dentro de la misma red blockchain es un gran avance. Esto garantiza un nivel adicional de **confidencialidad y control sobre la información compartida**, lo cual resulta indispensable, por ejemplo, en sectores como el financiero, donde la protección de los datos es una exigencia regulatoria.

El presente caso de estudio permite confirmar que **Hyperledger Fabric no es solo una solución técnica robusta**, sino una herramienta diseñada para atender las necesidades reales de las organizaciones modernas, combinando seguridad, eficiencia y control de manera efectiva.

Figura 8: Hyperledger Fabric Network¹⁸



Características relevantes para PLD:

- Solo usuarios autorizados pueden acceder y participar en la red.
- Permiten configurar permisos estrictos para garantizar que los datos sean accesibles sólo para entidades regulatorias y financieras relevantes.
- Ofrecen flexibilidad para integrar sistemas existentes de cumplimiento normativo.

¹⁸ Fuente: 101Blockchain.com

Ventajas:

- Mayor privacidad que las blockchains públicas, lo que es crucial para instituciones financieras que manejan datos sensibles.
- Facilitan cumplir con regulaciones locales e internacionales gracias a su capacidad de registrar cada paso del proceso transaccional.

Ejemplo de uso:

- HSBC utiliza una blockchain permitida para registrar transacciones internacionales y monitorear su cumplimiento normativo.

3. Tecnologías de Análisis de Blockchain

Plataformas de análisis: Herramientas como TRM Labs y CipherTrace utilizan tecnología de análisis avanzada para monitorear transacciones en blockchains públicas y privadas.

Análisis On-Chain vs. Off-Chain

- Las tecnologías de análisis de blockchain se dividen principalmente en:
 - On-chain: Analizan datos directamente en la cadena de bloques, como transacciones, direcciones, saldos, contratos inteligentes, etc.
 - Off-chain: Cruzan datos externos (KYC, AML, listas negras) con transacciones on-chain para detectar patrones de riesgo.

Principales Funcionalidades

Funcionalidad	Descripción	Ejemplos de uso
Monitoreo de transacciones	Seguimiento de transacciones en tiempo real para detectar actividades sospechosas.	AML, detección de fraude, tracing de fondos.
Rastreo de fondos (Tracing)	Identificación del origen y destino de activos, rastreo a través de múltiples wallets.	Investigaciones forenses, cumplimiento regulatorio.

Análisis de patrones	Detección de comportamientos anómalos mediante machine learning (ML).	Identificación de estructuras de lavado de dinero.
Clasificación de entidades	Identificación y categorización automática de wallets (intercambios, DEX, mezcladores).	Etiquetado de actores legítimos o ilícitos.
Detección de mezcladores (Mixers)	Identificación de servicios que ofuscan el origen/destino de las transacciones.	Prevención de transacciones con origen ilícito.
Visualización gráfica	Mapas visuales de relaciones entre wallets y transacciones sospechosas.	Forensía digital, auditoría de fraude.
Riesgo de dirección (Scoring)	Asignación de un puntaje de riesgo a direcciones en función de su historial transaccional.	Detección de direcciones asociadas a crímenes cibernéticos.
Cumplimiento normativo (KYT)	Know-Your-Transaction (KYT) para verificar la legalidad de transacciones en tiempo real.	Cumplimiento AML en exchanges e instituciones financieras.
Identificación de contratos inteligentes	Análisis de contratos inteligentes para identificar código malicioso o vulnerabilidades.	Auditoría de DeFi, prevención de hacks.
Análisis DeFi (DEX, NFT)	Seguimiento de transacciones en exchanges descentralizados (DEX) y NFTs.	Detección de lavado en mercados P2P.

Principales Tecnologías y Plataformas de Análisis Blockchain

Plataforma/Tecnología	Funcionalidades Clave	Casos de uso	Cadena soportada
Chainalysis	Monitoreo AML, rastreo de fondos, scoring de direcciones	Cumplimiento AML, forensía digital	Bitcoin, Ethereum, altcoins
Elliptic	Análisis forense, monitoreo de riesgo, detección de mixers	Cumplimiento regulatorio, detección de fraude	Bitcoin, Ethereum, Bitcoin Cash, +100 criptos
TRM Labs	Detección de fraude, compliance AML, visualización gráfica	Análisis de transacciones sospechosas	Multicadena
Crystal Blockchain	Forensía digital, trazabilidad, scoring de wallets	Detección de transacciones ilícitas	Bitcoin, Ethereum, Bitcoin Cash, Litecoin, Tether
Scorechain	KYT, análisis de riesgo, compliance	Monitoreo de clientes y compliance AML	Bitcoin, Ethereum, Litecoin, Ethereum-20
Coinpath (Bitquery)	API para análisis de transacciones, detección de lavado	Detección de actividad fraudulenta	Multicadena
Blocktrace	Machine learning para detección de anomalías	Forensía, análisis de actividad criminal	Bitcoin, Ethereum, Bitcoin Cash

Alethio (ConsenSys)	Análisis de datos on-chain, visualización de redes	Auditorías DeFi, rastreo de transacciones	Ethereum
Nansen	Análisis DeFi, wallets etiquetadas	Trading, detección de patrones DeFi	Ethereum, Layer 2

Ventajas y Desventajas

Ventajas	Desventajas
<p>Trazabilidad completa: Registro inmutable de transacciones, facilitando la auditoría y rastreo.</p> <p>Detección rápida de fraude: Los algoritmos de machine learning detectan patrones irregulares en tiempo real.</p> <p>Cumplimiento AML: Mejora la capacidad de bancos e instituciones para cumplir con normativas regulatorias.</p> <p>Automatización de compliance: Automatiza la detección de transacciones sospechosas, reduciendo el trabajo manual.</p> <p>Integración con KYC/AML: Combinación de datos on-chain con off-chain mejora la detección de riesgos.</p>	<p>Limitaciones en blockchains privadas: Las herramientas públicas tienen dificultades para analizar blockchains privadas o consorcios (Hyperledger, Corda).</p> <p>Alto costo: Plataformas como Chainalysis o Elliptic requieren licencias costosas, limitando su uso a grandes instituciones.</p> <p>Falsos positivos: Algoritmos de scoring pueden marcar direcciones legítimas como sospechosas, afectando operaciones legales.</p> <p>Limitaciones de privacidad: El análisis puede revelar datos sensibles, generando riesgos de privacidad.</p> <p>Escalabilidad y velocidad: En blockchains congestionadas (como Ethereum), la consulta de transacciones puede ser lenta.</p> <p>Dependencia de datos off-chain: La precisión del análisis depende de la calidad de los datos off-chain (KYC).</p>

Casos de Uso en la Industria Financiera

Caso	Descripción
Cumplimiento AML:	Los bancos utilizan TRM Labs y Chainalysis para identificar transacciones sospechosas y detectar fraudes.
Investigación forense:	Agencias gubernamentales (FBI, Europol) utilizan Elliptic para rastrear fondos robados.
Prevención de financiamiento terrorista:	Crystal Blockchain es utilizada para detectar flujos ilícitos hacia grupos sancionados.
Auditoría DeFi:	Nansen y Alethio auditan contratos inteligentes en DeFi para prevenir hacks y exploits.
Monitoreo en tiempo real:	Exchanges implementan KYT (Know Your Transaction) para monitorear grandes transferencias.

Tendencias Futuras

Tendencia	Descripción
IA + Blockchain:	Mejora en la detección de patrones complejos mediante inteligencia artificial.
Automatización AML:	Algoritmos de machine learning que aprenden de patrones históricos para reducir falsos positivos.

Análisis DeFi/NFT:	Plataformas especializadas en rastrear el lavado de dinero en plataformas DeFi y NFTs.
Interoperabilidad multi-cadena:	Capacidad de analizar transacciones en múltiples blockchains simultáneamente.

Comparación entre las tres herramientas:

Característica	Chainalysis	Elliptic	Cipher Trace
Cobertura de blockchains	Amplia (Bitcoin, Ethereum, altcoins)	Amplia, con análisis profundo	Amplia, centrada en seguridad
Foco principal	Forense e investigaciones	Gestión de riesgos	Seguridad y cumplimiento AML
Clientes principales	Gobiernos y empresas financieras	Bancos, exchanges, reguladores	Instituciones financieras

Estas herramientas son fundamentales en el panorama actual de las criptomonedas, dado el crecimiento de la regulación y la necesidad de mitigar riesgos relacionados con el uso ilícito de blockchain.

4. Soluciones de Identidad Digital Basadas en Blockchain

- Ejemplo: Sovrin, uPort.
- Características relevantes para PLD:
 - Integran estándares de KYC y AML en una red blockchain que permite validar identidades de forma segura y descentralizada.
 - Ayudan a las instituciones financieras a verificar la identidad de clientes sin depender de intermediarios.
- Ventajas:
 - Reduce costos en procesos de KYC.
 - Mejora la experiencia del cliente al agilizar procesos de verificación.

Comparación de Sovrin y uPort

Característica	Sovrin	uPort
Blockchain utilizada	Red Sovrin (basada en Hyperledger Indy)	Ethereum
Modelo de identidad	Identidad auto-soberana (SSI)	Identidad descentralizada
Privacidad	Alta, con enfoque en credenciales verificables y pruebas de conocimiento cero	Alta, control de permisos de usuario
Costo	Gratuito para usuarios, tarifas mínimas para verificaciones	Costos variables por transacción en Ethereum
Facilidad de uso	Intuitivo con aplicaciones específicas	Puede requerir conocimiento técnico sobre Ethereum
Casos de uso destacados	Identidad educativa, servicios financieros	dApps, sistemas de gobernanza descentralizada

Ambas soluciones son pioneras en la transformación de la identidad digital utilizando blockchain, y su éxito depende de la adopción por parte de usuarios y organizaciones.

