

El *renacimiento digital* de las fábricas

Una arquitectura Microsoft que habilita la inteligencia industrial distribuida, orientada a eventos y con gobierno multiplanta

Capgemini 

Contenido

1. Introducción	3
2. Desafíos del manufacturing actual	4
3. Visión de la industria inteligente basada en una arquitectura del futuro	5
4. Componentes tecnológicos de la solución	6
5. Gobierno multiplanta: dimensiones y servicios	8
6. Casos de uso industriales	9
7. Beneficios estratégicos y operativos	10
8. Conclusión: una arquitectura para el futuro del manufacturing	12



1. Introducción

La industria manufacturera está viviendo una **transformación sin precedentes**, impulsada por la necesidad de mejorar la eficiencia operativa y energética, aumentar la resiliencia frente a disrupciones y adaptarse con agilidad a nuevas tecnologías y demandas del mercado.

En este escenario, la integración de tecnologías como las plataformas de datos, la inteligencia artificial y la automatización se vuelve esencial.

Para responder a estos desafíos, se propone una arquitectura tecnológica basada en el **ecosistema Microsoft** — incluyendo Azure Arc, Azure IoT Operations, Microsoft Fabric, Power BI y Power Apps— que aborda tres necesidades clave del sector industrial moderno.

La primera es la adopción de una **Event Driven Architecture (EDA)**, que permite reaccionar en tiempo real a eventos físicos y digitales, habilitando una toma de decisiones más ágil y contextual.

La segunda necesidad es establecer un **modelo de gobierno multiplanta**, que facilite una gestión centralizada y coherente de infraestructura, servicios y datos entre plantas distribuidas geográficamente. Esto permite mantener la consistencia operativa sin perder flexibilidad local.

La tercera es **fomentar la autonomía local**, de modo que cada planta pueda acceder a sus propios datos, desarrollar casos de uso específicos y adaptarse a su realidad operativa sin depender de un centro único.

Esta capacidad de adaptación local es clave para responder con rapidez a los cambios del entorno y a las particularidades de cada instalación.

Esta arquitectura redefine los modelos tradicionales de control y gestión industrial, habilitando una inteligencia industrial federada en la que lo local y lo global se integran bajo un enfoque común.

Así, las organizaciones pueden ser **más resilientes, eficientes y adaptables**, preparándose para afrontar los retos del presente y del futuro con una base tecnológica sólida y escalable.

2. Desafíos del manufacturing actual

Las empresas manufactureras están atravesando una etapa de profunda transformación, pero también enfrentan una serie de desafíos estructurales y operativos que limitan su capacidad de evolucionar al ritmo que exige el mercado actual.

Uno de los principales obstáculos es la **fragmentación de los datos**: los silos entre plantas, proveedores y sistemas dificultan una visión integrada del negocio y frenan la toma de decisiones informadas.

A esto se suma la **falta de integración entre las tecnologías** OT (Operational Technology) tradicionales y las soluciones IT modernas. Esta desconexión

impide que los sistemas trabajen de forma coordinada, lo que se traduce en procesos menos eficientes y una menor capacidad de adaptación. Además, el **tiempo de reacción ante eventos críticos** —como fallos, cambios en la producción o variaciones en la calidad— suele ser lento, lo que impacta directamente en la productividad y en la calidad del producto final.

Otro reto importante es la dificultad para **escalar soluciones digitales** entre plantas que tienen distintos niveles de madurez tecnológica. Lo que funciona en una instalación puede no ser viable en otra, lo que complica la estandarización y la replicación de buenas prácticas.

Estos desafíos no se resuelven únicamente con la digitalización.

Requieren una **reestructuración profunda de la arquitectura tecnológica**, basada en un enfoque moderno, ágil y federado, que permita integrar datos, sistemas y decisiones en tiempo real.

Solo así será posible construir una industria verdaderamente inteligente, capaz de adaptarse, escalar y evolucionar con resiliencia.



