

# Arquitectura de sistemas de producción de próxima generación

Flexibilidad. Escalabilidad.  
Inteligencia.

Cómo tienen que cambiar los sistemas de producción para facilitar la evolución del fabricante hacia operaciones adaptables basadas en datos.

# Introducción

Ahora que ha pasado cerca de una década desde su introducción, casi todos los líderes en producción tienen claros los conceptos en los que se basa la Industria 4.0.

Según un estudio de Accenture<sup>1</sup>, la mayoría ha iniciado pilotos para confirmar el valor de los datos y la analítica avanzada con el fin de mejorar sus operaciones, y los más avanzados cuentan ya con estrategias para desarrollar operaciones adaptables (Figura 1 en la página siguiente).

No obstante, sigue habiendo dudas sobre la actual arquitectura de sistemas de producción, las nuevas tecnologías y su capacidad para facilitar estas estrategias y su aplicación a los casos de uso correspondientes.

1. [https://www.accenture.com/\\_acnmedia/PDF-139/Accenture-The-Race-for-Digital-Operations-Transformation.pdf](https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-139/Accenture-The-Race-for-Digital-Operations-Transformation.pdf)



Algunos casos de uso, como el mantenimiento predictivo o la inspección visual, son relativamente bien conocidos y para ellos existen soluciones específicas ofrecidas por diversos proveedores, desde start-ups especializadas hasta grandes distribuidores de software.

Sin embargo, los productores se enfrentan a dos problemas para acelerar su evolución hacia operaciones adaptables:

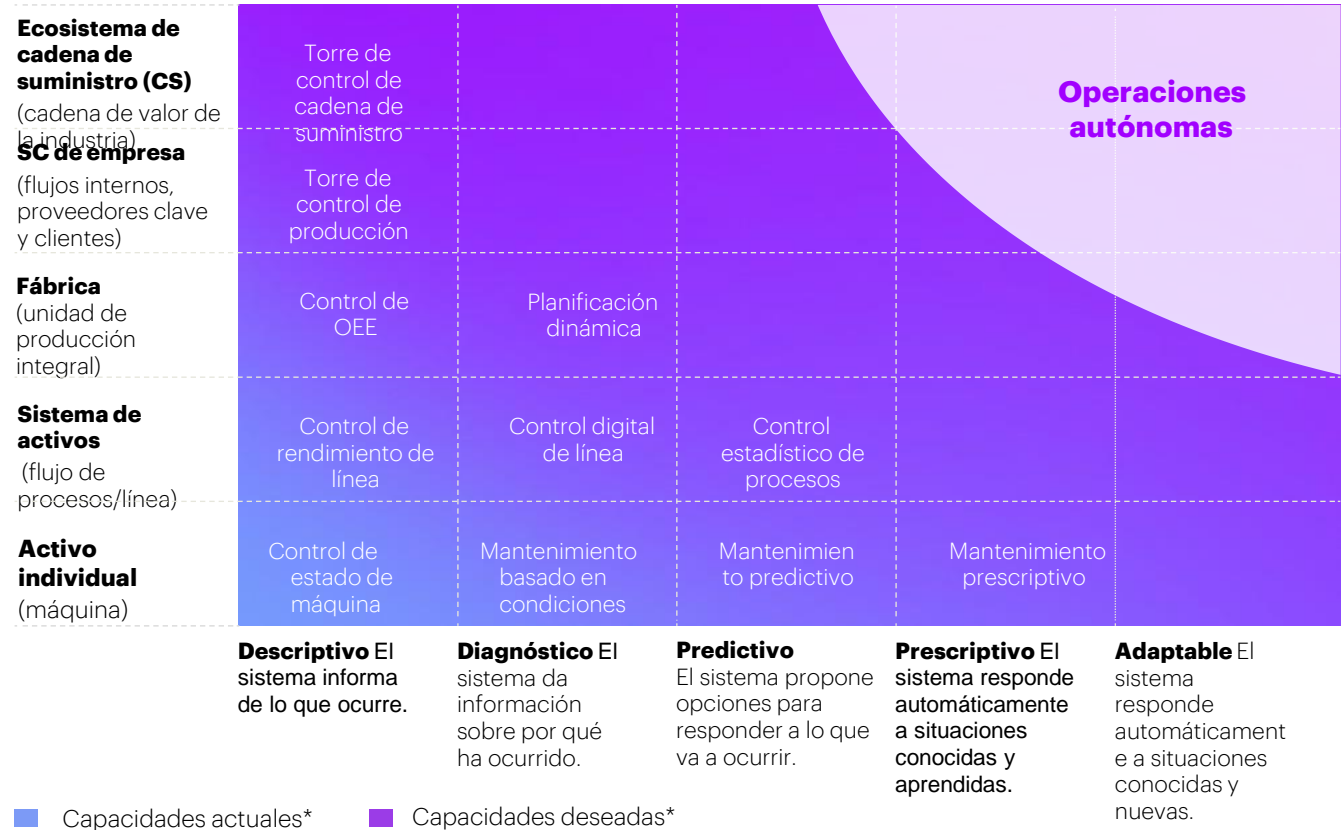
**1. Las arquitecturas de producción tradicionales tienen barreras internas que impiden su aplicación en los casos de uso con más valor, que suelen ir más allá de activos o líneas individuales y de una sola función, como mantenimiento o calidad.**

