



Diseño e implementación de una WebApp para la gestión, votación y transparencia en eventos de Freestyle Rap

Joel Gaitán Fernández

Universidad Ean Facultad de Ingeniería

Ingeniería de Sistemas

Bogotá, D.C., Colombia 2025

Diseño e implementación de una WebApp para la gestión, votación y transparencia en eventos de Freestyle Rap

Joel Gaitán Fernández

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:
Ingeniero de Sistemas**

Director: John Jairo Porras Vega

Universidad Ean Facultad de Ingeniería Ingeniería de Sistemas Bogotá, D.C.,

Colombia 2025

Resumen

Las competencias de freestyle rap se han consolidado en Latinoamérica como una industria cultural y profesional. Sin embargo, la gestión de estos eventos, especialmente a nivel local, sigue dependiendo de procesos manuales propensos a errores humanos, demoras y falta de transparencia en las votaciones. Este proyecto de grado abordó dicha problemática mediante el diseño y desarrollo de una aplicación web progresiva (PWA) que digitaliza el ciclo completo del evento: desde la inscripción de participantes hasta la consolidación de resultados en tiempo real. La solución fue construida utilizando una arquitectura basada en Node.js y Express para el backend, MySQL para la gestión de datos y una interfaz mobile-first para organizadores y jueces. La metodología incluyó un análisis de los reglamentos de la Freestyle Rap Federation (FRF) y la validación de un Producto Mínimo Viable (MVP) con actores reales de la escena. Los datos recolectados en la prueba piloto indican una reducción directa en los tiempos de espera entre batallas y aumenta la percepción de confianza en los veredictos, aportando una herramienta tecnológica que profesionaliza la logística del freestyle.

Palabras clave: freestyle rap, votación digital, aplicación web, transparencia, gestión de eventos, ingeniería de software.

Abstract

Freestyle rap competitions have established themselves in Latin America as a cultural and professional industry. However, the management of these events, especially at the local level, continues to rely on manual processes prone to human error, delays, and a lack of transparency in voting. This degree project addressed this problem through the design and development of a progressive web application (PWA) that digitizes the entire event cycle: from participant registration to real-time results consolidation. The solution was built using an architecture based on Node.js and Express for the backend, MySQL for data management, and a *mobile-first* interface for organizers and judges. The methodology included an analysis of the Freestyle Rap Federation (FRF) regulations and the validation of a Minimum Viable Product (MVP) with real stakeholders in the scene. The results demonstrated that digitization significantly reduces waiting times between battles and increases the perception of trust in verdicts, providing a technological tool that professionalizes freestyle logistics.

Keywords: freestyle rap, digital voting, web application, transparency, event management, software engineering.

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción	9
2. Objetivos	9
2.1 Objetivo General.....	9
2.2 Objetivos Específicos.....	9
3. Definición del Problema	10
4. Justificación	11
5. Marco teórico	12
5.1 Evolución y relevancia cultural del freestyle en Latinoamérica	13
5.2 Digitalización de eventos y sistemas de votación.....	15
5.3 Teorías de adopción tecnológica y usabilidad	17
5.4 Ingeniería de software: metodologías ágiles y MVP	19
6. Análisis de Requerimientos.....	21
6.1 Requerimientos Funcionales	21
6.1.1 Gestión de Usuarios y Seguridad.....	21
6.1.2 Gestión de Eventos (Rol Organizador)	22
6.1.3 Inscripción y Participación	22
6.1.4 Módulo de Votación (Rol Juez).....	22
6.2 Historias de Usuario.....	22
Fuente: Elaboración propia.....	24
6.3 Requerimientos No Funcionales y Restricciones	25
7. Análisis de Restricciones	26
8. Metodología	27
8.1 Enfoque y alcance de la investigación	27
8.2 Población y muestra.....	28
Cálculo de la muestra.....	28
8.3 Variables	28
8.3.1 Variable independiente	29
8.3.2 Variables dependientes	29
8.3.3 Variables de control	30
8.4 Fases Metodológicas	30
Fase 1: Análisis, levantamiento de requisitos y diagnóstico.....	31
Fase 2: Diseño y Desarrollo de la Solución (Ingeniería)	31
Fase 3: Pruebas, validación y retroalimentación.....	32
9. Desarrollo de la solución.	32
9.1 Arquitectura del Sistema.....	33
9.2 Stack Tecnológico.....	33
9.3 Modelo de Datos	34
9.4 Diseño de Interfaces (UX/UI).....	36
10. Análisis de Costos del MVP	41

10.1 Costos Directos de Desarrollo (Mano de Obra).....	41
10.2 Costos Indirectos y de Infraestructura (Capital de Trabajo).....	42
10.3 Proyección de Costos Operativos (Despliegue).....	43
10.4 Conclusión Financiera	44
11. Resultados.....	44
11.1 Resultados de la Validación Técnica del MVP.....	44
11.2 Análisis de Percepción de Usuario	45
11.3 Discusión.....	47
12. Conclusiones	48
13. Trabajo Futuro.....	49
14. Referencias.....	51

Lista de Figuras

Figura 1. Diagrama de contexto del sistema (Nivel 1).....	21
Figura 2. Diagrama de casos de uso del sistema de votación.....	24
Figura 3. Diagrama de flujo de las fases metodológicas del proyecto.....	29
Figura 4. Arquitectura de despliegue Cliente-Servidor. Diagrama de Contenedores.....	32
Figura 5. Diagrama Entidad-Relación de la base de datos applazasdb.....	34
Figura 6. Registro de Usuarios	36
Figura 7. Interfaz de Inicio de Sesión.....	36
Figura 8. Panel de control del juez y listado de batallas.....	37
Figura 9. Interfaz de votación en tiempo real por patrón.....	37
Figura 10. Dashboard de gestión del organizador.....	38
Figura 11. Vista de eventos disponibles para el participante.....	39
Figura 12. Distribución de roles de los encuestados en la escena freestyle.....	44
Figura 13. Percepción de los usuarios sobre la demora en los procesos actuales.....	44
Figura 14. Beneficios percibidos de la implementación de la App.....	45
Figura 15. Intención de uso de la herramienta tecnológica.....	45

Lista de Tablas

Tabla 1. Historias de Usuario y Criterios de Aceptación del MVP.....	23
Tabla 2. Presupuesto de Mano de Obra (Estimación de Ingeniería).....	40
Tabla 3. Costos de Infraestructura y Licenciamiento.....	41
Tabla 4. Costos Operativos Mensuales (Proyección).....	42

Diseño e implementación de una WebApp para la gestión, votación y transparencia en eventos de Freestyle Rap

1. Introducción

Las competencias de freestyle rap en Latinoamérica se han consolidado como una industria cultural y profesional, movilizando a miles de jóvenes en circuitos que van desde parques locales hasta estadios. Sin embargo, la gestión logística de estos eventos no ha evolucionado a la par de su impacto mediático, presentando desafíos operativos que limitan su profesionalización. El presente trabajo de grado aborda esta brecha tecnológica mediante el diseño de una solución digital. A lo largo del documento, se estructura la investigación de la siguiente manera: inicialmente, la Definición del Problema y la Justificación exponen la necesidad crítica de transparencia y eficiencia. Posteriormente, el Marco de Referencia fundamenta teóricamente la propuesta bajo lineamientos de ingeniería de software y estudios culturales. Finalmente, se detalla la Metodología aplicada, el Desarrollo de la Solución (MVP) y el análisis de los resultados obtenidos tras la validación con la comunidad.

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Diseñar e implementar una aplicación web que optimice los procesos de inscripción, gestión y votación en eventos de freestyle rap, mejorando la eficiencia operativa y la transparencia de los resultados mediante la automatización del cálculo de puntajes y la centralización de la información.

2.2 Objetivos Específicos

- Analizar los reglamentos y normativas de competición actuales (como FRF) y las necesidades de los actores involucrados (jueces, organizadores, MCs) para definir los requerimientos funcionales del sistema.

- Diseñar la arquitectura de software y el modelo de base de datos relacional necesarios para soportar la gestión de roles, eventos y votaciones en tiempo real.
- Desarrollar un Producto Mínimo Viable (MVP) utilizando tecnologías web (Node.js, MySQL) que permita la creación de eventos, inscripción de participantes y votación digital.
- Validar la funcionalidad y usabilidad de la solución tecnológica mediante pruebas con usuarios y escenarios simulados de competencia para verificar la reducción de errores y tiempos de gestión.

3. Definición del Problema

Las competencias de freestyle rap en Latinoamérica han experimentado una consolidación significativa como industria cultural y profesional, abarcando desde eventos locales hasta circuitos de alto nivel. No obstante, existe una marcada brecha tecnológica en la gestión logística de estos eventos, especialmente en el ámbito local y regional, donde la organización continúa dependiendo de procesos manuales basados en papel y lápiz tanto para el registro de participantes como para la evaluación de las batallas.

Esta precariedad tecnológica desencadena múltiples problemáticas operativas. En primer lugar, genera retrasos sustanciales en la consolidación de resultados, obligando a los organizadores a sumar calificaciones manualmente y resolver empates sobre la marcha, lo que interrumpe la continuidad del evento. Diagnósticos realizados con actores de la escena evidencian que el 73% de los usuarios percibe demoras logísticas superiores a 15 minutos debido a estos métodos tradicionales.

En segundo lugar, el conteo manual es propenso a errores aritméticos que pueden alterar la clasificación final, lo que conlleva a una percepción de falta de transparencia. Al no existir un registro digital histórico ni auditado de las votaciones, se erosiona la credibilidad de los jueces y organizadores frente a los competidores y el público. Adicionalmente, se

identifica una desconexión entre los criterios de evaluación estandarizados por organismos como la *Freestyle Rap Federation* (FRF) y su aplicación real en torneos locales, donde la falta de herramientas impide asegurar la consistencia y profesionalización de los fallos.

Ante este escenario, la presente investigación plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo optimizar la gestión logística y la transparencia en la votación de eventos de freestyle rap mediante el diseño e implementación de una solución tecnológica web que automatice el cálculo de puntajes y centralice la información?