3. Visión de la industria inteligente basada en una arquitectura del futuro

La industria del futuro está tomando forma hoy: un modelo conectado, autónomo y flexible que redefine la manera de producir, decidir e innovar.

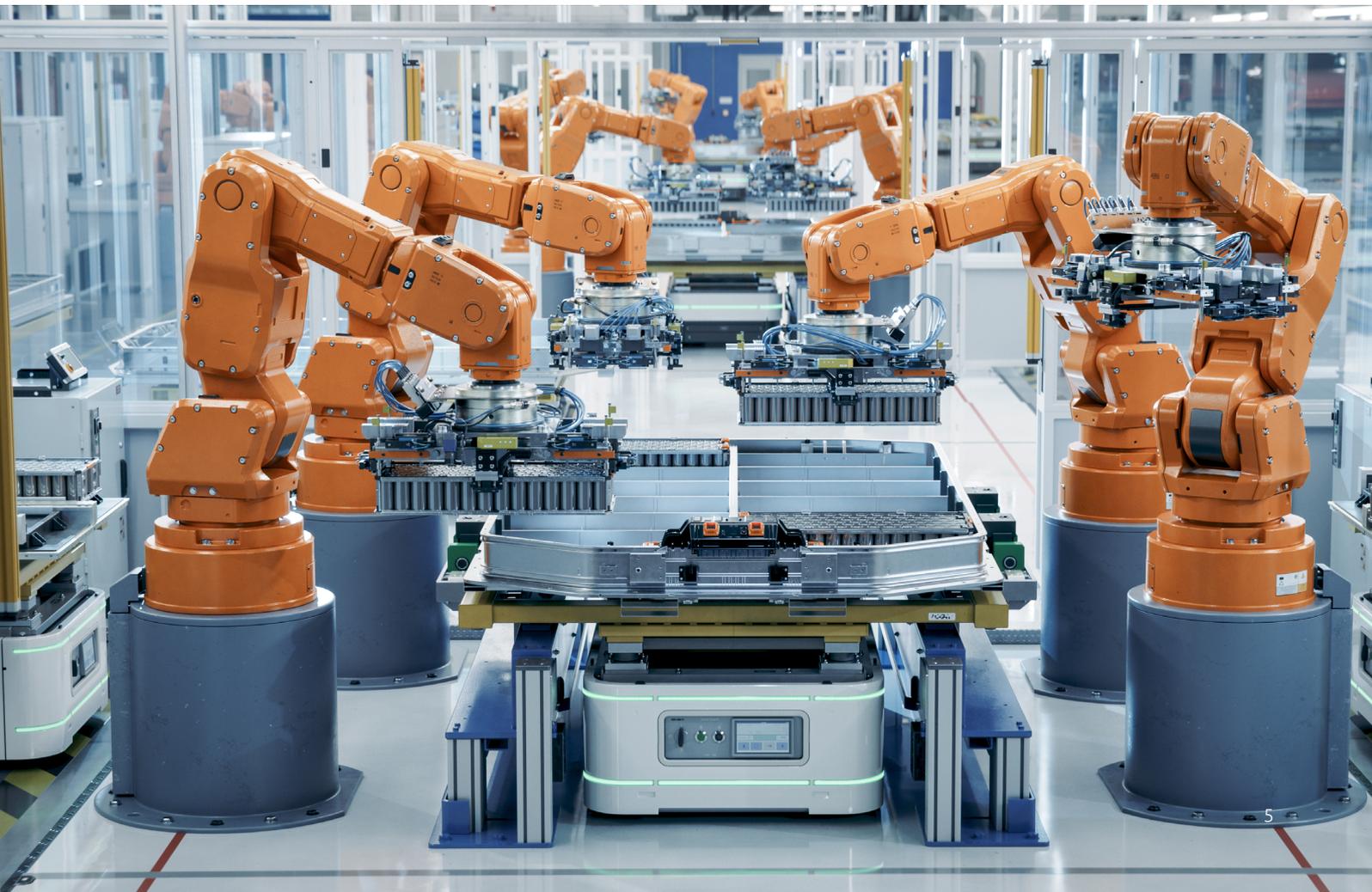
Su fuerza radica en la **integración de datos en tiempo real** entre plantas, máquinas y servicios, lo que asegura operaciones sincronizadas, decisiones ágiles y un gobierno que garantiza seguridad, coherencia y cumplimiento normativo desde el shop floor hasta la nube. Este ecosistema inteligente se apoya en tres pilares arquitectónicos clave.

