



# Módulo 3. Operaciones tecnológicas en estadios e instalaciones



☰ Módulo 3. Operaciones tecnológicas en estadios e instalaciones

☰ Referencias

# Módulo 3. Operaciones tecnológicas en estadios e instalaciones

---

## Introducción

El propósito de este módulo es analizar cómo los estadios inteligentes y la tecnología están revolucionando la experiencia de los aficionados en eventos y competencias deportivas. Los recintos deportivos modernos han dejado atrás su papel tradicional de uso exclusivo para los partidos, convirtiéndose en destinos internacionales que no solo atraen a los organizadores de eventos deportivos, sino que también impulsan las políticas gubernamentales locales y fomentan el desarrollo de infraestructuras sociales.

En este contexto, han surgido nuevas instituciones y actores especializados. Un ejemplo destacado es ESSMA, la Asociación Europea de Gestión de Estadios y Seguridad, que desempeña un papel unificador en la industria de los estadios. Con más de 350 miembros, ESSMA reúne a diversas ligas y federaciones de toda Europa, facilitando investigaciones específicas del mercado y promoviendo el intercambio de conocimientos mediante eventos de networking (ESSMA, s.f.).

Los estadios modernos están utilizando tecnologías como el 5G y la telefonía móvil para mejorar la experiencia de los aficionados. Esto reduce el contacto físico al eliminar los boletos de papel y el uso de efectivo, promoviendo prácticas más sostenibles. Aunque los jóvenes prefieren consumir contenido deportivo más corto, los eventos en vivo siguen siendo muy importantes, incluso con la gran cantidad de plataformas disponibles.

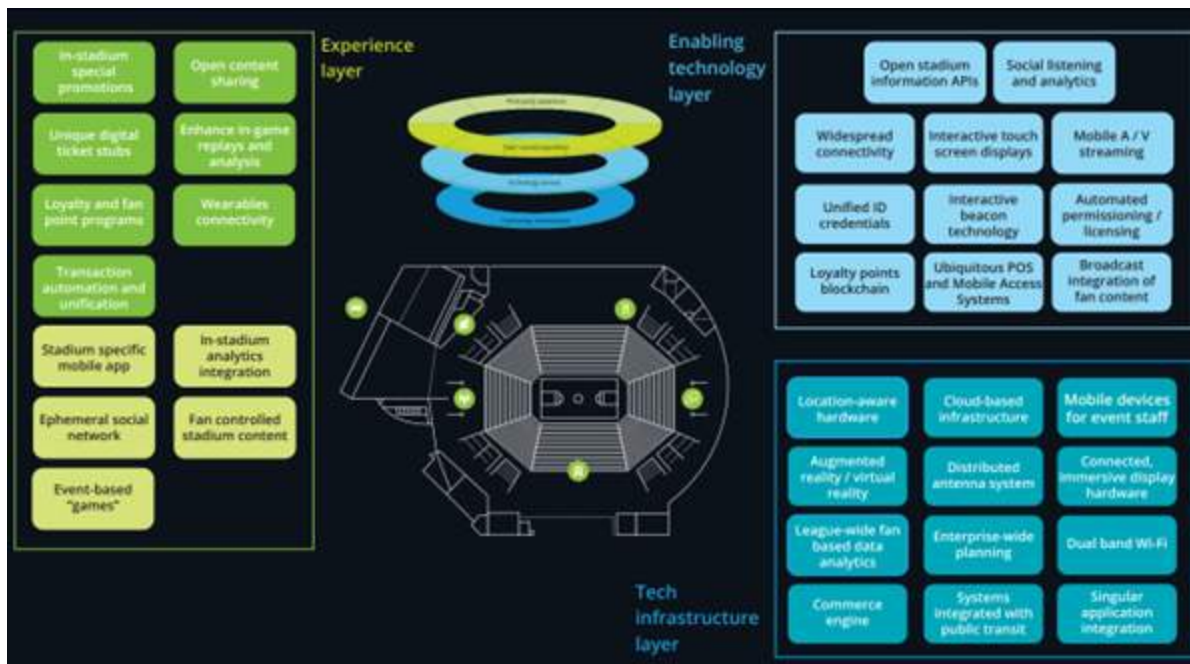
Con la digitalización de la infraestructura, los estadios pueden recopilar datos útiles para entender mejor las preferencias de los aficionados y adaptar tanto las actividades en los partidos como las campañas de venta en línea. Ejemplos destacados incluyen el sistema sin efectivo de los San Antonio Spurs y las iniciativas de cero emisiones de carbono del Tottenham Hotspur en los días de partido. Así, la modernización de los estadios no solo mejora la sostenibilidad, sino que también aumenta los ingresos y contribuye a la renovación urbana.

Así, los estadios han dejado de ser simples activos físicos para convertirse en plataformas de innovación y soluciones digitales que aportan beneficios a las comunidades. Además, el uso de la realidad virtual (RV) y la realidad aumentada (RA) está ganando terreno en la industria, contribuyendo a la digitalización y mejorando la experiencia en el lugar.

## **Las tres capas de la tecnología del estadio**

La tecnología de estadios es un marco integral que incluye la infraestructura, los recursos y las actividades necesarias para empoderar a los operadores y equipos en la creación de experiencias innovadoras para todos los asistentes, sin importar el tipo de evento. Este enfoque multifacético se compone de tres capas o niveles distintos que se combinan para establecer el concepto del estadio como una plataforma. La primera capa corresponde a la infraestructura tecnológica, que abarca el hardware físico, el equipo de red y el software que suministran energía y conectividad al estadio. La segunda capa, conocida como tecnología de conectividad, incluye las herramientas, protocolos y datos que permiten a los aficionados, socios y patrocinadores acceder a la infraestructura central. Por último, la tercera capa es la capa de experiencia, la cual integra las experiencias seleccionadas por los organizadores del evento y por fuentes externas (Deloitte, 2016).

### **Figura 1. Las tres capas de la tecnología del estadio**



Fuente: Deloitte, 2016, pág. 7.

## Traducción de la figura 1

### Capa de experiencia

- Promociones especiales en el estadio
- Compartir contenido libremente
- Boletos digitales personalizados
- Repeticiones y análisis mejorados en tiempo real durante el juego
- Programas de fidelidad y recompensas para los aficionados
- Conectividad para dispositivos móviles
- Automatización y unificación de pagos

- Aplicación móvil específica para el estadio
- Análisis en tiempo real dentro del estadio
- Red social temporal para los asistentes
- Contenido del estadio controlado por los aficionados
- Juegos y actividades relacionados con los eventos

### **Capa de conectividad**

- Conectividad amplia de wifi
- Pantallas táctiles interactivas
- Transmisión de audio y vídeo en dispositivos móviles
- Identificación digital unificada
- Tecnología interactiva de localización
- Permisos y licencias automatizados
- Uso de blockchain para programas de lealtad
- Sistemas móviles para pagos y acceso generalizados
- Integración para transmitir contenido en directo

### **Capa de infraestructura tecnológica**

- Equipos que detectan la ubicación de los usuarios

- Infraestructura en la nube
- Dispositivos móviles para el personal del evento
- Realidad aumentada y virtual
- Redes de antenas distribuidas
- Pantallas conectadas para una experiencia inmersiva
- Análisis de datos de los aficionados a nivel de toda la liga
- Planificación integral a nivel corporativo
- Wifi de doble banda
- Comercio electrónico
- Sistemas conectados con el transporte público
- Integración de aplicaciones en una sola plataforma

¿Cuáles son las tres capas o niveles de la tecnología en los estadios?

---

La capa de infraestructura tecnológica

La capa de seguridad tecnológica

La capa de tecnología de conectividad

La capa de experiencia

SUBMIT

## **El concepto de «estadio inteligente»**

Un estadio inteligente es una instalación deportiva avanzada que utiliza tecnologías de última generación para optimizar la experiencia de los aficionados y participantes, así como para mejorar la eficiencia operativa. Estos recintos se distinguen por su conectividad de alto nivel, lo que facilita la interacción en redes sociales y el acceso a contenidos. Además, emplean análisis de datos para gestionar multitudes; aplicaciones móviles que brindan actualizaciones y servicios en tiempo real, y pantallas digitales para difundir información y fomentar la interacción.

Asimismo, incorporan realidad aumentada y virtual para ofrecer experiencias inmersivas, sensores del Internet de las cosas (IoT) para la vigilancia y sistemas de seguridad sofisticados. Los métodos de transacción sin efectivo, las soluciones para el ahorro energético, la

participación de los aficionados mediante plataformas digitales y los asientos inteligentes también son atributos clave de estos estadios (Mahdi et al., 2021).

Los estadios inteligentes requieren una combinación de componentes de software y hardware, tales como sensores, cámaras y pantallas digitales conectados a redes cableadas e inalámbricas. Estos sistemas se enlazan con servidores que emplean tecnologías de la nube y el Internet de las cosas (IoT). Para establecer una base tecnológica sólida, es fundamental actualizar la infraestructura, lo cual implica mejorar las capacidades energéticas, implementar paneles de visualización de alta definición, adoptar iluminación led, instalar redes de datos de alta velocidad, incorporar paneles perimetrales de cinta led y configurar redes de pantallas HD IPTV. Además, la integración de métodos de pago móviles, rápidos y seguros, permite a los operadores de los estadios atender a un mayor número de personas en menos tiempo.

