

GESTIÓN DE LOS RECURSOS AEROPORTUARIOS

Memòria del Treball Fi de Grau
Gestió Aeronàutica
Realitzat per
Pau Miranda i Fuentes
i dirigit per
Liana Napalkova
Sabadell, 12 de Febrer de 2015

El sotasignat, Liana Napalkova

Professor/a de l'Escola d'Enginyeria de la UAB,

CERTIFICA:

Que el treball a què correspon aquesta memòria ha estat realitzat sota la seva direcció per en/na Pau Miranda Fuentes

I per tal que consti firma la present.

Signat:

Sabadell, 12 de Febrer de 2015

FULL DE RESUM – TREBALL FI DE GRAU DE L'ESCOLA D'ENGINYERIA

Títol del Treball Fi de Grau: Gestión de los Recursos Aeroportuarios	
Autor[a]: Pau Miranda Fuentes	Data: Febrer de 2015
Tutor[a]/s[es]: Liana Napalkova	
Titulació: Gestió Aeronàutica	
Paraules clau	
<ul style="list-style-type: none">• Català: Recursos Aeroportuaris, Gestió, Handling, Portes d'embarcament, SWIM, A-CDM, Sesar, Costat terra, Gestió d'equipatges, Gestió mostradors de facturació.• Castellà: Recursos Aeroportuarios, Gestión, Handling, Puertas de embarque, SWIM, A-CDM, Sesar, Lado Tierra, Gestión Equipajes, Gestión mostradores de facturación.• Anglès: Airport Resources, Management, Handling, Gate Allocation, SWIM, A-CDM, Sesar, Landside, Baggage management, Check-in desks management.	
Resum del Treball Fi de Grau	
<ul style="list-style-type: none">• Català: Aquest treball intenta explicar com funciona la gestió dels recursos aeroportuaris enfocats en el costat terra, com es gestionen actualment y com es preveu que es gestionaran en un futur. Conjuntament amb una simulació amb el software SIMIO s'analitza la gestió de aquests recursos i es comprova els problemes actuals i les dificultats de la gestió dels recursos aeroportuaris.• Castellà: Este trabajo trata de explicar cómo funciona la gestión de los recursos aeroportuarios enfocados en el lado tierra, como se gestionan actualmente y como se prevé que se van a gestionar en un futuro. Junto a una simulación con el software SIMIO se analizar la gestión de estos recursos y se comprueba los problemas actuales y la dificultad de la gestión de los recursos aeroportuarios.• Anglès: This Project is dedicated to the analysis of airport landside resources, as well as the overview of existing and emerging technologies aimed at the management of these resources. Based on using the developed SIMIO simulation model, the existing issues and complexities of airport landside resource management are investigated.	

Agradezco a mi tutora, la profesora Liana Napalkova por la ayuda que me ha prestado durante la realización del trabajo y el tiempo que me ha dedicado para resolver mis dudas.

SUMARIO

INTRODUCCIÓN.....	1
1. ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS AEROPORTUARIOS.....	3
1.1 Objetivos de la gestión de los recursos aeroportuarios	3
1.2 Análisis de las operaciones aeroportuarias y los recursos involucrados.....	4
1.3 Análisis del uso de las tecnologías en la gestión de los recursos aeroportuarios.....	9
1.3.1 Análisis de la tecnología presente hoy en día.....	9
1.3.2 Nuevo enfoque para la gestión de los recursos aeroportuarios: A-CDM y SWIM	12
2. TAREAS DE GESTIÓN DE RECURSOS AEROPORTUARIOS.....	19
2.1 Gestión de las puertas de embarque.....	19
2.1.1 Disposición puertas de embarque.....	19
2.1.2 Objetivo	20
2.1.3 Problemas.....	20
2.1.4 Ejemplos	22
2.2 Gestión de los mostradores de facturación.....	25
2.2.1 Asignación de mostradores de facturación.....	26
2.2.2 Aplicación del modelo.....	27
2.3 Gestión de los equipajes facturados.....	28
2.3.1 Clasificación de equipajes.....	30
2.3.2 Gestión OUTBOUND.....	30
2.3.2.1 Etiquetado:	30
2.3.2.2 Tratamiento del equipaje.....	31
2.3.3 Gestión INBOUND	33
2.4 Gestión de los recursos de handling.....	34
2.4.1 Servicios prestados.....	35
2.4.2 Entidades reguladoras	37
2.4.3 Contratos entre aerolíneas y agentes de handling (SLS)	38
2.4.4 Gestión de los recursos.....	39
2.4.4.1 Asignación de los recursos necesarios.....	39
2.4.4.2 Planificación de las tareas de trabajo a nivel operacional.....	41
3. SIMULACIÓN DE LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS AEROPORTUARIOS.....	45
3.1 SIMIO, Simulation Modelating Software.....	45
3.2 Simulación del Aeropuerto.....	45

3.2.1 Características del aeropuerto:	45
3.2.2 Características de la simulación:	46
3.2.3 Funcionamiento de la simulación:	47
4. ANÁLISIS DE DISTINTOS ESCENARIOS SOBRE LA SIMULACIÓN.....	56
4.1 Modelo construido.....	56
4.2 Experimentos sobre la afectación del modelo a las variaciones de tiempo en la prestación de servicios de handling	56
4.2.1 Experimento #1 Retrasos en la operación de handling.....	56
4.2.2 Experimento #2 Reducción del tiempo de prestación de servicios de handling.....	57
4.3 Experimentos sobre el impacto del número de mostradores CheckIn en el tiempo que los pasajeros están en el sistema	57
4.3.1 Experimento #3 Reducción de los mostradores de facturación	57
4.3.2 Experimento #4 Mantener la reducción de los mostradores de facturación junto a la reducción del tiempo de turnaround.....	58
4.3.3 Experimento #5 Modificación del perfil de los pasajeros del aeropuerto.....	58
4.4 Experimentos sobre el impacto del control de seguridad sobre el tiempo de espera de los pasajeros dentro del sistema.....	59
4.4.1 Experimento #6 Reducción de la capacidad del control de seguridad.....	59
4.4.2 Experimento #7 Mejora del tiempo de procesado del Control de Seguridad.....	60
4.5 Conclusiones sobre los experimentos	60
CONCLUSIONES	61
Ante todo creo que en este trabajo se han conseguido los objetivos propuestos en su inicio:....	61
BIBLIOGRAFIA	63
ÍNDICE DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS.....	65
INDICE DE TABLAS, ILUSTRACIONES Y FIGURAS.....	67
Tablas	67
Ilustraciones.....	67
Figuras.....	68

INTRODUCCIÓN

Este trabajo trata de analizar y profundizar en la gestión de los recursos aeroportuarios, enfocado más al lado tierra. Para ello se estudian los métodos y tecnología actuales para gestionarlos y se recogen y analizan las nuevas tecnologías que van apareciendo para poder tratar los recursos de forma más rápida y eficiente.

La motivación que me ha conducido a escoger el tema y ámbito del trabajo ha sido, en primer lugar, la curiosidad de conocer un campo bastante desconocido para mí, que se ha tratado de forma poco específica durante la carrera, y que creo me puede aportar un valor añadido a los estudios realizados y nuevos horizontes ya no solo en el campo de la aeronáutica, sino también en otros campos relacionados o no, y que precisan también de una buena gestión de los recursos para conseguir los máximos rendimientos y logros.

La gestión de los recursos aeroportuarios es un tema muy estudiado actualmente porque se están intentando implementar los recursos para obtener mejoras importantes y representativas en la gestión aeroportuaria, para así poder absorber la demanda actual.

El problema radica en que es un tema con mucha información, y un gran volumen de actores y recursos implicados, por lo que hace aún más compleja la gestión. Actualmente los problemas que surgen residen en problemas de transmisión de la información, ya que no se usan plataformas de información compatibles para mezclar la información y que esta esté disponible para la persona indicada en el momento preciso, para así poder agilizar la gestión.

Se están haciendo grandes esfuerzos para que lo apuntado anteriormente no suceda, mediante la introducción de nuevas tecnologías como SWIM y A-CDM y creando proyectos como SESAR, pero al ser un mundo tan extenso es difícil y complicado implementarlo de forma segura y eficiente.

Los objetivos propuestos son los siguientes:

- el primer objetivo es conocer el estado de la cuestión o el estado del arte sobre el tema de la gestión de los recursos aeroportuarios.
- el segundo es el de analizar cómo se gestionan.
- el tercero es el de buscar y estudiar las tecnologías existentes y sus posibles aplicaciones para mejorar la gestión de estos recursos.

Ellos quedan reflejados en la estructura y planificación del trabajo como se expone a continuación:

El trabajo empieza con una introducción a los recursos aeroportuarios que nos encontramos en el lado tierra con sus respectivas funciones y objetivos, aunque hablaremos también del lado aire, nos centraremos en el lado tierra. Además en esta primera parte también se analizan las tecnologías presentes y sus dificultades para la gestión de estos recursos junto con las nuevas tecnologías que van apareciendo y sus beneficios.

Para ello hablaremos de los objetivos de los recursos aeroportuarios con los actores que intervienen en su gestión, el análisis de las operaciones aeroportuarias y los recursos involucrados, exponiendo las operaciones aeronáuticas que se realizan en el lado tierra del aeropuerto y viendo los recursos disponibles. El análisis del uso de las tecnologías presentes actualmente en la gestión de estos recursos, mediante diversos ejemplos, Acciona, Iberia, Air Europa, Easy Jet de los sistemas tecnológicos que utilizan, SCENA o AMADEUS, y el nuevo enfoque para la gestión de los recursos aeroportuarios, A-CDM y SWIM y sus beneficios. También se hace hincapié, por su importancia, del proyecto SESAR.

Tras analizar los recursos y las tecnologías existentes y las dificultades actuales en la planificación de estos, en el trabajo se sigue explicando las tareas necesarias para poder gestionar los recursos aeroportuarios. Basándose en los cuatro puntos más importantes de la gestión de los recursos aeroportuarios en el lado tierra:

- Gestión de las puertas de embarque, con información teórica y ejemplos de las formas que optan distintos aeropuertos, como el de Dublín o el de Hong Kong.
- Gestión de los mostradores de facturación del equipaje, con la explicación de distintas aplicaciones prácticas, por ejemplo el estudio realizado en el aeropuerto de Seoul Gimpo International Airport (GPM) con sus respectivos resultados.
- Gestión de los equipajes facturados, elemento esencial de las operaciones del aeropuerto, la clasificación de los equipajes, tanto la gestión Outbound (etiquetado y tratamiento de los equipajes), como la gestión Inbound (descarga de equipajes y distribución a los pasajeros), también con algún ejemplo.
- Gestión de los recursos de Handling, con la explicación de los servicios que prestan, muy importantes tanto para la aerolínea, los agentes de handling y el aeropuerto, las entidades reguladoras, los contratos que pueden emitirse entre las aerolíneas y los agentes de handling (SLS), así como la asignación de los recursos necesarios mediante un ejemplo.

O sea a través de distintas metodologías y ejemplos se explica el funcionamiento de la gestión de los recursos en cada uno de estos cuatro puntos importantes, o sea se exponen, estudian y analizan las tareas de gestión de recursos aeroportuarios.

En el siguiente punto se realiza una Simulación de la gestión de los recursos aeroportuarios, que como se irá viendo son complejos y difíciles de planificar. Para realizar esta simulación se utiliza la plataforma Simulation Modeling framework based on Intelligent Objects (SIMIO) que está basada en objetos inteligentes, en un entorno 3D que permite el desarrollo de modelos de simulación, que combina la simplicidad de los objetos con la flexibilidad de los procesos, para proporcionar una capacidad de modelado rápido sin la necesidad de programación.

La herramienta SIMIO nos permite una simulación de un aeropuerto ficticio, explicando sus características y su funcionamiento detalladamente, para poder analizarlo posteriormente. En este punto se explica cómo se ha creado la simulación y las características que tiene para entender su funcionamiento.

Finalmente, el trabajo termina analizando la simulación creada para poder solventar problemas que puedan surgir y así poder estudiar los movimientos de los pasajeros para mejorar en un futuro la planificación de los recursos aeroportuarios. Todo ello basado en problemáticas habituales que se van exponiendo previamente a lo largo del desarrollo del contenido del trabajo.

Esto nos permite llegar a unas conclusiones que deben reflejar que se han cumplido los objetivos del trabajo.

Por lo tanto la planificación del trabajo cuenta con cuatro apartados, el primero analiza la gestión de los recursos aeroportuarios, el segundo las tareas de gestión de estos recursos, el tercero la simulación de la gestión de los recursos aeroportuarios y finalmente el cuarto sobre el análisis de los distintos escenarios de la simulación.

1. ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS AEROPORTUARIOS

1.1 Objetivos de la gestión de los recursos aeroportuarios

El transporte aéreo se realiza a través de un entramado muy complejo de actividades donde intervienen diversos componentes cuyo conjunto constituye el sistema de transporte aéreo, siendo el aeropuerto, junto con los operadores de aeronaves y los usuarios, uno de los componentes esenciales entre los que debe existir un cierto equilibrio para el correcto funcionamiento del sistema.

Por tanto, el aeropuerto es una parte esencial del transporte aéreo ya que es el lugar físico de interacción entre pasajeros, aerolíneas y todos los servicios del aeropuerto. Esto hace que el aeropuerto deba disponer de la infraestructura necesaria para permitir que se desarrollen las actividades del transporte aéreo diseñadas para servir al avión, los pasajeros y la carga.

La planificación y el funcionamiento del aeropuerto deben tener en cuenta la interacción entre estos tres componentes principales o los actores del sistema. Además de poder interactuar entre ellos, hay que ir adaptándose a los cambios que van sufriendo, como pueden ser el aumento de pasajeros año tras año, la demanda de cada aeropuerto respecto a sus limitaciones, entre otros.

La planificación en los recursos aeroportuarios, se complica cada vez más en la medida en que van apareciendo fenómenos no planificados. En algunos momentos pueden aparecer grandes flujos de operaciones en un aeropuerto, por lo que hay que gestionar de forma muy eficiente todos sus recursos para no perjudicar a la calidad del servicio.

Los retrasos en los aviones, o cambios en la hora prevista tienen un efecto cadena en toda la gestión de los recursos aeroportuarios. Cuando se juntan un gran número de llegadas y salidas de aeronaves comporta que el aeropuerto tiene un número más elevado de pasajeros y equipajes, que pueden provocar situaciones de control operativo muy complicado que afecta rápidamente al resto de las operaciones planificadas.

Por lo tanto la gestión de los recursos aeroportuarios es una tarea importantísima para que el transporte aéreo, y el aeropuerto funcione de forma correcta para ir adaptándose a las necesidades diarias del mercado, y satisfacer así también las necesidades de los clientes, y actores que intervienen en la operativa aeroportuaria.

Actores que intervienen en la gestión de los recursos aeroportuarios:

- Controladores de tráfico aéreo (ATC)¹:
Personal dedicado a proporcionar servicios de control de tráfico aéreo a las aeronaves, les proporcionan información para dirigir las por el espacio aéreo y en los aeropuertos de forma segura y eficiente.
- Autoridades aeroportuarias:
Titulares del aeropuerto, encargados de la gestión del aeropuerto, y de proporcionar servicios para que todas las operaciones se puedan realizar sin problemas. Además son los encargados de la seguridad y del medio ambiente en el aeropuerto. Deben recibir información constante de todos los servicios del aeropuerto.
- Aerolíneas:
Organizaciones dedicadas al transporte aéreo de pasajeros y carga desde un aeropuerto de origen a uno de destino.
- Agentes handling:
Organizaciones que se dedican a la asistencia en tierra de las aeronaves desde que aterrizan hasta que despegan, brindando los servicios necesarios para que la aeronave esté lista para el

¹ ATC: *Air Traffic Control*; Control del tráfico aéreo: Servicio proporcionado por los controladores de tierra que dirigen las aeronaves en tierra y en el espacio aéreo controlado, y puede proporcionar servicios de asesoramiento a las aeronaves en el espacio aéreo no controlado.

siguiente vuelo. Estas organizaciones complementan los servicios que el aeropuerto no brinda a las aeronaves.

- Autoridades aeronáuticas:
Encargados de la supervisión de todas las tareas del aeropuerto, controlando que se cumplan de forma adecuada todas las reglas y normativas.
- Agentes carga aérea:
Organizaciones que hacen de intermediarias entre importadores y exportadores de carga aérea en los aeropuertos. Se encargan de reservar los espacios pertinentes de la carga en los aviones y de realizar la documentación pertinente, así como también de consolidar la carga y planificar la ruta de transporte y la entrega.
- Agentes mantenimiento:
Personal encargado en prestar servicios de mantenimiento a las aeronaves en el aeropuerto. Normalmente cada compañía tiene sus operadores de mantenimiento en sus distintos aeropuertos de destino o son subcontratados a otras empresas especializadas en mantenimiento de aeronaves.

Europa tiene uno de los espacios aéreos mas activos del mundo con más de 33.000 vuelos diarios, y con una densidad muy alta de aeropuertos esto hace que la gestión de los aeropuertos y en general de todo el transporte aéreo sea muy compleja.

Para poder combatir esta complejidad ya se están realizando proyectos de mejora; en 2004 se inició el proyecto SESAR², o Cielo Único Europeo, con la intención de unificar el cielo europeo en bloques funcionales de espacio aéreo, dejando de contar con fronteras nacionales. El proyecto SESAR, se inicio, con la finalidad de unificar el espacio aéreo Europeo mediante la utilización de nuevas tecnologías y procedimientos más eficaces y seguros, permitiendo el intercambio rápido de información a tiempo real, necesaria para el transporte aéreo. Con más información sobre lo que sucede en el espacio aéreo de destino, la planificación de los vuelos puede ser mejorada evitando así congestiones y reduciendo tiempos de espera innecesarios. Este proyecto tiene múltiples ventajas, desde económicas, hasta medioambientales.

La primera fase del proyecto, fase de definición, de 2004-2008 para definir el contenido terminó y proporcionó un plan maestro ATM³, los planes de desarrollo y despliegue de la próxima generación de sistemas ATM. De 2008 a 2013 se realizó la fase de desarrollo de las tecnologías necesarias, y de 2014 a 2020 se prevé la fase de despliegue para una producción y aplicación de la nueva infraestructura de gestión del tráfico aéreo a gran escala. Así se quiere garantizar el alto rendimiento de las operaciones del transporte aéreo de Europa.

1.2 Análisis de las operaciones aeroportuarias y los recursos involucrados

Las operaciones aeroportuarias, las podríamos definir como el conjunto de actividades necesarias para que el movimiento de pasajeros y carga cumplan con tres requisitos fundamentales del transporte aéreo: seguridad, regularidad y eficiencia.

Las operaciones aeroportuarias abarcan dos grandes áreas:

- **LADO AIRE:** zona del aeropuerto donde tiene lugar las operaciones de aeronaves, encontramos la área de movimiento o campo de vuelo, que se divide en área de maniobras (aterrizaje y rodaje) y en área de plataforma (estacionamiento de aeronaves).
- **LADO TIERRA:** zona del aeropuerto donde se efectúan las operaciones aeroportuarias de pasajeros, equipajes y carga, antes y después del desembarque de las aeronaves. Consta de la área terminal (terminal de pasajeros, terminal de carga y otros edificios), la urbanización (vías de acceso y aparcamientos) y la zona industrial.

² SESAR: *Single European Sky ATM Research*, proyecto conjunto de la comunidad de transporte aéreo europea cuyo objetivo es la implantación -para 2020- de una red ATM europea de altas prestaciones.

³ ATM: Air Traffic Management, Gestión del tráfico aéreo

ÁREA TERMINAL:

- Terminal de pasajeros: Edificio que sirve de enlace entre el transporte aéreo y el terrestre. Incluye un sistema de tratamiento de pasajeros y manejo de equipajes, instalaciones para las compañías aéreas, zonas de prestación de servicios, aéreas comerciales y salas de espera. Consta de tres zonas diferenciadas:
 - Zona pública, de libre acceso.
 - Zona de pasajeros, no se permite el paso a acompañantes o público general.
 - Zona privada, de acceso restringido al personal de la entidad gestora del aeropuerto, compañías aéreas y organismos oficiales.
- Terminal de carga: Cuando el volumen de carga del aeropuerto es elevado conviene disponer de una terminal de carga independiente o incluso un centro de carga. Es una área definida del aeropuerto con instalaciones para el manejo de las mercancías donde se integran todos los operadores que intervienen en la cadena de transporte de carga aérea.
- Otros edificios: donde encontramos la torre de control, la terminal de aviación general y los bloques técnicos y administrativos.

URBANIZACIÓN:

- Vías de acceso y circulación interior: Para poder acceder al aeropuerto con los distintos medios de transporte, vehículos particulares, taxis, autobuses, metro y trenes.
- Aparcamientos: aparcamientos para vehículos particulares así como estaciones y paradas para taxis y autobuses.

ZONA INDUSTRIAL:

- Torre de control (independiente o en el edificio terminal).
- Centro técnico (a menudo asociado a la torre de control).
- Centro meteorológico.
- Edificios de salvamento y contra incendios.
- Central eléctrica: puede haber más de una, donde se transforma y genera la electricidad para el aeropuerto.
- Edificios administrativos y de servicios comerciales: destinados a empresas y actividades relacionadas con el aeropuerto.

Las operaciones aeronáuticas que se realizan en el lado tierra del aeropuerto:

- Facturación de equipaje: El pasajero al llegar al stand de facturación de su compañía y vuelo deposita su equipaje el cual después de ser identificado es enviado por el personal de handling (pasaje) a través de unas cintas transportadoras hasta el sistema de gestión de equipajes.
- Gestión del equipaje: Después de las cintas transportadoras del sistema de facturación, los equipajes viajan por un sistema de cintas que gestiona los equipajes catalogándolos y dividiéndolos en los vuelos de salida.
- Carga y descarga de equipajes: El personal de handling (rampa) son los encargados de cargar y descargar el equipaje del avión. Para ello usan unas cintas transportadoras para enviar el equipaje hasta el interior de la bodega del avión, además usan carritos portaequipajes y en algunos casos unidades de carga ULD's⁴ tirados por tractores de remolque para el transporte desde o hacia el aeropuerto.
- Recogida de equipaje: El personal de handling (rampa) ⁵deposita los equipajes del avión en el lugar indicado, a través de una cinta transportadora al interior del aeropuerto donde los pasajeros recogen su equipaje.

⁴ ULD's: Elemento unitario de carga, Elemento diseñado para el transporte de mercancías o equipajes, de forma modular y estandarizada, con el que se consigue optimizar el volumen de transporte y manipulación rápida i segura. Creados de forma normalizada para que se adapten perfectamente a las bodegas del avión donde van alojados.

⁵ Handling Rampa: Asistencia en tierra de todos los servicios necesarios para el avión, en el lado aire del aeropuerto.

- Control seguridad: Al entrar en la zona de pasajeros del aeropuerto, es de obligado paso para todos ellos, el paso de un control de seguridad, detector de metales y rayos X para los equipajes de mano. En este control trabajan conjuntamente el personal de seguridad comandado por la autoridad aeronáutica del aeropuerto junto con la policía estatal del país.
- Control aduanero: Los pasajeros deben pasar por un control aduanero en todos los vuelos internacionales, el control esta realizado por la autoridad estatal aduanera del país.
- Gestión puertas embarque: Las autoridades aeroportuarias, en sus áreas de gestión, planifican y administran las puertas de embarque destinadas para cada vuelo del aeropuerto.
- Gestión carga aérea: Los agentes de carga, gestionan el handling (a veces subcontratado) de la carga de los aviones y planifican las salidas y entradas de carga en sus almacenes y oficinas de carga.
- Mantenimiento aeronaves: En los hangares de mantenimiento del aeropuerto, se hacen las reparaciones pertinentes de cada aeronave cuando está libre. Estas tareas puede hacerse por la misma compañía y sus trabajadores o por empresas del sector.
- Embarque y desembarque pasajeros: El personal de handling (pasajeros) ⁶son los encargados de revisar los billetes de los pasajeros y dirigirlos para hacer el embarque y/o desembarque de la aeronave.

Operaciones aeroportuarias	Tareas de gestión de los recursos
Facturación de equipaje	Asignación de los mostradores de facturación para cada vuelo y compañía aérea. Definir los tiempos de inicio y final de la operación de facturación.
Gestión del equipaje	Gestión de los equipajes seleccionándolos por vuelos. Asignación de la localización de los equipajes de cada vuelo. Control de seguridad de los equipajes.
Carga y descarga de equipaje	Asignación de la localización de carga o descarga del equipaje para cada vuelo. Asignación de los recursos necesarios disponible al agente de handling. Definir los tiempos de inicio y final de la operación.
Recogida de equipaje	Asignación de las cintas de recogida del aeropuerto para cada vuelo.
Control de seguridad	Supervisión de los materiales entrantes en el aeropuerto.
Control aduanero	Supervisión de los pasajeros y cargas entrantes en el país.
Gestión puertas de embarque	Asignación de las puertas de embarque para cada vuelo. Definir los tiempos de inicio y final de la operación de embarque del avión.
Gestión carga aérea	Asignación de la localización de carga o descarga del avión al gestor de carga. Asignación de los recursos necesarios disponibles para el gestor. Gestión de la carga dentro del almacén de acuerdo con los destinos de cada carga (consolidar y desconsolidador de carga). Supervisión de la carga entrante y saliente del país.
Mantenimiento aeronaves	Asignación de las aeronaves que necesitan mantenimiento a los agentes de mantenimiento. Asignación de los recursos necesarios disponibles para los agentes.

Tabla 1: Operaciones en el lado tierra

⁶ Handling Pasajeros: Asistencia y servicios que se le prestan al pasajero hasta el momento que éste embarque en el avión.