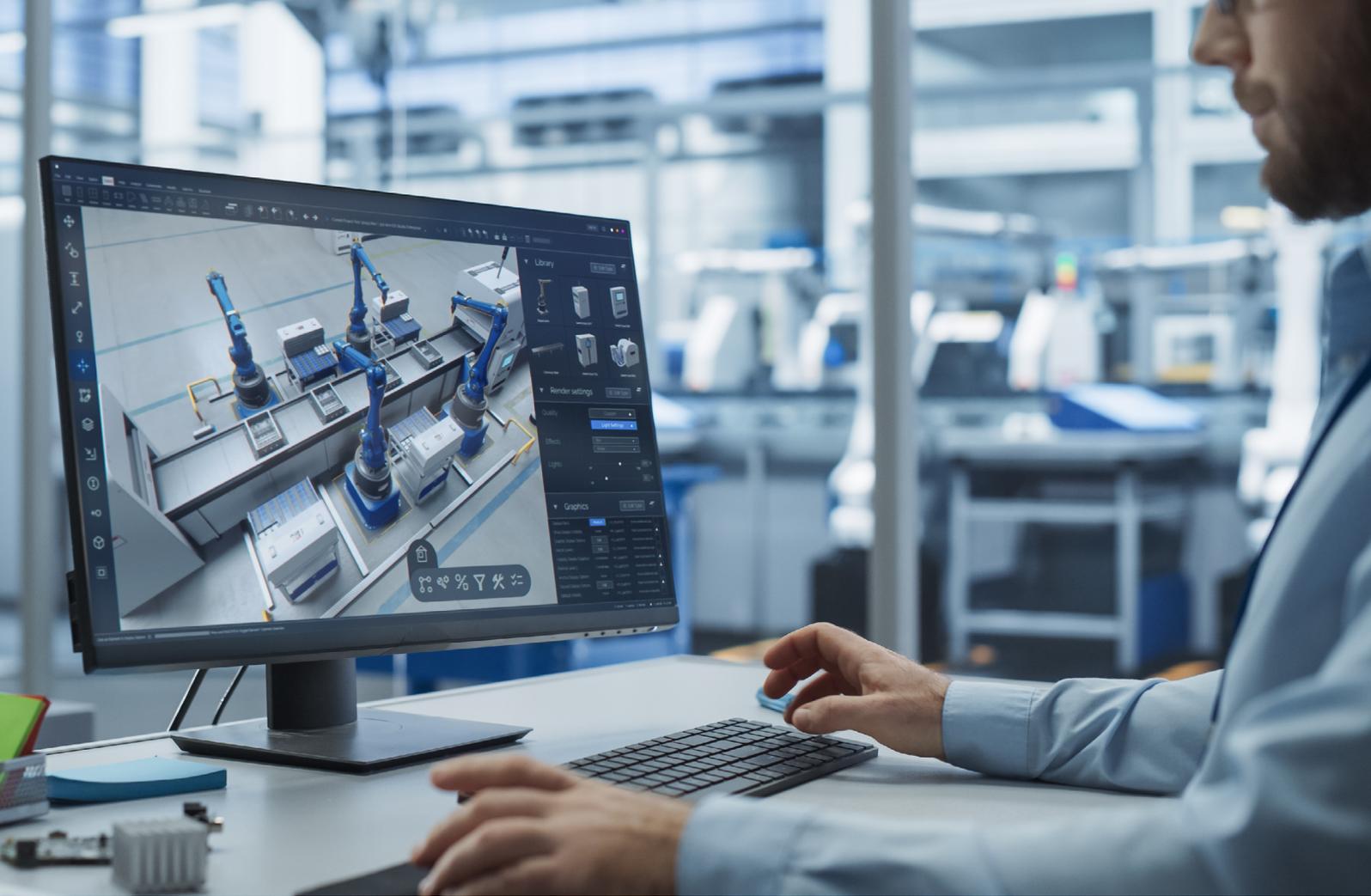
El primero es el enfoque basado en eventos (Event Driven Architecture, EDA), que reduce la latencia y habilita respuestas inmediatas y automatizadas ante fallos, cambios en la calidad o variaciones en la demanda.

