



Reto EELISA



Uxía Casal
Mateo Hermida
Jorge Pino
Francisco José Folía

TABLA DE CONTENIDO

1	Contexto y descripción de la empresa.....	3
2	Innovación sostenible: economía circular e inteligencia artificial al servicio del handling.....	3
3	Contexto del problema	3
4	Objetivos.....	4
5	Etapas de implementación	4
6	KPIs	5
7	Resultados esperados	6
8	Conclusiones	6

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Indicadores de rendimiento	5
---	---

1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

UL(D)TRA HANDLING es una empresa especializada en servicios de handling en las terminales T4 y T4S del Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas, centrada en la gestión de carga y equipaje mediante ULDs. Su modelo técnico se basa en procesos definidos y personal cualificado, posicionándola como operador estratégico en el entorno aeroportuario.

La compañía impulsa una transformación tecnológica basada en economía circular e inteligencia artificial, alineada con los principios del reto EELISA. La economía circular se aplica a través de la sustitución progresiva de vehículos térmicos por carritos eléctricos modulares, reparables y con materiales reutilizables, lo que reduce residuos, mejora la eficiencia energética y prolonga la vida útil de los equipos.

La inteligencia artificial permite optimizar rutas en tiempo real, aplicar mantenimiento predictivo y coordinar vehículos de forma autónoma, mejorando así la precisión, seguridad y adaptabilidad de la operación.

Esta doble apuesta sitúa a UL(D)TRA HANDLING como una empresa innovadora y comprometida con una sostenibilidad efectiva, avanzando hacia un modelo inteligente, competitivo y adaptado a los retos del sector aéreo.

2 CONTEXTO DEL DESAFÍO

UL(D)TRA HANDLING opera en el exigente entorno del Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas, donde enfrenta importantes retos operativos en el uso de carritos de handling. A pesar de los beneficios de los ULDs, persisten ineficiencias debido a la dependencia de vehículos térmicos y procesos manuales.

Se identifican tres áreas clave de mejora, alineadas con los principios de economía circular e inteligencia artificial:

1. **Automatización y trazabilidad:** La falta de planificación inteligente y visibilidad en tiempo real de los carritos provoca rutas ineficientes, baja capacidad de respuesta ante incidencias y ausencia de mantenimiento predictivo.
2. **Impacto ambiental:** El uso de vehículos térmicos genera emisiones y ruido, y el diseño no modular dificulta la reparación y reciclaje, incrementando los residuos.
3. **Consumo energético:** La dependencia de combustibles fósiles y la falta de infraestructura para recarga eléctrica impiden una gestión energética sostenible y adaptativa.

Abordar estas áreas permitirá avanzar hacia una operativa más eficiente y sostenible, contribuyendo al cumplimiento de los **ODS** relacionados con industria, consumo responsable y acción climática, y reforzando el compromiso con un modelo de desarrollo resiliente y alineado con los desafíos globales.

3 OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objetivo general del proyecto es **transformar el modelo operativo de UL(D)TRA HANDLING mediante el rediseño de los carritos de handling aeroportuario**, dotándolos de mayor eficiencia, seguridad y sostenibilidad. Este rediseño constituye el eje central de la propuesta, mientras que la integración de tecnologías basadas en **inteligencia artificial, automatización y economía circular** configura el **entorno de implementación necesario para su despliegue efectivo**.

Para lograrlo, se plantean los siguientes objetivos de desarrollo:

1. Diseñar un carrito eléctrico inteligente, modular, reparable y fabricado con materiales reciclables.
2. Desarrollar un sistema de guiado autónomo basado en IA que optimice rutas según el tráfico en rampa y la carga operativa.
3. Integrar sensores IoT para monitorización en tiempo real y mantenimiento predictivo.

Sensores IoT recomendados: sensor de vibración, temperatura, corriente y voltaje, acelerómetro/giroscopio, nivel de batería (BMS), proximidad a estación de carga, GPS de alta precisión, sensor UWB, beacons Bluetooth o RFID, LiDAR o radar, cámara con visión por computadora y sensor de peso o carga.

4. Implementar una gestión energética inteligente, priorizando recarga eficiente y fuentes renovables.
5. Establecer un protocolo de automatización segura que garantice la convivencia entre vehículos y operarios.
6. Desarrollar un Centro de Control Digital para supervisar carritos, flujos logísticos y consumo energético.
7. Aplicar principios de economía circular a lo largo del ciclo de vida de los carritos, incluyendo la reutilización de componentes y baterías.

Con esta propuesta, UL(D)TRA HANDLING aspira a modernizar su flota de carritos como elemento clave de su operación, en un marco innovador y sostenible alineado con los retos actuales del sector aeroportuario.

4 ETAPAS DE IMPLEMENTACIÓN

La implantación del sistema comenzará con un diagnóstico exhaustivo de la infraestructura actual, identificando rutas, puntos críticos e incompatibilidades con vehículos eléctricos autónomos, junto con un análisis normativo y energético para validar la viabilidad técnica, legal y ambiental.

Recursos: personal técnico interno, consultores externos, software de análisis de rutas, simuladores energéticos, planos, documentación técnica, presupuesto para auditorías, datos históricos y observación no intrusiva.

