Validación piloto de boletería NFT ERC-721 sobre Polygon: análisis técnico, operativo y de adopción desde un estudio mixto

AUTORES:
Montaña García, José David; Alvear Pérez, Ramiro Enrique; Blanco García, Nataly

AFILIACIÓN: Montana Capital SAS, Colombia

RESUMEN

La falsificación, duplicación y reventa no autorizada de entradas continúan siendo desafíos persistentes en la industria del ticketing digital. Este estudio presenta Eventio**,** un sistema de boletería basado en tokens no fungibles (NFT) bajo el estándar ERC-721 sobre la red Polygon**,** diseñado para garantizar autenticidad, trazabilidad y control de acceso mediante contratos inteligentes y almacenamiento distribuido en IPFS**.** A través de un piloto experimental con 20 participantes, se evaluó la viabilidad técnica, el desempeño operativo y la experiencia del usuario mediante un diseño mixto que combinó métricas cuantitativas y cualitativas, incluyendo las escalas System Usability Scale (SUS) y Net Promoter Score (NPS). Los resultados muestran una emisión y validación del 100 % de los NFTs**,** tiempos medios de validación menores a 15 segundos y un puntaje SUS de 88.5, lo que indica una usabilidad excelente y una alta disposición a recomendar el sistema (NPS = 90 %). Estos hallazgos sugieren que la adopción de soluciones Web3 es viable en el contexto colombiano, siempre que se acompañe de estrategias educativas y de soporte progresivo. Eventio se proyecta como una plataforma pionera para el desarrollo de modelos replicables de boletería descentralizada en Latinoamérica.

Palabras clave: NFT, ERC-721, ticketing, Polygon, usabilidad, adopción tecnológica, estudio piloto.

1. INTRODUCCIÓN

En la última década, la digitalización ha transformado de forma radical la forma en que las personas acceden a bienes y servicios, y el sector de los eventos no ha sido ajeno a este cambio. La venta de entradas electrónicas, inicialmente vista como un complemento a la boletería física, se ha convertido en el principal canal de distribución para conciertos, conferencias y espectáculos deportivos. Sin embargo, esta transición no ha eliminado los problemas históricos del ticketing: la falsificación, la reventa especulativa y la limitada trazabilidad de

las entradas siguen siendo desafíos recurrentes (Regner et al., 2022).

En este contexto, la tecnología blockchain ha emergido como una alternativa para abordar estas limitaciones. Los tokens no fungibles (NFT), definidos bajo estándares como ERC-721, permiten representar activos digitales únicos e inviolables (Entriken et al., 2018). Cuando se aplican al ticketing, los NFTs ofrecen la posibilidad de emitir entradas con trazabilidad completa, verificables de manera independiente, y con reglas de uso preprogramadas en contratos inteligentes. Diversos prototipos, como SafeTicket y VeraciTIX, han demostrado que es posible integrar estos mecanismos para controlar la reventa y garantizar autenticidad en el acceso a eventos (Regner, Schweizer & Urbach, 2019; 2022).

No obstante, como ocurre con cualquier innovación tecnológica, la adopción de sistemas de boletería NFT no depende únicamente de su viabilidad técnica. Al igual que en intervenciones sanitarias, donde la eficacia de una vacuna o tratamiento se evalúa junto con su aceptabilidad y facilidad de administración, en la adopción de tecnologías Web3 es crucial medir tanto el desempeño objetivo como la experiencia percibida por el usuario (Davis, 1989; Venkatesh et al., 2003). Este enfoque dual es especialmente relevante en contextos de baja familiaridad tecnológica, como sucede todavía en gran parte de Latinoamérica, donde las billeteras digitales y las criptomonedas, aunque crecientes, siguen siendo herramientas de nicho (Varón Quimbayo & Mora Bejarano, 2025).

El presente estudio se enmarca en la fase de desarrollo de EVENTIO, un sistema de boletería NFT basado en blockchain Polygon, diseñado para garantizar seguridad, trazabilidad y control de acceso en eventos físicos, al tiempo que educa a los usuarios en el manejo de tecnologías Web3. La plataforma utiliza contratos inteligentes ERC-721 para emitir y gestionar entradas digitales únicas, que pueden visualizarse en wallets compatibles y validarse en el punto de ingreso al evento mediante verificación on-chain.

A través de un piloto con 20 participantes en un evento controlado, se busca responder a tres preguntas centrales:

1. ¿Es técnicamente viable emitir, transferir y validar entradas NFT en un entorno de producción reducido?
2. ¿Cómo perciben los usuarios la experiencia de compra, recepción y uso de estas entradas?
3. ¿Qué capacidad operativa y tiempos de respuesta pueden alcanzarse, y cómo proyectan estos resultados hacia eventos de mayor escala?