**2. Las soluciones requieren cantidades de datos que, por lo general, son muy superiores a lo que permiten las arquitecturas existentes.**

En su intento por superar la complejidad de estos casos de uso de alto valor, los productores están llevando al límite unas arquitecturas de TI para producción

que, en general, levantan barreras entre funciones: operaciones/sistemas de ejecución de producción (MES), calidad/sistemas de gestión de información de laboratorios (LIMS), mantenimiento/ gestión de activos empresariales (EAM), etc.

**Figura 1: El uso de datos e inteligencia artificial (IA) puede ayudar a los productores a tener operaciones adaptables de principio a fin.**



\* Suponiendo el nivel de madurez habitual en un gran número de fábricas norteamericanas de artículos de consumo



4 Arquitectura de sistemas de producción de próxima generación

Para vencer estas limitaciones, los CIO han empezado a invertir en data lakes para almacenar todos los datos de producción en un solo repositorio. Eso supone un gran avance si lo comparamos con la gestión de datos en distintos sistemas o incluso hojas de cálculo, algo que todavía es frecuente. Sin embargo, no basta para ofrecer a técnicos y operadores la información estructurada y las herramientas que necesitan para optimizar las operaciones.


Eso explica que los líderes en producción estén prestando cada vez más atención al concepto de gemelos digitales, ya que pueden obtener datos de múltiples fuentes, unificarlos y contextualizarlos. Son la solución ideal para aplicaciones que pueden utilizar este repositorio de datos contextualizados para distintos casos de uso.

Con gemelos digitales, los usuarios pueden hacer mucho más que generar informes a partir de datos históricos en sistemas predefinidos: pueden combinar todos los datos en su contexto y aplicarlos a casos de uso como simulación o inteligencia predictiva/adaptable.

## Los productores que exploran las posibilidades de los gemelos digitales se hacen tres grandes preguntas:

- 1** ¿Por qué es revolucionario un gemelo digital y qué es lo que ofrece, más allá de lo que ya es posible con arquitecturas de operaciones de producción centradas en MES?
- 2** ¿Es posible utilizar gemelos digitales sin sustituir todas las soluciones para generar valor en menos tiempo y con un coste mucho menor?
- 3** ¿Cómo se están posicionando los proveedores de MES con respecto a las grandes plataformas de cloud e Internet de las cosas (IoT)?

Este informe pretende dar respuesta a estas preguntas. Exploraremos cómo y por qué los actuales sistemas de producción pueden y deben seguir utilizándose para generar el valor que ya aportan hoy. También explicaremos cómo complementar esos sistemas con gemelos digitales, en primer lugar para extraer el máximo valor de los datos de producción y, en último término, para acelerar la evolución de los productores hacia operaciones adaptables.



# 1. ¿Por qué ese revolucionario un gemelo digital?

## La diferencia entre datos y conocimiento es el contexto.

Un sensor de temperatura que indica 24 grados Celsius no sirve de nada si desconocemos su contexto: el sensor está en la línea de extrusión que produce esta clase o variante de producto según esté proceso, que tiene esta eficiencia, este nivel de calidad, etc.

Un buen sistema de control, como una solución de supervisión, control y adquisición de datos (SCADA)/MES, dispone de toda esta información y puede estar configurado para activar una alarma o alerta si los datos del sensor superan los umbrales definidos. Teniendo en cuenta los datos de estos sistemas, una solución SCADA o MES se podría considerar de hecho como un gemelo digital aislado. Pero para responder a una incidencia de producción en la línea, los técnicos (o los algoritmos del futuro) necesitarán más contexto, como el historial de mantenimiento de la línea o la versión del producto que se está fabricando. También es posible que la información más importante sobre mantenimiento esté en imágenes o informes sin estructura.