5. Contratos Inteligentes

- Cómo funcionan:
 - Permiten programar reglas automáticas en las transacciones financieras, asegurando que las transferencias cumplan con los requisitos de cumplimiento antes de ejecutarse.
- Ejemplo:
 - Una institución financiera puede usar un contrato inteligente para detener automáticamente una transacción si se detecta una actividad sospechosa o un incumplimiento normativo.
- Ventajas:
 - Automatización del cumplimiento normativo.
 - Reducción de errores humanos.

6. Protocolos de Interoperabilidad Blockchain

- Ejemplo: Polkadot, Cosmos.
 - Características relevantes para PLD:
 - Permiten el intercambio seguro de datos entre diferentes blockchains.
 - Utilizados para rastrear fondos que se mueven entre redes públicas y privadas, mejorando la supervisión y la colaboración entre entidades.
- Ventajas:
 - Ayudan a las instituciones y reguladores a rastrear fondos sin importar en qué blockchain se encuentren.

7. Criptografía Avanzada en Blockchain

- ZKP (Zero-Knowledge Proofs):
 - Permiten verificar información (como identidad o transacciones válidas) sin revelar detalles sensibles.
 - Usado en redes como Zcash y soluciones empresariales para mejorar la privacidad sin comprometer la transparencia para los reguladores.
- Firma digital y hash criptográfico:
 - Garantizan la autenticidad e inmutabilidad de los registros transaccionales.

Resumen de uso por sector:

- Bancos y fintechs: Prefieren blockchains permissionadas o híbridas como Hyperledger debido a la necesidad de confidencialidad.
- Gobiernos y reguladores: Combinan blockchains públicas con herramientas de análisis para rastrear el crimen financiero.
- Exchanges de criptomonedas: Se enfocan en blockchains públicas junto con análisis avanzado y contratos inteligentes para rastrear y bloquear actividades ilícitas.

Procedimiento Metodológico

Metodologías

Análisis Comparativo

Para entender con mayor claridad cuál plataforma blockchain podría ajustarse mejor a las necesidades del sistema financiero mexicano en materia de prevención del lavado de dinero (PLD), optamos por realizar un análisis comparativo entre Hyperledger Fabric y Ethereum. Este proceso nos permitió evaluar aspectos fundamentales como la escalabilidad, la privacidad, los costos asociados y la facilidad de implementación. Al comparar ambas tecnologías, buscamos identificar no solo cuál es más robusta en términos técnicos, sino también cuál ofrece un mejor alineamiento con las condiciones regulatorias y operativas en México.

Revisión de Literatura

Una de las primeras fases de esta investigación consistió en una revisión exhaustiva de literatura académica y técnica. A lo largo del estudio, se consultaron artículos científicos, informes institucionales, estudios de caso y documentos regulatorios tanto de origen nacional como internacional. Esta etapa fue clave para sentar las bases teóricas y prácticas del caso, y para entender cómo se ha utilizado blockchain en otros países para combatir delitos financieros similares.

Estudio de Viabilidad

Nos propusimos también analizar la viabilidad real de implementar blockchain en el sistema financiero mexicano, tomando en cuenta tres dimensiones clave: técnica, financiera y regulatoria. Esta evaluación fue particularmente importante para no limitar el análisis al plano conceptual, sino proyectarlo hacia escenarios prácticos que puedan ser útiles para tomadores de decisiones y organismos reguladores.

Procedimientos

Recolección y Análisis de Datos

En esta etapa se utilizaron fuentes de datos diversas y confiables, como reportes de organismos reguladores, experiencias compartidas por instituciones financieras, y datos obtenidos de entrevistas con expertos en blockchain y en prevención de lavado de dinero. Estos insumos se analizaron utilizando herramientas cualitativas y cuantitativas, permitiendo identificar patrones, evaluar costos potenciales y estimar los beneficios que una solución basada en blockchain podría generar.

Análisis de Costo-Beneficio

Nos centramos en identificar con claridad cuáles serían los costos reales de una implementación blockchain, incluyendo los rubros de desarrollo, infraestructura, capacitación de personal y mantenimiento. A la par, analizamos los beneficios tangibles (como la reducción del fraude y la mejora en la eficiencia operativa) y los intangibles (como el incremento en la confianza pública y el prestigio institucional).

Desarrollo del Caso de Estudio

Contexto del Sistema Financiero Mexicano

Regulaciones Vigentes

En el contexto nacional, la Unidad de Inteligencia Financiera (UIF) es la principal autoridad encargada de supervisar y combatir operaciones con recursos de procedencia ilícita. Actualmente, las instituciones deben cumplir con lo establecido en la Ley Federal para la Prevención e Identificación de Operaciones con Recursos de Procedencia Ilícita (LFPIORPI), lo que marca un marco normativo claro aunque todavía con vacíos en lo relacionado a tecnologías emergentes como blockchain.

Desafíos Actuales

A pesar del marco regulatorio existente, uno de los hallazgos más claros de este estudio fue que el lavado de dinero sigue siendo un problema persistente en México. Su complejidad, alimentada por transacciones transnacionales y mecanismos de ocultamiento cada vez más sofisticados, exige soluciones tecnológicas innovadoras y flexibles que puedan integrarse al sistema actual sin comprometer su integridad.

Implementación de Blockchain

Selección de Tecnología

A partir del análisis comparativo, Hyperledger Fabric surgió como la opción más viable para este contexto. Su enfoque en la privacidad, el control de acceso y la posibilidad de mantener una red autorizada resultaron particularmente atractivos para aplicaciones financieras.

Diseño de la Red

La propuesta se basa en el diseño de una red blockchain privada y permisada, en la cual participen exclusivamente instituciones financieras y entidades regulatorias. Cada participante actuará como nodo, validando y registrando transacciones dentro del sistema.

Integración con Sistemas Existentes

Para evitar la necesidad de rediseñar los sistemas actuales desde cero, se propone desarrollar APIs que permitan integrar la red blockchain con las plataformas existentes en bancos y otras instituciones. Esto facilita un monitoreo en tiempo real, conservando la compatibilidad y continuidad operativa.

(Etapas Futuras Referenciales: No Cubiertas en Este Caso de Estudio)

Pruebas y Evaluación

Aunque no se realizará en esta fase del estudio, se contempla una futura prueba piloto con un número limitado de instituciones. Esta etapa permitiría evaluar la capacidad de la red para detectar operaciones sospechosas y medir la experiencia de los usuarios.

Escalabilidad y Adopción

Una vez validados los resultados de la prueba piloto, se propone diseñar un plan de escalabilidad para extender gradualmente la adopción de la tecnología en todo el sistema financiero. Esta fase incluiría un programa de capacitación especializado y la creación de un equipo técnico de soporte.

Recomendaciones

- **Desarrollo de un Marco Regulatorio:** Se recomienda que las autoridades mexicanas trabajen en la creación de normativas específicas para el uso de blockchain en la lucha

contra el lavado de dinero, con énfasis en la privacidad y la interoperabilidad.

- **Colaboración Internacional:** México debería buscar alianzas con organismos y países que ya han avanzado en la regulación del uso de blockchain, para crear estándares comunes y mejorar la cooperación internacional.
- **Inversión en Capacitación:** Para asegurar una adopción exitosa, se recomienda a las instituciones financieras invertir en formación continua, tanto técnica como normativa, enfocada en los nuevos modelos operativos basados en blockchain.

Encuesta a Expertos en PLD sobre la Viabilidad del Uso de Blockchain para la Prevención del Lavado de Dinero en el Sistema Financiero Mexicano

Evaluación del Monitoreo en PLD y Conocimiento sobre Blockchain

Instrucciones: Responda las siguientes preguntas con base en su experiencia en el área de PLD.

1. Objetivo de la Encuesta

El objetivo principal de esta encuesta fue:

1. Evaluar la percepción y experiencia de expertos en PLD respecto a la eficacia de los sistemas actuales de monitoreo.
2. Determinar el nivel de conocimiento y viabilidad percibida sobre la adopción de plataformas Blockchain en la prevención del lavado de dinero (PLD) en México.
3. Identificar los desafíos clave para la implementación de Blockchain en los procesos de monitoreo de PLD en los principales bancos del país.

2. Perfil de los Participantes

- La encuesta fue dirigida a 25 expertos en PLD de las tres instituciones bancarias más grandes de México:
 - BBVA México
 - Banorte
 - Citibanamex

- Criterios de selección:

Experiencia profesional: Todos los participantes contaban con más de 5 años de experiencia en áreas de PLD, monitoreo o cumplimiento normativo.

Cargos: La muestra incluyó especialistas, gerentes y directores de PLD, así como expertos en cumplimiento y riesgos financieros.

Sector: Se eligieron estos bancos debido a su participación significativa en el sistema financiero mexicano y su volumen de transacciones, lo que los hace altamente representativos para el análisis de monitoreo PLD.

- Distribución de la muestra:
 - BBVA México: 10 expertos.
 - Banorte: 8 expertos.
 - Citibanamex: 7 expertos.

3. Diseño de la Encuesta

La encuesta constó de dos secciones con un total de 10 preguntas, combinando:

1. Preguntas cerradas: Múltiple opción (con opción de seleccionar más de una respuesta en algunos casos).
2. Escalas de frecuencia o efectividad: Para evaluar la percepción sobre la eficacia de los sistemas de monitoreo.
3. Pregunta abierta final: Para obtener sugerencias cualitativas sobre mejoras en los procesos PLD.

4. Procedimiento de Aplicación

- Modalidad: La encuesta fue aplicada de forma digital a través de la plataforma Google Forms, lo que facilitó la recolección de datos y la visualización automática de los resultados.
- Tiempo de respuesta: El tiempo estimado para completar la encuesta fue de 8 a 12 minutos.
- Periodo de recolección: La encuesta se llevó a cabo durante un periodo de 10 días (del 10 al 20 de marzo de 2025).
- Tasa de respuesta: Se obtuvo un 100% de participación de los expertos seleccionados (25 respuestas completas).

