



## Cómo será el desarrollo de software para autos en el futuro

Durante años, la industria del automóvil ha evolucionado hacia el vehículo definido por software, en el que más características y funciones se habilitan principalmente a través de software que puede actualizarse rápida y fácilmente.

Decenas de millones de líneas de código alimentan los vehículos de hoy en día y, sin embargo, la industria sólo ha arañado la superficie. Todavía están por llegar transformaciones masivas en la conectividad, la autonomía y la experiencia del usuario, y cada innovación requerirá un software complejo para ejecutarla. Garantizar que los desarrolladores dispongan de herramientas, procesos y estructuras superiores para crear, probar y actualizar ese software de forma eficiente es una prioridad absoluta para toda la industria.

La respuesta está en la integración continua y el despliegue continuo (CI/CD), pero la plataforma debe contar con un entorno de desarrollo y orquestación nativo en la nube que sea lo suficientemente potente como para permitir la colaboración global en tiempo real y realizar las rigurosas y exhaustivas pruebas que exigen las aplicaciones automotrices.



## UN MEJOR ENFOQUE

A medida que el software lleva a los vehículos a nuevos niveles de seguridad, confort y comodidad, los desarrolladores necesitan entornos de desarrollo de software mucho más modernos y capaces que los sistemas heredados.

En el pasado, el desarrollo de software seguía el rígido y lento método de "cascada" y utilizaba cadenas de herramientas muy fragmentadas. El desarrollo pasaba por fases discretas, y cada fase se completaba antes de comenzar la siguiente. Muchos de los procesos de desarrollo eran manuales, al igual que los trasposos de una parte de la cadena de herramientas a la siguiente. Con este enfoque, una nueva versión del software tardaba entre seis y ocho meses en aparecer.

Hoy en día, el software se está abstrayendo cada vez más del hardware en el mundo automotriz, y los desarrolladores tienen la oportunidad de aprovechar ese cambio arquitectónico. Pueden utilizar los modernos métodos ágiles y de DevOps para actualizar el software según su propio calendario, de forma mucho más rápida y libre de vínculos con los cambios de hardware u otras actualizaciones físicas. Este enfoque proporciona niveles sin precedentes de velocidad, escalabilidad, calidad y seguridad.

En la integración continua (CI), el trabajo de construcción de software se automatiza, y todos los pasos de la producción de software se incluyen en una "cadena CI", ya que la salida de una parte se convierte en la entrada de la siguiente. El despliegue continuo (CD) es el despliegue automatizado de nuevas versiones de software sobre el terreno. El CI/CD -así como las pruebas continuas (CT)- ya son posibles en el sector automotriz, pero las pruebas de aplicaciones nuevas y avanzadas presentan un problema único en la industria del automóvil, porque las pruebas deben realizarse en un vehículo físico o en una simulación compleja en un banco de pruebas.

## CAMBIO DE PASO NECESARIO

"La transición del motor de combustión a los vehículos eléctricos (VE) habría bastado por sí sola para hacer tambalear al sector, pero la innovación a través del software ha cambiado las reglas del juego", publica el [Boston Consulting Group \(BCG\)](#).

"En medio de este cambio sin precedentes en la industria de la movilidad, los fabricantes de automóviles necesitan acelerar la velocidad de comercialización y ser mucho más receptivos a las exigencias de los clientes... Las empresas que continúen trabajando de forma tradicional no conseguirán el cambio necesario para competir en este nuevo entorno". Según BCG, la agilidad ofrece muchas ventajas, como la velocidad de comercialización, la reducción del riesgo y la mejora de los productos.

Por ejemplo, imaginemos la complejidad de probar un software que analiza la información procedente de varios radares y cámaras para ejecutar de forma autónoma una maniobra como adelantar a un coche más lento en la autopista o recorrer un entorno urbano complejo con vehículos, peatones y otros obstáculos.