Es este contexto de información muy heterogénea el que plantea un problema para las arquitecturas de sistemas de producción tradicionales y su integración punto a punto. Por el contrario, un gemelo digital (con una estructura flexible y escalable) permite obtener información e identificar todas las relaciones.

La capacidad de un gemelo digital de permitir el aprendizaje progresivo y adquirir conocimiento tácito ofrece una ventaja clave, ya que **almacena y estructura información de una forma inteligible para técnicos y operadores**. Eso significa que no dependen de un analista que analice los datos y desarrolle aplicaciones (a menudo muy simples) para responder a problemas cotidianos, como en el ejemplo del sensor de temperatura anterior. Combinando el gemelo digital con modernas soluciones Low Code/No Code (LCNC), los líderes en producción pueden crear un entorno seguro para que los ingenieros de datos y procesos colaboren en la búsqueda de nuevas formas de optimizar las operaciones.

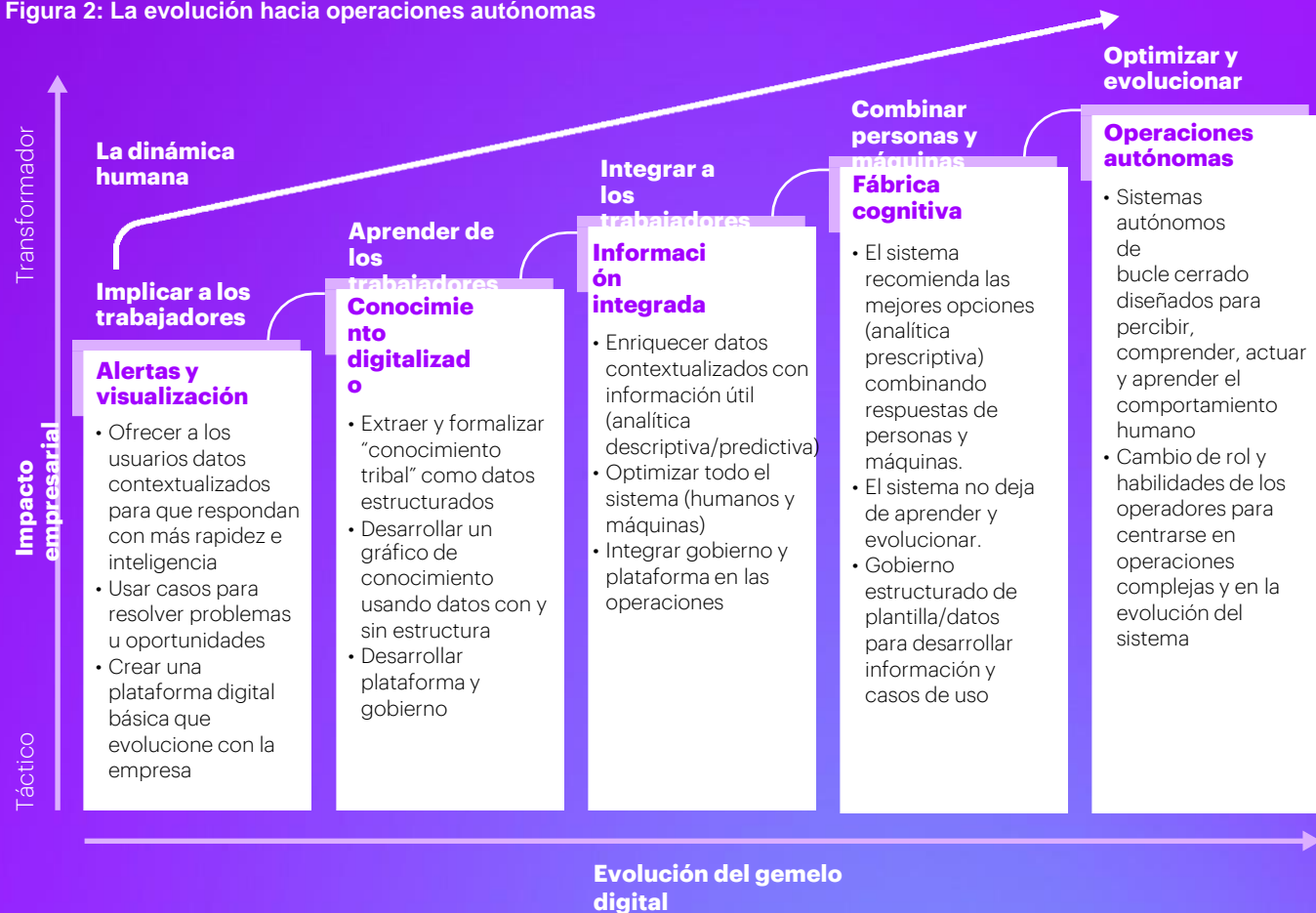
Por si fuera poco, el gemelo detecta en todo momento la configuración y el comportamiento de la máquina, línea o planta.