No obstante, la experiencia de los aficionados va más allá de las interacciones dentro del estadio, ya que abarca todo el proceso de asistir a un evento, desde la preparación y el viaje hasta la participación en redes sociales y las actividades en el entorno del estadio. De hecho, los estadios inteligentes se están convirtiendo en centros experimentales para mejorar la vida de los ciudadanos, puesto que muchas ciudades exploran iniciativas de ciudades inteligentes con el fin de aumentar la eficiencia y la calidad de vida. Esto implica

aprovechar la tecnología, ajustar políticas y adoptar enfoques innovadores en áreas como el transporte, la seguridad y la sostenibilidad. El uso de estadios inteligentes como «laboratorios vivientes» está ganando popularidad, permitiendo probar y evaluar tecnologías de IoT y soluciones de smart cities en un entorno práctico y escalable (Mahdi et al., 2021; Panchanathan et al., 2016).

### **Infraestructura y conectividad**

El diseño y mantenimiento de redes wifi robustas y una conectividad móvil eficiente son fundamentales para asegurar una comunicación fluida de datos entre los aficionados, el personal y los deportistas. Una buena cobertura móvil resulta esencial para soportar la gran cantidad de dispositivos que se conectan simultáneamente en un estadio, lo cual permite a los aficionados hacer llamadas, enviar mensajes y acceder a datos sin interrupciones, incluso en momentos de alta demanda (Brooksz, s.f.).

La tecnología 5G, que representa la quinta generación de redes celulares, ha sido diseñada para proporcionar acceso a Internet inalámbrico con alta velocidad y baja latencia en áreas extensas, abarcando ciudades e incluso regiones enteras. Está pensada para ofrecer una cobertura más amplia y dar soporte a una multitud de dispositivos, como smartphones y dispositivos IoT.

Por otro lado, el wifi se utiliza principalmente para la conectividad en redes de área local (LAN) dentro de espacios más pequeños, como hogares, oficinas, cafés o lugares públicos. Permite que diversos dispositivos, como smartphones, computadoras portátiles y otros aparatos domésticos inteligentes, se conecten a Internet a través de un enrutador o punto de acceso local. Mientras que el wifi es ideal para la conectividad inalámbrica en interiores, el 5G es una tecnología de red móvil que proporciona una cobertura más amplia, con velocidades superiores y menor latencia.

### **De la tecnología 2G a la 5G**

En las últimas décadas, las redes móviles han experimentado una notable evolución a través de varias generaciones. La 2G, que apareció a principios de los años 90, introdujo las señales de radio digitales y permitió la mensajería básica. Posteriormente, a principios de los años 2000, la red 3G marcó el siguiente avance al incorporar la navegación web y las capacidades de transmisión multimedia. La llegada de la red 4G, alrededor de 2010, supuso un salto significativo en cuanto a velocidad y conectividad, facilitando una transmisión avanzada de datos y un mejor rendimiento de las aplicaciones.

Finalmente, la red 5G, que comenzó a implementarse a finales de la década de 2010 y continúa expandiéndose a nivel mundial, ha revolucionado las posibilidades de conectividad. Al operar con ondas de radio de alta frecuencia, proporciona un ancho de banda y una

velocidad considerablemente mayores en comparación con la 4G, transformando así el panorama de la conectividad móvil (Brooksz, s.f.).

### **Importancia del 5G para los gestores de eventos deportivos**

Los consumidores deberían enfocarse en la tecnología 5G no solo por sus capacidades actuales, sino también por su potencial transformador de cara al futuro. Hace poco más de una década, el usuario promedio de telefonía móvil consumía alrededor de 200 MB de datos al mes, una cifra que hoy en día corresponde al consumo diario. A medida que la demanda de datos sigue aumentando y surgen nuevas aplicaciones, es fundamental estar preparados para satisfacer estas necesidades que surgen día a día.

En este contexto, la tecnología 5G se presenta como la mejor opción para abordar las exigencias modernas, tales como la transmisión en directo y los juegos en línea, actividades que han ganado una popularidad considerable. Además, el 5G no solo impulsa el desarrollo de redes móviles más sostenibles, sino que también desempeña un papel importante en la reducción de la brecha digital, conectando a más personas y fomentando el progreso económico (Newton, 2023).

### **La tecnología 6G está por llegar**

La evolución natural de las telecomunicaciones está llevando a la inminente llegada de la tecnología 6G, cuyo despliegue comercial se

prevé para alrededor de 2030, con las especificaciones técnicas finalizadas en 2028. Al igual que sucede actualmente con la coexistencia de 4G y 5G, ambas generaciones funcionarán de manera simultánea. Mientras que la fase 2 SA de 5G marcó un cambio hacia una arquitectura nativa en la nube, la 6G se centrará en optimizar el rendimiento, la capacidad de procesamiento y la convergencia tecnológica.

La tecnología 6G revolucionará la comunicación inalámbrica mediante avances notables, incluyendo velocidades de datos aún mayores que las de 5G, lo que posibilitará aplicaciones que requieren un uso intensivo de datos, como la transmisión de vídeo en ultraalta definición y la comunicación holográfica en tiempo real. Su característica más destacada será la latencia ultrabaja, medida en microsegundos, lo que permitirá desarrollar aplicaciones en tiempo real, como las cirugías a distancia, los vehículos autónomos y experiencias inmersivas de próxima generación (Wooden, 2023).

### **Tecnología wifi**

Los estadios emplean redes wifi para brindar a los espectadores acceso a Internet de alta velocidad, lo que permite a los organizadores aprovechar esta tecnología en la venta de entradas, la gestión de multitudes y la comunicación en tiempo real. Sin embargo, no todas las redes wifi son iguales, ya que hay dos factores relevantes, son la velocidad y la cobertura. Además, la seguridad es otro aspecto

fundamental a considerar, porque los protocolos de seguridad que se implementan en distintas instalaciones pueden ofrecer diferentes niveles de protección. Por ello, se debe encontrar un equilibrio adecuado entre accesibilidad y seguridad (Cisco, s.f.).

Para proporcionar un acceso eficaz a Internet en los estadios, es esencial contar con una red wifi capaz de gestionar múltiples usuarios simultáneamente. Históricamente, esto representaba un desafío para las redes wifi, hasta la llegada de wifi 6, en 2019, que introdujo mejoras significativas en la capacidad de la red, así como incrementos en la velocidad y la seguridad. Aunque wifi 6 es considerablemente más rápido que su predecesor, alcanzando una velocidad teórica de descarga de 9,6 Gbps (casi tres veces más que wifi 5), su principal ventaja radica en la capacidad para soportar un gran número de usuarios al mismo tiempo, especialmente en espacios amplios.

Además, wifi 6 ha mejorado la seguridad de los datos al implementar la certificación WPA3, que incluye cifrado AES de 256 bits para proteger la información del usuario. En cambio, las versiones anteriores de wifi dependían del estándar WPA2, que presenta vulnerabilidades debido a su uso prolongado desde 2004. Con cada vez más personas accediendo a wifi en eventos deportivos y participando en diversas actividades en línea, las expectativas de un acceso confiable, seguro y rápido han aumentado entre los aficionados y asistentes. Los usos más comunes de los datos incluyen la interacción en redes sociales, el

envío de mensajes y el uso de aplicaciones deportivas para obtener actualizaciones y resultados en tiempo real (Cisco, s.f.).

Los estadios implementan redes wifi para proporcionar a los espectadores acceso a internet de alta velocidad. ¿Cuáles son los parámetros más importantes de las redes wifi?

---

- Alcance
- Velocidad
- Cobertura
- Seguridad

SUBMIT

**Seguridad en los estadios**

## **Tecnología de gestión de multitudes, seguridad y vigilancia**

La conectividad de alta calidad permite implementar medidas de seguridad avanzadas, como el reconocimiento facial, la vigilancia por CCTV y el análisis de multitudes, mejorando así la seguridad mediante la detección eficiente de amenazas y la respuesta rápida ante emergencias. Actualmente, las cámaras de CCTV pueden ofrecer imágenes en distintos formatos, como a «todo color» durante el día e incluso a «todo color» por la noche. Además, las instalaciones pueden incorporar cámaras infrarrojas o térmicas para reforzar la seguridad.

Estos sistemas generan grandes volúmenes de datos que, con frecuencia, deben transferirse a ubicaciones remotas para ser procesados y almacenados. El tráfico de red resultante puede ser significativo, ya sea a través de redes móviles, fijas o internet, y a menudo requiere conexiones específicas para asegurar un buen rendimiento. En algunos casos, estas conexiones están enlazadas directamente a líneas de fibra óptica instaladas en la propia instalación por el proveedor de servicios de internet (ISP).

Además de la cantidad de información que se registra, la resolución de las imágenes y el audio también influye en la carga de la red, ya que una mayor resolución implica un mayor uso del ancho de banda. Por estas razones, las redes de cámaras de seguridad suelen mantenerse

separadas de las redes utilizadas por los aficionados u otras operaciones del estadio (Walker-Miller, 2018).

### **Identificación biométrica y reconocimiento facial**

Aunque los eventos deportivos han adoptado el uso de entradas digitales, el proceso todavía presenta algunos inconvenientes, ya que los asistentes deben sacar sus teléfonos y escanearlos para acceder. En respuesta a esta limitación, ha surgido una tendencia hacia la utilización del reconocimiento facial, que permite capturar e identificar el rostro, facilitando así una entrada más fluida al estadio.

