



5GVEC

**Desarrollo de soluciones tecnológicas necesarias
basadas en 5G para el despliegue del vehículo conectado y
validación de casos de uso (5GVEC)**

Expediente: TSI-065100-2022-001

**E9. INFORME DE RESULTADOS DE LOS MODELOS DE ANALÍTICA AVANZADA
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL DESARROLLADOS QUE PERMITAN OPTIMIZAR
A LOS USUARIOS LA GESTIÓN DE LAS BATERÍAS**

RESUMEN EJECUTIVO

Consorcio:



Financia:



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU

Cofinancia:





Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL
Y DE LA FUNCIÓN PÚBLICA



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia



Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. OBJETIVOS PRINCIPALES.....	2
3. RESUMEN EJECUTIVO	2
4. PRINCIPALES CONCLUSIONES.....	4



1. INTRODUCCIÓN

El entregable E9 profundiza en los trabajos de la A3 (Desarrollo de software) del PT2 y ha sido construido por Tinámica en colaboración con la Universidad de Málaga. Esta actividad investiga las tecnologías de IA y protocolos de comunicación necesarios para permitir que un usuario de VEC pueda optimizar la vida útil de su batería usándola de manera inteligente, esto es, que, mediante un algoritmo de IA, pueda obtener en tiempo real una estrategia de carga/descarga del VEC que mejore la rentabilidad de la batería.

2. OBJETIVOS PRINCIPALES

Los objetivos más importantes del entregable E9 son:

- Construcción del modelo de Envejecimiento de la Batería.
- Implementación del modelo de toma de decisión de carga/descarga y simulación de resultados.
- Construcción del sistema de modelos de IA de punta a punta y simulación de resultados, con el fin de validar el correcto funcionamiento del sistema.

3. RESUMEN EJECUTIVO

En este entregable, se consigue realizar una implementación punta a punta del sistema de IA, esto es:

Dado un VEC estacionado y enchufado al cargador bidireccional en el hogar del usuario, que tiene que afrontar al final del periodo de estacionamiento una demanda de desplazamiento determinado, esto es, tiene que presentar un estado de carga determinado; cómo optimizar las decisiones de carga/descarga para:

- Poder suministrar energía al hogar (produciendo un ahorro) o verterla a la red (para generar ingresos).
- Cargar la batería.

Con el fin de optimizar el rendimiento económico de la batería, considerando que cada operación de carga y descarga supone una degradación de la vida útil de la misma.

Para esto se considera un usuario de VEC tipo, sin pérdida de generalidad, puesto que el sistema de IA es agnóstico al esquema de mercado (se adaptan los incentivos) y esquema de costes (el modelo de envejecimiento es independiente de la marca de la batería).

En este contexto, el sistema puede reaccionar en tiempo real, por un lado, gracias a su diseño y por otro lado, gracias a la comunicación 5G con el cargador (protocolo estudiado en el entregable anterior) a cambios en las condiciones, por ejemplo:



- Cambios en las remuneraciones de mercado
- Modificación de la demanda de desplazamiento a satisfacer al final del periodo

Para tal fin, en este entregable se construye:

- Modelo de envejecimiento de batería
- Modelo de toma de decisión de carga/descarga basado en optimización
- Simulación y análisis de resultados

3.1. Estudio del estado del arte e implementación del modelo de envejecimiento de baterías

Se realiza el estudio del arte partiendo de los diferentes condicionantes que afectan a la vida útil de la batería, descartando algunas que no son controlables por el proceso de carga/descarga, como temperatura, patrones de conducción, tiempo de almacenamiento, etc. Se realiza un análisis del estado del arte que comprende las curvas de DoD (Depth of Discharge) y el Energy Throughput (ET).

El elegido es un modelo basado en el ET, que parte de la cantidad total de energía que puede trasegar la batería durante su vida útil. Es agnóstico del fabricante, un dato conocido, sencillo de implementar y representa adecuadamente la pérdida y sobre todo, permite dar la granularidad al sistema adecuada.

3.2. Modelo de toma de decisión de carga/descarga basado en optimización

Se formaliza el problema de toma de decisiones de carga y descarga, estudiando el estado del arte de algoritmos de optimización y realizado una implementación del problema en base a:

- Predicción de demanda de hogar
- Modelo de envejecimiento de batería
- Precios eléctricos (coste de carga y remuneración)

Se ensayan tanto heurísticos que proporcionen una base, algoritmos de optimización basados en Evolución Diferencial y algoritmos no de optimización clásicos (no lineales)

El modelo de optimización elegido es “Evolución Diferencial” que se basa en Algoritmos genéticos. Los mismos hacen un símil de la teoría de la evolución en biología y generan soluciones en generaciones, de las cuales en cada generación se toman las mejores y se generan nuevas derivadas de estas “más aptas” produciendo así que, a lo largo de las generaciones, el algoritmo aprender a generar las mejores soluciones. El resultado de dicho algoritmo es aprender, a obtener el perfil de carga/descarga más adecuado, de tal modo que si cambian las condiciones, pueda generar un nuevo perfil con rapidez



3.3. Simulación y análisis de resultados

Se construyen las interfaces necesarias para realizar un ensayo punta a punta del sistema, incluyendo a los modelos de IA:

- Modelo de precios: Sistema para obtener las condiciones de tarifa del usuario
- Parametrización del usuario: Donde se representa tanto el sistema físico del usuario, por ejemplo, cargador, batería, etc. como las decisiones del mismo (demanda de desplazamiento)

Se realiza una simulación de para un usuario demostrativo durante un periodo representativo, se muestra el resultado para un día de dicho periodo para validar el sistema.



4. PRINCIPALES CONCLUSIONES

En este entregable se consigue construir y aportar las evidencias del buen funcionamiento en base a un conjunto de simulaciones durante un periodo representativo para un usuario demostrativo.

El sistema de IA puede responder tanto a cambios en el mercado, como a cambios en la preferencia del usuario, por ejemplo, para aumentar el objetivo de estado de carga para al día siguiente.