El enfoque ideal elimina los cuellos de botella en los procesos de desarrollo y prueba mediante una plataforma centralizada basada en la nube que permite a los desarrolladores ejecutar cualquier prueba en bancos de pruebas relacionados situados en cualquier centro de pruebas del mundo. Las pruebas pueden poner el software en el bucle (SIL), el hardware en el bucle (HIL) o incluso el vehículo en el bucle (VIL) para realizar pruebas cada vez más realistas. Este enfoque permite alcanzar la escala necesaria para afrontar los retos más difíciles de la actualidad, utilizando recursos globales.

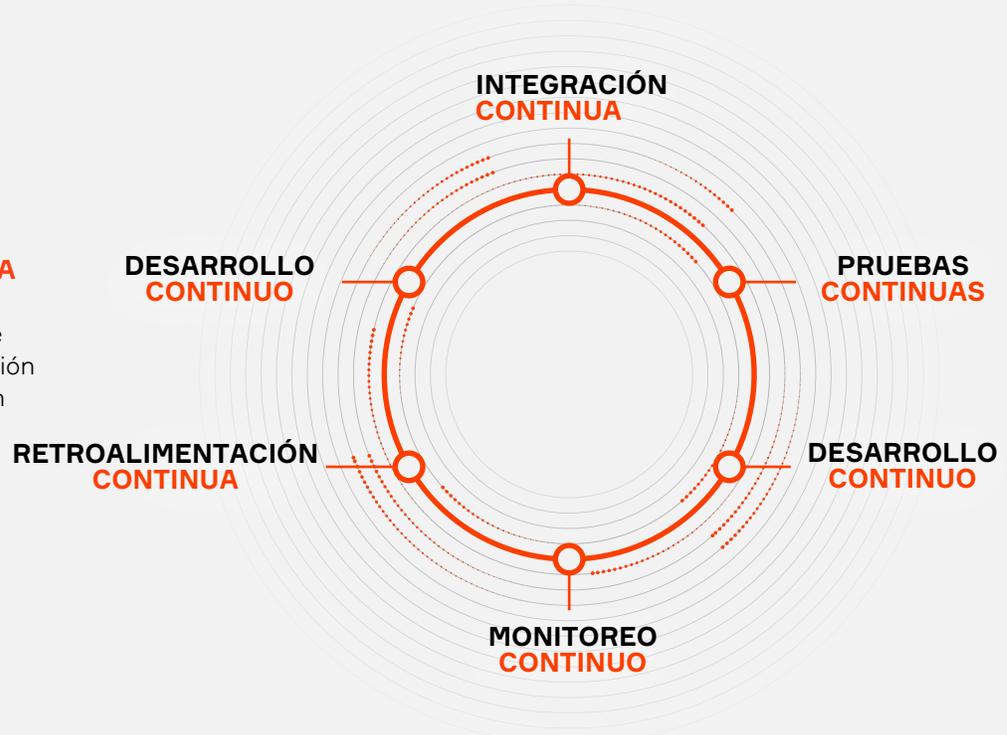
**PROBLEMAS CON LOS ENFOQUES HEREDADOS**

Cuando los desarrolladores escriben millones de líneas de código al día, los enfoques heredados para desarrollar, probar, integrar y desplegar el software son insostenibles. El requisito de las pruebas HIL ha supuesto que, a medida que los cambios de código se han ido integrando en el software durante la IC, los sistemas de IC han tenido que situarse físicamente junto a los bancos HIL. Este enfoque tiene numerosos inconvenientes:

- Una sola compilación puede llevar muchas horas, cuando debe completarse en varios minutos o menos. Se trata de un cuello de botella que afecta tanto a la velocidad de comercialización como a la calidad, ya que las construcciones más largas suelen dar lugar a menos tiempo para ejecutar las pruebas automatizadas. Cuando las compilaciones tardan demasiado, se consume un tiempo valioso que sería mejor utilizar para pruebas adicionales o desarrollo de características.
- - La infraestructura heredada es cara y carece de escala, seguridad y flexibilidad entre programas.
- Cada programa se inicia desde cero, sin reutilización de código ni uso de soluciones estándar.
- Sin una metodología de software universalmente aceptada, la TI en la sombra se cuele inevitablemente, lo que significa que los desarrolladores a veces utilizan sus propias herramientas preferidas. Esto no sólo crea ineficiencias, sino que también puede convertirse en un riesgo para la seguridad porque el departamento de TI carece de visibilidad en el proceso de desarrollo. Además, a los desarrolladores les resulta más difícil colaborar con los clientes o entre sí cuando utilizan conjuntos de herramientas diferentes.
- - Las cadenas de CI que contribuyen al mismo programa de software se han distribuido en múltiples centros técnicos de todo el mundo, cada uno con sus propios bancos de pruebas HIL. Sin un enfoque estándar, las empresas no han podido desarrollar en la nube y lograr la coherencia y repetibilidad que conlleva esa estandarización global.
- Con múltiples equipos o incluso proveedores que contribuyen a los productos de software de movilidad actuales, el aumento de los

**ENTREGA CONTINUA**

Con un enfoque integral de entrega continua, cada acción informa a la siguiente en un ciclo continuo.



problemas de calidad, entrega y plazos. La mejor práctica es integrar el código pronto y con frecuencia, pero el enfoque tradicional crea puertas inflexibles durante el proceso de desarrollo, lo que da lugar a problemas que no pueden probarse hasta la siguiente puerta de fusión. Esto provoca retrasos innecesarios en todo el proyecto.

### A LA NUBE

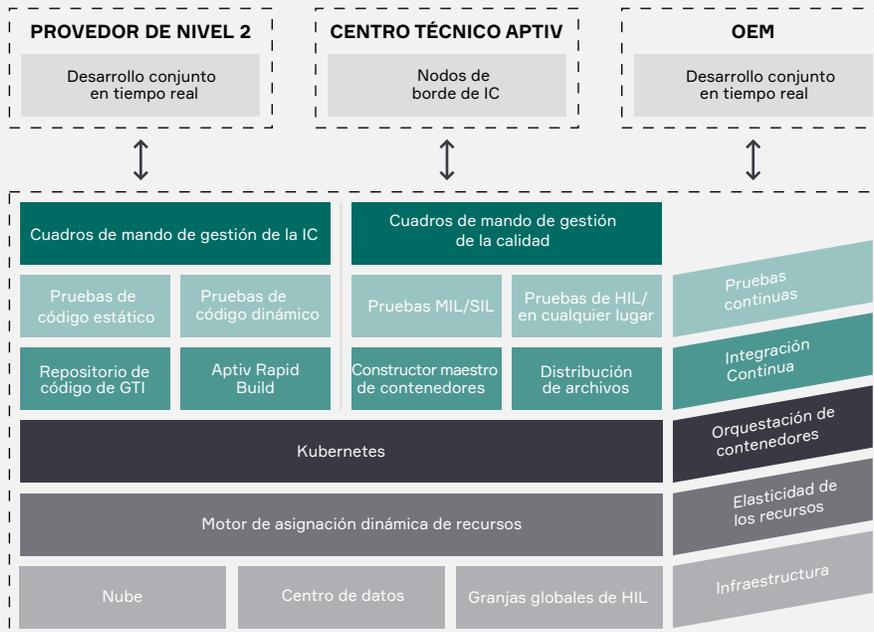
Dado que los vehículos son sistemas de seguridad vital, las empresas automotrices han adoptado desde hace tiempo un enfoque centrado en los requisitos para diseñarlos y probarlos. Validan los sistemas en función de una lista de requisitos para garantizar que las consideraciones legales y de seguridad se abordan adecuadamente; de hecho, la norma de seguridad funcional ISO 26262 para el sector da lugar a la necesidad de probar cada requisito de una función.

En pocas palabras, los fabricantes tienen que demostrar que sus soluciones cumplen las especificaciones desde el primer día, y con cada actualización posterior al lanzamiento, tienen que garantizar que todo lo que funcionaba ayer sigue funcionando hoy.