Para poder realizar todas estas operaciones de forma correcta, centrándonos en el lado tierra, hay que tener en cuenta los recursos necesarios disponibles en el aeropuerto. Se pueden dividir en tres grupos:

Recursos fijos:

- Vías de acceso
- Aparcamiento vehículos
- Terminal pasajeros
 - o Control Seguridad
 - o Control Aduanas
 - o Mostradores de facturación
 - o Cintas recogida equipajes
 - o Cintas gestión equipaje
 - o Puertas embarque
 - Pasarelas de acceso directo
 - Embarque por tierra
 - o Servicios Comerciales
 - Tiendas
 - Gastronomía
 - Información
- Torres control
- Instalaciones subministro
- Terminal carga
 - o Almacenes carga
 - o Control seguridad
 - o Control aduanero
- Hangares

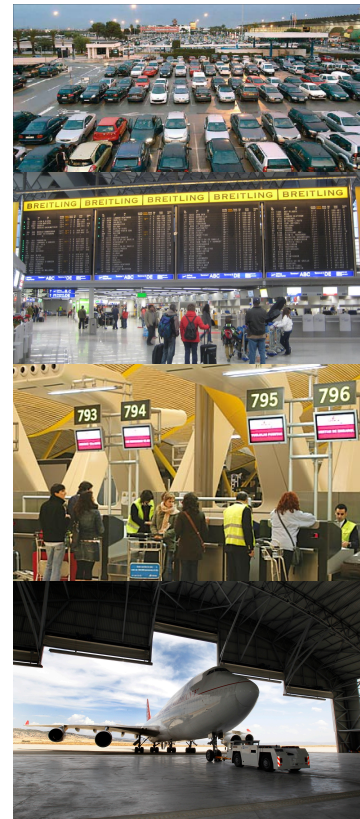


Ilustración 1: Imágenes recursos Fijos

Recursos móviles:

- Servicios de emergencias
- Equipamientos handling:
 - o Elemento unitarios de carga ULD
 - o Carros portacontenedores
 - o Carros porta palés
 - o Carros portaequipajes
 - o Tractores remolque equipos auxiliares
 - o Plataformas elevadores carga
 - o Cintas transportadores
 - o Escaleras pasajeros
 - o Autobuses o vehículos transporte pasajeros “jardineras”
 - o Tractores remolque aviones
 - o Grupo electrónico de tierra “Ground power unit, GPU”
 - o Grupo neumático “Air Star Unit, ASU”
 - o Equipos deshielo aeronave
 - o Depósitos de agua residuales
 - o Cisterna agua potable
 - o Camión cisterna combustible
 - o Dispensadores combustible
 - o Camión elevador Catering
 - o Elevadores pasajeros con movilidad reducida
 - o Vehículos transporte de personas con movilidad reducida
 - o Soporte estabilizador aeronave

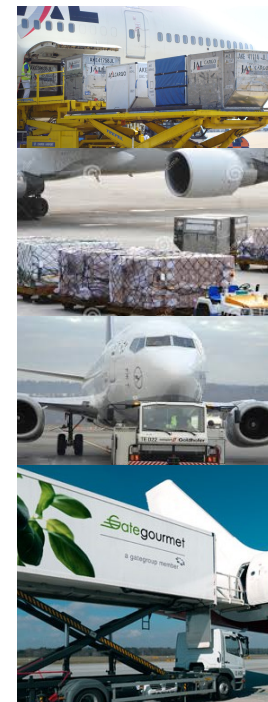


Ilustración 2: Imágenes recursos móviles

Recursos personal:

- Autoridades aeroportuarias
 - o Personal seguridad
 - o Policía estatal
 - o Personal aduanero estatal
 - o Personal gestión puertas embarque
 - o Personal gestión equipaje
- Aerolíneas
 - o Personal handling (rampa) aerolínea
 - o Personal handling (pasaje) aerolínea
 - o Personal mantenimiento
- Agentes handling
 - o Personal handling (rampa)
 - o Personal handling (pasaje)
- Agentes carga aérea
 - o Personal handling (rampa)
 - o Personal seguridad y aduanero de carga
 - o Policía estatal
 - o Personal gestor del hangar
- Agentes de Mantenimiento
 - o Personal mantenimiento



Ilustración 3: Imágenes recursos personal

Para poder gestionar de forma correcta estos tres tipos de recursos hay que tener en cuenta los recursos que son, y darles un tratamiento distinto (a cada uno de ellos).

En los recursos fijos, hay que hacer una previsión de quién los va a usar para poder organizarlo de forma correcta, ver a quién se les asignan y tener en cuenta cualquier mantenimiento que sea necesario.

Para los recursos móviles es más complejo, ya que al ser móviles pueden usarse por varios usuarios durante un mismo día, por lo que son mas difíciles de planear y al ser utilizado por varios usuarios esto puede afectar a los siguientes que los van a usar.

Los recursos de personal son los más delicados, porque hay que tener en cuenta las cualidades y capacidades de cada persona para asignarlos a los distintos sitios requeridos y que realicen sus tareas de forma correcta y adaptándose a todo lo que pueda surgir.

Operaciones aeroportuarias	Agente responsable	Recursos necesarios		
		Fijos	Móviles	Personal
Facturación equipaje	Aerolínea o Agentes de handling (contratados por la aerolínea)	Mostradores de facturación		Personal handling (pasaje)
Recogida de equipaje	Aerolínea o Agentes de handling (contratados por la aerolínea)	Cintas recogida de equipaje		Personal handling (rampa)
Carga y descarga de equipaje	Aerolínea o Agentes de handling (contratados por la aerolínea)		<i>Equipamiento handling:</i> Carros porta equipajes, tractores de remolque de equipos auxiliares, cintas transportadoras y ULD's	Personal handling (rampa)
Gestión de equipajes	Autoridades aeroportuarias	Cintas gestión equipaje	<i>Equipamiento handling:</i> carros porta equipajes	Personal gestor de equipajes

Control de seguridad	Autoridades aeroportuarias	Control de seguridad		Personal seguridad y policía estatal
Control aduanero	Autoridades aeroportuarias	Control aduanero		Personal aduanero estatal
Gestión puertas de embarque	Autoridades aeroportuarias	Puertas embarque	<i>Equipamiento handling:</i> Jardineras, escaleras pasajeros, elevadores con pasajeros de movilidad reducida y vehículos transporte personas movilidad reducida.	Personal gestión puertas embarque y personal handling (pasaje)
Gestión carga aérea	Agentes de carga	Terminal carga	<i>Equipamiento handling:</i> ULD's, carros portacontenedores, carros porta palés, plataformas elevadoras, tractores remolque elementos auxiliares.	Personal handling (rampa), personal seguridad y aduanera carga, policía estatal y personal gestor del hangar.
Mantenimiento aeronaves	Aerolínea o mantenimiento (contratados por la aerolínea)	Hangares	<i>Equipamiento handling:</i> tractores remolque aviones, soporte estabilizador del avión.	Personal mantenimiento

Tabla 1: Responsables y recursos necesarios para cada actividad

1.3 Análisis del uso de las tecnologías en la gestión de los recursos aeroportuarios

Para poder manejar los recursos de forma correcta, necesitamos mucha tecnología en los aeropuertos. En un aeropuerto encontramos tecnología en muchos sitios, en los mostradores de facturación, en las puertas de embarque, en las zonas reservadas del aeropuerto, en las torres de control. Toda esta tecnología aeroportuaria tiene como objetivo mover pasajeros de la mejor forma posible, de una manera óptima, con el mínimo esfuerzo, de la manera más cómoda para el pasajero y con la mayor seguridad posible.

Actualmente la tecnología aplicada, aunque tenga la misma función en todos los aeropuertos, están desarrolladas en distintas plataformas y programas de lenguaje diferentes, ello depende mucho de cada aeropuerto. Por eso es difícil integrar herramientas de software que usen distinta tecnología, plataformas y lenguajes. A pesar de todo, hoy en día se están haciendo muchos esfuerzos para poder lograrlo, ya que es una forma para mejorar la eficiencia de los aeropuertos, integrando todas las herramientas a una sola tecnología y plataforma como por ejemplo usando tecnología SWIM⁷ o NEXTGEN⁸.

1.3.1 Análisis de la tecnología presente hoy en día

En la actualidad, en la mayoría de los aeropuertos, la comunicación entre los actores y, en consecuencia, la gestión de los recursos, se llevan a cabo de manera descentralizada. Por ejemplo,

⁷ SWIM: Programa de tecnología avanzada, diseñado para facilitar el intercambio de información de Gestión del Tráfico Aéreo (ATM), el estado operativo del aeropuerto, información del tiempo, datos de vuelo, etc.

⁸ NEXTGEN: Sistema Nacional de los Estados Unidos que propone transformar, por etapas, el sistema de control del tráfico aéreo, de un sistema basado en tierra, a un sistema basado en satélites.

operadores de tierra pueden recibir los datos de las líneas aéreas con base al uso de la mensajería de SITA⁹, otros datos nos vienen de la gerencia del aeropuerto, algunos datos pueden ser recibidos de Network Manager. Hay muchos enlaces de comunicación entre los diferentes actores y es muy típico que la información necesaria no está disponible para todos los actores responsables. Como resultado, la gestión de los recursos no es muy eficiente. La manera en que se gestionan los recursos depende en particular de cada aeropuerto.

Podemos ver varios ejemplos de compañías que actualmente se encuentran con problemas hoy en día, que causan retrasos por falta de información por parte del aeropuerto:

Marsden Allan, Episode 3: *Sesar Collaborative Airport Planning Expert Group Report*. Sixth Framework Programme.

ACCIONA, Servicios de handling

ACCIONA ofrece servicios de asistencia en tierra a un número de compañías aéreas, pero la mayor complejidad de su operación está vinculada a la prestación de servicios a la aerolínea Air Berlín. Esta aerolínea se esfuerza por lograr grandes flujos coordinados entre Alemania y España / Portugal a través de una operación hub situado en PMI (Aeropuerto de Palma de Mallorca). ACCIONA se encarga de asegurar los servicios de asistencia en tierra a los vuelos de Berlín, también asegura manualmente la transferencia de equipajes entre vuelos para transferir pasajeros. Esta operación depende, por lo tanto, de la distancia física entre el aparcamiento en que se encuentra la aeronave, así como la previsibilidad y la estabilidad de la asignación de los vuelos a las puertas de embarque.

Actualmente, la asignación de los stands y la de las puertas de embarque se realiza por el operador de aeropuertos (en España: AENA) y no se le proporciona la información a ACCIONA hasta 3 horas antes de la hora estimada de aterrizaje (ELDT¹⁰). La percepción de ACCIONA es que esta asignación inicial no está optimizada desde el punto de vista de hub de conectividad, igual como toda la operativa del aeropuerto. La asignación, además, está sujeta a revisión y esos cambios de última hora pueden afectar gravemente a las operaciones de ACCIONA, en relación con su objetivo de asegurar el equipo a tiempo. En circunstancias normales el suministro de los servicios de asistencia en tierra es garantizado por ACCIONA monitoreando la frecuencia de aproximación de ATC y la actualización con el ELDT en sus sistemas internos una vez que la aeronave está en la aproximación final.

La detección de problemas durante el proceso de “turnaround”¹¹ de la aeronave son realizados por el agente de rampa asignado a cada vuelo y los retrasos de más 15 minutos se notifican a la compañía aérea y así se actualiza la hora de salida estimada. El problema más difícil es en la llegada temprana de los vuelos, a veces mucho antes de su plan de vuelo, que puede causar grandes problemas en términos de disponibilidad de recursos por parte de ACCIONA, y a esta información, debido a que ACCIONA no puede acceder tiene que ir solucionando los problemas al momento, causando una difícil predictibilidad de las operaciones. Por lo tanto hay una falta de comunicación Aeropuerto-Aerolínea-Asistente Handling.

IBERIA, Servicios de handling de rampa

Iberia, para poder planificar mejor sus servicios, está desarrollando un sistema mediante Excel y Visual Basic para poder obtener información del estado del aeropuerto en tiempo

⁹ SITA: *Société Internationale de Télécommunications Aéronautiques*, empresa internacional de telecomunicaciones que provee servicios tecnológicos a empresas de la industria aeronáutica.

¹⁰ ELDT: Estimated Landing Time, Tiempo estimado de aterrizaje.

¹¹ Turnaround: Proceso o tiempo necesario para la descarga, carga y prestación de los servicios necesarios para que la aeronave empiece otro vuelo.

real. Este sistema integra información de el sistema interno de Iberia con información de AENA del aeropuerto (E-sia y SCEnA).

El mayor problema con el que se encuentra IBERA, es en la estimación del tiempo de llegadas (ELDT). Ello se podría solucionar con una mayor información a través de Milestones (hitos¹²) e indicadores para ir obteniendo mayor visión sobre todos los tiempos en los que se encuentra la aeronave para poder mejorar la eficiencia de sus operaciones.

Otro problema es el del personal encargado del proceso de “TurnAround”. Ellos no son conscientes del estado en que se encuentra el proceso de los pasajeros y, el personal encargado del proceso de pasajeros, no tiene una gran visibilidad de cómo es el proceso de “TurnAround” para poder informar. Si la información fuera mas fluida, se podría informar, por ejemplo, cuando hay muchas colas en el control de seguridad, ya que sino los pasajeros llegan más dispersos a la puerta de embarque y esto tiene un alto efecto en las jardineras que los trasladan al avión.

Por lo tanto vemos, que al faltar información, Iberia tiene que implementar su propio sistema para poder hacer más eficientes sus operativas.

Air Europa

Air Europa, como otras compañías, es susceptible a la asignación de puertas de embarque y stands de facturación, teniendo un impacto sobre el enlace de pasajeros y equipajes hacia el avión. Además Air Europa transporta muchos pasajeros con conexiones, por lo que les es muy importante que puedan conservar los horarios de vuelo.

Les es muy difícil manejar los pasajeros, ya que se encuentran muchas colas en el control de seguridad y por las mañanas en los sistemas de facturación. Por ello trata de obtener información a través del procesos total de pasajeros, averiguando los pasajeros que han facturado y los que ya están en proceso de embarque. En cuanto a los pasajeros en tránsito, para mejorar la falta de información sobre el tiempo de transito y su predictibilidad, ha vinculado sus sistemas de información con los de AENA, aunque aún hay mucho trabajo de integración. Esta información es importante, ya que Air Europa hace muchas conexiones de pasajeros y esta información les sirve para el proceso de decisión operativa a la hora de retrasar un vuelo o no.

Easy Jet

Easy Jet es una compañía Low Cost que opera punto a punto, la misma compañía hace su proceso de handling con su propio personal. Al ser una compañía de bajo coste, lo que intenta es tener escalas muy pequeñas, de 30 minutos aproximadamente, por lo que su punto crítico es el tener los recursos necesarios para su handling (que lo tienen limitado a 6 aviones a la vez), además del poco tiempo del que disponen. Por eso son aun más susceptibles a cambios de puertas, embarque tardío en los stands de facturación, así como la congestión en la terminal, normalmente en los sistema de control de seguridad.

Como podemos observar, hay un gran problema de información, tanto para las aerolíneas como para los agentes de handling, que son a los que más les repercute este problema, y directamente a las aerolíneas. Estos tienen que inventar nuevos sistemas para obtener la información que les es necesaria, adaptarse a su forma de gestión y a los sistemas que tiene cada aeropuerto, como SITA, SCENA, aplicaciones AMADEUS y otros sistemas tecnológicos.

¹² Milestones: Sucesos o acontecimientos que sirven de punto de referencia.

- SITA:
 “*Société Internationale de Télécommunications Aéronautiques*” fundada en 1949 como cooperativa de 11 líneas aéreas, conectando diferentes aeropuertos, es considerado el proveedor líder de soluciones TIC de negocio de TI integrados y servicios de comunicación para la industria del transporte aéreo. Aerolíneas, aeropuertos, gobiernos, carga aérea, agencias aeroespaciales y organizaciones internacionales hacen uso de soluciones de IT y comunicaciones SITA. Ofrecen una amplia cartera de productos para la industria del transporte aéreo:
 Comunicaciones globales gestionadas, infraestructura y servicios de subcontratación (outsourcing).
 Servicios para la gestión de las aerolíneas, operaciones de pasajeros, operaciones de vuelo, operaciones de aeronaves, comunicaciones aire-tierra, gestión de aeropuertos y operaciones, gestión de equipaje, seguridad y gestión de fronteras, operaciones de carga, información para autoridades estatales, entre otras.
- SCEnA:
 Sistema Corporativo del Entorno Aeroportuario, proyecto creado por AENA, para un nuevo entorno operacional, que trata de poner el acento en los puntos esenciales del desarrollo: cooperación entre los agentes involucrados en la operación aérea, compañías aéreas, agentes de handling, el aeropuerto y los organismos de navegación. La aplicación SCEnA de programación Java la empezó AENA con motivo de la apertura del nuevo terminal de Barajas y la adaptación de los sistemas a las nuevas necesidades de este gran aeropuerto substituyendo la aplicación CONOPER, sistema cliente-servidor instalado localmente en cada aeropuerto, que ha sido la herramienta de control aeroportuario utilizada durante los últimos seis años que maneja la base de datos de vuelos, el sistema de asignación de medios o los sistemas de información a pasajeros.
- AMADEUS:
 Servicio de la empresa Amadeus IT Group, empresa proveedora de soluciones tecnológicas para la industria del viaje. El Sistema de Distribución Global (SDG) de Amadeus tiene la red de distribución internacional más extensa del mundo y se hacen más reservas a través del sistema Amadeus que a través de cualquier otro sistema de reservas. Es una solución informática para crear reservas de aerolíneas, trenes, cruceros, alquileres de coches, hoteles y viajes.
 En el sector de la aeronáutica, encontramos el servicio Amadeus Airport portafolio, solución TI de próxima generación que se basa en la tecnología de “software-as-a-service” construido sobre una arquitectura flexible y modular que es fácil de evolucionar. Esta solución, abarca todas las actividades aeroportuarias, operaciones de la terminal y en pista, gestión de vuelos y el procesamiento de pasajeros.

Podemos observar que las tecnologías actuales están también intentando evolucionar, intercomunicando su información entre todos los agentes, pero seguimos encontrando el mismo problema, que cada aeropuerto utiliza su servicio con su plataforma y lenguaje de programación propio y todos ellos son distintos, por lo que es difícil integrarlos.

También observamos que todas las compañías y servicios de handling tienen los mismos problemas o similares, por lo que hay que intentar centralizar mas la información para que sea útil para todos los que la necesiten.

1.3.2 Nuevo enfoque para la gestión de los recursos aeroportuarios: A-CDM y SWIM

A-CDM: Airport Collaborative Decision Making:

Actualmente, Network Manager Operation Center (NMOC) no dispone de información actualizada de los vuelos de salida de los aeropuertos europeos. Los cambios en la planificación de las aeronaves no se transmiten por la red. La predictibilidad en la salida de estos vuelos podría tener un

impacto significativo en la red europea ATM, que mejoraría considerablemente su gestión si dispusiese de dicha información y reduciría las restricciones de vuelo (SLOTS).

Además, actualmente, la predictibilidad del tiempo de escala de una aeronave no es precisa y esto genera ineficiencias y retrasos. La actualización del plan de vuelo y la gestión de la escala de una aeronave no están ligadas.

A-CDM es una de las propuestas para solucionar dichos problemas y mejorar la predictibilidad de los acontecimientos y situaciones imprevistas y además, optimizar el uso de los recursos de los agentes aeronáuticos. En A-CDM se comparte e intercambia información entre los distintos actores (Autoridades aeroportuarias, Servicios de Control Aéreo, Aerolíneas, Agente Handling, Agentes de carga, Agentes de mantenimiento, Autoridades aeronáuticas) para hacer un seguimiento de la aeronave y, al mismo tiempo, se generalizan procedimientos, mecanismos y herramientas facilitando la operativa de todos los integrantes. Así pues, dar la información correcta a la persona indicada en el momento preciso.

Para poder saber en todo momento en qué situación se encuentra la aeronave, el concepto A-CDM utiliza tecnología SWIM. A través de esta información, se ha dividido el vuelo de una aeronave en 16 fases marcadas por puntos clave o eventos, para poder ir viendo la evolución del vuelo. A estos puntos clave se les denomina Milestones “MST” (Hitos). Se asocian nuevos acrónimos a los procedimientos y acciones para cada evento significativo o Milestone durante las distintas fases del vuelo (ATOT, ALDT, AIBT, TOBT...) durante el vuelo; desde la aproximación hasta el aterrizaje “INBOUND”; el procesos de escala de la aeronave “TURNAROUND”; hasta el proceso de salida de la aeronave “OUTBOUND”.

En las operaciones del lado tierra del aeropuerto, los Milestones que nos encontramos son:

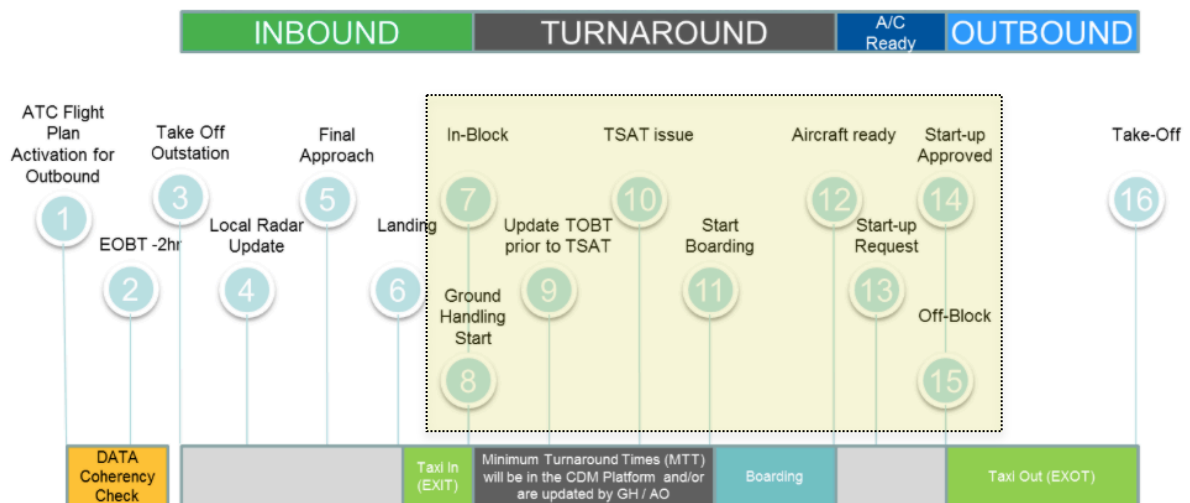


Figura 1: Milestones ACDM <http://dcdesigntech.com/new-airport-insider/a-cdm-concept-elements-setting-milestones/>

- **AIBT** - In-Block: La hora en que el avión esta en pista.

Esto mejora la información necesaria para el planning de las puertas de embarque para los agentes de handling. También mejora la planificación de los aviones y el personal para las operaciones del avión. Así se reduce la carga de trabajo, reduciendo al mismo tiempo la posibilidad de error.

- **AGHT** – Ground Handling Start: La hora en que empieza a trabajar el agente de handling.

Al obtener el tiempo exacto de inicio, se reduce la carga de trabajo del agente de handling. Así mismo da más información a las autoridades aeroportuarias para la gestión de las puertas de embarque.

- **TOBT** - Target Off-Block Time: La hora en que el agente de handling previene que la aeronave este a punto con las puertas cerradas, puentes de embarque retirados, vehículos “push back” para remolcar el avión preparados y calzos fuera y por lo tanto solo faltará el orden de la torre de control para el “start up/push back”.

El Agente Handling es el responsable de actualizar esta información, ya que es el que sabe mejor el tiempo que va a necesitar. Una vez se tiene esta información, se compartirá con todos los actores de la plataforma A-CDM.

- **TSAT**- Target Start Up Approval Time: A través de TOBT, Control de tránsito aéreo y lo utilizará para construir la pre-secuencia de despegues mediante el cálculo de la hora objetivo de puesta en marcha de la aeronave.
- **MST 10** – TSAT Issue: Control de que el tiempo estimado de puesta en marcha de la aeronave sigue siendo el mismo

Obteniendo mejor planificación para el “push-back” de la aeronave y también para el flujo de los aviones en la salida del aeropuerto.

- **MST 11** – Start Boarding: Tiempo en que se empieza el embarque del avión.

ATC puede evaluar a través del embarque, posibles retrasos que puedan ocurrir en la aeronave, y asimismo los operadores del aeropuerto les sirve para una mejor planificación de las puertas de embarque.

- **ARDT** – Aircraft ready: Hora en que el avión está preparado.
- **ASRT**– Start-up request: Petición para empezar el “push-back” de la aeronave y empezar la operación de despegue.
- **MST 14** – Start-up approved: Aprobación por parte de ATC para iniciar las operaciones de despegue.

Toda esta información vuelve a beneficiar a los agentes de handling, a los operadores del aeropuerto para la gestión de las puertas de embarque y a los controladores de ATC para poder mejorar el flujo de las aeronaves en el aeropuerto, tanto para las que entran como para las que salen.

Beneficios del uso de A-CDM:

El uso de dichos conceptos supone los siguientes beneficios para los Agentes Handling:

- Mejora en la puntualidad de las operaciones.
- Cumplimiento de los acuerdos de nivel de servicio (SLA, Service Level Agreement).
- Optimización de los recursos y forma de gestión.
- Reducción de la congestión en plataforma.

Para los controladores de tráfico aéreo ATC:

- Reducción en la congestión de espera en la pista de aterrizaje.
- Mejora en el orden de salida de las aeronaves.
- Mayor predicción para acontecimientos futuros.

Para los operadores del aeropuerto:

- Mejora en la gestión de las puertas del aeropuerto.

Para las aerolíneas:

- Mayor control sobre los posibles retrasos del avión, mejorando así posibles conexiones de los pasajeros.
- Gestión mas eficiente de las puertas de embarque.
- Mayor información para los agentes de handling de la compañía o los subcontratados por ella misma.

Implementación en el Proyecto SESAR:

SESAR, utiliza la tecnología A-CDM, los Milestones de esta tecnología son esenciales para SESAR para poder obtener información actualizada del estado de la aeronave. A través de la información recibida, se conoce el estado actual de la aeronave y se pueden tomar decisiones con mayor precisión. Aunque se tenga más información para las decisiones, esta no interfiere en la comunicación de ATM y en el piloto en la toma de decisiones técnicas a corto plazo, solo ayuda a poder tomar decisiones mas a largo plazo y a poder prever mejor los futuros acontecimientos.

SWIM, System Wide Information Management:

En A-CDM se comparte e intercambia información entre los distintos actores usando la técnicas de SWIM (System Wide Information Management).

El sistema de ATM (Air traffic management) de hoy comprende una amplia variedad de aplicaciones desarrolladas en el tiempo para propósitos específicos. Se caracteriza por muchos protocolos de comunicación personalizados, cada uno con sus propios sistemas autónomos de información: a bordo del avión, en el tráfico aéreo centro de control, etc. Cada una de estas interfaces se diseña a medida, desarrollada, administrada y mantenida de forma individual y localmente a un costo significativo.

El aumento previsto en la demanda de la capacidad de la aviación, la presión económica y la atención en el impacto ambiental están confiando cada vez más en que la información sea precisa y oportuna, y de fácil intercambio entre los actores.

Eurocontrol presentó inicialmente el concepto de sistema SWIM a la FAA (Administración federa de aviación "USA") en 1997, donde ha estado en desarrollo desde entonces. En 2005, OACI, Organización de Aviación civil internacional adoptó el concepto SWIM para promover la integración de la información ATM.

SWIM utiliza hardware fuera de la plataforma comercial y software para soportar una arquitectura orientada a servicios que facilitará la incorporación de nuevos sistemas y el intercambio de datos.

