

**Autor:** Luis Coco Enríquez (Software developer in Luxoft a DXC company).

Ingeniero senior de desarrollo de software. Con más de 10 años de experiencia en .NET (C#, aplicaciones de escritorio, ASP.NET, WCF, Web Services, APIs, Microservicios, Blazor, MAUI, etc) y certificaciones de Microsoft Azure: AZ-104 IT Administrador, AZ-204 Associate Developer y AZ-305 Solutions Architect. Ingeniero Industrial y Doctor Ingeniero en Energía por la Universidad Politécnica de Madrid UPM.

## **Plataformas de vehículos conectados a la nube mediante IoT**

Uno de los servicios que proporciona Luxoft dentro de su línea de negocio de automoción (ALOB Automotive Line Of Bussinnes) es el desarrollo de aplicaciones y componentes que integran las plataformas de vehículos conectados. Actualmente se continua la colaboración en el desarrollo de la plataforma de vehículos conectados de Microsoft (Microsoft Vehicles Connected Platform MVCP) en el proyecto A-vNext, alianza entre Renault, Nissan y Microsoft para proporcionar a los vehículos de dichas marcas los servicios y recursos de la nube Azure de Microsoft.

### **1. Introducción**

En la última década, la transformación digital de los vehículos ha permitido dotarlos con ordenadores de abordo (IVI, IVC, etc) y otros dispositivos con conexión a internet mediante los protocolos (2G/3G/4G/5G, LTE, etc). De esta forma se ha conseguido la comunicación entre los vehículos y los servicios proporcionados por los proveedores de las nubes (AWS, Azure, Google Cloud, Oracle Cloud Infrastructure, IBM Cloud, etc), naciendo así las plataformas de vehículos conectados a la nube.

Los vehículos modernos son inteligentes con gran variedad de sensores (con numerosas cámaras, radares, sensores de ultrasonido, etc) que recopilan y procesan datos dentro y alrededor del vehículo. Además, la conexión a la nube proporciona a los vehículos de información de servicios externos (situación del tráfico, actualización del software, información de mapas, información meteorológica, etc). Las tecnologías de la comunicación permiten que los vehículos utilicen estos datos para comunicarse entre sí, con la infraestructura circundante y con los peatones. Los vehículos conectado permiten la gestión del tráfico, vehículos autónomos y la solución a los problemas de seguridad vial. Permiten a los fabricantes de automóviles y a las empresas de movilidad mejorar la seguridad y la experiencia de los pasajeros.

### **2. ¿Qué es un vehículo conectado?**

Actualmente la mayoría de los coches de última generación disponen de dos ordenadores abordo el IVC “In-Vehicle-Computer” y el sistema de infoentretenimiento

“IVI In-Vehicle Infotainment”.

El ordenador de abordo IVC es responsable del control de los sensores y actuadores del coche. En los coches tradicionalmente se ha conocido como ECU (Engine Control Unit) o unidad de control del vehículo. Actualmente disponen de conexión a internet mediante IoT.

El sistema de infoentretenimiento IVI, es similar a un ordenador portátil o una Tablet. El IVC proporciona al usuario un buscador de internet para acceder desde el coche al contenido de las páginas webs alojadas en internet: youtube, google maps, etc. También puede incluir un sistema de entretenimiento con canales como: Netflix, Disney channel, Spotify, y diversos juegos.

Ambos dispositivos IVC e IVI tienen capacidad IoT, disponiendo de comunicación con internet mediante una tarjeta SIM que permite utilizar los protocolos: LTE, 4G, 5G, etc.

En algunos coches, como en el caso de los coches Tesla, están integrados el IVC y el IVI en un mismo ordenador abordo conectado a internet mediante el protocolo LTE. El mismo dispositivo realiza el control digital de los componentes del coche (activación limpiaparabrisas, alineación de retrovisores, control del motor, etc), muestra en tiempo real los valores de sus sensores (velocidad, nivel carga eléctrica de las baterías, etc), y proporciona al usuario funcionalidades de infoentretenimiento (juegos, planificación de rutas, navegación e información meteorológica y del tráfico, etc).

