
Caso de estudio: gestión integral del equipaje en aeropuertos

PID_00247314

Xavier Pi Palomés

Tiempo mínimo de dedicación recomendado: 2 horas



Universitat
Oberta
de Catalunya

Ninguna parte de esta publicación, incluido el diseño general y la cubierta, puede ser copiada, reproducida, almacenada o transmitida de ninguna forma, ni por ningún medio, sea éste eléctrico, químico, mecánico, óptico, grabación, fotocopia, o cualquier otro, sin la previa autorización escrita de los titulares del copyright.

Índice

1. Introducción	5
2. Propuesta técnica	8
2.1. Capa <i>edge</i>	12
2.2. Capa de plataforma	13
2.3. Capa de negocio	16
3. Discusión	18

1. Introducción

Según las estadísticas de la SITA, publicadas anualmente en el informe *SITA Baggage Report* desde el año 2003, actualmente se retrasan, dañan o pierden entre 6 y 7 maletas de cada 1.000 que se transportan a través del sistema aeroportuario a nivel mundial. El coste medio que supone la gestión de la pérdida para las compañías aéreas se estima en unos 100\$ por maleta. Además, dichas compañías también se exponen al riesgo de daños y pérdida de maleta, que pueden llegar a tener un coste de 3.300\$ en Estados Unidos.

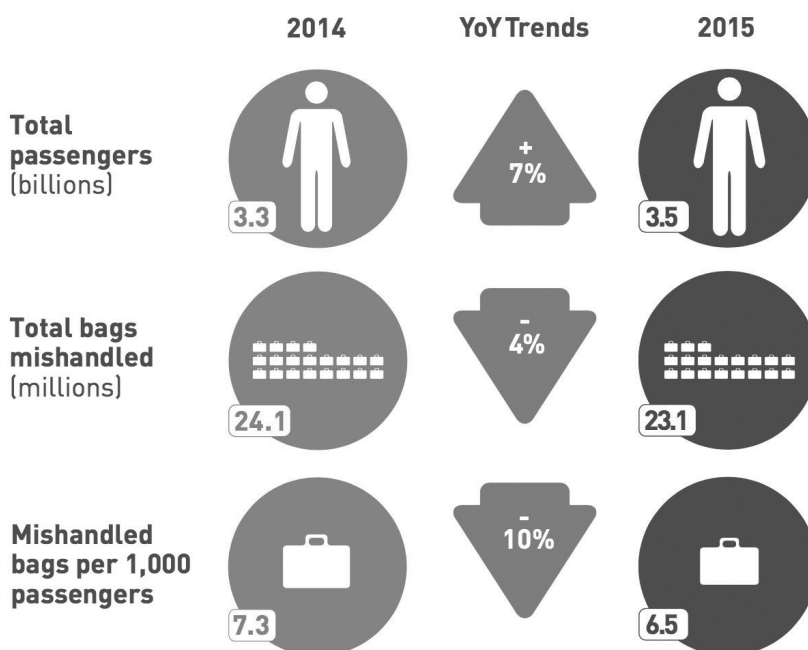
En el informe del 2016, se incluyen dos figuras ilustrativas que se muestran a continuación. En la primera, se puede observar la tendencia año a año en el total de pasajeros y el total de maletas incorrectamente expedidas, así como el porcentaje de uno respecto al otro. Como podemos ver, la reducción en el porcentaje de maletas incorrectamente expedidas se ha producido gracias a una combinación de ambos factores. En la segunda figura, se muestran las razones que han causado que las maletas hayan sido incorrectamente expedidas. Como se puede observar, en un 45% de los casos el motivo ha sido la gestión incorrecta durante la transferencia de maletas entre dos organizaciones que forman parte de la cadena de transporte de las mismas.

SITA

La SITA (del francés, *Société Internationale de Télécommunications Aéronautiques*) es una asociación fundada en el año 1940 y que agrupa aerolíneas, aeropuertos, transportistas internacionales, agencias de viajes, gobiernos, y organizaciones aeroespaciales, de gestión de tierra y de control de tráfico aéreo. El objetivo de la SITA es compartir y desarrollar conjuntamente estándares para las infraestructuras de comunicaciones dentro del ecosistema aeroportuario.

Figura 1

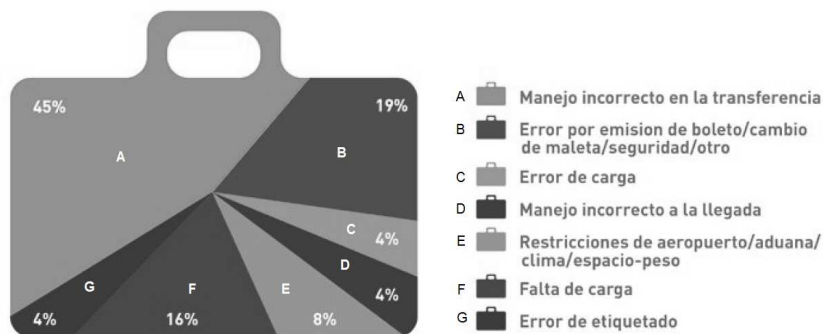
2015 DELAYED, DAMAGED OR LOST BAGS



Source: SITA

Figura 2

RAZONES PARA MALETAS DEMORADAS EN 2015



Fuente: SITA

Por tanto, si bien el número porcentual de maletas incorrectamente expedidas no es alarmante, con la previsión de que el número de viajes globales se duplicará entre el 2016 y el 2036, cualquier eficiencia añadida al sistema de manejo de equipaje supone un gran impacto económico. Además, la mejora de la gestión del equipaje en los aeropuertos también puede repercutir positivamente en la percepción del servicio por parte de los usuarios finales.