El empleo de la biometría, como el reconocimiento facial o de huellas dactilares, se está volviendo cada vez más común para agilizar los procesos de registro en recintos deportivos, donde el ahorro de tiempo es uno de los principales beneficios para los espectadores. Sin embargo, existe un segmento significativo de personas que se muestran reticentes a compartir sus datos biométricos por preocupaciones sobre la privacidad y el temor a la vigilancia.

Por este motivo, es probable que los estadios integren la biometría con métodos de acceso tradicionales, como entradas físicas, sellos o pulseras, para adaptarse a diversas situaciones. Esto incluye casos como los asistentes que necesitan salir y volver al recinto, o aquellos que prefieren no utilizar tecnologías biométricas.

La gestión segura de los datos biométricos es fundamental para prevenir la piratería y el acceso no autorizado, lo que hace indispensable la implementación de un modelo de seguridad de conocimiento cero con cifrado completo. Además, la biometría mejora la seguridad al verificar las identidades de los usuarios y prevenir que las personas se hagan pasar por alguien que no son; lo que la convierte en una herramienta valiosa para simplificar la gestión de multitudes y fortalecer las medidas de seguridad en los recintos deportivos.

De hecho, muchos estadios en los Estados Unidos ya han comenzado a utilizar, o tienen planes de implementar, tecnologías de reconocimiento facial y biometría. Entre estos se encuentran el Mercedes-Benz Stadium, en Atlanta; el FirstEnergy Stadium, en Cleveland; el Citi Field, en Nueva York; el Pechanga Arena, en San Diego; el Save Mart Center, en la Universidad Estatal de California; el Caesars Superdome, en Nueva Orleans; el Toyota Arena, en Ontario, California; el Sun Devil Stadium, en la Universidad Estatal de Arizona, en Tempe; el Hard Rock Stadium, en Miami Gardens, Florida, y el BMO Stadium, en Los Ángeles (Gee, 2023).

Fuente: Hard Rock Stadium. (9 de febrero de 2021). Más seguro y más inteligente [vídeo]. Twitter.  
<https://twitter.com/hardrockstadium/status/1359208574698860549?lang=en>.

## **Vigilancia impulsada por IA**

La seguridad en los estadios abarca una variedad de amenazas, como intrusiones, actos de violencia, vandalismo, el cumplimiento de normas sanitarias en caso de pandemias y la protección en las zonas de estacionamiento. Para abordar estos desafíos de forma eficaz, la seguridad en los recintos deportivos combina la presencia de guardias, sistemas de control de acceso, una infraestructura de vigilancia eficiente y herramientas de análisis de vídeo con inteligencia artificial.

Durante la pandemia de COVID-19, por ejemplo, se recurrió a soluciones rápidas y precisas para gestionar el ingreso de multitudes, utilizando tecnologías de escaneo térmico no invasivas basadas en IA. Estas tecnologías permitían detectar temperaturas elevadas en la piel, lo que facilitaba el aislamiento de las personas potencialmente afectadas.

La implementación de potentes sistemas de videovigilancia basados en inteligencia artificial puede ayudar a prevenir tensiones entre los aficionados y reducir el riesgo de accidentes de seguridad. Las soluciones de reconocimiento de comportamiento en tiempo real y detección de anomalías analizan los datos captados por las cámaras para identificar patrones peligrosos, comportamientos sospechosos y amenazas, emitiendo alertas antes de que la situación se agrave.

Las soluciones de estacionamiento inteligente ayudan a gestionar la seguridad en las áreas de estacionamiento, analizando la ocupación y garantizando el acceso para vehículos de emergencia. La detección de intrusiones en el perímetro mediante análisis de vídeo con inteligencia artificial permite una monitorización rápida y el reporte inmediato de intrusiones.

Además, las soluciones de seguridad basadas en IA pueden complementar los sistemas de control de acceso, bloqueando automáticamente áreas en caso de detectar una amenaza. Por otra parte, la implementación de tecnología para la detección de armas y el seguimiento en tiempo real de posibles amenazas es fundamental para enfrentar los riesgos de tiroteos masivos.

El análisis de vídeo con inteligencia artificial facilita la búsqueda de personas desaparecidas, identificando rápidamente a individuos en múltiples grabaciones de cámaras. Los protocolos de las fuerzas del orden, como las alertas «buscar y localizar» (BOLO), se benefician de las herramientas de IA que escanean las transmisiones de vídeo y detectan a personas de interés basándose en la biometría facial (Scylla AI, s.f.).

### **Ciberseguridad en estadios y otros espacios deportivos**

La ciberseguridad consiste en la práctica de proteger los sistemas informáticos, las redes y la información digital contra el acceso no

autorizado, los ciberataques, las violaciones de datos y otras actividades maliciosas. Su objetivo es salvaguardar los datos confidenciales, garantizar la integridad de los sistemas y prevenir las interrupciones provocadas por amenazas cibernéticas.

En el contexto deportivo, los organizadores de eventos, clubes, ligas, directores de competiciones y asociaciones deportivas internacionales manejan información valiosa que los ciberdelincuentes desean obtener. Estos datos son especialmente vulnerables debido a la multitud de dispositivos y redes conectados en esos entornos. Un ejemplo es el uso del sistema de asistencia arbitral por video (VAR) durante los partidos de fútbol, el cual ayuda a los árbitros a tomar decisiones al revisar jugadas. Un posible ciberataque a este sistema podría manipular los resultados, afectando negativamente el desarrollo del partido. Además, la ciberseguridad es fundamental para controlar los accesos, prevenir amenazas de *ransomware* y proteger a organizaciones importantes que son blanco de robos de datos y extorsión. También se utiliza la identidad de ciertas entidades para difundir mensajes malintencionados.

Para contrarrestar las amenazas cibernéticas, Microsoft recomienda a las empresas deshabilitar los puertos innecesarios, realizar escaneos de red en busca de puntos de acceso no autorizados y asegurarse de que los asistentes actualicen sus aplicaciones y dispositivos. También, aconseja evitar el uso de datos confidenciales en redes wifi públicas y no escanear códigos QR que no sean de confianza.

En cuanto a los sistemas de comercio, es fundamental proteger los dispositivos de punto de venta, mientras que las operaciones de los estadios deben establecer divisiones en la red para separar los sistemas de TI y OT. Además, Microsoft sugiere preconfigurar los sistemas antes de los eventos y realizar pruebas para facilitar una rápida reimplementación, en caso necesario. Estas medidas ayudan a prevenir que los atacantes exploten redes vulnerables durante los grandes eventos deportivos (The Hacker News, 2023).

## **Venta de entradas, control de acceso y pagos sin efectivo**

### **Tecnología NFC (RFID) y otras tecnologías avanzadas**

RFID (identificación por radiofrecuencia) y NFC (comunicación de campo cercano) son tecnologías inalámbricas diseñadas para el intercambio de datos a corta distancia. NFC, que forma parte de la tecnología RFID, permite la comunicación cercana entre dispositivos y se usa comúnmente para pagos sin contacto, transacciones móviles y el intercambio de datos. Mientras que RFID se centra en rastrear objetos, NFC facilita interacciones inalámbricas seguras, como pagos, y la transferencia de información entre dispositivos.

Con la llegada de la tecnología NFC, ahora los aficionados pueden agregar sus tickets o entradas a sus billeteras digitales y simplemente

acercar sus teléfonos al lector para ingresar al estadio. La eficiencia y seguridad de NFC han convertido el proceso de entrada en algo mucho más sencillo y cómodo.

La RFID (identificación por radiofrecuencia) y la NFC (comunicación de campo cercano) son

Type your answer here

SUBMIT

### ***Tickets móviles y biométricos***

En los últimos años, las entradas digitales han comenzado a reemplazar a las versiones impresas. Muchas instalaciones deportivas ya utilizan lectores de códigos de barras para procesar las entradas en papel, pero ahora la tecnología va un paso más allá. Los aficionados que cuentan con un teléfono compatible con WAP pueden comprar sus entradas directamente a través de este, almacenarlas en el dispositivo y simplemente escanear el teléfono al llegar al evento.

Las entradas digitales ofrecen numerosas ventajas en los eventos deportivos: permiten a los aficionados acceder a sus entradas a través de aplicaciones o correo electrónico; son respetuosas con el medioambiente; mejoran la seguridad, y reducen el fraude. Además, se integran con aplicaciones de eventos para brindar una experiencia interactiva, permiten la entrada sin contacto y proporcionan datos analíticos que ayudan a mejorar la planificación y la personalización. Incluso, facilitan una entrada rápida, pueden actualizarse en caso de cambios de horarios o asientos, reducen costos y sirven como un canal de marketing directo.

Otro beneficio importante es que las entradas digitales facilitan la reventa segura, lo que garantiza un proceso controlado y autenticado que beneficia tanto a los compradores como a los vendedores, mejorando la accesibilidad y el valor general de las entradas (Roos, s.f.).

El ingreso mediante tecnología biométrica está avanzando rápidamente, lo que podría dejar obsoletas las entradas digitales. Un ejemplo de esto es el Citi Field, estadio de los Mets de Nueva York, en la MLB, que ha adoptado el reconocimiento facial con el objetivo de ofrecer a los aficionados un acceso más rápido. Con esta tecnología, ya no es necesario soportar largas esperas fuera del estadio, ya que registra los rostros de los asistentes, incluso si se trata de un grupo con varias entradas, permitiéndoles ingresar juntos y eliminando la

fricción en el proceso de entrada, lo cual mejora significativamente la experiencia del aficionado (McCaskill, 2023).

