

Claves en la electrificación de flotas GSE junto a un partner líder en España

Fiabilidad, eficiencia y control en una
solución diseñada para operaciones críticas



NCPower
Your Lithium Partner

Índice

1. Contexto y reto

Entorno del proyecto, tipología de vehículos y principales desafíos técnicos y operativos.

2. Objetivos del proyecto

Definición de los requisitos clave y criterios de diseño de la solución.

3. Solución NC Power

Desarrollo de la batería a medida, arquitectura del sistema y tecnologías implementadas.

4. Implementación y servicio

Fases del proyecto, tiempos de ejecución y modelo de acompañamiento al partner.

5. Resultados

Comparativa antes vs después y validación en entorno real.

6. Conclusiones y cierre

Principales aprendizajes, valor aportado y aplicabilidad de la solución.

Contexto y reto

La solución se orientó a distintos tipos de vehículos GSE empleados en operaciones aeroportuarias, entre los que destacan tres tipologías especialmente representativas:

- 1 **Tractores de arrastre de equipaje**, utilizados para mover trenes de remolques entre el avión y la terminal
- 2 **Ground Power Units (GPU)**, encargados de suministrar energía eléctrica a la aeronave en tierra cuando los motores y el APU están apagados
- 3 **Equipos de asistencia como escaleras móviles o cintas transportadoras (belt loaders)**, esenciales para el embarque de pasajeros y la carga/descarga de equipaje

Todos estos vehículos comparten un patrón operativo exigente: ciclos de uso intensivos, funcionamiento en exterior y dependencia directa de su disponibilidad para garantizar la continuidad de las operaciones en rampa.

Dentro de este contexto, el desarrollo del proyecto se centró principalmente en la electrificación de un tractor de arrastre de equipaje, debido a su alta utilización diaria y a la necesidad de garantizar un suministro energético fiable en condiciones de trabajo continuas y variables.

Problema inicial

El principal reto del proyecto no consistía únicamente en sustituir una tecnología energética por otra, sino en desarrollar una batería capaz de integrarse de forma precisa en un vehículo con exigencias operativas elevadas como es un tractor de arrastre aeroportuario.

Estos vehículos trabajan de forma continua durante la operativa diaria, realizando múltiples ciclos de arranque, parada y tracción bajo carga, lo que implica demandas energéticas variables, picos de potencia frecuentes y una necesidad constante de fiabilidad en servicio. En este contexto, la batería debía adaptarse a varios niveles de exigencia:

En este contexto, la batería debía adaptarse a varios niveles de exigencia:

1 Integración eléctrica con el powertrain
Ajuste a los requerimientos del sistema de tracción definido para el vehículo, garantizando una entrega de potencia estable y coherente con los ciclos de trabajo del tractor.

2 Restricciones geométricas
Adaptación al espacio disponible en el vehículo, incluyendo limitaciones de volumen, ubicación de conexiones, accesibilidad y anclaje estructural al chasis.

3 Condiciones ambientales variables
Operación en aeropuertos con condiciones muy diversas, desde altas temperaturas hasta entornos con humedad, lluvia o proximidad al mar, lo que exige robustez del sistema y protección frente a agentes externos.

4 Exigencia operativa elevada
Los tractores de arrastre forman parte de la operativa crítica de handling. Su uso continuado y la necesidad de mantener ritmos de trabajo constantes obligan a disponer de una solución energética fiable, con capacidad para soportar ciclos intensivos y adaptarse a ventanas de recarga ajustadas.

5 Marco regulatorio y de seguridad
Los vehículos que operan en zona airside deben cumplir requisitos estrictos de seguridad y compatibilidad electromagnética, al tratarse de un entorno altamente controlado donde la fiabilidad de los equipos es un factor clave.

La criticidad del proyecto residía en que la batería no podía entenderse como un componente aislado, sino como un elemento determinante en el rendimiento global del vehículo. En un tractor de arrastre, cualquier pérdida de capacidad, inestabilidad en la entrega de potencia o parada no planificada impacta directamente en la operativa logística del aeropuerto.