Considerando la previsión de crecimiento del transporte aéreo de pasajeros en los próximos años, en octubre del 2015, la IATA (del inglés, *International Air Transport Association*) publicó la resolución 753, donde se propone un cambio en el modelo de transporte de maletas utilizado hasta la fecha con el objetivo de minimizar el impacto económico y de gestión de la pérdida de equipaje. Además, el objetivo de dicha resolución también es mejorar la experiencia de los pasajeros mientras se desplazan por los aeropuertos, y reducir así el tiempo total de viaje y la congestión en los mismos debido a los retrasos. La mayor eficiencia operativa puede permitir a las infraestructuras aeroportuarias manejar más pasajeros y así ayudar a reducir la pérdida de productividad debida al aumento de los tiempos de espera.

Según la propia resolución 753 de la IATA, la fecha de aplicación de la misma es junio de 2018. Además, se definen cuatro requisitos principales: en primer lugar, poder demostrar la entrega del equipaje cuando cambia la custodia de este; en segundo lugar, poder demostrar la recepción del equipaje cuando cambia la custodia de este; en tercer lugar, poder proveer de un inventario de maletas a la salida del vuelo y, por último, ser capaz de intercambiar estos eventos con otras aerolíneas si ello se requiere. Además, para el primer y el segundo caso, la resolución también establece que, como mínimo, hay que contemplar dos tipos de cambio de custodia: en primer lugar, la entrega de la maleta al pasajero; en segundo lugar, la entrega de la maleta a la aeronave. Como se ha visto anteriormente, esto es debido a que el 45 % de errores en la gestión de las maletas es causado por un incorrecto manejo durante su transferencia.

Informe de la SITA

El informe anual de la SITA sobre el equipaje está disponible en www.sita.aero.

Recuerda

A lo largo del curso, y en este caso de estudio en particular, se utiliza el término *industria* en su significado más amplio; es decir, se usa para describir cualquier actividad económica relacionada con la producción de bienes, y también con la oferta de servicios entre empresas.

Teniendo en cuenta el contexto descrito, en este caso de estudio se abordará la problemática de la gestión del equipaje de viaje en las instalaciones aeroportuarias a nivel mundial. Para ello se tratará del problema desde el punto de vista de los sistemas ciberfísicos con el objetivo de dar una visión integradora de los diferentes elementos que lo componen. El desarrollo de este caso de estudio está basado en el *Smart Airline Baggage Management Testbed*, del IIC (del inglés, *Industrial Internet Consortium*), que busca demostrar la implementación en el mundo real de las soluciones industriales basadas en Internet.

IIC

El IIC es una organización fundada en los EE. UU. en el año 2014 por AT&T, Cisco, General Electric, IBM e Intel con el objetivo de catalizar y coordinar las prioridades y las tecnologías habilitadoras de la Internet industrial, así como de acelerar el desarrollo, la adopción y el uso generalizado de estas tecnologías. Actualmente el IIC cuenta con más de doscientos cincuenta miembros, y los *testbeds* que propone se pueden consultar en línea en www.iiconsortium.org.

2. Propuesta técnica

A diferencia de los sistemas de reservas de aerolíneas, donde existe un número limitado de proveedores globales, el ecosistema aeroportuario está muy fragmentado. No hay sistemas de información centralizados que puedan unificar todos los datos de sus partes interesadas, tales como aerolíneas, proveedores de servicios (manipulación de equipaje, proveedores de combustible y de *catering*...), inquilinos del aeropuerto (tiendas, centros comerciales...), estacionamiento y transporte terrestre, y por último, organismos de seguridad y organismos reguladores.

Por tanto, los sistemas de gestión de equipaje actuales se han desarrollado a partir de la integración de aplicaciones aisladas de cada proveedor. En particular, para realizar el seguimiento del equipaje, estos sistemas se basan en un mecanismo de identificación único (las etiquetas que se imprimen y se pegan durante el proceso de facturación) y una base de datos que permite asociar el identificador único de cada maleta con su propietario, y también la ruta que debe seguir. De este modo, en cada punto de intercambio se escanea la etiqueta con el identificador único de la maleta, se consulta la ruta que esta debe seguir, y finalmente, se decide la acción que hay que realizar.

Si bien este sistema ha demostrado ser funcional y tener una tasa de error relativamente baja, presenta diferentes problemas debido al escaso nivel de integración entre los diferentes elementos que lo conforman. En primer lugar, las acciones se toman de manera individual en cada punto de paso de la maleta y, por tanto, son propensas a errores (por ejemplo, en caso de que la lectura de la etiqueta no se realice de manera correcta, el equipaje se puede extraviar). En segundo lugar, al tratarse de un sistema discreto, no es posible tener información sobre el equipaje a lo largo del transporte (por ejemplo, si se pierde una maleta durante el transporte, el sistema no es capaz de detectarlo de manera proactiva).

Teniendo en cuenta esto, el *Smart Airline Baggage Management Testbed*, del IIC, parte del ecosistema aeroportuario actual y pretende abordar los nuevos requisitos de manejo de equipaje establecidos por la IATA en la resolución 753. Además, también se tienen en cuenta las ideas expuestas en el documento *Simplifying the Business*, publicado por la IATA en 2015.