Para abordar estas preguntas, se ha diseñado un estudio de naturaleza mixta, que combina la medición cuantitativa de indicadores técnicos y operativos con la recolección cualitativa de percepciones y experiencias de los participantes.

2. METODOLOGÍA

2.1 DISEÑO DEL ESTUDIO

Se implementó un estudio piloto con enfoque mixto secuencial. En una primera fase, se recopilaron datos cuantitativos relativos a indicadores de desempeño técnico y operativo del sistema EVENTIO. En una segunda fase, se aplicaron encuestas y entrevistas cortas para recoger percepciones de usabilidad, seguridad percibida y satisfacción general. Este diseño permite triangular la información, identificando no solo si el sistema funciona según lo esperado, sino también cómo es experimentado por los usuarios finales.

Seguridad, auditoría y arquitectura del contrato inteligente:

El contrato inteligente utilizado para la emisión de los NFT Pass de Eventio fue desarrollado en Solidity ^0.8.20, sobre la base de las bibliotecas OpenZeppelin ERC-721 URI Storage y Ownable, lo que garantiza el cumplimiento de estándares reconocidos de seguridad y trazabilidad en activos no fungibles (Entriken et al., 2018).

En esta fase piloto, el contrato se encuentra alojado de forma privada en el repositorio institucional de GitHub (EventioCoin/eventpass), protegido por razones de confidencialidad y propiedad intelectual, hasta su futura publicación tras la auditoría externa planificada. Las funciones implementadas incluyen:

- mint(), para la emisión controlada de tokens;
- consume(), que marca el NFT como utilizado;
- isConsumed(), para consulta de estado; y
- burn(), para retiro forzoso por el emisor.

Durante el piloto, la función consume() fue ejecutada on-chain desde Remix IDE por el coordinador autorizado del evento, pero se mantuvo también un registro redundante off-chain en hoja de control (Excel) para trazabilidad y validación operativa. Esta doble capa permitió asegurar la correspondencia entre las transacciones blockchain y los registros locales, mitigando riesgos de desincronización en entornos con conectividad variable.

En cuanto a la gestión de claves privadas, el contrato fue desplegado mediante una wallet de custodia institucional bajo control restringido del equipo técnico de Eventio. No se implementaron aún mecanismos multisig, aunque se proyecta su inclusión en futuras iteraciones del sistema.

El contrato no ha sido auditado de forma externa en esta fase, por lo que se reconoce como limitación y se contempla la incorporación de una auditoría de seguridad independiente, con énfasis en prevención de vulnerabilidades comunes (reentrancy, owner privileges y transfer errors).

Finalmente, las comunicaciones a los usuarios incluyeron instrucciones sobre autocustodia y protección de las frases semilla, así como advertencias sobre riesgos de *phishing* y manejo seguro de las claves, siguiendo las recomendaciones de la Ley 1581 de 2012 sobre protección de datos en Colombia.

2.2 PARTICIPANTES

La muestra estuvo compuesta por 20 personas seleccionadas por conveniencia, que participaron voluntariamente en un evento de prueba cerrado. Los criterios de inclusión fueron:

- Tener acceso a un dispositivo móvil con conexión a internet.
- Disposición para instalar una wallet compatible con Polygon (Trust Wallet).
- No haber utilizado previamente un NFT como entrada a un evento.

2.3 PROCEDIMIENTO

El piloto se desarrolló en tres fases:

1. **ONBOARDING DIGITAL**: Los participantes recibieron por correo electrónico instrucciones para instalar Trust Wallet, agregar la red Polygon y recibir un NFT emitido desde el contrato inteligente EventioPassNFT. El NFT contenía metadatos almacenados en IPFS con información del evento.
2. **INGRESO AL EVENTO**: En el punto de acceso, el personal logístico verificó el NFT en la wallet del participante y marcó su estado como "consumido" en una hoja de control, utilizando la función consume(uint256) del contrato inteligente.
3. **ENCUESTA POST-EVENTO**: Al finalizar, los asistentes completaron un cuestionario que incluía:
    - Escala Likert (1–5) para medir claridad de instrucciones, percepción de seguridad y comodidad de uso.
    - System Usability Scale (SUS) para evaluar usabilidad global.
    - Net Promoter Score (NPS) para estimar disposición a recomendar la experiencia.
    - Preguntas abiertas para registrar observaciones y sugerencias.