La tecnología SWIM pretende ayudar a mejorar la seguridad de la aviación a través de una mayor conciencia de la situación común al permitir que más tomadores de decisiones tengan acceso a la misma información. Proporciona información coherente a los diferentes usuarios (pilotos, controladores, despachadores), adecuada a la persona, en el instante adecuado.

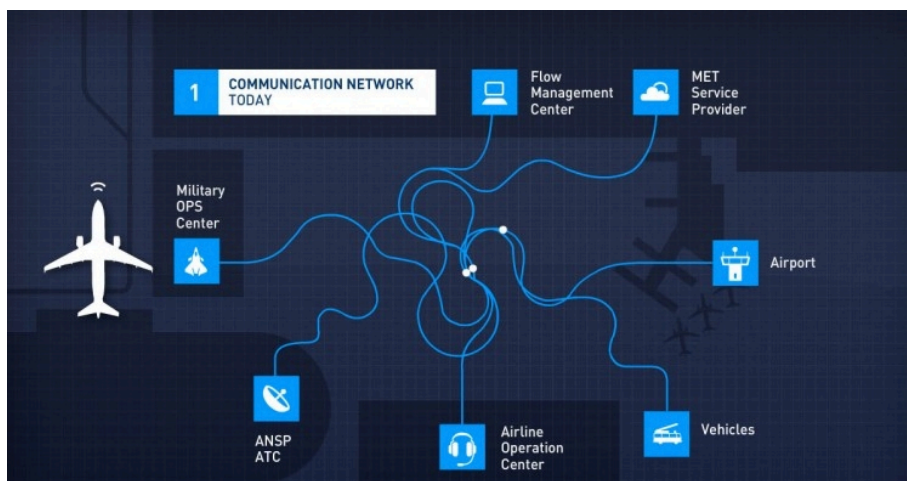


Figura 2: Comunicación hoy en día <https://www.eurocontrol.int/swim>



Figura 3: Comunicación utilizando SWIM <https://www.eurocontrol.int/swim>

La información:

- Aeronáutica.
- **Trayectoria de vuelo, en cuatro dimensiones (4D)**, de modo que la posición de la aeronave también se define con respecto a la componente de tiempo.
- Operaciones de aeródromo: el estado de los diferentes aspectos del aeropuerto; aproximaciones, pistas, calles de rodaje, la puerta y información de las aeronaves en estado “turnaround”.
- Meteorológico : Información sobre el pasado, el estado actual y futuro de la atmósfera de la tierra pertinentes para el tráfico aéreo .
- Flujo del tráfico aéreo: la información para comprender la situación general del tránsito aéreo y servicios de tránsito aéreo.
- Vigilancia: Información de posicionamiento de radar, sistemas de navegación por satélite, enlaces de datos de aeronaves, etc.
- Capacidad y demanda : información sobre las necesidades de los usuarios y servicios del espacio aéreo, el acceso al espacio aéreo y de los aeropuertos y los aviones.

La información esta dirigida a:

- Pilotos , para despegar, navegación y aterrizaje de la aeronave.
- Centros de Operaciones de Aeropuerto para la gestión salidas, movimientos de superficie, puertas y llegadas.
- Centros de Operaciones de avión, para la planificación de horarios, la planificación de las rutas de vuelo y el abastecimiento de combustible; asegurando conexiones de pasajeros y minimizar el impacto de los retrasos.
- Proveedores de servicios de navegación aérea (ANSP Proveedores de Servicios) para la organización y gestión del tráfico aéreo que pasa por su espacio aéreo.
- Proveedores de Servicios de Meteorología para proporcionar informes y pronósticos meteorológicos.
- Centros de Operaciones Militares para misiones de planificación, el bloqueo del espacio aéreo para llevar a cabo operaciones de entrenamiento, o para los que cumplen tareas de seguridad nacional.

La trayectoria de vuelo en 4 dimensiones para el concepto del futuro de sistema de gestión de tráfico aéreo que está desarrollando el proyecto SESAR. La tecnología “4D” para la trayectoria de los vuelos da 3 dimensiones espaciales más el tiempo, teniendo en cuenta las restricciones del espacio aéreo y la capacidad del aeropuerto. La trayectoria “4D” es llamada “Business trajectory” en los casos de vuelos comerciales y “Mission Trajectory” para las operaciones militares. Esta trayectoria comprende desde la preparación del vuelo hasta el post-desembarque.

Dimensiones:

- 1 y 2: Latitud y longitud, coordenadas de referencia de la posición de la aeronave.

- 3: Altitud: Altitud de la aeronave respecto el nivel de tierra o del mar dependiendo de las referencias para cada fase de vuelo.
- 4: Tiempo, posición de la aeronave.

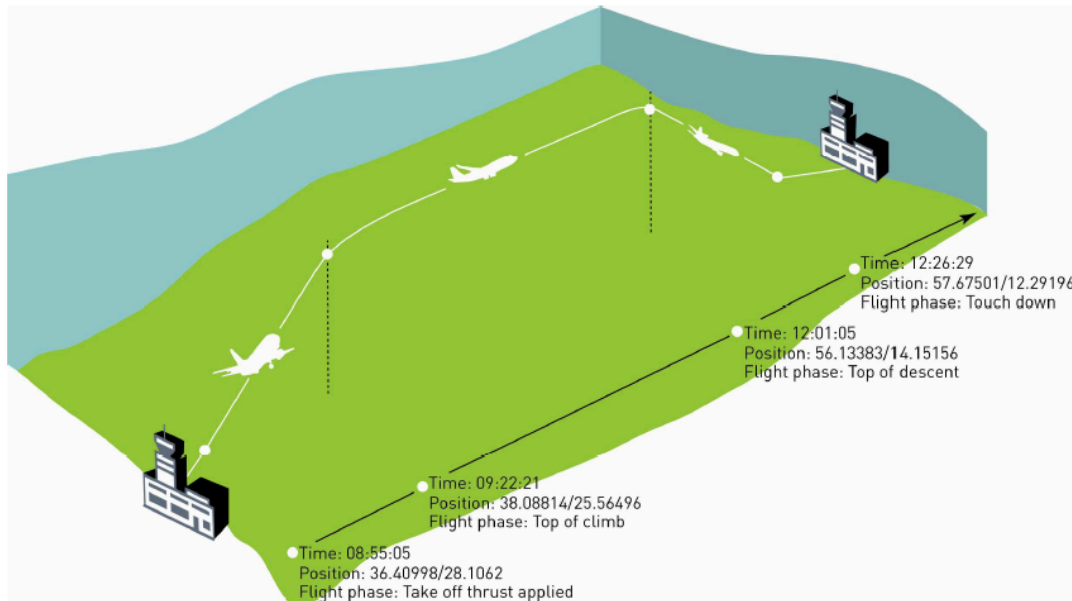


Figura 4: Trayectoria 4D Sesar Factsheet “Business Trajectory / ‘4D’ Trajectory

Esta trayectoria “4D” proporciona múltiples beneficios al intercambiar la información con todos los proveedores de servicios en ruta:

- Mayor previsibilidad: la posición de la aeronave se define en detalle, teniendo en cuenta las condiciones locales y los otros usuarios del espacio aéreo. Esto significa que los pilotos y los proveedores de servicios tienen mucho más tiempo para planificar sus respectivas operaciones y activos y hacer maniobras, haciendo rutas de vuelo más suaves y la garantía de que el transporte aéreo, salidas y llegadas, son más predecibles y eficientes.
- Mayor Seguridad: La posición de todos los aviones en el cielo se conoce en cada momento. Esto permite una mayor automatización del sistema de control de tráfico aéreo ATM, lo que significa que los controladores de tránsito aéreo y los pilotos tendrán más capacidad para los aspectos de vigilancia y seguridad.
- Mayor Rentabilidad: Conocer la trayectoria exacta en cada momento para cada medio de vuelo, hace que las aeronaves puedan optimizar la ruta y el uso de combustible. En el ascenso y descenso se puede llegar a consumir menos combustible ya que no hay que usar los ajustes graduales actuales en estas situaciones. Además al poder calcular mejor el combustible, optimizándolo, hace que al llevar menos combustible se pueda reducir el peso, lo que reduce aún más el consumo de combustible.
- Menor Impacto Ambiental: Al poder optimizar la ruta de vuelo, reduciendo el consumo de combustible, se puede reducir las emisiones de CO_2 a la atmósfera, y por tanto reducir el impacto en el cambio climático. Adicionalmente al planificar las rutas se puede tener en cuenta las restricciones de contaminación tanto ambiental como acústica de los lugares de origen y destino del vuelo. Mayor predictibilidad de los vuelos significa, significa mayor optimización de los recursos y operaciones, en consecuencia una reducción de la emisión de CO_2 en todas las operaciones de vuelo.

Beneficios del uso de tecnología SWIM:

SWIM tendrá sistemas para solicitar y recibir información cuando la necesiten, suscribirse para la recepción automática, y publicar la información y los servicios, según corresponda. Esto permite que los usuarios del espacio aéreo y los controladores puedan acceder a la información más actualizada que pueda estar afectando a su área de responsabilidad de forma más eficiente. Mejorando la toma de decisiones y agilizando el intercambio de información para mejorar la planificación y la ejecución.

También ayuda a reducir los costos de infraestructura al reducir el número de interfaces entre los sistemas. Inicialmente, tendrá un marco de interfaz común, lo que reduce los costos de operación y mantenimiento de las interfaces actuales. En última instancia, ya no serán necesarias las fuentes de datos redundantes y los sistemas asociados serán retirados del servicio. Además el aumento de la predictibilidad de los flujos de tráfico aéreo y del uso de las infraestructuras en el aeropuerto dará lugar a un uso más óptimo de los recursos, que tendrá un impacto positivo sobre el medio ambiente.

SWIM es ahora parte de proyectos de desarrollo, tanto en los Estados Unidos, NEXTGEN (Nueva Generación sistema de transporte aéreo) y de la Unión Europea SESAR (Single European Sky ATM Research), siendo uno de los productos claves de este proyecto.

Como podemos observar, hoy en día los servicios que hay, funcionan en muchos aeropuertos, tenemos distintas tecnologías, pero con un inconveniente, que no hay una buena unión entre todos. Por eso estas nuevas tecnologías que se plantean son muy importantes, ya que facilitan y hacen mas eficiente la gestión de los recursos aeroportuarios. Esto nos lleva a poder satisfacer mucho mejor a la demanda actual del transporte aéreo.

2. TAREAS DE GESTIÓN DE RECURSOS AEROPORTUARIOS

Los Aeropuertos proveen una gran variedad de servicios a los pasajeros como los accesos, parking, servicios comerciales, controles de seguridad, emisión de billetes, check-in y facturación de equipajes, control de pasaportes e inmigración. Todos estos servicios se ofrecen en la terminal del aeropuerto, por lo que supone que en esta se lleven a cabo muchas actividades simultáneamente. El diseño y la operación en la terminal tienen una gran influencia en la capacidad de este mismo, tanto en el lado aire como en el lado tierra. El diseño de la terminal es afectado por el tipo de operaciones que se llevan a cabo y en particular por la variedad de pasajeros que hay y sus necesidades. Una capacidad de la terminal no adaptada a las necesidades de los pasajeros (la finalidad de sus viajes) es la principal causa de congestión y cancelaciones.

2.1 Gestión de las puertas de embarque

Las puertas de embarque de un aeropuerto son el núcleo de unión entre la aeronave y el aeropuerto, y por consiguiente con el pasajero. La disposición de las puertas de embarque es un elemento clave a tener en cuenta a la hora de poder gestionarlas de forma más eficiente. Para gestionar las puertas de embarque, hay que tener en cuenta la zona en la que se encuentra aparcado el avión, Stand; y además, son las puertas de embarque, donde se les comprueba el billete a los pasajeros, previamente a la entrada a la aeronave.

2.1.1 Disposición puertas de embarque

La configuración que va a tener la terminal de pasajeros, nos va a marcar la disposición de las puertas de embarque, por lo que hay que tenerla en cuenta a la hora de su gestión. Las configuraciones más utilizadas son las siguientes:

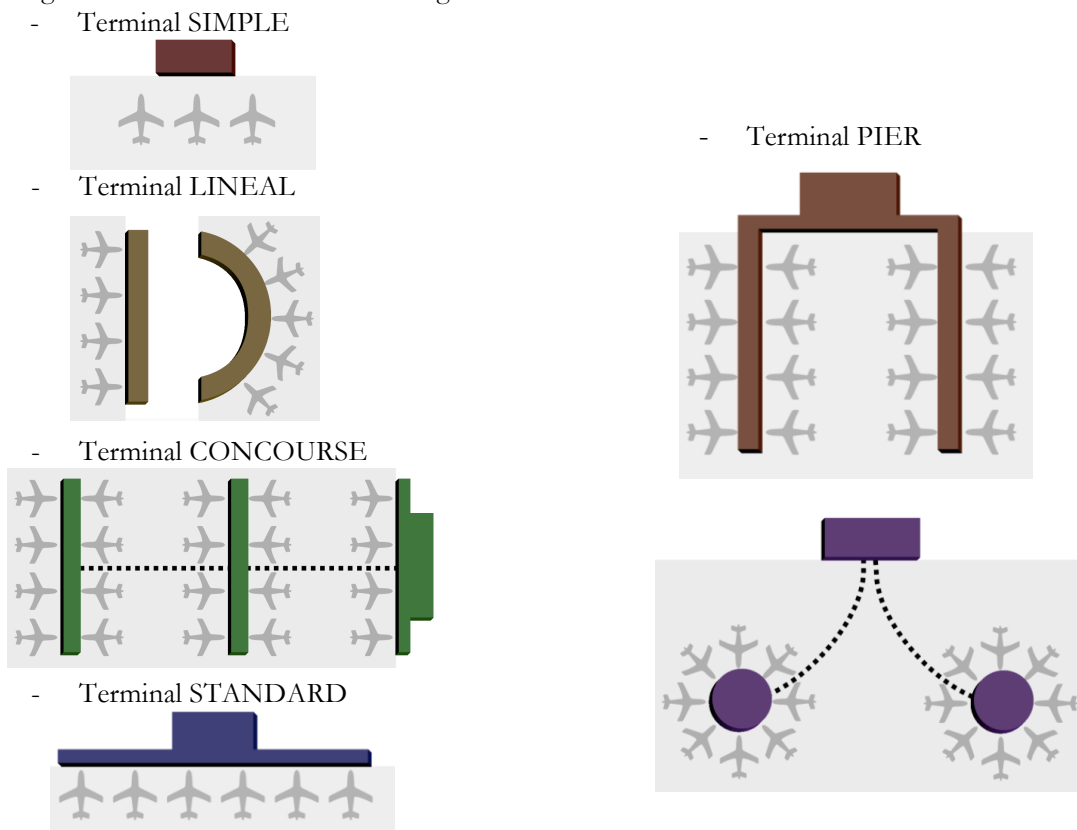


Figura 5: Diferentes distribuciones típicas de las puertas de embarque en los aeropuertos

Además encontramos terminales con combinaciones de varias configuraciones.

Aparte de la configuración de la terminal, las puertas de embarque pueden ser de distintas formas de embarque:

- Pasarelas o Fingers: Los pasajeros acceden directamente de la terminal al avión a través de una pasarela que permite el acceso directo a la aeronave.
- Remoto o Bus Gates: Las aeronaves aparcen en su “Stand”, por lo que se necesita un transporte de superficie, para trasladar a los pasajeros desde la puerta de embarque hasta la aeronave, embarcando en ella a través de escaleras móviles.

El embarque a través de pasarelas o fingers es mucho más rápido que si hay que hacerlo en remoto. En este tipo de acceso, hay que tener en cuenta el factor tiempo, ya que los pasajeros van a necesitar un tiempo extra para llegar y embarcar a la aeronave.

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Pasarela o Finger	Embarque mas eficiente. Mayor confort para el pasajero. Mayor eficacia de operación. La puerta de embarque y el stand se encuentran en el mismo sitio. Acceso más fácil a pasajeros de movilidad reducida. Acceso como en cualquier tipo de condiciones climatológicas. Aumento de la seguridad para las operaciones del aeropuerto.	Mayor espacio necesario. Mayor coste. Normalmente encontramos aeronaves que permanecen menos tiempo en el aeropuerto. Menor margen de maniobra.
Remoto o Bus Gates	Mayor zona de aparcamiento para aeronaves. Menor coste. La aeronave puede estar mas tiempo estacionada.	Mayor tiempo operacional. Utilización mas recursos. La puerta de embarque no se encuentra junto al stand del avión.

Tabla 2: Ventajas y desventajas de las diferentes puertas de embarque

2.1.2 Objetivo

El principal objetivo de la gestión de las puertas de embarque, es optimizar el proceso de embarque y desembarque de los pasajeros. Para ello se tiene que tratar de minimizar las operaciones de “towing¹³” para agilizar el proceso de Turn Around, y además optimizar la distancia que tienen que recorrer los pasajeros por la terminal para llegar a su puerta de embarque, así como la configuración, restricciones y recursos de cada aeropuerto. Optimizando estos ítems, conseguiremos una mayor eficiencia, tanto para el aeropuerto como para la misma compañía aérea e incluso para el pasajero.

2.1.3 Problemas

La asignación óptima de las puertas de embarque, es una tarea sumamente compleja, ya que tiene que tener en cuenta muchos factores y tiene que tener una actualización constante debido a las variaciones en los tiempos de llegada y salida de las aeronaves.

Factores a tener en cuenta:

- Tipo de terminal: Dependiendo de la forma de la terminal, las puertas de embarque van a tener una disposición u otra y van a tener un método de embarque distinto.

¹³ Towing: Aeronaves aparcada en Stands con necesidad de remolque PushBack para la llegada y salida de la misma.

- Recorrido del pasajero: Hay que tratar de reducir el recorrido del pasajero dentro del aeropuerto, ya que supone un tiempo que hay que tener en cuenta para el embarque y desembarque para el pasajero.
- Tiempo de llegada y salida de la aeronave: La planificación de las llegadas y salidas de vuelos es un factor muy importante a tener en cuenta, ya que puede modificarse frecuentemente.
- Características de las aeronaves: Cada aeronave es distinta, y por sus dimensiones y características puede o no utilizar unos stands u otros, por compatibilidad.
- Número de pasajeros: El número de pasajeros es otro factor a considerar, ya que va unido al número de recursos necesarios y al tiempo necesario para el embarque y desembarque de la aeronave.
- Tipo de vuelo y compañía aérea: Muchas terminales, tienen distintas secciones para vuelos nacionales, internacionales, o distinciones en las terminales por compañías aéreas.
- Procedencia o destinos de los vuelos: Nos encontramos con procedencias o destinos de distintos vuelos que tienen unas restricciones mas elevadas de seguridad.
- Recursos necesarios: Cada aeronave y la diferencias en los sitios en que pueden aparcar van a necesitar de unos recursos u otros.
- Recursos disponibles: Hay que tener en cuenta los recursos disponibles para asignarlos a las aeronaves que los necesitan.
- Agentes de handling: Entre los agentes de handling y los gestores de aeropuerto, se pueden crear acuerdos para que el agente de handling tenga las aeronaves que tiene que asistir más juntas, y no una a cada lado del aeropuerto, para poder optimizar la asistencia de la aeronave.
- Servicios necesarios: Servicios que va a necesitar la aeronave, como el mantenimiento.
- Restricciones:
 - o Un Stand solo puede tener una aeronave al mismo tiempo.
 - o Hay que estipular un tiempo mínimo entre la salida y la entrada de una aeronave en un mismo Stand.
 - o Los Stands deben cumplir las características necesarias para recibir el tipo de aeronave entrante.
 - o Hay que respetar una distancia de seguridad entre Stands.

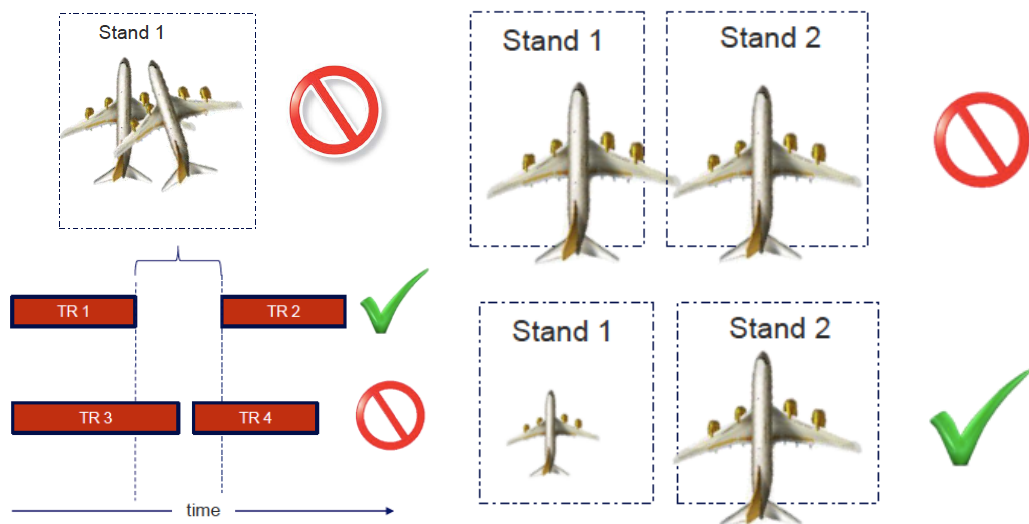


Figura 6: Restricciones para la asignación de las puertas de embarque
<http://www.agifors.org/document.go?documentId=2197&action=download>

Como se observa, la información a tener en cuenta a la hora de establecer la planificación de las puertas de embarque es muy elevada, pero donde hay la mayor dificultad es a la hora de replanificar la asignación y las consecuencias que conlleva a todos los usuarios, pasajeros, agentes de handling y personal de la aerolínea. La replanificación de las puertas de embarque, es una situación bastante habitual, ya que la planificación se realiza a través de las horas previstas de llegada y salida de los vuelos, pero estas horas están sujetas a cambios, por retrasos, cancelaciones, situaciones de

congestión en el aeropuerto, condiciones climatológicas, etc. por lo que consideramos la asignación de las puertas de embarque una tarea tan compleja.

2.1.4 Ejemplos

Para la asignación de las puertas de embarque, no todos los aeropuertos lo hacen de la misma forma, ya que como se ha expuesto anteriormente, cada gestor del aeropuerto va a tener que adaptar-se a los tipos de vuelos, disposición del aeropuerto y su capacidad para establecer la forma de asignación y las prioridades de los aeropuertos.

AEROPUERTO DE DUBLIN:

Dublin Airport Authority, *Dublin Airport Stand Allocation Rules*

Reglas para la asignación de puertas de embarque (2011)

Principios fundamentales:

- Los vuelos se planifican de acuerdo al sistema “best-fit¹⁴”.
- Para optimizar los recursos, los agentes de handling podrán llegar un acuerdo con las Autoridades del Aeropuerto de Dublín (DAA) para la situación de aeronaves las cuales necesiten los servicios de la misma agencia de handling.
- Por motivos de eficiencia operacional, los stands de tipo finger van a tener preferencia.
- Distribución: Los stands de tipo finger se asocian a las terminales.
Terminal 1 - Muelles A y D.
Terminal 2 - Muelle E.
El muelle B será considerada como un área común para vuelos desde las terminales T1 y T2.

En respuesta a las demandas de las compañías aéreas y el aumento de la demanda del aeropuerto de Dublín, se hizo una inversión en varias pasarelas telescópicas o fingers.

1. Prioridades para las puertas de embarque tipo finger

Las prioridades para los stands de contacto (fingers) van a ser en el siguiente orden:

1.1 Servicios con prioridad:

- Servicios que utilizan CBP¹⁵.
- Servicios de rápido TURN AROUND.
- Servicios con 5 o mas pasajeros de categoría 6 PRM'S¹⁶.

1.2 Tamaño de la aeronave (Prioridad para las aeronaves con mas de 170 asientos).

1.3 Frecuencia de los servicios, basada en el numero de operaciones semanales.

1.4 Capacidad de la aeronave.

1.5 Servicios anuales.

1.6 Duración del TURN AROUND (Prioridad a las aeronaves con menor tiempo de TURN AROUND).

Para reducir al mínimo la ambigüedad operativa y o comercial, tiene que haber acuerdos con las compañías aéreas y/o agentes de handling de forma estacional, sujetos a las restricciones de capacidad. Una compañía aérea puede aplicar para un puesto de contacto (finger) en situaciones en las que opere con una alta frecuencia al mismo destino.

¹⁴ Best-Fit system: Mejor ajuste, se planifican los stands dependiendo de las características de las aeronaves, para que las características sean compatibles con el lugar de aparcamiento, tanto en dimensiones como en capacidad de pasajeros.

¹⁵ CBP: United States Customs and Boarder Protection Service, los vuelos con destinación a los Estados Unidos tiene una regulación especial, por las que los pasajeros tendrán que pasar doble control de seguridad, el del aeropuerto más uno previo al embarque del avión.

¹⁶ Categoría 6 PRM'S: Pasajeros que solo se pueden mover con silla de ruedas o similares, además de pasajeros que necesiten asientos especiales o asistencia para la llegada o salida del avión.

2. Prioridades para los Stands Remotos

Para el embarque y desembarque de los stands remotos, se necesita un bus para el transporte de los pasajeros desde el stand a la puerta de embarque o viceversa.

- 2.1 Tamaño de la aeronave (Prioridad para las aeronaves de menos de 100 asientos)
- 2.2 Aeronaves con un tiempo de TURN AROUND de 75 minutos o mayor

3. Prioridades para los Stands de Carga

Los aviones de carga tendrán prioridad para estacionar en los stands remotos cerca de la terminal de carga, pero por motivos operacionales se podría ver afectada esta prioridad.

4. Reglas generales para la planificación de las puertas de embarque

- 4.1 Los stands se asignaran teniendo en cuenta las dimensiones de las aeronaves
- 4.2 Los stands con finger o pasarela, van a necesitar un intervalo de 10 minutos entre la salida y entrada del siguiente vuelo, si previa a este tiempo llega la aeronave, esta va a tener la posibilidad de esperar o de estacionar en un stand remoto.
- 4.3 Los sistemas de push-back van a estar disponibles para todos los stands que los requieran
- 4.4 Los vuelos que lleguen antes de su STA, van a tener la opción de aparcarse en un stand remoto, o de esperar por su stand de pasarelas si el responsable de ATC se lo permite
- 4.5 Las aeronaves que lleguen después de su STA, van a perder su stand asignado a no ser que no influyan en la planificación de otras aeronaves.
- 4.6 Los vuelos que se desvíen de su STA o STD van a ser penalizados por la DAA en futuras preferencias de stands.
- 4.7 Las aeronaves que dispongan de stand finger, van a tener que ser remolcadas a la salida del stand.
- 4.8 Las aeronaves que estén más de 2 horas en un stand de tipo finger van a ser susceptibles de ser remolcadas a un stand remoto.