Por ello, la solución debía garantizar no solo la viabilidad técnica de la electrificación, sino también un comportamiento consistente en condiciones reales de trabajo, manteniendo niveles elevados de disponibilidad, estabilidad y eficiencia a lo largo del tiempo.

Objetivos del proyecto

El desarrollo del proyecto se abordó con una serie de objetivos definidos desde un enfoque técnico y operativo, orientados a garantizar la viabilidad de la electrificación y el correcto desempeño del vehículo en condiciones reales de trabajo:

- 1 Desarrollar una solución de batería de litio completamente adaptada al powertrain del vehículo**, asegurando compatibilidad eléctrica, estabilidad en la entrega de potencia y coherencia con los ciclos de trabajo del tractor de arrastre.
- 2 Diseñar una arquitectura mecánica integrable en el vehículo**, teniendo en cuenta las limitaciones de espacio, la ubicación de conexiones, los puntos de fijación al chasis y la accesibilidad para su instalación.
- 3 Garantizar un comportamiento fiable en condiciones ambientales variables**, contemplando escenarios de temperatura elevada, humedad, exposición a agentes externos y posibles entornos salinos propios de aeropuertos.
- 4 Asegurar la continuidad operativa del vehículo mediante una solución energética estable**, capaz de soportar ciclos de trabajo intensivos, admitir recargas en ventanas de tiempo ajustadas y operar sin necesidades de mantenimiento periódico asociadas a tecnologías convencionales.

Como indicadores de referencia del proyecto, se consideraron parámetros habituales en procesos de electrificación de equipos GSE, comparando el comportamiento de la solución de litio frente a tecnologías convencionales basadas en plomo-ácido.

En este sentido, se evaluaron los siguientes aspectos:

Incremento de la vida útil del sistema energético, con mejoras típicas del orden de 2 a 3 veces respecto a soluciones basadas en plomo-ácido, gracias a una gestión más eficiente de los ciclos de carga y descarga.

Incremento de autonomía útil en rangos típicos del 20–30% frente a soluciones convencionales.

Reducción del coste total de operación (TCO) a lo largo del ciclo de vida del sistema.

Eliminación del mantenimiento periódico asociado a baterías de plomo-ácido (≈100%).

Reducción de tiempos de carga operativos de hasta un 40–50%, gracias a la posibilidad de realizar cargas parciales sin afectar al rendimiento ni a la vida útil del sistema.

Mejora de la disponibilidad del vehículo en entornos de uso intensivo derivada de una mayor estabilidad del sistema y de la reducción de tiempos asociados a carga y mantenimiento.

Solución NCPower

Para dar respuesta a los requisitos definidos, NCPower desarrolló una solución de batería de litio completamente a medida, diseñada específicamente para su integración en el tractor de arrastre y adaptada a las necesidades del sistema eléctrico definido por el partner.

La solución se materializó en una batería de 76,8 V y 280 Ah, con una energía aproximada de 21,5 kWh, dimensionada para ofrecer un equilibrio adecuado entre capacidad energética, entrega de potencia y autonomía operativa, en línea con los ciclos de trabajo del vehículo.

El desarrollo de la batería no partió de una base estándar, sino que se abordó como un proyecto de integración completa, contemplando diferentes niveles de adaptación:

Adaptación eléctrica

Definición de parámetros de tensión y capacidad en coherencia con el sistema de tracción, garantizando una entrega de potencia estable y adecuada a los requerimientos del vehículo en operación.

Adaptación mecánica

Diseño del conjunto teniendo en cuenta las restricciones geométricas del vehículo, incluyendo espacio disponible, ubicación de conexiones, accesibilidad y puntos de fijación al chasis

Adaptación funcional

Integración del sistema en el entorno operativo del vehículo, considerando su uso intensivo, la necesidad de recargas frecuentes y la estabilidad del comportamiento energético a lo largo del ciclo de trabajo.

Adaptación en comunicaciones y control

Integración de interfaces de comunicación que permiten el acceso a información relevante del sistema en tiempo real, facilitando tareas de diagnosis, interpretación del estado real de la batería y análisis del comportamiento en operación. Este enfoque permite avanzar hacia modelos de mantenimiento predictivo y mejora la capacidad de control operacional del vehículo en servicio.