Para responder a este interrogante, el documento se estructura de la siguiente manera: inicialmente se presenta el marco de referencia que fundamenta teóricamente la digitalización de eventos y la normativa del freestyle; seguido por la metodología de tipo aplicada con enfoque mixto utilizada para el diagnóstico; posteriormente, se detalla el análisis de requerimientos y el diseño de la solución tecnológica bajo una arquitectura cliente-servidor; y finalmente, se exponen los resultados de la validación del Producto Mínimo Viable (MVP) junto con las conclusiones y trabajos futuros.

4. Justificación

La justificación de este proyecto se enmarca en la relevancia social, cultural y técnica del freestyle rap contemporáneo. Por un lado, distintas investigaciones destacan que estas competencias operan como espacios de expresión juvenil, construcción de identidad y proyectos de vida para los participantes. En el contexto colombiano y latinoamericano, el crecimiento de la escena ha generado circuitos competitivos cada vez más exigentes, donde se espera que los resultados sean coherentes, verificables y acordes con estándares profesionales.

No obstante, la dependencia de métodos manuales para la inscripción, la puntuación y la consolidación de resultados provoca demoras, errores humanos y percepciones de injusticia

que erosionan la confianza de competidores y público. Frente a ello, la transformación digital de eventos y sistemas de votación ofrece referentes claros sobre cómo mejorar la integridad, autenticidad y trazabilidad de los procesos evaluativos. Adaptar estos principios al freestyle rap permite responder a la demanda de transparencia sin perder la naturaleza dinámica y subjetiva propia de la disciplina.

Desde la Ingeniería de Sistemas, el proyecto se justifica como una oportunidad de aplicar arquitecturas web modernas, metodologías ágiles y la filosofía de Producto Mínimo Viable (MVP) para resolver un problema concreto de la cultura urbana. La construcción de una aplicación web progresiva (PWA), soportada por una arquitectura cliente-servidor y una base de datos relacional, no solo reduce tiempos de consolidación y elimina errores de cálculo, sino que también centraliza la información y facilita la auditoría de las votaciones.

Finalmente, la validación del MVP con actores reales de la escena demuestra que la digitalización impacta positivamente la logística de los eventos: se reducen los tiempos de espera entre batallas, aumenta la percepción de confianza en los veredictos y se evidencian altas tasas de intención de uso de la herramienta. De este modo, el proyecto aporta tanto a la profesionalización del freestyle como al campo de la ingeniería de software aplicada a contextos culturales alternativos.

5. Marco teórico

El desarrollo de una solución tecnológica para la gestión de eventos de freestyle rap requiere articular aportes conceptuales provenientes tanto de las ciencias sociales como de la ingeniería de software. Por un lado, el freestyle se ha consolidado como una manifestación cultural con dinámicas propias de participación, profesionalización y construcción de identidad juvenil en distintas ciudades de Latinoamérica (Buitrago Alfonso, 2020; Díaz & Seminara, 2023; Labartete, 2021; Pérez González & López de Prado, 2021). Por otro lado, la digitalización de procesos, la adopción de sistemas de votación electrónica y las

metodologías de desarrollo ágil aportan marcos para diseñar soluciones tecnológicas que sean técnicamente viables, socialmente aceptadas y sostenibles en el tiempo.

En este proyecto, el marco teórico se organiza en cuatro ejes: (1) evolución y relevancia cultural del freestyle en Latinoamérica, que justifica la pertinencia de abordar esta escena desde una perspectiva tecnológica; (2) digitalización de eventos y sistemas de votación, que permite comprender las oportunidades y riesgos de trasladar procesos evaluativos a entornos digitales; (3) teorías de adopción tecnológica y usabilidad, que orientan el diseño centrado en el usuario y la aceptación de la solución; y (4) ingeniería de software, metodologías ágiles y MVP, que fundamentan la estrategia de construcción incremental de la WebApp propuesta (Highsmith & Cockburn, 2001; Lortie et al., 2024; Ries, 2011; Williams & Cockburn, 2003).

5.1 Evolución y relevancia cultural del freestyle en Latinoamérica

El freestyle rap en español ha pasado de ser un pasatiempo de nicho a constituirse en un fenómeno cultural masivo, con ligas, torneos y circuitos semiprofesionales que movilizan miles de personas de manera presencial y a través de plataformas digitales (Díaz & Seminara, 2023; Labartete, 2021; Pérez González & López de Prado, 2021). Diversos estudios muestran que, en ciudades como Bogotá y Buenos Aires, las batallas de freestyle funcionan como espacios de socialización, construcción de identidad y narración de experiencias de la juventud urbana (Buitrago Alfonso, 2020; Labartete, 2021). Este carácter social y performativo convierte al freestyle en un objeto de estudio legítimo para la ingeniería de sistemas, en tanto demanda herramientas que acompañen su creciente profesionalización.

Desde una perspectiva sociológica, Buitrago Alfonso (2020) analiza el proceso de “ser freestyler” en Bogotá como una forma de proyecto de vida, donde la improvisación deja de ser solo un hobby para convertirse en práctica central del día a día. Este tránsito implica tensiones familiares, económicas y simbólicas, pero también revela la capacidad del freestyle

para articular trayectorias de sentido entre jóvenes que buscan reconocimiento y pertenencia en la ciudad. De manera complementaria, Díaz y Seminara (2023) destacan al freestyle en batallas de rap como herramienta de libre expresión que permite vehicular opiniones, críticas y emociones en un formato competitivo altamente codificado.

En el plano histórico, trabajos como el de Pérez González y López de Prado (2021) reconstruyen el origen y evolución del freestyle hispano, mostrando cómo se pasó de reuniones informales en plazas y parques a formatos de alta exposición mediática, como Red Bull Batalla y otras ligas profesionalizadas. Labartete (2021) profundiza en la escena porteña, describiendo cómo se reconfiguran los circuitos, reglas y estéticas del freestyle a medida que aparecen nuevos actores (marcas, medios, plataformas de streaming) que impulsan su expansión. Estos hallazgos evidencian que el freestyle no solo es entretenimiento, sino también una práctica cultural con dinámicas económicas y organizativas crecientes.

En cuanto al lenguaje, Pasuy Guerrero et al. (2024) estudian las estrategias de (des)cortesía en el freestyle, analizando cómo los MCs negocian la imagen propia y del contrario mediante recursos lingüísticos que combinan agresividad ritualizada y creatividad verbal. El análisis de más de 700 versos muestra la existencia de patrones discursivos, estructuras de réplica y códigos compartidos entre los participantes. Esta dimensión comunicativa refuerza la idea de que las competencias de freestyle son procesos altamente estructurados, aunque parezcan espontáneos, y que por tanto la gestión de inscripciones, enfrentamientos y votaciones puede beneficiarse de sistemas más formales y trazables.

En síntesis, la literatura revisada coincide en que el freestyle en Latinoamérica es hoy un fenómeno cultural relevante, complejo y dinámico (Buitrago Alfonso, 2020; Díaz & Seminara, 2023; Labartete, 2021; Pasuy Guerrero et al., 2024; Pérez González & López de Prado, 2021). Este contexto justifica la pertinencia de una propuesta tecnológica que

contribuya a ordenar y transparentar procesos clave de las competencias, como la inscripción y la evaluación sin desnaturalizar la esencia artística y comunitaria del movimiento.

5.2 Digitalización de eventos y sistemas de votación

La transformación digital ha impactado de manera significativa la organización de eventos culturales y deportivos. Durante la pandemia de COVID-19, por ejemplo, numerosos festivales y conciertos migraron a formatos en línea, apoyándose en plataformas de transmisión y redes sociales para mantener el vínculo con sus audiencias (Castro-Martínez et al., 2020). Estos autores muestran cómo los “festivales online” en España integraron estrategias de comunicación digital, interacción en tiempo real y contenidos especiales para sostener el interés de los espectadores a pesar de la distancia física. Más allá del contexto sanitario, este tipo de experiencias apuntan a un patrón más amplio: la digitalización permite ampliar el alcance, mejorar la logística y diversificar las formas de participación en los eventos culturales.

En el ámbito cultural latinoamericano, Betanzos Torres y Márquez Roa (2022) señalan que la digitalización cultural ha avanzado de manera desigual, condicionada por factores económicos, infraestructurales y educativos. Si bien las tecnologías digitales abren oportunidades de acceso y difusión para prácticas artísticas, su adopción suele estar atravesada por brechas de conectividad, dispositivos y habilidades digitales. Para este proyecto, esto implica reconocer que una WebApp de freestyle se inserta en un contexto donde algunos usuarios pueden contar con equipos y conexión permanente, mientras otros dependen de datos móviles limitados o dispositivos compartidos. De aquí se deriva la necesidad de diseñar una solución ligera, adaptable y usable en distintos escenarios.

En el campo deportivo, More y Birmule (2025) muestran cómo la incorporación de tecnologías en la programación y gestión de torneos mejora la eficiencia, reduce errores y permite tomar decisiones basadas en datos. La automatización de emparejamientos, la gestión

de calendarios y el registro estructurado de resultados generan beneficios tanto para organizadores como para participantes, al minimizar tareas manuales propensas a fallos. Este razonamiento es transferible a las competencias de freestyle: una plataforma que centralice inscripciones, brackets y resultados puede reducir la carga operativa de organizadores y disminuir conflictos asociados a errores humanos en la asignación de batallas o el conteo de puntos.

La digitalización también alcanza el ámbito de los sistemas de votación. Schmidt-Peralta y Gutiérrez-Alfaro (2016) describen el desarrollo de un prototipo de voto electrónico para Costa Rica, enfatizando la importancia de garantizar la autenticidad, integridad y confidencialidad del voto. Aunque su contexto es electoral, los principios de diseño que proponen (como el registro único de votos, el cifrado y la verificabilidad del proceso) son aplicables a cualquier entorno donde la legitimidad del resultado dependa de la confianza de los participantes.