5. Categorías y Variables Analizadas

La encuesta evaluó dos categorías principales:

- Sección 1: Evaluación del Monitoreo en PLD
 - Eficiencia del sistema actual:
 - Variables: eficacia, actualización de modelos, falsos positivos.
 - Principales debilidades:
 - Variables: falta de automatización, baja capacidad para detectar criptomonedas, procesos manuales.

Capacidad de adaptación:

Variables: agilidad del sistema para incorporar nuevas tipologías de lavado de dinero.

- Sección 2: Conocimiento y Percepción sobre Blockchain en PLD

Nivel de conocimiento sobre Blockchain:

Variables: grado de familiaridad (avanzado, intermedio, básico o nulo).

Conocimiento sobre implementaciones globales:

Variables: casos internacionales conocidos o falta de referencia.

Percepción sobre la viabilidad de Blockchain para PLD:

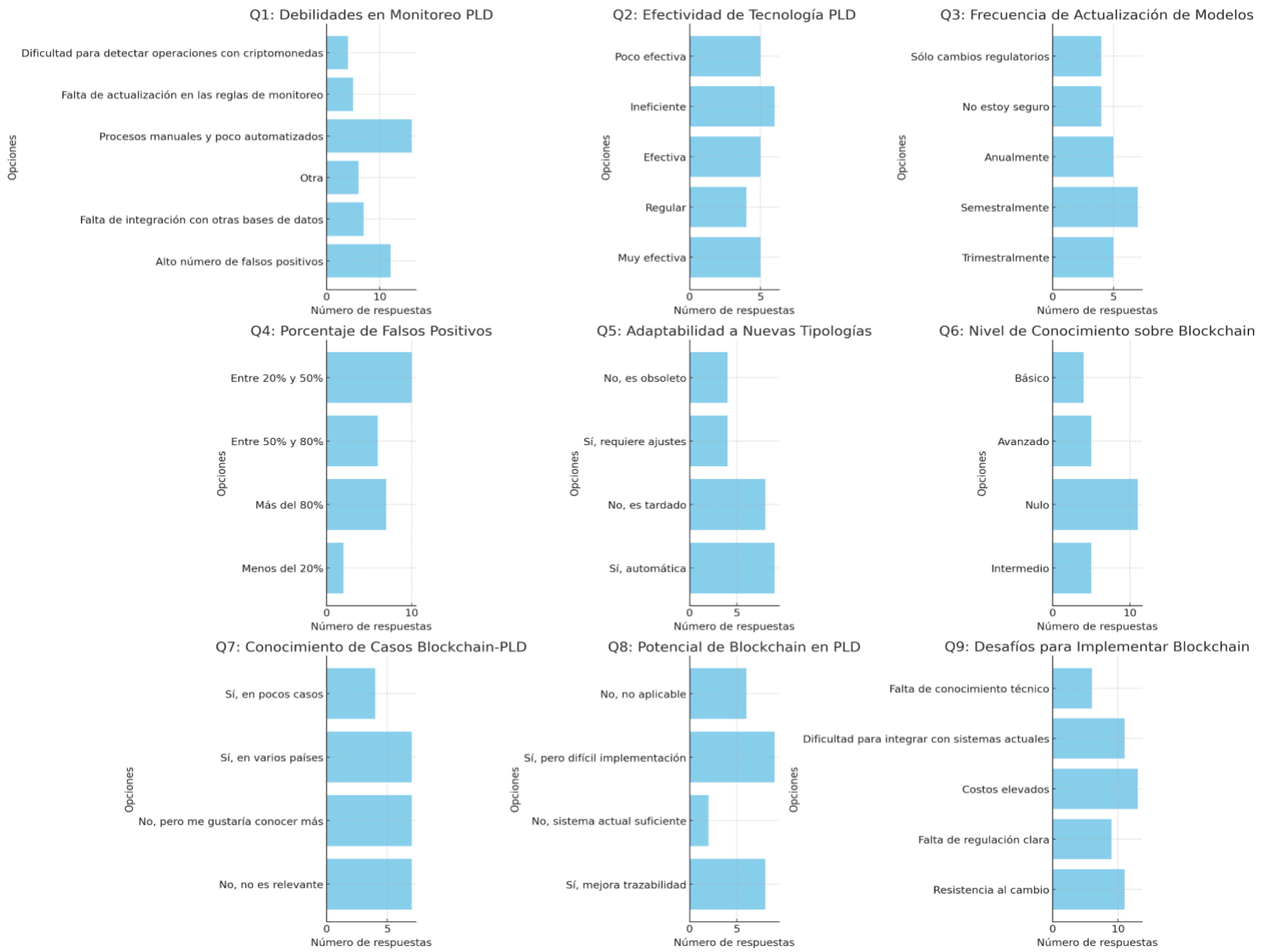
Variables: potencial para mejorar la trazabilidad y transparencia.

Principales desafíos para implementar Blockchain en PLD:

Variables: costos, regulación, falta de talento, resistencia organizacional.

6. Resultados:

Resultados de la Encuesta AML y Blockchain



Descripción de las Gráficas:

Q1: Principales debilidades en el monitoreo PLD:

- Mayor frecuencia: "Alto número de falsos positivos" y "Falta de integración con otras bases de datos".

Q2: Efectividad de la tecnología actual:

- La mayoría la considera "Efectiva" o "Regular", con pocos calificándola como "Muy efectiva".

Q3: Frecuencia de actualización de modelos:

- Predomina la actualización "Semestral" o "Anual", con pocas instituciones actualizando trimestralmente.

Q4: Porcentaje de falsos positivos:

- La mayoría de las instituciones tienen entre un 20% y 50% de falsos positivos.

Q5: Capacidad de adaptación a nuevas tipologías:

- La mayoría indica que el sistema requiere ajustes manuales, reflejando procesos parcialmente automatizados.

Q6: Nivel de conocimiento sobre Blockchain:

- Predomina un conocimiento "Intermedio" o "Básico" en los expertos.

Q7: Conocimiento sobre casos reales de Blockchain para PLD:

- Muchos expertos conocen casos limitados o expresan interés por conocer más.

Q8: Potencial de Blockchain para mejorar PLD:

- La mayoría considera que mejoraría la trazabilidad y transparencia, aunque algunos creen que la implementación sería difícil.

Q9: Principales desafíos para implementar Blockchain:

- Los mayores obstáculos percibidos son la falta de regulación clara y los altos costos de implementación.

Q10: En su opinión, ¿qué mejoras podrían implementarse en los sistemas de monitoreo de PLD en México para hacerlos más efectivos? (Pregunta abierta)

- Las respuestas fueron muy amplias y variadas para mostrar en una gráfica por esto se excluye la pregunta.

Hallazgos de la Encuesta:

Blockchain como Elemento Clave para Mejorar la Prevención del Lavado de Dinero (PLD) en México

1. Los sistemas actuales de monitoreo PLD presentan debilidades estructurales

De acuerdo con los expertos encuestados, los sistemas actuales para la prevención del lavado de dinero en los principales bancos mexicanos enfrentan importantes limitaciones.

- **Principales problemas identificados:**

Alto número de falsos positivos: Una de las debilidades más mencionadas es la gran cantidad de alertas generadas por los sistemas de monitoreo que resultan ser falsos positivos. Esto significa que los bancos están invirtiendo muchos recursos en revisar transacciones que no representan un riesgo real, lo que reduce la eficiencia operativa.

Falta de integración con otras bases de datos: Muchos expertos señalaron que los sistemas actuales no están bien conectados con otras bases internas o externas. Esto limita la capacidad de detección, ya que no cruzan información relevante (como listas negras internacionales o bases de datos de riesgos).

Procesos manuales poco automatizados: Otro desafío es la dependencia de procesos manuales, lo que ralentiza la detección y aumenta la probabilidad de errores humanos.

- **Hallazgos clave:**

La encuesta evidencia que los sistemas actuales carecen de automatización, integración y precisión, lo que reduce su efectividad. Aquí es donde Blockchain podría marcar una gran diferencia, ya que permitiría un registro inmutable, accesible y automatizado de las transacciones, facilitando la integración de datos y reduciendo los falsos positivos.

2. La efectividad de los sistemas actuales es percibida como regular

Al preguntar sobre la efectividad de las tecnologías actuales de monitoreo, la mayoría de los expertos las calificaron como "efectivas" o "regulares", pero muy pocos las consideraron "muy efectivas".

- **Lo que esto indica:**

Los sistemas actuales cumplen con las normativas básicas, pero no son lo suficientemente precisos ni proactivos para detectar nuevas tipologías de lavado de dinero.

Esta percepción de efectividad "regular" sugiere que hay un margen significativo para la mejora, especialmente en la precisión y automatización del monitoreo.

- **Hallazgos clave:**

La plataforma Blockchain tiene el potencial de aumentar la efectividad del monitoreo, ya que permitiría una trazabilidad completa de las transacciones en tiempo real, facilitando la detección temprana de patrones irregulares.

3. Los modelos de monitoreo no se actualizan con suficiente frecuencia

La encuesta muestra que la mayoría de las instituciones actualizan sus modelos de forma semestral o anual, y algunas solo cuando hay cambios regulatorios.

- **¿Por qué esto es problemático?:**

En un entorno financiero dinámico, donde las tipologías de lavado de dinero evolucionan constantemente, actualizar modelos solo dos veces al año deja a las instituciones vulnerables ante nuevas técnicas criminales.

La baja frecuencia de actualización implica que las reglas de detección pueden volverse obsoletas rápidamente, disminuyendo la efectividad del monitoreo.

- **Hallazgos clave:**

La adopción de Blockchain podría automatizar la actualización de las reglas a partir de datos en tiempo real, permitiendo un monitoreo más dinámico y adaptable.

4. El problema de los falsos positivos sigue siendo crítico

Más del 60% de los expertos indicaron que sus sistemas generan entre un 20% y 50% de falsos positivos, y un grupo considerable reporta cifras aún mayores.