Hasta ahora sólo se ha hablado de los ordenadores de abordo (IVC e IVI) que incluye el sistema de infoentretenimiento y el ordenador de control de los sistemas del coche. Pero el usuario propietario del coche también puede comunicarse con el IVC e IVI del vehículo desde una aplicación instalada en su teléfono móvil, en su PC o en otro dispositivo. Permite de esta forma un control remoto del vehículo mediante “comandos”. Así mismo el usuario puede recibir en su teléfono móvil datos de “telemetría” en tiempo real del coche (posición del vehículo en tiempo real, nivel de batería eléctrica, etc). Otra ventaja es el envío de “notificaciones” desde el vehículo al usuario cuando en el vehículo ocurren determinados sucesos, por ejemplo, notificar que una alerta sobre la bajada de la presión de una rueda.

La conexión del vehículo a internet también le permite poder consumir los servicios proporcionados por los proveedores de la nube. De esta manera la capacidad de procesamiento, almacenamiento y análisis de datos del IVC e IVI puede verse incrementada y respaldada por los servicios contratados en la nube (IaaS, PaaS y SaaS).

### 3. Principales tendencias de innovación en vehículos conectados

**Conectividad avanzada:** los automóviles conectados de nueva generación permitirán la comunicación de alta velocidad a través de 5G y redes descentralizadas. De esta forma los vehículos aprovechen información casi en tiempo real para mejorar el rendimiento y la seguridad y, al mismo tiempo, reducir los costos de infraestructura. Se citan a las empresas DynamoEdge (<https://dynamoedge.ai/>) y Airnty (<https://www.airnty.com/>) como exponentes en este campo.

**Sensores inteligentes:** se están desarrollando soluciones LiDAR (Light Detection and Ranging o Laser Imaging Detection and Ranging) <https://es.wikipedia.org/wiki/LiDAR> y radar que mejoran las funciones de los vehículos conectados. Mejoran el rendimiento de la detección independientemente de las condiciones climáticas y mantienen una alta precisión incluso a grandes distancias, al mismo tiempo que son económicos. Cabe destacar el Scantinel Photonics <https://scantinel.com/technology/> ofrece LiDAR de largo alcance y el Axon Pulse <https://www.axon-pulse.com/> ayuda al procesamiento de señales de radar.

**Diagnóstico del vehículo:** los vehículos conectados permiten realizar pruebas de diagnóstico del vehículo y notificar a los conductores antes de que se convierta en un peligro permitiendo su mantenimiento preventivo. Además permiten a los operadores de flotas monitorear todos los aspectos de sus flotas de vehículos desde un solo punto. Wonder Wagen <https://wonderwagen.com/> simplifica el monitoreo de combustible. Car Kenny <https://carkenny.com/> avanza en la seguridad de vehículos inteligentes.

**Conducción totalmente autónoma:** los avances en sensores inteligentes y aprendizaje mejoran el rendimiento de los sistemas de conducción autónoma. Mejoran la seguridad vial y la disponibilidad de tiempo productivo para conductores y ocupantes. El LiDAR, radar, algoritmos de fusión de sensores y computación de alto rendimiento (HPC) permiten que los vehículos autónomos conduzcan en condiciones climáticas adversas con más confiabilidad que conductores humanos.

Minus Zero <https://minuszero.in/> fabrica lanzaderas autónomas. Kodiak Robotics <https://kodiak.ai/> ofrece camiones autónomos.

**Comunicación entre el Vehículo y la infraestructura (V2I):** brindan a los viajeros información en tiempo real sobre el estado de las carreteras e infraestructura dotada de IoT. La principal limitación es la falta de infraestructura pública inteligente. Las aplicaciones de V2I abarcan la gestión del tráfico, alertas de accidentes, servicios de emergencia y disponibilidad de aparcamiento. Chorus Mobility <https://www.chorus.mobi/> permite el pago automático de peajes. Connected Wise permite la comunicación basada en visión entre señales de tráfico inteligentes y vehículos conectados. La plataforma procesa señales de tráfico inteligentes con identificadores visuales y un sistema de visión artificial integrado.