En los últimos 10 años, el número de requisitos de software en las aplicaciones de la industria del automóvil ha pasado de cientos a decenas de miles. Muchos de esos requisitos deben probarse con el software integrado que se ejecuta en el mismo hardware de la unidad de control electrónico (ECU) que residirá en el vehículo. Las pruebas también tienen que realizarse en tiempo real para garantizar que los tiempos de respuesta sean predecibles, lo que significa que cada prueba dura varios minutos, por término medio. Además, el software suele estar distribuido en múltiples ECUs, sensores y otros dispositivos y podría ser desarrollado por equipos igualmente distribuidos en diferentes empresas.

### INTEGRACIÓN CONTINUA

La próxima generación de integración continua requiere un amplio conjunto de herramientas basadas en la nube, reunidas de forma que se haga hincapié en la calidad y la velocidad del programa.



Estos factores han llevado a las empresas a utilizar múltiples cadenas de IC, en múltiples ubicaciones, todas con sus propios bancos de pruebas HIL y contribuyendo al mismo programa.

Un enfoque mejor es la creación de una cadena de herramientas única y consolidada para cada programa. Esa cadena debería estar basada en la nube y disponible a nivel mundial. Además, debería existir un mecanismo para el despliegue rápido y sencillo de nuevas cadenas de herramientas.

Una cadena basada en la nube tiene la escalabilidad necesaria para garantizar que los tiempos de construcción de CI no se conviertan en un cuello de botella, lo cual es importante, porque pueden reducir el tiempo disponible para las pruebas y retrasar el desarrollo.

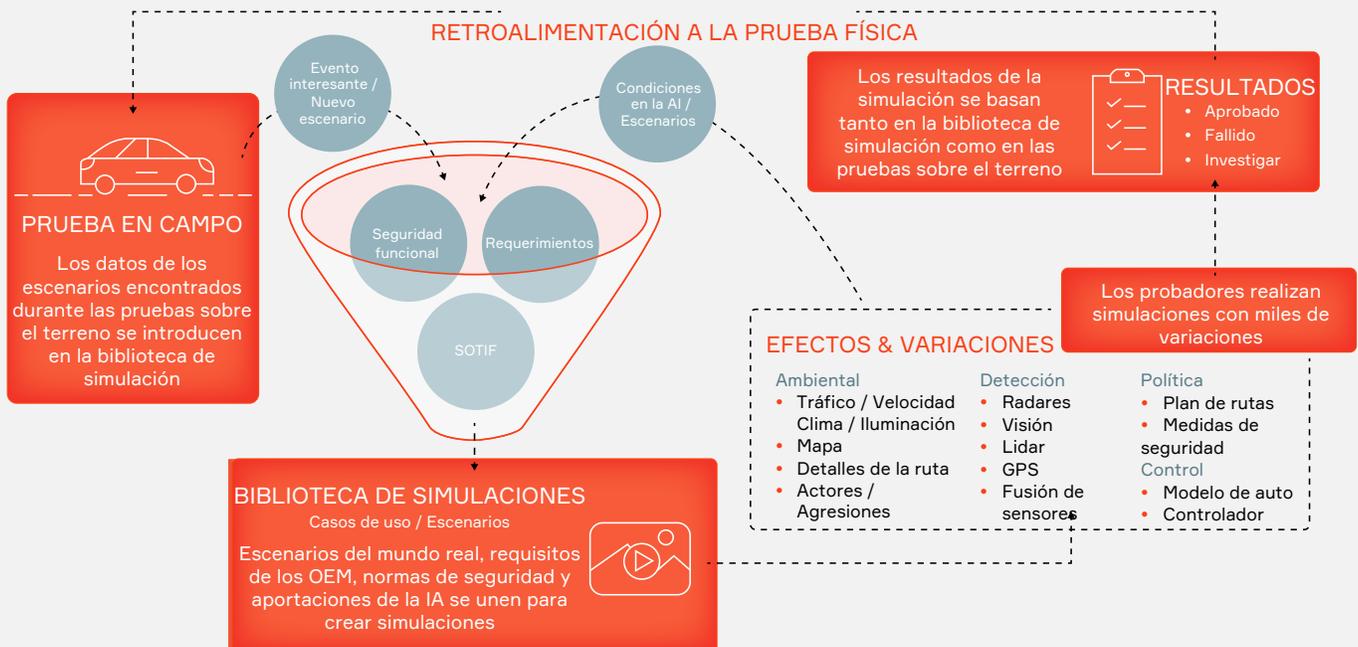
Con un enfoque basado en la nube, el desarrollo no tiene fricciones porque las actualizaciones del código se comparten entre los equipos de