- **Por qué esto es relevante:**

Un porcentaje tan elevado de falsos positivos implica que una gran cantidad de recursos humanos se destina a revisar transacciones que no representan un riesgo real.

Esto no solo drena la eficiencia operativa, sino que también aumenta el riesgo de que las verdaderas operaciones sospechosas pasen desapercibidas.

- **Hallazgos clave:**

La implementación de Blockchain podría reducir significativamente los falsos positivos gracias a la automatización del cruce de datos y la validación descentralizada, que mejora la precisión del monitoreo.

5. Bajo nivel de conocimiento sobre Blockchain, pero alto interés

La mayoría de los expertos encuestados indicó que tiene un conocimiento intermedio o básico sobre Blockchain. Sin embargo, muchos mostraron curiosidad e interés por conocer más sobre su aplicación en la prevención de lavado de dinero.

- **Lo que esto revela:**

Aunque Blockchain no es aún ampliamente conocido en el sector bancario mexicano, el interés en la tecnología es creciente, lo que representa una oportunidad para capacitar al personal de cumplimiento.

Esto también sugiere que, aunque la adopción puede encontrar cierta resistencia inicial, existe apertura a explorar nuevas tecnologías si se perciben beneficios claros.

- **Hallazgos clave:**

El bajo nivel de conocimiento técnico podría ser un desafío inicial, pero la curiosidad e interés manifestados sugieren que una adecuada capacitación y casos de uso concretos podrían facilitar la adopción de Blockchain.

6. Poca familiaridad con implementaciones globales, pero gran interés

La mayoría de los expertos indicó que conocen pocos o ningún caso concreto de uso de Blockchain en PLD, pero manifestaron interés en aprender más.

- **Por qué esto es relevante:**

Esto refleja que la adopción de Blockchain aún es incipiente en el sector bancario mexicano, pero existe interés en explorar experiencias internacionales.

El desconocimiento sobre casos de éxito indica que difundir experiencias exitosas de otros países podría aumentar la confianza en esta tecnología.

- **Hallazgos clave:**

Incorporar ejemplos de casos reales internacionales de Blockchain para PLD en los programas de capacitación bancaria podría facilitar la adopción de esta tecnología en México.

7. Desafíos para la implementación de Blockchain

Cuando se consultó sobre los principales obstáculos para implementar Blockchain en el monitoreo de PLD, los expertos identificaron:

Falta de regulación clara: La incertidumbre regulatoria es vista como el desafío más significativo.

Altos costos de implementación: Aunque la tecnología promete beneficios a largo plazo, los costos iniciales son percibidos como una barrera importante.

Falta de conocimiento técnico: La escasez de talento especializado podría dificultar la adopción.

- **Hallazgos clave:**

Si bien los expertos identifican varios desafíos, la falta de regulación y los costos iniciales son las principales barreras percibidas. No obstante, el potencial a largo plazo justifica la inversión, especialmente si el marco normativo evoluciona para acompañar la adopción de Blockchain.

Desarrollo de la Metodología

Análisis Comparativo entre Hyperledger Fabric y Ethereum para la Prevención del Lavado de Dinero en el Contexto Mexicano

La prevención del lavado de dinero es una prioridad en el sistema financiero mexicano. La plataforma blockchain, con sus características de transparencia, inmutabilidad y trazabilidad, se presenta como una solución viable para fortalecer los mecanismos de detección y prevención de actividades ilícitas. Este análisis compara dos de las plataformas de blockchain más relevantes, **Hyperledger Fabric y Ethereum**, para determinar cuál es más adecuada en el contexto mexicano.

Criterios de Comparación

Para este análisis, se evaluarán las siguientes características clave de ambas plataformas:

1. **Privacidad y Control de Acceso**
2. **Escalabilidad**
3. **Cumplimiento Normativo**
4. **Costos de Implementación**
5. **Facilidad de Integración con Sistemas Existentes**
6. **Adopción y Soporte en el Sector Financiero**

Análisis Comparativo

Característica	Hyperledger Fabric	Ethereum
Privacidad y Control	- Redes privadas y permisadas. - Canales privados para transacciones confidenciales. - Ideal para instituciones financieras.	- Red pública (aunque existen versiones privadas como Ethereum Enterprise). - Menor privacidad por defecto.

Característica	Hyperledger Fabric	Ethereum
Escalabilidad	<ul style="list-style-type: none"> - Alto rendimiento en redes privadas. - Soporta miles de transacciones por segundo (TPS). 	<ul style="list-style-type: none"> - Limitaciones de escalabilidad en la red principal (15-45 TPS). - Soluciones como Layer 2 (Rollups) mejoran la escalabilidad.
Cumplimiento Normativo	<ul style="list-style-type: none"> - Diseñado para cumplir con regulaciones empresariales. - Facilita la auditoría y el monitoreo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Menor enfoque en cumplimiento normativo en su versión pública. - Requiere adaptaciones para cumplir con AML.
Costos de Implementación	<ul style="list-style-type: none"> - Costos iniciales altos por infraestructura y desarrollo. - Menores costos operativos en redes privadas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Costos variables por gas fees en la red pública. - Versiones privadas pueden ser costosas.
Integración con Sistemas	<ul style="list-style-type: none"> - APIs robustas para integración con sistemas legacy. - Compatible con estándares empresariales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Requiere mayor personalización para integración con sistemas financieros existentes.
Adopción y Soporte	<ul style="list-style-type: none"> - Ampliamente adoptado en el sector financiero y empresarial. - Soporte de la Linux Foundation. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor adopción en aplicaciones descentralizadas (dApps). - Comunidad activa pero menos enfocada en AML.

Aplicación en el Contexto Mexicano

Hyperledger Fabric:

- **Ventajas:**

- **Privacidad:** Adecuado para el manejo de datos sensibles en el sector financiero mexicano, donde la confidencialidad es crítica.
- **Cumplimiento Normativo:** Facilita el cumplimiento de la Ley Federal para la Prevención e Identificación de Operaciones con Recursos de Procedencia Ilícita (LFPIORPI).

- **Escalabilidad:** Capaz de manejar el volumen de transacciones del sistema financiero mexicano.
- **Desventajas:**
 - **Costos Iniciales:** Requiere una inversión significativa en infraestructura y capacitación.
 - **Complejidad:** Mayor curva de aprendizaje para su implementación y mantenimiento.

Ethereum:

- **Ventajas:**
 - **Transparencia:** Ideal para aplicaciones que requieren altos niveles de transparencia y auditoría pública.
 - **Innovación:** Amplia gama de herramientas y soluciones desarrolladas por la comunidad.
- **Desventajas:**
 - **Privacidad:** Menos adecuado para el manejo de datos confidenciales en el sector financiero.
 - **Cumplimiento Normativo:** Requiere adaptaciones para cumplir con las regulaciones mexicanas.
 - **Costos Operativos:** Los gas fees pueden ser un obstáculo para transacciones frecuentes.

Recomendación para el Contexto Mexicano

A lo largo del desarrollo de este estudio, y tras haber analizado distintas alternativas tecnológicas, se llegó a la conclusión de que **Hyperledger Fabric representa la opción más adecuada para el contexto específico del sistema financiero mexicano**, especialmente en lo que respecta a la prevención del lavado de dinero (PLD).

Lo que llevó a decidir por esta tecnología fue su diseño centrado en la **privacidad y el control de acceso**, dos factores que se consideran esenciales cuando se trata de proteger datos financieros sensibles y asegurar el cumplimiento de regulaciones estrictas como las que existen en México. En un entorno donde las instituciones están constantemente bajo la supervisión de organismos reguladores, contar con una red que permita definir con precisión quién puede ver o validar determinada información es una ventaja operativa y legal invaluable.

Revisión de la Literatura sobre Blockchain, AML y Cumplimiento Regulatorio

Desde el inicio de esta investigación se comprendió que realizar una revisión de la literatura no era simplemente un requisito metodológico, sino un paso fundamental para entender a profundidad cómo la plataforma blockchain puede aplicarse en la prevención del lavado de dinero y en el cumplimiento de normativas financieras.

Durante este proceso, se examinaron **estudios de caso relevantes, artículos académicos recientes, informes elaborados por la industria y marcos regulatorios tanto nacionales como internacionales**. Esta variedad de fuentes permitió obtener una visión más completa y matizada del panorama actual, así como de los desafíos y oportunidades que existen al intentar blockchain en sistemas financieros tradicionales.

Durante esta etapa aportó valor el hecho de **identificar patrones comunes, buenas prácticas y también las limitaciones** que otros países e instituciones han encontrado al implementar esta tecnología. Estos hallazgos no sólo enriquecieron el análisis, sino que también ofrecieron una base sólida sobre la cual fundamentar las propuestas que desarrolló en este caso de estudio.

Cumplimiento Regulatorio y AML

Regulaciones Mexicanas

- **Ley Federal para la Prevención e Identificación de Operaciones con Recursos de Procedencia Ilícita (LFPIORPI):** Establece los requisitos para las instituciones financieras en la prevención del lavado de dinero.
- **Unidad de Inteligencia Financiera (UIF):** La UIF es la encargada de supervisar y regular las actividades relacionadas con el lavado de dinero en México.

Artículos Académicos

- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. Este artículo seminal introduce el concepto de blockchain y sus aplicaciones potenciales en el sector financiero.
- Androulaki, E., et al. (2018). Hyperledger Fabric: A Distributed Operating System for Permissioned Blockchains. Este artículo detalla las características técnicas de Hyperledger Fabric y su aplicabilidad en entornos empresariales.

Regulaciones Internacionales

- **Financial Action Task Force (FATF):** Establece estándares internacionales para la prevención del lavado de dinero y el financiamiento del terrorismo.
- **Directiva de la UE sobre AML (AMLD5):** Define los requisitos para los estados miembros de la UE en la prevención del lavado de dinero.