Sin embargo, la literatura también advierte sobre riesgos asociados a los sistemas de votación electrónica. Viollier y Riveros (2018) analizan el voto electrónico en Chile desde perspectivas técnica, jurídica y política, concluyendo que muchos sistemas no cumplen garantías mínimas de transparencia y auditabilidad. Hernández Trejo (2019) complementa esta discusión al revisar la relación entre voto electrónico y modelos de democracia electrónica, insistiendo en que la tecnología debe fortalecer, y no debilitar, la confianza ciudadana. En la misma línea, Téllez Valdés (2010) subraya la necesidad de mecanismos de verificación independientes y auditorías robustas para evitar que la complejidad técnica opaque el control social del proceso.

En los últimos años, se ha explorado el uso de blockchain como soporte para sistemas de voto electrónico, destacando propiedades como la inmutabilidad y trazabilidad de los registros (Hajian Berenjestanaki et al., 2023). Si bien el proyecto de WebApp para freestyle

no implementa directamente una arquitectura blockchain, estos avances conceptuales refuerzan la idea de que la tecnología puede diseñarse para dejar un rastro verificable del proceso de votación, lo que resulta especialmente valioso en un entorno competitivo donde los resultados pueden ser cuestionados por parte de competidores o público.

En este contexto, la propuesta tecnológica se plantea como un sistema que digitaliza la inscripción y la votación en competencias de freestyle, incorporando principios de claridad, trazabilidad y auditabilidad discutidos por la literatura de voto electrónico (Hernández Trejo, 2019; Schmidt-Peralta & Gutiérrez-Alfaro, 2016; Téllez Valdés, 2010; Viollier & Riveros, 2018). El objetivo no es replicar la complejidad de un sistema electoral nacional, sino adaptar dichos principios a un ámbito cultural y deportivo donde la legitimidad de los resultados es igualmente crítica para la aceptación de la comunidad.

5.3 Teorías de adopción tecnológica y usabilidad

La aceptación de una nueva tecnología por parte de sus usuarios finales es un factor determinante para su éxito o fracaso. El Modelo de Aceptación de la Tecnología (TAM), propuesto por Davis (1989), plantea que la intención de uso de un sistema está influida principalmente por la utilidad percibida y la facilidad de uso percibida. En esencia, los usuarios estarán dispuestos a adoptar una aplicación si consideran que les ayuda a realizar mejor sus tareas y si su manejo no implica un esfuerzo excesivo. Aplicado al contexto del freestyle, esto implica que organizadores, jueces y MCs deben percibir que la WebApp facilita la logística de los eventos y hace más transparente la votación, al tiempo que pueden aprender a usarla rápidamente, incluso en medio de la presión propia de una competencia en vivo.

Venkatesh et al. (2003) amplían esta perspectiva con la Teoría Unificada de Aceptación y Uso de la Tecnología (UTAUT), integrando constructos de varios modelos previos. Además de la utilidad y la facilidad de uso, el UTAUT introduce factores como la

influencia social y las condiciones facilitadoras. En el ecosistema del freestyle, la influencia social puede provenir de organizadores reconocidos, MCs influyentes o ligas con prestigio que legitimen el uso de la plataforma. Por su parte, las condiciones facilitadoras incluyen aspectos como la disponibilidad de dispositivos, conectividad estable y soporte básico para resolver problemas. Considerar estos elementos es crucial para que la WebApp no solo sea técnicamente funcional, sino efectivamente adoptada en la práctica.

La revisión sistemática de Marangunić y Granić (2015) sobre casi tres décadas de estudios basados en TAM muestra que, si bien el modelo es robusto, suele adaptarse y extenderse según el contexto. Entre las variables adicionales reportadas con frecuencia se encuentran la experiencia previa con tecnologías similares, la confianza en el sistema y la actitud general hacia la tecnología. En este proyecto, tales variables son particularmente relevantes: muchos participantes del freestyle pueden estar acostumbrados a usar redes sociales y aplicaciones de mensajería, pero no necesariamente sistemas de votación estructurados. Por ello, la confianza en la integridad del sistema y la claridad de su funcionamiento se vuelven componentes clave de la aceptación.

Complementariamente, la literatura de usabilidad aporta criterios para que la interacción con la WebApp sea efectiva, eficiente y satisfactoria. Nielsen (1994) define la usabilidad a partir de atributos como facilidad de aprendizaje, eficiencia de uso, memorabilidad, baja tasa de errores y satisfacción subjetiva. Estos principios justifican decisiones de diseño orientadas a minimizar clics innecesarios, utilizar lenguaje comprensible para la comunidad freestyle y ofrecer retroalimentación inmediata ante acciones críticas, por ejemplo, al registrar una votación. Norman (2013) añade conceptos como las affordances y el feedback, que ayudan a diseñar interfaces en las que los elementos “sugieren” su uso y donde el sistema informa claramente al usuario sobre las consecuencias de sus acciones.

En el contexto de la WebApp propuesta, este conjunto de teorías implica que las interfaces deben: (a) ser intuitivas para usuarios con distintos niveles de alfabetización digital, (b) presentar flujos de trabajo coherentes con la lógica real de una competencia (registro, emparejamientos, votación, resultados), y (c) reducir al máximo la carga cognitiva de los jueces durante la evaluación en tiempo real. En suma, los modelos de adopción tecnológica (Davis, 1989; Venkatesh et al., 2003; Marangunić & Granić, 2015) y los principios de usabilidad (Nielsen, 1994; Norman, 2013) proporcionan un marco sólido para orientar tanto el diseño como la evaluación de la experiencia de usuario de la solución.

5.4 Ingeniería de software: metodologías ágiles y MVP

El desarrollo de una solución para un dominio emergente como las competencias de freestyle implica un alto grado de incertidumbre respecto a los requisitos y la forma en que los usuarios interactúan con el sistema. Por esta razón, la propuesta se enmarca en metodologías ágiles de desarrollo de software, que ponen énfasis en la flexibilidad, la colaboración con el cliente y la entrega incremental de valor (Highsmith & Cockburn, 2001; Williams & Cockburn, 2003). A diferencia de enfoques tradicionales secuenciales, los métodos ágiles permiten reajustar el producto a partir de la retroalimentación obtenida en cada iteración, lo cual resulta especialmente útil cuando se trabaja con comunidades creativas que pueden redefinir sus necesidades sobre la marcha.

Highsmith y Cockburn (2001) describen el desarrollo ágil como “el negocio de la innovación”, subrayando que la capacidad de adaptación es una ventaja competitiva frente a entornos cambiantes. En el mismo sentido, Williams y Cockburn (2003) destacan que Agile “se trata de feedback y cambio”: ciclos cortos, comunicación constante con los usuarios y revisión continua del software construido. En el marco de este proyecto, estos principios se concretan en sprints que priorizan funcionalidades esenciales (como el registro de usuarios

por rol, la creación de eventos y el módulo de votación) y en espacios de validación temprana con actores del ecosistema freestyle.

El concepto de Producto Mínimo Viable (MVP), articulado en el enfoque Lean Startup (Blank, 2013; Ries, 2011), complementa esta visión. En lugar de intentar construir desde el inicio una plataforma completa con todas las funcionalidades imaginadas, se propone desarrollar un MVP que contenga solo aquellas características imprescindibles para entregar valor y aprender del uso real. Ries (2011) describe el ciclo Construir–Medir–Aprender, en el cual cada versión del producto se utiliza como experimento para validar o refutar hipótesis sobre las necesidades de los usuarios. En este proyecto, el MVP se centra en la digitalización del proceso de inscripción, la organización de batallas y la votación estructurada, dejando para iteraciones futuras la incorporación de módulos más avanzados como analítica de rendimiento o perfiles públicos de los competidores.

Lortie et al. (2024) profundizan en los elementos esenciales de un MVP, indicando que debe cumplir, al menos, tres condiciones: (a) incluir un subconjunto mínimo pero coherente de funcionalidades que materialicen la propuesta de valor; (b) encontrar un canal adecuado para llegar a usuarios reales; y (c) disponer de mecanismos claros de recolección de feedback. En el contexto de la WebApp para freestyle, esto se traduce en diseñar un primer despliegue en eventos concretos (por ejemplo, competencias locales), habilitar el acceso controlado a los diferentes roles (organizadores, jueces, MCs) y combinar observación directa, métricas de uso y encuestas para obtener evidencia sobre la utilidad y usabilidad del sistema.

En resumen, la combinación de metodologías ágiles y la estrategia de MVP permite gestionar la incertidumbre inherente al proyecto, reduciendo el riesgo de invertir recursos en funcionalidades que no aporten valor a la comunidad freestyle. Al mismo tiempo, facilita que el producto final surja como resultado de un diálogo continuo entre la solución tecnológica y

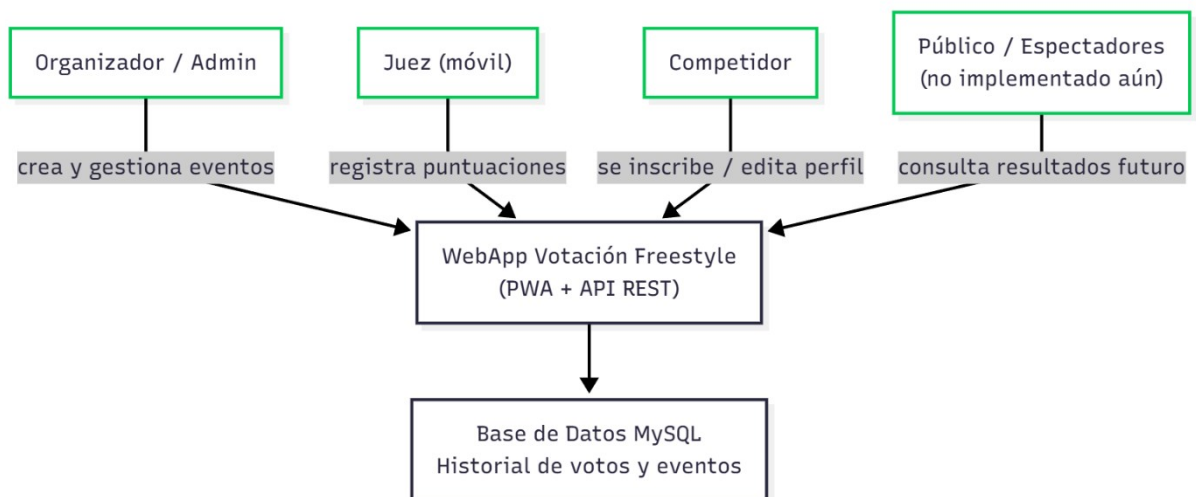
las prácticas reales de los usuarios, alineándose con los principios de iteración, retroalimentación y mejora continua propuestos por Agile y Lean Startup (Highsmith & Cockburn, 2001; Lortie et al., 2024; Ries, 2011; Williams & Cockburn, 2003)

6. Análisis de Requerimientos

Para el desarrollo de la solución tecnológica, se identificaron las necesidades de los diferentes actores (Administrador, Organizador, Juez y Participante) y se tradujeron en requerimientos formales. Este análisis se fundamenta en los roles definidos en el sistema de permisos de la base de datos.