Por otro lado, Amazon está explorando tecnologías innovadoras, como el pago con la palma de la mano, que permitiría a los aficionados simplemente mover la mano para acceder al estadio. La introducción de Amazon One en sus tiendas muestra el potencial de las entradas biométricas para eventos deportivos. Esta tecnología ya se ha probado en el Coors Field de Denver, sede de los Colorado Rockies de las Grandes Ligas de Béisbol, convirtiéndose en el primer estadio en ofrecer la verificación de edad a través de Amazon One (Olwyn, 2023).

**Figura 2. El sistema de acceso de Amazon mediante pago con la palma de la mano**



Fuente: [imagen sin título sobre sistema de acceso pay-by-palm de Amazon], (s.f.), <https://bit.ly/3FYoX9q>.

---

## **Pago sin efectivo**

Muchos estadios están adoptando sistemas de pago sin efectivo, los cuales dependen de la conectividad para realizar transacciones rápidas y seguras, lo que agiliza las filas y mejora la comodidad de los asistentes. Estos sistemas pueden funcionar a través de Internet (wifi o conexiones por cable) o utilizando redes telefónicas tradicionales, tanto móviles como fijas. Aunque cada vez más servicios telefónicos se ofrecen por Internet, es posible que esta opción no esté disponible en todos los países.

Un ejemplo es el nuevo estadio del Tottenham Hotspur, donde se ha implementado una política de no pago en efectivo para brindar la mejor experiencia posible a los aficionados. Dentro del estadio y sus alrededores, no se acepta dinero en efectivo para ninguna compra, lo que resulta en un servicio más rápido, tiempos de espera reducidos y mejores opciones de pago; incluso, logra una mayor higiene, ya que el personal de catering no maneja dinero en efectivo.

Los métodos de pago aceptados incluyen los siguientes:

- Las principales tarjetas de débito y crédito, tanto sin contacto como con chip y PIN (para compras

superiores a £ 30).

- Pagos móviles y con dispositivos wearables, como Apple Pay y Google Pay, que permiten transacciones sin contacto de alto valor.
- Tarjetas de regalo tradicionales del Tottenham Hotspur, disponibles en las tiendas del club y utilizables como forma de pago adicional (Tottenham Hotspur, 2023).

**Figura 3. Las facilidades de pago sin efectivo en el nuevo estadio del Tottenham Hotspur**



Fuente: [imagen sin título sobre las facilidades de pago sin efectivo en el nuevo estadio del Tottenham Hotspur], (s.f.), <https://bit.ly/468eflh>.

---

## Sistemas audiovisuales

## **Uso de tecnología LED**

LED significa diodo emisor de luz, y se trata de una tecnología que ha ganado una enorme popularidad gracias a su eficiencia energética, durabilidad y versatilidad. Hoy en día, la tecnología led se utiliza ampliamente en los estadios, iluminando los campos con reflectores de bajo consumo que cumplen con los más altos estándares de transmisión y visibilidad. Además, alimenta los marcadores y pantallas de vídeo, proporcionando actualizaciones en tiempo real, repeticiones y anuncios.

Por otro lado, los paneles publicitarios perimetrales emplean led para mostrar promociones dinámicas, mientras que la iluminación arquitectónica realza la estética del estadio. La tecnología LED también guían a los espectadores con señalización clara y permiten crear ambientes personalizados en las áreas VIP. En cuanto al entretenimiento, mejoran la experiencia con espectáculos de luces sincronizadas.

La tecnología LED contribuye a reducir costos y el impacto ambiental, haciendo que los estadios sean más sostenibles. No solo mejora la experiencia de los aficionados y optimiza la visibilidad, sino que también abre la puerta a futuras innovaciones. Los avances han permitido que las pantallas LED para estadios sean más accesibles y se puedan utilizar en una mayor variedad de espacios. Además, requieren poco mantenimiento y son fáciles de reemplazar o reparar, lo

que disminuye tanto el tiempo de inactividad como los costos de operación.

### **Personalización**

Las pantallas LED para estadios se pueden personalizar para adaptarse a las necesidades específicas de cada lugar. Incluso, es posible configurarlas con distintas resoluciones, tamaños y relaciones de aspecto, lo que permite crear presentaciones más atractivas. Esta flexibilidad ha hecho que las pantallas LED sean muy populares entre los organizadores de eventos deportivos (GlobeNewsWire, 2023).

A modo de ejemplo, podemos mencionar el Manchester City, que instaló un sistema de pantallas LED perimetrales en el estadio Etihad, actualmente considerado el espacio multimedia más rentable de la Premier League. Este sistema de dos niveles cuenta con pantallas de alta definición que mejoran la calidad de la imagen, incluso para capturas estáticas y secuencias en cámara lenta. Las pantallas pueden sincronizarse para crear una presencia visual unificada en el campo de juego, y el contenido puede reflejarse en ambos niveles, duplicando así la exposición; en comparación con un sistema LED convencional. Además, permite mostrar distintos elementos de la misma campaña en los dos niveles, incluyendo opciones para mensajes en varios idiomas o contenidos diferenciados (Carp, 2021).

**Figura 4. Sistema de pantalla LED perimetral en el estadio del Manchester City**



Fuente: Carp, 2021, <https://bit.ly/46ewBHm>

---

### **El «suelo de vidrio» de la FIBA**

Esta cancha de última generación cuenta con un suelo de vídeo interactivo que permite diversas aplicaciones. El ASB GlassFloor incorpora tecnología de seguimiento de jugadores, lo que hace posible mostrar en tiempo real estadísticas y logros deportivos directamente en la superficie de juego. Esto brinda a los aficionados una experiencia más inmersiva, con mayor interacción y un espectáculo más impactante. Además, la cancha ofrece nuevas oportunidades para patrocinios y estrategias de marketing.

Si bien los equipos de la NBA ya habían incorporado proyecciones en 3D sobre la cancha durante las presentaciones y celebraciones previas a los partidos, la introducción de «suelos de vidrio» representa un avance importante, incluso más allá de esa tecnología. Junto con una mayor capacidad de producción en el escenario, la FIBA destacó que el ASB GlassFloor tiene el potencial de ofrecer estadísticas en tiempo real y gráficos perfectamente sincronizados con la acción en la cancha. Por ello, la FIBA cambió sus regulaciones para permitir el uso de canchas de pantallas LED en torneos de élite, lo que prepara el terreno para nuevas experiencias de transmisión y patrocinios.

Por otro lado, SB asegura que sus suelos están diseñados para amortiguar los impactos y ofrecer un alto grado de elasticidad, lo que ayuda a disminuir la tensión en las articulaciones de los jugadores y cumple con los estándares de rebote en deportes como el baloncesto. Además, el GlassFloor cuenta con una superficie especial que proporciona un agarre uniforme, evitando raspones en la piel en caso de caídas, y garantiza una flexibilidad adecuada junto con un rebote uniforme del balón.

Finalmente, la posibilidad de mostrar estadísticas y gráficos en tiempo real sobre la cancha reducirá significativamente la brecha entre la experiencia en el estadio y la de los aficionados que ven el partido desde casa. Además, gracias a la capacidad de ajustar instantáneamente las marcas para diferentes deportes, los estadios podrán cambiar fácilmente entre configuraciones de baloncesto,

balonmano, voleibol o bádminon, lo que permitirá un uso más eficiente de los recursos (FIBA, 2023a).

**Figura 5. El «suelo de vidrio» de la FIBA**



Fuente: FIBA, 2023a, <https://bit.ly/47cOWGj>

## **Sistemas de audio**

Brindar una experiencia excepcional a los visitantes de un estadio va más allá de las pantallas de vídeo y los marcadores digitales; la calidad del sonido también es clave para crear un ambiente inmersivo y emocionante. Los sistemas de audio de los estadios modernos han evolucionado mucho en comparación con los antiguos equipos de

megafonía, y ahora son elementos esenciales en la configuración audiovisual. Actualmente, no solo se usan para anunciar información, sino que también funcionan como sistemas integrales de entretenimiento para los aficionados.

Recientemente, el BayArena, un moderno estadio con capacidad para 30 210 espectadores y sede del Bayer 04 Leverkusen, renovó su sistema de audio. El proyecto, llevado a cabo por TecArena Plus, filial de Bayer 04 Leverkusen Fussball GmbH, responsable de la gestión de las instalaciones, tenía como objetivo principal mejorar la calidad del sonido electroacústico del estadio, manteniendo los costos bajo control.

Para lograrlo, TecArena utilizó el modelado EASE existente del BayArena, asegurándose de cumplir con los valores deseados del índice de transmisión de la voz (STI). Con esto, se buscaba alcanzar un valor STI de 0,56 en al menos el 90 % de las áreas cubiertas con el nuevo sistema de audio.

El estadio ha mejorado su sistema de audio con 82 altavoces CODA Audio APS (Arrayable Point Source), distribuidos en 16 ubicaciones dentro del estadio. Estos altavoces, ligeros y versátiles, están orientados en diferentes ángulos para adaptarse a la topografía de las gradas, creando así zonas de sonido personalizadas. Además, se incluyó la cobertura para el terreno de juego, con unidades que apuntan hacia abajo desde el techo.

Para alimentar el sistema, se utilizan 12 amplificadores CODA Audio LINUS14D, que permiten entradas de audio más flexibles y optimizan el consumo de energía. Además, gracias a los cables de grandes secciones transversales, se reducen las pérdidas de señal, y la ruta de los amplificadores puede ajustarse mediante un software de control remoto.