Informes de la Industria

- **Deloitte (2021).** *Blockchain in Financial Services: A Mexican Perspective.* Este informe analiza el potencial de blockchain en el sector financiero mexicano, incluyendo aplicaciones en AML.
- **World Economic Forum (2020).** *Blockchain for AML: A Comprehensive Guide.* Este informe explora cómo blockchain puede mejorar los procesos de AML.

Aplicaciones Prácticas de Blockchain en AML

Identificación Digital (KYC)

- **Estudio de caso:** El banco HSBC ha implementado una plataforma blockchain para la verificación de identidad de clientes (KYC), lo que ha reducido los tiempos de procesamiento y mejorado la precisión.

Monitoreo de Transacciones

- **Estudio de Caso:** La startup **Chainalysis** ofrece herramientas de análisis de blockchain para monitorear transacciones y detectar actividades sospechosas.

Reporte de Actividades Sospechosas (SAR)

- **Estudio de Caso:** La plataforma **Elliptic** utiliza blockchain para identificar y reportar actividades sospechosas a las autoridades competentes.

Estudio de Viabilidad para la Implementación de Blockchain en el Sistema Financiero Mexicano

Análisis Técnico

Requerimientos Técnicos

- **Infraestructura:** La implementación de blockchain requiere servidores robustos, almacenamiento en la nube y redes seguras.
- **Interoperabilidad:** La plataforma debe ser compatible con los sistemas existentes de las instituciones financieras.
- **Seguridad:** Es esencial proteger los datos sensibles y garantizar la resistencia a ciberataques.

Plataformas de Blockchain Evaluadas

- **Hyperledger Fabric:** Ideal para redes privadas y permisadas, enfocada en privacidad y cumplimiento normativo.
- **Ethereum:** Ofrece mayor transparencia y flexibilidad, aunque podría necesitar ajustes para cumplir con las regulaciones mexicanas.

Desafíos Técnicos

- **Escalabilidad:** La plataforma debe poder manejar el volumen de transacciones del sistema financiero mexicano.
- **Integración:** La integración con sistemas propietarios bancarios puede ser compleja y requerir personalización.
- **Mantenimiento:** Se requiere un equipo técnico capacitado para mantener y actualizar la red.

Análisis Financiero

Costos de Implementación

- **Desarrollo de Software:** Costos asociados con el diseño y desarrollo de la plataforma blockchain.
- **Infraestructura:** Inversión en servidores, almacenamiento y redes seguras.
- **Capacitación:** Costos de formación para el personal en el uso y mantenimiento de la tecnología.
- **Mantenimiento:** Gastos continuos para actualizaciones y soporte técnico.

Beneficios Esperados

- **Reducción de Fraudes:** Blockchain permite mayor transparencia y trazabilidad, reduciendo actividades ilícitas.
- **Eficiencia Operativa:** Automatización de procesos, disminuyendo tiempos de verificación.
- **Cumplimiento Normativo:** Mejora en el cumplimiento de las regulaciones AML, evitando sanciones.

Análisis de Costo-Beneficio

- Un reporte menciona que el uso de blockchain en el sector financiero podría generar ahorros globales de hasta 38,000 millones de dólares para 2027, lo que respalda el potencial económico de esta tecnología, aunque no se refiere específicamente a México.¹⁹
- Según el World Economic Forum, la tecnología blockchain puede reducir entre un 30–50 % los costos de cumplimiento en instituciones financieras.²⁰

Análisis con datos relevantes y resultados empíricos sobre la implementación de **blockchain y tecnologías relacionadas (IA, herramientas AML)** en plataformas de prevención de lavado de dinero:

Estudio de impacto económico: Sumsu + Forrester

- **Solución:** Monitoreo de transacciones AML

¹⁹ Fuente: [El Economista](#)

²⁰ Fuente: [Financial Crime Academy](#)

- **Resultados:**

- ROI de **272 % en 3 años**
- **Recuperación de la inversión en menos de 6 meses**²¹

Reducción de costos de cumplimiento vía IA (ej. HSBC, Danske Bank)

- **Ejemplos:**

- Danske Bank redujo falsos positivos en un **60 %**
- HSBC ahorró cerca de **536,832 SGD anuales**²²

Análisis académico: blockchain en pagos globales

- **Hallazgos:**

- Ahorros de **hasta 95 %** en costos operativos
- ROI estimado entre **\$10–32 por cada \$1 invertido**, en sistemas públicos y privados.²³

Herramientas de inteligencia en blockchain (TRM Labs)

- **ROI extraordinario:**

- Cada \$1 invertido generó **\$100 en activos recuperados** (10,000 %)
- En 2023, se recuperaron más de **\$3 mil millones** por parte de autoridades²⁴

²¹ Fuente: [sumsub](https://sumsub.com)

²² Fuente: tookitaki.com

²³ Fuente: digikogu.taltech.ee

²⁴ Fuente: trmlabs.com

Resultados esperados

A lo largo del desarrollo de esta investigación, se identificó una serie de beneficios concretos que podrían lograrse con la implementación de la tecnología blockchain, específicamente a través de Hyperledger Fabric, en el sistema financiero mexicano. Si bien soy consciente de que cada transformación tecnológica conlleva retos, también creo firmemente que, en un periodo de entre 6 y 12 meses, podrían observarse avances significativos en áreas clave como la prevención del lavado de dinero (AML) y el cumplimiento normativo.

A continuación, se detallan los resultados que considero más relevantes a corto plazo, con base en el análisis realizado y en las características técnicas de esta tecnología:

1. Mejora en la Transparencia y Trazabilidad de las Transacciones

Uno de los primeros cambios que se esperan observar con la adopción de blockchain es una mayor claridad y trazabilidad en los movimientos financieros. Gracias a la naturaleza inmutable del libro mayor de Hyperledger Fabric, cada transacción quedará registrada de forma permanente y será visible para las partes autorizadas.

Impacto

esperado:

Esta visibilidad permitirá a las instituciones identificar con mayor rapidez patrones de comportamiento sospechosos, lo que representa un paso crucial en la lucha contra el lavado de dinero. También facilitará las auditorías internas y externas, al tener toda la información organizada y accesible, generando así un entorno de mayor confianza y fiabilidad.

2. Reducción de Tiempos de Verificación y Procesamiento

Una de las ventajas es la posibilidad de automatizar procesos clave mediante contratos inteligentes. Estos permiten que ciertas acciones se ejecuten automáticamente al cumplirse condiciones previamente definidas, sin necesidad de intervención humana.

Impacto

esperado:

Este tipo de automatización no solo agiliza el procesamiento de las transacciones, sino que también reduce errores y tiempos de espera. Esto se traduciría en una mayor eficiencia operativa, una mejora en la experiencia del cliente y una importante reducción de los costos asociados a la verificación manual de datos.

3. Mejora en el Cumplimiento Normativo

Otra expectativa realista que surge del análisis es la facilitación del cumplimiento normativo, en especial con leyes como la Ley Federal para la Prevención e Identificación de Operaciones con Recursos de Procedencia Ilícita (LFPIORPI).

Impacto

esperado:

Una solución basada en blockchain permite registrar y rastrear toda la información relevante de las transacciones de manera que sea fácilmente accesible para auditores y autoridades. Esto, a su vez, reduce la posibilidad de errores, ayuda a evitar sanciones por incumplimiento, y fortalece la reputación de las instituciones financieras, mostrando un compromiso activo con la transparencia y la legalidad.

4. Incremento en la Seguridad y Protección de Datos

La implementación de **Hyperledger Fabric**, con su enfoque en redes privadas y permisadas, incrementará la seguridad de los datos sensibles y garantizará el control de acceso solo a los participantes autorizados.

Impacto esperado:

Reducción del riesgo de ciberataques y fraudes debido a las características de seguridad avanzadas de blockchain, como la inmutabilidad de los registros y el control de acceso. Esto aumenta la confianza de los clientes y otros actores del mercado en las instituciones financieras.

5. Colaboración y Compartición de Información entre Instituciones Financieras

La plataforma blockchain permitirá la compartición segura y eficiente de información entre instituciones financieras, reguladores y otras partes relevantes.

Impacto esperado:

Mejora en la colaboración y la coordinación para la detección y prevención de actividades ilícitas, ya que la información clave estará disponible de manera transparente para los participantes autorizados. Esta colaboración también contribuirá a una respuesta más rápida ante posibles incidentes de lavado de dinero.

Indicadores de Desempeño a 6 meses

1. Reducción de Actividades Sospechosas

- Indicador: Disminución del número de transacciones marcadas como sospechosas en un 20-30%.
 - Medición: Comparación de datos antes y después de la implementación de blockchain.
2. Tiempos de Procesamiento
- Indicador: Reducción del tiempo de procesamiento de transacciones en un 30-40%.
 - Medición: Tiempo promedio de procesamiento antes y después de la implementación.
3. Cumplimiento Normativo
- Indicador: Incremento en el porcentaje de transacciones que cumplen con las regulaciones AML en un 25-35%.
 - Medición: Auditorías internas y reportes a la Unidad de Inteligencia Financiera (UIF).
4. Costos Operativos
- Indicador: Reducción de los costos operativos asociados con la verificación manual y el monitoreo de transacciones en un 20-30%.
 - Medición: Análisis de costos antes y después de la implementación.

Beneficios Esperados

1. Beneficios Operativos
- Eficiencia: Automatización de procesos y reducción de tiempos de verificación.
 - Precisión: Mayor precisión en la detección de actividades sospechosas gracias a la trazabilidad y transparencia de blockchain.
2. Beneficios Financieros
- Reducción de Costos: Disminución de costos operativos y multas por incumplimiento normativo.
 - Retorno de Inversión (ROI): ROI positivo, gracias a la mejora en la eficiencia y la reducción de fraudes.
3. Beneficios Regulatorios
- Cumplimiento: Mejora en el cumplimiento de las regulaciones AML, evitando sanciones y multas.
 - Reputación: Mejora en la reputación de las instituciones financieras, aumentando la confianza de los clientes y los inversores.