El segundo es el gobierno multiplanta, que extiende la digitalización a todo el ecosistema industrial, asegurando interoperabilidad, control de la infraestructura y una interpretación uniforme de la información en todas las unidades.

El tercero es la autonomía local, que otorga a cada fábrica acceso directo a sus datos para aplicar modelos analíticos o de machine learning, diseñar soluciones a medida y responder con precisión a sus necesidades.

Esta visión arquitectónica no solo impulsa la eficiencia y la innovación, sino que sienta las bases de una industria resiliente, preparada para los retos del presente y las oportunidades del futuro.





4. Componentes tecnológicos de la solución

La arquitectura tecnológica propuesta se apoya en un conjunto de soluciones clave del ecosistema Microsoft, diseñadas para habilitar la conexión, gestión, análisis, visualización y automatización del dato industrial.

Estos componentes no funcionan de forma aislada, sino que se integran para ofrecer una plataforma robusta, segura y escalable, capaz de responder a los desafíos del entorno manufacturero moderno.

Uno de los pilares fundamentales es **Azure Arc**, que extiende las capacidades de Azure a cualquier entorno, ya sea on-premises, multicloud o en el edge. Su papel es esencial para habilitar el gobierno multiplanta, permitiendo

la gestión centralizada de recursos físicos y virtuales como servidores, clústeres Kubernetes o bases de datos SQL en plantas remotas. Además, facilita el despliegue automatizado de servicios — contenedores de conectividad, mensajería, procesamiento, bases de datos o IA— directamente desde Azure hacia el borde o centros de datos locales.

También permite aplicar políticas comunes de seguridad, cumplimiento y auditoría, y supervisar todo el entorno con herramientas como Azure Monitor, Defender for Cloud y Azure Policy.

Por su parte, **Azure IoT Operations** actúa como puente entre el mundo OT y el ecosistema digital, sin

comprometer la fiabilidad ni la seguridad. Esta solución permite integrar protocolos industriales estándar como OPC UA, ONVIF o MQTT, facilitando la conexión con gateways industriales, PLCs, SCADA y sensores ya existentes. Además, garantiza alta disponibilidad y tolerancia a la latencia, permitiendo que las operaciones locales continúen incluso si se pierde la conexión con la nube.

El preprocesamiento en el edge — filtrado, limpieza o transformación de datos— optimiza el envío de información a servicios como Microsoft Fabric o Event Hubs.

Microsoft Fabric es la plataforma unificada de datos que permite consolidar, analizar y visualizar información industrial en tiempo real. Integra servicios de ingeniería de datos, almacenamiento tipo Lakehouse, análisis de eventos en tiempo real, ciencia de datos y machine learning, todo bajo una misma capa. Además, incluye Power BI como herramienta de visualización integrada.

Ejemplo: Consolidar datos de producción, calidad y consumo energético de todas las fábricas en un único Lakehouse, con métricas unificadas accesibles desde cualquier ubicación.

Los **Data Agents** representan un avance revolucionario en la forma de interactuar con los datos industriales. Gracias a las capacidades de inteligencia artificial generativa (GenAI),

estos agentes permiten una comunicación mucho más intuitiva con los datos, eliminando la necesidad de conocimientos técnicos avanzados o lenguajes de consulta complejos. Los usuarios pueden hacer preguntas en lenguaje natural, recibir respuestas contextualizadas, generar insights relevantes y activar acciones directamente sobre los datos, todo de forma conversacional.

