

Módulo 4. La transformación digital de los estadios deportivos: los *smart stadiums*

Unidad 4.1 Introducción

La industria del deporte atraviesa una transformación sin precedentes, impulsada por el avance tecnológico y por las crecientes expectativas del público. En este contexto dinámico, los estadios deportivos conectados —conocidos como *smart stadiums*— se han consolidado como una de las principales expresiones de este cambio.

Lejos de ser simples recintos con gradas, estos estadios se configuran como ecosistemas tecnológicos complejos que redefinen la experiencia del espectador, optimizan las operaciones internas y abren nuevas posibilidades de generación de ingresos para clubes y gestores de instalaciones.

El concepto de *smart stadium* trasciende la instalación de pantallas de gran tamaño o la provisión de una buena conexión *wifi*. Supone una infraestructura digital interconectada que permite operar el estadio como un «centro de entretenimiento activo durante los 365 días del año». Esto se logra a través de la integración de soluciones digitales avanzadas, el análisis inteligente de datos y una filosofía de gestión centrada en el aficionado (*fan-centric model*).

El objetivo de esta lectura es dimensionar, de forma detallada y mediante ejemplos reales, las múltiples funciones, el potencial y los componentes tecnológicos que sustentan el paradigma del *smart stadium*. Se explorará cómo la tecnología está reformulando cada aspecto de la experiencia deportiva: desde la gestión de entradas y la seguridad del aforo, hasta la conectividad permanente y las estrategias de monetización digital que resultan claves en la era contemporánea del entretenimiento.

Unidad 4.2. El *ticket* digital y el *reporting* digital

La puerta de entrada a la experiencia del *smart stadium* ha sido transformada de forma radical. El *ticket* digital ha dejado de ser un simple pase de acceso para convertirse en un portal multifuncional que refuerza la seguridad, personaliza la interacción con el aficionado y optimiza los flujos de entrada.

De manera complementaria, el *reporting* digital funciona como el centro analítico del estadio. A través del procesamiento de grandes volúmenes de datos, permite generar información clave para la toma de decisiones estratégicas y operativas.

La sinergia entre el *ticket* digital y el *reporting* digital es esencial para garantizar un funcionamiento eficiente, una gestión basada en datos y una mayor rentabilidad en los estadios inteligentes.

4.2.1 El *ticket* digital: el portal inteligente a la experiencia del aficionado

El *ticket* digital representa mucho más que una credencial de acceso. Es el primer punto de contacto digital entre el aficionado y el *smart stadium*, y constituye un pilar clave dentro de su estrategia de transformación.

Su nivel de sofisticación y sus funcionalidades son determinantes para ofrecer una experiencia fluida, segura y personalizada, adaptada a las necesidades y expectativas del público actual.

Tipos y mecanismos de acceso de próxima generación

La evolución del *ticket* digital incorpora diversas tecnologías orientadas a lograr un acceso más ágil, seguro y trazable. Estas soluciones no solo optimizan la operativa del estadio, sino que mejoran significativamente la experiencia del aficionado.

- **Códigos QR o de barras dinámicos.** A diferencia de los códigos estáticos, estos cambian a intervalos regulares o tras cada uso. Esta variabilidad dificulta la falsificación y la reventa no autorizada, al tiempo que mejora la seguridad y la trazabilidad de cada entrada.
- **Tecnología NFC (Near Field Communication).** Permite un acceso ultrarrápido y completamente sin contacto. El aficionado solo debe acercar su dispositivo móvil (teléfono o reloj inteligente) al lector del torniquete. Esta tecnología contribuye a reducir los tiempos de espera y agilizar el ingreso al recinto.
- **Biometría.** En la vanguardia de los sistemas de acceso, el reconocimiento facial o la lectura de huellas dactilares ofrecen una experiencia fluida y sin fricciones. Si bien su implementación masiva requiere especial atención a la protección de datos y la normativa vigente, ya se está aplicando en entornos controlados, especialmente en servicios VIP.
- **Integración omnicanal en aplicaciones unificadas.** La tendencia actual es integrar el *ticket* digital en una aplicación centralizada, que funcione como punto único de gestión para el aficionado. Esta solución permite administrar el acceso,

realizar pedidos de comida y bebida, comprar productos oficiales, acceder a contenido exclusivo —como repeticiones de jugadas desde distintos ángulos— y participar en programas de fidelización. Un ejemplo destacado es el del FC Barcelona, que se encuentra en fase de transición hacia un sistema en el que las entradas para el renovado Camp Nou sean únicamente digitales y vinculadas a dispositivos móviles. Esta medida busca optimizar el proceso de entrada y mejorar la experiencia general en los días de partido.

Beneficios operativos y mejoras en seguridad

La digitalización del *ticketing* va mucho más allá de la comodidad para el usuario final: representa una herramienta estratégica que optimiza la gestión operativa y refuerza significativamente la seguridad en los estadios.