Desde el punto de vista organizativo, el *testbed* comienza en el *check-in* a distancia por el pasajero y termina cuando este recupera su equipaje en el destino, e incluye el seguimiento completo y el reporte de eventos entre esos dos puntos. Para ello, el *testbed* interconecta aplicaciones y bases de datos de aerolíneas basadas en la nube, análisis basados en la nube y una plataforma de conectividad que permite recibir eventos en tiempo real desde el equipaje. Todo esto aumenta la capacidad de rastrear el estado

del mismo y de informar sobre él, información que incluye la ubicación y los cambios de peso para prevenir el robo y la pérdida del equipaje.

Desde el punto de vista ejecutivo, el *testbed* está liderado por General Electric (GE Digital), Machine-to-Machine Intelligence (M2Mi) y Oracle, y cuenta con el apoyo de las empresas Infosys y Altoros. La construcción del *testbed* empezó en el 2015, y las fases iniciales se alojaron en los laboratorios de M2Mi, en el parque de investigación de la NASA, en el campo de aviación de Moffett (California). Los primeros resultados públicos se presentaron en el 2016 en el Oracle OpenWorld, en San Francisco, y en el IoT Solutions World Congress, en Barcelona.

Un elemento importante que hay que destacar es que todas las empresas que forman parte del *testbed* aportan elementos ya existentes en su *portfolio* con el fin de combinarlos y de superar el desafío principal que supone reunir e integrar aplicaciones y sistemas de compañías aéreas dispares y aisladas en una única solución. En particular, las empresas aportan los siguientes elementos a la solución final:

- **Oracle.** Proporciona sus aplicaciones de aerolíneas, analíticas y experiencia de clientes basadas en Oracle Airline Data Model (OADM), Oracle Business Intelligence (BI) y Oracle Customer Experience Solutions (CX).
- **GE Digital.** Contribuye con la plataforma Predix, ya utilizada previamente en el campo de las aerolíneas, con el objeto de resolver las funciones de plataforma de la solución. Predix dispone de la capacidad de almacenar grandes volúmenes de datos, y también incorpora la noción de *aplicación*, lo que la aproxima a la idea de sistema operativo para la nube, cuyo modelo de negocio es el PaaS (del inglés, *Platform as a Service*). Ello permite la creación de un *marketplace* y de un ecosistema global a su alrededor orientado al ámbito industrial.
- **M2Mi.** Proporciona la gestión de herramientas M2M y IoT, la conectividad, el manejo de datos y la analítica de almacenamiento para conectar dispositivos como etiquetas inteligentes de equipaje, equipaje inteligente, camiones de equipaje conectados para aeropuertos, escáneres y dispositivos conectables a las aplicaciones de la plataforma. La aplicación de M2Mi denominada M2M Intelligence funciona sobre GE Predix y la nube de Oracle, y también proporciona funcionalidades de administración de políticas y aplicación, seguridad y cifrado utilizando el trabajo realizado por M2Mi para el Departamento de Seguridad Nacional. Además, suministra la infraestructura crítica para pasar de forma segura datos y alertas entre las aplicaciones hospedadas de GE y Oracle.
- **Altoros.** Contribuye con el trabajo desarrollado en aplicaciones de prueba de concepto de seguimiento de equipaje con etiquetas inteligentes, basándose en los servicios de la capa inferior ofrecidos por los sistemas de GE (Predix) y Oracle.

- **InfoSys.** Se encarga de la gestión de la plataforma de pruebas y de proporcionar conocimientos de integración de sistemas a través de sus prácticas de GE Predix y Oracle.

Debido a la complejidad del proyecto, su ejecución se ha dividido en tres fases:

- **Fase 1.** Se asigna la ubicación de las maletas para proporcionar una vista en tiempo real del sistema, incluyendo el estado y la ubicación de los vuelos y los aeropuertos correspondientes. Los equipos de manejo de equipaje y los carruseles son instrumentados.
- **Fase 2.** Los servicios de *catering* (abastecimiento) se abordan en esta fase, ya que a menudo el *catering* puede retrasar los vuelos o erosionar la experiencia del cliente. La idea es reutilizar la infraestructura desarrollada en la fase 1 para extender el sistema de *catering* y explorar nuevos modelos de negocio.
- **Fase 3.** Después de evaluar las dos fases anteriores, se trata de elaborar un modelo de *smart city* de tal forma que un aeropuerto pueda ser modelado como una miniciudad.

En este caso de estudio, solo se tratará la fase 1 del proyecto, para la cual el *testbed* define las siguientes acciones:

- Proporcionar un ecosistema basado en la nube para suministrar conectividad a activos como bolsas y equipaje de pasajeros, aerolíneas y aeropuertos.
- Proporcionar a la aerolínea visibilidad de las maletas de extremo a extremo, ya que se registran, se recogen y viajan a través del carrusel de equipaje, el carro de transporte de maletas, el avión, el aeropuerto de conexión a la recogida de la bolsa de destino.
- Habilitar a las aerolíneas para que proporcionen a los clientes una visión casi en tiempo real del estado de las maletas.

Para poder ejecutar la primera fase del proyecto, se ha desarrollado un caso de uso descrito según la plantilla de casos de uso UML propuesta por Alistair Cockburn.

- **Caso de uso.** Se trata de un vuelo con facturación de equipaje.
- **Actores implicados.** Los actores principales son el usuario final y el ecosistema aeroportuario.
- **Precondiciones.** El usuario ha comprado un billete.
- **Poscondiciones.** El usuario llega a su destino y recoge su equipaje, y el ecosistema aeroportuario ha registrado todos los eventos del vuelo y de custodia de las maletas.