AEROPUERTO INTERNACIONAL DE HONG KONG

Airport Operations Manual – Airfield Operations, Part D – Section 2, Stand Allocation, Hong Kong International Airport

Para poder optimizar la asignación de las puertas de embarque en el aeropuerto internacional de Hong Kong, el aeropuerto redactó un documento que se les envía a todas las aerolíneas, con las preferencias y normativas a la hora de estacionar en el presente aeropuerto. (2014)

1. Intervalos de tiempo

Los intervalos de tiempo para que un puesto de estacionamiento esté disponible para su asignación a un vuelo son los siguientes:

- 1.1 Vuelos de pasajeros que hacen escala: Desde 12,5 minutos previos a STA hasta 12,5 minutos después STD
- 1.2 Vuelos de pasajeros que empiezan desde el aeropuerto: Desde 1 hora y 15 min antes STD hasta 12,5 minutos después STD.
- 1.3 Vuelos de pasajeros que terminan en el aeropuerto: Desde 12,5 minutos antes STA hasta 45 minutos después STA.
- 1.4 Vuelos de carga que hacen escala: Desde 12,5 minutos antes STA hasta 12,5 minutos después STD.
- 1.5 Vuelos de carga que empiezan en el aeropuerto: Desde 2 horas previas a STD hasta 12,5 minutos después STD.
- 1.6 Vuelos de carga que terminan en el aeropuerto: Desde 12,5 minutos antes STA hasta 1 hora y 30 minutos después STA.
- 1.7 Vuelos combinados: Tienen el mismo tratamiento que los vuelos de pasajeros.

- 1.8 Vuelos no planificados: Las aeronaves con hora de llegada superior a 12,5 minutos antes de STA o la hora de salida superior a 12,5 minutos después de STD puede ser asignado a otro puesto de estacionamiento con el fin de evitar la interrupción con otros vuelos planificados.
- 1.9 Vuelos con estacionamiento nocturno: Las aeronaves podrán permanecer durante la noche en el aparcamiento sólo cuando tales aparcamientos no afectarán negativamente a la asignación general para los vuelos regulares de la mañana siguiente.

2. Criterio para el aparcamiento de aeronaves

2.1 Aeronaves de pasajeros

- Las aeronaves de pasajeros tendrán prioridad, para poder facilitar los movimientos de los pasajeros.
- Las aeronaves con estacionamiento mayor a 5 horas, serán estacionadas en la zona de pasaje en stands remotos.
- Las aeronaves con estacionamiento mayor a 8 horas, serán estacionadas en el área de estacionamiento temporal.
- Para facilitar el desembarque de los pasajeros en vuelos con escala de mas de 5 horas destinados a stands remotos, se les permitirá, según disponibilidad, usar un stand de tipo finger durante 45 minutos para poder desembarcar los pasajeros de forma mas eficiente.

2.2 Aeronaves de carga

- Los Aviones de carga programados tendrá prioridad sobre los aviones de carga no programados en la asignación de puestos de estacionamiento de carga.
- Aviones que operan constantemente fuera de horario planificado puede ser excluido de la Lista de Planificación de stands.
- Las aeronaves con destino final al aeropuerto, o con TurnAround mayor a 5 horas van a estar en los stands remotos de larga estancia o stands remotos temporales.

2.3 Aeronaves en mantenimiento o aparcamiento de larga duración

- Las aeronaves que necesiten mantenimiento, van a ser designadas en la zona de stands de larga duración, stands con capacidades para todas las aeronaves para poder ofrecer un mejor servicio.
- Los mantenimientos de ingeniería que van a tener que inmovilizar la aeronave por un periodo largo de tiempo deberán realizarse en hangares especializados donde se pueda aparcar la aeronave, salvo que el operario de mantenimiento asegure que va a poder realizar el mantenimiento en menos de una hora sin contaminar el pavimento.

3. Stands de aparcamiento temporal:

- 3.1 Stands temporales disponibles y condiciones de uso: Especificaciones de cada stand disponible, los distintos servicios que ofrece y necesita cada stand además de las distintas categorías y dimensiones de aeronaves que pueda recibir.
- 3.2 Procedimientos de aparcamiento: Distintos TaxiLanes para aparcar en los distintos stands.

Como podemos observar, cada aeropuerto, dependiendo del trafico que tiene, sus recursos y los servicios que puede ofrecer, debe regular los stands, para así poder recibir de forma ordenada y con distintas prioridades las aeronaves entrantes y salientes ofreciendo un buen servicio a los pasajeros y a la carga de los aviones.

La asignación de las puertas de embarque se convierte en una de las tareas más importantes de la gestión de los recursos aeroportuarios ya que como hemos dicho anteriormente, es el nexo de conexión entre el pasajero y la aeronave, por lo que su optimización tiene un gran efecto en el funcionamiento del aeropuerto.

2.2 Gestión de los mostradores de facturación

Una de los lugares más críticos, y probablemente una de las funciones más importantes en la área de la terminal, es la que se realiza en los mostradores de facturación, y los puntos de recogida de equipajes, por lo que se les tiene que prestar una gran importancia para poder reducir las posibles congestiones y problemas que puedan causar, a través de una buena gestión.

Generalmente la zona de los mostradores de facturación, tiene las funciones tanto de emisión de billetes como la de entrega de los equipajes y conviven con una área de espera y con los acompañantes o visitantes del aeropuerto.

Podemos encontrar, básicamente, tres tipos de disposiciones para los mostradores de facturación y la disposición de equipajes: Los de tipo lineal, “pass-through” e islas.

Los distintos mostradores de facturación que nos encontramos son los de uso común y los de uso exclusivo, destinados a clases preferentes y que tienen una utilización más baja. Además también encontramos mostradores de autocheck-in, pero estos no hay que asignarlos, ya que son establecidos por cada compañía aérea. Cada vez más las compañías ofrecen la posibilidad de hacer la facturación online, desde 48 horas hasta 2 horas previas al vuelo, a través de la página web o aplicaciones móviles de las aerolíneas, donde se da al pasajero posibilidad de hacer el check-in a aquellos que no tengan que facturar equipaje, eligiendo los asientos que estén disponibles y la ventaja de poder hacer la impresión de la tarjeta de embarque.

Para determinar el número de mostradores de facturación y espacio requerido depende de los siguientes factores:

- Rango de pasajeros que llegan a los mostradores.
- Horarios y procedimientos de las aerolíneas.
- Tipo de tráfico.
- Configuración de los mostradores y del sistema operativo.
- Nivel de servicio.

IATA, en su manual Airport Development Reference Manual (ADRM¹⁷); IATA, con la gran experiencia acumulada a lo largo de muchos años en la industria aeronáutica, trata todos los aspectos (económicos, medioambientales, de diseño, seguridad, etc.) que determinan el funcionamiento del aeropuerto. En este manual se presenta un procedimiento para determinar el número de mostradores de facturación requeridos (relativo al espacio disponible del aeropuerto y al espacio que utiliza el pasajero). Para ello se deben seguir una serie de pasos explicados en el manual:

- Paso 1: Calcular la demanda máxima de facturación en 30 minutos.
- Paso 2: Determinar el resultado intermedio.
- Paso 3: Calcular el número de mostradores de facturación de clase económica.
- Paso 4: Calcular el número total de mostradores de facturación (incluyendo los de clase business).
- Paso 5: Ajustar los cálculos para los mostradores de facturación dedicada.

Hay que tener en cuenta, que el principal implicado en los procesos de facturación y embarque es el propio pasajero, de manera que es de vital importancia conocer sus características. Dependiendo de las características del pasajero del aeropuerto, se puede gestionar de forma más eficiente el número de mostradores necesarios. Otro parámetro importante es el tiempo de espera en las colas de facturación.

También para gestionar eficientemente la asignación de los mostradores de facturación, se debe crear y estudiar un modelo relativo al tiempo de llegada de los pasajeros al aeropuerto en relación a la hora de salida de su vuelo. Así, usando el modelo de distribución de llegada de los pasajeros se podrá calcular el número más apropiado de mostradores de facturación necesarios que hay que asignar para cada vuelo.

¹⁷ ADMR: IATA, expone recomendaciones a tener en cuenta a la hora de diseñar o remodelar un aeropuerto, y también en la parte de la terminal destinada a facturación de los pasajeros y equipajes

La distribución de las llegadas de pasajeros en la terminal del aeropuerto previa al tiempo de vuelo es un factor primario, como se ha comentado anteriormente, también debe ser considerado durante la asignación de mostradores de facturación y agentes de servicio, junto con los tiempos de operación de check-in por pasaje y teniendo en cuenta la longitud de las colas.

2.2.1 Asignación de mostradores de facturación

Park Yonghwa Park and Ahn Seung B., *Transportation Planning and Tecnology, Optimal assignment for check-in counters based on passanger arrival behaviour at an airport.*

Muchos de los métodos para la asignación de mostradores de facturación, como se puede ver en distintos estudios, están basados en la teoría de las colas:

- Lee, A. M. Una aplicación pionera para los procesos de check-in proponiendo el modelo de colas $M^{18}/M^{19}/n^{20}$.
- Newell G. F. Alternativamente, hizo un modelo determinístico de colas, con una fuerte influencia en el desenvolvamiento en esta área.
- Pippet H. P. Aplicó un modelo grafico a las operaciones de los mostradores que calculaba el tiempo total de espera de los pasajeros, dada la función acumulativa de la llegada a los mostradores y el tiempo de servicio para cada periodo.
- Horonjeff R. Recomendó un modelo para el uso general de los mostradores de facturación, para usarlo en el aeropuerto de Paris Charles de Gaulle, a través de modelos de simulación por ordenador y modelos estocásticos de colas.
- Tosic V., Babic O. Y Janic M. Hicieron un modelo de simulación, basado en el método Monte Carlo, que requería datos detallados, proporcionando información muy realista en el comportamiento de los mostradores de facturación.

En general el número de mostradores de facturación se calcula para poder atender a los pasajeros que llegan al aeropuerto. Por lo que hay que tener muy en cuenta las horas punta de entrada de pasajeros, para poder asignar de forma eficiente el número de mostradores y los agentes de la aerolínea necesarios. La llegada de los pasajeros a la terminal viene determinada por la planificación de los vuelos, los tipos de aeronaves y los factores de carga de cada una, por lo que también hay que tener en cuenta la información del vuelo y el tiempo para procesar todas las operaciones necesarias.

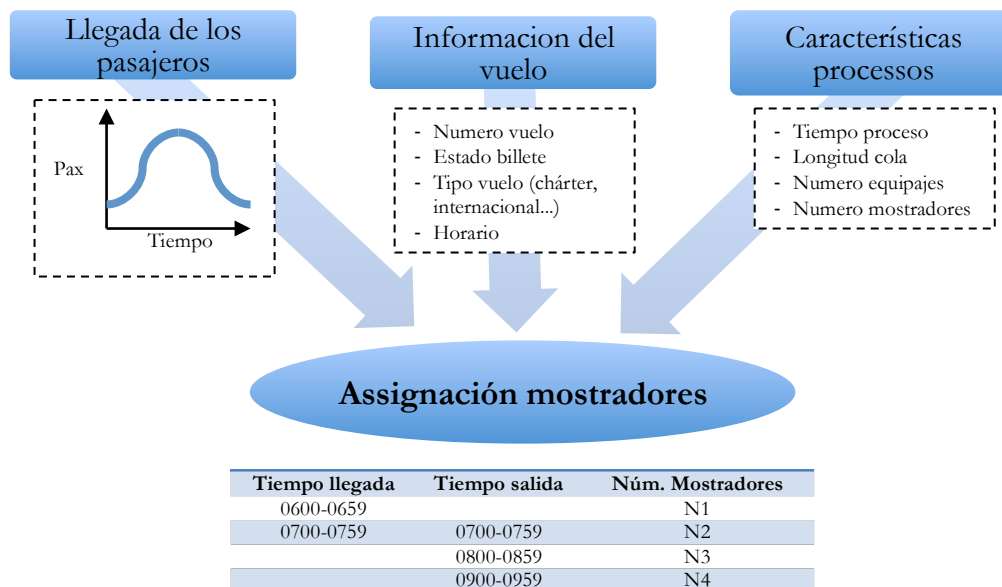


Tabla 3 Modelo para la asignación de los mostradores

¹⁸ M: De tipo poisson, representando el flujo de llegada de pasajeros.

¹⁹ M: De tipo exponencial, representando el tiempo de servicio.

²⁰ n: Representando el número de mostradores.

Usando este modelo, es posible determinar el número necesario de mostradores, así como el flujo de pasajeros que va a haber.

Pasos a seguir:

1. Analizar la distribución de la llegada de pasajeros antes del tiempo estimado de salida del vuelo. El porcentaje puede ser determinado por el tipo de vuelo, los pasajeros que va a recibir, (pasajeros internacionales, vuelo chárter, vuelo de largo o corto recorrido...), los transportes de acceso al aeropuerto, entre otros.
2. Clasificación del plan de vuelo para un día específico o hora de máxima afluencia.
3. Establecer un modelo de facturación individual para cada vuelo. Así podemos mostrar una aproximación del proceso de facturación requerido durante 180min-240min antes de la salida del vuelo. Cada 10 minutos se va calculando, para poder determinar el número de mostradores y los agentes necesarios, de forma más actualizada.
4. Establecer el número adecuado de mostradores de facturación y agentes necesarios.
5. Comparar con la asignación que se está haciendo.

2.2.2 Aplicación del modelo

Aplicación práctica, del modelo en un aeropuerto real:

Se realizó un estudio en el aeropuerto Seoul Gimpo International Airport (GMP) situado al nord-oeste de Seoul en Corea. Antes de la apertura del aeropuerto Incheon International Airport (ICN) en 2001, el aeropuerto GMP era la puerta de entrada a Corea. Desde 1995, el aeropuerto GMP siempre había estado sobrecargado, con muchos retrasos y cancelaciones en horas punta. Para resolver ese problema, a 55 kilómetros se construyó el aeropuerto internacional ICN. Después de esa construcción, el aeropuerto de GMP se dedicó exclusivamente a vuelos nacionales.

Durante este periodo, GMP operaba 111 mostradores de facturación, utilizados por dos aerolíneas, Korean Air (KAL) y Asian Airlines (AAL). KAL tenía aproximadamente el 63% de los vuelos nacionales y AAL el resto, 37% de pasajeros en vuelos domésticos.

- El tiempo de procesado del check-in y el depósito del equipaje fue estimado en 96 segundos por pasajero. Si no tenían que facturar equipaje el tiempo estimado era de 68 segundos y de 96 segundos para la emisión de los billetes y facturación sin equipaje. Para pasajeros que tenían que facturar equipaje se estimó una media de 128 segundos.
- Los mostradores eran operados de 5:30 a 21:00 y los agentes trabajaban en dos turnos, el grupo de mañana des de 5:30 hasta 14:00 y el turno de noche de 14:00 a 21:00.

Para poder descubrir las características de los pasajeros que llegaban al aeropuerto se hicieron 460 entrevistas, de las cuales se usaron 399.

- Se observó que el 67% de los pasajeros venían desde la ciudad de Seoul, el 27% de Incheon y las áreas de Gyeonggi-do.

Los accesos al aeropuerto de GMP, incluyen metro, coche privado, autobuses limusina, autobuses de la ciudad, autobuses del aeropuerto y autobuses del servicio de hoteles.

- El acceso dominante al aeropuerto es el metro, con un 30% de los viajes estudiados, seguido por un 16% y un 13,5% de coches privados y taxis respectivamente.
- El tiempo medio para acceder al aeropuerto se calculó en unos 67 minutos.
- Se pudo analizar que los primeros pasajeros llegaban 240 minutos antes del tiempo de salida del vuelo. El 95% de los pasajeros llegaban 35 minutos antes y de estos un 65%

llegaba 60 minutos antes. Se vio que todas las tareas de facturación se completaban 10 minutos antes del tiempo STD.

Usando la fórmula:

$$Y = 0,000056 X^3 - 0,0132X^2 + 0,0511X + 100 \quad (R^2 = 0,992)$$

(Donde Y es el porcentaje acumulativo, X el tiempo previo de llegada antes de STD a los mostradores de facturación.)

El número de pasajeros que llegan al aeropuerto, se pueden ir calculando cada 10 minutos, para poder ir actualizando la información. La ecuación se puede usar para calcular los pasajeros desde 170 minutos antes, ya que vemos que es muy poca la gente que llega antes de 240 minutos, solo un 0,5% de la gente.

También se analizó el factor de ocupación de los vuelos, en la última década.

- Vuelos nacionales tenían una ocupación del 75% y de 93% en las horas punta.
- El máximo número de facturaciones se encontró entre las 11-12h y fue de 637 asientos a las 11:40h. Esto se traduce a 573 pasajeros y un 90% de ocupación en horas punta, y 478 y un 75% de ocupación en horas normales.

Por lo tanto para atender a 573 pasajeros se necesitan 92 mostradores de facturación.

RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ESTUDIO:

Durante la temporada más fuerte o las horas punta, el número requerido de mostradores de facturación se calcularon entre 76 y 88 mostradores. Así se pudo comprobar, que entre las dos aerolíneas manejaban 100 mostradores, teniendo así casi 25 mostradores extras, suponiendo un gasto extra de personal ya que se necesitaban dos agentes para cada mostrador. A través de este estudio, se pudo concluir, que las aerolíneas KAL i AAR estaban realizando ineficientemente las operaciones de facturación.

CONCLUSIONES:

En este estudio se ha tratado el problema de cómo distribuir los pasajeros que llegan al aeropuerto para el servicio de check-in antes de la hora programada de salida del vuelo.

La aplicación del modelo de asignación basado en el comportamiento de pasajeros ha sido examinado e investigado como aún más flexible y adaptable para las operaciones de los mostradores de facturación .

De acuerdo con este tipo de distribución de entrada de pasajeros, se puede estimar el número de pasajeros que se dirigirán a los mostradores de facturación. Y se ha visto que esta información puede ayudar a mejorar la eficiencia de las operaciones de facturación para las compañías aéreas y los operadores aeroportuarios. El modelo proporciona no sólo un sistema práctico para el funcionamiento eficiente de las tareas tiempo a tiempo para los mostradores de facturación, sino también un medio valioso para ofrecer soluciones alternativas a largo plazo para el problema de la congestión del terminal de pasajeros y retrasos. Por último, el modelo también ofrece a las aerolíneas una mayor rentabilidad de los servicios de facturación, una mejor operación que va a repercutir en mejores servicios para los clientes.

2.3 Gestión de los equipajes facturados

La gestión del equipaje, es un elemento esencial de las operaciones del aeropuerto, pero normalmente solo es remarcado cuando no funciona de forma adecuada. La gestión ineficiente de

este servicio, se puede identificar con el hecho que tan solo unos pocos pasajeros no reciban el equipaje en su lugar de destino o hasta la alteración de algunas operaciones del aeropuerto, como cancelación de vuelos.

En el principio de la aviación comercial el equipaje era algo accesorio, y su manejo no representaba ningún problema salvo el propio de su peso y volumen a la hora de cargarlo en el avión, ya que la facturación era vuelo a vuelo, y los vuelos punto a punto, donde prácticamente era imposible la pérdida del equipaje.

Actualmente un pasajero al llegar al vestíbulo de facturación elige entre los mostradores disponibles, en cual quiere facturar su equipaje. Además de que hay sistemas para poder facturar-lo con antelación, autofacturarlos, y un rango menor de tiempo de facturación. Añadiendo la gran red de vuelos actual, donde el pasajero tiene la posibilidad de facturar su equipaje directamente hasta el destino final de su viaje, aun haciendo escalas y volar con distintas compañías.

Esta complejidad añadida en la gestión del equipaje presenta cada vez procedimientos más complicados en su tratamiento lo que hace que ciertas terminales necesiten sistemas automatizados muy costosos para el tratamiento de los equipajes.

IATA, presenta los siguientes principios que deben contribuir a la eficiencia del sistema de tratamiento de equipajes:

- El tratamiento del equipaje debe ser simple, rápido y requerir el menor número de operaciones de manejo posibles.
- Los dispositivos de tratamiento de equipaje deben corresponderse al volumen y tipo de tráfico de la terminal correspondiente.
- El sistema debe constar del menor número de giros y niveles posibles.
- Las cintas transportadoras no deben exceder pendientes de 32%, con el fin de prevenir daños en los equipajes.
- El movimiento de equipajes no debe interferir con los del movimiento de pasajeros, carga, tripulaciones o vehículos.
- Es necesario disponer de los elementos necesarios para el transporte de equipajes hacia las áreas de salida del equipaje.
- El movimiento en el estacionamiento no debe presentar impedimentos físicos de ningún tipo.

Como se comentó anteriormente, una de las diferencias actuales que hace más complejo el tratamiento de equipajes es la gran red de vuelos actual. Los equipajes de los pasajeros también hacen escalas en distintos aeropuertos, por lo que hay que establecer tiempos mínimos de transferencia interlínea de equipajes.

Tiempos mínimos de Transferencia interlínea de equipajes:

Para establecer los tiempos mínimos de conexión entre dos vuelos en un aeropuerto, hay que medir el tiempo que tarda el pasajero en ir del avión de llegada al avión de salida, pasando los controles necesarios y calculando el tiempo que tardan los equipajes en poder conectar los vuelos. IATA, en su AHM²¹ 221 recomienda el siguiente procedimiento estándar para calcular el tiempo mínimo de transferencia interlínea de equipajes:

- Número de equipajes (Valor medio mayor):
En el mes con mayor volumen de tráfico, se divide el número total de maletas manejadas por el número de vuelos regulares del mismo mes, teniendo en cuenta todo los tipos de aviones.

²¹ AHM: IATA Airport Handling Manual

- Llegada del avión (Tiempo de descarga):
El tiempo de descarga se mide desde la puesta de los calzos, empleando 2,5 minutos para poner en posición todos los equipos de descarga de equipajes, abrir las puertas de la bodega del avión, etc., más el tiempo que se tarda en descargar el equipaje en un régimen de 13 maletas por minuto.
- Tiempo recorrido:
Para determinarlo, se considera desde la posición remota más lejana hasta el momento de poner la primera maleta en el último punto de entrega de equipaje, incluidos los tiempos empleados en paradas intermedias, o hasta el punto de entrega del equipaje en transferencia, si este servicio está situado en una zona distinta que el equipaje local.
- Tiempo de entrega de equipajes (Muelle de clasificación):
Si todas las maletas de vuelo, tanto las locales como las que vienen en transferencia se entregan en el mismo punto, se determina dividiendo el valor encontrado en el punto 1 (número de equipajes), por el régimen de descarga de 12 maletas por minuto por hombre.
Si solo se entregan maletas en transferencia, se determina el valor del punto 1 (número de equipajes) solo para las maletas en transferencia y se divide por el régimen de 12 maletas por minuto por hombre.
- Tiempo de carga del avión de salida:
Se establece el tiempo medio para clasificar maletas en transferencia, su acarreo al vuelo de salida y la carga en el avión, en el día de mayor ocupación.

2.3.1 Clasificación de equipajes

Todos los equipajes tiene un tratamiento distinto, dependiendo de su procedencia:

- Equipaje que llega al aeropuerto “INBOUND”: Todos los equipajes que llegan a un aeropuerto procedentes de otros aeropuertos.
- Equipajes que salen del aeropuerto “OUTBOUND”: Todos aquellos equipajes que salen del aeropuerto dirección a otro aeropuerto.

2.3.2 Gestión OUTBOUND

Al cargar un avión, encontramos dos tipos de equipajes a cargar:

- Equipajes en tránsito
- Equipajes salida

Estos equipajes no provienen del mismo destino, por lo que van a tener tratamientos distintos, pero van a tener que terminar en el mismo sitio para poder cargarlos al mismo avión.

2.3.2.1 Etiquetado:

Los equipajes de salida son aquellos que han sido facturados en el mismo aeropuerto de salida. Cuando el pasajero se ha comprobado que puede ser aceptado en el vuelo, además de entregarle la tarjeta de embarque, se procede a aceptar su equipaje, que esté en perfectas condiciones, que cumpla con las dimensiones indicadas por la aerolínea y si todo ello se cumple se procede al etiquetado de la misma.

El etiquetado del equipaje es una parte esencial de la gestión de los equipajes, ya que nos da toda la información del equipaje del pasajero. Es el documento emitido por la Compañía Transportista o por la Compañía Handling, y se colocara en el equipaje y un resguardo en la tarjeta de embarque del pasajero.

El etiquetado contiene los siguientes datos:

- Nombre del pasajero
- Ciudad y fecha de emisión
- Destino y fecha de vuelo
- Localizador
- Número de vuelo



Ilustración 4: Etiquetado del equipaje

- Número de control
- Código de barras del número de la etiqueta

Cuando la facturación es online, sólo se puede utilizar este servicio por vuelos punto a punto.

En cuanto a una maleta que tiene que hacer escalas, en el etiquetado se hará constar en primer lugar el destino final y a continuación los distintos aeropuertos en conexión en orden inverso al del viaje y en último lugar el primer destino, indicando en cada uno de ellos el código de la compañía y el número de vuelo. Para poder realizar el etiquetado de esta forma, es necesario que los billetes de vuelo del pasajero, para los vuelos de los distintos tramos intermedios, tengan reserva efectiva en todos ellos.

También nos encontramos con etiquetados especiales, para la fácil y rápida identificación de los mismos. Estos tienen un tratamiento prioritario en el avión y normalmente son cargados los últimos, cercanos a la puerta de la bodega para que al destino sean descargados en primer lugar y depositados a la cinta de recogida con prioridad. Estos equipajes con etiquetado especial son los de las clases preferentes del avión, VIP, menores no acompañados, pasajeros de capacidad reducida, grupos y peregrinos.

2.3.2.2 Tratamiento del equipaje

Una vez el equipaje se ha aceptado y etiquetado correctamente se procede al tratamiento de los equipajes, hoy en día en la mayoría de los aeropuertos, a través de un proceso automatizado.

Del mismo mostrador de facturación el equipaje viaja por una serie de cintas transportadoras hasta el sistema de tratamiento de equipajes.