- **Optimización del flujo de entrada.** Al reducir las colas y los tiempos de espera vinculados a la verificación manual de entradas físicas, se agiliza el ingreso de los aficionados y se mejora el control del aforo desde el primer punto de acceso. Esto resulta fundamental para evitar aglomeraciones y garantizar un entorno seguro.
- **Prevención de la reventa y la falsificación.** Cada *ticket* digital cuenta con un identificador único, lo que permite su desactivación inmediata ante cualquier intento de fraude o reventa no autorizada. Este nivel de control representa un avance considerable frente al mercado secundario, protegiendo tanto al aficionado como a los ingresos del club.
- **Trazabilidad detallada.** La posibilidad de rastrear cada entrada en tiempo real permite al club conocer quién ingresó, a qué hora y por qué acceso. Esta información resulta esencial para la seguridad, el análisis del comportamiento del público y la gestión eficiente de cualquier incidente.

Personalización avanzada, fidelización sostenible y estrategias de *revenue management*

El *ticket* digital se ha consolidado como una de las fuentes de datos más valiosas para construir una visión integral del aficionado. Esta información permite desarrollar estrategias de personalización, programas de fidelización y modelos de gestión dinámica de ingresos.

- **Ofertas hipersegmentadas.** El historial de asistencia, el asiento preferido y las compras anteriores —si están vinculadas al perfil del usuario— permiten al club generar promociones personalizadas antes, durante y después del evento. Por ejemplo, un aficionado que suele adquirir una determinada bebida podría recibir

un descuento exclusivo para su próxima compra, mejorando así la experiencia y fomentando la recompra.

- **Programas de lealtad integrados.** El *ticket* digital también funciona como eje de programas de membresía, como el programa global «Culers» del FC Barcelona. Estos programas buscan fortalecer el vínculo emocional con el aficionado y generar un sentido de pertenencia, ofreciendo acceso a contenido exclusivo, descuentos y beneficios personalizados. Esta estrategia no solo promueve la fidelización, sino que también abre nuevas vías de ingresos recurrentes.
- **Optimización de precios dinámicos (*yield management*).** Gracias a los datos de demanda en tiempo real, históricos de asistencia y sistemas como el «Seient Lliure» del FC Barcelona —que permite a los socios liberar sus asientos—, es posible ajustar los precios de las entradas de forma dinámica. Este enfoque predictivo ha demostrado ser eficaz: el FC Barcelona ha incrementado un 8% la venta de entradas, con un aumento del 9% en el precio promedio, maximizando tanto la ocupación del estadio como los ingresos por evento.

Integración con otros servicios del ecosistema digital

El *ticket* digital no opera de forma aislada: constituye un componente esencial dentro de una experiencia conectada, fluida y totalmente integrada con otros servicios digitales del estadio.

- **Pagos y monederos digitales integrados.** Los asistentes pueden vincular su entrada a un monedero digital —como la «cartera digital Barça», incluida en la aplicación «Time Chef»— para realizar pagos sin fricciones en todos los puntos de venta del estadio. Esta funcionalidad elimina la necesidad de utilizar efectivo o tarjetas físicas, agilizando las transacciones y mejorando la comodidad del usuario.
- **Pedidos anticipados de comida y bebida (*mobile ordering*).** Mediante esta función, los aficionados pueden realizar pedidos desde sus asientos antes del partido o durante el evento, reduciendo significativamente las colas en las concesiones. La aplicación «Time Chef» del FC Barcelona es un ejemplo destacado: permite consultar menús, personalizar pedidos y pagar por adelantado, todo desde el dispositivo móvil.
- **Acceso a contenido exclusivo y experiencias digitales.** El *ticket* digital también puede actuar como llave para desbloquear contenidos premium a través de la aplicación del club o plataformas OTT. Esto incluye estadísticas en tiempo real, repeticiones desde ángulos exclusivos, acceso a cámaras del túnel de vestuarios y otras experiencias digitales que enriquecen la vivencia del partido.

4.2.2 Reporting digital: la arquitectura de datos para la inteligencia operacional y comercial

El *reporting* digital no se limita a la visualización de datos: representa la capacidad de transformar grandes volúmenes de información heterogénea en inteligencia accionable.

En un *smart stadium*, donde cada interacción y cada movimiento del usuario genera datos, esta capacidad se convierte en el eje central para la toma de decisiones estratégicas. Permite operar con niveles de eficiencia, personalización y rentabilidad sin precedentes, optimizando tanto la experiencia del aficionado como la gestión interna del recinto.

Fuentes de datos multidimensionales y su origen

La riqueza del *reporting* digital en un *smart stadium* radica en la diversidad y el volumen de sus fuentes de datos, cada una aportando una pieza clave para comprender tanto la operación del recinto como el comportamiento del aficionado.