También incorpora lógica de optimización para todos los niveles de la jerarquía.



Al permitir la formalización progresiva de conocimiento tácito y la gestión de rendimiento basada en incidencias en tiempo real, el gemelo digital acelera la evolución hacia operaciones autónomas.

Figura 2: La evolución hacia operaciones autónomas





## 2. ¿Es posible integrar las soluciones actuales con gemelos digitales?



## En pocas palabras: sí. Una arquitectura de producción completa e integrada es la base de las operaciones de producción en todas las industrias.

El MES, por ejemplo, debe seguir actuando como coordinador y nexo de unión entre los sistemas de negocio y producción.

Los ricos datos estructurados que ofrece una arquitectura de producción completa e integrada permiten a los fabricantes acelerar su evolución hacia operaciones autónomas.

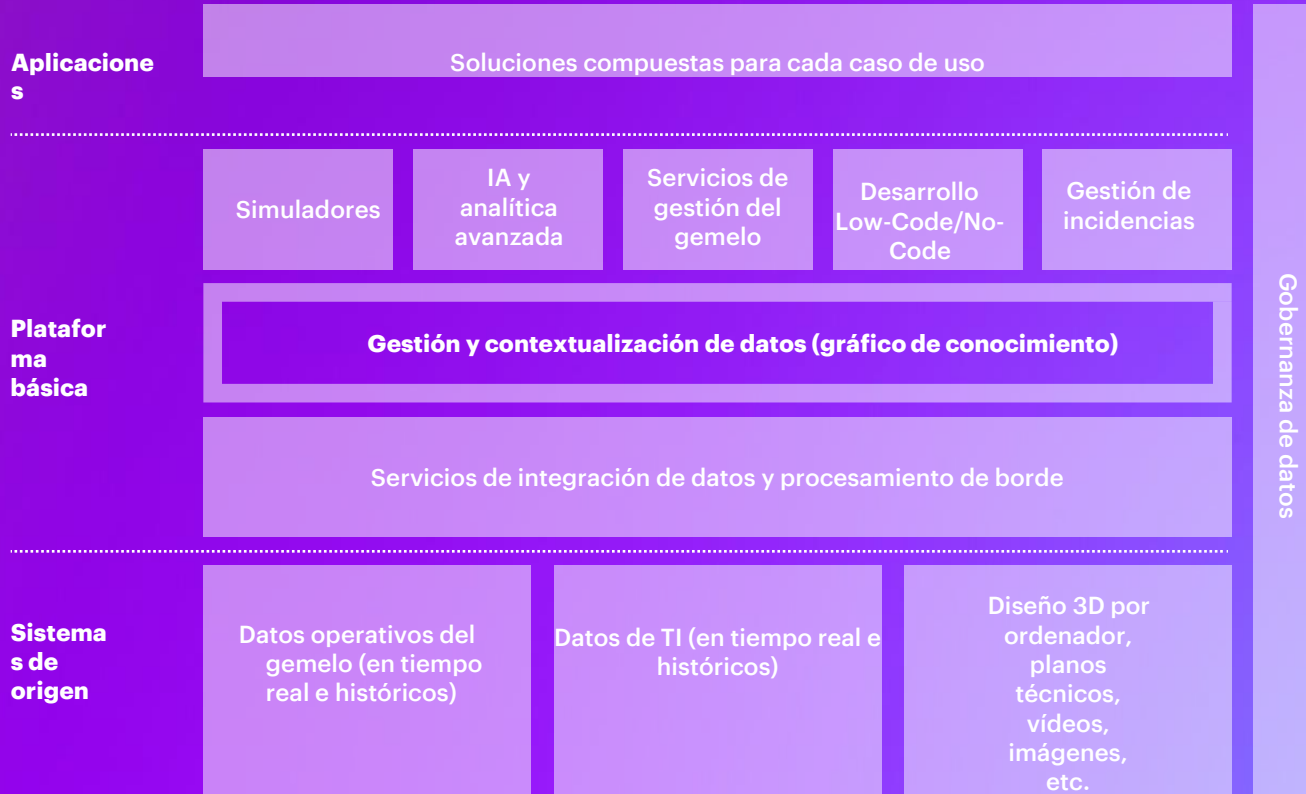
Si combinan un gemelo digital con los sistemas existentes (como indica la Figura 3 en la página siguiente) y el gemelo recibe los datos apropiados desde esos sistemas, los productores pueden seguir amortizando sus inversiones sin tener que “volver a empezar de cero”.