Figura 1

Diagrama de contexto del sistema (Nivel 1)



Fuente: Elaboración propia

6.1 Requerimientos Funcionales

El sistema cubre el ciclo de vida completo del evento mediante los siguientes módulos funcionales:

6.1.1 Gestión de Usuarios y Seguridad

- **RF-01 Autenticación:** El sistema debe permitir el inicio de sesión mediante credenciales (usuario/contraseña) y gestionar sesiones seguras.

- **RF-02 Gestión de Roles:** El sistema debe validar los permisos de acceso según el rol del usuario (Root, Administrador, Juez, Participante, Organizador).

6.1.2 Gestión de Eventos (Rol Organizador)

- **RF-03 Creación de Eventos:** El Organizador debe poder crear eventos especificando nombre, lugar, fecha/hora, modalidad (ej. 1vs1) y cupos disponibles.
- **RF-04 Gestión de Rondas:** El sistema debe permitir la creación de rondas dentro de un evento (ej. Octavos, Cuartos, Final) y definir sus estados.

6.1.3 Inscripción y Participación

- **RF-05 Registro de Participantes:** Los usuarios con rol de Participante deben poder inscribirse en los eventos disponibles hasta completar el cupo.
- **RF-06 Asignación de Batallas:** El Organizador debe poder emparejar a dos participantes (participante_a vs participante_b) en una batalla específica.

6.1.4 Módulo de Votación (Rol Juez)

- **RF-07 Registro de Puntajes:** Los Jueces deben poder calificar cada patrón de los MCs en tiempo real utilizando una escala numérica (decimal).
- **RF-08 Criterios Adicionales:** El sistema debe permitir el ingreso de puntajes extra para variables cualitativas: Flow, Skills y Puesta en Escena.
- **RF-09 Cálculo de Resultados:** El sistema debe sumar automáticamente los puntajes parciales y extras para determinar el total de cada competidor en la batalla.

6.2 Historias de Usuario

En la Tabla 1, se describen las interacciones clave modeladas para el desarrollo del MVP, seguido por la figura 3. Diagrama de Casos de Uso del sistema de votación que representa la interacción de los usuarios con el sistema:

Tabla 1

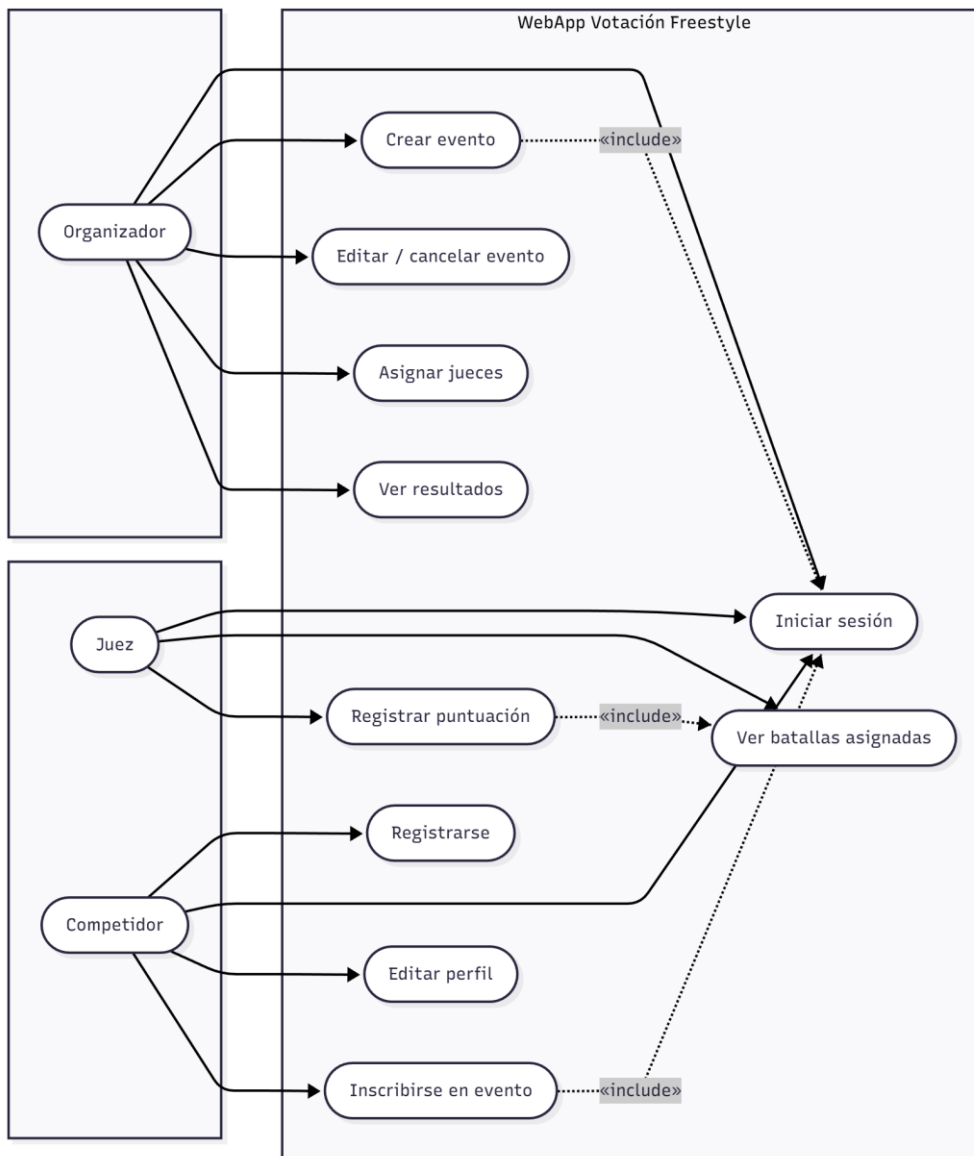
Historias de usuario y criterios de aceptación del MVP

Id	Rol	Historia de Usuario	Criterios de Aceptación
HU-01	Organizador	Como organizador, quiero crear un evento con sus detalles básicos para abrir las inscripciones.	1. El evento se guarda en la base de datos con estado activo. 2. Se visualiza en la lista de eventos disponibles.
HU-02	Participante	Como competidor, quiero inscribirme a un evento desde mi móvil para asegurar mi cupo.	1. El sistema valida que haya cupos disponibles. 2. Se confirma la inscripción exitosa.
HU-03	Juez	Como juez, quiero una interfaz digital para votar cada patrón de la batalla en tiempo real.	1. La interfaz muestra los nombres de los MCs. 2. Permite ingresar valores numéricos por patrón. 3. No permite enviar el formulario si faltan campos.
HU-04	Organizador	Como organizador, quiero ver quién ganó la batalla automáticamente sin sumar manualmente.	1. El sistema muestra el puntaje total de cada MC. 2. Indica claramente al ganador o si hubo réplica.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 2

Diagrama de casos de uso del sistema de votación



Fuente: Elaboración propia

6.3 Requerimientos No Funcionales y Restricciones

- **RNF-01 Usabilidad (Mobile-First):** La interfaz debe ser responsiva y estar optimizada para dispositivos móviles, dado que jueces y participantes interactúan principalmente desde smartphones durante el evento.
- **RNF-02 Rendimiento:** El tiempo de respuesta para el registro de un voto no debe superar los 2 segundos para no interrumpir el flujo de la batalla.

- **Restricción Técnica:** El sistema debe operar bajo una arquitectura web estándar compatible con navegadores modernos (Chrome, Safari), sin requerir instalación de software nativo.
- **Restricción de Conectividad:** Se requiere conexión a internet (Wi-Fi o Datos Móviles) para la sincronización de datos en tiempo real con el servidor.

7. Análisis de Restricciones

Para garantizar la viabilidad del proyecto en un entorno real, se identificaron las siguientes restricciones que delimitan el alcance y la operación de la solución tecnológica:

Restricciones Legales (Habeas Data): Dado que la aplicación recopila información personal (nombres, correos electrónicos y edades) de los participantes, el sistema debe cumplir con la Ley 1581 de 2012 de protección de datos personales en Colombia. Se implementó un checkbox de aceptación de términos y condiciones en el registro, y la base de datos se diseñó para permitir la eliminación de usuarios si estos ejercen su derecho al olvido.

Restricciones Ambientales: El proyecto se alinea con políticas de "Cero Papel". La restricción principal es evitar cualquier proceso que requiera impresión física. La solución sustituye las planillas de votación impresas por formularios digitales, reduciendo la huella de carbono generada por el desperdicio de papel en cada evento.

Restricciones Económicas: El despliegue productivo está restringido por el presupuesto de los organizadores de ligas locales, que suelen ser colectivos sin ánimo de lucro. Por ello, la arquitectura se seleccionó para operar en niveles gratuitos o de bajo costo (Free Tier) de servicios en la nube, evitando costos de licenciamiento privativo al usar tecnologías Open Source (MySQL, Node.js).