- **Sistemas de acceso (*ticketing* y control de ingreso).** Aportan datos en tiempo real sobre la afluencia, los patrones de entrada (picos horarios, puertas más utilizadas), la distribución de los asistentes por secciones y la correlación con el tipo de evento o partido.
- **Puntos de venta (POS) y plataformas de comercio electrónico.** Ofrecen información detallada sobre las ventas por producto (alimentos, bebidas, *merchandising*), los horarios de mayor consumo, la ubicación de las transacciones (qué punto de venta genera más ingresos), los métodos de pago más utilizados y el perfil del comprador, en caso de estar vinculado a un sistema de fidelización.
- **Sensores IoT (Internet de las cosas) y cámaras inteligentes.** Generan datos cruciales sobre el flujo de personas, la densidad de público en pasillos, zonas de tránsito y puntos clave; condiciones como temperatura ambiente; uso de instalaciones (baños, ascensores); y volúmenes de residuos generados. Estas tecnologías son esenciales para la gestión del aforo y la eficiencia energética.
- **Redes *wifi* y 5G del estadio.** Brindan información anónima sobre el movimiento general de dispositivos conectados, el uso de aplicaciones del estadio, el consumo de datos por zonas y los puntos de mayor concentración de usuarios.
- **Aplicaciones móviles del estadio o del club.** Capturan datos precisos sobre el comportamiento digital del usuario: funciones más utilizadas, tiempo de permanencia en la aplicación, clics en promociones, participación en encuestas, interacción con contenido exclusivo y uso de servicios como pedidos anticipados.

- **Plataformas de redes sociales (análisis superficial).** Aunque se analizan de forma más general, se monitorean métricas como el *engagement*, las menciones de marca, el análisis de sentimiento y el alcance de publicaciones. El FC Barcelona, por ejemplo, lideró las interacciones en redes sociales con 1.417 millones en 2019, lo que refleja el enorme potencial de estas plataformas para medir el impacto de la marca.
- **Sistemas de seguridad y mantenimiento.** Permiten registrar incidencias, tiempos de respuesta, desempeño de los equipos de limpieza y el estado de las infraestructuras y equipamientos técnicos.

El FC Barcelona ha implementado una sólida infraestructura tecnológica basada en servicios de *Amazon Web Services (AWS)* para la gestión de datos. Esta plataforma en la nube permite almacenar, procesar y analizar la enorme cantidad de datos generados, alimentando la plataforma digital del club y facilitando un *reporting* eficiente y centralizado.

Análisis y métricas clave para la toma de decisiones estratégicas y operativas

El *reporting* digital permite transformar datos brutos en métricas significativas y visualizaciones dinámicas, como tableros de control (*dashboards*), que resultan esenciales para la gestión estratégica y operativa de un *smart stadium*. Estas métricas se aplican a distintas áreas de funcionamiento:

1. Eficiencia operativa

- **Tiempos de espera promedio.** Medición en tiempo real de los tiempos en accesos, concesiones y servicios (como baños), lo que permite optimizar la dotación de personal y redirigir flujos de público cuando sea necesario.
- **Consumo de recursos.** Análisis detallado del uso de agua, electricidad, gas y de la generación de residuos, facilitando la implementación de estrategias de sostenibilidad y eficiencia energética.
- **Rendimiento del personal.** Evaluación de la eficiencia en la atención al cliente, la velocidad de servicio en puntos de venta y la efectividad de los equipos de seguridad y mantenimiento.

2. Inteligencia comercial y de marketing

- **Productos populares y rentables.** Identificación de tendencias de consumo en alimentos, bebidas y *merchandising*, lo que permite optimizar inventarios y

ajustar la oferta.

- **Segmentación detallada de audiencias.** Comprensión de las preferencias de distintos perfiles demográficos (familias, jóvenes, turistas) para diseñar campañas personalizadas.
- **Retorno de inversión (ROI) de promociones.** Medición del impacto directo de las campañas de marketing en las ventas y el nivel de *engagement*, en tiempo real.

A modo de ejemplo, podemos mencionar que la aplicación «Time Chef» del FC Barcelona permite no solo la preordenación de comida, sino también el análisis de patrones de consumo mediante datos. Gracias a esta información, el club puede ajustar los menús, reducir el desperdicio y optimizar el rendimiento económico de las concesiones.

3. Seguridad y gestión de riesgos

- **Mapas de calor de aforo.** Visualización en tiempo real de la densidad de público en las distintas zonas del estadio, lo que permite identificar aglomeraciones y prevenir incidentes.
- **Detección automática de anomalías.** Algoritmos basados en inteligencia artificial que identifican patrones inusuales de movimiento o comportamientos sospechosos, alertando al personal de seguridad de forma proactiva.

El proyecto FRM (*Fan Relationship Management*): el núcleo de la visión 360° del aficionado

La máxima expresión del *reporting* digital centrado en el aficionado se encuentra en los sistemas de gestión de relaciones con los fans, conocidos como FRM (*Fan Relationship Management*), una evolución del tradicional CRM (*Customer Relationship Management*).

- **Centralización de interacciones.** El «Proyecto FRM» del FC Barcelona constituye un ejemplo destacado de esta filosofía. Su objetivo es centralizar todas las interacciones del aficionado con el club en un único punto de gestión. Esto incluye la compra de entradas, la interacción en redes sociales, la participación en encuestas a través de la aplicación oficial, el historial de compras en tiendas y la asistencia a eventos, entre otras acciones.
- **Construcción de perfiles detallados del aficionado.** Mediante la unificación de estas fuentes de información, se construye una visión completa —o visión 360°— de cada fan. Este perfil detallado permite conocer en profundidad sus preferencias, hábitos de consumo, nivel de compromiso y patrones de comportamiento, incluso

tratándose de aficionados que, por diversas razones, nunca podrán visitar el estadio en persona.