**Vehículo para todo (V2X):** la tecnología V2X permite que los vehículos se comuniquen con otros vehículos, infraestructura y peatones. Esto proporciona un mejor

conocimiento de la situación para que los vehículos autónomos mejoren el rendimiento de la navegación y al mismo tiempo mejoren la seguridad vial general. Huali Zhixing <https://www.huali-tec.com/> construye carreteras urbanas inteligentes.

HIRSCHI <https://www.hrsh.info/> desarrolla la tecnología V2X basada en cámaras.

**Vehículo a Vehículo (V2V):** la comunicación V2V proporciona información a los sistemas de transporte inteligentes para la gestión del tráfico y permite el intercambio de datos entre vehículos para prevenir accidentes. Las startups ofrecen soluciones de hardware y software V2V que garantizan la comunicación y el análisis de datos en tiempo real. Husarnet <https://husarnet.com/> proporciona infraestructura de redes V2V. Speareye <https://speareye.com/> crea mapas dinámicos basados en V2V.

**Sistemas avanzados de asistencia al conductor:** ADAS proporciona asistencia al conductor utilizando sensores para control de crucero, iluminación automatizada, detección y evitación de accidentes, mantenimiento de carril, monitoreo de puntos ciegos y más. Las nuevas empresas están desarrollando entornos virtuales para entrenar sistemas de vehículos para evitar juicios incorrectos y monitoreo del conductor basado en inteligencia artificial para mejorar el rendimiento de ADAS. WingDriver <https://www.wingdriver.com/> utiliza las cámaras frontales de los teléfonos inteligentes de los conductores para detectar antes de dormir, distracciones, estrés, emociones, fatiga y acciones. Las cámaras traseras monitorean la carretera y los alrededores frente al vehículo para analizar el seguimiento cercano, el mantenimiento de carril y la asistencia de frenado. AVES Reality <https://avesreality.com/> es una startup alemana que desarrolla gemelos digitales 3D de ubicaciones para entrenar soluciones ADAS.

**Fusión de sensores:** los vehículos autónomos requieren varios sensores como cámaras, radares y LiDAR debido a la baja confiabilidad de usar un solo tipo de sensor. Esto exige una mayor potencia de procesamiento de los vehículos, ya que los retrasos en el procesamiento de datos podrían afectar significativamente las decisiones de navegación y provocar accidentes. Los vehículos autónomos utilizan algoritmos y chips de fusión de sensores especializados que procesan datos de múltiples sensores a alta velocidad. AIWaysion <https://aiwaysion.com/> crea una plataforma de movilidad inteligente que combina visión por computadora y fusión de sensores. Arctictern <https://arctictern.solutions/ai-adas/> desarrolla algoritmos ADAS para ayudar a los conductores a conducir y estacionar.

**Interfaces hombre-máquina y comandos por voz:** los ocupantes de los vehículos pasan más tiempo dentro de sus vehículos debido a la congestión del tráfico. La industria automotriz está desarrollando vehículos autónomos para brindar a los conductores la libertad de realizar tareas productivas mientras se dirigen a su destino. Las HMI interfaces hombre-máquina están también siendo desarrolladas para servir como plataforma de marketing y permiten al conductor realizar operaciones por internet

**Big data e inteligencia artificial:** FocalX <https://focalx.ai/solution.html> permite inspecciones de vehículos sin contacto. mmmint.ai <https://www.mmmint.ai/> mmmint.ai

ofrece un taller de automóviles digitales. Artificient Mobility Intelligence <https://artificient.de/> desarrolla soluciones de movilidad inteligente. Etechstars <https://www.etechstars.com/in/v1.1.0/tech.html> fabrica vehículos autónomos controlados por IA. Hola Llama crea soluciones de software para la seguridad de los conductores. Tecnologías eNeural crea sistemas avanzados de asistencia al conductor (ADAS). Vidyuth Power proporciona una plataforma de carga de vehículos eléctricos (EV) impulsada por IA. KasperTech proporciona soluciones inteligentes de movilidad urbana. Yaak permite el entrenamiento de conducción basado en realidad virtual (VR).