El sistema de tratamiento de equipajes es un sistema automatizado con un coste muy elevado que necesita de inversiones cuantiosas. Para la clasificación del equipaje se usa el etiquetado de cada equipaje y a través de unos lectores de código de barras se hace dirigir el equipaje hasta su lugar indicado. Los equipajes son clasificados:

- Por vuelo y destino: Por motivos comerciales y de seguridad, el equipaje de los pasajeros ha de transportarse en el mismo avión que ellos. Los etiquetados son clasificados por su destino y por su vuelo ya que con la competencia actual nos encontramos con más de un vuelo al mismo destino en un tiempo inferior a una hora, por lo que es importante también clasificarlos por vuelo.
- Por clases: Por motivos comerciales de trato diferenciado de pasajero, es necesario clasificar los equipajes por clases. Los equipajes prioritarios han de segregarse del resto para ser colocados en el avión de modo que al llegar al destino sean descargados en primer lugar.
- Local: Los equipajes con destino final al destino del avión también tiene que ser separados de los equipajes que hacen escalas.
- Tránsito, Transbordo o Transferencia: Equipajes con destino final distinto al destino del vuelo, estos equipajes tiene que estar separados también.

Para poder clasificar todos estos equipajes y que lleguen a su destino, previamente hay que asignar en el sistema automatizado una serie de parámetros:

- Asignación de la central de almacenamiento:
Los equipajes, deben ser dirigidos previamente a las distintas centrales de almacenamiento asignadas. No pueden dirigirse directamente a cada vuelo ya que es imposible tener los mismos lugares de aparcamiento de equipajes que vuelos, debido a que los tiempos de facturación de equipajes pueden ser antes de que la aeronave haya llegado al aeropuerto.
- Asignación de las circulaciones:
Dentro del sistema de gestión de equipajes, nos encontramos con distintas secciones o circulaciones. Cada una de estas circulaciones es asignada a distintos vuelos.
- Asignación puestos de trabajo:
Cada circulación tiene varios puestos de trabajo que deben de asignarse a cada vuelo, para que el equipaje sea dirigido a la plaza de parking establecida por el número de vuelo.

- Asignación del número de parkings para equipajes:
Dentro de cada circulación hay un número determinado de parkings para los equipajes, hay que asignar el número de parkings posibles y necesarios para cada vuelo.



Figura 7: Sistema de tratamientos de equipajes <http://architecturalchoreography.blogspot.com.es/2013/01/ciab-week-1.html>

Toda estas asignaciones no son fáciles de llevar a cabo, hay muchos problemas a resolver para poder planificar el tratamiento de equipajes de la forma más eficiente posible:

- Asignación de Circulación y Puesto de trabajo:
Para poder asignar la circulación adecuada y el puesto de trabajo más efectivo tenemos que tener en cuenta distintos factores:
 - o Información: Vuelos salientes, puertas de embarque asignadas a los vuelos, velocidad de tratamiento de equipajes en cada estación de trabajo, tiempo de transferencia entre central de almacenamiento hasta circulación, número requerido de plazas de parking de cada circulación para cada vuelo.
 - o Restricciones: Hay que tener en cuenta que en cada circulación puede haber los equipajes de más de un vuelo, cada vuelo solo puede estar asignado a una sola circulación, número disponible de plazas de parking en cada circulación y número de estaciones de trabajo disponibles.

A través de toda esta información, hay que tratar de asignar la circulación, estaciones de trabajo de la forma más eficiente posible, tratando de minimizar la capacidad máxima de trabajo de las circulaciones y maximizar los beneficios.

TIEMPO	VUELO	CIRCULACION	ESTACION TRABAJO	PLAZAS PARKING
??	AR1465	C1	WS1	1-5
??	DH456	C4	WS16	15-19
??	IB7456	C8	WS35	4-9

Tabla 4 Determinación tiempos de trabajo

- Asignación del tiempo planificados para empezar el tratamiento de equipaje:
Una vez asignadas las circulaciones, estaciones de trabajo y puestos de aparcamiento del equipaje, hay que asignar el tiempo necesario previo para empezar el tratamiento de los equipajes, estableciendo un tiempo mínimo y máximo a través de la información anterior.

TIEMPO	VUELO	CIRCULACION	ESTACION TRABAJO	PLAZAS PARKING
16:00-17:45	AR1465	C1	WS1	1-5
16:30-17:30	DH456	C4	WS16	15-19
16:45-18:00	IB7456	C8	WS35	4-9

Tabla 5: Asignación tiempos trabajo

AR1465											
DH456											
IB7456											
	15:45	16:00	16:15	16:30	16:45	17:00	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15

Figura 8: Asignación tiempos de procesado por vuelo

Toda esta asignación, tiene una gran complicación, añadida a que hay que dar también toda esta información a los agentes de handling de cada vuelo, ya que van a ser los encargados de trasladar el equipaje de las plazas de parking asignadas a las bodegas de cada avión. Además de hacer llegar esta información a los almacenes de equipajes en tránsito para que también sean cargados a tiempo en el avión.

2.3.3 Gestión INBOUND

La llegada de un avión al aeropuerto conlleva muchas gestiones simultáneas. Una de estas es la gestión del equipaje que hay que descargar. El aeropuerto tiene que poner a disposición de los pasajeros, una de las cintas de recogida de equipajes para el vuelo entrante.

El agente de handling, encargado del desembarque del equipaje, debe de disponer de todo el equipamiento necesario y de la información de la situación de la cinta de recogida de equipajes asignada para el vuelo.

Hay que repartir los equipajes, ya que algunos no es su destino final, por lo que tendrán que trasladarse a la zona de tránsito de equipajes también asignada por el gestor del aeropuerto.

Los principales problemas en la gestión de los equipajes entrantes siempre están relacionados en la asignación de las cintas de recogida de equipajes, ya que por acumulación de equipajes, algunas de estas cintas tiene que acoger los equipajes de mas de un vuelo a la vez. Esto causa una sobrecarga en las cintas transportadoras, perjudicando a los agentes de handling encargados de la descarga del equipaje, a la hora de introducir los equipajes en la cinta de transportadora.

A pesar de la gran complejidad para la gestión de los equipajes, cada vez los procesos son más eficientes y la pérdida o extravío de equipajes de pasajeros menor. Cada pieza de equipaje que se pierde supone un importante quebradero de cabeza para los pasajeros y una pérdida importante de reputación para la compañía. Actualmente, los equipajes perdidos en un plazo de 24 horas son entregados entre las 24h y los 4 días, lo que representa un 60% de ellos y son encontrados un 28% de ellos, dentro de la siguiente semana un 10% y hay aproximadamente un 2% de equipajes que no se encuentran. Estas cifras van descendiendo a través de la mejora de los sistemas automatizados de gestión de equipajes y el enorme esfuerzo de la industria que está haciendo para evitar los errores de clasificación y robo de equipajes.

Uno de los actuales sistemas de localización de equipajes perdidos es el sistema WorldTracer. WorldTracer es un sistema de SITA y IATA, utilizado a nivel mundial para la localización de equipajes perdidos o con retraso. El sistema es capaz de intercambiar información con los más de 2200 aeropuertos miembros, realiza un seguimiento de hasta 100 días sobre el equipaje. La misma monitorización del equipaje también da información sobre las distintas fases en que se encuentra el

pasajero, y la interface permite interactuar con otros sistemas de rastreo de equipajes de otros fabricantes.

Este sistema permite el intercambio de información entre aerolíneas, agentes de handling, los aeropuertos e incluso con los pasajeros, que pueden consultar la situación de su maleta a través del código de barras. Al poder intercambiar esta información, se va reduciendo la pérdida de maletas e incrementa la seguridad de los pasajeros. Además mejora los sistemas de reclamación, el control de cualidad, el tratamiento de los equipajes y reduce los costes asociados de la pérdida, retraso o deterioro de equipaje para las aerolíneas.



Ilustración 5: Maquinaria localización equipajes

2.4 Gestión de los recursos de handling

El Handling de un avión, o asistencia en tierra es la operación aeronáutica en donde los agentes de handling prestan todos los servicios necesarios para la aeronave, desde que aterriza hasta su partida.

El handling puede ser realizado por empleados de la misma aerolínea (autohandling) en una división aparte, dedicados exclusivamente al abastecimiento de la aeronave o por agentes de handling, empresas dedicadas exclusivamente a ofrecer estos servicios a las aerolíneas. Algunas veces también nos encontramos con el denominado handling mixto, donde la misma compañía realiza parte del handling y el resto es contratado a otra compañía aérea o a un agente de handling. Normalmente, cuando una aerolínea tiene su propio servicio de handling es en la estación base de la aerolínea. Según IATA, Asociación del transporte aéreo, más del 50% de las operaciones de handling son realizadas por empresas dedicadas exclusivamente a brindar servicios de handling a las aerolíneas que los han contratado, y hay una previsión de aumento de esta cifra.

La velocidad, eficiencia, precisión y seguridad en todas las tareas a realizar dentro del handling, son muy importantes ya que van a marcar el tiempo en que la aeronave deberá permanecer en tierra. Que estas tareas se lleven a cabo correctamente es muy importante para la compañía aérea, para el agente de handling, para el aeropuerto y finalmente para los pasajeros y la carga aérea.

- **AEROLÍNEA:** Hoy en día, la rotación del avión es muy alta y con programaciones muy ajustadas, ya que a las compañías aéreas les interesa tener los aviones en el aire para obtener una mayor rentabilidad. Hay que tratar de minimizar el tiempo en que el avión está en tierra donde tiene que realizar todas las operaciones de handling, así que un retraso en una escala puede suponer costes económicos muy importantes para la compañía aérea. Como la aerolínea es la encargada de transportar a los pasajeros y la carga, cualquier demora en la entrega de pasajeros y carga con conexiones, problemas con los equipajes, supone a la aerolínea, una inversión económica para indemnizar, a los pasajeros y a la carga aérea, por los daños ocasionados. También hay que tener en cuenta, que la significación económica de los servicios de handling dentro del conjunto de los costes operativos totales de las líneas aéreas es del orden del 12% y 15% según la fuente.
- **AGENTE DE HANDLING:** Dar un mal servicio puede suponer la pérdida de clientes y la compañía aérea podría contratar los servicios a otro agente. Además puede recibir sanciones económicas tanto de sus clientes, según los contratos que tengan establecidos (SLA²²) como de la autoridad aeroportuaria, que pueden ir de simples penalizaciones económicas hasta la pérdida de licencias y concesiones que le permitan operar como prestadores de servicios handling.
- **AEROPUERTO:** Al tener capacidad limitada, la asignación de medios aeroportuarios disponibles para todos los vuelos programados también suele ser ajustada en los grandes aeropuertos, así que las perturbaciones en la programación inciden negativamente en la operatividad del mismo.

²² SLA: Service Level Agreement: Contrato entre la compañía aérea y el agente de handling o autoridad aeroportuaria que define los tiempos y operaciones a realizar.

2.4.1 Servicios prestados

En España, la clasificación de los servicios de asistencia en tierra viene marcada por el Anexo del Real Decreto 1161/1999 adecuado a la Directiva Europea 96/67/CE y se dividen en once grupos o categorías. Estos servicios también se explican en el Anexo A de IATA del contrato normalizado de asistencia en tierra (SGHA).

- Asistencia administrativa en tierra y supervisión:
Servicios administrativos que se proporcionan a las aerolíneas tanto de representación, como de supervisión.
Las tareas de representación son aquellas con que el agente de handling hace de representante de la aerolínea para actuar de enlace con las autoridades locales. Las tareas de supervisión, son aquellas realizadas por el supervisor de handling de la agencia, donde se encarga de que los servicios acordados se presten de forma correcta y efectiva.
- Asistencia de pasajeros:
Actividades que de una forma más directa y personal, reciben los clientes. Cuando los clientes llegan al aeropuerto, deben presentar sus billetes en los mostradores de facturación de la aerolínea. Allí se les da la información necesaria, se les asigna el número de asiento, se les emite la tarjeta de embarque y se realiza el etiquetado del equipaje que lleva. Otra actividad de handling que se realiza en esta categoría es el embarque del avión, controlando las tarjetas de embarque de cada pasajero antes de entrar en la aeronave.
- Asistencia de equipajes (handling rampa):
Los servicios comprendidos en este grupo incluyen toda la manipulación de los equipajes, desde la selección a la carga y descarga de estos en la aeronave. En el caso de descarga del avión, estos son distribuidos a las correspondientes cintas de entrega.
- Asistencia de carga y correo (handling rampa):
Actividades relativas a la manipulación física, tratamiento de los documentos correspondientes, formalidades aduaneras y medidas cautelares exigidas tanto para la carga como el correo (siempre dentro del tramo que comprende desde la descarga hasta la salida de la terminal, o desde que llegan al aeropuerto hasta que se dejan preparados para ser cargados en el avión).
Por lo tanto incluye dos fases consecutivas de la cadena logística del transporte aéreo de mercancías: el proceso transporte en rampa de las mercancías de la aeronave a la terminal de carga y viceversa, y el proceso de manipulación física en la terminal.
- Asistencia de operaciones en pista (handling rampa):
Es uno de los grupos más importantes y en el que se concentran gran parte de las prestaciones que necesita la aeronave durante su escala en el aeropuerto. Dentro de este grupo, se engloban las comunicaciones entre aeronave y tierra, así como todas las actividades de carga y descarga y transporte de pasajeros, tripulación y equipajes hasta y desde la terminal. También se incluye el desplazamiento de la aeronave hacia las pistas de rodadura así como la asistencia para el arranque del avión y el suministro de los medios adecuados. Por último también comprende la actividad de puesta y retirada de calzos.
En este grupo, también se encuentran otras dos actividades especiales, el guiado de la aeronave y la asistencia al estacionamiento, que según la legislación vigente permite que lo realicen los propios operadores del aeropuerto.
Cabe destacar, que este grupo es uno de los que necesita más recursos, sobretodo recursos móviles (remolques, escaleras, grupos neumáticos, grupos electrónicos de tierra, entre otros).
- Asistencia de limpieza y servicio de la aeronave:
Existen servicios de limpieza de la aeronave, tanto interior como exterior, servicio de aseos y agua, así como las operaciones de limpieza de nieve, escarcha y deshielo (deicing). También se incluyen otros servicios como la climatización y calefacción de la cabina de la aeronave, así como el acondicionamiento de esta.

- Asistencia de combustible y lubricante (handling rampa):
El suministro de combustible a las aeronaves en un aeropuerto consta de dos fases diferenciadas, el almacenamiento del combustible en depósitos especiales sujetos a un estricto control y la fase de suministro. El suministro, propiamente dicho, a las aeronaves, que se conoce como puesta a punto, incluye tanto el transporte de depósitos hasta el avión como el posterior suministro de combustible. En este grupo, se incluyen todas las actividades relacionadas con la puesta a punto de combustible y lubricantes, como la organización y ejecución de llenado y vaciado de combustible, incluido el almacenamiento temporal y el control de calidad y cantidad de combustible y lubricantes.
- Asistencia de mantenimiento en línea:
Este tipo de asistencia incluye la prestación de todos los servicios regulares de mantenimiento que se efectúan antes de cada vuelo, así como cualquier otro exigido por la compañía o autoridades aeronáuticas antes del despegue. También encontramos incluido el suministro y la gestión del material necesario para el mantenimiento y de las piezas de recambio, así como la solicitud de reserva de un punto de estacionamiento o hangar para realizar las operaciones de mantenimiento distinto al de línea²³.
- Asistencia de operaciones de vuelo y administración de tripulación:
Comprende los servicios relacionados con la presentación del vuelo en el aeropuerto así como la asistencia en vuelo, y si hace falta el cambio de itinerario. Todo lo relacionado con la administración de la tripulación se encuentra también incluido en este grupo de servicios. Este grupo está íntimamente relacionado con el primer grupo “Asistencia administrativa y supervisión”, de tal forma que nos encontramos que un agente que se encargue de uno de los dos grupos puede hacerlo también del otro.
- Asistencia de transporte de superficie:
Por asistencia de transporte de superficie se entiende cualquier organización y ejecución del transporte de pasajeros, tripulación, carga y correo entre las distintas terminales del mismo aeropuerto, excluyendo todo transporte entre la aeronave y cualquier otro lugar en el recinto del mismo aeropuerto (ya que este servicio está incluido dentro de las prestaciones del agente de asistencia en tierra que presta el grupo de servicios de asistencia de operaciones en pista). Asimismo se considera dentro de estos, los servicios de transporte especial solicitado por el usuario.
- Asistencia de catering:
Transporte, carga y descarga de alimentos y bebidas de la aeronave. También incluimos las relaciones con los proveedores y las gestiones administrativas necesarias para su preparación y reciclaje. A parte de la comida y bebidas, también se incluye la prensa, material desechable (vasos, cubiertos...), material proporcionado por la aerolínea (auriculares, almohadas...) e incluso los artículos que la compañía aérea va a comercializar dentro del avión.

Todas las tareas descritas anteriormente tienen un carácter complejo, y precisan de una cantidad elevada de personal y además de tener que coordinarlas todas, es necesaria una especialización por varios motivos: Tipos de aeronaves, singularidad de los pasajeros, características de la mercancía, etc., lo que complica aún más la tarea de los operadores de handling.

Al margen de la clasificación anterior de los servicios de asistencia en tierra, existe otra diferenciación dada por el grado de liberalización existente en su prestación:

- Servicios totalmente liberalizados: Aquellos donde no se establecen limitaciones en número de agentes de handling o autoasistencia que pueden prestar servicio si cumplen los requisitos impuestos por la autoridad aeronáutica y el operador aeroportuario. En España, actualmente,

²³ Mantenimiento en línea: Mantenimiento de la aeronave en el tiempo de escala, que se puede realizar con menos tiempo y sin mover la aeronave de la plataforma de estacionamiento.

este grupo está compuesto por los servicios de Asistencia administrativa en tierra y supervisión, Asistencia de pasajeros, Asistencia de carga y correo (en el área de la terminal), Asistencia de operaciones de vuelo y administración de tripulación, Asistencia de transporte de superficie y Asistencia de catering.

- **Servicios restringidos:** Grupo de servicios para los cuales sí se establece una limitación en el número de agentes o autohandling que pueden prestarlo. En España, los servicios limitados, vienen regulados por el Real Decreto 1161/1999 que los ha denominado servicios de rampa, comprendidos por las siguientes actividades: Asistencia de equipajes, Asistencia de carga y correo (en el área de rampa), Asistencia de operaciones en pista, Asistencia de combustible y lubricante.

Para llegar a ser agente de handling, o hacer autohandling, primero es necesario estar en posesión de una habilitación o autorización por parte de la autoridad aeronáutica, en este caso IATA y después hay que diferenciar si se trata de servicios liberalizados o con restricciones.

Para los servicios liberalizados, es necesario cumplir con los requisitos y condiciones establecidas por el operador aeroportuario así como que no existan problemas con la capacidad disponible en el aeropuerto. Si se cumple, finalmente se firma un contrato con el aeropuerto que te da autorización para la prestación de los servicios en el aeropuerto.

En cambio, el procedimiento es distinto para los servicios restringidos, y además se diferencia si se trata de un autohandling o si es un agente de handling. Para un agente de handling, al estar limitado su número, se autorizan los servicios a través de un concurso público y una vez seleccionado el agente se firma un contrato para la prestación de servicios. En el caso de que sea autohandling, la compañía aérea debe realizar una petición a la autoridad aeroportuaria, se analiza la capacidad disponible del aeropuerto (infraestructuras, grados de congestión, volumen de la operación... y, si no existen problemas y la compañía aérea cumple con los requisitos exigidos (seguros, fianza, requerimientos de calidad...) se procede igualmente a la firma de un contrato con la autoridad aeroportuaria.



Figura 9: Prestación de servicios
<http://www.workbridge.com/default.asp?ID=500103000200009>

2.4.2 Entidades reguladoras

La asistencia en tierra es una parte integral de las operaciones aéreas. IATA se esfuerza por liderar la industria hacia la mejora de la seguridad y eficiencia operativa de los servicios de tierra mediante el establecimiento de normas y la asistencia en la implementación de soluciones globales.

Para que haya una cooperación fluida entre todas las partes interesadas en la asistencia en tierra, IATA trabaja con todas las compañías aéreas asociadas, incluyendo los agentes de asistencia en tierra, aeropuertos, proveedores de servicios, fabricantes de aeronaves, organismos de normalización y los reguladores bajo el paraguas de la IATA Ground Handling Council (IGHC²⁴).

También encontramos la IATA Safety Audit for Ground Operations (ISAGO) para armonizar y optimizar las normas de seguridad

IATA impulsa el desarrollo activo de normas y procedimientos en las operaciones de asistencia en tierra y promueve la coherencia global y la armonización a través de distintos manuales:

- **Airport Handling Manual (AHM):** Único estándar aprobado por la industria para realizar las operaciones del aeropuerto seguro y eficiente, referenciando las últimas políticas de asistencia

²⁴ IGHC, IATA Ground Handling Council reúne a más de 300 compañías aéreas miembros de IATA. Trabajando con IATA, el IGHC aborda cuestiones de asistencia en tierra como la seguridad, el impacto para reducir daños y fomenta la promoción de iniciativas para mejorar de la eficiencia.

en tierra y las pautas de seguridad. También incluye el modelo de contrato único reconocido por la industria, Standard Ground Handling Agreement (SGHA).

- Ground operations manual (IGOM): Desarrollado para satisfacer las demandas de la industria para la mejora de la seguridad operacional en tierra mejorada y la reducción de daños. IGOM es el manual básico para todas las operaciones en tierra que proporciona los procedimientos estándar para el personal de primera línea.

Además de AHM y IGOM, la Auditoría IATA para las operaciones (ISAGO) y la base de datos sobre daño (GADM²⁵) ofrecen una solución integrada y única para gestionar eficazmente los riesgos en las operaciones en tierra.

2.4.3 Contratos entre aerolíneas y agentes de handling (SLS)

IATA, en su manual Airport Handling Manual (AHM) normaliza gran parte de los aspectos referentes a la actividad de handling, especialmente sobre los tipos de contrato entre la compañía aérea y los agentes de handling.

Primeramente, encontramos el denominado Contrato Normalizado de Asistencia en Tierra de IATA (SGHA²⁶), donde los agentes de handling explican su funcionamiento. Está constituido por los siguientes documentos:

- Contrato principal
 - o Capítulo 1: Prestación de los servicios e instalaciones de asistencia en tierra
 - o Capítulo 2: Normas de ética
 - o Capítulo 3: Subcontratación de servicios
 - o Capítulo 4: Representación del transportista
 - o Capítulo 5: Normas de trabajo
 - o Capítulo 6: Remuneración
 - o Capítulo 7: Facturación y formas de pago
 - o Capítulo 8: Responsabilidades e indemnización
 - o Capítulo 9: Arbitraje
 - o Capítulo 10: Derechos de timbre y de registro
 - o Capítulo 11: Duración. Modificación y rescisión
- Anexo A, Descripción de los servicios
Actualmente dividido en 8 secciones (antes en 13 secciones)
 - o Sección 1: Representación, administración y supervisión
 - o Sección 2: Servicios a los pasajeros
 - o Sección 3: Servicio de rampa
 - o Sección 4: Control de carga, comunicaciones y operaciones de vuelo (prevuelo, vuelo y postvuelo)
 - o Sección 5: Servicios de carga y correo
 - o Sección 6: Servicios de apoyo
 - o Sección 7: Seguridad
 - o Sección 8: Mantenimiento del avión
- Anexo B, Lugares, servicios e instalaciones contratadas y sus pertinentes tarifas
 - o Párrafo 1: Servicios de handling y tarifas (detallando los servicios del Anexo A que se contrata y las tarifas correspondientes)
 - o Párrafo 2: Servicios adicionales y tarifas
 - o Párrafo 3: Desembolsos
 - o Párrafo 4: Límite de obligaciones

²⁵ GADM: Global Aviation Data Management, programa que en vez de evaluar los accidentes concretos, evalúa las tendencias de ellos y la interacción entre los eslabones de la cadena del transporte aéreo.

²⁶ SGHA: Standard Ground Handling Agreement

- Párrafo 5: Área de responsabilidades
- Párrafo 6: Subcontratación de servicios
- Párrafo 7: Forma de pago
- Párrafo 8: Supervisión y administración
- Párrafo 9: Notificación
- Párrafo 10: Aspectos legales: Leyes y tribunales.

Finalmente encontramos el SLS, Standard Service Level Agreement o Acuerdo del nivel de servicio, que es un contrato entre la compañía aérea y la agencia de handling para acordar el nivel acordado de calidad del servicio, responsabilidades y garantías. En este se definen los tiempos de inicio y final de cada operación. Cada uno de los requerimientos son definidos para cada distinto tipo de aeronave, tiempos de salida, las posiciones de la aeronave en la zona de estacionamiento y las posibles variaciones que puedan haber.

Para controlar que todo funciona correctamente, hay un estricto control, monitorización y revisión posterior del proceso para que la calidad sea real. Por ejemplo:

- 1) Todas las puertas tienen que estar cerradas 4 minutos antes de EDT²⁷. →95%
- 2) La pasarela o las escaleras se tiene que estar fuera 1 minuto antes que EDT. →90%
- 3) El equipo de “Push back” tiene que estar en posición, al menos 5 minutos antes que EDT. →90%
- 4) La última maleta de equipaje, tiene que estar cargada 30 minutos después de ATA²⁸.

El porcentaje, nos marcara el objetivo a alcanzar. *Queremos que el punto uno se cumpla el 95% de las veces*

Esto significa que si el avión llega (ATA) a las 17:41h, el tiempo de la última maleta “Last Bag” será 18:11h.

$$\text{LastBag} - \text{ATA} < \text{SLA_time}$$

2.4.4 Gestión de los recursos

Como hemos podido observar, son muchas las tareas que se deben realizar, muchas las responsabilidades y muy poco el tiempo que tienen los agentes de handling para realizarlo. Por eso la gestión de todos los recursos necesarios, tanto materiales como de personal para cada actividad, es una tarea de suma importancia, y conseguirlo de forma eficiente aún más.

La gestión de los recursos se realiza a dos niveles distintos:

- A nivel Táctico: Asignación de los recursos necesarios
- A nivel Operacional: Asignación de las tareas de handling a los empleados

2.4.4.1 Asignación de los recursos necesarios

Las compañías de handling usan una herramienta nombrada Manhattan chart, con la cual organizan las tareas planeadas y los empleados necesarios para realizarlas. Esta herramienta, además, nos permite analizar datos sobre anteriores programaciones de empleados, sobre futuras tareas de los empleados y, de esta forma, poder gestionar cada vez de forma más eficiente todos los recursos utilizados.

A través de los vuelos planeados y los acuerdos con cada compañía SLA (Service Level Agreement), se puede empezar a rellenar la herramienta Manhattan Chart.

²⁷ EDT: *Estimated Departure Time*, Tiempo programado de salida.

²⁸ ATA: *Actual Time of Arrival*, Tiempo en que llega la aeronave.