Asimismo, se tuvieron en cuenta aspectos relacionados con la protección del sistema frente a condiciones ambientales adversas, asegurando la robustez del conjunto para su uso en entorno aeroportuario.

Uno de los elementos diferenciales de la solución fue la incorporación de un sistema de gestión basado en electrónica de altas prestaciones, con un BMS de grado automoción, concebido para operar en entornos exigentes donde la fiabilidad y la precisión en la gestión energética son críticas.

En aplicaciones como los tractores de arrastre aeroportuarios, caracterizadas por ciclos de carga parciales, uso intensivo y demandas variables de potencia, la calidad del sistema de gestión resulta determinante. Un control inadecuado puede derivar en desbalances progresivos entre celdas, pérdida de capacidad útil y degradación prematura del sistema.

Para evitar este tipo de comportamientos, la solución desarrollada incorpora una estrategia de gestión activa que permite:

- 1 **Supervisar de forma continua el estado individual de las celdas**
- 2 **Actuar sobre el equilibrio del sistema no solo en fases finales de carga, sino también durante carga, descarga y reposo**
- 3 **Mantener una distribución homogénea de la energía incluso en escenarios de carga parcial recurrente**

Este enfoque resulta especialmente relevante en entornos operativos reales, donde no siempre se realizan ciclos completos de carga, y donde la estabilidad del sistema a lo largo del tiempo depende directamente de la calidad del control interno.

Adicionalmente, se ha prestado especial atención a la **calidad y fiabilidad de la adquisición de datos**, garantizando una lectura precisa de parámetros clave como tensiones, corrientes y temperaturas. Esta precisión es fundamental para una correcta interpretación del estado real de la batería (SOC, comportamiento bajo carga, condiciones de operación), y constituye la base para una toma de decisiones fiable tanto a nivel de sistema como en monitorización externa.

Desde el punto de vista térmico, la arquitectura del sistema se ha diseñado para **gestionar de forma eficiente la disipación de calor**, evitando concentraciones térmicas en los elementos electrónicos. La electrónica de potencia se ha concebido con un enfoque desacoplado del núcleo energético, permitiendo evacuar el calor fuera del conjunto de celdas y reduciendo así su impacto sobre la eficiencia y la durabilidad del sistema.

Este conjunto de medidas —gestión activa del balanceo, precisión en la lectura de datos y control térmico adecuado— permite:

Mantener la estabilidad del sistema en uso continuado

Preservar la vida útil de la batería

Mejorar la eficiencia energética en condiciones reales

Garantizar un comportamiento predecible y fiable en operación

En conjunto, el sistema de gestión no se limita a proteger la batería, sino que actúa como un elemento clave para asegurar su rendimiento a lo largo del tiempo y su adecuación a las exigencias del entorno aeroportuario.

Implementación y servicio

El desarrollo del proyecto se estructuró en una secuencia de fases claramente definidas, orientadas a garantizar la viabilidad técnica de la solución y su correcto desempeño en condiciones reales de operación:

1 Análisis de viabilidad y definición del sistema

Evaluación inicial de requisitos y planteamiento de la arquitectura más adecuada desde un enfoque técnico y funcional.

2 Diseño de la solución y documentación

Desarrollo de la configuración óptima de la batería, teniendo en cuenta criterios eléctricos, mecánicos y operativos.

3 Prototipado y verificación interna

Fabricación de una primera unidad y validación bajo criterios internos de calidad y funcionamiento.

4 Puesta en marcha y validación en campo

Integración en el vehículo junto al partner y seguimiento del comportamiento del sistema en condiciones reales de operación.

5 Validación final y certificación

Tras la validación funcional conjunta, inicio del proceso de certificación del modelo, incluyendo la realización de ensayos conforme a normativa aplicable.

6 Industrialización y soporte postventa

Inicio de la fabricación en serie y acompañamiento durante la fase de explotación del producto.