Por motivos de seguridad, también se instaló un sistema de alarma por voz independiente, conectado a los sistemas de audio profesional del estadio (CODA Audio, 2022).

**Figura 6. Los nuevos sistemas de audio en BayArena**





Fuente: CODA Audio, 2022, <https://bit.ly/46eTOJI>

---

## **El estadio SoFi**

### **La pantalla de vídeo Infinity del SoFi Stadium**

La pantalla Infinity de Samsung, ubicada en el SoFi Stadium, tiene la mayor cantidad de luces LED jamás utilizada en un recinto deportivo o de entretenimiento y es la primera en ofrecer producción de vídeo 4K de extremo a extremo en un estadio. Este tablero de vídeo, el más grande jamás creado para deportes, se encuentra a 122 pies sobre el campo de juego y cuenta con una pantalla ovalada de 70 000 pies cuadrados, con aproximadamente 80 millones de píxeles. Con los píxeles espaciados 8 milímetros de centro a centro, cada panel puede programarse para mostrar estadísticas, contenido en vivo y animaciones.

El panel más grande mide unos 40 pies (cuatro pisos) de altura, mientras que el más pequeño alcanza casi 20 pies (dos pisos). Su forma y tamaño lo hacen más ancho que el campo de juego, proporcionando a los aficionados una vista impresionante desde cualquier ubicación en el estadio. La pantalla también integra un sistema de audio de última generación, con más de 260 altavoces JBL by Harman, equivalentes a 1500 sistemas de cine en casa.

Además, Samsung equipó el estadio con más de 2600 pantallas, paneles de cinta (pantallas led largas y delgadas en los balcones) y equipos de audio. Todas estas pantallas utilizan tecnología HDR10+ para brindar una calidad visual superior (Balakumar, 2022).

**Figura 7. Pantalla Infinity en el SoFi Stadium**



Fuente: [imagen sin título sobre pantalla Infinity en el SoFi Stadium], (s.f.), <https://bit.ly/46iw7QC>.

---

## **El wifi del SoFi Stadium**

No se trata solo de tomar selfies y grabar vídeos de la pantalla Samsung Infinity; hay algo más en juego. El SoFi Stadium se destaca por su alto uso de wifi, llegando incluso a medir el tráfico en terabytes por hora y con más del 70 % de los asistentes conectados simultáneamente. Esta conectividad supera los niveles de datos vistos en Super Bowls anteriores, gracias, en parte, a la digitalización de los boletos y a la implementación de servicios sin contacto en los puntos de venta de comida y bebida, lo que transforma la experiencia de los aficionados y fomenta la interacción inalámbrica.

Los factores que contribuyen al aumento en el consumo de datos incluyen la función de conexión automática que conecta a los usuarios al wifi, los smartphones potentes y las aplicaciones que consumen muchos datos. Los recintos deben replantearse las normas de conectividad, actualizando tanto la infraestructura cableada como la inalámbrica antes de lo previsto. El SoFi Stadium cuenta con una red wifi 6 con numerosos puntos de acceso, utilizando una combinación de antenas instaladas bajo los asientos y en el techo. Inicialmente, el incremento en el uso de wifi estaba relacionado con un sistema distribuido de antenas celulares (DAS) que no contaba con

la participación completa de todos los operadores, lo que llevó a más aficionados a utilizar el wifi.

Un sistema de antena distribuida celular (DAS) es una red de antenas ubicadas estratégicamente en un área, como un estadio, edificio o espacio público, con el objetivo de mejorar la cobertura celular e inalámbrica. El propósito de un DAS es aumentar la potencia, la capacidad y el rendimiento general de la señal en zonas con alta densidad de usuarios o en aquellas donde las señales móviles tienen dificultades para penetrar debido a obstáculos, como paredes o estructuras.

Aunque los operadores ya se han unido al sistema, el uso de wifi en el SoFi Stadium sigue siendo elevado gracias a las mejoras realizadas con base en los comentarios de los aficionados y el personal. Durante los primeros partidos de la temporada 2022, el estadio registró una alta asistencia y una gran demanda de wifi, con un uso de datos que alcanzó los 19 terabytes. En un juego en particular, el consumo llegó a 24,4 terabytes, lo que demuestra la fuerte demanda de conectividad.

A diferencia de otros recintos, la combinación de boletos digitales, pagos sin efectivo y un aforo completo en el SoFi Stadium logra una tasa de participación simultánea excepcional del 78 %, además de un rendimiento récord. Incluso, los aficionados en el estadio utilizan más aplicaciones por dispositivo y las mantienen abiertas durante más

tiempo, lo que refleja sus mayores expectativas de una experiencia conectada en el día del partido.

El aumento en el uso de wifi durante los grandes eventos pone de manifiesto la necesidad de actualizaciones constantes en la red, que no se limitan a añadir más puntos de acceso, sino que también incluyen mejoras importantes en las redes cableadas y en la conectividad a Internet (Kapustka, 2022).

### **VR y AR (realidad virtual y realidad aumentada)**

La realidad virtual (RV) es una tecnología que sumerge a los usuarios en un entorno simulado, normalmente mediante el uso de dispositivos especializados, como las gafas de RV. En cambio, la realidad aumentada (RA) añade elementos digitales —imágenes, vídeos, texto o modelos 3D— al entorno del mundo real. A diferencia de la RV, que genera una experiencia completamente virtual, la RA enriquece la realidad física superponiendo información virtual sobre lo que vemos.

La RA suele experimentarse a través de dispositivos como smartphones, tablets, gafas inteligentes y otras tecnologías portátiles. Tanto la realidad aumentada como la realidad virtual dependen de una buena conectividad para brindar experiencias inmersivas, lo cual exige un ancho de banda considerable y altas velocidades de red para funcionar correctamente (Medium, 2020).

## **Asistencia de arbitraje**

Con la ayuda de cámaras distribuidas por toda la cancha y el estadio, la tecnología es capaz de generar y reproducir recreaciones tridimensionales de las jugadas que se realizan durante eventos y competiciones deportivas, lo que le proporciona a los árbitros la información necesaria para tomar decisiones precisas. Por ejemplo, el sistema Hawk-Eye, que se utiliza en deportes como el tenis, el cricket, el bádminton y el fútbol, puede recrear la trayectoria de una pelota con una precisión extrema, ya que tiene un margen de error de no más de 5 mm, y lo hace en menos de diez segundos.

La Premier League ha adoptado Hawk-Eye como tecnología de línea de gol, mientras que en el ámbito del tenis se emplea para la toma de decisiones en el campo durante campeonatos como Wimbledon, el Abierto de Australia y otros torneos importantes.

## **Marketing y publicidad**

La realidad aumentada ofrece una manera novedosa e interactiva de promocionar marcas y productos en eventos y competiciones deportivas. Por ejemplo, los tableros digitales permiten a las empresas dirigirse a distintas audiencias globales a través de anuncios personalizados en feeds virtuales. Además, las marcas deportivas están aprovechando esta tecnología para lanzar campañas publicitarias interactivas en las que los aficionados pueden escanear

las vallas publicitarias o anuncios con sus smartphones y desbloquear contenido exclusivo.

Aunque la tecnología no interfiere con la acción en el campo, las imágenes publicitarias virtuales que se muestran en los tableros laterales son específicas para cada región. Esto permite a los organizadores de eventos personalizar los anuncios según la audiencia, ya sea que los espectadores estén viendo el partido desde Los Ángeles, Pekín, Sídney o cualquier otro mercado global (Kidd, 2018).

**Figura 8. Tecnología de paneles publicitarios de feeds virtuales**



Fuente: Kidd, 2018, <https://bit.ly/47uqMXj>

## **Mejorando la experiencia de los aficionados**

Los organizadores de eventos están aprovechando la realidad virtual y aumentada para mejorar la experiencia de los aficionados, ofreciendo repeticiones virtuales y superposiciones en tiempo real de estadísticas del juego e información sobre los jugadores. Gracias a estas tecnologías, los espectadores pueden disfrutar de una experiencia más inmersiva e interactiva, lo que les permite entender mejor tanto el juego como a los protagonistas.

Este enfoque resulta especialmente atractivo para los aficionados más jóvenes, acostumbrados a un entorno de videojuegos en el que disfrutan participando activamente. De hecho, la combinación de lo analógico y lo digital ya forma parte de su realidad cotidiana, incluso desde una edad temprana. Para profundizar en la realidad virtual y la aumentada, se pueden consultar los recursos disponibles en el curso correspondiente ([TheRams.com](https://www.therams.com), 2022; Walker, 2023).

### **Figura 9. Ejemplo de AR**



Fuente: TheRams, 2023, <https://bit.ly/4737V61>

---

### **Figura 10. Ejemplo de AR**



Fuente: TheRams, 2023, <https://bit.ly/4737V61>

---

### ***Software y aplicaciones para operaciones de eventos***

Un software de gestión de espacios permite optimizar las operaciones y mejorar la eficiencia, porque automatiza tareas como la reserva, la programación, la planificación de eventos y la comunicación. Esto permite a los establecimientos organizar eventos de manera más sencilla y ofrecer un servicio de alta calidad a sus clientes.

La eficacia de este tipo de *software* radica en la calidad de sus funciones, ya que incluyen la programación de eventos, las reservas, la gestión de relaciones con los clientes (CRM), la generación de informes y la administración del personal, además de ser fácil de usar.