- **Ofertas hiperpersonalizadas y monetización del *engagement*.** Con este nivel de conocimiento, el club puede personalizar la experiencia ofreciendo contenidos, servicios y productos adecuados en el momento oportuno. Esta estrategia mejora la satisfacción y fidelidad del aficionado, al tiempo que permite identificar oportunidades de monetización —tanto directa como indirecta— a partir de sus necesidades reales y sus niveles de interacción.

Análisis predictivo e inteligencia artificial: anticipación y optimización

La inteligencia artificial (IA) constituye un componente transformador dentro del *reporting* digital, ya que permite ir más allá del análisis de datos históricos para generar predicciones precisas y acciones anticipadas.

Uno de sus principales aportes es la **previsión de la demanda**, al anticipar patrones de asistencia, consumo de productos —como la probabilidad de agotar existencias en concesiones— y posibles cuellos de botella en el flujo de público.

Esta capacidad predictiva permite optimizar la asignación de recursos, como personal de seguridad, suministros en puntos de venta o servicios auxiliares, lo que habilita una gestión proactiva, en lugar de reactiva. Como resultado, se incrementa tanto la eficiencia operativa del estadio como la calidad de la experiencia del aficionado.

Unidad 4.3. Gestión digital del aforo

La gestión digital del aforo es una de las aplicaciones más críticas y complejas de la tecnología en un *smart stadium*. No se trata únicamente de contabilizar personas, sino de monitorear y controlar de forma dinámica el flujo y la densidad de la multitud en tiempo real, con el fin de garantizar la seguridad, optimizar la operación y mejorar la experiencia general de los asistentes.

Tecnologías de monitoreo avanzadas y su sinergia

Para una gestión eficaz del aforo, los *smart stadiums* integran una combinación sofisticada de tecnologías que trabajan en conjunto:

- **Sensores IoT (Internet de las cosas).** Ubicados estratégicamente en accesos, pasillos, túneles, baños y zonas de concesiones, estos sensores recopilan datos en tiempo real sobre la presencia de personas, la densidad de público y los patrones de movimiento. Incluyen sensores de conteo de personas, sensores de presión en el suelo y sensores de *wifi* o *bluetooth* que detectan dispositivos móviles de forma

anónima para estimar la densidad. La información generada se utiliza tanto para la gestión de multitudes como para ofrecer servicios personalizados.

- **Cámaras de seguridad con análisis de video inteligente (IVA).** Dotadas de algoritmos de inteligencia artificial, estas cámaras superan la función tradicional de grabación. Son capaces de identificar patrones de comportamiento —como acumulaciones inusuales—, contar personas con alta precisión en grandes áreas, y distinguir entre el movimiento normal y situaciones de congestión crítica. Gracias a ello, permiten generar alertas proactivas para el personal operativo.

A modo de ejemplo, el Tottenham Hotspur Stadium ha implementado un centro de control unificado que utiliza tecnología Datapath, lo que permite el monitoreo constante de video y datos, una conectividad segura y una gestión en tiempo real del flujo de personas y la seguridad general del estadio.

Control dinámico y adaptativo del flujo de personas

Los sistemas inteligentes de gestión de aforo permiten identificar automáticamente los cuellos de botella y las zonas de alta densidad que podrían generar riesgos para la seguridad o incomodidad para los aficionados. Esta capacidad de detección temprana permite intervenir antes de que la situación se convierta en un problema operativo o de seguridad.

- **Redirección inteligente y señalización dinámica.** Ante situaciones de congestión, los sistemas pueden interactuar con la señalización digital del estadio —como los paneles tipo *smart outdoor*— para orientar a los asistentes en tiempo real. Estas pantallas pueden mostrar rutas alternativas, anunciar la apertura de accesos adicionales o sugerir caminos menos transitados, contribuyendo a una distribución más fluida de la multitud. Asimismo, los quioscos inteligentes ubicados en zonas de autoservicio ayudan a reducir las colas en puntos de venta, liberando presión sobre otras áreas del recinto.
- **Estimación y comunicación de tiempos de espera.** La información recopilada por los sensores y sistemas de análisis se puede utilizar para estimar los tiempos de espera en baños, concesiones o accesos. Estos datos se comunican a los aficionados a través de la aplicación móvil del club o de pantallas distribuidas en el estadio. Esta funcionalidad mejora significativamente la experiencia del espectador, ya que le permite tomar decisiones informadas y evitar esperas inesperadas.

Seguridad crítica y respuesta estratégica a emergencias

Esta es, posiblemente, la función más decisiva de la gestión digital del aforo. Ante una situación de emergencia, los sistemas inteligentes permiten actuar con rapidez, precisión y eficacia, gracias a la disponibilidad de datos en tiempo real.

- **Identificación de rutas de evacuación óptimas.** Con base en la densidad de la multitud, la ubicación de la amenaza y la disponibilidad de salidas, el sistema es capaz de calcular y recomendar las rutas de evacuación más seguras y eficientes. Estas indicaciones se actualizan en tiempo real, adaptándose al desarrollo de la situación.
- **Guía activa a los aficionados.** La señalización digital dinámica, junto con notificaciones *push* enviadas mediante la aplicación móvil del club, permite comunicar instrucciones claras y visuales para evacuar determinadas zonas o redirigir el flujo de personas, contribuyendo a una salida ordenada y segura.
- **Coordinación eficiente de equipos de emergencia.** El acceso a información actualizada sobre la ubicación y concentración de personas permite a los equipos de seguridad, servicios médicos y de primeros auxilios desplegarse de forma más eficaz, priorizando las áreas críticas y reduciendo los tiempos de respuesta.