#### **4. Servicios disponibles en los vehículos conectados**

Estos son algunos de los servicios que proporcionan actualmente los vehículos conectados. Se han categorizado en grupos:

a) **Servicios de control remoto del vehículo:** conducción autónoma, carga eléctrica remota, apertura y cierre remoto del vehículo, tocar la bocina o ráfaga de luces del vehículo, preacondicionar el interior del vehículo mediante el sistema de aire acondicionado, etc.

b) **Servicio de monitoreo remoto del vehículo:** visualización del cuadro de mandos de carga del vehículo, visualización de cuadro de mandos de control del vehículo, gestión de una flota de vehículos, seguimiento de un vehículo robado, notificación de robo de un vehículo, etc.

c) **Servicios de mejora de la movilidad:** planificación de cargadores eléctricos en una ruta planificada, información en tiempo real del tráfico, alertas en carretera, gestión de rutas de navegación en función del tráfico y condiciones meteorológicas, pago automático en autopistas, información de localización del vehículo, detección de señales de tráfico, detección de semáforos, etc.

d) **Servicios para compartir el vehículo:** compartir el vehículo por la nube, permitir el uso de tu vehículo a otro usuario (apertura y arranque remotos), pagar por el uso del vehículo (pay as you drive), etc.

e) **Servicios para integrar mi vehículo como mi vida digital:** apertura/cierre automático de puertas de aparcamientos, acceso automático a aparcamientos públicos, interacción con el sistema de domótica de una casa, sistema de videoconferencias para los pasajeros, etc.

f) **Servicios de asistencia:** llamada telefónica o notificación de emergencia, llamada telefónica o notificación de asistencia en carretera, llamada telefónica o notificación para notificar colisiones, etc.

g) **Servicios a medida:** sistema de ayuda/asistencia a la conducción mediante comandos de voz, sistema de inteligencia artificial para proporcionar al conductor información auditiva, sistema de diagnóstico remoto del vehículo, sistema de actualización del software del vehículo mediante conexión inalámbrica, sistema de pago automático desde el vehículo (en gasolineras, centros comerciales, centros de

reparación, etc).

## **5. Arquitectura básica de una plataforma de vehículos conectados**

Las plataformas de vehículos conectados a la nube pueden ser configuradas para diferentes marcas de fabricantes de coches (Renault, Nissan, Mitsubishi, BMW, etc) y sus diferentes modelos (Renault , BMW iX1, etc). Por este motivo hay que disponer de un componente central que proporcione los servicios principales y fundamentales para la gestión de los comandos, notificaciones y telemetría que se envían/reciben desde el vehículo desde/hacia sistemas externos (aplicación en teléfono móvil, portal de internet, aplicación en ipad, etc).

Los principales principios en los que se sustenta el desarrollo de esta tipología de plataformas son: se prefiere la *configuración* a la personalización, se aprovechan los *patrones y prácticas estándar de la nube*, se aprovechan *tecnologías estratégicas* y su estado del arte para las características de la plataforma, permitir y enfocar la plataforma hacia la *gestión de datos*, se eligen las tecnologías que garanticen la *seguridad* de los datos, la *escalabilidad* (preferiblemente horizontalmente) para satisfacer los volúmenes y la velocidad de IoT y Big Data, elegir las tecnologías que permita garantizar la alta *disponibilidad* de los servicios. Otros principios utilizados en el diseño de la arquitectura de estas plataformas son: "*Separation of concerns (SoC)*" separar una solución en distintas secciones, de modo que cada sección aborde un determinado problema. "*Single Responsibility*" Cada componente o módulo de la aplicación debe ser responsable sólo de una capacidad o funcionalidad, o de la agregación de varias. "*Do not duplicate functionality*". Debe existir sólo un componente que proporciona una determinada funcionalidad.