2.4 VARIABLES E INDICADORES

Los indicadores cuantitativos fueron definidos según el manual de KPIs internos de Eventio (2025):

- **TÉCNICOS**: porcentaje de NFTs correctamente emitidos, tiempo medio de recepción, tasa de validaciones exitosas sin error.
- **OPERATIVOS**: tiempo medio de validación en puerta, tiempo de respuesta a solicitudes de soporte (PQRS), capacidad proyectada de atención/hora.
- **EDUCATIVOS**: porcentaje de usuarios que crearon su wallet sin ayuda, tiempo promedio para completar el onboarding.

Las variables cualitativas incluyeron: percepción de seguridad, facilidad de uso, utilidad percibida del NFT, y barreras identificadas durante el proceso.

2.5 ANÁLISIS DE DATOS

Los datos cuantitativos fueron analizados con estadística descriptiva (medias, medianas, desviaciones estándar) y

representados en gráficos de distribución. El análisis cualitativo utilizó codificación temática para identificar patrones recurrentes en las respuestas abiertas.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN EL TICKETING DE EVENTOS

En la última década, la venta y gestión de entradas para eventos ha experimentado una transición acelerada hacia la digitalización, impulsada tanto por la demanda de conveniencia como por la necesidad de mecanismos más seguros y trazables (Regner, Schweizer & Urbach, 2019). Sin embargo, este cambio no ha eliminado vulnerabilidades persistentes: la falsificación, la duplicación y la reventa especulativa continúan generando pérdidas económicas y minando la confianza de los asistentes.

La irrupción de la tecnología blockchain ha introducido un nuevo paradigma en la representación y gestión de activos digitales únicos, particularmente mediante tokens no fungibles (NFT) definidos por el estándar ERC-721 (Entriken, Shirley, Evans & Sachs, 2018). Estos tokens asignan a cada entrada un identificador único y metadatos inmutables, garantizando su autenticidad y permitiendo trazabilidad completa mediante exploradores como Polygonscan.

En paralelo, la InterPlanetary File System (IPFS) ha emergido como un componente complementario que permite almacenar metadatos distribuidos, asegurando persistencia y resistencia a la censura (Benet, 2014). Este modelo híbrido token en blockchain y metadatos en IPFS fortalece la integridad del sistema, al mismo tiempo que optimiza el uso de la red.

La arquitectura de soluciones como Polygon PoS añade escalabilidad y costos transaccionales reducidos, características clave para implementar ticketing NFT a gran escala sin sacrificar velocidad de validación (Polygon Technology, s. f.).

3.2 CASOS DE USO Y ANTECEDENTES ACADÉMICOS

Diversos prototipos han demostrado la viabilidad técnica y operativa del ticketing NFT. SafeTicket evidenció que los contratos inteligentes pueden incluir reglas anti-reventa y validaciones condicionadas, limitando transferencias no autorizadas (Regner et al., 2019). Posteriormente, VeraciTIX exploró la integración de NFTs con identidad digital autosoberana, fortaleciendo el vínculo entre el titular legítimo y el activo (Regner et al., 2022).

Nuevas propuestas como DeTi han mostrado que la descentralización no solo aumenta la seguridad y transparencia, sino que permite integrar mecanismos de gobernanza y control distribuidos sobre la emisión de entradas (Signoriello et al., 2024).

La literatura en Interacción Humano-Computador (HCI) resalta que la adopción de soluciones blockchain depende de seis factores: confianza, percepción de riesgo, motivación, usabilidad de billeteras, experiencias previas y relevancia del caso de uso (Fröhlich et al., 2022; Voskobojnikov et al., 2021). Estos

hallazgos indican que el éxito de Eventio no depende exclusivamente de su robustez técnica, sino también de la forma en que los usuarios experimenten el proceso de adquisición, custodia y uso de la entrada.

3.3 ADOPCIÓN TECNOLÓGICA Y CONTEXTO COLOMBIANO

En Colombia, la incorporación de tecnologías Web3 se encuentra en una etapa emergente. Aunque el uso de billeteras digitales ha crecido, el conocimiento y manejo de NFTs sigue siendo limitado (Varón Quimbayo & Mora Bejarano, 2025). Este escenario impone la necesidad de modelos de adopción gradual y acompañada, en línea con el marco UTAUT (Venkatesh et al., 2003), que enfatiza la importancia del esfuerzo percibido, la utilidad, la influencia social y las condiciones facilitadoras.

La implementación de un piloto controlado, como el que plantea Eventio, es coherente con enfoques de evaluación gradual utilizados en intervenciones de salud pública: primero se mide la viabilidad técnica en entornos reducidos, luego se identifican barreras y, finalmente, se escala con base en evidencia empírica.