desarrollo, por lo que todos están en la misma página con respecto al estado del proyecto. Esto permite una mayor automatización, la resolución de problemas a distancia, una retroalimentación rápida, la asignación de equipos claros y la propiedad clara del producto.

El uso de la IC basada en la nube significa que el nuevo código creado por los equipos de desarrollo se integra automáticamente en la base de código más amplia, y la CD basada en la nube -utilizando actualizaciones por aire (OTA)- garantiza que el código construido con éxito se despliega automáticamente en los entornos de prueba o producción dondequiera que estén. Si se hace bien, el enfoque de la nube también puede incorporar la seguridad, incluida la recuperación de desastres, en todo el proceso. Y la infraestructura centralizada alojada en la nube puede permitir una única visión de gestión de todas esas cadenas de CI altamente seguras y resistentes.

## PRUEBAS CONTINUAS

Las pruebas continuas en el mundo del automóvil implican la creación de un bucle de retroalimentación entre las pruebas físicas y las simulaciones basadas en el software.



Además, la flexibilidad permite a los desarrolladores perfeccionar el producto más adelante en el ciclo de desarrollo. En lugar de decidir hoy lo que el consumidor querrá dentro de unos años, los desarrolladores pueden definir los requisitos el año anterior, probarlos y construir así sistemas que se acerquen más a las expectativas del consumidor.

A continuación, pueden desplegar las actualizaciones de software OTA que sean necesarias durante los próximos años, reduciendo los costos de la garantía y asegurando que el software sigue cumpliendo las expectativas del consumidor.

## LA PRUEBA ES LA CLAVE

En la industria del automóvil, las pruebas son el punto de partida. A un precio de entre 7 y 10 dólares por kilómetro, resulta extremadamente caro -por no hablar de que requiere mucho tiempo- cargar físicamente el nuevo software en un vehículo y probarlo durante los cientos de miles de kilómetros que pueden ser necesarios para asegurarse de que el software funciona en todo tipo de condiciones de conducción.

Los programas de simulación permiten a las empresas que escriben software para la industria reducir los costos al tiempo que ofrecen flexibilidad y repetibilidad. Además, al optar por la simulación, las organizaciones pueden probar piezas de código o componentes de una solución compleja a medida que se desarrollan, en lugar de esperar a que todo el producto esté terminado y luego probarlo, volver atrás y hacer correcciones, y luego volver a probarlo.

Con la tecnología de simulación, en combinación con SIL o HIL, se pueden probar y validar las construcciones diarias. Y el SIL o HIL multihilo permite realizar varias pruebas al mismo tiempo en lugar de hacerlo de forma secuencial, lo que también ahorra tiempo y mejora la eficacia. Las pruebas SIL se realizan completamente en un entorno de modelado generado por software.

Las pruebas SIL tienen la ventaja de no requerir hardware especial (pueden realizarse prácticamente en cualquier ordenador portátil u otra plataforma informática) y son las más adecuadas para probar un diseño en sus primeras fases.

En las pruebas HIL, el sistema simula las entradas del vehículo y del entorno para la ECU, haciéndole creer que está conectada a un vehículo real. El banco HIL contiene todos los componentes relevantes del vehículo. Un simulador presenta las entradas a las cámaras y los sistemas de radar reales, que a su vez envían señales al sistema bajo prueba para ver si responde correctamente a las entradas.