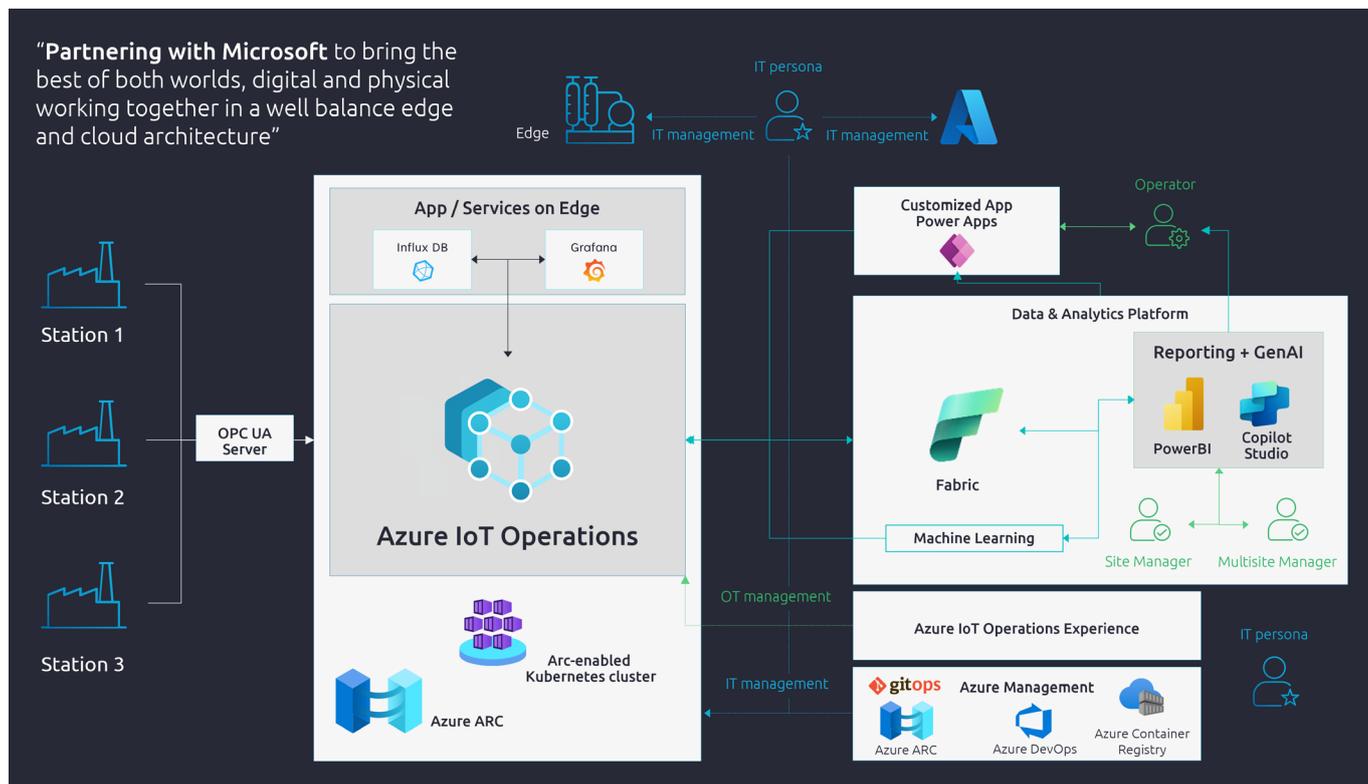
Esta nueva forma de interacción democratiza el acceso al análisis avanzado, empodera a perfiles no técnicos y acelera la toma de decisiones operativas.