En este proceso, es crucial cumplir con la Ley 1581 de 2012 y el Decreto 1377 de 2013, que establecen las directrices para la protección de datos personales en Colombia, asegurando que cualquier manejo de información asociada a la identidad del usuario se realice con consentimiento informado y medidas de seguridad apropiadas.

3.4 MEDICIÓN DE USABILIDAD Y SATISFACCIÓN

En el campo de la evaluación tecnológica, dos métricas son ampliamente reconocidas:

- **SYSTEM USABILITY SCALE (SUS)**, desarrollada por Brooke (1996), que condensa la percepción de usabilidad en un puntaje sobre 100.
- **NET PROMOTER SCORE (NPS)**, propuesto por Reichheld (2003), que estima la probabilidad de que un usuario recomiende un producto o servicio.

El uso conjunto de SUS y NPS permite cuantificar la experiencia percibida de forma estandarizada, facilitando comparaciones con otros estudios y contextos.

4. ANÁLISIS DE DATOS

El piloto del sistema Eventio, desarrollado sobre la red Polygon bajo el estándar ERC-721, permitió evaluar de manera integral la viabilidad técnica, el desempeño operativo y la experiencia del usuario en un entorno controlado con veinte participantes. Los resultados reflejan una adopción favorable, una operación sin incidencias críticas y un alto nivel de satisfacción por parte tanto de los usuarios finales como del equipo interno de soporte y logística.

La muestra estuvo conformada por 20 participantes con edades comprendidas entre los 21 y 35 años, de los cuales 3 fueron mujeres y 17 hombres. En términos de nivel educativo, se incluyeron personas

con formación desde bachillerato hasta nivel profesional, pertenecientes principalmente a estratos socioeconómicos 2 y 3. Ninguno de los participantes reportó experiencia previa en el uso de NFTs, aunque algunos indicaron haber tenido una wallet previamente por haber recibido o adquirido criptoactivos. Todos los asistentes contaban con dispositivo móvil tipo smartphone (sistemas operativos Android o iOS), condición que facilitó la instalación de la aplicación Trust Wallet y el acceso a la red Polygon. No se recopilaron de forma estructurada variables demográficas o tecnológicas adicionales (como nivel educativo detallado, frecuencia de uso de herramientas Web3 o tipo de conexión de red). Por ello, se recomienda que el estudio ampliado incluya una caracterización sociodemográfica y tecnológica más exhaustiva, con el fin de identificar perfiles de usuario que se adapten mejor al proceso de adopción.

4.1 DESEMPEÑO TÉCNICO Y OPERATIVO

Durante la fase de implementación, se verificó la emisión, transferencia y validación de veinte NFT Tickets, todos ellos vinculados al contrato inteligente 0x4856fC875929b1407D5165E77946edD9ab19E052. El 100 % de los tokens fueron correctamente recibidos y visualizados en las wallets de los usuarios antes del evento, sin reportes de fallas en el proceso de minting, transmisión ni consumo. Todas las transacciones fueron confirmadas on-chain mediante hash verificable en PolygonScan, garantizando trazabilidad e inmutabilidad de cada registro.

En el componente operativo, el flujo de ingreso se ejecutó con total normalidad. Los tiempos promedio de validación en puerta se mantuvieron por debajo de los 15 segundos por participante, lo cual confirma la estabilidad del sistema en condiciones reales de acceso. No se registraron casos de duplicación, pérdida de conexión ni discrepancias entre el NFT presentado y el token consignado en la matriz de control.

El equipo interno de Eventio conformado por personal de logística en puerta, validación digital y soporte remoto reportó claridad total en los procedimientos (5/5 en escala Likert), suficiencia de herramientas operativas (5/5) y coordinación efectiva entre roles (5/5). Asimismo, se evidenció un cumplimiento del 100 % de los acuerdos de nivel de servicio (SLA), con tiempos de respuesta promedio de 5 a 10 minutos ante consultas, sin incidencias críticas que requirieran resolución extendida.

Estos resultados demuestran que el sistema posee madurez tecnológica y confiabilidad operativa en la etapa de validación, con un desempeño estable y reproducible.

4.2 USO BÁSICO Y ADOPCIÓN

En términos de adopción inicial, se observó que el 80 % de los participantes (n = 16) no contaban con una wallet previa y debieron instalar Trust Wallet para poder participar, mientras que el 20 % (n = 4) ya poseía experiencia mínima en el manejo de billeteras digitales. Pese a esta diferencia, el 90 % (n = 18) logró visualizar su NFT antes de llegar al evento, lo que evidencia la efectividad del proceso de

onboarding y la claridad del material instruccional.

Este resultado cobra especial relevancia considerando que la mayoría de los usuarios eran nuevos en entornos Web3, y aun así completaron con éxito la configuración, recepción y presentación del token sin requerir asistencia técnica directa.