### **Ejemplo de aplicaciones para eventos deportivos**

Un evento de running u otra competencia deportiva no se limita solo a la carrera; comienza desde el momento en que un participante se inscribe. Un evento de running u otra competencia deportiva no se limita solo a la carrera; comienza desde el momento en que un participante se inscribe. En el mercado existen aplicaciones y plataformas especializadas para eventos deportivos de running, impulsadas por tecnología basada en datos. Estas aplicaciones, que utilizan tecnología centrada tanto en datos demográficos como psicográficos, ofrecen una solución integral para los participantes, que incluye la inscripción, comunicación, actualizaciones y seguimiento del progreso, todo en un solo lugar.

Las aplicaciones consideran cada evento de running como un «viaje», asegurándose de que los corredores tengan acceso a toda la información relevante para que no se pierdan las últimas noticias y actualizaciones. Estas herramientas están diseñadas para que los organizadores y patrocinadores puedan crear eventos más atractivos y participativos. Ayudan a los participantes en diversas actividades, como invitar a amigos a unirse, establecer metas, seguir los

preparativos de otros y personalizar su propia preparación para el evento. Además, facilitan las tareas de los organizadores, permitiendo una gestión fluida de la inscripción, la administración y la comunicación con los corredores, al tiempo que ayudan a construir relaciones con cada participante.

También, proporcionan una interfaz fácil de usar para el registro, la recopilación de datos, la organización del recorrido y las actualizaciones. Finalmente, ofrecen herramientas digitales para mejorar la participación de los corredores y la eficiencia de los programas de patrocinio, transformando un evento de un día en un proceso de 100 días lleno de datos, en beneficio de organizadores, corredores y patrocinadores (Athletopia, s.f.).

### **Sostenibilidad y tecnología verde**

La adopción de tecnología verde en los estadios implica la incorporación de diversos elementos diseñados para aumentar la sostenibilidad y minimizar el impacto ambiental. Entre los componentes más importantes se destacan los sistemas de iluminación LED, que ofrecen una eficiencia energética superior y se pueden combinar con controles inteligentes para ajustar automáticamente la intensidad lumínica según las necesidades. Además, se integran fuentes de energía renovable, como paneles solares y turbinas eólicas, lo que contribuye a reducir la dependencia de combustibles fósiles y a disminuir las emisiones de carbono.

Los estadios también incorporan sistemas avanzados de gestión energética que permiten monitorear el uso de recursos en tiempo real, además de contar con tecnologías eficientes para el control del clima. Los sistemas HVAC (calefacción, ventilación y aire acondicionado) no solo aseguran condiciones óptimas de temperatura y humedad, sino que también mejoran la calidad del aire interior al filtrar contaminantes y regular la ventilación. Además, se utilizan accesorios de plomería de bajo flujo y sistemas de recolección de agua de lluvia para reducir el consumo de agua. En cuanto a la gestión de residuos, se emplean contenedores con sensores que avisan cuando es necesario vaciarlos, optimizando así la recolección.

Del mismo modo, la incorporación de «techos verdes» y paisajismo contribuye a mejorar el aislamiento térmico del estadio y aumentar las áreas verdes, lo que favorece la biodiversidad local. La integración de sistemas de automatización de edificios permite controlar todas estas tecnologías de manera centralizada, facilitando tanto la gestión como el mantenimiento. Además, se instalan pantallas digitales que promueven iniciativas ecológicas y educan al público sobre prácticas sostenibles.

Para mejorar la conectividad y la eficiencia, se utilizan plataformas de monitoreo remoto y análisis de datos, junto con dispositivos de Internet de las cosas (IoT) que recopilan información en tiempo real, lo que permite gestionar los recursos de manera proactiva y automatizada. Los estadios también cuentan con infraestructura para

la carga de vehículos eléctricos, promoviendo así una movilidad sostenible. Finalmente, el cumplimiento de certificaciones y estándares ecológicos asegura que las instalaciones adopten las mejores prácticas en sostenibilidad, convirtiendo a los estadios en referentes de tecnología verde y eficiencia energética.

El término HVAC hace referencia a los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado, que son fundamentales para regular el ambiente interior. Estos sistemas controlan la temperatura, la humedad y la calidad del aire, asegurando un entorno cómodo y saludable tanto para los espectadores como para el personal.

### **Tecnología para la eficiencia del agua y la energía**

En lo que respecta a la conservación del agua, los recintos deportivos enfrentan una creciente presión debido a las condiciones de sequía y a la necesidad de mantener la seguridad y la calidad del césped. Para hacer frente a estos desafíos, se están implementando soluciones como la recuperación de agua de diversas fuentes, ya sea mediante la reutilización de aguas grises o la captación de agua de lluvia. Además, se emplean tecnologías avanzadas, como sensores interconectados, que monitorean en tiempo real los niveles de almacenamiento, lo que permite una gestión más sostenible del recurso. También, se instalan dispositivos de bajo consumo, como grifos y sistemas de riego por goteo, para reducir el desperdicio al mínimo.

La detección oportuna de fugas es un aspecto crucial para la conservación del agua, ya que permite identificar y solucionar problemas antes de que se conviertan en pérdidas significativas. Los sistemas de monitoreo de fugas, equipados con sensores inteligentes, detectan cualquier anomalía en la red de suministro, lo que facilita una intervención rápida y reduce considerablemente el consumo innecesario.

En lo que respecta a la gestión energética, la transición a la iluminación LED ha demostrado ser una de las medidas más efectivas para reducir el consumo de electricidad en los estadios, ya que estas luces son más eficientes y tienen una vida útil mucho más larga que las luces tradicionales. Además, la adopción de soluciones de energía solar, como la instalación de paneles en los techos o en las áreas de estacionamiento, permite aprovechar la energía renovable para cubrir una parte significativa de las necesidades energéticas del estadio.

Asimismo, fomentar hábitos de ahorro energético entre el personal es fundamental para maximizar la eficiencia. Esto puede incluir prácticas como apagar los equipos cuando no se estén utilizando, ajustar la temperatura del aire acondicionado en horarios específicos y utilizar sistemas de automatización que regulen el consumo de energía según la ocupación del estadio. La combinación de estas tecnologías modernas con prácticas tradicionales, como el uso de ventilación natural en áreas secundarias, puede reducir significativamente el

consumo energético y los costos operativos, contribuyendo así al compromiso de sostenibilidad del recinto (Grant, 2023).

### **Instalaciones del estadio para vehículos eléctricos**

Con la creciente popularidad de los vehículos eléctricos (VE), que se espera representen el 40 % de todas las ventas de automóviles para 2030, la instalación de estaciones de carga se ha vuelto una necesidad evidente para los lugares donde se realizan eventos. Esta medida no solo responde a la creciente demanda de opciones de transporte más sostenibles, sino que también refleja la preocupación cada vez mayor de los asistentes por el medioambiente y la sostenibilidad. Por ejemplo, una encuesta revela que el 40 % de los aficionados estadounidenses prefiere adquirir productos o servicios de empresas que sean social y ambientalmente responsables, lo que indica una clara tendencia a apoyar iniciativas ecológicas.

La instalación de estaciones de carga para VE no solo reafirma el compromiso de los organizadores deportivos con la sostenibilidad, sino que también atrae a un público que valora las opciones de transporte ecológicas. Esto mejora la experiencia de los asistentes al permitirles cargar sus vehículos durante los eventos, lo que a su vez impulsa una mayor adopción de la movilidad eléctrica. Además, estas instalaciones pueden contribuir a la obtención de certificaciones de sostenibilidad para el estadio, reforzando su reputación como líder en prácticas responsables y respetuosas con el medioambiente.

Por otro lado, las autoridades locales y estatales están implementando cada vez más normativas de construcción que requieren la instalación de estaciones de carga para vehículos eléctricos en los nuevos proyectos. Es probable que estos requisitos se extiendan también a las instalaciones existentes, lo que significa que los estadios que adopten esta medida ahora estarán mejor preparados para cumplir con futuras normativas. Además, la presencia de estaciones de carga puede generar nuevas oportunidades de ingresos, ya que es posible implementar tarifas por el uso de la electricidad o, incluso, acuerdos de patrocinio con empresas del sector automotor.

En definitiva, la inclusión de estaciones de carga para vehículos eléctricos en los lugares de eventos no solo mejora la sostenibilidad y el atractivo del estadio, sino que también responde a un cambio cultural hacia opciones de vida más responsables con el medioambiente (Gustafson, 2023).

### **Tecnología LED para mantenimiento de cancha**

El Allianz Arena se ha destacado por liderar la sostenibilidad en el deporte, con iniciativas que incluyen la conversión de la iluminación exterior del estadio y los focos a tecnología LED, además de la introducción de un sistema de vasos reutilizables hechos con plástico reciclado, el mismo material que se usa en las camisetas del Bayern de Múnich. Estas medidas demuestran un compromiso constante con la

reducción del impacto ambiental y la adopción de prácticas responsables.

El Allianz Arena también ha realizado un especial esfuerzo en disminuir el consumo de energía necesario para el mantenimiento del césped. En particular, el estadio ha implementado un innovador sistema de iluminación de crecimiento en colaboración con SGL, una empresa líder en tecnología de césped deportivo. Este sistema utiliza iluminación de crecimiento LED inteligente, que ha sido diseñada para proporcionar un control climático óptimo y reducir el consumo energético hasta en un 40 %. Cabe destacar que el Allianz Arena fue el primer estadio del mundo en adoptar esta tecnología de iluminación de crecimiento LED para todo el campo.