### **5.1. Componentes de la plataforma de vehículos conectados**

Como se muestra en la siguiente figura los principales componentes que integran una plataforma de vehículos conectados a la nube son:

**IVC (In-Vehicle-Computer or In-Vehicle-Communication), IVI (In-Vehicle Infotainment) y otros dispositivos del coche con conexión a internet.**

Todos los dispositivos del vehículo que tengan conexión a internet pueden enviar y recibir datos de la nube. Como se ha mencionado inicialmente los más comunes son el IVC y el IVI, pero puede también dotarse al vehículos otros ordenadores especializados en diferentes tareas, como el sistema inteligente de asistencia de velocidad.

**Gestión de sistemas externos y dispositivos externos (teléfonos móviles, tablet pc, laptops, etc).** Como se ha explicado anteriormente el propietario del vehículo o

cualquier otro usuario que tenga permiso en la plataforma, puede acceder a los datos del vehículo y también puede realizar su control remoto.

**Portal del administrador.** Permite al usuario controlar y gestionar los componentes de la plataforma y adaptarla a diferentes tipologías/marcas de vehículos.

**Pasarela para adaptar los protocolos (Protocol Gateway-PG):** las principales función de este componente son: autenticación de dispositivos del vehículo (IVI, IVC, etc) mediante el certificado X509, adaptar los protocolos de comunicación (AMQP, MQTT, HTTP, etc.), redireccionar los mensajes desde el vehículo a la nube y desde la nube al vehículo y filtrar y adaptar el formato de los mensajes.

**Corazón de la plataforma:**

- Servicios de APIs (Car to Device C2D): generación de APIs para cada comando (Car Service).
- Procesado de Comandos y Telemetría (Device to Cloud D2C): Framework utilizado para la gestión y manipulación de notificaciones, telemetría y confirmaciones recibidas desde el coche hacia los sistemas externos (aplicación móvil, aplicación en página web, tablet app, etc).
- Almacenamiento de los estados tanto del vehículo como de los usuarios.
- Ruteado de comandos: redirigir los comandos entre el IoT Hub y el procesador de comandos del vehículo. Invoca la API adecuada dependiendo del comando, notificación o telemetría recibida.
- Procesador analítico: permite el procesado/análisis y almacenamiento de los datos de telemetría.
- Gestor de mensajes SMS al teléfono móvil, para activar el vehículo cuando se encuentre en estado de hibernación.

**Sistema de gestión de APIs:** este sistema puede estar basado en un servicio como el proporcionado por Microsoft Azure API Management que permite la abstracción entre la capa de negocio del OEM y el proveedor de la plataforma de vehículos conectados en la nube.

**Gestión del ciclo de vida de los vehículos (Vehicle Lifecycle management):**

proporciona los servicios a las OEM para gestionar los vehículos desde su fase de fabricación, durante su reparación en servicio, hasta su reciclado o achatarramiento.

Consta de los siguientes componentes principales:

- SFTP Server (partes de proveedores): recibe y almacena la información de las partes suministradas al OEM por el proveedor antes de ser instaladas en los vehículos
- SFTP Server (OEM): recibe y almacena la información completa de las partes que

integran un vehículo, información que va asociada a VIN del

- Sistema para registro de dispositivos electrónicos (Device Registry Store): almacena las partes recibidas por proveedores antes de su instalación en el vehículo. También incluye un sistema de entrega e instalación de certificados en los dispositivos electrónicos para su autenticación por el PG. Este proceso se denomina "vehicle bootstrapping".

**OTA:** proporciona capacidades de actualización automática de los vehículos FOTA("Firmware Over-The-Air") y SOTA (Software Over The Air).

**Gestión de contenidos:** almacena el contenido utilizado por los mapas y actualizaciones del firmware.

**Gestión de servicios:**

Autorización y activación de servicios: realiza la autorización de los servicios (API) y la telemetría/notificaciones recibidas desde el vehículo.

Contenedor de servicios: almacenamiento de la relación entre los servicios y determinados productos. A determinados usuarios/vehículos se les proporciona acceso a determinados servicios.

Reclamaciones de servicios (claims): realiza la autorización de determinados usuarios, coches el acceso a determinados servicios.