Optimización de recursos y planificación estratégica

Los datos históricos de aforo representan una fuente de valor fundamental para la planificación a largo plazo y la optimización de recursos en un *smart stadium*.

- **Optimización de la dotación de personal.** A partir del análisis de patrones de asistencia y movimiento, es posible ajustar la cantidad y distribución del personal de seguridad, atención al cliente y puntos de venta, lo que permite maximizar la eficiencia operativa y reducir costes.
- **Mejora continua del diseño de instalaciones.** La identificación de zonas con problemas recurrentes —como pasillos estrechos o número insuficiente de baños— puede orientar futuras obras de renovación o ampliación. Así, se mejora la circulación de personas y se incrementa el confort general del estadio.
- **Predicción avanzada de la demanda.** El uso de inteligencia artificial aplicada al análisis predictivo permite anticipar niveles de afluencia según el tipo de evento —por ejemplo, un concierto frente a un partido de alta demanda—. Esto habilita una planificación proactiva en todas las áreas operativas, desde la seguridad hasta la logística y el aprovisionamiento de productos.

Unidad 4.4. Infraestructura digital avanzada

La infraestructura digital avanzada constituye la columna vertebral tecnológica que sostiene todas las operaciones y experiencias de un *smart stadium*. Se trata de un entramado complejo de hardware, software y redes que garantizan una conectividad robusta, un procesamiento de datos eficiente y la capacidad de ofrecer experiencias digitales inmersivas y personalizadas a gran escala.

Conectividad de alta densidad: 5G y *wifi 6* como fundamentos

La conectividad es el oxígeno de un *smart stadium*, y se sustenta en tecnologías de red de última generación que permiten operar a gran escala sin interrupciones. Entre estas, destacan especialmente el *wifi 6* y la red 5G.

- **wifi 6 (802.11ax)**. Diseñado específicamente para entornos de alta densidad como los estadios, el *wifi 6* ofrece una capacidad de red considerablemente mayor, velocidades más altas y una eficiencia superior en la gestión de múltiples dispositivos conectados de forma simultánea. Esta tecnología permite que decenas de miles de usuarios accedan a internet, transmitan en directo, compartan contenido y utilicen aplicaciones sin sufrir ralentizaciones, incluso en los momentos de mayor concentración de público. Su robustez resulta clave para garantizar una experiencia digital fluida y satisfactoria para el aficionado. Un ejemplo representativo es el del Tottenham Hotspur Stadium, que ha desarrollado una infraestructura de red distribuida junto a Shared Access. Esta incluye miles de puntos de acceso *wifi* y soluciones específicas para garantizar conectividad móvil en condiciones de alta densidad, permitiendo que los asistentes disfruten de una conexión estable incluso en eventos multitudinarios.
- **5G (quinta generación de redes móviles)**. Complementando al *wifi 6*, la tecnología 5G ofrece conectividad móvil ultrarrápida con una latencia extremadamente baja, prácticamente en tiempo real. Esto resulta fundamental para aplicaciones que requieren respuestas inmediatas, como experiencias de realidad aumentada en el terreno de juego, transmisiones en vivo desde múltiples ángulos —que permiten al aficionado seleccionar su propia cámara— y la comunicación instantánea de datos operativos esenciales para el funcionamiento del estadio. El Allianz Arena del FC Bayern fue uno de los primeros estadios del mundo en implementar cobertura 5G, en colaboración con Telekom, a partir de 2020. De forma similar, Cisco desplegó soluciones tecnológicas avanzadas en el SoFi Stadium de Los Ángeles para el Super Bowl LVI, incorporando 5G como parte de su infraestructura digital de última generación. Estas experiencias demuestran cómo la combinación sinérgica entre 5G y *wifi 6* es clave para garantizar conectividad de alta velocidad y experiencias digitales fluidas en todo el recinto.

Internet of Things (IoT): la red de sensores inteligentes



Los sensores IoT son dispositivos interconectados que recopilan datos del entorno en tiempo real. En un *smart stadium*, se despliegan estratégicamente para cumplir múltiples funciones, orientadas tanto a la eficiencia operativa como a la mejora de la experiencia del aficionado.

- **Gestión del confort.** Monitorizan parámetros como la temperatura, la humedad, la calidad del aire y los niveles de CO₂ en distintas zonas del estadio. Esta información permite ajustar de manera precisa los sistemas de climatización y ventilación para garantizar el confort ambiental.
- **Eficiencia energética.** Controlan de forma automatizada la iluminación — mediante luminarias LED con sensores de luz natural—, así como los sistemas de riego y bombeo. Esto permite optimizar el consumo energético, reducir costes y avanzar hacia la sostenibilidad.
- **Mantenimiento predictivo.** Instalados en equipos críticos como escaleras mecánicas, ascensores o sistemas técnicos, estos sensores detectan anomalías y anticipan posibles fallos, lo que permite realizar intervenciones preventivas y minimizar el tiempo de inactividad.
- **Gestión de residuos.** Colocados en los contenedores, estos sensores alertan cuando se alcanza su capacidad, facilitando la planificación eficiente de las rutas de recolección y evitando desbordes en zonas públicas.
- **Gestión del aforo.** Ubicados en accesos y pasillos, permiten contar personas y medir la densidad en tiempo real, alimentando los sistemas de control de aforo y seguridad, lo que resulta fundamental para la movilidad y la prevención de riesgos.