Lo que hace única a esta tecnología es el uso de un algoritmo avanzado que calcula de manera precisa los requisitos de luz y calor para cada sección del campo. Este algoritmo tiene en cuenta diversos factores, como el clima, las condiciones meteorológicas, el desgaste ocasionado durante los partidos y las áreas que reciben sombra durante el día. Gracias a este enfoque basado en datos, se logra un uso eficiente de las luces LED y del sistema de calefacción, lo que no solo garantiza la calidad del césped, sino que también reduce significativamente el consumo de energía.

Además, este enfoque ha permitido al Allianz Arena optimizar el mantenimiento del campo sin comprometer su calidad, incluso en

condiciones climáticas adversas. El uso de tecnología de vanguardia para gestionar los recursos energéticos no solo mejora la sostenibilidad del estadio, sino que también sirve como modelo para otros espacios deportivos que buscan reducir su huella de carbono.

Asimismo, se debe señalar que el impacto de estas innovaciones es notable, ya que no solo mejoran la eficiencia energética, sino que también contribuyen a la sostenibilidad a largo plazo. Al adoptar un enfoque integral y basado en la tecnología, el Allianz Arena demuestra que es posible combinar la excelencia deportiva con la responsabilidad ambiental, estableciendo un estándar para la sostenibilidad en los estadios del futuro (FC Bayern München, 2022).

### **Implementación de tecnología de sostenibilidad**

El estadio Mercedes-Benz de Atlanta, Georgia, donde juegan los Atlanta Falcons de la NFL y el Atlanta United FC, es el primer estadio deportivo profesional en Estados Unidos en obtener la certificación LEED Platinum. Esta prestigiosa distinción se concede a los edificios que cumplen con los más altos estándares de sostenibilidad, centrándose en el uso de energía renovable, la conservación de energía, la eficiencia en el consumo de agua y la gestión efectiva de las aguas pluviales.

Entre sus iniciativas de sostenibilidad, el estadio cuenta con 4000 paneles solares fotovoltaicos que generan aproximadamente 1,6

millones de kilovatios-hora de energía al año, suficiente para cubrir todas las operaciones del lugar en los días sin partidos. Además, el diseño del estadio incorpora un sistema de recolección de aguas pluviales que captura y reutiliza el agua para el riego y otras necesidades, lo que reduce el consumo de agua potable y disminuye la presión sobre los sistemas de drenaje locales.

La certificación LEED Platinum también refleja el compromiso del estadio con la eficiencia energética, utilizando tecnologías avanzadas de iluminación LED y sistemas HVAC optimizados para reducir el consumo de energía y mejorar la calidad ambiental interior (Thomas, 2023; Evanesce, 2023).

Una destacada iniciativa ecológica presentada para la Copa Mundial de la FIFA Qatar 2022 fue la creación de zonas para aficionados alimentadas por energía solar. Estas zonas permitieron a los seguidores disfrutar de los partidos en un entorno con control de temperatura, al mismo tiempo que ayudaban a reducir las emisiones de carbono (Al-Surf, 2022).

Por otro lado, en 2019, Amazon cofundó la iniciativa Climate Pledge con el objetivo de unir a empresas, organizaciones y socios en la lucha contra la crisis climática y los desafíos de la descarbonización. Esto dio lugar a lo que hoy se conoce como Climate Pledge Arena, el estadio más avanzado y sostenible del mundo. Entre sus esfuerzos destacan la eliminación de residuos mediante el uso de envases compostables y

la reducción de plásticos de un solo uso, la conservación del agua gracias a la recolección de aguas pluviales para su reutilización, y la decisión de no utilizar combustibles fósiles en las operaciones diarias. Incluso, las máquinas Zamboni para el mantenimiento del hielo funcionan con energía eléctrica (Climate Pledge Arena, s.f.).

### **Accesibilidad e inclusión**

Para que un estadio sea considerado verdaderamente accesible, debe incorporar tanto características físicas como digitales que respondan a las necesidades de personas con diferentes discapacidades. Un elemento crucial en este ámbito es la señalización adaptada para personas con discapacidad visual, quienes enfrentan importantes desafíos al desplazarse en entornos desconocidos. Entre las soluciones que eliminan barreras de navegación se encuentran las guías de audio, interfaces accesibles y tecnologías especializadas.

Los avances tecnológicos han permitido que las personas con discapacidad visual utilicen aplicaciones móviles equipadas con balizas bluetooth, las cuales facilitan la navegación en espacios interiores y exteriores. Estas aplicaciones no solo reconocen ubicaciones, sino que también ofrecen exploración personalizada e instrucciones detalladas, y están disponibles en varias plataformas e idiomas (Al-Mohannadi, 2022).

En cuanto a la transmisión de comentarios en vivo, resulta esencial ofrecer contenidos accesibles para los aficionados con discapacidad visual, de modo que puedan seguir el juego en condiciones de igualdad. Mientras que la mayoría de los espectadores utilizan múltiples sentidos para disfrutar del evento, las personas con discapacidad visual requieren un acceso equitativo a las actualizaciones en tiempo real.

Para promover la inclusión, se han desarrollado soluciones innovadoras, como la tecnología que permite a los usuarios seguir la ubicación exacta de la pelota a través de una tabla táctil conectada a un software especializado que se sincroniza con el partido, proporcionando así una experiencia táctil del juego. La precisión de la información transmitida es clave para garantizar que la experiencia sea realmente inclusiva.

Por ello, los comentarios en vivo deben incluir asistencia mediante auriculares y descripciones de audio detalladas, brindando a los aficionados con discapacidad visual la oportunidad de disfrutar plenamente de la acción en el estadio.

### **Asistencia con auriculares**

El ruido en las zonas donde están los aficionados puede ser molesto para las personas con discapacidad visual. Por eso, proporcionar auriculares es una medida importante para fomentar la inclusión.

Estos dispositivos cuentan con funciones avanzadas, como un amplio alcance, ajustes de volumen personalizados, la posibilidad de seguir diferentes narradores, reducción de ruido y opciones en varios idiomas. Gracias a estas características, los aficionados con discapacidad visual pueden seguir el partido de manera más cómoda y disfrutar de una experiencia adaptada a sus necesidades.

### **Comentarios audiodescriptivos**

Los comentarios con audiodescripción forman parte de un servicio especializado que proporciona detalles descriptivos del partido, especialmente dirigidos a los aficionados con discapacidad visual que podrían perderse elementos visuales importantes. Los comentaristas, especialmente capacitados para esta tarea, ofrecen una narración detallada que describe aspectos visuales claves, como el lenguaje corporal, el entorno, la vestimenta de los jugadores y otros detalles relevantes.

Este servicio se centra en transmitir una imagen completa del lugar, el partido, el evento o el ambiente circundante, asegurando que quienes cuentan con alguna discapacidad visual puedan tener una comprensión integral de la acción de lo que está sucediendo en el campo de juego. De esta manera, se les proporciona una experiencia que va más allá de las estadísticas o las tácticas, permitiéndoles disfrutar del partido en igualdad de condiciones (CAFE, 2021).

## Resumen

En este módulo, desarrollamos temas relacionados con la tecnología en los estadios. Comenzamos explorando las diferentes capas tecnológicas que conforman un estadio inteligente, desde la infraestructura hasta la conectividad y la experiencia dentro del estadio. También profundizamos en la tecnología 5G y el wifi, ampliando nuestro análisis a cuestiones como la seguridad en los estadios, la identificación biométrica y la vigilancia con inteligencia artificial.

Asimismo, examinamos las nuevas tendencias en la emisión de entradas digitales y el acceso sin contacto, así como los pagos sin efectivo; evaluando cómo estas tecnologías mejoran la experiencia del usuario. También, discutimos acerca de la contribución de los sistemas audiovisuales avanzados, como la tecnología led, destacando casos ejemplares que ilustran estas capacidades.

Por otro lado, investigamos el papel de la realidad virtual y la realidad aumentada en la creación de nuevas experiencias inmersivas y presentamos las últimas tendencias en aplicaciones de software para la operación de estadios. Finalmente, analizamos la implementación de tecnologías sostenibles y de mantenimiento de canchas, así como la importancia de la tecnología en la accesibilidad y la inclusión,

asegurando que los estadios sean más inclusivos y responsables con el medio ambiente.

[CONTINUAR](#)

## Referencias

---

**Al-Mohannadi, A. D.** (2022). Soluciones innovadoras de accesibilidad TIC en estadios y zonas de aficionados para personas con discapacidad visual y ciega. *Nafath*, 6(19).

**Al-Surf, M.** (23 de noviembre de 2022). La tecnología verde de Qatar: cómo las nuevas tecnologías están ayudando a que los estadios de la Copa del Mundo de Qatar sean más sostenibles. LinkedIn. <https://www.linkedin.com/pulse/greening-qatar-how-new-technologies-helping-make-qatars-al-surf/>.

**Athletopia**, (s.f.). Nos encanta correr. <https://athletopia.com/>.

**Balakumar, K.** (9 de febrero de 2022). Samsung presenta la pantalla de vídeo más grande jamás creada para deportes en el estadio SoFi. TechRadar. <https://www.techradar.com/news/samsung-unveils-the-largest-video-screen-ever-created-for-sports-at-sofi-stadium>.

**Brooksz, R.** (s.f.). ¿Qué son las redes móviles? Universidad de York. <https://online.york.ac.uk/what-are-mobile-networks/>.