Desafíos y Consideraciones

1. Capacitación y Adopción

Desafío: La implementación de blockchain requiere una capacitación significativa del personal y un cambio en los procesos operativos.

Consideración: Implementar programas de capacitación y soporte técnico para asegurar una adopción exitosa.

2. Integración con Sistemas Existentes

Desafío: La integración de la plataforma blockchain con los sistemas existentes puede ser compleja y requerir personalización.

Consideración: Desarrollar APIs robustas y asegurar la interoperabilidad con los sistemas legacy.

3. Regulación y Supervisión

Desafío: La falta de un marco regulatorio específico para blockchain puede ser un obstáculo para la implementación.

Consideración: Trabajar con reguladores y legisladores para desarrollar un marco regulatorio que facilite la adopción de blockchain.

Resultados esperados a largo plazo

Beneficios Esperados a Largo Plazo de la Implementación de Blockchain con Hyperledger Fabric en el Sistema Financiero Mexicano

La implementación de **blockchain** en el sistema financiero mexicano utilizando **Hyperledger Fabric** no solo generará beneficios inmediatos, sino que también tendrá un impacto transformador a largo plazo. Este análisis detalla los beneficios esperados en un horizonte de **3 a 5 años**, considerando los aspectos operativos, financieros, regulatorios y estratégicos.

1. Fortalecimiento del Sistema Financiero Mexicano

- **Resultado:** La adopción de blockchain fortalecerá la infraestructura financiera del país, haciéndola más resiliente, transparente y eficiente.
- **Impacto:** Mayor confianza de los inversionistas extranjeros y mejora en la reputación del sistema financiero mexicano a nivel internacional. La estabilidad y transparencia del sistema atraerán más capital extranjero, impulsando el desarrollo económico.

2. Reducción Significativa del Lavado de Dinero

- **Resultado:** La trazabilidad y transparencia inherentes a blockchain permitirán una detección más efectiva y temprana de actividades ilícitas.
- **Impacto:** Estimaciones basadas en casos internacionales sugieren que el lavado de dinero podría reducirse en un **40-50%** en un plazo de **3-5 años**. La visibilidad completa de las transacciones y la capacidad de rastrear fondos de manera eficiente mejorará significativamente las capacidades de prevención y detección de actividades ilícitas.

3. Optimización de los Procesos de Cumplimiento Normativo (Compliance)

- **Resultado:** La automatización de los procesos de cumplimiento (AML, KYC) mediante contratos inteligentes reducirá los errores humanos y los costos asociados a la gestión manual.
- **Impacto:** El cumplimiento se volverá más eficiente y efectivo con las regulaciones locales e internacionales, evitando multas y sanciones costosas. Las instituciones financieras podrán gestionar el cumplimiento normativo de forma más ágil y con menos recursos.

4. Mayor Eficiencia Operativa y Reducción de Costos

- **Resultado:** La eliminación de intermediarios y la automatización de procesos reducirá los costos operativos en un **30-40%** a largo plazo.
- **Impacto:** Ahorros significativos para las instituciones financieras, permitiendo una reinversión en innovación, mejoras en los servicios y expansión de las operaciones. Esto aumentará la competitividad de las instituciones frente a actores internacionales.

5. Mejora en la Experiencia del Cliente

- **Resultado:** Los clientes se beneficiarán de transacciones más rápidas, seguras y transparentes gracias a la implementación de blockchain.
- **Impacto:** Aumento de la satisfacción y fidelización de los clientes, lo que se traducirá en una mayor base de clientes y mayores ingresos para las instituciones financieras. Las experiencias más rápidas y confiables mejorarán la percepción del servicio al cliente.

6. Innovación y Competitividad del Sector Financiero

- **Resultado:** La adopción de blockchain posicionará a México como un líder en innovación financiera en América Latina.
- **Impacto:** Atractivo para inversiones en tecnología financiera (fintech) y el desarrollo de nuevos productos y servicios basados en blockchain. México se destacó como un centro de innovación y experimentación en tecnologías financieras emergentes, lo que atraerá empresas y proyectos internacionales.

7. Colaboración y Estándares Globales

- **Resultado:** La implementación de blockchain facilitará la colaboración con instituciones financieras y reguladores internacionales, alineando las prácticas de México con estándares globales.
- **Impacto:** Mejora en la cooperación internacional para combatir el lavado de dinero. México podrá colaborar más estrechamente con organismos internacionales como el **FATF** y otros reguladores globales, lo que fortalecerá la integridad del sistema financiero global.

Estos beneficios a largo plazo demuestran cómo la implementación de **Hyperledger Fabric** en el sistema financiero mexicano no solo contribuirá a una mayor eficiencia y cumplimiento, sino que también consolida al país como un líder en innovación tecnológica y colaboración internacional.

Indicadores de desempeño a largo plazo

Al proyectar los efectos de la implementación de blockchain en el sistema financiero mexicano, he identificado indicadores clave que podrían reflejar el impacto tangible de esta tecnología en la prevención del lavado de dinero y el cumplimiento normativo:

1. Reducción del Lavado de Dinero

Indicador: Disminución del 40-50% en las actividades de lavado de dinero reportadas.

Medición: Comparación de datos históricos con los reportes de la Unidad de Inteligencia Financiera (UIF).

2. Costos Operativos

Indicador: Reducción del 30-40% en los costos operativos asociados con el cumplimiento normativo y la verificación de transacciones.

Medición: Análisis de costos antes y después de la implementación.

3. Cumplimiento Normativo

Indicador: Incremento del 50-60% en el porcentaje de transacciones que cumplen con las regulaciones AML.

Medición: Auditorías internas y reportes a la UIF.

4. Satisfacción del Cliente

Indicador: Incremento del 20-30% en la satisfacción del cliente, medido a través de encuestas y métricas de retención.

Medición: Encuestas de satisfacción y análisis de retención de clientes.

5. Inversión en Innovación

Indicador: Aumento del 25-35% en la inversión en tecnología financiera y desarrollo de nuevos productos.

Medición: Análisis de presupuestos y reportes financieros de las instituciones.

6.

Beneficios Estratégicos

Desde una perspectiva estratégica, la adopción de blockchain podría posicionar al sistema financiero mexicano en un lugar destacado a nivel regional e internacional:

- 1. Posicionamiento Internacional**
Resultado: México se posicionará como un referente en la adopción de blockchain en el sector financiero en América Latina.
Impacto: Atracción de inversiones extranjeras y cooperación internacional en proyectos de innovación financiera.
- 2. Desarrollo del Ecosistema Fintech**
Resultado: La implementación de blockchain impulsará el crecimiento del ecosistema fintech en México.
Impacto: Creación de empleos de alta calidad y desarrollo de soluciones tecnológicas innovadoras.
- 3. Resiliencia del Sistema Financiero**
Resultado: La tecnología blockchain aumentará la resiliencia del sistema financiero frente a ciberataques y fraudes.
Impacto: Mayor estabilidad y confianza en el sistema financiero mexicano.

Desafíos y Consideraciones a Largo Plazo

La implementación de blockchain también presenta desafíos que deben ser considerados para garantizar su éxito y sostenibilidad:

- 1. Mantenimiento y Actualización**
Desafío: La plataforma blockchain requerirá actualizaciones y mantenimiento continuo para adaptarse a las nuevas regulaciones y tecnologías.
Consideración: Establecer un equipo dedicado al mantenimiento y mejora continua de la plataforma.
- 2. Cambios Regulatorios**
Desafío: Las regulaciones pueden evolucionar rápidamente, lo que requerirá adaptaciones en la plataforma blockchain.
Consideración: Mantener una comunicación constante con los reguladores y participar

en la definición de estándares globales.

3. **Adopción y Capacitación Continua**

Desafío: La adopción de blockchain requerirá capacitación continua del personal y cambios culturales en las instituciones financieras.

Consideración: Implementar programas de capacitación continua y fomentar una cultura de innovación.

Conclusiones

Durante el desarrollo de esta investigación, se identificó que **la tecnología blockchain tiene un enorme potencial para transformar los mecanismos de prevención del lavado de dinero (AML)** dentro del sistema financiero mexicano. Esta tecnología puede ofrecer una mayor **transparencia, seguridad y trazabilidad** en las transacciones, cualidades clave para detectar y prevenir actividades ilícitas.

El análisis dejó claro que **blockchain no es una solución mágica ni inmediata**. Para que su adopción sea exitosa, es indispensable contar con un **marco regulatorio específico** y una **inversión sólida en infraestructura tecnológica y capacitación especializada**. La tecnología, por sí sola, no basta. Bien implementada, puede fortalecer considerablemente las capacidades actuales de monitoreo financiero.

Entre las plataformas analizadas, **Hyperledger Fabric** se perfila como la opción más alineada con las necesidades del sistema financiero mexicano, especialmente por su énfasis en la **privacidad**, el **control** y el **cumplimiento normativo**. A lo largo del estudio, se puede ver cómo su arquitectura permite establecer redes con permisos y reglas claras, algo vital para el entorno bancario. No obstante, se reconoce que **Ethereum** podría ser útil en contextos donde la **transparencia pública** y la **flexibilidad de desarrollo** sean prioritarias. La elección entre ambas dependerá del perfil y necesidades de cada institución.

Desde el punto de vista técnico y financiero, **Hyperledger Fabric representa una solución viable**. Aunque su implementación puede implicar costos iniciales elevados, los beneficios a largo plazo—como la eficiencia operativa, la automatización de procesos y la reducción de errores humanos—justifican la inversión. Igualmente, el cumplimiento con las **normas nacionales e internacionales** será esencial para que cualquier iniciativa basada en blockchain tenga éxito en la práctica.