Por ejemplo, los guiones de prueba pueden crear un escenario en el que un vehículo que circula a 100 km/h por una curva bajo la lluvia se encuentra con un objeto desconocido en la carretera o con un coche que se aproxima cruzando la línea central. Las cámaras y los radares conectados al banco de pruebas HIL envían imágenes a la ECU, y el sistema bajo prueba tiene que procesar esos datos en tiempo real y tomar una decisión sobre qué curso de acción tomar.

Gracias a estos enfoques, los probadores de Aptiv pueden realizar más de un millón de simulaciones a nivel de objeto por día, "conduciendo" 200.000 millas cada día con simulaciones de sensores realistas, incluyendo entradas de radar y cámara.

Las simulaciones también permiten a los evaluadores probar rápidamente casos de uso poco frecuentes o potencialmente peligrosos. Normalmente, alguien tendría que conducir cientos o miles de kilómetros para intentar reproducir una condición de conducción específica o un problema de componentes. Las simulaciones permiten realizar pruebas a demanda, con la resimulación de escenarios especialmente difíciles para mostrar cómo reaccionan las distintas versiones del software ante las mismas entradas.

## BENEFICIOS DE LA CI/CD/CT BASADA EN LA NUBE

Una arquitectura global, integrada y nativa de la nube, basada en estándares abiertos y en principios de desarrollo ágil de software, elimina los cuellos de botella tradicionales y ofrece beneficios clave para las empresas que desarrollan software avanzado para la industria del automóvil. Entre ellas se encuentran:

- **Rendimiento:** Una arquitectura basada en la nube y disponible a nivel mundial puede permitir el control central de los bancos de pruebas de forma remota desde cualquier parte del mundo. Esto aumenta la escalabilidad y la flexibilidad.
- **Velocidad:** La automatización puede reducir los tiempos de construcción hasta un 80%. Las empresas pueden eliminar los cuellos de botella mediante una arquitectura en contenedores y enfoques de eliminación de cuellos de botella por fusión de código. Pueden reconstruir y probar sólo la parte que ha cambiado, lo que se traduce en un despliegue 60% más rápido.
- **Desarrollo conjunto:** Cuando varios socios pueden probar el código de los demás en tiempo real, todos tienen la posibilidad de encontrar, corregir y probar los problemas de integración el mismo día en que un proveedor confirma su código. El resultado es una entrega rápida, de alta calidad y de bajo riesgo de funcionalidades complejas de software para los OEM, además de un mantenimiento y unas mejoras rentables y simplificadas en la postproducción.
- **Calidad:** La plena integración con los bancos de pruebas remotos SIL/ HIL, un reto tradicional para el desarrollo ágil en la industria del automóvil, mejora la calidad del producto porque los desarrolladores pueden realizar pruebas en cualquier lugar y llevar a cabo un número ilimitado de pruebas en paralelo.
- **Transparencia:** Todo el equipo obtiene una visibilidad total del estado más reciente de todas las cadenas de desarrollo de software, independientemente del tamaño, la complejidad o la ubicación del programa. Las mejores prácticas de IC se pueden aplicar y respaldar, y los problemas se pueden identificar antes de que la calidad se vea afectada. Esto también simplifica enormemente la aplicación de las políticas de seguridad.

## MINA DE DATOS

Aptiv maneja y registra entre 400.000 y 1 millón de millas de datos por proyecto de cliente. Esta vasta base de datos de percepción bruta y de escenarios incluye datos de radar y de cámaras de todo el mundo en todos los entornos, a distintas horas del día y para una serie de condiciones meteorológicas. Los desarrolladores de productos pueden analizar los archivos de registro para ver cómo los sensores y controles de Aptiv y el vehículo del OEM interactúan como un sistema completo y luego utilizar esos datos para informar el desarrollo posterior.

## CADENA DE HERRAMIENTAS DE CI DE APTIV

Aptiv utiliza una tecnología de escalado/descenso basada en la nube en su cadena de herramientas de desarrollo de software de CI, lo que permite realizar múltiples pruebas en paralelo. Esto apoya las nuevas formas de trabajo que permiten definir las características mucho más cerca de la fecha de lanzamiento en lugar de cuando se inicia el desarrollo. Además, permite una profunda colaboración entre Aptiv, los fabricantes de equipos originales y los desarrolladores de terceros, que utilizan los mismos conjuntos de herramientas y trabajan desde los mismos paneles en tiempo real.