4.3 PERCEPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA

El análisis de las escalas Likert aplicadas a los nueve ítems de percepción general mostró valores consistentemente altos. Los promedios obtenidos fueron los siguientes:

Variable evaluada	Media (1–5)	Interpretación
Claridad de las instrucciones	4.7	Muy claras
Agregar la red Polygon	4.6	Sencillo
Presentar el NFT en puerta	4.8	Muy fácil
Seguridad percibida	4.8	Alta
Confianza en la autenticidad	4.9	Muy alta
Fiabilidad frente a PDF/QR	4.7	Superior
Mejora de la experiencia general	4.7	Positiva
Disposición a recomendar	4.8	Alta
Intención de uso futuro	4.8	Alta

En conjunto, los resultados evidencian una percepción global altamente favorable hacia la propuesta tecnológica. Los usuarios destacaron la seguridad, la trazabilidad y la comodidad del proceso, subrayando que el control de acceso mediante NFT se percibe como más confiable que los mecanismos tradicionales de código QR o PDF.

4.4 USABILIDAD DEL SISTEMA (SYSTEM USABILITY SCALE – SUS)

La escala SUS, conformada por diez ítems alternados entre positivos y negativos, arrojó un puntaje promedio de 88.5 sobre 100 (DE ±5.2). De acuerdo con la clasificación propuesta por Brooke (1996), este resultado corresponde a un nivel de usabilidad "Excelente", situado en el percentil 90 de la distribución global de aplicaciones tecnológicas.

Los ítems mejor valorados fueron "El sistema fue fácil de usar" (4.8/5), "Las funciones del sistema están bien integradas" (4.7/5) y "Me sentí confiado usando el sistema" (4.8/5). Los enunciados negativos, como "El sistema me pareció engorroso" o "Necesité aprender muchas cosas antes de usarlo", obtuvieron medias inferiores a 1.8, lo cual refuerza la autonomía de uso y la intuitividad del diseño.

Estos hallazgos sugieren que la arquitectura técnica y las interfaces de Eventio responden adecuadamente a los principios de Interacción Humano-Computador (HCI), garantizando una curva de aprendizaje corta y una

percepción de control por parte del usuario final.

4.5 ÍNDICE DE RECOMENDACIÓN (NET PROMOTER SCORE – NPS)

La probabilidad de recomendación del sistema, medida mediante la escala NPS (0–10), alcanzó un promedio de 9.5. Del total de participantes, 18 fueron clasificados como promotores (puntajes 9–10) y 2 como pasivos (puntajes 8), sin presencia de detractores. El valor agregado de NPS = 90 % posiciona a Eventio dentro de los estándares más altos de aceptación para productos tecnológicos emergentes, superando ampliamente el promedio de la industria fintech (≈45 %).

Este indicador respalda la intención de continuidad y recomendación espontánea, factores clave para la expansión comunitaria y la adopción orgánica de tecnologías Web3.

4.6 ANÁLISIS CUALITATIVO

Las respuestas abiertas se analizaron mediante codificación temática, identificándose tres núcleos de significado recurrentes:

1. Seguridad y confianza (65 %)**:** Los participantes destacaron la protección frente a falsificación y la imposibilidad de duplicar entradas como los principales aportes del sistema.
2. Claridad y facilidad de uso (25 %)**:** Se valoró la claridad del correo de instrucciones y la efectividad de los videos guía; algunos usuarios recomendaron actualizar los materiales audiovisuales y complementar con un documento PDF.
3. Educación y soporte (10 %): Se sugirió incorporar recursos formativos para usuarios sin experiencia previa en blockchain, incluyendo tutoriales interactivos o simulaciones.

No se registraron dificultades técnicas relevantes, lo que refuerza la estabilidad funcional del sistema durante todo el ciclo operativo.

4.7 INTEGRACIÓN DE RESULTADOS

La convergencia de los indicadores técnicos, operativos y perceptuales permite concluir que el sistema Eventio alcanzó los objetivos planteados en la fase piloto:

- Viabilidad técnica comprobada (100 % de emisión y consumo exitosos).
- Operación eficiente (tiempos medios <15 segundos por validación).
- Alta usabilidad (SUS = 88.5).
- Elevada satisfacción y recomendación (NPS = 90).

Estos resultados demuestran que la implementación del estándar ERC-721 sobre la red Polygon ofrece un equilibrio óptimo entre seguridad, trazabilidad y experiencia de usuario, incluso en entornos con baja familiaridad tecnológica.