**Gestión de la red del operador móvil (Mobile Network Operator MNO):** proporciona el framework para acceder a las APIs del MNO para la gestión de la tarjeta SIM.

**Proveedor de servicios (proxy):** un proxy de HTTP/HTTPS. La solicitud al proxy debe contener un certificado cliente tipo x.509. El certificado es validado por el sistema de almacenamiento de autorización de servicios para un determinado URL. Por ejemplo: un coche requiere un servicio meteorológico o de tráfico en tiempo real, dependiendo si la IP del proveedor está autorizada o no, será gestionada por un proveedor diferente.

**Gestión de notificaciones (Notification Manager-NMgr):** envío de notificaciones desde los vehículos hacia los sistemas externos. El envío de notificaciones sirven para confirmar al usuario que el vehículo ha recibido un determinado comando. El envío de notificaciones también puede ser automático generada por el IVC del vehículo frente a la lectura de sensores del coche.

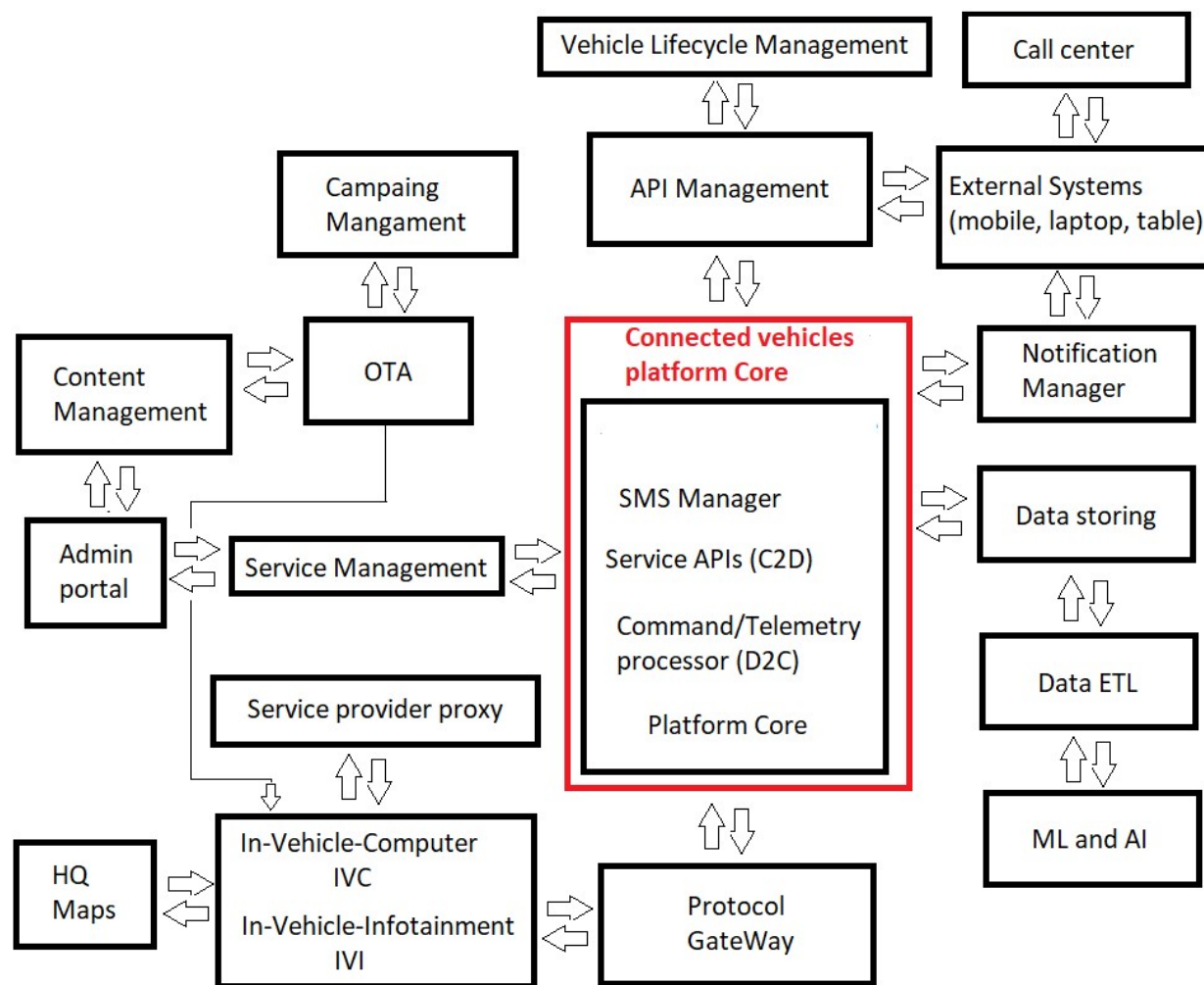
**Almacenamiento:** almacenar los datos de telemetría, comandos y logs, etc.