Power BI aporta la capa de visualización contextual, permitiendo construir cuadros de mando y reportes históricos o en tiempo real conectados directamente con los datos provenientes de Fabric, IoT

Operations o eventos de producción. Las visualizaciones pueden segmentarse por línea, planta, zona, turno o máquina, y configurarse con alertas basadas en eventos detectados.

Finalmente, **Power Apps** permite a personal no técnico —como ingenieros de procesos, operarios o supervisores— crear rápidamente aplicaciones móviles o web que interactúan con los datos industriales.

Estas apps pueden utilizarse para registrar incidencias, paradas o controles de calidad, acceder en tiempo real a datos de Fabric o IoT Operations, y orquestar flujos de trabajo mediante Power Automate. Además, funcionan offline en dispositivos móviles o tablets industriales, lo que las hace especialmente útiles en entornos con conectividad limitada.



Arquitectura de intelligent manufacturing de Capgemini basada en Microsoft Azure.

5. Gobierno multiplanta: dimensiones y servicios

En el camino hacia una industria verdaderamente inteligente, uno de los grandes retos es escalar las capacidades digitales más allá de una única planta. Para lograrlo, es necesario establecer un modelo de **gobierno multiplanta** que no centralice todas las decisiones, sino que defina un marco común que permita operar con coherencia, flexibilidad y seguridad en todo el ecosistema industrial.

Este enfoque de gobernanza busca compatibilizar formatos de datos entre plantas, garantizar la interoperabilidad entre sistemas, facilitar la escalabilidad de soluciones, respetar la autonomía local y asegurar la trazabilidad y el control sobre los datos y servicios. A continuación, se describen las **principales dimensiones que conforman este modelo**.



La gestión de la infraestructura

Es el primer pilar. Gracias a Azure Arc, es posible gobernar recursos físicos y virtuales distribuidos, como servidores, clústeres Kubernetes o gateways IoT. Desde un plano central, se aplican políticas de seguridad, acceso e integridad, y se supervisa el estado y el consumo en tiempo real mediante Azure Monitor. Esto permite tener una visibilidad global sin perder la capacidad de acción local.



La conectividad entre el shop floor y la nube

Es otro componente esencial. Mediante **Azure IoT Operations y agentes locales**, se capturan datos industriales desde sistemas como SCADA, PLCs o sensores. A su vez, desde la nube se pueden desplegar modelos analíticos o flujos de control directamente en planta, utilizando Azure Arc y Azure IoT Operations. Todo esto ocurre bajo una arquitectura segura, segmentada y monitoreada, que garantiza una comunicación continua y fiable entre los mundos OT e IT.



Mensajería e interoperabilidad

El modelo se apoya en una **arquitectura orientada a eventos (EDA)**, habilitada por tecnologías como MQTT Broker, Event Hubs y Eventstream. Esto permite integrar aplicaciones locales y corporativas mediante un protocolo común de eventos. El resultado es una interoperabilidad sin fricciones y un desacoplamiento efectivo entre servicios.



Transformación de datos

Se orquesta a través de **Microsoft Fabric**, que permite la ingesta desde múltiples fuentes —como IoT, ERP, MES o sensores—, su limpieza y enriquecimiento mediante pipelines de ingeniería de datos, y la aplicación de modelos de machine learning y reglas de negocio. Además, se habilita la federación de datos por planta, manteniendo la trazabilidad y el control. Así, los datos se convierten en activos confiables, preparados y contextualizados para cada caso de uso.



Inteligencia artificial

En este ámbito, **Microsoft Fabric y Azure Machine Learning** permiten entrenar modelos predictivos para mantenimiento, calidad o eficiencia, y desplegarlos en el edge mediante Azure Arc. El ciclo de vida de estos modelos se gestiona con prácticas de MLOps en entornos distribuidos, y pueden aplicarse de forma local o compartirse entre plantas, habilitando una inteligencia distribuida y reutilizable.



6. Casos de uso industriales

Gracias a la sinergia entre las soluciones de Microsoft —Azure, IoT, Fabric y Power Platform— y un modelo de gobernanza multiplanta, es posible habilitar casos de uso concretos que transforman la forma en que se produce, se mantiene y se optimiza.