**CAFE Football**, (s.f.). Acerca de los comentarios audiodescriptivos. Centro para el acceso al fútbol en Europa. CAFE. <https://www.cafefootball.eu/what-is-adc>.

**Carp, S.** (11 de febrero de 2021). El estadio Etihad del Manchester City se equipará con un sistema led de gran tamaño. <https://www.sportspromedia.com/sponsorship-marketing/sponsorship/manchester-city-etihad-stadium-supersized-led-pitchside-system/>.

**Climate Pledge Arena**, (s.f.). Sostenibilidad. <https://climatepledgearena.com/sustainability/>.

**Cisco**, (s.f.). ¿Qué es wifi? <https://www.cisco.com/c/en/us/products/wireless/what-is-wifi.html>

**CODA Audio**, (1 de septiembre de 2022). CODA Audio debuta en la Bundesliga en el BayArena de Leverkusen. <https://codaaudio.com/coda-audio-debuta-en-la-bundesliga-en-el-bayarena-de-leverkusen/>.

**Deloitte**, (2016). El estadio como plataforma. Un nuevo modelo para integrar la tecnología de los recintos en el negocio del deporte. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/tr/Documents/consumer-business/cb-the-stadium-as-a-platform-final.pdf>.

**ESSMA**, (s.f.). Acerca de ESSMA. <https://essma.eu/about/mission-vision>.

**Evanesce**, (25 de enero de 2023). ¡Es hora de jugar! El futuro de los estadios y arenas. <https://evanesce.com/2023/01/25/its-game-time-the-future-of-arenas-stadiums/>.

**FC Bayern München**, (5 de mayo de 2022). Allianz Arena, el primer estadio en adoptar la tecnología de iluminación LED Grow para el campo completo. <https://allianz-arena.com/en/news/2022/05/allianz-arena-first-to-adopt-led-grow-lighting-technology-for-full-pitch-inside-stadium>.

**FIBA**, (21 de julio de 2023a). FIBA presenta una innovadora cancha de piso de vidrio ASB de estreno mundial en Madrid. <https://www.fiba.basketball/world/u19women/2023/news/fiba-presenta-una-innovadora-cancha-de-piso-de-vidrio-led-de-estreno-mundial-en-madrid>.

**Gee G.** (14 de marzo de 2023). Estos son los estadios que registran tu rostro. No es solo el Madison Square Garden. [Slate.com](https://slate.com/technology/2023/03/madison-square-garden-facial-recognition-stadiums-list.html). <https://slate.com/technology/2023/03/madison-square-garden-facial-recognition-stadiums-list.html>

**GlobeNewsWire**, (10 de agosto de 2023). El tamaño del mercado de luces LED de neón ilumina los espacios comerciales, se espera un

crecimiento de CAGR del 6,6 %, el valor alcanzará los 2500 millones de USD en 2032. <https://www.globenewswire.com/news-release/2023/08/10/2723279/0/en/LED-Neon-Lights-Market-Size-Brightening-Commercial-Spaces-Growth-expected-at-CAGR-6-6-Value-to-Reach-USD-2-5-Billion-by-2032.html>.

**Grant, B.** (15 de mayo de 2023). Mejores prácticas de sostenibilidad en estadios y arenas. <https://www.sportsdestinations.com/sports/sports-facilities/sustainability-best-practices-stadiums-and-arenas-32098>.

**Gustafson, G.** (1 de septiembre de 2023). Lo que los operadores de estadios y arenas deben saber sobre las estaciones de carga de vehículos eléctricos. Sports Destination Management. <https://www.sportsdestinations.com/management/transportation-logistics/what-stadium-and-arena-operators-should-know-about-32775>.

**Hard Rock Stadium,** (9 de febrero de 2021). Más seguro e inteligente [vídeo]. Twitter. <https://twitter.com/hardrockstadium/status/1359208574698860549?lang=es>.

**Kapustka, P.** (8 de febrero de 2022). Uso de superwifi en el SoFi Stadium: señal de un nuevo aumento en la conectividad de los aficionados. Informe de Stadium Tech.

<https://stadiumtechreport.com/feature/super-wifi-usage-at-sofi-stadium-sign-of-a-new-surge-in-fan-connectivity/>.

**Kidd, R.** (24 de agosto de 2018). Cómo la publicidad "virtual" está ayudando a las marcas a llegar a los aficionados del fútbol internacional. Forbes.

[https://www.forbes.com/sites/robertkidd/2018/08/24/how-virtual-advertising-is-helping-brands-reach-international-soccer-aficionados/](https://www.forbes.com/sites/robertkidd/2018/08/24/how-virtual-advertising-is-helping-brands-reach-international-soccer-fan-aficionados/).

**Mahdi, MJ, Aljuboori, AF y Hussein, A. M.** (2021). Estadio inteligente que utiliza computación en la nube e Internet de las cosas (IoT): modelos existentes y nuevos. International Journal of Computer Applications Technology and Research, 10(05), 111-118.

**Medium,** (25 de junio de 202). Todas las formas en que la realidad aumentada y la realidad virtual están cambiando los deportes.

<https://medium.com/echo3d/all-the-ways-augmented-reality-and-virtual-reality-are-shaping-sports-ef91b6f4423f#:~:text=In%2DStadium%20Experience,also%20be%20improved%20by%20AR.>

**McCaskill, S.** (30 de marzo de 2023). Entrada biométrica, canchas interactivas y gemelos digitales: cinco formas en las que la tecnología está llevando la experiencia del deporte en vivo a otro nivel.

[SportsPro.com.](https://www.sportspromedia.com/features/stadium-) <https://www.sportspromedia.com/features/stadium->

[technology-biometrics-cashless-apps-5g-amazon-walk-out-new-york-mets/](#).

**Olwyn, D.** (26 de julio de 2023). La evolución de la venta de entradas para eventos deportivos: una mirada al futuro. HYPE Sports Innovation. <https://www.hypesportsinnovation.com/the-evolution-of-sports-ticketing-a-dive-into-the-future/>.

**Panchanathan, S., Chakraborty, S., McDaniel, T., Bunch, M., O'Connor, N., Little, S.,... y Marsden, M.** (2016). Estadio inteligente para una vida más inteligente: enriqueciendo la experiencia de los aficionados. En Simposio internacional IEEE sobre multimedia (ISM) de 2016 (152-157). IEEE.

**Roos, D.** (s.f.). Cómo funciona la venta de entradas a través de dispositivos móviles. HowStuffWorks. <https://computer.howstuffworks.com/how-mobile-ticketing-works.htm>.

**Scylla AI,** (s.f.). Cómo se pueden utilizar las soluciones impulsadas por IA para lograr estadios deportivos más seguros. <https://www.scylla.ai/how-ai-powered-solutions-can-be-used-for-safer-sports-venues/#:~:text=Por%20ejemplo%2C%20Scylla's%20gun%20detection,threat%20and%20minimizing%20potential%20damage>.

**The Hacker News**, (3 de agosto de 2023). Microsoft advierte de crecientes preocupaciones sobre ciberseguridad en los principales eventos deportivos. <https://thehackernews.com/2023/08/microsoft-flags-growing-cybersecurity.html>.

**TheRams.com**, (5 de diciembre de 2022). Rams y ARound presentan la próxima generación de realidad aumentada para estadios patrocinada por SoFi. <https://www.therams.com/news/rams-around-stadium-augmented-reality-sponsored-by-sofi>.

**Thomas, I.** (29 de abril de 2023). La justificación comercial de los estadios y arenas deportivas ecológicas está creciendo. CNBC. <https://www.cnbc.com/2023/04/29/the-business-case-for-green-sports-stadiums-and-arenas-is-growing.html>.

**Tottenham Hotspur**, (s.f.). Formas de pago. <https://www.tottenhamhotspur.com/the-stadium/attending-matches/inside-the-stadium/ways-to-pay/>.

**[Imagen sin título sobre sistema de acceso 'pay-by-palm' de Amazon]**. (s.f.). <https://computerhoy.com/noticias/tecnologia/amazon-paga-10-dolares-escanear-palma-mano-909459>.

**[Imagen sin título sobre pantalla Infinity del SoFi Stadium]**. (s.f.). <https://www.infobae.com/america/agencias/2020/09/10/propietario->

[de-los-rams-estrena-el-estadio-sonado-de-us5500m/](#).

**[Imagen sin título sobre facilidades de pago sin efectivo en el nuevo estadio del Tottenham Hotspur].** (s.f.).

<https://www.tottenhamhotspur.com/venue-hire/explore-our-spaces/the-market-place/>.

**Walker, R.** (31 de julio de 2023). El futuro del fútbol: cómo la realidad virtual, la realidad aumentada y el metaverso podrían cambiar la experiencia de los aficionados más allá del reconocimiento. Sky Sports. <https://www.skysports.com/football/news/11095/12927871/future-of-football-how-vr-ar-and-the-metaverse-could-change-the-fan-experience-beyond-recognition>.

**Walker-Miller,** (20 de noviembre de 2018). Una guía sobre los tipos esenciales de cámaras de seguridad y cuándo utilizar cada tipo de cámara. Security Industry. <https://www.securityindustry.org/2018/11/20/security-camera-variants-their-situational-designs/>

**Wooden, A.** (9 de mayo de 2023). ¿Qué es 6G? <https://telecoms.com/521550/what-is-6g/#:~:text=La%20primera%20especificación%20técnica%206G,5G%20existirá%20simultáneamente%20también.%E2%80%9D>.

CONTINUAR