Restricciones de Conectividad: A diferencia de un entorno de oficina, los eventos de freestyle ocurren en plazas o parques donde la conexión a internet puede ser inestable. El

sistema está restringido a operar con un bajo consumo de ancho de banda para funcionar con datos móviles 4G básicos.

Restricciones Socioculturales: Existe una resistencia al cambio por parte de jueces acostumbrados al método manual. La interfaz no puede ser compleja; debe replicar la simplicidad de la libreta física para evitar fricción cognitiva durante las batallas rápidas.

8. Metodología

8.1 Enfoque y alcance de la investigación

El proyecto se desarrolló bajo un enfoque mixto de carácter aplicado, combinando elementos cualitativos (revisión documental de normativas FRF, análisis de la práctica del freestyle y modelos teóricos de adopción tecnológica) y cuantitativos (encuestas a actores del ecosistema) para comprender la problemática logística y validar la propuesta de solución tecnológica.

El estudio se define como no experimental y transversal descriptivo, en la medida en que no se manipularon variables deliberadamente, sino que se observó la situación actual de las competencias de freestyle y se describieron las percepciones sobre la inscripción, votación y transparencia en los eventos en un momento único. La información recolectada sirvió como insumo principal para el diseño, desarrollo e implementación de una Aplicación Web Progresiva (PWA) que digitaliza estos procesos, siguiendo los lineamientos de la metodología de la investigación para estudios aplicados en contextos sociales y tecnológicos (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

8.2 Población y muestra

La población de interés estuvo conformada por los actores clave del ecosistema de las competencias de freestyle rap en el ámbito local:

- Organizadores de eventos y ligas.
- Jueces o paneles evaluadores.

- Competidores (MCs/freestylers).
- Público aficionado involucrado en la logística de la escena.

Dado que se trata de una comunidad específica y de acceso acotado, se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia (Otzen & Manterola, 2017). Se seleccionaron participantes con experiencia directa en competencias de freestyle en Colombia que aceptaron voluntariamente responder los instrumentos de recolección de información.

Cálculo de la muestra

Aunque el tamaño de la muestra se definió tomando como referencia las recomendaciones de Cochran (1977) y las tablas de Krejcie y Morgan (1970) para estudios con poblaciones finitas, se priorizó la obtención de un número de respuestas que permitiera identificar patrones operativos claros. Para la fase de diagnóstico y validación, se contó con la participación efectiva de 56 actores de la escena, cifra suficiente para validar las hipótesis de usabilidad y necesidad tecnológica. La información se recogió mediante un cuestionario estructurado en línea, diseñado siguiendo buenas prácticas para encuestas (Casas Anguita et al., 2003).

8.3 Variables

A partir del planteamiento del problema, los objetivos y los resultados reportados en el documento final, las variables del estudio pueden sintetizarse de la siguiente manera:

8.3.1 Variable independiente

Implementación de la solución digital para la gestión y votación en eventos de freestyle rap.

Corresponde a la adopción de la Aplicación Web Progresiva (PWA) “De la libreta a la nube”, que digitaliza la inscripción de participantes, la gestión de rondas y la votación de

batallas mediante una arquitectura cliente-servidor basada en Node.js, Express y MySQL, integrando los criterios de evaluación normativos (FRF).

8.3.2 Variables dependientes

- Tiempo de consolidación de resultados

Duración requerida para pasar de la finalización de una batalla o ronda a la publicación del veredicto, comparando el proceso manual con el proceso digital automatizado. Se mide a partir de la reducción de cuellos de botella y de los tiempos de espera que percibe la comunidad.

- Número de errores en el registro y cálculo de puntajes

Frecuencia de inconsistencias aritméticas y discrepancias entre las planillas de votación y los resultados anunciados. En el MVP, esta variable se observa a través de la eliminación de errores de suma gracias al cálculo automático del sistema.

- Percepción de transparencia y confianza en los veredictos

Grado en que participantes y demás actores consideran que el sistema de votación es claro, auditable y justo. Se recoge mediante encuestas aplicadas a la comunidad freestyle, que reportan la importancia de la transparencia y el aumento de confianza cuando se utilizan herramientas digitales.

- Intención de uso y aceptación de la herramienta tecnológica

Disposición declarada por los usuarios a utilizar la aplicación en futuros eventos, medida mediante ítems específicos de intención de uso y niveles de adopción condicionada a la experiencia con el MVP.

8.3.3 Variables de control

Características del evento: número de participantes, número de jueces y formato de la competición (por ejemplo, 1 vs 1, esquema de octavos/cuartos/final), mantenidos

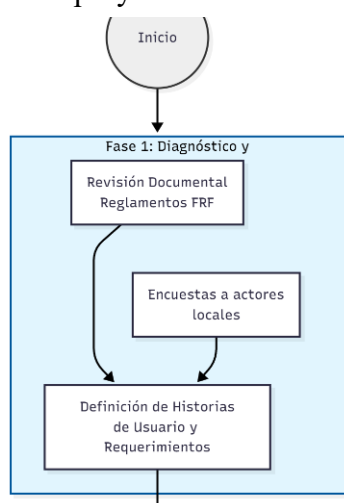
relativamente constantes en los escenarios de prueba para comparar el desempeño del sistema antes y después de la digitalización.

Criterios de evaluación: escalas numéricas para patrones y variables cualitativas como flow, skills y puesta en escena, definidos de acuerdo con los reglamentos de la Freestyle Rap Federation y aplicados de forma homogénea durante la validación.

Condiciones de conectividad y dispositivo: uso de dispositivos móviles de gama media y conectividad típica de eventos en plazas (datos móviles 4G, Wi-Fi básico), que enmarcan el rendimiento de la PWA y se mantienen como contexto de referencia para interpretar los resultados.

8.4 Fases Metodológicas

Figura 3
Diagrama de flujo de las fases metodológicas del proyecto

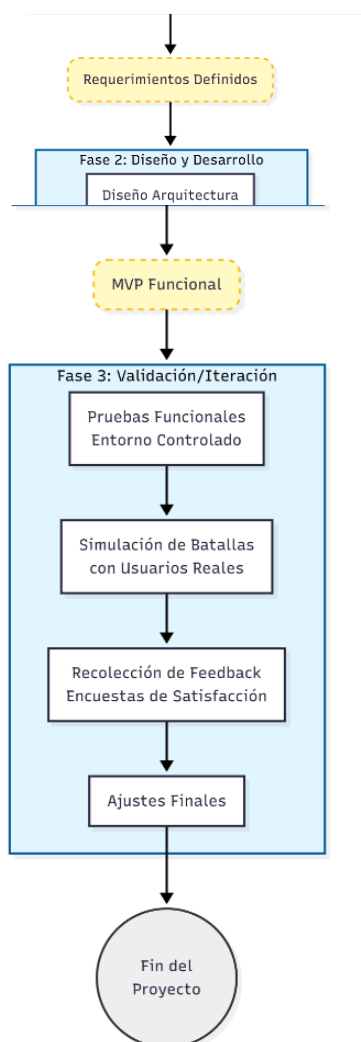


La metodología de desarrollo de la solución tecnológica combinó principios de las Metodologías Ágiles y la filosofía Lean Startup orientada al Producto Mínimo Viable (MVP) (Highsmith & Cockburn, 2001; Ries, 2011; Lortie et al., 2024). El trabajo se organizó en tres fases iterativas:

Fase 1: Análisis, levantamiento de requisitos y diagnóstico

Se llevó a cabo una revisión documental de los reglamentos oficiales de la Freestyle Rap Federation (FRF) para estandarizar los criterios de votación en el software, proceso que se complementó con la elaboración del estado del arte mediante una investigación bibliográfica sobre la digitalización de eventos, sistemas de votación y modelos de adopción tecnológica (TAM/UTAUT); este análisis integral sentó las bases para la definición de requerimientos,

permitiendo identificar los puntos de dolor de organizadores y jueces para, finalmente, redactar las historias de usuario junto con los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema.



Fase 2: Diseño y Desarrollo de la Solución

(Ingeniería)

Para la arquitectura de software, se definió un modelo Cliente-Servidor soportado por Node.js y Express en el backend y MySQL para el modelado de la base de datos relacional, infraestructura que sirve de base para un diseño UX/UI centrado en la usabilidad heurística (Nielsen, 1994; Norman, 2013); este diseño priorizó una estrategia Mobile-First para garantizar que jueces y organizadores operen la herramienta sin fricción desde sus dispositivos móviles. Todo el proceso se materializó en la fase de implementación, donde se desarrolló y desplegó un MVP funcional que integra la gestión de roles (RBAC), la creación de eventos, la inscripción de competidores y el módulo crítico de votación en tiempo real.

Fase 3: Pruebas, validación y retroalimentación

El proceso de aseguramiento de calidad inició con la ejecución de pruebas funcionales en un entorno controlado para verificar el cálculo automático de puntajes y la integridad referencial de la base de datos, paso previo a la validación con

usuarios, donde se presentó el MVP ante un grupo focal de actores reales del ecosistema para recolectar feedback cualitativo. Esta retroalimentación fundamentó el análisis de aceptación, en el cual se evaluaron los resultados en términos de reducción de tiempos de espera y percepción de transparencia, lo que permitió identificar las mejoras necesarias para la futura evolución del producto.