Uno de los casos más representativos es la **supervisión de operaciones en tiempo real**.

Mediante la captura de datos desde el shop floor con Azure IoT Operations, su centralización por planta en Microsoft Fabric y la visualización contextual en Power BI, los equipos pueden monitorizar indicadores clave como el OEE, la velocidad de producción, el scrap o las paradas. Azure Arc garantiza la gobernanza de la infraestructura edge, asegurando que todo funcione de forma

coherente y segura. El resultado es una visibilidad inmediata y global, la detección proactiva de cuellos de botella y la posibilidad de comparar KPIs entre plantas para impulsar la mejora continua.

Otro caso de uso clave es el **mantenimiento predictivo**, que permite anticiparse a fallos antes de que ocurran. Sensores conectados a IoT Operations recopilan datos sobre vibración, temperatura o ciclos de uso, que luego se agregan y limpian en Fabric. Con estos datos, se entrenan modelos de machine learning en Azure o Fabric, que se despliegan en el edge mediante Azure Arc.

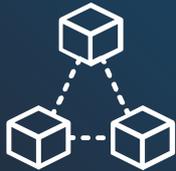
Los técnicos pueden consultar y registrar información directamente desde Power Apps, sin necesidad de herramientas complejas. Esta solución aumenta

el tiempo medio entre fallos (MTBF), reduce los costes por mantenimiento correctivo y capacita digitalmente a los equipos de mantenimiento.

La **optimización energética** es otro ejemplo de cómo esta arquitectura puede generar valor. Mediante lecturas automáticas de contadores conectados por IoT, los datos se consolidan en un modelo Lakehouse unificado en Fabric. Power BI permite visualizar el consumo por equipo, turno o zona, y Power Automate lanza acciones como notificaciones o reportes en tiempo real.

Esto facilita la reducción del desperdicio energético, el benchmarking entre fábricas y la identificación de oportunidades de eficiencia que antes pasaban desapercibidas.

7. Beneficios estratégicos y operativos



Adoptar una arquitectura moderna, federada y orientada a eventos no es simplemente una decisión tecnológica: es una apuesta estratégica para transformar la industria desde sus cimientos.

Este enfoque no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también impulsa la evolución cultural y organizativa hacia una industria más ágil, conectada, sostenible y resiliente.

Desde una perspectiva estratégica, uno de los principales beneficios es la posibilidad de tener una **visión global sin sacrificar la autonomía local**. Las organizaciones pueden supervisar y comparar el rendimiento entre plantas, mientras cada sitio conserva la libertad de innovar y adaptarse a su contexto. Esto reduce los silos organizativos y tecnológicos, y permite un gobierno centralizado que no frena la agilidad operativa.

La **escalabilidad empresarial** es otro punto fuerte. Al ser modular y replicable, cualquier solución desarrollada en una

planta —ya sea un flujo de trabajo, un modelo de IA o una aplicación— puede adaptarse y desplegarse en otras sin necesidad de empezar desde cero. Esto reduce significativamente los tiempos y costes de expansión digital, y permite reutilizar componentes, datos y ontologías de forma eficiente.

Además, esta arquitectura fomenta una **cultura data-driven**. La integración de herramientas como Power BI, Microsoft Fabric y Power Apps en todos los niveles de la organización facilita que las decisiones se tomen

basadas en datos en tiempo real. Esto mejora la calidad de las decisiones, aumenta la transparencia y empodera a los equipos operativos.

A nivel operativo, el impacto es igual de significativo. La arquitectura orientada a eventos (EDA) permite que el **tiempo real sea la norma**, reaccionando de forma inmediata ante condiciones críticas o desviaciones. Esto reduce el tiempo medio de respuesta y minimiza pérdidas por fallos o problemas de calidad.





El uso de análisis avanzados y machine learning habilita un ciclo de **optimización continua** en áreas como producción, mantenimiento, calidad o consumo energético. Esto se traduce en una mejora sostenida de los KPIs industriales y una reducción de costes operativos.