Este estudio, nutrido de literatura especializada y de un enfoque técnico profundo, ofrece un punto de partida para quienes estén evaluando seriamente la integración de blockchain en los sistemas financieros de México. Es evidente que hay muchas oportunidades, pero también desafíos importantes que no pueden ignorarse. La creación de un marco regulatorio adecuado, la colaboración internacional y el impulso a la interoperabilidad serán claves en este camino.

Importancia de la encuesta a expertos financieros

Uno de los momentos más reveladores de este trabajo fue analizar los resultados de una encuesta realizada a **25 expertos de los tres bancos más importantes de México**. Las respuestas fueron claras: existe **una percepción positiva** sobre el uso de tecnologías como blockchain para reforzar los sistemas AML. Lo que más valoraron los participantes fue la **capacidad de esta tecnología para ofrecer trazabilidad, seguridad y transparencia**, características que actualmente escasean en muchos procesos tradicionales.

Varios expertos mencionan **Hyperledger Fabric** como una opción estratégica para mejorar la cooperación entre instituciones y garantizar el cumplimiento normativo. A pesar de que reconocen que hay **desafíos importantes**—como la falta de una regulación específica y la necesidad de mayor inversión en infraestructura—, la mayoría coincidió en que blockchain tiene el potencial de marcar una diferencia real.

Este consenso lleva a concluir que hay **una urgencia real por parte del sector financiero** para adoptar herramientas tecnológicas avanzadas. No es una cuestión de moda, sino de necesidad. **Lo vemos en el reciente caso en México donde 3 instituciones financieras fueron sancionadas en Estados Unidos por la FED por sospechas de lavado de dinero, lo que llevó a sancionar a estas instituciones afectando de forma irreparable su operatividad y su reputación.** Blockchain puede ser ese aliado que el sistema mexicano necesita para avanzar hacia un modelo más seguro, eficiente y resistente al crimen financiero.

Recomendaciones clave a partir del análisis

1. **Desarrollar un marco regulatorio específico:**
Una de las grandes conclusiones del estudio es que **México necesita urgentemente una legislación clara** que regule el uso de blockchain en la prevención del lavado de dinero. Actualmente, la Ley Fintech cubre aspectos relacionados con criptomonedas y plataformas ITF, pero **no aborda el uso de blockchain como herramienta para PLD**.
2. **Fomentar la colaboración internacional:**
Otro punto clave es que **el problema del lavado de dinero no se limita a las fronteras nacionales**. México debería trabajar junto a otros países y organismos internacionales para definir **estándares globales de uso de blockchain** que garanticen la interoperabilidad y la detección efectiva de actividades sospechosas a escala internacional.

3. **Invertir en capacitación:**
- La tecnología sólo será efectiva si quienes la implementan saben cómo usarla. Por eso, es imprescindible que **las instituciones financieras y los reguladores inviertan en formación especializada**, no solo en el uso técnico de blockchain, sino también en su aplicación práctica para la prevención del delito.

Reflexión final

La tecnología blockchain, y particularmente **Hyperledger Fabric**, puede ser una pieza fundamental en la transformación del sistema de prevención del lavado de dinero en México. Aunque aún existen barreras importantes—regulatorias, técnicas y de inversión—, los beneficios que podría traer a largo plazo justifican explorar esta vía con seriedad.

Blockchain **no debe verse como una solución futura**, sino como una herramienta actual que, bien implementada, **podría posicionar a México como un referente en innovación financiera en América Latina**. Para lograrlo, necesitamos no solo voluntad política, sino también visión estratégica, colaboración y un compromiso real con la transparencia.

Fuentes de Consulta

Fuentes de Información y Referencias

Libros:

- Antonopoulos, A. M. (2018). *Mastering Ethereum: Building Smart Contracts and DApps*. O'Reilly Media.
- Cachin, C., & Vukolić, M. (2017). *Blockchain Consensus Protocols in the Wild*. IBM Research.
- Tapscott, D., & Tapscott, A. (2016). *Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin Is Changing Money, Business, and the World*. Penguin.

Artículos Académicos:

- Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*. [Enlace](#).
- Androulaki, E., et al. (2018). *Hyperledger Fabric: A Distributed Operating System for Permissioned Blockchains*. Proceedings of the Thirteenth EuroSys Conference.

Informes y White Papers

- **“The Role of Blockchain in AML Compliance: Potential Applications and Limitations”** (2023) – análisis profundo de aplicaciones, limitaciones y recomendaciones de política. [Reddit+9ResearchGate+9ResearchGate+9](#)
- **“Enhancing KYC and AML Compliance Using Blockchain: A Business Analysis Approach”** – destaca beneficios en detección de fraude y automatización. [ResearchGate](#)
- **“Blockchain Empowerment in Sanctions and AML Compliance: A Transparent Approach”** – enfoque en transparencia para sanciones y AML. [ResearchGate](#)
- **“Recalibrating the Banking Sector with Blockchain Technology for Effective Anti-Money Laundering Compliance by Banks”** – artículo académico que ahonda en recalibración del sector bancario. [ScienceDirect](#)
- **“Exploring the role of blockchain technology in anti-money laundering”** – investigaciones sobre cómo DLT mejora integridad de datos y KYC/AML. [ResearchGate](#)

- **“Blockchain Technology in Anti-Money Laundering: Challenges and Opportunities in the V4 Countries and Ukraine”** – análisis regional de implementaciones exitosas como Estonia, FATF. [ResearchGate](#)
- **“Anti-Money Laundering in Bitcoin: Experimenting with Graph Convolutional Networks”** (2019) – solución basada en GCN para AML. [ResearchGate+9arXiv+9WIRED+9](#)
- **“Demystifying Fraudulent Transactions and Illicit Nodes in the Bitcoin Network...”** (2023) – enfoque con graph analytics en Bitcoin. [arXiv](#)
- **“Machine learning methods to detect money laundering in the Bitcoin blockchain...”** (2020) – técnicas con dataset limitado de etiquetas. [arXiv](#)
- **“Crypto AML” (IMTF)** – white paper sobre riesgos de lavado relacionados con criptomonedas. [IMTF](#)
- **“Financial Crimes in Digital Assets and Cryptocurrencies”** (KPMG, 2023) – aborda riesgos AML en activos digitales y DeFi. [KPMG](#)
- **“Establishing blockchain policy”** (PwC UK) – marco de políticas DLT, útil para comprender regulación AML. [pwc.com](#)
- **Artículo de Wired (Elliptic/MIT/IBM)** – release de dataset y modelo para detección AML en Bitcoin. [Reddit+5WIRED+5arXiv+5](#)
- **Reuters “Keeping crypto clean...”** – menciona herramientas de análisis on-chain aplicadas a stablecoins. [reuters.com](#)
- **Cointelegraph (focus auditoras grandes)** – resume cómo firmas como Deloitte están promoviendo blockchain en bancos. [Cointelegraph](#)
- **ResearchGate “The Anti-Money Laundering Challenges of FinTech and Cryptocurrencies”** – discute retos regulatorios e implementación de AML. [ResearchGate](#)
- **ResearchGate “Blockchain in AML: Challenges and Opportunities...”** – revisión del uso de blockchain para mejorar monitoreo AML. [ResearchGate+1ResearchGate+1](#)

Regulaciones

- **Ley Federal para la Prevención e Identificación de Operaciones con Recursos de Procedencia Ilícita (LFPIORPI)**
- **Versión oficial por la Cámara de Diputados** (PDF, incluye reformas hasta mayo de 2021): [fatf-gafi.org+9Cámara de Diputados+9Cámara de Diputados+9sppld.sat.gob.mx](#)

- **Versión compilada por la CNBV** (contiene texto original y reformas relevantes): [Cámara de Diputados+1sppld.sat.gob.mx+1](#)
Página oficial del FATF, organismo intergubernamental que establece estándares internacionales para combatir el lavado de dinero y financiamiento del terrorismo: [Gobierno de México+5sppld.sat.gob.mx+5nhg.mx+5Wikipedia+9fatf-gafi.org+9fatf-gafi.org+9](#)
FATF Recommendations (PDF actualizado con las 40 recomendaciones fundamentales): [cnbv.gob.mx+15fatf-gafi.org+15fatf-gafi.org+15](#)

Estudios de Caso:

- Banco de México. (2022). *Informe sobre el Uso de Tecnologías Emergentes en el Sistema Financiero*.
- Deloitte. (2021). *Blockchain in Financial Services: A Mexican Perspective*.
- Proyecto Ubin (Singapur). [Enlace](#)
- We.Trade (Europa). [Enlace](#)
- HSBC KYC Blockchain. [Enlace](#)
- Chainalysis. [Enlace](#)
- Elliptic. [Enlace](#)
- Proyecto Ubin (Singapur). [Enlace](#)

Organizaciones y Comunidades:

- Linux Foundation. (2023). *Hyperledger Project*. [Enlace](#).
- Ethereum Enterprise Alliance (EEA). (2023). *Ethereum for Enterprises*. [Enlace](#).

Glosario

Sigla	Término	Definición
AML	Anti Money Laundering	Acrónimo en inglés de Anti-Money Laundering, que significa "Prevención del Lavado de Dinero".
FIU / UIF	Financial Investigation Unit / Unidad de Inteligencia Financiera	Entidad encargada de investigar y analizar transacciones financieras sospechosas para identificar lavado de dinero, financiamiento del terrorismo, evasión fiscal y corrupción.
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía	Órgano autónomo mexicano responsable de coordinar el Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica.
PLD	Prevención de Lavado de Dinero	Conjunto de estrategias y prácticas para identificar, prevenir y combatir el lavado de dinero y el financiamiento del terrorismo.
Fintech	Fintech	Actividades que combinan finanzas y tecnología para innovar en productos y servicios financieros mediante desarrollos tecnológicos.
Startup	Startup	Empresa de reciente creación que usa tecnologías de la información para desarrollar modelos de negocio innovadores y escalables.