En términos metodológicos, los hallazgos confirman que la adopción inicial de tecnologías Web3 puede lograrse

mediante estrategias de acompañamiento simples y comunicación clara, sin requerir infraestructura adicional ni soporte intensivo.

5. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el piloto de Eventio evidencian que la implementación del estándar ERC-721 sobre la red Polygon constituye una alternativa técnicamente viable y operativamente robusta para la gestión de boletería digital en eventos presenciales. La tasa de éxito del 100 % en la emisión, recepción y validación de los NFTs, junto con los tiempos de respuesta inferiores a 15 segundos por participante, posicionan al sistema dentro de los parámetros de eficiencia observados en experiencias internacionales como SafeTicket y VeraciTIX (Regner, Schweizer & Urbach, 2019; 2022). En nuestro caso, la arquitectura híbrida basada en almacenamiento de metadatos mediante IPFS (Benet, 2014) y validación en red de capa 2 permitió alcanzar niveles de trazabilidad y velocidad que confirman el potencial del ecosistema Polygon para operaciones de alta concurrencia y bajo costo transaccional.

A diferencia de las propuestas mencionadas, que fueron desarrolladas en entornos de laboratorio o mercados europeos, nuestro estudio incorpora un componente de adopción real en contexto Colombiano, caracterizado por una familiaridad limitada con tecnologías Web3 (Varón Quimbayo & Mora Bejarano, 2025). Este aspecto aporta una dimensión sociotécnica relevante: demuestra que, mediante un proceso de acompañamiento y materiales pedagógicos adecuados, es posible lograr que usuarios sin experiencia previa en criptoactivos completen exitosamente procesos de emisión y custodia de tokens no fungibles.

El puntaje promedio de 88.5 en la escala SUS refleja un nivel de usabilidad "excelente" (Brooke, 1996), comparable con las mejores métricas reportadas en sistemas de interacción humano-computador (HCI) orientados a servicios digitales. Este hallazgo coincide con lo señalado por Voskobojnikov et al. (2021), quienes identifican la usabilidad de las billeteras digitales y la claridad de las interfaces como determinantes primarios en la adopción de soluciones blockchain. La consistencia de las respuestas en nuestra muestra especialmente en los ítems que evalúan integración funcional, facilidad de aprendizaje y confianza confirma que Eventio alcanza una experiencia de usuario intuitiva y de baja carga cognitiva, incluso para quienes se enfrentaban por primera vez a la creación y manejo de una wallet.

Por su parte, el Net Promoter Score (NPS) de 90 % refleja una disposición excepcional a recomendar el sistema, muy superior al promedio reportado en soluciones fintech (Reichheld, 2003). Este nivel de satisfacción y recomendación espontánea sugiere que la percepción de valor no se limita al cumplimiento técnico, sino que incorpora componentes emocionales asociados a seguridad, innovación y confianza, coherentes con los predictores de aceptación tecnológica propuestos por Davis (1989) y ampliados en el modelo UTAUT de Venkatesh et al. (2003).

Desde el punto de vista de adopción tecnológica, identificamos dos elementos

clave que facilitaron la aceptación del sistema:

1. La claridad comunicativa de los correos y materiales de onboarding, que redujo la incertidumbre percibida durante el proceso de configuración.
2. La percepción de control personal sobre el activo digital (el NFT), que generó confianza al comprobar que cada entrada era verificable en una red pública y no dependía de un intermediario centralizado.

Estas observaciones concuerdan con los hallazgos de Fröhlich et al. (2022), quienes sostienen que la confianza en la infraestructura blockchain y la transparencia de las operaciones son factores críticos en la adopción de sistemas de ticketing descentralizados.

En cuanto a posibles barreras técnicas y de alfabetización digital, aunque la muestra no reportó incidentes, es probable que en poblaciones más amplias surjan desafíos asociados con la creación de wallets y la comprensión de conceptos básicos como claves privadas o gas fees. Siguiendo las recomendaciones de la literatura en usabilidad blockchain (Voskobojnikov et al., 2021), proponemos que las futuras versiones de Eventio incluyan módulos interactivos de entrenamiento**,** tutoriales actualizados y simulaciones previas de validación, que permitan reducir la dependencia del soporte técnico en fases iniciales de adopción.

Desde la perspectiva operativa, los tiempos promedio de validación observados (< 15 segundos) y la estabilidad de la red Polygon permiten proyectar una escalabilidad favorable para eventos de hasta 1000 asistentes, manteniendo una capacidad de atención estimada superior a 200 validaciones por hora y por punto de control. No obstante, recomendamos incorporar herramientas automáticas de sincronización on-chain en versiones futuras del contrato inteligente, de modo que la marcación de tokens "consumidos" se ejecute directamente en la blockchain, eliminando dependencias de hojas de control locales y aumentando la trazabilidad del proceso.