**Extracción de datos:** extracción, transformación y filtrado de datos para su



almacenamiento para usuarios B2B mediante Azure Data Factory.

**Sistema de inteligencia artificial, Machine Learning y Power BI.** Los datos de telemetría recibidos del vehículo pueden ser almacenados y analizados. Como ejemplo citamos: se puede generar por ejemplo un registro de la variación del nivel de batería a lo largo de un trayecto y graficarlo teniendo en cuenta el perfil de terreno. También se puede variar la recuperación de energía dependiendo el desnivel del terreno. Un vehículo puede adaptarse a diferentes tipologías de neumáticos y prever su consume de energía.



## 5.2. Ejemplos de flujos de información entre el vehículo la nube y los sistemas y dispositivos externos (móviles, página web, teleoperador, etc).

Para mostrar un ejemplo de las diferentes categorías de flujos de datos en la plataforma se citan las siguientes:

- Envío de comando desde la aplicación del teléfono móvil para el arranque del coche.
- Notificación automática desde el coche. El vehículo envía una notificación al usuario

(a su teléfono móvil) informándole que es necesario enchufar el vehículo para ser cargado.

- Acceso al sistema proxy (HTTP/HTTPS) desde el coche. El dispositivo IVI necesita información del tráfico para ser mostrada en un mapa.
- Gestión del contenido. El OEM envía contenido al gestor de contenido que es derivado hacia el portal del administrador, al OTA y a los sistemas exteriores.
- Actualización del firmware mediante OTA en el IVC.
- Recepción de datos de telemetría en la plataforma para ser almacenados y analizados.
- APIs genéricas: proporciona la última posición/ubicación del vehículo.
- Redireccionado de mensajes desde el vehículo hacia los sistemas externos (teléfonos móviles, aplicaciones web, etc).
- Proveedor de servicios del tráfico en tiempo real desde TomTom.

Vamos a analizar con más grado de detalle algunos servicios de uso generalizado:

**Llamada automática para notificar una colisión.** En este caso mediante los sensores del vehículo se detecta una colisión y el ordenador de a bordo IVC envía automáticamente una notificación a través del protocolo MQTT al PG. El PG transforma el protocolo AMQP y adapta el esquema del mensaje para enviarlo al gestor de comandos de la plataforma. El gestor de comandos interpreta el mensaje y envía una notificación urgente al NMgr. El NMgr envía la notificación a un EventHub, que pone el mensaje a disposición de los sistemas externos (aplicación móvil, aplicación en Tablet pc, aplicación en página web, etc) para su por el call center, para realizar las llamadas telefónicas necesarias (a servicios de emergencia, a servicios de asistencia en carretera, a la dirección general de tráfico, etc ).