UML (ISO/IEC 19505)

UML (*unified modeling language*) es el lenguaje unificado de modelado estandarizado por el OMG (Object Management Group), organización sin ánimo de lucro fundamental en la creación del Industrial Internet Consortium (IIC).

Para describir las diferentes etapas dentro del caso de uso, se genera un flujo de eventos que relaciona a los actores con las precondiciones y las poscondiciones, tal como se detalla a continuación.

Flujo de eventos principal

- El usuario se registra en casa veinticuatro horas antes del vuelo. Asimismo, declara el peso de la bolsa durante el proceso de *check-in* móvil.
- La información es capturada por la nube del ecosistema aeroportuario por el sistema de *check-in* de la aerolínea.
- El pasajero llega al aeropuerto y él mismo realiza la facturación del equipaje en un punto de facturación y recibe confirmación digital de la misma.
- El punto de facturación actualiza el ecosistema aeroportuario con el evento de facturación del equipaje.
- Se inicia la búsqueda de la maleta, se envía la información del evento a la aerolínea, y el estado y la ubicación a la aplicación móvil del pasajero.
- El seguimiento de la bolsa termina después de que el pasajero la recoja en el destino y escanee la etiqueta usando la aplicación móvil.
- El ecosistema aeroportuario marca la combinación de registro de maleta más vuelo de pasajero como flujo normal.

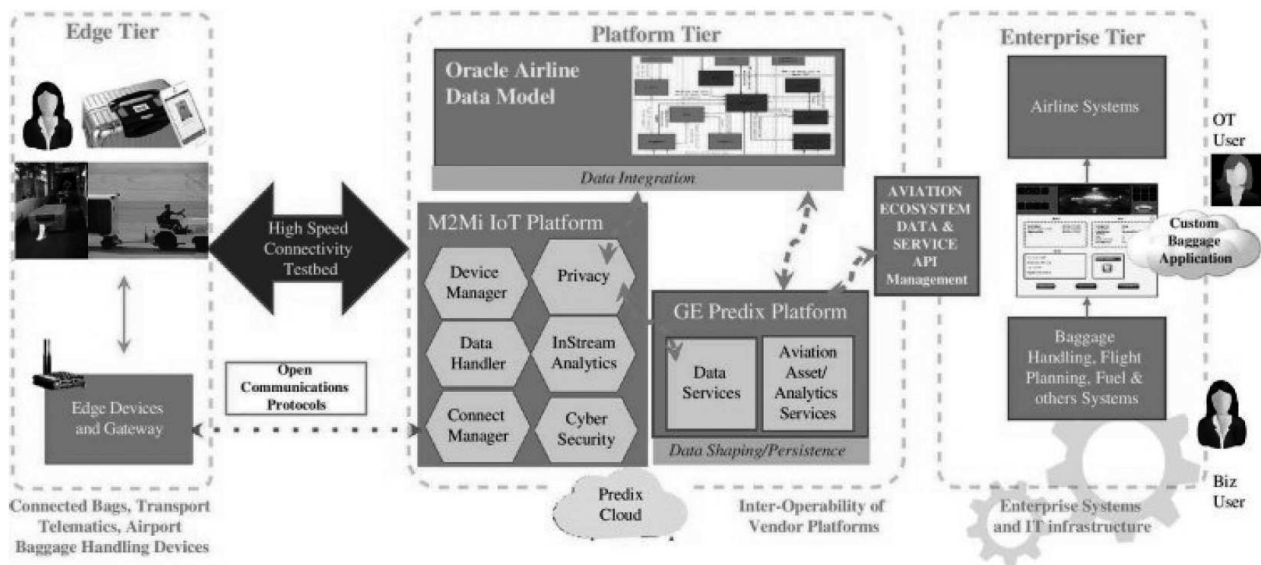
En el caso de que durante el transporte dentro del aeropuerto de salida la maleta caiga de la cinta transportadora, no se capturarán ni se generarán eventos. Por tanto, se creará un flujo de eventos alternativo tal como se describe a continuación. Es importante destacar que por el momento solo se contempla un flujo de eventos alternativo, a pesar de que existen otras muchas casuísticas que hay que considerar en una solución real.

Flujo de eventos alternativo

- El ecosistema aeroportuario detecta un tiempo de espera excedido (*timeout*) entre la llegada a la cinta transportadora y la llegada al carro de equipaje.
- El ecosistema aeroportuario genera un evento de excepción para el personal de manejo de líneas aéreas y de equipaje.
- Se inicia la búsqueda de la maleta y, una vez encontrada, se restaura en la cinta transportadora.
- El supervisor restablece el estado de excepción.

Teniendo en cuenta la problemática, los actores y el flujo de eventos descritos anteriormente, el *testbed* propone una solución técnica que sigue un patrón de capas. En concreto, tal como se muestra en la siguiente figura, se ha diseñado una arquitectura compuesta de tres capas: la capa *edge*, la capa de plataforma y la capa de negocio. En primer lugar, la capa *edge* se corresponde con los dispositivos del mundo físico (en este caso las maletas). En segundo lugar, la capa de plataforma permite agregar la información generada por los dispositivos en el mundo físico. Finalmente, la capa de negocio corresponde a los sistemas de información de las aerolíneas, los aeropuertos y las empresas de *handling*.