KYC	Know Your Customer	Proceso para verificar la identidad de los clientes de una empresa, conocido en español como "Conoce a tu cliente".
GAFI	Grupo de Acción Financiera Internacional	Organismo intergubernamental que desarrolla políticas para combatir el lavado de dinero, financiamiento del terrorismo y la proliferación de armas de destrucción masiva.
BM / FMI	Banco Mundial / Fondo Monetario Internacional	El Banco Mundial promueve el desarrollo económico sostenible y reduce la pobreza. El FMI busca garantizar la estabilidad financiera global y facilitar el comercio internacional.
CNBV	Comisión Nacional Bancaria y de Valores	Órgano regulador mexicano que supervisa entidades financieras para garantizar solvencia, estabilidad y transparencia, y prevenir lavado de dinero y financiamiento del terrorismo.
DEA	Drug Enforcement Administration	Agencia federal de EE.UU. encargada de combatir el tráfico de drogas ilícitas y el crimen organizado relacionado.
UNODC	Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito	Agencia de la ONU que combate el tráfico de drogas, corrupción, lavado de dinero, crimen organizado y terrorismo, y brinda asistencia técnica y legal a los Estados miembros.

VM Completa de Turing	Máquina Virtual descentralizada y completa de Turing	Entorno computacional distribuido que ejecuta contratos inteligentes y aplicaciones descentralizadas en blockchain, capaz de realizar cualquier cómputo dado suficiente tiempo y recursos.
-----------------------------	--	--

Anexos

Anexo 1: Encuesta realizada a 25 expertos de 3 diferentes bancos en México

Evaluación del Monitoreo en PLD y Conocimiento sobre Blockchain

Instrucciones: Responda las siguientes preguntas con base en su experiencia en el área de PLD.

Sección 1: Evaluación del Monitoreo en PLD

1. ¿Cuáles considera que son las principales debilidades en los sistemas actuales de monitoreo en PLD? (Seleccione hasta dos opciones)
 - a) Alto número de falsos positivos
 - b) Falta de integración con otras bases de datos internas o externas
 - c) Procesos manuales y poco automatizados
 - d) Dificultad para detectar operaciones con criptomonedas
 - e) Falta de actualización en las reglas de monitoreo
 - f) Otra (especifique) _____
2. ¿Qué tan efectiva considera la tecnología actual de monitoreo en su institución?
 - a) Muy efectiva
 - b) Efectiva
 - c) Regular
 - d) Poco efectiva
 - e) Ineficiente
3. ¿Con qué frecuencia su institución actualiza los modelos y reglas de monitoreo para PLD?
 - a) Trimestralmente
 - b) Semestralmente
 - c) Anualmente
 - d) Sólo cuando hay cambios regulatorios
 - e) No estoy seguro
4. ¿Qué porcentaje de alertas generadas por el sistema de monitoreo considera que son falsos positivos?
 - a) Menos del 20%
 - b) Entre 20% y 50%
 - c) Entre 50% y 80%
 - d) Más del 80%

5. ¿Considera que el sistema de monitoreo de su institución tiene la capacidad de adaptarse a nuevas tipologías de lavado de dinero?
- a) Sí, de manera automática
 - b) Sí, pero requiere ajustes manuales
 - c) No, es un proceso tardado y reactivo
 - d) No, es obsoleto y difícil de actualizar

Sección 2: Conocimiento y Percepción sobre Blockchain en PLD

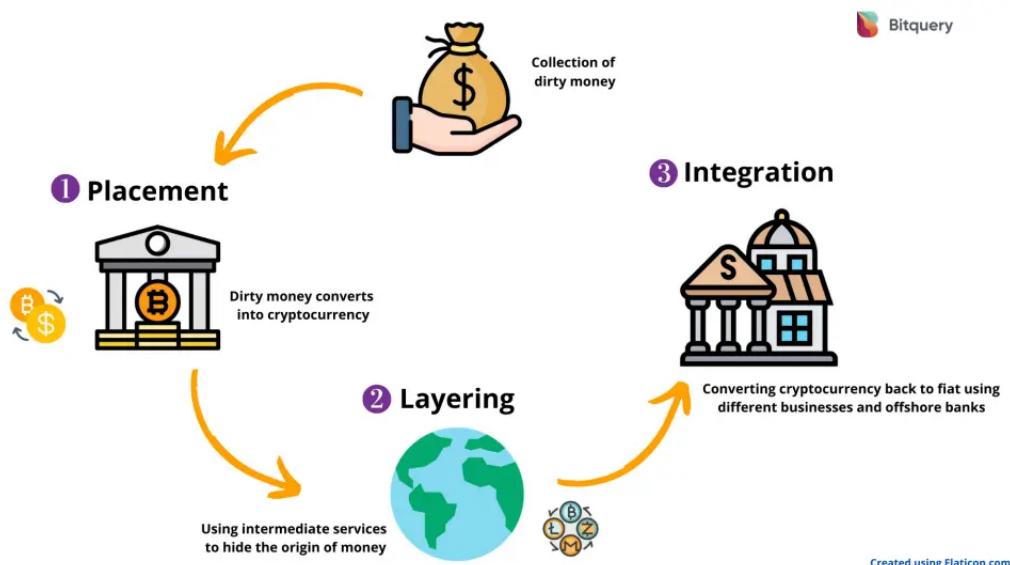
6. ¿Qué nivel de conocimiento tiene sobre la tecnología Blockchain?
- a) Avanzado: entiendo su funcionamiento y aplicaciones en PLD
 - b) Intermedio: tengo conocimientos generales sobre Blockchain
 - c) Básico: he escuchado sobre Blockchain, pero no conozco los detalles
 - d) Nulo: no tengo conocimiento sobre Blockchain
7. ¿Conoce alguna implementación de Blockchain aplicada a la prevención de lavado de dinero en el mundo?
- a) Sí, en varios países
 - b) Sí, pero en pocos casos específicos
 - c) No, pero me gustaría conocer más
 - d) No, y no creo que sea relevante para PLD
8. ¿Considera que Blockchain podría mejorar la prevención de lavado de dinero en México?
- a) Sí, podría ayudar a mejorar la trazabilidad y transparencia
 - b) Sí, pero su implementación sería difícil en el sistema actual
 - c) No, porque el sistema actual es suficiente
 - d) No, porque Blockchain no es aplicable a PLD
9. ¿Cuáles cree que serían los principales desafíos para implementar Blockchain en los procesos de monitoreo de PLD en México? (Seleccione hasta dos opciones)
- a) Falta de regulación clara sobre su uso
 - b) Costos elevados de implementación
 - c) Falta de conocimiento técnico en las instituciones financieras
 - d) Resistencia al cambio dentro de las organizaciones
 - e) Dificultad para integrar Blockchain con los sistemas actuales
10. En su opinión, ¿qué mejoras podrían implementarse en los sistemas de monitoreo de PLD en México para hacerlos más efectivos? (Pregunta abierta)

Anexo 2: Estados Unidos sanciona a CIBanco, Intercam y Vector por lavado de dinero vinculado al narcotráfico

El **Departamento del Tesoro de EE.UU.**, a través de la oficina FinCEN, impuso sanciones a las tres entidades —CIBanco, Intercam Banco y la casa de bolsa Vector— por transferencias vinculadas al narcotráfico y tráfico de precursores químicos para la producción de fentanilo. Se trataría de montos significativos, incluyendo sobornos y pagos relacionados con carteles como Sinaloa, CJNG, Golfo y Beltrán Leyva. Fuente: [The Wall Street Journal+15El País+15El País+15](#).

Anexo 3: Ciclo de lavado de dinero con criptomonedas

Ilustra las fases clásicas: colocación (placement), estratificación (layering) e integración, aplicadas a criptomonedas. Excelente para contextualizar el problema y mostrar cómo blockchain permite identificar cada etapa visualmente.



Fuente: [Bitquery](#)

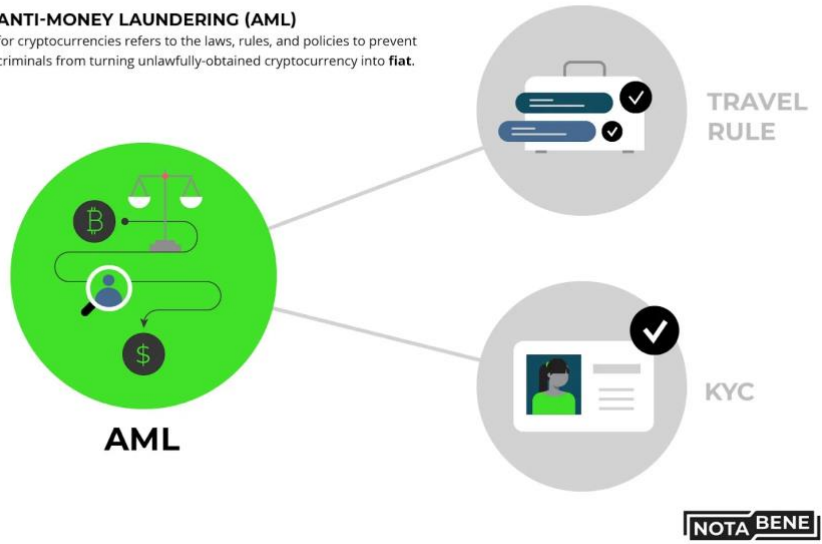
Anexo 4: Jurisdicciones bajo la Travel Rule

Mapa o diagrama que explica cómo diversas jurisdicciones aplican la Travel Rule para VASPs (proveedores de servicios de activos virtuales). Ideal para explicar marcos legales y la necesidad de blockchain/AML.

Crypto Anti-Money Laundering Components

ANTI-MONEY LAUNDERING (AML)

for cryptocurrencies refers to the laws, rules, and policies to prevent criminals from turning unlawfully-obtained cryptocurrency into fiat.



Fuente: notabene.id