Los resultados han sido impresionantes. En la actualidad, la plataforma construye y prueba 10 millones de líneas de código al día, lo que ha dado lugar a una gran velocidad y mejoras de calidad. Por ejemplo, el tiempo de construcción completo de un sistema de seguridad avanzado antes de aplicar la cadena de herramientas de Aptiv era de más de 12 horas, y aunque se basaba en las tecnologías de construcción estándar del sector, requería que se completara una construcción entera antes de empezar la siguiente.

La plataforma reduce el tiempo de construcción en un 70 por ciento, de media. Esta eliminación del mayor cuello de botella en la IC de la automoción puede permitir un salto cualitativo al permitir la ejecución completa de un conjunto más amplio de pruebas para cada construcción. Ayuda a habilitar una actividad crítica de las pruebas continuas conocida como puerta de fusión de código, que consiste en una compilación completa seguida de la ejecución completa de pruebas automatizadas en cada comprobación de código.

El crecimiento exponencial de la complejidad de las soluciones automotrices ha superado la capacidad de las cadenas de CI heredadas basadas en una infraestructura estática. La plataforma de CI de Aptiv resuelve estos retos adoptando un enfoque completamente nuevo, nativo de la nube, que incluye tecnologías de construcción inteligente e infraestructura elástica. Con estas tecnologías, la plataforma puede escalar fácilmente de decenas a cientos de construcciones concurrentes, y aprovisiona automáticamente la cantidad justa de computación para la ejecución óptima de la construcción y prueba de código.

Las nuevas cadenas de CI pueden desplegarse en minutos, sin cuellos de botella. Una única vista de gestión permite la visibilidad de todas las cadenas de IC a nivel global, con seguridad y recuperación de desastres integradas. Las actualizaciones pueden desplegarse con un solo clic de botón, y las mejoras se integran en cada sprint. Además, la cadena de herramientas ofrece una trazabilidad completa de los requisitos y el cumplimiento de los procesos, incluida la compatibilidad con ASPICE y TISAX 3.

**El resultado:** reducción de los costes de desarrollo, aumento de la velocidad de comercialización, mayor flexibilidad y verdadero codesarrollo en tiempo real entre Aptiv, los OEM y terceros.

## EL PODER DE LA AUTOMATIZACIÓN

En el pasado, los desarrolladores probaban el software manualmente. Los lanzamientos de software se producían mensualmente y se tardaba casi el mismo tiempo en realizar las pruebas. Con el dramático aumento de las líneas de código asociadas a cada compilación, habría sido imposible continuar con ese enfoque.

A medida que Aptiv adquiría experiencia en el desarrollo y las pruebas de grandes proyectos de software automotriz, también adquiríamos un profundo conocimiento de los retos y las herramientas necesarias para resolverlos.

Hoy en día, gracias a un pipeline CI/CT, el 96 por ciento del proceso de pruebas está automatizado, y el tiempo de ejecución se mide en días, incluso con muchos más requisitos que probar. Seguimos aumentando el nivel de automatización para reducir la ventana de pruebas para construcciones completas a un solo día de trabajo de seis a diez horas.

## ACERCA DEL AUTOR



**Brian Murphy**

Director de Servicios de Ingeniería

Brian Murphy es un apasionado del uso de tecnologías y procesos de vanguardia para impulsar la calidad y la eficiencia en el desarrollo de productos. Cuenta con más de 25 años de experiencia en el desarrollo, la arquitectura y la gestión de software en los sectores financiero, sanitario, de telecomunicaciones y automovilístico. Construir equipos de alto rendimiento, entregar a la velocidad del negocio e innovar más allá de las expectativas son tres valores fundamentales que Brian practica como trabajo estándar.

---

**CONOZCA MAS EN [APTIV.COM/SVA](https://www.aptiv.com/sva) →**