**Envío de un comando al coche para su apertura remota.** El sistema externo envía una solicitud (tras ser autenticado y autorizado) para controlar remotamente el coche. El sistema de gestión de APIs, el Azure API Management valida el certificado x509 y redirige hacia la solicitud hacia la dirección URL de la API en la plataforma. La plataforma envía interiormente la solicitud hacia el gestor de servicios, donde se autoriza la solicitud si es correcta la combinación entre usuario, el número de identificación del coche y el servicio. Si el servicio es autorizado se envía el comando hacia el PG. El PG transforma/adapta el esquema del mensaje y lo envía al coche. Si no se recibe desde el coche la confirmación de recepción del comando, se enviará un mensaje SMS para despertar/activar el coche. Si se recibe la confirmación de recepción del mensaje desde el coche, y la se recibe la notificación que se envía al NMgr. La notificación se almacena y se envía a un event hub para su envío final al sistema exterior que informa al usuario que su comando ha sido ejecutado en el coche.

**Actualización del Firmware y su instalación en el IVC.** A través del portal del gestor de campaña el operador lanza una campaña asociando los vehículos con un contenido (paquete con la actualización del firmware). El OTA realiza una llamada a una API para crear paquetes dedicados para cada coche. Si la campaña necesita una autorización, la plataforma envía un SMS al IVC de los coches para despertar/activar los coches una vez que han realizado su solicitud. Si el coche es parte de la campaña el OTA envía el contenido al dispositivo del coche.

**Envío de telemetría desde el coche a la nube para su análisis y almacenamiento.** El dispositivo del coche dispara/envía un mensaje de telemetría hacia la plataforma. El PG recibe el mensaje, y lo transforma para ser recibido por el gestor de mensajes de telemetría del MCVP. El sistema de proceso de datos valida y almacena los mensajes en el sistema de almacenamiento del estado de los vehículos y los guarda en la base de datos.

## **6. Conclusión**

En el presente artículo se ha explicado al lector cuales son algunas de las innovadoras características de los vehículos conectados a la nube mediante IoT: prevision del consumo eléctrico para un trayecto determinado, adaptación de la retenida/regeneración de energía dependiendo de la velocidad y trazado/inclinación de la carretera, detección de peatones y obstáculos, limitación de la velocidad en cada tramo, cumplimiento obligatorio de la señales de tráfico, pago automático desde el vehículo, asistencia a la conducción con circunstancias climatológicas extremas, detección y seguimiento del robo de un vehículo, asistencia automática tras un accidente y notificación/envío de información sobre la colisión a la compañía de seguros, etc.

Todos estos servicio son posible gracias a las sinergias entre los recursos (IaaS, PaaS, SaaS) proporcionados por los proveedores de la nube (Azure, AWS, Google Cloud, Oracle OCI, IBM Cloud, etc) que permiten ampliar las capacidades de computación, almacenamiento, análisis e inteligencia artificial de los dispositivos/ordenadores abordo del vehículo (IVC, IVI, etc). El resultado es la integración y coactuación de los dispositivos/ordenadores del vehículo, lose recursos de la nube y los dispositivos IoT de la infraestructura y peatones permitiendo optimizar tanto la seguridad en la conducción como el coste energético de la misma.

Como trabajos futuros o áreas de mejora cabe destacar las siguientes: este artículo se ha centrado en la comunicación entre el vehículo con la nube, pero también tiene gran

importancia la comunicación entre vehículos y la comunicación de los vehículos con las infraestructuras circundantes (carreteras, señales de tráfico, puntos de recarga eléctrica y gasolineras, restaurantes, etc) y con los peatones. En este sentido es previsible que se desarrolle nuevos dispositivos/ordenadores para los vehículos especializados en este área “edge computing”.

Actualmente cada fabricante/marca OEM de vehículos está fabricando sus propios dispositivos/ordenadores con su propio hardware y sistema operativo, no compatible con el resto de vehículos, ni tampoco se permite al usuario acceder a su Sistema Operativo, por ejemplo para instalar nuevos programas, ni cargar o extraer datos. La idea es que se diseñaran ordenadores más convencionales con sistemas operativos como Linux o Windos y con libertad de acceso a los mismos por parte del usuario para instalar nuevos programas, almacenar/ extraer datos.

La aplicación de las herramientas de inteligencia artificial, muchas de ellas dispoibles a través de la conexión a la nube, permitirán la asistencia al conductor dependiendo del uso habitual del vehículo.