Otro beneficio clave es la **reducción de la dependencia tecnológica**. Gracias a plataformas

low-code como Power Apps, los usuarios de negocio e ingeniería pueden desarrollar sus propias soluciones sin depender exclusivamente del área de TI. Esto acelera la resolución de problemas y democratiza la innovación en planta.

Por último, la arquitectura facilita una **interoperabilidad sin fricciones**, permitiendo integrar tecnologías industriales heredadas

con nuevos servicios cloud sin necesidad de reescribir sistemas desde cero. Esto prolonga el ciclo de vida de los activos existentes y permite adaptarse rápidamente a nuevos estándares industriales.

8. Conclusión: una arquitectura para el futuro del manufacturing

La industria manufacturera está en un momento decisivo. La presión por ser más eficiente, sostenible, resiliente y adaptable exige abandonar los modelos tradicionales basados en sistemas monolíticos, integraciones rígidas y gestión local aislada. Para avanzar, es necesario **adoptar una arquitectura que refleje la realidad de un entorno industrial cada vez más dinámico**, distribuido y orientado a datos.

La propuesta presentada —basada en tecnologías del ecosistema Microsoft como **Azure Arc, Azure IoT Operations, Microsoft Fabric, Power BI y Power Apps**— ofrece una respuesta

concreta a este desafío. Se apoya en tres pilares fundamentales: una arquitectura orientada a eventos que permite reaccionar y automatizar en tiempo real; un modelo de gobierno multiplanta que garantiza coherencia, control y escalabilidad; y una autonomía operativa local que respeta las particularidades de cada planta.

Este enfoque combina lo mejor de dos mundos: una **plataforma tecnológica robusta y un modelo de gestión flexible**.

Permite construir una inteligencia industrial distribuida, donde cada fábrica actúa como un nodo autónomo, pero alineado con

una visión global compartida. Las organizaciones pueden **acelerar su transición hacia la Industria 4.0** sin necesidad de reemplazar sus sistemas existentes, invertir en soluciones que evolucionan con el negocio y habilitar entornos donde los datos, los eventos y las personas están interconectados en todos los niveles.

En definitiva, esta arquitectura no es solo una solución tecnológica: es un nuevo marco operativo sobre el cual construir la fábrica del futuro. Un futuro que ya está al alcance, y que empieza con **decisiones estratégicas tomadas hoy**.



Autor: Nicolas Bertet

Intelligent Industry Cloud Solution Advisor & Architect in Cloud CoE (Europe&Spain) & IILab (Intelligent Industry Laboratory), Capgemini Engineering
nicolas.bertet@capgemini.com



Colaborador: Luis Miguel Marín

Digital Continuity & Manufacturing Presales Leader, Capgemini Engineering
luismiguel.marinaparcio@capgemini.com



Colaborador: Borja Tíno

Global HO Technology & Innovation | Digital Engineering, Capgemini Engineering
borja.tinao@capgemini.com



Acerca de Capgemini

Capgemini es un socio global de transformación empresarial y tecnológica, que ayuda a las organizaciones a acelerar su transición dual hacia un mundo digital y sostenible, al tiempo que crea un impacto tangible para las empresas y la sociedad. Es una organización responsable y diversa que cuenta con 340.000 profesionales en más de 50 países. Con una sólida trayectoria de más de 55 años, Capgemini cuenta con la confianza de sus clientes para liberar el potencial de la tecnología y dar respuesta a todas sus necesidades empresariales. Ofrece servicios y soluciones integrales aprovechando sus puntos fuertes, desde la estrategia y el diseño hasta la ingeniería, todo ello impulsado por sus capacidades líderes en el mercado en IA, Cloud y datos, combinadas con su gran experiencia en el sector y su propio ecosistema de socios. En 2023, el Grupo registró unos ingresos globales de 22.500 millones de euros.

Get The Future You Want | www.capgemini.com/es-es/