Figura 1



Fuente: OMG/IIC

A continuación, se describen las tecnologías utilizadas dentro del *testbed* para cada una de estas tres capas, así como en la integración con los sistemas de información ya existentes de las aerolíneas y el *handling* de equipajes.

2.1. Capa *edge*

La capa *edge* se corresponde con los dispositivos del mundo físico, es decir, las maletas, y su conexión al mundo virtual a través de un identificador único. Como se ha descrito anteriormente, hasta la fecha la integración de las maletas en la gestión aeroportuaria se ha llevado a cabo mediante etiquetas con códigos de barras. Estos códigos son impresos y están vinculados a la maleta durante el proceso de facturación, y permiten realizar el seguimiento de la misma a través de los lectores en cada punto de paso.

Si bien esta tecnología ha demostrado su funcionalidad en diferentes ámbitos gracias a su elevado nivel de estandarización y a que el coste unitario es muy bajo debido

a que las etiquetas se pueden crear con una impresora convencional, su aplicación presenta dos limitaciones principales. En primer lugar, las etiquetas solo se pueden leer con visión directa utilizando un escáner. En segundo lugar, las etiquetas solo pueden almacenar una cantidad muy pequeña de información.

Teniendo en cuenta esto, muchas aerolíneas y aeropuertos han empezado a experimentar con etiquetas de equipaje del tipo RFID (del inglés, *radio frequency identification*), que funcionan con radiofrecuencia y permiten superar las limitaciones de las etiquetas con código de barras. En este sentido, en el aeropuerto de Hong Kong todos los mostradores de facturación de las aerolíneas se han dotado de la capacidad de producir etiquetas RFID embebidas, lo que hace que el enrutamiento del equipaje sea mucho más fiable.

El uso de tecnología RFID supone una mejora respecto a la utilización de etiquetas con códigos de barras, pero no implica una mejora sustancial del caso de uso de gestión de equipaje. Por tanto, en el *testbed* del IIC se explora la utilización de otras tecnologías de comunicación inalámbrica con potencial aplicación en el sector aeroportuario. Por ejemplo, en el *testbed* se explora la opción de utilizar dispositivos de comunicación celular combinados con sistemas de posicionamiento GPS.

Estos sistemas, que pueden ser incorporados en una maleta o ser dispositivos separados introducidos dentro de la maleta, pueden mostrar la ubicación exacta de la maleta en todo momento, por lo que es posible llevar a cabo un rastreo en tiempo real. Además, también pueden tener capacidades adicionales, que incluyen medir la temperatura, la altitud y el peso. Esto resulta muy útil en caso de que el contenido de la maleta sea sensible a cambios en la temperatura, y también cuando sea necesario conocer si el peso de una maleta ha cambiado a lo largo del recorrido.

2.2. Capa de plataforma

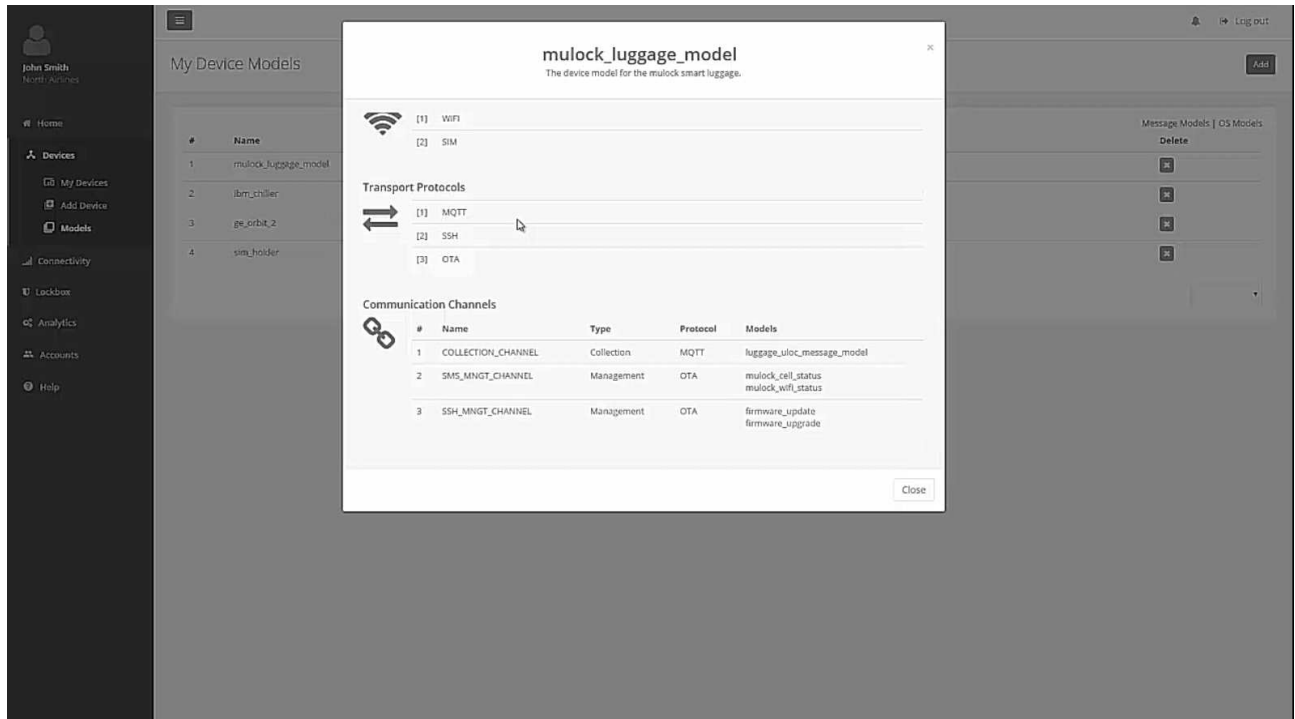
Como se ha dicho anteriormente, la capa de plataforma del *testbed* se basa en el sistema Predix de GE, el modelo de datos aéreo de Oracle y la aplicación de M2Mi denominada M2M Intelligence, que se integra a los dos anteriores.