RECURSO	AEROLINEA	FASE	CAMPO	VALOR	INICIO	FIN	NUMERO
SPRV ²⁹	AEA ³⁰ /DLH ³¹	STA ³²	Tiempo tierra	>=81	-5	30	1
SPRV	AEA/DLH	STD ³³	Tiempo tierra	>=81	-40	5	1
SPRV	AEA/DLH	STA/STD	Tiempo tierra	<80	-5	10	1
COND ³⁴	AEA/DLH	STA	Numero pasajeros	<140	-5	10	1
COND	AEA/DLH	STD	Numero pasajeros	<140	-30	0	1
COND	AEA/DLH	STA	Numero pasajeros	>=140	-5	10	2
COND	AEA/DLH	STD	Numero pasajeros	>=140	-30	0	2
CONDPB ³⁵	AEA/DLH	STD	*	*	-10	10	11
OPER ³⁶	AEA/DLH	STA	Tiempo tierra	>=81	-5	40	2
OPER	AEA/DLH	STD	Tiempo tierra	>=81	-40	0	2
OPER	AEA/DLH	STA/STD	Tiempo tierra	<80	-5	0	2
COOR ³⁷	AEA/DLH	STA	Tiempo tierra	>=80	-10	45	1
COOR	AEA/DLH	STD	Tiempo tierra	>=80	-45	0	1

Tabla 7: SLS entre Air Europa y Deutsche Lufthansa y la compañía de handling

Vuelos planificados:

NUMERO VUELO	AEROLINEA	STA	STD	FINGER/REMOTE	PUSHBACK	BUS	PAX IN	PAX OUT
AEA1034	AEA	6:00	6:45	F	YES	NO	125	127
AEA5404	AEA	6:30	7:15	R	NO	YES	160	165
DLH1150	DLH	7:00	8:30	R	NO	YES	160	155
AEA1036	AEA	7:35	8:10	R	NO	YES	155	170
DLH1834	DLH	8:00	8:45	R	NO	YES	180	170

Tabla 8: Planificación de Vuelos contratados con la aerolínea de 6:00 a 8:45, Viernes 10 Diciembre 2014

A través de cada vuelo planeado, y el Service Level Agreement, con todos los recursos necesarios y su variabilidad dependiente de la aeronave y vuelo, se va rellenando el Manhattan Chart con las personas necesarias.

Ejemplo:

El vuelo AEA1034, como que el tiempo que está en tierra es menor a 80 minutos, por lo tanto, necesita un Supervisor 5 minutos antes hasta 10 minutos después de STA y STD. Dos operadores desde 5 minutos antes hasta la hora de STA y STD. No va a necesitar Coordinador, porque está menos de 80 minutos. El vuelo va en finger, así que no va a necesitar bus, pero si que necesita conductor para PushBack, que va a tener que estar 10min antes hasta 10 minutos después de STD.

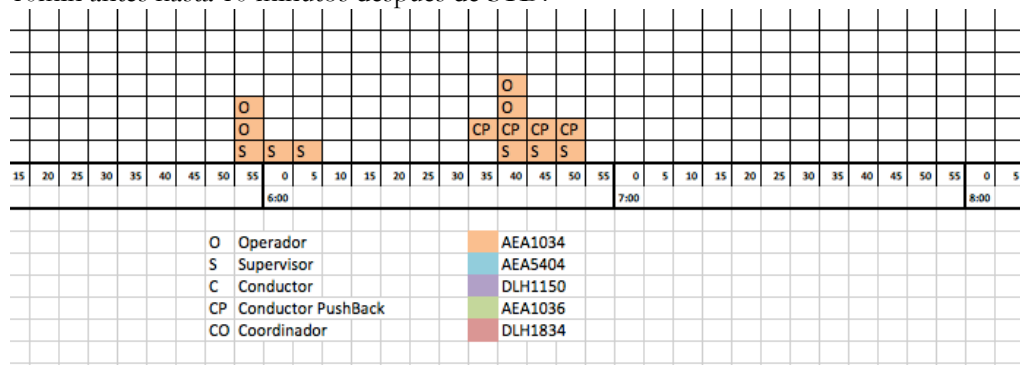


Figura 10: Planificación prevista Vuelo AEA1034, para Viernes 10 Diciembre 2014

²⁹ SPRV: Supervisor

³⁰ AEA: Air Europa

³¹ DLH: Deutsch Lufthansa

³² STA: Tiempo estimado llegada

³³ STD: Tiempo estimado salida

³⁴ COND: Conductor

³⁵ CONDPB: Conductor PushBack

³⁶ OPER: Operador

³⁷ COOR: Coordinador

Esto se va a realizar para todos los vuelos planificados:

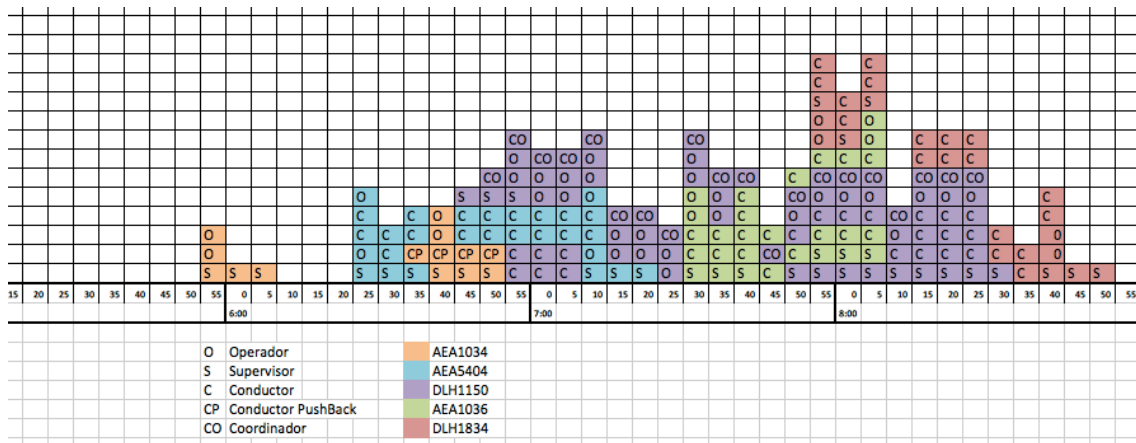


Figura 11: Planificación prevista para vuelos del Viernes 10 Diciembre 2014, de 5:00 a 9:00

Aquí vemos todos los recursos necesarios planificados para los vuelos entre 6:00-9:00horas a los que hay que dar asistencia.

2.4.4.2 Planificación de las tareas de trabajo a nivel operacional

Una vez tenemos todos los recursos necesarios para cada vuelo, hay que asignar-los a los trabajadores que tenemos. Para realizarlo de forma adecuada hay que tener en cuenta varias cosas:

- Turnos de trabajo
- Recursos fijos necesarios cada día
- Características, contratos y prioridades de los trabajadores

TURNOS TRABAJO	TIPO	INICIO	FIN	DESCANSO
Mañana A	Tiempo completo	5:00	13:30	10:00-10:30
Mañana B	Tiempo completo	7:00	15:00	-
Mañana C	Tiempo parcial	6:00	11:00	7:00-8:00
Tarde D	Tiempo parcial	15:00	20:00	17:30-18:30
...

Tabla 9: Turnos de trabajo

RECURSOS FIJOS										
RECURSO	INICIO	FIN	NUMERO	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM
Supervisor	5:00	13:00	1	X	X	X	X	X	X	X
Supervisor	6:00	14:00	2		X	X	X	X	X	
Conductor	5:00	18:00	1	X	X	X	X	X	X	X
Conductor	6:00	14:00	1		X	X	X	X	X	
Conductor PushBack	5:00	14:00	2	X	X	X	X	X	X	X
Operador	6:00	14:00	3	X	X	X	X	X	X	X
...

Tabla 10: Recursos fijos necesarios

EMPLEADO	QUALIFICACION	TIPO DE CONTRATO	PREFERENCIAS
Empleado1	Conductor	Fijo a tiempo completo	Turno Completo
Empleado2	Conductor PushBack	Fijo a tiempo parcial	Turno Parcial Tarde
Empleado 3	Supervisor	Eventual a tiempo completo	Turno Completo
Empleado 4	Operador	Eventual a tiempo parcial	Turno Completo Mañana
Empleado 5	Supervisor	Fijo a tiempo parcial	Turno Completo
Empleado 6	Operador	Fijo a tiempo completo	Turno Parcial
...

Tabla 11: Listado trabajadores

A través de toda esta información, se asigna cada empleado a cada turno y a las tareas necesarias planificadas, teniendo en cuenta los recursos necesarios para cada vuelo y los recursos fijos planeados, además del perfil de cada empleado.

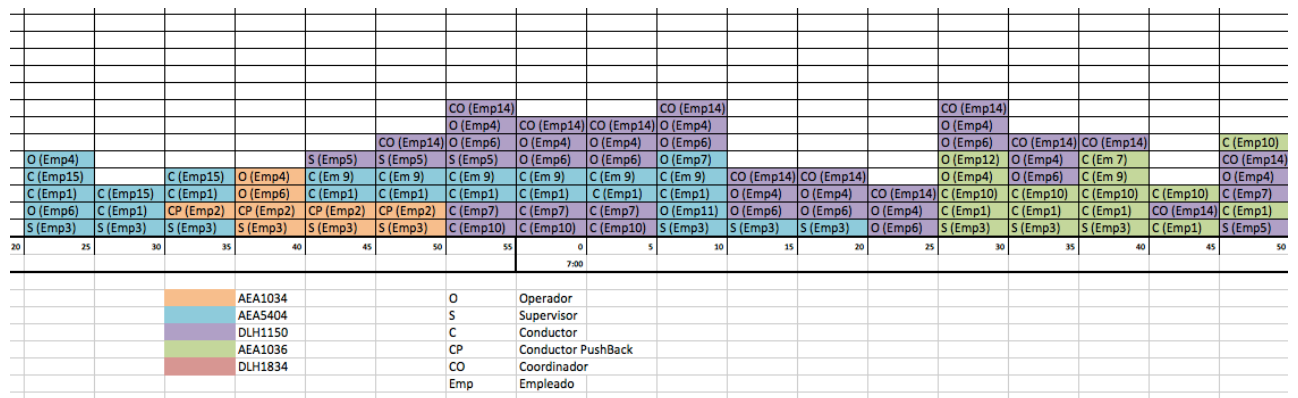


Figura 12: Planificación prevista vuelos Viernes 10 Diciembre 2014

EMPLEADO	CALIFICACIÓN	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Empleado1	Conductor	Mañana A	Mañana A	Tarde D	Mañana A	-	-	Mañana A
Empleado2	Conductor PushBack	Mañana B	Mañana B	Mañana B	-	Mañana B	Mañana A	Mañana A
Empleado 3	Supervisor	Tarde D	Tarde D	Mañana A	Mañana A	-	-	Tarde D
Empleado 4	Operador	Tarde D	Mañana C	Mañana C	-	-	Mañana C	Mañana C
Empleado 5	Supervisor	-	Tarde D	Mañana B	Mañana B	Mañana C	Mañana B	-
Empleado 6	Operador	-	Tarde D	-	Tarde D	Tarde D	Tarde D	Tarde D
...

Tabla 12: Asignación turnos de trabajo

Esta es la parte mas complicada de la gestión de los recursos de handling, como vimos anteriormente, el handling cuenta con gran variedad de tareas, un número muy elevado de personal, tiempo para realizar las tareas muy ajustado, grandes responsabilidades, cosa que crea una tremenda complejidad al planear los recursos.

Para poder facilitar un poquito esta tarea, e ir gestionando cada vez mejor y de forma mas eficiente los recursos, podemos acceder a información relevante.

Información que se puede consultar:

- Perfil de los empleados (Contratos, horas trabajadas, vacaciones, preferencias de cada uno)
- Turnos de trabajo.
- Recursos fijos y temporales para cada avión, aerolínea o día.
- Demanda programadas.
- Demanda real necesitada.

A partir de esta información se pueden analizar los resultados y así buscar errores.

Ejemplo:

Acceder a información antigua, actualizada, para poder mejorar en un futuro.

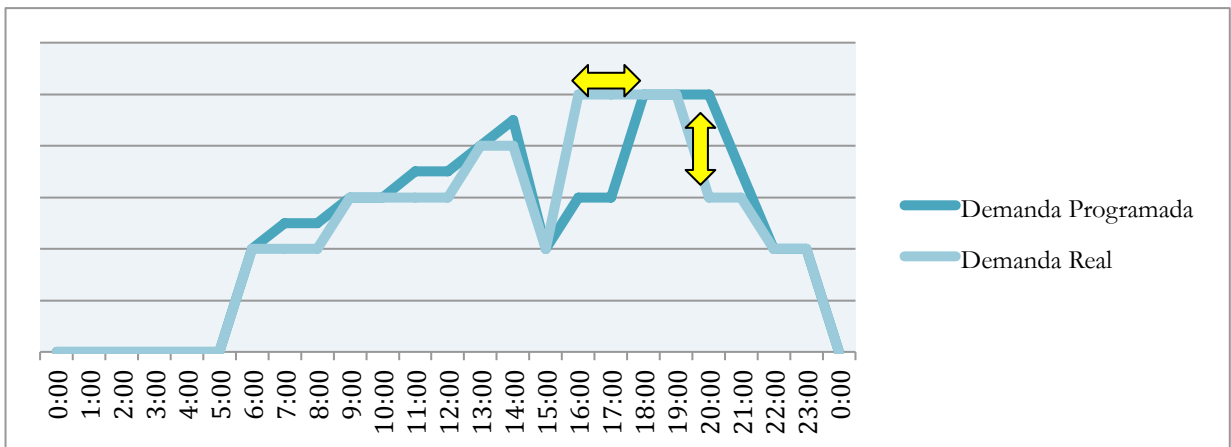


Figura 13: Gráfico para análisis del trabajo realizado utilizando límites de Manhattan Chart

Podemos observar que los recursos asignados para ese día, no fueron suficientes y se tuvieron que añadir más de los previstos. Esto causa muchos problemas a la agencia de handling, ya que tiene que reorganizar todo de forma inmediata. El objetivo a conseguir es minimizar la diferencia entre la demanda esperada y la demanda real.

Al tener que añadir recursos no establecidos, surgen problemas de planificación, además de que hay que asignar tareas a nuevos empleados, y al no estar planeadas, esto puede suponer que el empleado realice más horas. Entonces, si lo hemos contratado por 3 meses y 480h nos encontramos que al tener que asignarles más horas no previstas, va a gastar las horas antes de llegar al final del contrato. Suponiendo un coste para la empresa, ya que el cliente va a recibir la nómina y no le quedaran horas de contrato.

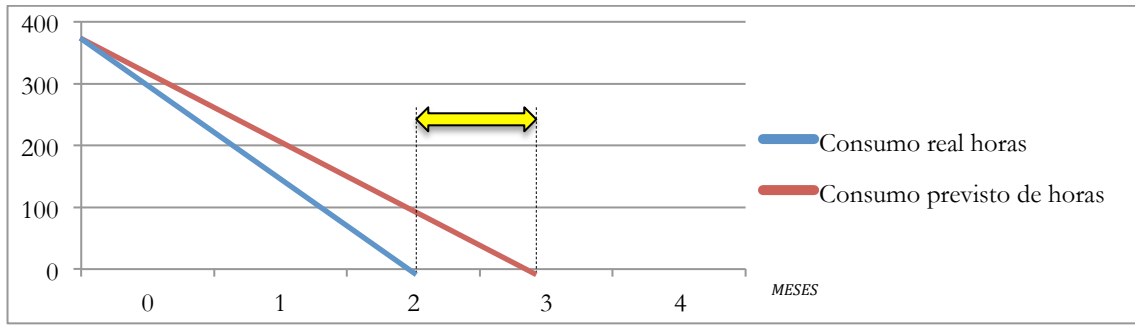


Figura 14: Consumo de horas de los empleados

A través del análisis de todas los datos que podemos obtener del sistema, podemos ir mejorando la previsiones y volviendo a cargar al personal y los recursos planificados de forma mas eficiente.

3. SIMULACIÓN DE LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS AEROPORTUARIOS

Como hemos podido observar durante todo el trabajo, la gestión de los recursos aeroportuarios es muy compleja y difícil de planificar.

Para ello, es importante tener una gran previsión de los recursos necesarios, de cómo se van a desarrollar todas las tareas y del comportamiento de los actores involucrados.

Para poder analizar el comportamiento de los pasajeros en un aeropuerto y los tiempos que necesitan previas a la llegada de la terminal del aeropuerto hasta que salen de el con su respectivo vuelo, se ha realizado una simulación de un pequeño aeropuerto ficticio.

Para la realización de la simulación se ha utilizado el programa SIMIO, un programa para modelajes de simulaciones.

3.1 SIMIO, Simulation Modelating Software

SIMIO, *Simulation Modeling framework based on Intelligent Objects*, es una plataforma de simulación basada en objetos inteligentes, y un entorno gráfico 3D, para el desarrollo de modelos de simulación. Combina la simplicidad de los objetos con la flexibilidad de los procesos, para proporcionar una capacidad de modelado rápido sin la necesidad de programación.

SIMIO es una herramienta que se puede utilizar para predecir y mejorar el rendimiento de sistemas dinámicos, de forma fácil y rápida a través de su interfaz; permitiendo al usuario crear rápidamente modelos 3D, para poder analizar objetivamente alternativas para reducir el riesgo y mejorar el rendimiento.

3.2 Simulación del Aeropuerto

3.2.1 Características del aeropuerto:

- 1 Pista de aterrizaje
- 2 Puertas de embarque remotas
- Parking para coches particulares
- 6 Mostradores de facturación estándares
- 4 Mostradores de facturación automática
- 2 Salas de espera
- Control de seguridad con 2 arcos y 2 máquinas de escaneado de equipajes.
- Servicio de restauración
- Servicios públicos
- Llegada a través de Metro
- Llegada a través de Autobús

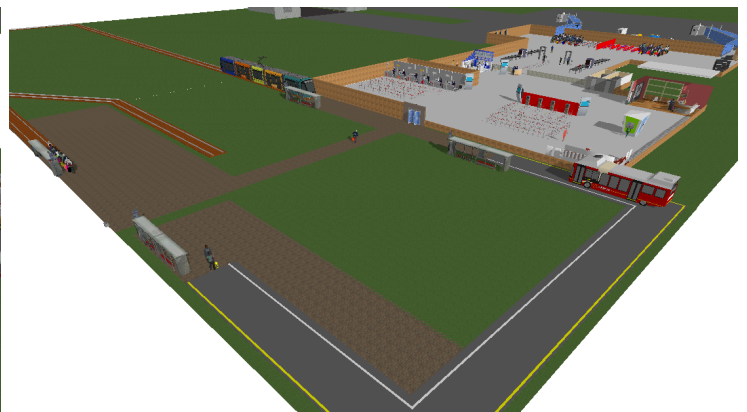
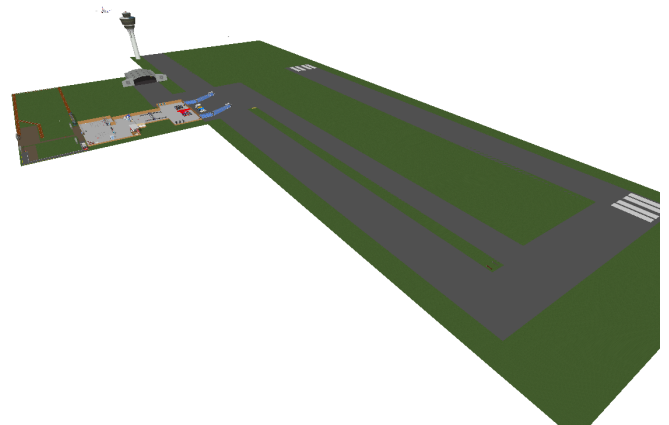


Ilustración 6: Vista general del aeropuerto

3.2.2 Características de la simulación:

- **Entrada Pasajeros:** Los pasajeros llegan al aeropuerto mediante 3 vías (vehículo particular, metro y autobús)

La distribución de los pasajeros va a ser definida por la siguiente tabla, teniendo en cuenta los pasajeros que hay para cada vuelo asignado y los márgenes de entrada de los pasajeros al aeropuerto.

El 30% de los pasajeros de un vuelo se calcula que llegaran antes de 2h 30 minutos y 1h 30 minutos de la salida del vuelo y el 70% de los pasajeros llegarán entre 1h 30 minutos y 30 minutos previos al vuelo.

Franja Horaria	Numero de Pasajeros
0:00 – 01:00	0
01:00 – 02:00	0
02:00 – 03:00	0
03:00 – 04:00	0
04:00 – 05:00	0
05:00 – 06:00	35
06:00 – 07:00	115
07:00 – 08:00	80
08:00 – 09:00	35
09:00 – 10:00	115
10:00 – 11:00	115
11:00 – 12:00	80
12:00 – 13:00	0
13:00 – 14:00	35
14:00 – 15:00	80
15:00 – 16:00	35
16:00 – 17:00	35
17:00 – 18:00	115
18:00 – 19:00	115
19:00 – 20:00	115
20:00 – 21:00	80
21:00 – 22:00	0
22:00 – 23:00	0
23:00 – 0:00	0

Tabla 13: Llegada de los pasajeros

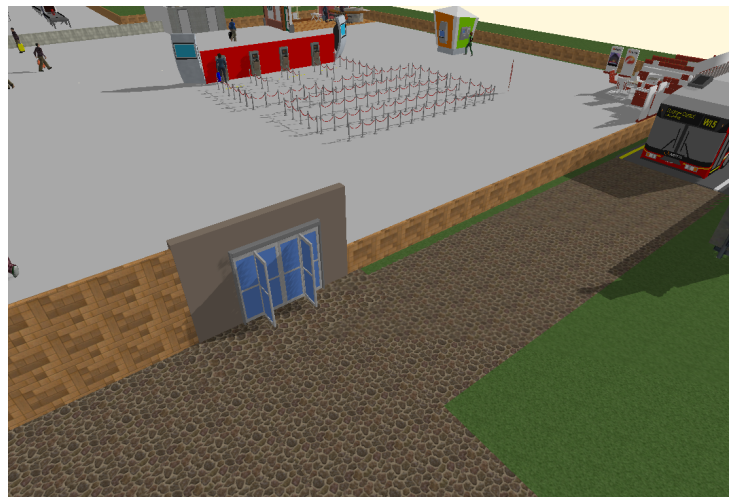
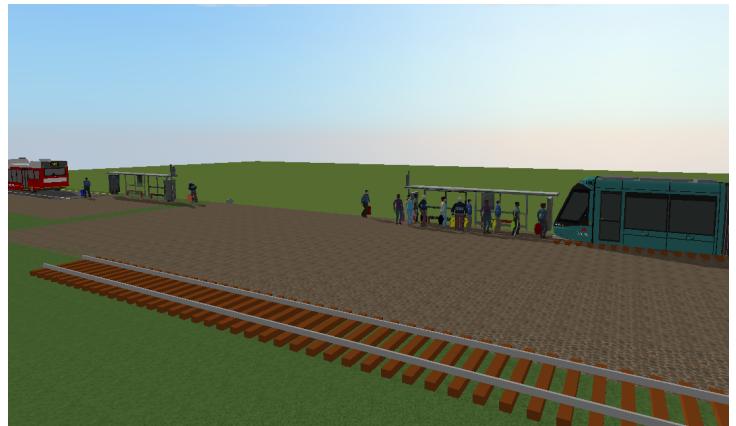


Ilustración 7: Vistas llegada pasajeros y entrada al aeropuerto

- **Entrada Aviones:** La entrada de los aviones va a estar definida por la siguiente tabla de llegadas.

Vuelo	Hora llegada
1	06:30
2	07:30
3	09:30
4	10:30
5	11:30
6	14:30
7	17:30
8	18:30
9	19:30
10	20:30

Tabla 14: Llegada de los aviones

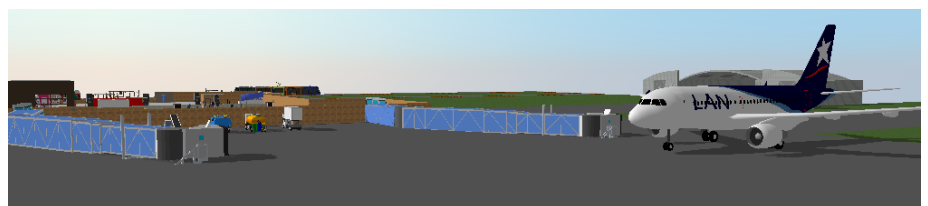
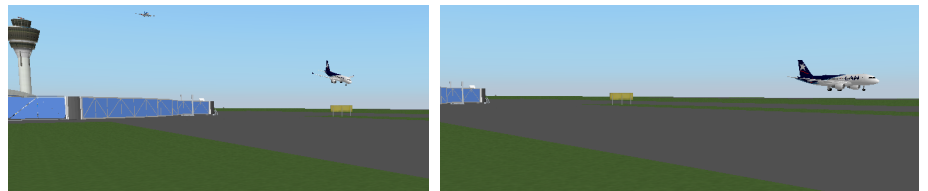


Ilustración 8: Vistas llegada de los aviones al aeropuerto

3.2.3 Funcionamiento de la simulación:

1) Creación de los pasajeros:

La creación de los pasajeros es un elemento indispensable para la simulación, ya que son los elementos principales de esta. Se ha establecido que los pasajeros lleven consigo la maleta que van a facturar al avión. En la animación van a ir con ella en toda la simulación.

Herramientas utilizadas:

- MODEL ENTITY 1: Un objeto que va a representar a los pasajeros, animado con símbolos de personas aleatoria para que sean distintas cada una.
- MODEL ENTITY 2: Objeto que va a representar las maletas de los pasajeros, animadas con símbolos de distintos colores aleatoriamente, para que sean distintas para cada pasajero.
- PROCESO: Se ha creado un proceso para que la entidad del pasajero y la entidad del equipaje se junten. Utilizando los elementos denominados BATCH LOGIC.
- SOURCE: Herramienta que genera objetos de unas características determinadas. En este caso nos va a generar los pasajeros junto con su equipaje, para que empiecen a entrar en el escenario simulado.



Ilustración 9: Pasajeros y equipaje

2) Llegada al aeropuerto:

- Vehículo Particular:
El 40% de los pasajeros van a llegar al aeropuerto mediante vehículo particular, por lo que van a utilizar el parking del aeropuerto, y de allí van a llegar a la puerta de entrada del aeropuerto caminando.
- Metro:
El 35% de los pasajeros van a llegar al aeropuerto a través de la línea de Metro con parada en el aeropuerto.
Para la simulación de los pasajeros que llegan al aeropuerto a través de la línea de metro, se ha establecido una parada donde los pasajeros llegan, consultan el recorrido del metro donde gastan una media de 20 segundos (± 10) y una vez hecha la consulta esperan a que llegue el metro, o suben si el metro esta en la parada. El metro sale cada 10 minutos (± 2) en dirección al aeropuerto con los pasajeros que están dentro.