Desde la fase inicial hasta la disponibilidad de un prototipo completamente integrado y operativo en el vehículo, el plazo de desarrollo fue de aproximadamente 8 semanas. Posteriormente, se estableció un periodo de validación y certificación de entre 3 y 6 meses, durante el cual se analizaron los resultados obtenidos en campo y se completaron los ensayos necesarios para la conformidad del sistema.

El modelo de trabajo se basa en un acompañamiento técnico continuo, que se extiende desde la puesta en marcha inicial hasta la fase de operación del sistema.

Este soporte incluye:

- ① **Provisión de documentación técnica, de seguridad y de uso**
- ② **Asistencia remota para resolución de incidencias y consultas operativas**
- ③ **Análisis del comportamiento de la batería desde las instalaciones de NC Power, apoyado en sistemas de monitorización en tiempo real**
- ④ **Seguimiento del rendimiento del sistema en condiciones reales de trabajo**

Adicionalmente, para cada proyecto y partner se establece un enlace técnico dedicado, encargado del seguimiento continuo del sistema y de la evolución de la solución, con el objetivo de garantizar un alto nivel de satisfacción y una respuesta ágil ante cualquier necesidad.

Resultados

El desarrollo del proyecto se abordó con una serie de objetivos definidos desde un enfoque técnico y operativo, orientados a garantizar la viabilidad de la electrificación y el correcto desempeño del vehículo en condiciones reales de trabajo:

Parámetro	Solución convencional (plomo-ácido)	Solución NC Power (litio)
Autonomía útil	Limitada y sensible a condiciones de uso	Incremento del 20-30% en autonomía útil
Tiempo de carga	Elevado, dependiente de ciclos completos	Reducción de hasta 40-50% gracias a cargas parciales
Mantenimiento	Requiere revisiones periódicas (rellenado, ecualización)	Eliminación del mantenimiento periódico
Vida útil	Limitada (ciclos reducidos)	Incremento de 2-3 veces la vida útil
Disponibilidad operativa	Condicionada por carga y mantenimiento	Mayor disponibilidad en uso intensivo
Coste total (TCO)	Elevado a medio/largo plazo	Reducción del coste operativo global

“Trabajar con un partner que entiende tus necesidades y responde con agilidad marca la diferencia. La implicación del equipo y el acompañamiento continuo han sido fundamentales para el éxito del proyecto.”

Director General.

Conclusiones

El desarrollo de este proyecto pone de manifiesto la capacidad de NC Power para abordar soluciones de electrificación a medida en entornos exigentes, donde la fiabilidad, la integración y la adaptabilidad resultan factores clave.

Desde el punto de vista técnico, la solución desarrollada ha permitido disponer de un sistema energético estable, eficiente y alineado con las necesidades reales de operación del vehículo, garantizando un comportamiento consistente en condiciones de uso intensivo y entornos variables.

La incorporación de sistemas de gestión avanzados, junto con un diseño adaptado a los requerimientos específicos del proyecto, ha contribuido a mejorar parámetros clave como la autonomía útil, la disponibilidad del equipo y la durabilidad del sistema.

Más allá del producto, el proyecto destaca por el modelo de colaboración establecido. La cercanía en la comunicación, la flexibilidad en el desarrollo y el acompañamiento continuo durante todas las fases han permitido construir una relación de confianza con el partner, facilitando la toma de decisiones y la resolución ágil de necesidades e imprevistos.

Este enfoque integral —que combina ingeniería, producto y servicio— permite a NC Power abordar proyectos de electrificación no como suministrador, sino como partner tecnológico, aportando valor tanto en la fase de desarrollo como en la operación del sistema a lo largo del tiempo.

Finalmente, la solución desarrollada presenta un alto grado de replicabilidad en otras aplicaciones GSE, lo que abre la puerta a su implementación en diferentes tipologías de vehículos y entornos operativos con requisitos similares.

Si tu operativa no puede permitirse fallos, tu solución energética tampoco debería hacerlo.

Hablemos y veamos cómo adaptarla a tu realidad.

+34 868 789 988 | info@ncpower.es



NCPower

Your Lithium Partner