Computación en la nube y plataformas de datos a gran escala

La enorme cantidad de datos generados por sensores IoT, transacciones de *ticketing*, compras y actividades en aplicaciones móviles requiere una infraestructura de computación en la nube que sea escalable, segura y de alto rendimiento. Esta arquitectura digital resulta esencial para sostener el funcionamiento inteligente y en tiempo real de un *smart stadium*. Las plataformas tienen las siguientes funcionalidades:

- **Almacenamiento masivo.** Albergar petabytes de datos generados diariamente por los distintos sistemas del estadio.
- **Procesamiento y análisis.** Ejecutar algoritmos de inteligencia artificial y modelos predictivos sobre grandes volúmenes de datos en tiempo real, habilitando decisiones ágiles y basadas en evidencia.

- **Escalabilidad dinámica.** Ajustar automáticamente la capacidad de procesamiento según la demanda. Por ejemplo, se puede incrementar la potencia computacional durante un evento de alta afluencia y reducirla en momentos de menor actividad, optimizando recursos.

Un caso destacado es el del FC Barcelona, que ha adoptado una infraestructura tecnológica basada en Amazon Web Services (AWS) para gestionar su plataforma digital y todos sus flujos de datos. Esta solución en la nube es clave para el funcionamiento del *reporting* digital y la operación integrada del ecosistema digital del club.

Sistemas de visualización y señalización digital inteligente

Más allá de los marcadores tradicionales, los *smart stadiums* integran una red de pantallas digitales avanzadas distribuidas por todo el complejo. Estas soluciones no solo mejoran la comunicación, sino que también elevan la experiencia del aficionado y optimizan la operación en tiempo real.

- **Pantallas LED gigantes.** Estas estructuras permiten mostrar repeticiones instantáneas, estadísticas en tiempo real y contenidos inmersivos que enriquecen la vivencia del evento. El nuevo Spotify Camp Nou, por ejemplo, contempla la implementación de pantallas de gran formato como parte de su propuesta de «experiencias inmersivas» para el aficionado.
- **Pantallas *smart outdoor* y quioscos inteligentes.** Estos puntos interactivos ofrecen contenido dinámico como actualizaciones del evento, promociones personalizadas y publicidad dirigida, impulsada por inteligencia artificial, en función del perfil demográfico y el comportamiento de la multitud. También permiten realizar encuestas, participar en juegos o recibir recomendaciones personalizadas. Además, cumplen una función clave en la orientación del público mediante señalización digital dinámica (*wayfinding*), facilitando la navegación dentro del recinto.

El concepto de «Digital Boulevard» del Spotify Camp Nou ilustra esta integración: se prevé una red de pantallas dinámicas que ofrezcan información interactiva y contenido comercial. Los *smart kiosks*, por su parte, actúan como centros multifuncionales desde los cuales los aficionados pueden comprar entradas o mejoras de asiento, realizar pedidos de comida y bebida, adquirir *merchandising* o acceder a servicios de información. Esta solución contribuye significativamente a reducir colas y tiempos de espera en el estadio.

Infraestructura de fibra óptica y redes de baja latencia

Para soportar el enorme volumen de datos que circula en un *smart stadium* —en especial, video en alta resolución y datos en tiempo real generados por sensores y dispositivos—, es indispensable contar con una red de fibra óptica de alta capacidad.

Este tipo de infraestructura es clave para garantizar el ancho de banda y la velocidad que requieren tecnologías como 5G, *wifi 6* y las aplicaciones que dependen de una latencia mínima. La fibra óptica actúa como el sistema nervioso del estadio, asegurando que todos los componentes de la infraestructura digital funcionen de manera estable, rápida y sin interrupciones, incluso en contextos de máxima demanda.

Unidad 4.5. Integración digital en los estadios

La integración digital constituye el principio fundamental que articula los distintos componentes de un *smart stadium*, permitiendo que sistemas y plataformas heterogéneas funcionen como un ecosistema unificado y armónico.

No se trata simplemente de sumar tecnología, sino de orquestar su funcionamiento de forma coordinada, transformando un conjunto de herramientas independientes en una infraestructura inteligente. Esta integración mejora la eficiencia operativa, personaliza la experiencia del aficionado y maximiza las oportunidades de monetización para el club o gestor del recinto.

Unificación de la experiencia del aficionado a través de plataformas centralizadas

El objetivo principal de la integración digital es ofrecer una experiencia unificada al aficionado, en la que todas las interacciones con el estadio se gestionen desde una plataforma centralizada. Generalmente, esta integración se materializa mediante una aplicación móvil que actúa como eje principal de comunicación y servicios.

