

# Sistema de Fichajes de Fútbol Basado en Blockchain

Álvaro Caínzos Urtiaga & Brais Gómez Espiñeira

27 de octubre de 2025

## Resumen

Este documento describe el diseño e implementación de un sistema de fichajes de fútbol basado en blockchain para solucionar problemas de transparencia y trazabilidad en las transacciones financieras del mundo del fútbol, particularmente a nivel semiprofesional.

## 1. Introducción y Problemática

### 1.1. Contexto del Problema

La base de nuestro escenario reside en la cantidad de transacciones en B y fraudulentas llevadas a cabo en el mundo del fútbol, sobre todo a nivel semiprofesional. En las distintas federaciones de nuestro país es habitual la opacidad y la falta de trazabilidad en las transacciones financieras que da lugar a problemas como:

- **Pagos no declarados** (“en B”) a jugadores, agentes o directivos
- **Evasión de impuestos**
- **Incumplimiento** de las reglas de “Fair Play Financiero”
- **Disputas** entre clubes, jugadores y agentes por pagos no realizados

### 1.2. Solución Propuesta

Estos problemas podrían ser solucionados con la implementación de una **blockchain pública basada en Ethereum**. Esta solución garantiza:

- **Transparencia inmutable**
- **Trazabilidad completa**
- **Automatización y confianza**
- **Reducción de intermediarios**

## 2. Caso de Uso: Sistema de Fichajes

### 2.1. Descripción General

El sistema permite a la Federación de Fútbol registrar fichajes de jugadores entre clubes y posteriormente aprobarlos, estableciendo un **registro inmutable y transparente** de las operaciones de transferencia.

### 2.2. Actores Principales

#### 2.2.1. Federación (Owner/Rol Administrativo)

- Responsable de registrar los fichajes en el sistema
- Único con permisos para aprobar los fichajes
- Gestor principal del contrato inteligente

#### 2.2.2. Público/Consultores (Cualquier usuario de la blockchain)

- Pueden consultar información de fichajes registrados
- Visualizan el estado de aprobación de los fichajes

### 2.3. Actores Futuros Planificados

#### 2.3.1. Club (Organización Deportiva)

- **Wallet asociada:** Dirección blockchain única para cada club
- **Rol en transacciones:** Participante activo en operaciones de transferencia
- **Funcionalidades planificadas:**
  - Aprobación digital de fichajes como club origen/destino
  - Depósito de fondos mediante smart contracts
  - Recepción de pagos de transferencias
  - Gestión de contratos de jugadores

#### 2.3.2. Jugador (Deportista)

- **Wallet personal:** Dirección blockchain para identificación digital
- **Participación activa:** Consentimiento en operaciones de transferencia
- **Beneficios futuros:**
  - Recepción directa de bonos de fichaje
  - Verificación de contratos mediante IPFS
  - Historial profesional inmutable

### **2.3.3. Agente (Representante)**

- **Wallet profesional:** Identificación en la blockchain
- **Rol intermediario:** Gestión de negociaciones entre partes
- **Funcionalidades planificadas:**
  - Recepción automatizada de comisiones
  - Verificación de acuerdos comerciales
  - Gestión de cartera de jugadores

### 3. Flujo Principal del Caso de Uso

#### 3.1. Registro de Fichaje

##### Registro de Fichaje

**Actor:** Federación

**Precondición:**

- El caller debe ser el owner del contrato (Federación)
- Debe disponer de toda la información requerida del fichaje
- Los datos deben pasar las validaciones de negocio

**Flujo:**

1. La Federación ejecuta la función `registrarFichaje()`
2. Proporciona los parámetros requeridos
3. El sistema valida:
  - Edad del jugador entre 13 y 50 años
  - Valor de transferencia mayor que 0
  - Nombre del jugador no vacío
  - Club origen no vacío
  - Club destino no vacío
4. Si alguna validación falla: se revierte la transacción con mensaje de error
5. Si todas las validaciones pasan: continúa el proceso
6. El sistema genera automáticamente: ID, timestamp, estado
7. El sistema emite el evento `FichajeRegistrado`
8. El fichaje queda almacenado en el mapping `fichajes`

**Postcondición:**

- El contador `totalFichajes` se incrementa en 1
- El nuevo fichaje está disponible para consulta pública
- El estado inicial es “pendiente de aprobación”
- Se garantiza la integridad de los datos mediante validaciones