9. Desarrollo de la solución.

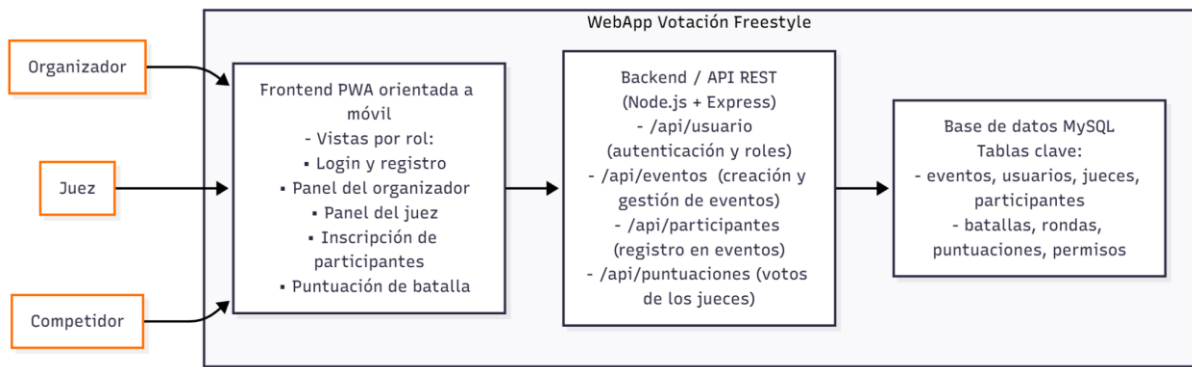
Este capítulo detalla el diseño técnico y la implementación de la solución "De la libreta a la nube", describiendo la arquitectura, el modelo de datos y las tecnologías seleccionadas.

9.1 Arquitectura del Sistema

Se diseñó una arquitectura Cliente-Servidor basada en el estilo arquitectónico REST (Representational State Transfer). Esta separación permite que el Frontend y el Backend evolucionen de manera independiente y facilita la escalabilidad.

Figura 4

Arquitectura de despliegue Cliente-Servidor (Diagrama de Contenedores)



- Frontend (Cliente): Una Aplicación Web Progresiva (PWA) que consume la API REST. Se encarga de la presentación y la interacción con el usuario.
- Backend (Servidor): Una API RESTful construida con Node.js y el framework Express, encargada de la lógica de negocio, autenticación y procesamiento de datos.
- Capa de Datos: Base de datos relacional MySQL/MariaDB para el almacenamiento persistente y estructurado de la información.

9.2 Stack Tecnológico

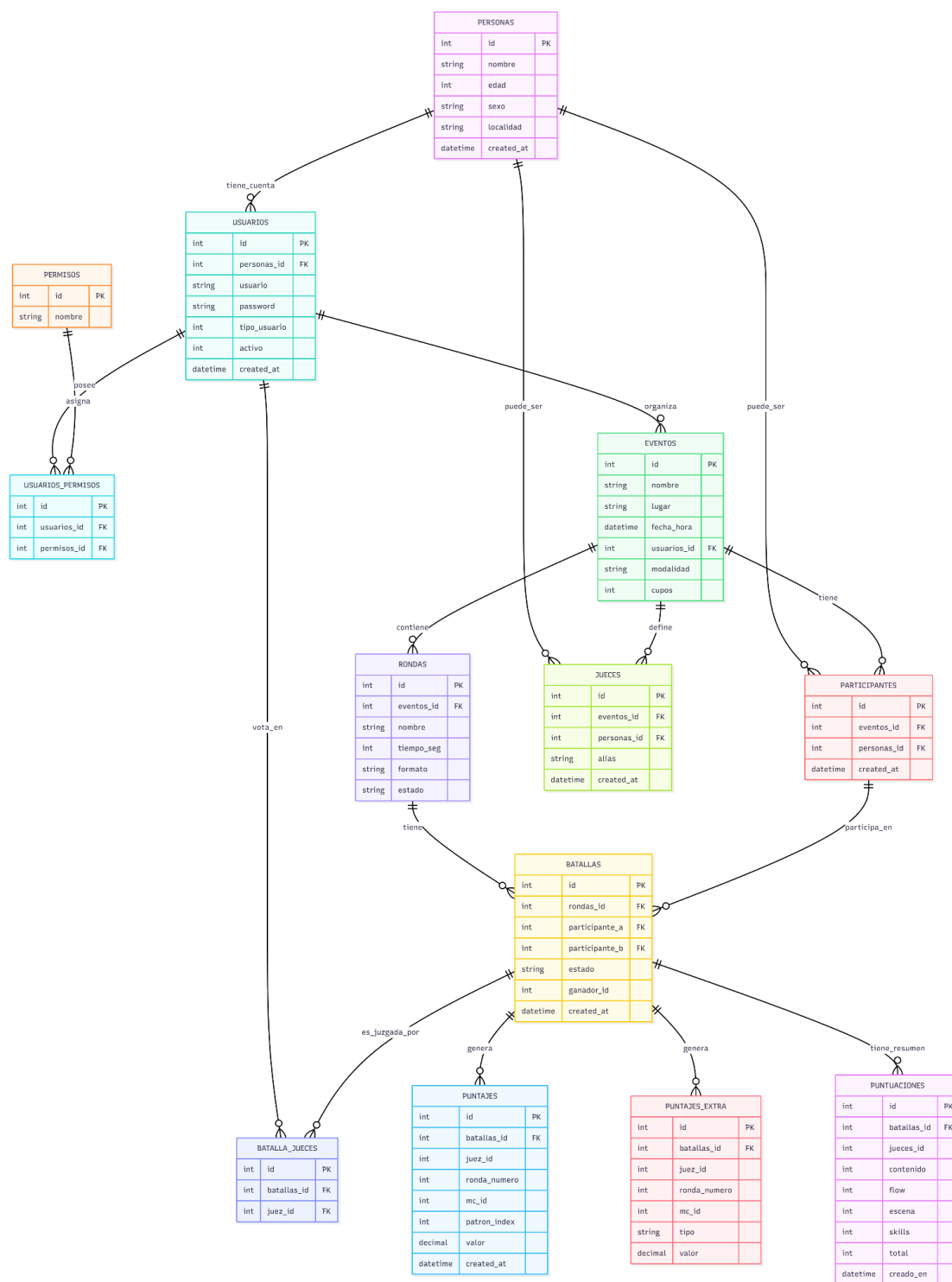
Para la construcción del MVP se utilizó un stack tecnológico basado en JavaScript, seleccionado por su eficiencia en el manejo de eventos en tiempo real y su amplia comunidad de soporte:

- Lenguaje: JavaScript (ES6+).
- Entorno de Ejecución: Node.js.
- Framework Backend: Express.js.
- Base de Datos: MySQL (administrada mediante HeidiSQL).
- Control de Versiones: Git.

9.3 Modelo de Datos

El diseño de la base de datos (applazasdb) es relacional y se encuentra normalizado para garantizar la integridad de la información. A continuación, se describen las entidades principales implementadas:

Diagrama Entidad-Relación de la base de datos applazasdb



Fuente: Elaboración propia

Usuarios y Permisos:

La tabla “Usuarios” gestiona las credenciales y el acceso.

Se implementó un modelo RBAC (Control de Acceso Basado en Roles) mediante las tablas permisos y usuarios_permisos. Los roles definidos son: ROOT (1), ADMINISTRADOR (2), JUEZ (3), PARTICIPANTE (4) y ORGANIZADOR (5).

Gestión de Eventos:

La tabla eventos almacena la información logística (lugar, fecha, modalidad).

La tabla participantes vincula a los usuarios (personas_id) con los eventos específicos.

Núcleo de la Batalla (Core):

rondas: Define las etapas del evento.

batallas: Entidad central que relaciona a dos participantes (participante_a, participante_b) y define un estado ('Pendiente', 'En Curso', 'Finalizada').

batalla_jueces: Tabla intermedia que asigna qué jueces evalúan qué batalla.

Sistema de Votación:

puntajes: Almacena la calificación numérica detallada por patrón (patron_index) y ronda, vinculando al juez y al MC. Se utilizó el tipo de dato decimal para permitir puntuaciones precisas (ej. 8.5).

puntajes_extra: Almacena las calificaciones cualitativas ('flow', 'skill', 'escena') separadas del puntaje base, permitiendo un análisis granular del desempeño.

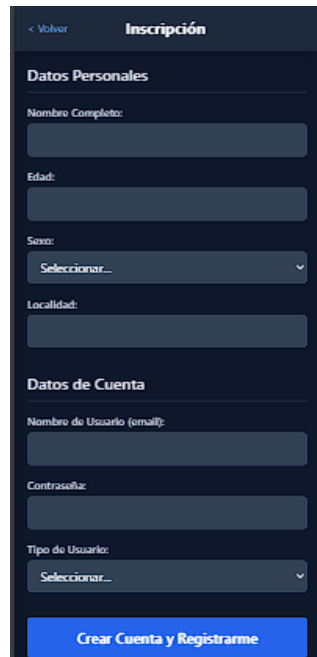
9.4 Diseño de Interfaces (UX/UI)

El diseño de la interfaz siguió el principio de "Mobile-First", priorizando la experiencia en pantallas pequeñas.

- **Pantalla de Registro de Usuario:** Se diseñó una interfaz clara y sencilla, con campos bien diferenciados y mensajes de validación, para que el registro se pueda completar rápidamente desde el móvil.

Figura 6

Registro de usuarios



The screenshot shows a mobile application interface for user registration. At the top, there is a navigation bar with a back arrow labeled "< Volver" and the title "Inscripción". Below this, the form is divided into two sections: "Datos Personales" and "Datos de Cuenta".

Datos Personales

- Nombre Completo: [Text input field]
- Edad: [Text input field]
- Sexo: [Dropdown menu with "Seleccionar..." option]
- Localidad: [Text input field]

Datos de Cuenta

- Nombre de Usuario (email): [Text input field]
- Contraseña: [Text input field]
- Tipo de Usuario: [Dropdown menu with "Seleccionar..." option]

At the bottom of the form is a blue button labeled "Crear Cuenta y Registrarme".

- **Pantalla de Login:** Se diseñó una interfaz con opciones de inicio de sesión, registro y recuperación de contraseña.

Figura 7

Interfaz de inicio de sesión



The screenshot shows a mobile application interface for user login. At the top, there is a circular logo with the text "APPLATAS". Below the logo, the text "Bienvenido de Nuevo" is displayed, followed by the subtitle "Inicia sesión para continuar".