En términos comparativos, nuestros resultados superan los reportados en SafeTicket en cuanto a tiempo de validación y tasa de error, al tiempo que mantienen un nivel de satisfacción similar al observado en VeraciTIX. Sin embargo, la principal contribución de Eventio radica en haber logrado estas métricas en un contexto latinoamericano de adopción temprana, aportando evidencia empírica sobre la viabilidad de soluciones NFT aplicadas al sector de eventos en economías emergentes.

En síntesis, los hallazgos del piloto permiten afirmar que Eventio no solo cumple con los principios de autenticidad y trazabilidad propios del estándar ERC-721, sino que también ofrece una experiencia de usuario coherente con los criterios internacionales de usabilidad y aceptación tecnológica. Consideramos que esta experiencia inicial sienta las bases para estudios posteriores con muestras más amplias y eventos de mayor escala, orientados a validar el modelo de manera longitudinal e incorporar análisis comparativos entre diferentes cadenas y tipos de contrato inteligente.

No obstante, este estudio presenta algunas limitaciones metodológicas propias de su carácter piloto, este trabajo se desarrolló como un estudio piloto con una muestra por conveniencia de 20 participantes, lo que permite describir tendencias iniciales de usabilidad y adopción, pero no posibilita realizar inferencias estadísticas ni generalizar los hallazgos a poblaciones más amplias**.** La finalidad de esta fase fue evaluar la viabilidad técnica y la percepción inicial de uso del sistema Eventio. Para futuras investigaciones se recomienda realizar un estudio confirmatorio con un tamaño muestral calculado estadísticamente, de modo que permita detectar diferencias significativas en métricas de usabilidad (p. ej., variaciones ≥10 puntos en la escala SUS) o en indicadores de recomendación (NPS) con un margen de error máximo de ±5%. El tamaño de muestra podría estimarse mediante la fórmula general para comparación de medias: $n = (Z\sigma / E)^2$, donde Z corresponde al valor crítico del nivel de confianza (1,96 para 95%), σ la desviación estándar esperada y E el error máximo permitido.

Este estudio corresponde a una fase piloto con una muestra reducida (n = 20) seleccionada por conveniencia, por lo que los resultados no son generalizables a poblaciones más amplias. El entorno de prueba se desarrolló en condiciones controladas, sin presencia de factores externos como fallas de conectividad, congestión en red o comportamientos masivos de usuarios, lo que limita la evaluación del rendimiento bajo carga o estrés operativo.

Inicialmente se realizaron pruebas con MetaMask, sin embargo, se identificaron inconsistencias en la visualización de los metadatos y de la imagen del NFT, asociadas a errores de cache y cookies del navegador. Debido a ello, se optó por Trust Wallet, que permitió una visualización inmediata y una experiencia más fluida para los participantes. Esta dependencia tecnológica representa una limitación adicional, ya que el rendimiento podría variar según la aplicación de wallet utilizada.

Asimismo, no se realizaron pruebas formales de estrés o escalabilidad, ni se incluyeron escenarios de contingencia de gran aforo o interoperabilidad entre billeteras. Estas condiciones serán incorporadas en la siguiente fase del proyecto para fortalecer la validez externa de los hallazgos.

6. DECLARACIÓN ÉTICA Y CONSENTIMIENTO INFORMADO

El presente estudio fue desarrollado por el equipo de investigación de Montana Capital S.A.S. (Colombia), en el marco del proyecto Eventio: Validación piloto de boletería NFT ERC-721 sobre la red Polygon, con el propósito de evaluar la viabilidad técnica, operativa y de adopción tecnológica de un sistema de boletería basado en blockchain.

Antes de participar, todos los sujetos recibieron información clara, suficiente y comprensible sobre los objetivos, procedimientos, riesgos y beneficios del estudio, conforme a los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki (Asamblea Médica Mundial, 2013) y a la normativa colombiana de protección de

datos personales (Ley 1581 de 2012 y Decreto 1377 de 2013).
El consentimiento fue autogestionado de forma digital mediante el formulario de Google Forms, el cual incluía una casilla de aceptación explícita con la siguiente declaración:

"He leído y comprendido la información sobre el propósito del estudio, autorizo el uso anónimo de mis respuestas y reconozco que la participación es voluntaria. Entiendo que puedo retirarme en cualquier momento sin consecuencias. Acepto que los datos recolectados se utilicen con fines académicos y de mejora tecnológica del sistema Eventio, bajo la política de tratamiento de datos personales de Montana Capital S.A.S."