La propuesta de transformación digital del FC Barcelona gira en torno a una solución «todo en uno», que unifica el *ticketing*, los pedidos de comida, la compra de *merchandising* y el acceso a contenido exclusivo. De este modo, el aficionado puede gestionar su entrada, hacer pedidos desde su asiento, adquirir productos oficiales o disfrutar de material multimedia desde una única interfaz. Esta consolidación reduce la fricción en la experiencia y mejora notablemente la comodidad y satisfacción del usuario.

Flujo de datos bidireccional y centralizado: la inteligencia compartida

Una integración efectiva no solo unifica interfaces, sino que también permite un flujo de datos constante y bidireccional entre los distintos sistemas del estadio. Esta inteligencia compartida resulta clave para construir una visión 360° del aficionado y habilitar decisiones operativas y comerciales más informadas.

- **Sinergia de datos.** Por ejemplo, el sistema de *ticketing* digital se comunica con el sistema de control de aforo para anticipar patrones de entrada. Las compras realizadas en puntos de venta se vinculan automáticamente al perfil del aficionado en el CRM, mientras que las interacciones dentro de la aplicación —

como participar en una encuesta— se integran con su historial de comportamiento y preferencias. Esta interconexión alimenta el *reporting* digital y potencia la capacidad de personalización en tiempo real.

Optimización de procesos operativos y automatización

La integración de sistemas permite automatizar tareas y optimizar flujos de trabajo internos, lo que se traduce en una mayor eficiencia operativa, una respuesta más ágil y una significativa reducción de costes.

- **Coordinación de seguridad y acceso.** Los sistemas de videovigilancia con inteligencia artificial pueden comunicarse directamente con los controles de acceso, generando alertas o activando cierres automáticos de zonas específicas en caso de emergencia, sin intervención manual.
- **Gestión de inventario y concesiones.** Las plataformas de inventario pueden actualizarse automáticamente en función de las ventas en tiempo real. Esto permite generar alertas para reabastecimiento, ajustar la dotación de personal en puntos de venta y anticipar necesidades logísticas durante el evento.

Un ejemplo destacado es el Johan Cruyff Arena, en Ámsterdam, reconocido internacionalmente por su alto nivel de integración digital. Este estadio conecta sus sistemas de energía, seguridad, control de accesos y experiencia del aficionado para operar de forma altamente eficiente. Esta infraestructura le permite reducir el consumo energético, optimizar los recursos humanos y convertirse en un laboratorio vivo para la innovación en la gestión de recintos deportivos.

Comercio electrónico integrado y experiencias de pago sin contacto

El *e-commerce* se ha convertido en un pilar clave de la integración digital, ya que extiende la monetización más allá del recinto físico del estadio y mejora la comodidad del aficionado.

- **Pagos sin fricciones.** Los *smart stadiums* implementan pagos fluidos a través de monederos digitales o aplicaciones móviles integradas. Estas soluciones permiten realizar transacciones de forma ágil tanto dentro del estadio (en puntos de comida, bebida o tiendas físicas) como en entornos digitales.
- **Experiencia omnicanal de compra.** Gracias a la integración de plataformas, los aficionados pueden explorar productos en línea, agregar artículos a un carrito compartible y completar la compra de forma sencilla. Estas experiencias están enriquecidas por recomendaciones personalizadas, impulsadas por inteligencia artificial.

El FC Barcelona ha adoptado estrategias como el *Shareable Cart* y un enfoque de *e-commerce 360* en su tienda online, en colaboración con Adsmurai. Esta integración permite ofrecer experiencias de compra personalizadas y optimizar las ventas digitales mediante el uso de datos. Además, su aplicación «Time Chef» incorpora pagos integrados a través de la «cartera digital Barça», lo que centraliza las transacciones y refuerza el ecosistema digital del club.

Conectividad móvil como catalizador de la integración y experiencias inmersivas

La conectividad móvil de alta calidad —basada en redes 5G y *wifi6*— actúa como el motor que hace posible el funcionamiento eficaz de todos los sistemas integrados en un *smart stadium*. Su robustez permite que la infraestructura digital se sostenga y evolucione de forma estable, incluso en condiciones de máxima demanda.

- **Flujo constante de datos.** Gracias a estas tecnologías, los datos generados por sensores, cámaras y dispositivos móviles de los aficionados pueden transmitirse y procesarse en tiempo real, habilitando decisiones inmediatas y experiencias personalizadas.
- **Habilitación de experiencias inmersivas.** La velocidad y baja latencia de estas redes permite activar experiencias de realidad aumentada, como superposición de estadísticas en tiempo real, visualización de rutas interactivas dentro del estadio o acceso a contenido multimedia desde cualquier ubicación del recinto.

El proyecto de renovación del Spotify Camp Nou, enmarcado dentro del «Espai Barça», contempla un estadio «100 % conectado» para el regreso del primer equipo. Esta conectividad total se complementará con un «gemelo digital» del estadio, permitiendo experiencias inmersivas que fusionen el entorno físico con contenidos digitales de última generación.

La integración como eje de la transformación digital y la monetización

La integración no es solo una característica técnica, sino una estrategia estructural que permite a los *smart stadiums* maximizar su potencial de negocio y evolución continua.