En primer lugar, GE Predix gestiona todos los datos y alertas recopilados y preprocesados en tiempo real por la aplicación desarrollada por M2Mi y denominada M2M Intelligence (véase las figuras 4 y 5). Esto permite que GE Predix registre todos los datos de seguimiento de equipaje y posibilita a la compañía Altoros construir una aplicación web de equipaje para aerolíneas, compañías de equipaje y pasajeros, que incluye móviles, para presentar todos los datos recopilados y analizados en la plataforma GE Predix, cuya arquitectura se muestra en la figura 6.

RFID

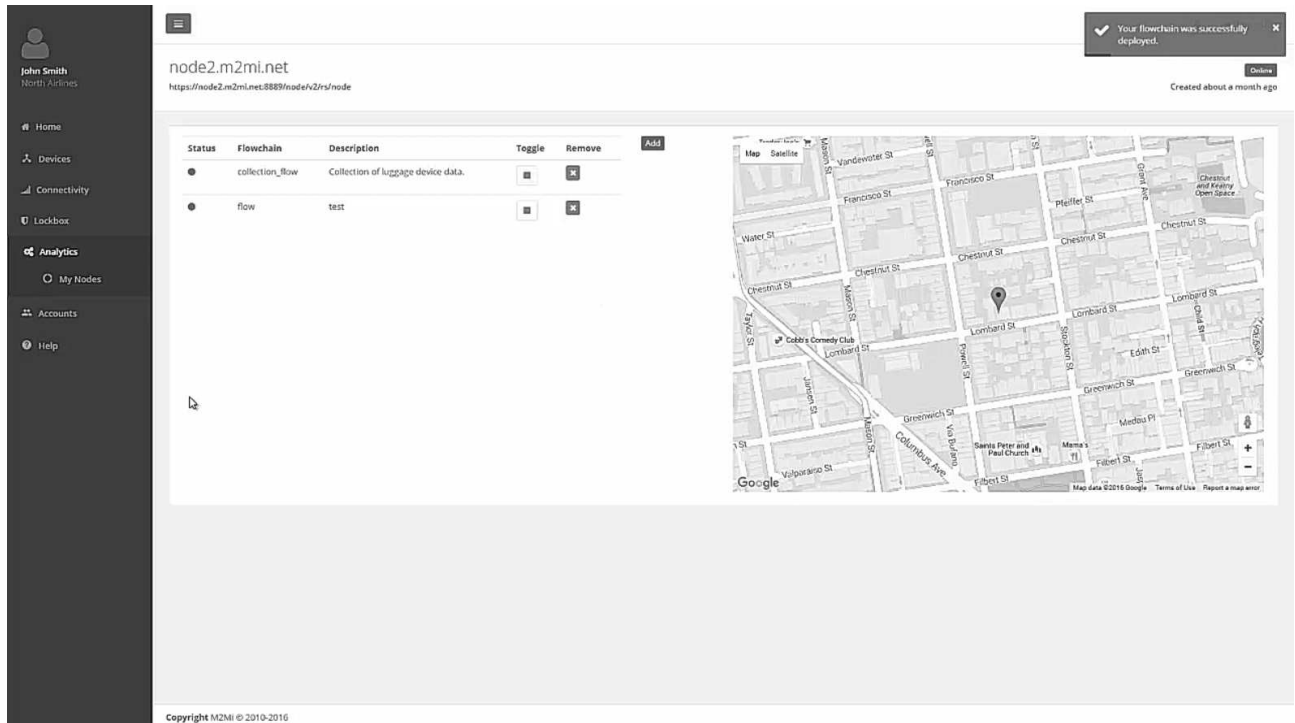
Si bien la tecnología RFID se creó a mediados de los años cincuenta del siglo pasado, el primer estándar mundial RFID, de nombre EPCglobal, fue realizado por el Auto-ID Center en el MIT (Massachusetts Institute of Technology) en 1999. Este estándar se considera el origen del concepto IoT (del inglés, *Internet of things*), pues ofrece un mecanismo de identificación único global.