Al no tener que preocuparse de barreras entre sistemas y aprovechar el poder y la flexibilidad de tecnologías y plataformas cloud, los productores pueden usar gemelos digitales para obtener datos de todos sus sistemas (desde planificación de recursos de empresa (ERP) o controladores lógicos programables (PLC) hasta cadena de suministro o distribución) y contextualizarlos de forma rápida y eficaz.

Además pueden hacerlo para cada caso de uso, lo que permite obtener resultados en un plazo de tres a seis meses, dependiendo de la complejidad. La principal diferencia con respecto al método tradicional es que todos los casos de uso utilizan la misma infraestructura y el mismo modelo de datos, en lugar de crear un nuevo almacén de datos. Lejos de aumentar los problemas de integración, cada caso de uso aumenta exponencialmente el potencial del gemelo digital.



Figura 3: El gemelo digital está diseñado como una plataforma integrada abierta.



La figura muestra la arquitectura simplificada del gemelo digital, incluyendo los tres “niveles” en la plataforma básica.

- Se adquieren datos de los distintos sistemas y se procesan en el borde antes de enviarlos a la cloud para su integración y almacenamiento.
- Se contextualizan los datos; es decir, las relaciones entre datos de ingeniería, TI y TO se describen en un gráfico flexible y escalable que presenta toda la complejidad de las operaciones de producción.
- Por lo general, la plataforma del gemelo digital tiene capacidades de simulación y analítica y expone los datos contextualizados a distintas aplicaciones, desde controles simples hasta lógica compleja de aprendizaje automático.



11 Arquitectura de sistemas de producción de próxima generación

## Análisis de los sistemas existentes

Aunque los productores pueden utilizar gemelos digitales sin tener que sustituir sus sistemas, también es verdad que esos sistemas no pueden seguir exactamente igual. Los productores que carezcan de una arquitectura de producción optimizada, ya sea por falta de coordinación en las inversiones o porque han introducido cambios, pueden tener problemas para adaptar sus sistemas. Además de implementar el gemelo digital, los líderes en producción tienen que optimizar su actual arquitectura de producción para:

- 1** Crear un modelo estándar basado en datos y una capa de abstracción que permita simplificar y normalizar equipos sin necesidad de cambiarlos
- 2** Trasladar al gemelo desarrollos concretos de alto valor (por ejemplo, condiciones que pueden causar problemas en el proceso), en su mayor parte relacionados con IA y datos
- 3** Reforzar la integración “vertical” entre sistemas de ERP y producción para crear un motor de ejecución sólido y eficiente
- 4** Integrar de manera progresiva las áreas de ejecución y optimización (el gemelo) según el modelo común de datos/información, respetando la relación entre ejecución y optimización

Esta estrategia puede variar en función de los requisitos, objetivos y puntos de partida de cada fabricante, pero el modelo general es válido para todos los casos.



**3. ¿Cómo se están posicionando los proveedores de MES con respecto a las grandes plataformas de cloud e Internet de las cosas?**

# Los sistemas de ejecución de producción son la base del actual entorno de TI/TO para producción y seguirán siendo importantes en la evolución hacia arquitecturas MOM de próxima generación.