Posteriormente, se formará al personal implicado para ejecutar una fase piloto en una zona operativa controlada, usando entre 4 y 6 carritos eléctricos autónomos equipados

con guiado inteligente y sensores IoT. Se evaluará la formación, el rendimiento de los equipos y sensores, los tiempos de operación y se ajustarán los algoritmos de navegación y mantenimiento predictivo.

Recursos: carritos eléctricos autónomos, kits de sensores, baterías, cargadores, espacio de pruebas, formadores, personal operativo y de mantenimiento, plataforma de monitorización, presupuesto inicial, costes de formación y seguros.

Con los resultados del piloto, se iniciará una ampliación progresiva del sistema a otras zonas de T4 y T4S, junto con el desarrollo de un centro de control digital para supervisión en tiempo real de vehículos, consumo energético y flujos logísticos.

Recursos: flota ampliada de carritos, estaciones de carga fijas, desarrollo del centro de control, operadores, técnicos eléctricos y de software, hardware, sistemas de comunicación y presupuesto tecnológico escalable.

La siguiente fase será la integración operativa completa con los sistemas de planificación de vuelos y recursos de la empresa, permitiendo automatización precisa y aplicación efectiva de economía circular en mantenimiento y renovación de equipos.

Recursos: conexión con sistemas de planificación, APIs, procedimientos actualizados, coordinadores, formación continua, personal de IT y logística, documentación normativa, simulación y licencias de software.

Por último, se establecerá un proceso de optimización continua basado en indicadores de rendimiento y aprendizaje automático, con la posibilidad de escalar el modelo a otras terminales o aeropuertos.

Recursos: sistemas de visualización de datos, algoritmos de machine learning, mantenimiento evolutivo, analistas de datos, equipo de I+D y presupuesto para mejoras tecnológicas.

5 KPIs

Para garantizar el éxito y la mejora continua en la implementación del sistema de inteligencia artificial y vehículos eléctricos autónomos, es fundamental establecer métricas claras y cuantificables que permitan medir su desempeño. Los Indicadores Clave de Desempeño (KPIs) seleccionados en este proyecto están diseñados para evaluar aspectos críticos como la eficiencia operativa, la seguridad laboral, el impacto ambiental y la satisfacción de los usuarios. A continuación, se presentan los principales KPIs que servirán como referencia para monitorear y optimizar el funcionamiento del sistema a lo largo del tiempo.

Tabla 1: Indicadores de rendimiento

NOMBRE DEL INDICADOR	DESCRIPCIÓN
Tiempo medio de handling por ULD	Reducción porcentual en los tiempos de carga y descarga comparado con la operación manual actual.
Número de incidentes y accidentes laborales	Disminución en las situaciones de riesgo y accidentes asociados a la manipulación manual.
Emisiones de CO₂	Reducción anual de las emisiones derivadas del uso de vehículos de combustión frente a la flota eléctrica.
Consumo energético total	Monitoreo del consumo de energía eléctrica y optimización mediante recarga inteligente
Porcentaje de reutilización y reciclaje	Proporción de componentes electrónicos y baterías reutilizadas o recicladas en la flota.

Nivel de satisfacción de clientes y operarios	Encuestas periódicas para evaluar percepción de calidad, seguridad y eficiencia del servicio.
Disponibilidad operativa de la flota	Porcentaje de tiempo en que los vehículos autónomos están operativos y en servicio.
Precisión y eficiencia en la asignación de recursos	Porcentaje de tiempo en que los vehículos autónomos están operativos y en servicio

6 RESULTADOS ESPERADOS

Los beneficios esperados del proyecto se centran en mejorar la eficiencia, seguridad, sostenibilidad y calidad del servicio. Se prevé una reducción de los tiempos de handling gracias a la automatización del transporte en rampa, una mayor seguridad laboral al reducir la exposición del personal a riesgos mediante vehículos autónomos, y una disminución de emisiones contaminantes mediante la electrificación progresiva de la flota. Además, se optimizará el consumo energético con sistemas de recarga inteligente y se reducirá el impacto ambiental aplicando principios de economía circular. La fiabilidad del servicio aumentará al minimizar errores humanos y retrasos, mejorando la satisfacción de aerolíneas y pasajeros. Finalmente, la disponibilidad de datos en tiempo real permitirá una mejor toma de decisiones, trazabilidad de ULDs y prevención de incidencias técnicas.

7 CONCLUSIONES

El proyecto propuesto responde a una necesidad urgente de modernización y sostenibilidad dentro del sector del handling aeroportuario, especialmente en entornos complejos y de alta exigencia operativa como la T4 y T4S del Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas. La integración de vehículos eléctricos autónomos guiados por IA, combinada con un enfoque basado en economía circular y digitalización inteligente, permite no solo mejorar la eficiencia y la seguridad del servicio, sino también alinear la actividad de UL(D)TRA HANDLING con los retos medioambientales, sociales y tecnológicos actuales. Este proyecto, además de ser viable, es escalable y transferible, y posiciona a la empresa como un referente en innovación dentro del sector aeroportuario europeo.