The login form includes the following elements:

- Usuario (Email): [Text input field containing "liquidkid"]
- Contraseña: [Text input field]
- ☐ Recordarme [¿Olvidaste tu contraseña?](#)
- A blue button labeled "Iniciar Sesión"
- At the bottom, a link: [¿No tienes cuenta? Regístrate aquí](#)

- **Panel del Juez:** Se diseñó una interfaz limpia con botones grandes para facilitar la entrada de puntajes rápidos sin desviar la atención de la batalla.

Figura 8

Panel de control del juez y listado de batallas

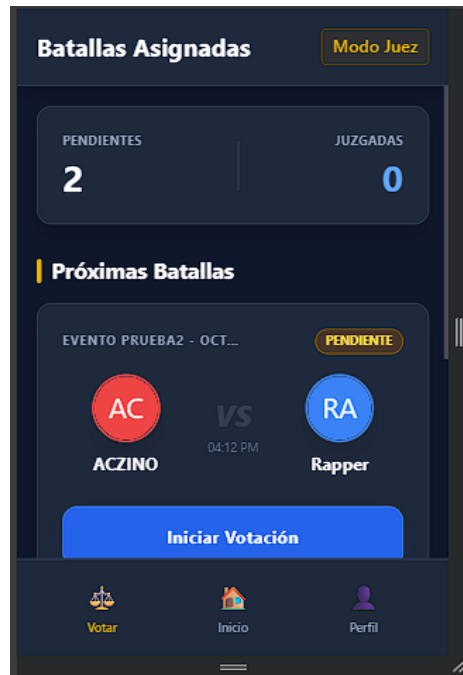
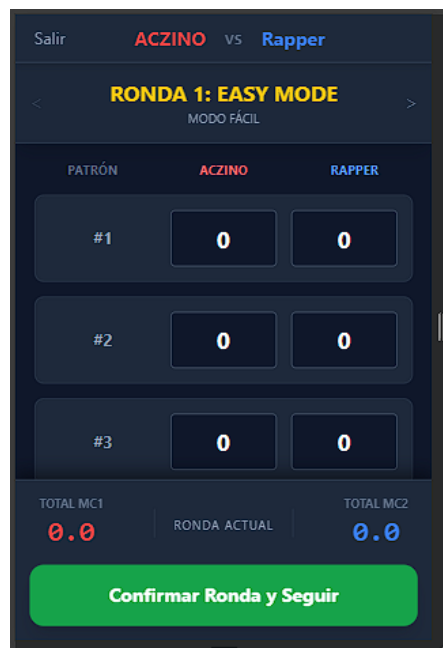


Figura 9

Interfaz de votación en tiempo real por patrón



- Dashboard del Organizador: Permite una vista global del estado de las batallas y la gestión de inscripciones.

Figura 10

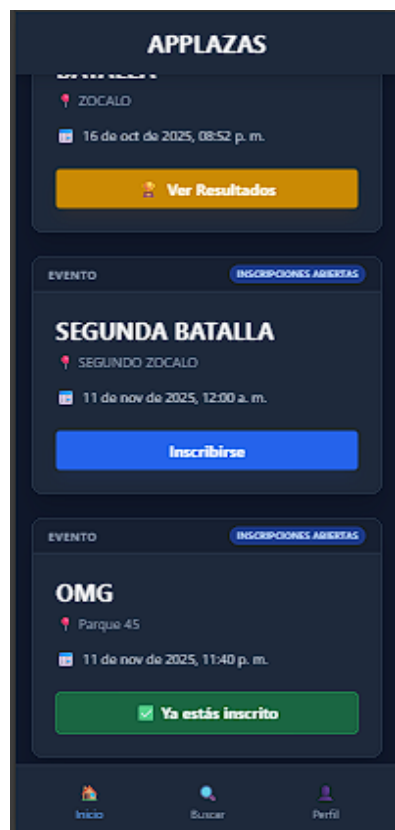
Dashboard de gestión del organizador



- Dashboard del Participante: Permite una vista global del estado de las batallas y la gestión de inscripciones.

Figura 11

Vista de eventos disponibles para el participante



10. Análisis de Costos del MVP

Para determinar la viabilidad económica del proyecto, se realizó una estimación de costos basada en los precios de mercado actuales para el desarrollo de software en Colombia (2025). Aunque este proyecto fue desarrollado en un contexto académico, el análisis financiero permite dimensionar el valor real de la solución tecnológica si esta fuera contratada por un tercero.

El presupuesto se divide en tres categorías: Costos de Desarrollo (Mano de Obra), Costos de Infraestructura y Herramientas, y Costos Operativos Mensuales.

10.1 Costos Directos de Desarrollo (Mano de Obra)

Dado que el ciclo de vida del software abarcó análisis, diseño, desarrollo (Frontend y Backend) y pruebas, se estimaron las horas hombre invertidas por el autor. Se toma como referencia el salario promedio de un Ingeniero de Sistemas Junior en Colombia.

- Tarifa base estimada: \$30.000 COP / hora.
- Tiempo de ejecución: 4 meses (dedicación parcial estimada en 320 horas totales).

Tabla 2

Presupuesto de mano de obra (Estimación de Ingeniería)

Rol Desempeñado	Actividades Principales	Horas Invertidas	Costo Total (COP)
Backend Developer	Diseño de API REST, lógica de votación y conexión a BD MySQL.	140	\$4.200.000
Frontend Developer	Maquetación PWA, integración Mobile-First y consumo de API.	120	\$3.600.000
DBA / QA	Modelado de datos, pruebas de estrés y validación de usuarios.	60	\$1.800.000
TOTAL		320 Horas	\$9.600.000

Nota. Fuente: Elaboración propia. Cálculos basados en tarifas de mercado para perfiles Junior en 2025.

10.2 Costos Indirectos y de Infraestructura (Capital de Trabajo)

Esta sección detalla los recursos físicos y lógicos necesarios para la producción del software.

- Hardware: Se calcula la depreciación del equipo de cómputo utilizado durante los 4 meses del proyecto, no su valor total comercial.
- Software: Se evidencia el ahorro generado por el uso de tecnologías Open Source (Código Abierto).

Tabla 3

Costos de Infraestructura y Licenciamiento

Recurso	Descripción	Costo Real / Depreciación (COP)
Equipo de Cómputo	Depreciación Laptop (Gama Media) por 4 meses de uso.	\$350.000
IDE y Editores	Visual Studio Code (Licencia Open Source).	\$0
Motor de Base de Datos	MySQL Community Edition (GPL).	\$0
Servidor Local	Entorno Node.js y XAMPP/Docker.	\$0
Servicios Públicos	Electricidad e Internet (Prorratio 4 meses).	\$400.000
TOTAL INVERSIÓN		\$750.000

Nota. Fuente: Elaboración propia.

10.3 Proyección de Costos Operativos (Despliegue)

Para poner la aplicación en un entorno productivo real (fuera del entorno local académico) y que sea accesible para los organizadores de eventos, se proyectan los siguientes costos recurrentes:

Tabla 4

Costos Operativos Mensuales (Proyección)

Concepto	Proveedor Sugerido	Costo Mensual Aprox. (COP)
Hosting / VPS	DigitalOcean Droplet (o Heroku Hobby).	\$25.000
Dominio Web (.com)	Namecheap / GoDaddy (Prorrateso mensual).	\$5.000
Certificado SSL	Let's Encrypt (Estándar de seguridad).	\$0
TOTAL MENSUAL		\$30.000

Nota. Fuente: Elaboración propia.

10.4 Conclusión Financiera

El costo total estimado para la producción del MVP 'De la libreta a la nube' asciende a \$10.350.000 COP (suma de mano de obra e infraestructura); sin embargo, el costo de mantenimiento operativo para una liga local es marginal (\$30.000 COP/mes), lo que proyecta la sostenibilidad financiera del sistema a largo plazo. La inversión inicial se justifica al tratarse de un desarrollo a medida que elimina el uso de papelería física y reduce las horas-hombre invertidas en la consolidación manual de resultados en cada evento.

11. Resultados

Este capítulo presenta los hallazgos obtenidos tras la implementación del Producto Mínimo Viable (MVP) y su validación con la comunidad objetivo. Se analizan tanto el desempeño técnico de la solución como la percepción de los usuarios finales.

11.1 Resultados de la Validación Técnica del MVP

Se realizaron pruebas funcionales en un entorno controlado simulando el flujo completo de un torneo. Los resultados técnicos demostraron la estabilidad de la arquitectura propuesta:

- **Integridad de Datos:** El modelo relacional en MySQL respondió correctamente a las operaciones de alta concurrencia simulada (múltiples jueces enviando votos simultáneamente), manteniendo la consistencia en la tabla de puntajes sin pérdida de información.
- **Cálculo Automático:** El algoritmo de consolidación eliminó el 100% de los errores aritméticos asociados al conteo manual. El sistema determinó ganadores y réplicas instantáneamente al finalizar la votación de la ronda, cumpliendo con el requerimiento de reducir los tiempos de espera.
- **Accesibilidad:** La interfaz mobile-first se desplegó correctamente en dispositivos móviles de gama media, permitiendo a los usuarios con rol de "Juez" acceder al formulario de votación sin interrupciones visuales ni de funcionalidad.

11.2 Análisis de Percepción de Usuario

Como parte de la validación, se aplicó un instrumento de recolección de datos a una muestra de 56 personas de la comunidad freestyle para medir la aceptación de la propuesta tecnológica. Los resultados obtenidos revelan una clara necesidad de modernización en la gestión de eventos:

- **Problemática Actual:** El 29,6% de los encuestados considera que el proceso actual de votación y selección es "muy demorado (Más de 30 minutos)" y el 44,9% considera que es algo demorado (Entre 15 y 30 minutos), validando la pertinencia de la solución para optimizar los tiempos operativos del evento .

Figura 12

Distribución de roles de los encuestados en la escena freestyle

¿Participas en eventos de freestyle?