**En respuesta a la creciente competencia de empresas de TI (desde start-ups especializadas hasta grandes plataformas cloud), los proveedores de MES están modificando sus soluciones para ganar presencia, aprovechar la flexibilidad de la cloud y facilitar su integración en arquitecturas de producción Future-Ready.**

1. Los principales proveedores están ampliando su oferta (en muchos casos a través de adquisiciones) para convertir sus productos en plataformas integradas que incluyen registradores de datos, sistemas de control de calidad y soluciones de gestión de rendimiento de activos y gestión de almacén. Los líderes ya ofrecen un conjunto mucho mayor de capacidades básicas usando las mejores prácticas de cada industria para permitir instalaciones más rápidas con menos personalización.
2. También se observa una tendencia clara al uso de cloud. Eso no solo facilita la instalación en distintas plantas, sino que también simplifica mucho la integración en la arquitectura MOM general, además de reducir considerablemente los costes de instalación de MES.
3. Por último, los proveedores utilizan modelos comerciales más flexibles que les permiten sustituir las grandes inversiones de capital por cuotas incrementales. La instalación de MES también es más rápida, lo que hace que resulte más fácil de justificar desde el punto de vista financiero.

## ¿La cloud sirve solo para reducir costes?

**No. Los fabricantes han empezado a usar tecnologías cloud para complementar o ampliar su MES:**

- Internet industrial de las cosas (IIoT): para obtener más datos de equipos adaptados y de nuevos sensores inteligentes
- Plataformas de analítica: para analizar todos los datos obtenidos
- LCNC: para responder a requisitos específicos de cada planta
- Aprendizaje automático: para facilitar y automatizar (si es posible) decisiones cotidianas

Los proveedores de MES están flexibilizando sus arquitecturas de modo que también puedan usar estas tecnologías para ofrecer más valor a sus clientes. Para ello, algunos proveedores están adquiriendo o desarrollando sus propios productos de IIoT, LCNC, aprendizaje automático y analítica, mientras que otros prefieren colaborar con grandes plataformas cloud para ofrecer a los clientes una óptima integración con potentes herramientas abiertas y basadas en cloud.

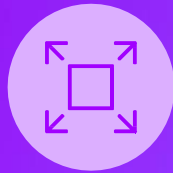
# En resumen

Los líderes en producción que consigan evolucionar hacia esta arquitectura de sistemas de producción de próxima generación serán más eficientes, tendrán clientes más satisfechos, reducirán los costes y se distanciarán de sus competidores.



## Flexibilidad

Para que un gemelo se pueda adaptar a requisitos y situaciones muy diferentes. Al empezar por casos de uso simples que generen beneficios inmediatos, un gemelo digital puede autofinanciarse en poco tiempo.



## Escalabilidad

Para ampliar los casos de uso originales, extendiéndose a distintos centros de la empresa y aprovechando la mayor sofisticación de la analítica de datos.



## Inteligencia

Para aprovechar la lógica de optimización del gemelo digital en todos los niveles de la jerarquía, de modo que técnicos y operadores pueden controlar los datos de producción y las soluciones relacionadas.

## Contacto/Autores



### Pascal Brosset

Managing Director - Industry X,  
Global Production and  
Operations Lead



### Thiago Martins

Managing Director - Industry X,  
North America Production and  
Operations Lead



### Sheri Williams

Managing Director - Industry X



### Mike Watson

Associate Director - Industry X,  
Business & Integration Architecture



## Contacto/Colaboradores

### Fay Cranmer

Lead - Industry X, Growth Markets,  
Accenture



### Goetz Erhardt

Lead - Industry X, Europe,  
Accenture



### Aaron Saint

Lead - Industry X, North America,  
Accenture



### Sef Tuma

Lead - Industry X, Engineering & Manufacturing,  
Accenture



## Acerca de Accenture

Accenture es una compañía global de servicios profesionales con las capacidades más avanzadas en digital, cloud y seguridad. Combinando una gran experiencia con habilidades especializadas en más de 40 industrias, ofrecemos una amplia gama de servicios de estrategia y consultoría, soluciones interactivas, tecnología y operaciones, todo ello con el respaldo de la red de centros de tecnología avanzada y operaciones inteligentes más extensa del mundo. Nuestros 674 000 profesionales hacen realidad todos los días la promesa de la tecnología y el ingenio humano, dando servicio a clientes en más de 120 países. Aprovechamos el poder del cambio para generar valor y éxito compartido para nuestros clientes, profesionales, socios y comunidades.

Más información en [www.accenture.com](http://www.accenture.com)

### Nota legal

El presente documento se ofrece con fines meramente informativos y no pretende sustituir la opinión de asesores profesionales.

Este documento hace referencia a marcas que son propiedad de terceros. Dichas marcas son propiedad de sus respectivos titulares y su uso no implica ninguna forma de patrocinio, apoyo o aprobación de este documento, ya sea expresa o implícita, por parte de los propietarios de las marcas.