### 3.2. Aprobación de Fichaje

#### Aprobación de Fichaje

**Actor:** Federación

**Precondición:**

- El fichaje debe existir (ID válido)
- El caller debe ser el owner del contrato
- El fichaje debe estar en estado “no aprobado”

**Flujo:**

1. La Federación ejecuta `aprobarFichaje(_id)`
2. Especifica el ID del fichaje a aprobar
3. El sistema verifica que el fichaje existe
4. Cambia el estado `aprobado` a `true`
5. Emite el evento `FichajeAprobado`

**Postcondición:**

- El fichaje queda marcado como oficialmente aprobado
- El cambio es permanente e inmutable
- El evento permite el tracking externo de la aprobación

### 3.3. Consulta de Fichaje

#### Consulta de Fichaje

**Actor:** Cualquier usuario (público)

**Precondición:**

- El fichaje debe existir (ID válido)

**Flujo:**

1. El usuario ejecuta `obtenerFichaje(_id)`
2. Especifica el ID del fichaje a consultar
3. El sistema devuelve todos los datos del fichaje:
  - Información del jugador (nombre, edad)
  - Clubes involucrados (origen y destino)
  - Detalles financieros (valor de transferencia)
  - Fecha del fichaje
  - Estado de aprobación

**Postcondición:**

- El usuario obtiene información completa del fichaje
- Los datos son verificables en la blockchain

## 4. Diagramas del Sistema

### 4.1. Diagrama de Casos de Uso

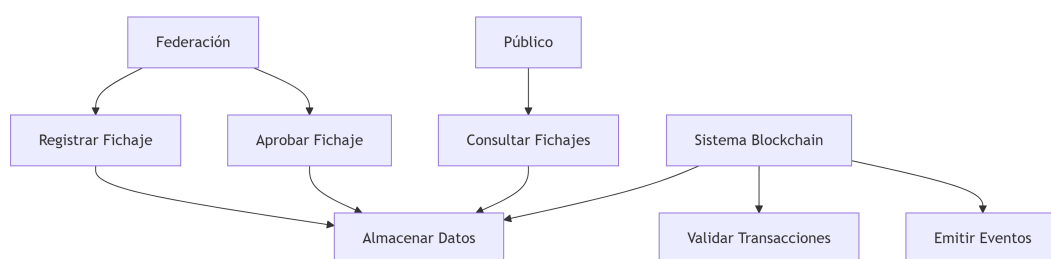


Figura 1: Diagrama de casos de uso principales del sistema

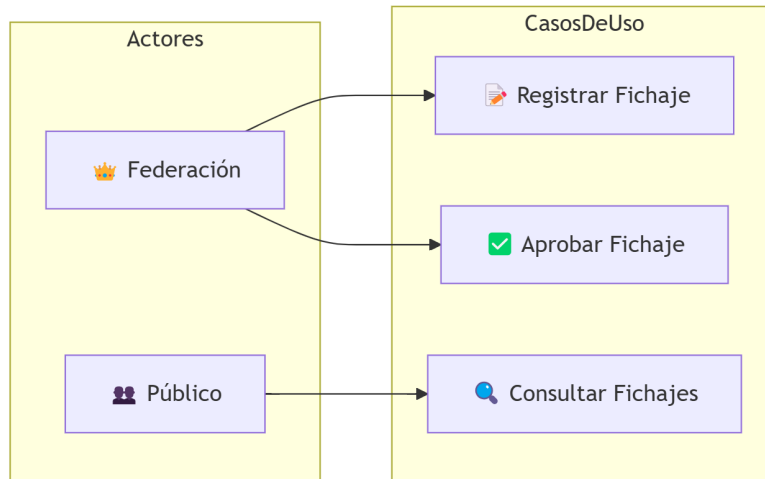


Figura 2: Diagrama de casos de uso principales del sistema por actores

## 4.2. Flujo de Registro de Fichaje

# 5. Beneficios del Sistema

## 5.1. Transparencia

- **Registros inmutables:** Una vez registrado, el fichaje no puede ser alterado
- **Acceso público:** Cualquier persona puede verificar la información
- **Auditoría completa:** Trazabilidad de todas las operaciones