56 respuestas

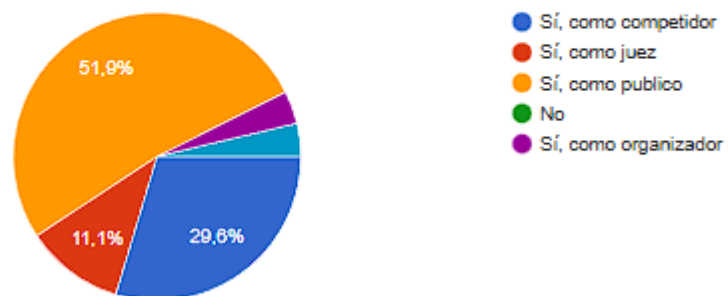
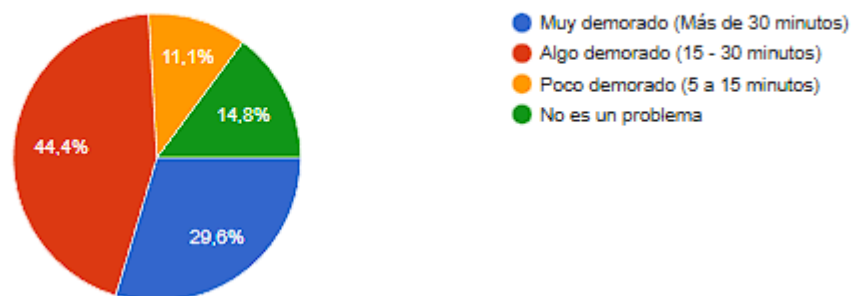


Figura 13

Percepción de los usuarios sobre la demora en los procesos actuales

56 respuestas



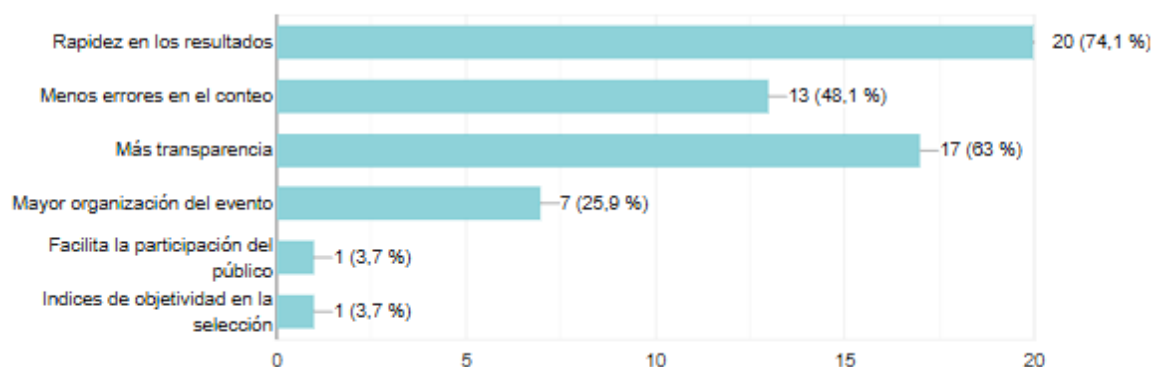
- **Beneficios Percibidos:** Al consultar sobre el valor de una app de votación, el 74,1% de los participantes destacó la "Rapidez en los resultados" como el principal beneficio, seguido por la "transparencia" (63%) y la disminución de "errores en el conteo" (48%). Estos datos confirman que la automatización ataca directamente los puntos de dolor más críticos de los torneos manuales.

Figura 14

Beneficios percibidos de la implementación de la App

¿Qué beneficios crees que traería una app de votación para freestyle? (puedes marcar varias)

56 respuestas



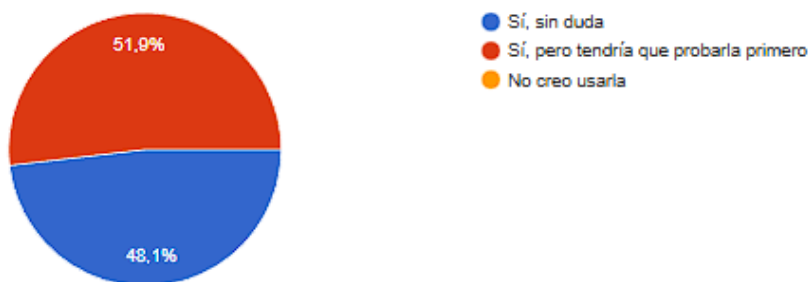
- **Intención de Uso:** La aceptación de la herramienta es alta, con un 48,1% de los encuestados afirmando que la usarían "sin duda" y un 51,9% condicionado a "probarla primero" . Este último dato refuerza la importancia de la estrategia de MVP adoptada: la comunidad está abierta a la tecnología, pero requiere evidencia funcional para adoptarla plenamente.

Figura 15

Intención de uso de la herramienta tecnológica

Si fueras juez/organizador, ¿usarías esta aplicación en tu evento?

56 respuestas



11.3 Discusión

La validación técnica y social del MVP permite contrastar la teoría con la realidad operativa del freestyle local. Los resultados evidencian que el 73% de los usuarios perciben demoras logísticas superiores a 15 minutos con los métodos manuales, lo cual corrobora la problemática de gestión en eventos masificados descrita por Díaz y Seminara (2023), quienes advierten sobre los desafíos de la profesionalización en esta industria cultural. La solución digital, al eliminar estos cuellos de botella, valida la hipótesis de eficiencia operativa planteada en el diseño.

Por otra parte, si bien la percepción de transparencia alcanzó un 63%, este indicador debe interpretarse bajo la óptica de Viollier y Riveros (2018), quienes sostienen que en comunidades donde la evaluación es intrínsecamente subjetiva, la tecnología no elimina la

desconfianza por sí sola, sino que debe ofrecer auditabilidad. En este sentido, el sistema desarrollado responde a los principios de trazabilidad e integridad propuestos por Schmidt-Peralta y Gutiérrez-Alfaro (2016) para sistemas de votación, transformando la percepción de los usuarios mediante la evidencia histórica de los votos, algo que el papel no permite.

12. Conclusiones

El desarrollo de este proyecto de grado permitió cumplir con el objetivo general de diseñar e implementar una solución tecnológica para la gestión de eventos de freestyle, llegando a las siguientes conclusiones:

1. **Viabilidad de la Digitalización:** Se demostró que es posible integrar la ingeniería de software con la cultura urbana para resolver problemas logísticos reales. La arquitectura Cliente-Servidor implementada soportó eficazmente la gestión de roles complejos (Juez, Organizador, Participante) y el flujo de datos en tiempo real .
2. **Optimización Operativa:** La automatización del proceso de votación mediante el MVP logró eliminar los errores de cálculo manual y reducir drásticamente el tiempo de consolidación de resultados, atendiendo directamente la principal demanda de la comunidad (48% de los usuarios priorizó la reducción de errores).
3. **Estandarización Normativa:** La incorporación de los criterios de la Freestyle Rap Federation en el modelo de base de datos permite que torneos locales adopten estándares profesionales, fomentando la transparencia y la trazabilidad que el papel no puede ofrecer .
4. **Aceptación Tecnológica:** Existe una disposición favorable en la comunidad hacia la adopción de herramientas digitales, condicionada a la usabilidad y

fiabilidad de la herramienta. El enfoque de desarrollo iterativo (MVP) demostró ser la estrategia adecuada para mitigar la resistencia al cambio.

13. Trabajo Futuro

Para evolucionar el MVP hacia un producto comercial escalable, se proponen las siguientes líneas de trabajo :

1. **Robustez y Modo Offline:** Implementar capacidades de Service Workers para permitir que la votación continúe funcionando en escenarios con conectividad intermitente, sincronizando los datos una vez se restablezca la conexión.
2. **Visualización para Espectadores:** Desarrollar un módulo de "Panel Público" que permita proyectar los resultados en tiempo real en las pantallas del evento o vía streaming, aumentando la inmersión y transparencia para la audiencia.
3. **Gestión Financiera:** Integrar una pasarela de pagos para automatizar el cobro de inscripciones en torneos que requieran cuota de participación.
4. **Analítica de Datos:** Explotar la información histórica almacenada en la base de datos para generar estadísticas de desempeño de los competidores, contribuyendo a la profesionalización de sus carreras mediante datos objetivos.

14. Referencias

Freestyle Rap Federation. (2019). Reglamento de la Freestyle Rap Federation (v1.1, 10 mayo 2019). Urban Roosters. <https://urbanroosters.news/wp-content/uploads/2019/03/REGLAMENTO-1.1-10-05-2019.pdf>

Casas Anguita, J., & Repullo Labrador, J. R. (n.d.). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). Atención Primaria, 31(8), 527-538.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0212656703707288>

Cochran, W. G. (1977). Sampling Techniques (3rd ed.). John Wiley & Sons.
<https://www.wiley.com/en-us/Sampling%2BTechniques%2C%2B3rd%2BEdition-p-9780471162407>

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill Educación.
<https://bibliotecadigital.uce.edu.ec/s/L-D/item/793>

Highsmith, J., & Cockburn, A. (2001). Agile software development: The business of innovation. Computer, 34(9), 120-122. <https://sunnyday.mit.edu/16.355/highsmith-agile.pdf>

Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). Determining sample size for research activities. Educational and Psychological Measurement, 30(3), 607-610.
<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/001316447003000308>

Lortie, J., Cox, K. C., DeRosset, S., Thompson, R., & Kelly, S. (2024). Unpacking the minimum viable product (MVP): A framework for use, goals and essential elements. Journal of Small Business and Enterprise Development.
<https://scholarscommons.fgcu.edu/esploro/outputs/journalArticle/Unpacking-the-minimum-viable-product-MVP/99384111347106570>

Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232.

https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-95022017000100037&script=sci_arttext&utm_source=chatgpt.com

Ries, E. (2011). *The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses*. Crown Business.

<https://www.amazon.com/Lean-Startup-Entrepreneurs-Continuous-Innovation/dp/0307887898>