Figura 4



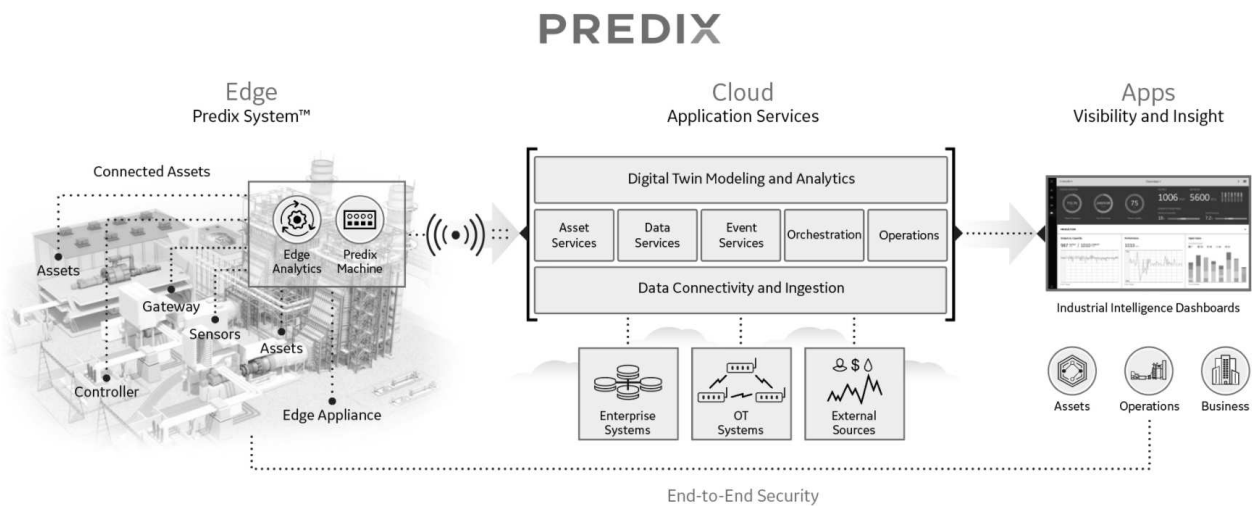
Fuente: M2Mi

Figura 5



Fuente: M2Mi

Figura 6



Fuente: M2Mi

Por su parte, Oracle proporciona su modelo de datos de línea aérea denominado Oracle Airlines Data Model (OADM), en el que se almacena toda la información de pasajeros, información de pasajeros frecuentes y de equipaje. A continuación, se presenta el modelo de datos en tercera forma normal (3FN), es decir, mostrando las entidades del mismo sin redundancias.

Figura 7

Oracle Airline Data Model Cross-Functional Data Models

	Booking	Ticketing	Check-In	Flight	Carrier	Segment	Loyalty	Revenue
Reference	Booking: • Operating and Marketing Flight • Agent • Class • Origin-Destination • Frequent Flier • Group • Seat Details and Preferences • Special Requests		Check-in: • Carrier • Check-In Channel • Agent • Airport • Segment • Boarding Status • Baggage Status		PNR: • Type • Purge Date • Group Name • Journey • Origin/Destination/Return Point • Agent • Frequent Flier Number			Booking TST: • Transitional Store • Ticket No. • Origin • Destination • Ticket Type • Fare Calculation Model
Base (3NF)								
Aggregations								
Derivations / Data Mining / OLAP	Ticket: • Primary Number • Agent • Currency • Total Amount • Issue Date • Creation Date • Tax, Payment and Service Fee		Coupon: • Coupon Number • Origin-Destination • Agent • Ticket Number • Coupon Amount • Currency Details • Flight Details		PAX/DOCO/CA/CS: • Passenger Nationality • Address • Travel Doc.Type • Issue Country • Expiry Date • Doc Number • Gender • DOB • Passport Hold Indicator		Flight Schedule: • Flight Date • Flight No. • Flight Carrier Code • Segment ID • LEG ID • LEG Aircraft • Configuration Code • Total Saleable Capacity • Nautical Miles	

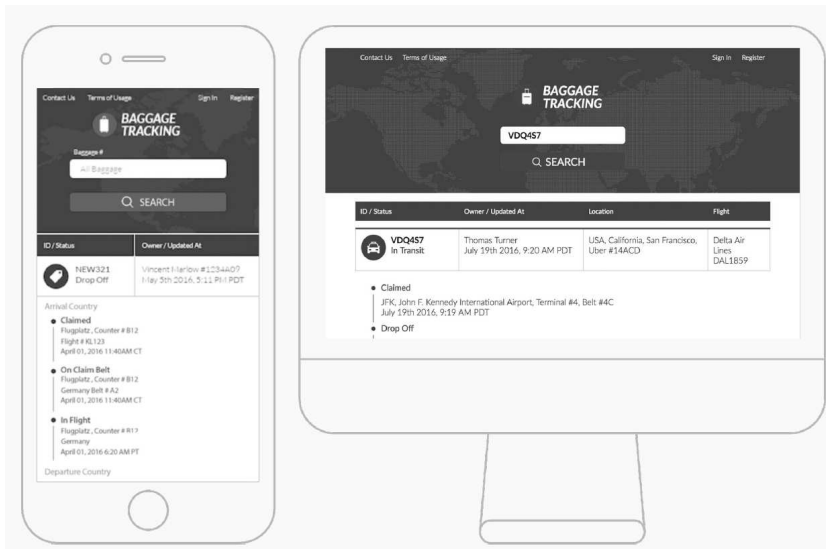
Fuente: Oracle

Finalmente, el sistema de M2Mi recopila y suministra todos los datos de equipaje, y en este caso, InfoSys realiza el trabajo de integración de sistemas entre la aplicación M2Mi, las aplicaciones de Oracle y GE Predix, y también proporciona aplicaciones web que ayudarán a ensamblar la solución global.

2.3. Capa de negocio

En lo que respecta a la capa de negocio, la compañía Altoros ha desarrollado una aplicación para el seguimiento del parque de etiquetas inteligentes de equipaje en tiempo real. Esta aplicación se encuentra en dos versiones: una versión web y otra para teléfonos inteligentes.