## 5.2. Seguimiento de Estados

- **Estados claros:** Pendiente → Aprobado
- **Eventos emitidos:** Notificaciones públicas de cambios de estado
- **Historial completo:** Registro permanente de todas las acciones

## 5.3. Prevención de Fraudes

- **Eliminación de pagos en B:** Todas las transacciones son registradas
- **Control federativo:** Aprobación centralizada de operaciones
- **Compliance automático:** Cumplimiento de regulaciones financieras

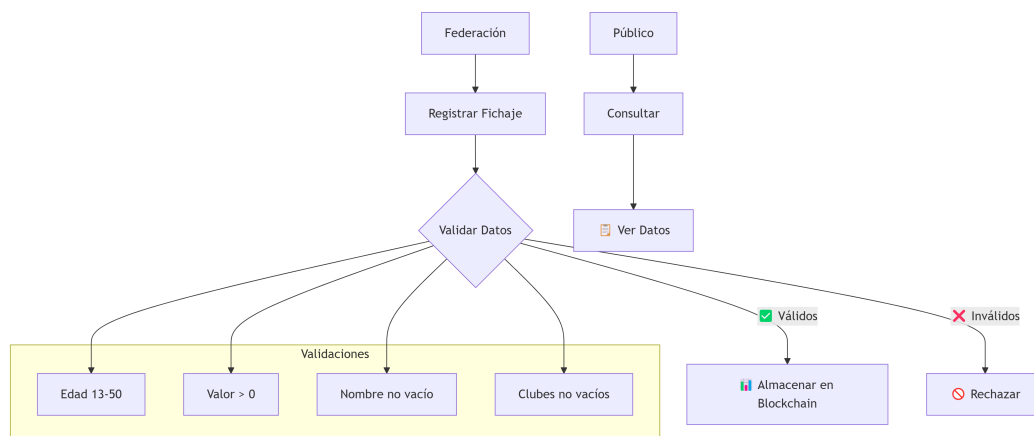


Figura 3: Diagrama de casos de uso principales del sistema

## 6. Análisis de Vulnerabilidades Identificadas

### 6.1. Centralización del Control

El contrato presenta una dependencia exclusiva del propietario (owner) para todas las operaciones críticas, creando un único punto de fallo. Esta centralización representa un riesgo alto pues si la clave privada del owner se compromete, un atacante tomaría control total del sistema. El diseño actual contradice los principios de descentralización blockchain y limita la escalabilidad de la aplicación.

### 6.2. Validaciones Insuficientes

Se detectó la falta de validaciones específicas del dominio futbolístico que prevengan escenarios ilógicos o inconsistentes. Aunque existen validaciones básicas, no se verifican condiciones como la imposibilidad de que un club sea origen y destino simultáneamente. Estas limitaciones afectan la integridad de los datos y podrían permitir registros duplicados o erróneos.

## 7. Mejoras Futuras Recomendadas

### 7.1. Sistema de Estados Completo

La implementación actual con un simple booleano de aprobación resulta insuficiente para modelar el flujo real de una transferencia futbolística. Se recomienda desarrollar un sistema de estados múltiples que refleje todas las etapas del proceso: negociación, aprobaciones médicas, autorizaciones de clubes, firma del jugador y finalización. Esto proporcionaría mayor trazabilidad y control granular.

### 7.2. Gestión de Pagos y Finanzas

Con la futura incorporación de múltiples agentes en el ecosistema, el contrato deberá evolucionar hacia un sistema integral de gestión financiera. Esto incluiría el manejo de



flujos de pagos, distribución automática de fondos entre partes y verificación de cumplimiento de obligaciones financieras, asegurando transparencia en todas las transacciones económicas.

### **7.3. Sistema de Reputación y Historial**

La creación de perfiles acumulativos para jugadores y clubes representaría un valor añadido significativo. Este sistema permitiría rastrear historiales completos de transferencias, progresión de valores y métricas de comportamiento, proporcionando contexto invaluable para evaluar nuevos fichajes y establecer patrones de confianza.

### **7.4. Sistema de Comisiones y Economía**

Paralelamente a la gestión de pagos, se recomienda implementar un modelo económico sofisticado para el cálculo y distribución automatizada de comisiones. Este sistema manejaría porcentajes para agentes, federaciones e impuestos, adaptándose a diferentes normativas internacionales y asegurando cumplimiento regulatorio en todas las operaciones.