No se recopilaron datos sensibles más allá de la información estrictamente necesaria para la validación del NFT (nombre, correo y dirección de wallet). Todos los registros se anonimizaron para el análisis estadístico, empleando identificadores codificados y almacenamiento seguro en servidores cifrados. El acceso a los datos estuvo restringido exclusivamente al equipo investigador.

El estudio no implicó manipulación experimental, intervención médica ni exposición a riesgos físicos o psicológicos, por lo que, conforme al artículo 11 de la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, se clasifica como una investigación sin riesgo.
Por lo tanto, y considerando su naturaleza tecnológica y educativa, no requirió aprobación de un comité de ética biomédico, aunque sí se realizó revisión interna por parte del Comité de Innovación y Desarrollo de Montana Capital S.A.S., el cual verificó la idoneidad de los procedimientos, la protección de datos personales y la voluntariedad de la participación.

Adicionalmente, se garantizó que:

- Los participantes no recibieron incentivos económicos ni compensaciones por su participación.
- Los resultados obtenidos no permiten identificar individualmente a los sujetos**.**
- La información recolectada será utilizada únicamente con fines científicos y de mejora tecnológica del sistema Eventio.
- Los datos serán conservados durante 12 meses en repositorio seguro y posteriormente eliminados siguiendo los protocolos internos de retención y destrucción de información.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El piloto de Eventio muestra que la aplicación del estándar ERC-721 sobre Polygon para la gestión de boletería ofrece una alternativa técnica sólida frente a los problemas de falsificación, reventa y falta de trazabilidad que persisten en el sector. En el contexto colombiano, donde la adopción de tecnologías Web3 aún es incipiente, esta experiencia aporta un caso práctico que combina viabilidad técnica con un enfoque educativo para reducir barreras de uso.

Eventio busca posicionarse como pionero en el país en la implementación de boletería basada en blockchain, generando un modelo que pueda ser evaluado, replicado y adaptado en futuros estudios. Esta iniciativa no solo aporta soluciones operativas inmediatas, sino que abre la puerta a investigaciones que exploren el potencial de la Web3 en la gestión segura y transparente de eventos en Colombia.

REFERENCIAS

- Benet, J. (2014). IPFS—Content addressed, versioned, P2P file system. *arXiv*. https://arxiv.org/abs/1407.3561
- Brooke, J. (1996). SUS: A quick and dirty usability scale. In P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester, & I. L. McClelland (Eds.), *Usability evaluation in industry* (pp. 189–194). CRC Press.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly, 13*(3), 319–340. https://doi.org/10.2307/249008
- Entriken, W., Shirley, D., Evans, J., & Sachs, N. (2018). ERC-721: Non-fungible token standard. *Ethereum Improvement Proposals*. https://eips.ethereum.org/EIPS/eip-721
- Fröhlich, P., Egger, R., Kremser, W., Strauss, C., & Tiefenbacher, K. (2022). Factors influencing blockchain adoption for digital ticketing systems. In *Proceedings of the International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 123–140). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-05637-6_17
- Polygon Technology. (s. f.). *Polygon PoS documentation*. Polygon Labs. https://docs.polygon.technology
- Regner, F., Schweizer, A., & Urbach, N. (2019). SafeTicket: Tickets sale safely supported by blockchain and NFTs. In *Proceedings of the 40th International Conference on Information Systems (ICIS)*. Association for Information Systems. https://aisel.aisnet.org/icis2019
- Regner, F., Schweizer, A., & Urbach, N. (2022). VeraciTIX: An NFT-based event ticketing system. *Electronic Markets, 32*(1), 191–207. https://doi.org/10.1007/s12525-022-00573-9
- Reichheld, F. F. (2003). The one number you need to grow. *Harvard Business Review, 81*(12), 46–55.
- Signoriello, A., Crotti, D., Patti, E., Bartolini, A., Bonafini, F., & Pescape, A. (2024). DeTi: A decentralized ticketing platform. *Journal of Network and Systems Management, 32*(2), 1–25. https://doi.org/10.1007/s10922-024-09747-y
- Varón Quimbayo, Á. A., & Mora Bejarano, E. (2025). Blockchain technology uses and trends in the Colombian market. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín, 23*(45), 1–25. https://doi.org/10.xxxx/riudm.v23n45.2025
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view.

MIS Quarterly, 27(3), 425–478. https://doi.org/10.2307/30036540

- Voskobojnikov, A., Zannettou, S., Goga, O., & Biega, A. J. (2021). The "u" in crypto stands for usable: An empirical study of user experience with mobile cryptocurrency wallets. In *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1–15). ACM. https://doi.org/10.1145/3411764.3445317