Figura 8

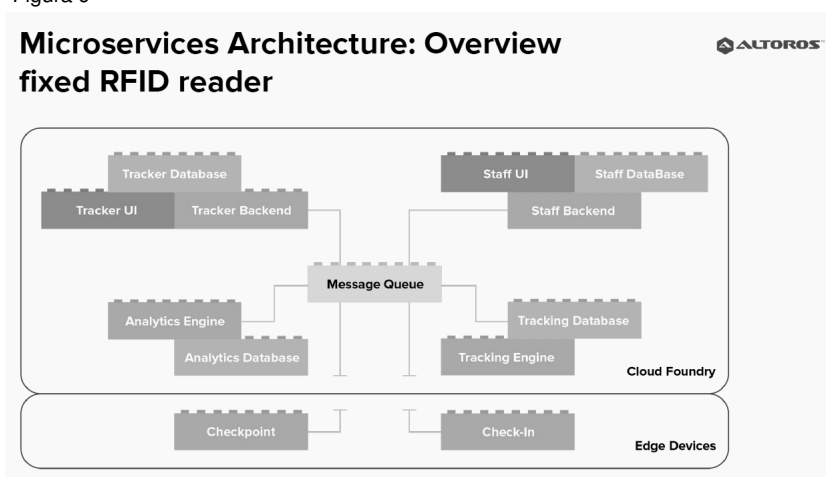


Fuente: Altoros

Dichas aplicaciones se apoyan en microservicios, que son un conjunto de pequeños servicios que se ejecutan en su propio proceso y que se comunican con mecanismos ligeros (normalmente una API de recursos HTTP). Cada servicio se encarga de implementar una funcionalidad completa del negocio, es desplegado de forma independiente y puede estar programado en distintos lenguajes y usar diferentes tecnologías de almacenamiento de datos.

Estos microservicios han sido desarrollados por Altoros, y para el caso de un lector RFID, el esquema de implementación se muestra a continuación:

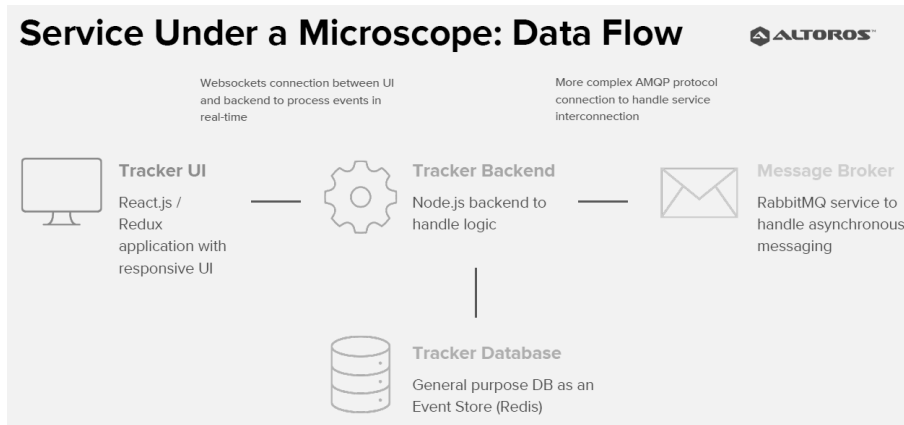
Figura 9



Fuente: Altoros

Uno de los microservicios contemplados en el *testbed* es el de seguimiento del equipaje, denominado *tracker*, cuyo flujo de datos se muestra a continuación:

Figura 10



Fuente: Altoros

3. Discusión

Como hemos visto a lo largo del caso práctico, la gestión de las maletas en un entorno aeroportuario supone un reto importante debido al número de agentes que intervienen durante todo el proceso de transporte y a la falta de coordinación e intercambio de información que existe entre ellos. Si bien el porcentaje de equipaje retrasado o perdido actualmente es pequeño gracias al actual uso de las etiquetas con código de barras, con la previsión del aumento de viajeros en los próximos años, el funcionamiento podría llegar al límite de su capacidad operativa, y los costes derivados y la afectación a los usuarios podrían volverse inaceptables.

Teniendo en cuenta esta previsión de incremento de pasajeros, con motivo de la resolución 753 de la IATA, el IIC ha propuesto un *testbed* en el que se integran las tecnologías y aplicaciones necesarias de todos los actores implicados en el ecosistema aeroportuario para llevar a cabo una gestión del equipaje de extremo a extremo. El uso de estas tecnologías y aplicaciones permitirá llevar a cabo una gestión integral del equipaje, lo que reducirá el porcentaje de maletas retrasadas o perdidas durante su transporte. Además de mejorar el servicio, la combinación de estas tecnologías y aplicaciones también genera nuevas oportunidades a las aerolíneas y los aeropuertos para ofrecer servicios de valor añadido a los pasajeros.

En resumen, este caso de estudio permite ilustrar, a partir de un ejemplo particular, el potencial que ofrecen las nuevas tecnologías digitales para mejorar las capacidades y la eficiencia de los sistemas desplegados actualmente. Además, también permite entrever la importancia de la integración vertical de diferentes tecnologías y aplicaciones a fin de ofrecer una solución de extremo a extremo. En este sentido, es importante destacar cómo la creación de *testbeds* con los diferentes actores implicados resulta clave para comprender los requerimientos y evaluar las diferentes tecnologías existentes con el fin de ofrecer una solución técnica que resuelva dichos requerimientos de manera integral.

Por último, cabe indicar que una buena fuente de consulta para encontrar más casos de estudio relacionados con la aplicación de las tecnologías digitales a diferentes sectores industriales es la siguiente página web: www.iotone.com/casestudies.