- **Generación de nuevos ingresos.** Al integrar todos los puntos de contacto digitales, se abren nuevas vías de monetización, como las siguientes:
 - Venta de contenido digital exclusivo a través de plataformas OTT, como BARÇA TV+.
 - Programas de membresía digital como «Culers», que fomentan la lealtad y generan ingresos adicionales.

- Comercialización de datos a través de patrocinios dirigidos y ofertas personalizadas basadas en el comportamiento del usuario.

La «Barça Digital Vision» proyecta que el negocio digital se convertirá en la quinta fuente de ingresos ordinarios del club, junto con los derechos de televisión, el *matchday*, los patrocinios y el *retail*. Esta previsión destaca la importancia estratégica de la integración digital en la visión a largo plazo de las entidades deportivas.

- **Transformación continua.** La integración digital también habilita un proceso permanente de innovación. La digitalización de la experiencia en el Camp Nou no se concibe como un hito aislado, sino como un proceso continuo de mejora, donde se busca una combinación equilibrada entre lo físico y lo digital. Esta evolución constante permite adaptarse a las expectativas cambiantes del aficionado y mantener al club en la vanguardia de la innovación tecnológica.

Unidad 4.6. Uso de redes sociales

Aunque no constituyen el foco principal de esta lectura, las redes sociales desempeñan un papel relevante dentro de la estrategia digital de los *smart stadiums* y de los clubes deportivos en general. Funcionan como un canal vital para la comunicación, la conexión emocional y la expansión de la marca más allá del espacio físico del estadio.

- **Alcance global y engagement.** Los clubes deportivos, como el FC Barcelona, utilizan las redes sociales para conectar con una amplia base de aficionados internacionales, muchos de los cuales nunca podrán visitar el estadio. Estas plataformas permiten mantener una relación activa con la audiencia global y consolidar la presencia del club en el entorno digital. El FC Barcelona fue el club con mayor número de interacciones en redes sociales en 2019, alcanzando los 1.417 millones, y también el más seguido a nivel mundial. Este liderazgo en plataformas como Instagram, X (antes Twitter), Facebook, YouTube y TikTok evidencia el impacto del contenido social en la estrategia de vinculación con el fan.
- **Distribución de contenido y campañas dirigidas.** Las redes sociales sirven como canales para la difusión de contenido multimedia, noticias institucionales, actualizaciones en tiempo real y promociones. Además, permiten ejecutar campañas de marketing dirigidas y fomentar la participación directa del aficionado. Un ejemplo destacado es la apuesta del FC Barcelona por TikTok, donde en 2019 se posicionó como el club número uno en interacciones (15,7 millones) y seguidores (2,2 millones), utilizando un enfoque creativo para conectar con audiencias más jóvenes.

- **Escucha social y atención automatizada.** Aunque con menor protagonismo, herramientas como la escucha social (*social listening*) y los asistentes conversacionales (*chatbots*) se integran para detectar el sentimiento general del público, responder consultas frecuentes y mejorar la atención al cliente.

Referencias bibliográficas de consulta

Adsmurai. (s.f.). *Case Study: FC Barcelona.* <https://www.adsmurai.com/en/case-studies/fcbarcelona>

Adsmurai. (s.f.). *Press Room: Barça AI.* <https://www.adsmurai.com/en/press-room/bar%C3%A7a-ia>

Amazon Web Services (AWS). (s.f.). *Caso de éxito: Futbol Club Barcelona con AWS.* <https://aws.amazon.com/solutions/case-studies/futbol-club-barcelona/>

Computer Weekly. (2022). *Cisco despliega soluciones en estadio del Super Bowl LVI.* <https://www.computerweekly.com/es/noticias/252513265/Cisco-despliega-soluciones-en-estadio-del-Super-Bowl-LVI>

FC Bayern. (2020). *Bayern y Telekom llevan 5G al Allianz Arena.* <https://fcbayern.com/es/noticias/2020/05/bayern-telekom-llevar-5g-allianz-arena>

Johan Cruyff Institute. (s.f.). *Johan Cruyff Arena: Un estadio inteligente.* <https://johancruyffinstitute.com/es/blog-es/gestion-deportiva/johan-cruyff-arena-un-estadio-inteligente/>

Marca. (2025). *Estadios inteligentes: La tecnología que revoluciona la experiencia de los fans en la Premier.* <https://www.marca.com/futbol/premier-league/2025/02/15/estadios-inteligentes-tecnologia-revoluciona-experiencia-fans-premier.html>

Mundo Deportivo. (2024). *El Spotify Camp Nou estará 100% conectado cuando el Barça vuelva al estadio.* <https://www.mundodeportivo.com/futbol/fc-barcelona/20241121/1002357128/spotify-camp-nou-estara-100-conectado-barca-vuelva-estadio.html>

Shared Access. (s.f.). *Case Study: Estadio de Tottenham.* <https://www.sharedaccess.es/casestudy/estadio-de-tottenham/>

Tottenham Hotspur Stadium. (s.f.). *Datapath Tottenham Hotspur Stadium.*
<https://www.isp-integracion.com/instalaciones-oculto/50-estadios-y-aeropuertos/827-datapath-tottenham-hotspur-stadium>