Las características establecidas para el metro son:

- Recorrido de 15km.
 - Velocidad media de 100km/h.
 - Capacidad máxima de 50 Pax.
- Autobús:
El 25% de los pasajeros llegan al aeropuerto mediante el servicio de Autobús del aeropuerto.
Para simular esta situación, encontramos una parada de autobús, donde llegan los pasajeros, primero consultan el recorrido del autobús, tardando una media de 20 segundos (± 2), una vez consultada suben al autobús si está en la parada, sino esperan a que llegue. El horario de salida del autobús es cada 5 minutos (± 2).
Características establecidas para el autobús:
- Recorrido 5km.
 - Velocidad media de 60km/h.
 - Capacidad máxima de 15 Pax.

Herramientas utilizadas:

- VEHICLE 1: Se utiliza un vehículo con la animación y características anteriormente nombradas para el metro.
- VEHICLE 2: Se utiliza un vehículo con la animación y características anteriormente nombradas para el autobús.
- SERVER 1 y 2: La herramienta Server retiene a los pasajeros, simulando la llegada y consulta de estos en la parada de autobús y metro, y procediendo a ponerlos a la cola para entrar en ellos.
- PATH 1: Camino que va a recorrer el autobús hasta la entrada del aeropuerto, marcado en 5km.
- PATH 2: Camino que va a recorrer el metro hasta la entrada del aeropuerto, marcado en 15km.
- SERVER 3 y 4: Parada donde va a descargar el autobús y el metro respectivamente.

3) Entrada a la terminal del aeropuerto:

Los pasajeros, a través de cualquier de las 3 vías a las que llegan al aeropuerto, entran dentro de la terminal por la puerta principal.

Una vez dentro de la terminal, los pasajeros se dividen según la forma de Check In necesaria para cada uno:

- Facturación tradicional: El 60% de los pasajeros, se establece que van a tener que facturar equipaje, por lo que van a tener que usar los mostradores de facturación. El aeropuerto dispone de 6 mostradores de facturación, una vez el pasajero llega a la cola de los mostradores, se dirige al mostrador de facturación que tiene el menor número de pasajeros en la cola. Al llegar al mostrador, un trabajador activa el proceso de facturación, que le supone al pasajero un tiempo medio de 2 minutos ($\pm 0,5$). Una vez el pasajero termina el proceso de facturación se dirige hacia realizar el control de seguridad.
- Facturación automática: Se considera que el 25% de los pasajeros no tiene que facturar equipaje, por lo que van a dirigirse a la cola de los mostradores de Self-CheckIn para realizar su facturación y confirmación del billete en las máquinas libres o en las que tengan menos cola. Para realizar la facturación automática consumen un tiempo medio de 1,5 minutos ($\pm 0,5$). Una vez finalizada la facturación manual, proceden a dirigirse hacia el control de seguridad.
- Un 10% de los pasajeros, se consideran que ya han confirmado sus billetes a través de los servicios de Check In online de la compañía, por lo que se dirigen directamente hacia el control de seguridad.

Herramientas utilizadas:

- SERVER 1: Puerta de entrada de los pasajeros, donde se juntan los pasajeros indiferentemente de la vía de acceso utilizada para llegar al aeropuerto y entran dentro de la terminal.
- SERVER 2-7: Estación de Check In tradicional, donde los pasajeros realizan la facturación de equipaje.
- WORKER 1-6: Trabajadores de la estación Check In tradicional, necesarios para que los Servers 2-7 funciones, cada trabajador está asignado a una estación particular.
- SERVER 8-11: Mostradores automáticos de facturación.

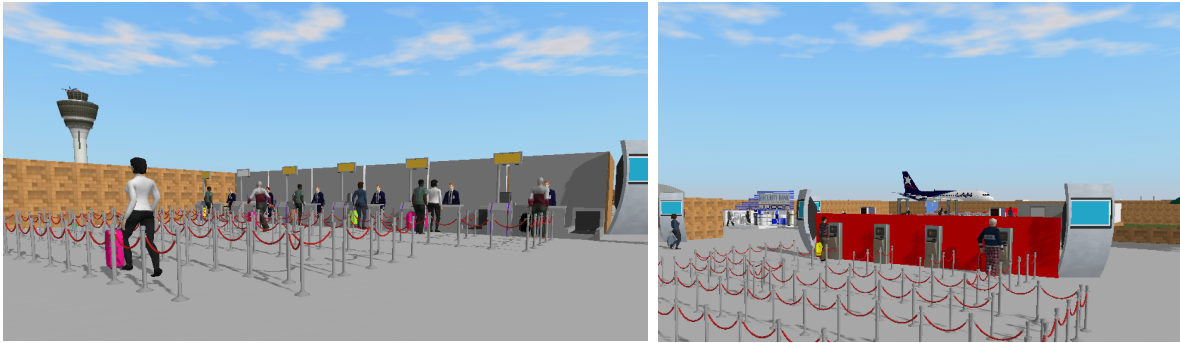


Ilustración 10: Mostradores de facturación

4) Previos al control de seguridad:

Cuando los pasajeros ya han realizado su Check In pertinente y tiene confirmados sus billetes, se dirigen hacia el control de seguridad, pero previamente al control de seguridad se considera:

- Un 20% de los pasajeros, van a utilizar el servicio de restauración. Para ello se van a dirigir a la cafetería del aeropuerto, donde van a iniciar su pedido cuando la dependienta de la cafetería esté libre. Una vez realizada el pedido, van a perder un tiempo consumiendo lo pedido anteriormente. En el servicio de restauración del aeropuerto, se considera que el cliente emplea una media de 1 minuto ($\pm 0,5$) pidiendo su consumición y una media de 3 minutos (± 1) consumiéndola.

Cuando terminan, se considera que el 50% de pasajeros va a utilizar los servicios públicos del aeropuerto, donde se considera que el tiempo medio de utilización es de 3 minutos (± 2). De allí proceden a la comprobación de los billetes, previa a la entrada al control de seguridad, junto a los otros pasajeros que no tenían que usar los lavabos.

- El 80% de los pasajeros, no van a pasar por la cafetería, pero si que un 35% de estos van a utilizar los baños del aeropuerto. Una vez finalizada la utilización de los baños van a proceder a la comprobación de los billetes previamente al control de seguridad junto a los otros 35% de pasajeros que no han utilizado la cafetería.

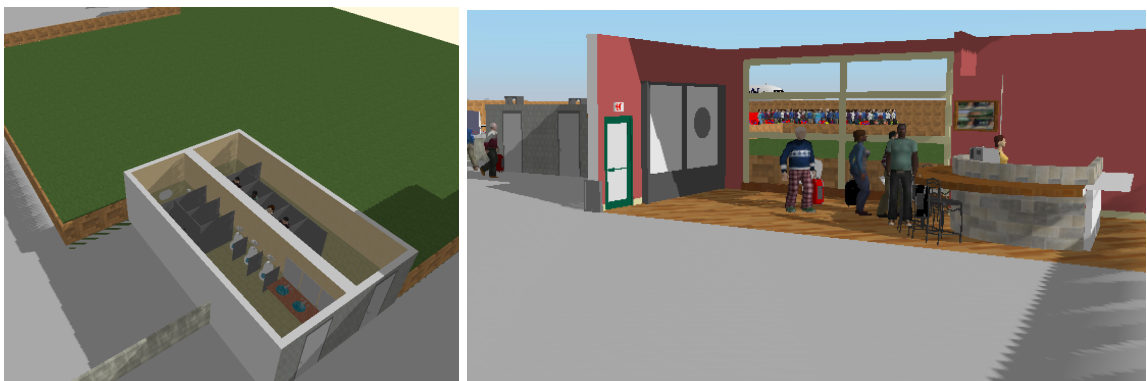


Ilustración 11: Servicios y servicios de restauración del aeropuerto

Herramientas utilizadas:

- TRANSFER NODE 1: Donde los pasajeros se dividen en los que tiene que ir a la cafetería o no.
- TRANSFER NODE 2: Donde los pasajeros que no han ido a la cafetería deciden si tiene que ir al servicio o entrar directamente al control de seguridad.
- SERVER 1: Simulando la cafetería, con su animación correspondiente.
- WORKER 1: Trabajador que necesita la cafetería para empezar a trabajar.
- TRANSFER NODE 3: Lugar donde los pasajero consume la petición realizada.
- PROCESO 1: Proceso que establece el tiempo que necesitaran los clientes de la cafetería para consumir sus pedidos.
- SERVER 2: Simulación de los servicios del aeropuerto, con su animación correspondiente.

5) Control de seguridad:

Antes de que los pasajeros entren al control de seguridad habrá un trabajador encargado de comprobar los billetes de los pasajeros, consumiendo un tiempo medio de 20 segundos (± 10) por pasajeros.

Una vez comprobado, los pasajeros se van a dirigir a cualquier de los dos controles de seguridad, dependiendo de la cola de cada uno de ellos. Al llegar al control, los trabajadores de seguridad darán paso al pasajero, que dejara su maleta en la cinta transportadora de rayos X, y caminará para pasar el arco de seguridad. Una vez pasado el arco de seguridad, el pasajero esperará a que llegue su maleta por la cinta, la recogerá y se dirigirá a la sala de espera de la puerta de embarque designada.

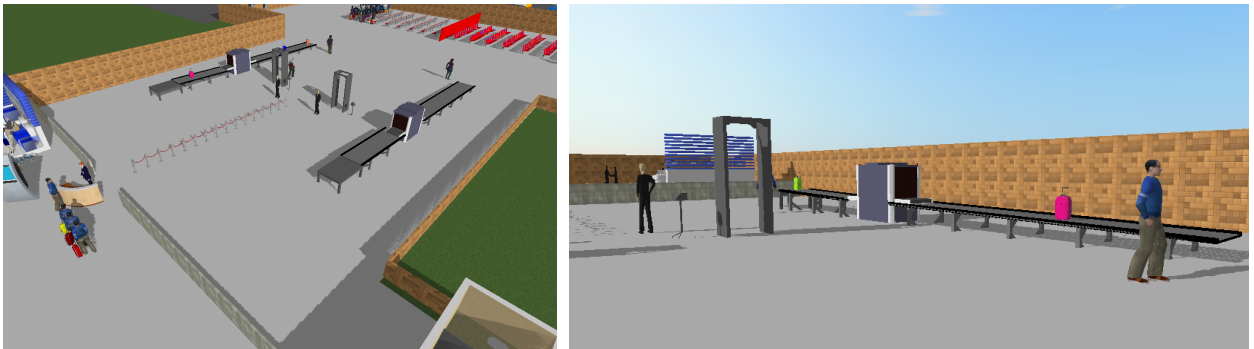


Ilustración 12: Vistas del control de seguridad

Herramientas utilizadas:

- SERVER 1: Donde un trabajador comprueba el billete de los pasajeros.
- WORKER 1: Trabajador que necesita el Server 1 para comprobar los billetes de los pasajeros.
- SERVER 2 y 3: Simulando los arcos del control de seguridad.
- SERVER 3 y 4: Simulando el sistema de rayos X que analiza los equipajes.
- WORKER 2 y 3: Trabajadores del control de seguridad, que dan paso a los pasajeros a través del control de seguridad.
- PROCESO 1: Proceso que simula un posible retraso al separar los equipajes de los pasajeros (dependiendo de la edad del pasajero le es mas fácil o mas difícil).
- PROCESOS 2 y 3: Procesos que separan al pasajero de su equipaje, tanto para el control de seguridad 1 o el 2.
- PROCESOS 4 y 5: Procesos que junta al pasajero con su equipaje, una vez pasado el arco de seguridad por el pasajero y el equipaje por el control de rayos X, tanto para el control de seguridad 1 o el 2.
- PROCESOS 6 y 7: Proceso que hace que el pasajero espere a que llegue su equipaje por la cinta transportadora de la máquina de rayos X.

- TRANSFER NODE 1 y 2: Lugares donde los pasajeros esperan su equipaje, tanto para la máquina de rayos 1 o la 2.

6) Sala de espera:

En la sala de espera, los pasajeros al ir llegando se van a ir esperando en ella si el avión aún no está en el punto de embarque, en cambio si el avión está en el punto de embarque, los pasajeros pasarán directamente al interior del avión.

Herramientas utilizadas:

- SERVER 1 y 2: Lugar donde los pasajeros esperan a que llegue su avión para empezar el embarque, tanto en la sala 1 como en la sala 2.
- SERVER 2 y 3: Puerta de embarque por la que los pasajeros entran al avión, Puerta 1 o Puerta 2 respectivamente.
- PROCESOS 1 y 2: Procesos donde se establece que, si el avión no ha llegado a la puerta correspondiente los pasajeros deben esperar para embarcar, y cuando lleguen vayan embarcando al avión.

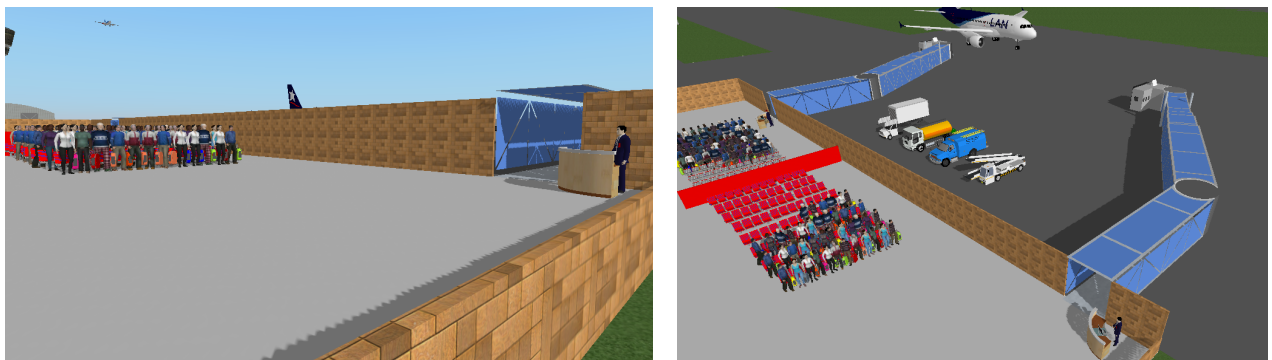


Ilustración 13: Vistas de la sala de espera de las puertas de embarque

7) Llegada y salida de los aviones:

Los aviones van a llegar a la hora establecida en la tabla de llegadas, al aparecer dentro del modelo se dirigen a la puerta de embarque que se les ha asignado y allí aparcan para cargar a los pasajeros y recibir los servicios necesarios. Al llegar a la puerta y aparcar, los pasajeros que estaban en la sala de espera empezaran el embarque. El avión una vez tenga a todos los pasajeros y haya consumido el tiempo de TurnAround establecido de 60 minutos (± 5), va a empezar el rodaje por las pistas del aeropuerto y va a desaparecer, simulando la salida del vuelo.

Herramientas Utilizadas:

- VEHICULO 1: Simulando al avión, con una capacidad para 115 pasajeros (un Airbus A318) y una velocidad de 120km/h.
- SOURCE 1: Lugar donde llegan los aviones.
- PATH 1 y 2: Recorrido de los aviones con destino a la Puerta de Embarque número 1 y 2 respectivamente.
- PATH 3 y 4: Recorrido de salida de los aviones de la Puerta 1 y 2 respectivamente.
- SINK 1 y 2: Herramienta para eliminar todas las entidades dentro del avión (pasajeros) para simular el despegue de la aeronave.



Ilustración 14: Vistas del aparcamiento del avión

IMÁGENES DE LOS PUNTOS DE UNIÓN DE TODAS LAS HERRAMIENTAS UTILIZADAS DENTRO DEL AEROPUERTO:

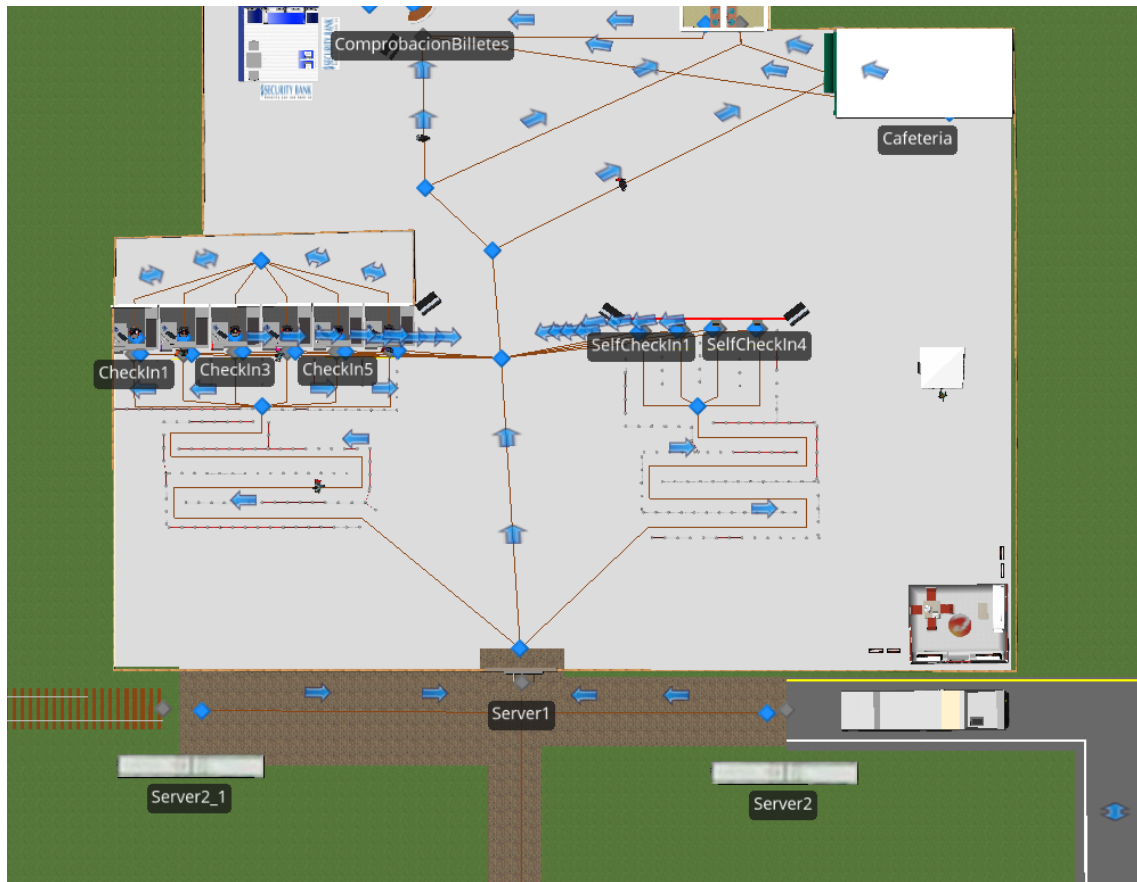


Ilustración 15: Entrada de los pasajeros al aeropuerto

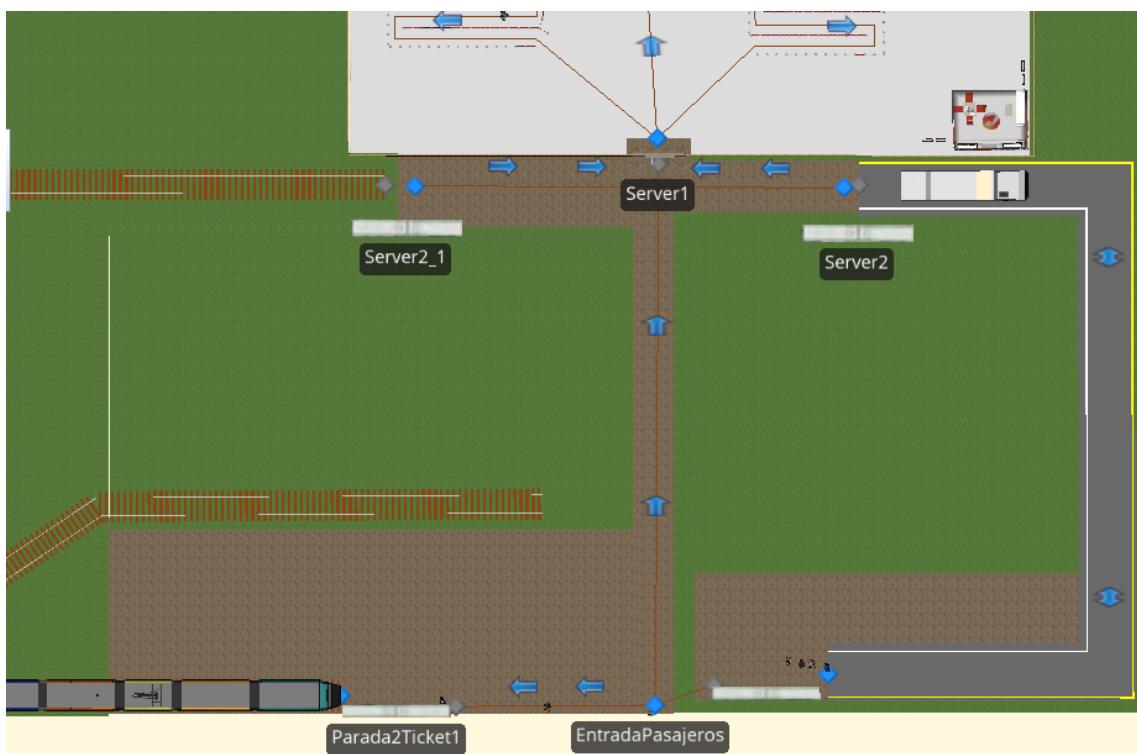


Ilustración 16: Entrada de los pasajeros al sistema

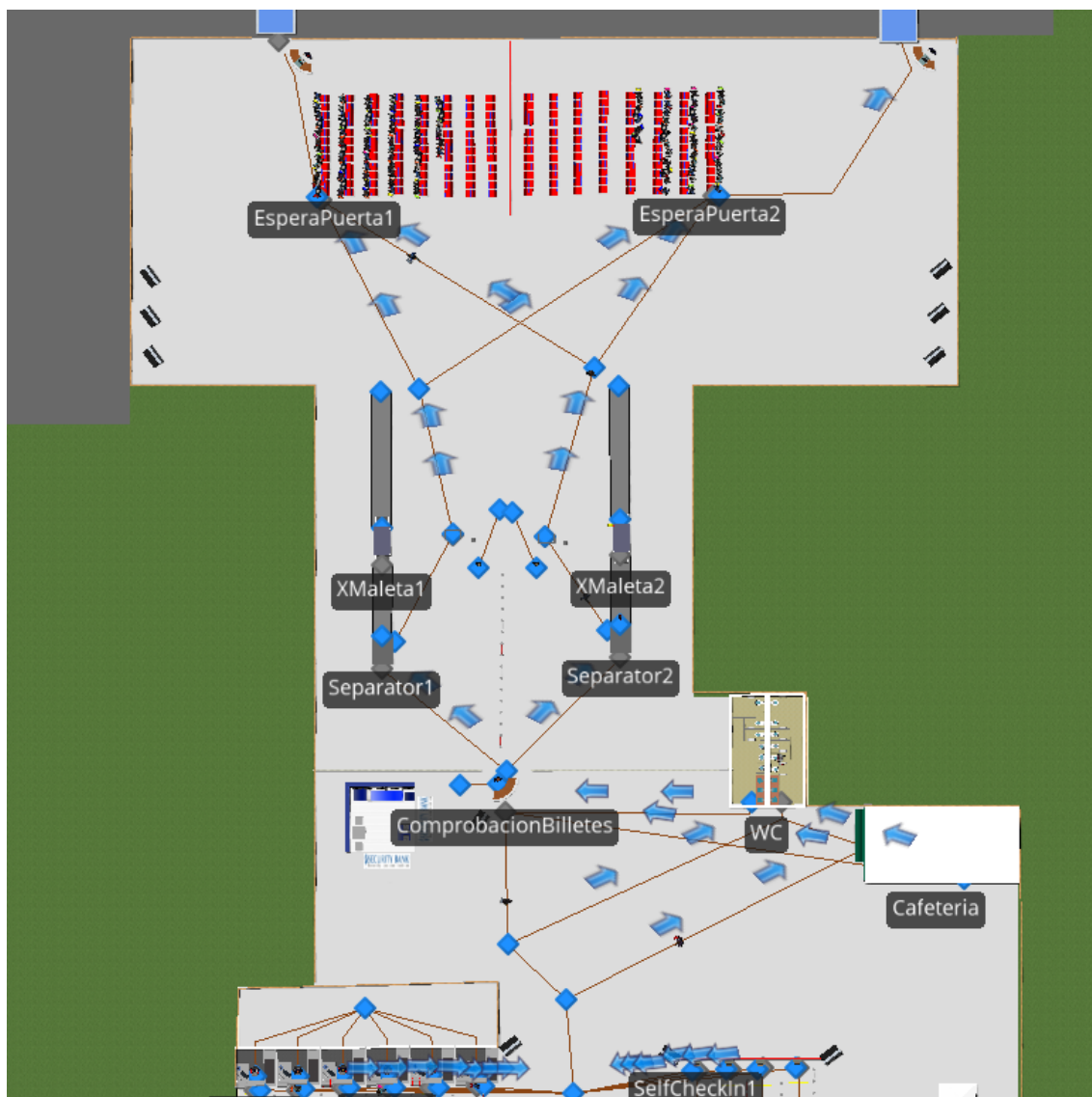


Ilustración 17: Interior del aeropuerto

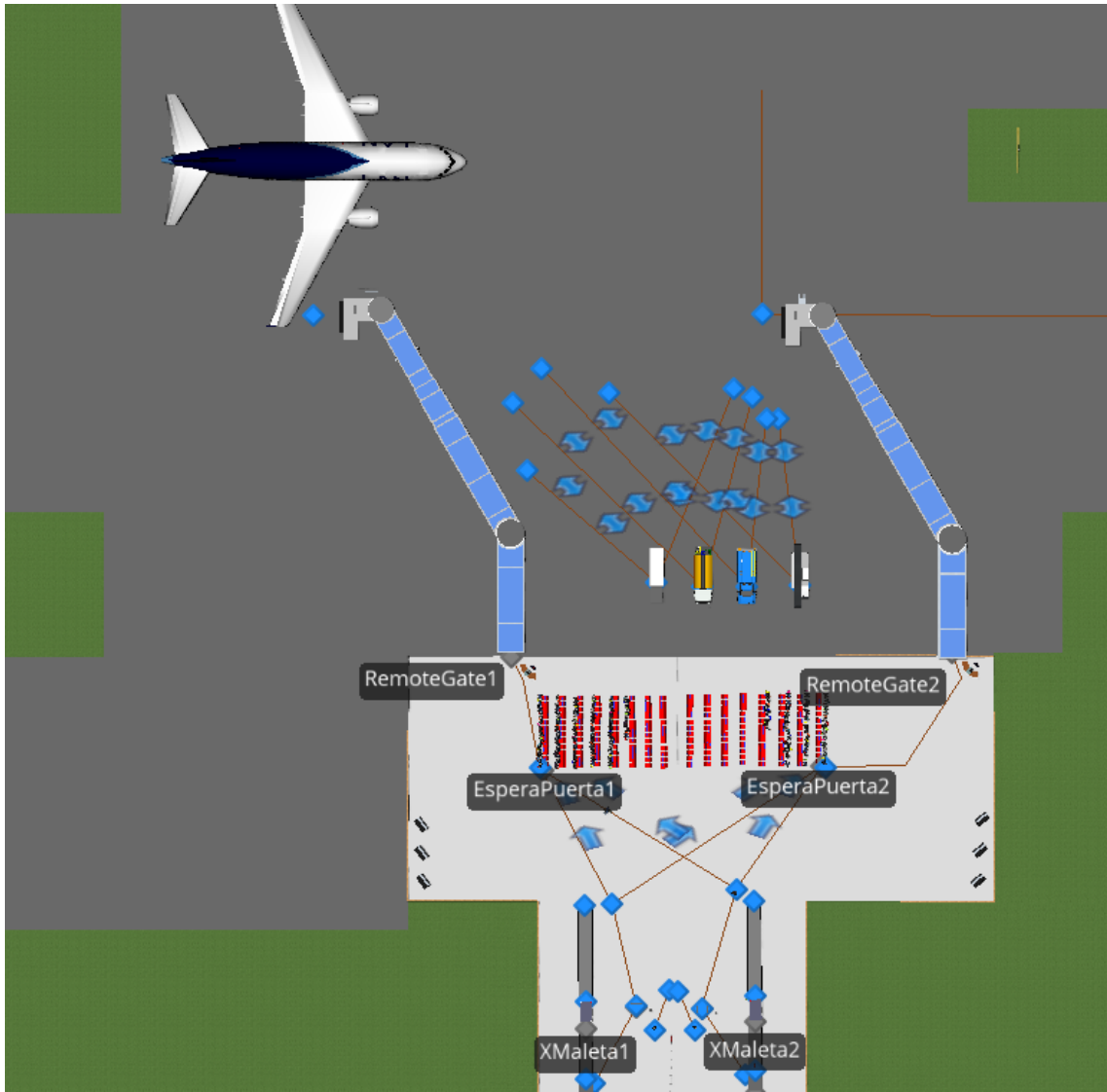


Ilustración 18: Contacto de la terminal con el parking de los aviones

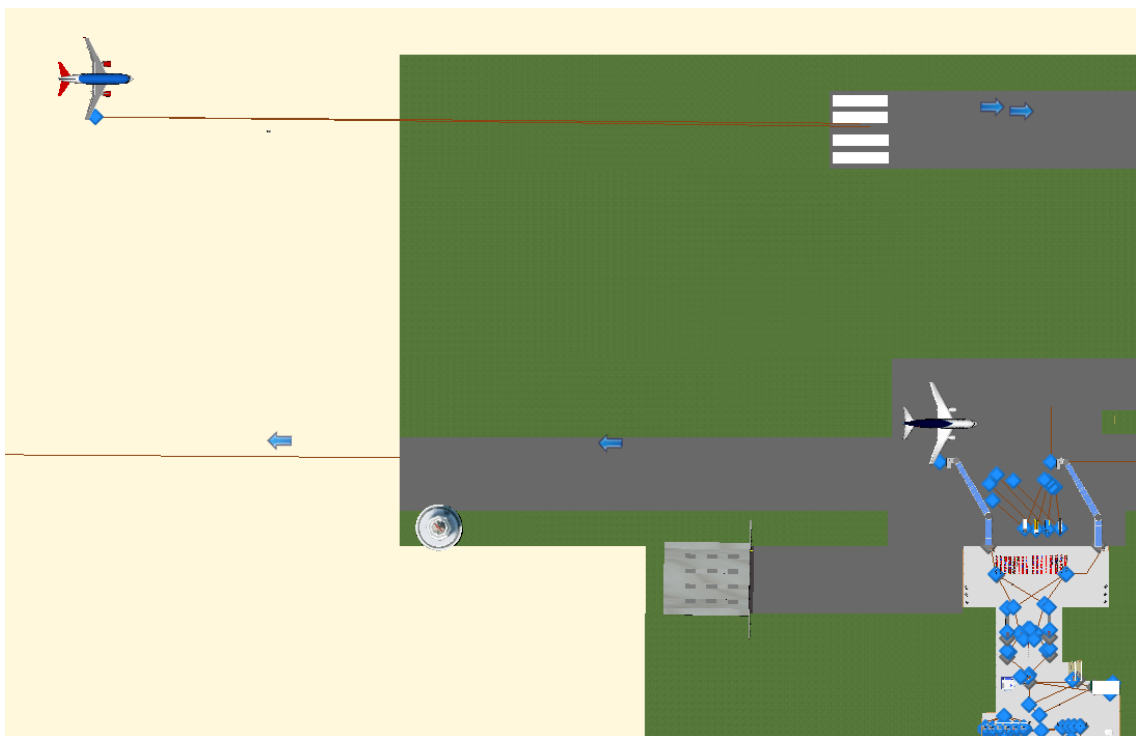


Ilustración 19: Entrada y salida de los aviones al aeropuerto

PROCESOS UTILIZADOS EN LA SIMULACIÓN:

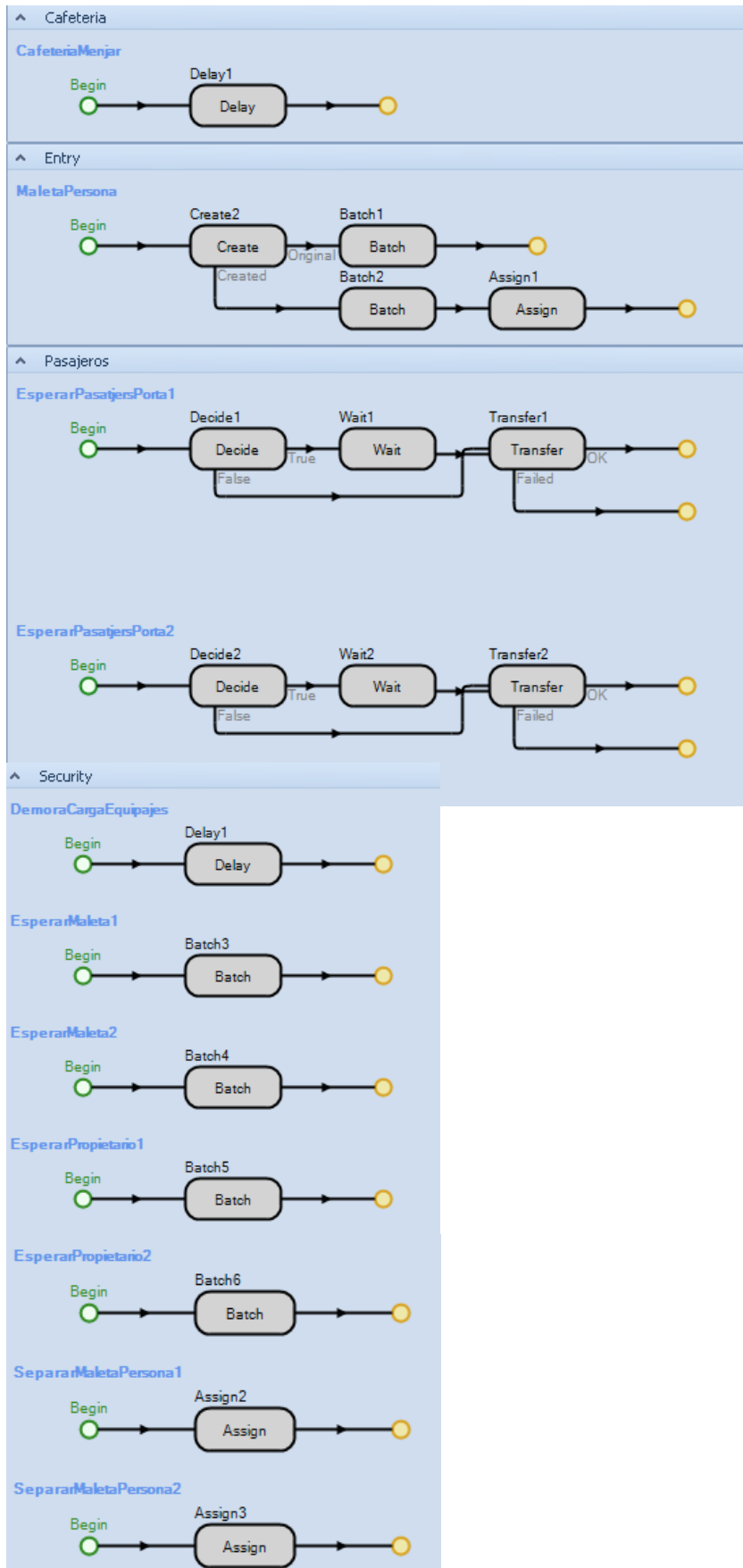


Ilustración 20: Procesos del sistema de simulación

4. ANÁLISIS DE DISTINTOS ESCENARIOS SOBRE LA SIMULACIÓN

La herramienta utilizada para crear la simulación SIMIO, tiene unas funciones muy atractivas para poder sacar conclusiones del sistema.

A través de estas funciones, que son: la de la realización de distintos experimentos variando el modelo inicial y la de análisis de los resultados (que nos realiza un informe de tiempos, porcentajes, utilización, etc., de todas las estaciones y entidades dentro del sistema)

Vamos a utilizar estas herramientas para analizar el modelo creado y tratar de mejorarlo estudiando los problemas y soluciones posibles.

4.1 Modelo construido

En el modelo que se ha realizado, observamos que el tiempo medio que un pasajero está en el sistema, desde que entra al sistema de simulación hasta que sale de él, es de 2,18h, un tiempo bastante razonable, teniendo en cuenta que, a los aviones, se les ha establecido un tiempo de turnaround de 60 minutos (± 5) para que de tiempo a realizar las tareas necesarias para embarcar a los pasajeros.

El tiempo de turnaround de los aviones es bastante elevado, ya que al ser un aeropuerto pequeño, la capacidad de este, para la prestación de los servicios de handling para asistir a los aviones es menor, por eso al tener que prestarles todos los servicios necesarios se tarda más tiempo.

El número establecido de mostradores de facturación es bastante elevado, por las características del aeropuerto, pero es lo que hace que los pasajeros estén tan poco tiempo dentro del aeropuerto, ya que en las colas de los mostradores de facturación, tanto de los convencionales como los de SelfCheckIn, según los resultados de la simulación, sólo hacen que el pasajero gaste una media de 70 segundos esperando en la cola de facturación.

Centrándonos en los lugares más críticos de la gestión de los recursos aeroportuarios, como pueden ser el control de seguridad de un aeropuerto y la facturación de los pasajeros, ya que es un lugar donde los pasajeros gastan mucho tiempo, vamos a realizar distintos experimentos del modelo de simulación en estos sectores.

4.2 Experimentos sobre la afectación del modelo a las variaciones de tiempo en la prestación de servicios de handling

Se va a analizar la afectación que tiene el cambio en el tiempo establecido para la prestación de los servicios de handling en el sistema simulado.

4.2.1 Experimento #1 Retrasos en la operación de handling

Vamos a simular un retraso en la prestación de servicios de handling a las aeronaves, lo que va a afectar al tiempo de turnaround de estas mismas.

En el modelo inicial, el tiempo establecido de turnaround de la aeronave está establecido en 60 minutos (± 5).

Vamos a suponer que hay un retraso de 30 minutos extras para la prestación de los servicios de la aeronave.

Observamos que un retraso en la operación de handling afecta directamente al tiempo que tiene que permanecer el pasajero en la sala de espera. También observamos que este retraso de 30 minutos no afecta al funcionamiento del aeropuerto, ya que el siguiente vuelo previsto para una misma puerta de embarque es al cabo de 1h del tiempo estimado de salida de la aeronave previa.

	MODELO ORIGINAL	MODELO EXPERIMENTO 1	DIFERENCIA
Tiempo turnaround	60 (± 5) min	90 (± 5) min	+ 50 %
Tiempo medio pasajeros	2,18h	2,48h	+ 30 min

Tabla 15: Resultados experimento #1 sobre los retrasos en la operación de handling

Pero, si la afectación de 30 minutos, fuera de 1h, entonces encontraríamos problemas en el sistema, ya que este retraso afectaría a la asignación previa de las puertas de embarque. Al tener tan solo dos puertas de embarque, y al superar las 2h de turnaround, la siguiente aeronave entrante no tendría lugar para aparcar, ya que la puerta de embarque seguiría ocupada, y la otra puerta también. Esto afectaría tanto a la asignación de las puertas de embarque como a los pasajeros, ya que los del vuelo entrante no tendrían ninguna sala de espera donde esperar su vuelo.

4.2.2 Experimento #2 Reducción del tiempo de prestación de servicios de handling

En el modelo original, observamos que el tiempo establecido para prestar los servicios de handling a la aeronave, es de 60 minutos (± 5). Un tiempo elevado debido a que es un aeropuerto pequeño y con pocos recursos.

Vamos a observar, que pasaría, si el aeropuerto hiciera una inversión para gestionar y tener más recursos de handling para poder prestar sus servicios de forma más eficiente. Estableceremos que con esta mejora, el tiempo de prestación de servicios pasa de 60 minutos (± 5) a 35 minutos (± 5), suponiendo un ahorro de 25 minutos.

	MODELO ORIGINAL	MODELO EXPERIMENTO 1	DIFERENCIA
Tiempo turnaround	60 (± 5) min	35 (± 5) min	- 25 min
Tiempo medio pasajeros	2,18h	1,8h	- 22,8 min

Tabla 16: Resultados experimento #2 sobre la disminución de tiempo de prestación de servicios

Observamos que la reducción del tiempo de prestación de los servicios handling supone un ahorro muy grande de tiempo que el pasajero permanece dentro del sistema, una reducción de casi 23 minutos. Por lo que creemos que es una inversión muy importante a hacer en el aeropuerto para mejorar la calidad recibida por los pasajeros.

4.3 Experimentos sobre el impacto del número de mostradores CheckIn en el tiempo que los pasajeros están en el sistema

Se analiza cómo afectan los mostradores de facturación en el comportamiento de los pasajeros y el tiempo que permanecen dentro del sistema simulado.

4.3.1 Experimento #3 Reducción de los mostradores de facturación

Con estos experimentos, vamos a intentar reducir los costes de trabajadores e infraestructuras, para ello lo que vamos a realizar es reducir el número de mostradores de facturación tradicionales del número actual de 6 mostradores a 3, una reducción del 50%, para poder analizar como afecta esto al tiempo que gastan los pasajeros en el aeropuerto.

	MODELO ORIGINAL	MODELO EXPERIMENTO 1	DIFERENCIA
Número de mostradores	6	3	-50%
Tiempo medio pasajeros	2,18h	2,24h	+6min

Tabla 17: Resultados experimento #3 sobre la reducción de los mostradores de facturación

Al reducir los mostradores de facturación, observamos que el tiempo medio del pasajero dentro del aeropuerto aumenta en 6 minutos desde que entra al sistema hasta que sale de él. Aún así, un tiempo de 2,24h dentro del sistema es un tiempo aceptable, teniendo en cuenta que los tiempos de turnaround de los aviones están establecidos en una media de 60 minutos (± 5).

4.3.2 Experimento #4 Mantener la reducción de los mostradores de facturación junto a la reducción del tiempo de turnaround

Siguiendo con la reducción de mostradores tradicionales de facturación al 50% del modelo real, vamos a ver si esta reducción sería viable si los aviones tuvieran un tiempo de turnaround más bajo, aumentando la capacidad de handling del aeropuerto para la asistencia de las aeronaves.

El tiempo de turnaround lo vamos a establecer en 35 minutos (± 5), ya que en experimentos anteriores vemos que ha sido de gran ayuda para reducir el tiempo que permanecen los pasajeros en el sistema.

Contando la reducción del tiempo de turnaround que es de 25 minutos, solo conseguimos reducir el tiempo de estancia de los pasajeros al aeropuerto en 9,6 minutos menos. Esto significa, que los pasajeros van a estar más tiempo en las colas de check in. El programa nos indica que la simulación realizada tiene como resultado unos 19 minutos de media por pasajero en las colas de facturación.

	MODELO ORIGINAL	MODELO EXPERIMENTO 2	DIFERENCIA
Número de mostradores	6	3	- 50 %
Tiempo medio pasajeros	2,18 h	2,02 h	- 9,6 min
Tiempo TurnAround	60 min (± 5)	35 min (± 5)	- 25 min
Tiempo colas facturación	70 seg	19 min	+ 22,8 min

Tabla 18: Resultados experimento #4 sobre la reducción de los mostradores de facturación y el tiempo de turnaround

Observamos, que la reducción del tiempo de turnaround y la reducción de los mostradores de facturación, podría ser una buena opción, ya que los pasajeros permanecen menos tiempo en el sistema simulado, pero por otro lado, aumenta mucho el tiempo que tienen que permanecer en las colas de facturación de los mostradores, exactamente 19 minutos en vez de los 70 segundos cuando había todos los mostradores de facturación.

4.3.3 Experimento #5 Modificación del perfil de los pasajeros del aeropuerto

Si seguimos con el experimento #4, pero haciendo que el aeropuerto sea más turista, y por lo tanto que un 80% de los pasajeros tengan que hacer check in tradicional, un 15% self-check in, y un 5 % check in online. Podremos observar, si con las características actuales, nuestro aeropuerto podría absorber la demanda de más turistas con la reducción de tiempo de turnaround establecido así como la reducción del 50% de los mostradores de facturación respecto al modelo inicial.

La simulación nos refleja que, si el aeropuerto recibe un tipo de target más enfocado al turismo, clientes que van a tener que facturar equipaje, no pueden mantener el tiempo de turnaround a 35 minutos (± 5) y solo 3 mostradores de facturación, ya que encontramos un gran cambio en los tiempos.

Los pasajeros pasan a estar una media de 2,7 horas en el aeropuerto, y de estas 38 minutos son en las colas de facturación. Con este cambio observamos que del total de pasajeros diarios, 36 pasajeros pierden el vuelo y no pueden ser reubicados a otros vuelos que entren más tarde.

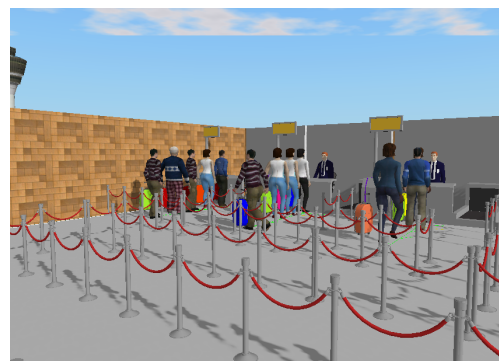


Ilustración 21: Mostradores de facturación experimento

	MODELO ORIGINAL	MODELO EXPERIMENTO 3	DIFERENCIA
Número de mostradores	6	3	-50 %
Pasajeros CheckIn	65 %	80 %	+ 15 %
Pasajeros Self-CheckIn	25 %	15 %	-10 %
Pasajeros Online CheckIn	10 %	5 %	-5 %
Tiempo medio pasajeros	2,18 h	2,7 h	+ 31,2 min
Tiempo TurnAround	60 min (±5)	35 min (±5)	-25 min
Tiempo colas facturación	70 seg	38 min	+ 36,8 min

Tabla 19: Resultados experimento #5 sobre los mostradores de facturación

4.4 Experimentos sobre el impacto del control de seguridad sobre el tiempo de espera de los pasajeros dentro del sistema

Ahora vamos a analizar cómo afecta el control de seguridad a los pasajeros.

4.4.1 Experimento #6 Reducción de la capacidad del control de seguridad

En el modelo inicial, teníamos establecido un control de seguridad doble para poder agilizar el control.

Para este experimento vamos a dejar sólo un máquina de rayos X y un arco detector de metales. Así veremos cómo afecta esto al modelo inicial sobre el tiempo que tardan los pasajeros.

En el modelo inicial, los pasajeros gastan sólo 30 segundos de media para entrar en el control, y pasando el control gastan 40 segundos.

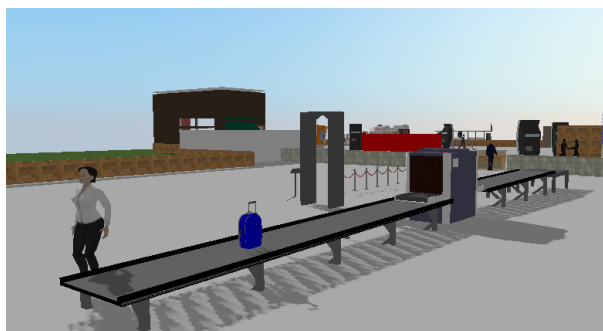


Ilustración 22: Nuevo control de seguridad único

Si les sacamos uno de los dos controles de seguridad, observamos que los tiempos medios de espera para entrar al control de seguridad son un poco excesivos, pasan de 30 segundos a 3 minutos. El tiempo de procesado es el mismo, pero los pasajeros deben esperar sus maletas al final de la cinta transportadora una media de 68 segundos, lo que también aumenta. Provocando que el tiempo medio de pasajero dentro del sistema sea de 2,24 horas.

	MODELO ORIGINAL	MODELO EXPERIMENTO 1	DIFERENCIA
Número de controles	2	1	-50 %
Tiempo colas control seguridad	30 seg	3 min	2,5 min
Tiempo pasar arco seguridad	10 seg	10 seg	0
Espera del equipaje	35 seg	68 seg	+ 33 seg
Tiempo medio pasajeros	2,18 h	2,24 h	+ 3,6 min

Tabla 20: Resultados experimento #6 sobre la capacidad del control de seguridad

Podemos ver que sacar toda una rama del control de seguridad no afecta mucho al tiempo final del pasajero en el sistema, pero si haciéndolos esperar más tiempo a la entrada del control.

Para tratar de agilizar esta estación, podríamos utilizar una máquina más potente para poder analizar los equipajes de forma más eficiente, reduciendo el tiempo que el pasajero espera su equipaje al final de la cinta.

4.4.2 Experimento #7 Mejora del tiempo de procesado del Control de Seguridad

Al dejar sólo un sistema de seguridad en el aeropuerto, los tiempos que los pasajeros esperan para depositar su equipaje es más elevado, sería un tiempo de espera razonable en cuanto al ahorro de personal y maquinaria.

Pero detectamos que el pasajero sigue gastando mucho tiempo esperando a que su equipaje salga de la máquina de rayos X. Por lo que deberíamos considerar mejorar la maquinaria para que trabaje de forma más rápida.

Utilizando una maquinaria que procese el equipaje más rápidamente y aprovechando la reducción del 50% de la maquinaria necesaria, vemos que si utilizamos una máquina que procese el equipaje a 1m/s obtenemos grandes beneficios. Somos capaces de reducir el tiempo de espera de los pasajeros, de 3 minutos a 48 segundos en cola, y además el pasajero que previamente debía esperar 68 segundos su maleta, se convierte en una espera media de 10 segundos a que le llegue su equipaje.

	MODELO ORIGINAL	MODELO EXPERIMENTO 2	DIFERENCIA
Número de controles	2	1	- 50 %
Tiempo procesado rayos X	0,25 m/s	1 m/s	+ 0,75 m/s
Tiempo colas control seguridad	30 seg	48 seg	18 seg
Tiempo pasar arco seguridad	10 seg	10 seg	0
Espera del equipaje	35 seg	10 seg	- 25 seg
Tiempo medio pasajeros	2,18 h	1,8 h	- 23 min

Tabla 21: Resultados experimento #7 sobre el control de seguridad

4.5 Conclusiones sobre los experimentos

No es fácil sacar unas conclusiones firmes sobre los experimentos realizados, ya que no somos la empresa que está gestionando el aeropuerto y no sabemos sus objetivos en base a la gestión. Pero si que podemos analizar un poco los cambios que van surgiendo al hacer modificaciones en el modelos simulado.

Observamos que los problemas que van surgiendo en los experimentos, son muy similares a los que surgen en la vida real, en la gestión de los recursos aeroportuarios, como hemos podido ir viendo a lo largo del trabajo. Por lo que podemos afirmar que la simulación se acerca mucho a la realidad. Vemos también que hay muchas formas de solucionar estos problemas, pero aquí es donde hay que empezar a tomar decisiones, basándose en los servicios que se quieren ofrecer y como se pueden ofrecer.

Cada aeropuerto es un mundo distinto aunque traten, al final, con pasajeros, pero estos tienen características distintas y necesidades diferentes, enfocadas con el objetivo de sus viajes.

El gestor del aeropuerto debe ser el encargado de gestionar los recursos que posee de la mejor forma posible, tomando las decisiones necesarias para que haya el máximo beneficio, tanto para la empresa como para el aeropuerto, por supuesto sin desatender a los pasajeros y a sus necesidades.

CONCLUSIONES

Ante todo creo que en este trabajo se han conseguido los objetivos propuestos en su inicio:

- Conocer el estado de la cuestión o el estado del arte sobre el tema de la gestión de los recursos aeroportuarios.
- Analizar cómo se gestionan.
- Buscar y estudiar las tecnologías existentes y sus posibles aplicaciones para mejorar la gestión de estos recursos.

Este trabajo es fruto de varios meses de recogida de documentación e información y de su análisis. Durante su elaboración me he encontrado que la mayoría de los documentos, informes, reportes y estudios científicos trataban los mismos temas del mismo modo. Por ello he tenido que buscar más información que tratara el tema desde distintos puntos de vista y metodologías de trabajo, para intentar obtener más contrastes y conseguir un conocimiento más amplio y no tan focalizado.

También otro problema ha sido que he encontrado mucha información teórica y muy poca práctica, muy general y poco específica, muy teórica y con pocos ejemplos, como el caso de cómo se maneja la gestión de las puertas de embarque. Si se observan los títulos de la bibliografía, y a pesar de que son los escogidos y estudiados finalmente después de analizar todos los recogidos, encontramos muy pocos que nos den pistas de que puedan ser más prácticos que teóricos.

Existe una falta de documentos prácticos sobre el tema, probablemente por lo expuesto ya en la introducción sobre la diferencia de gestión entre unos y otros aeropuertos y porque las metodologías y tecnologías usadas son distintas. Nos hemos encontrados con el mismo problema con los nuevos procedimientos, ya que todavía están en sus inicios o en fase de prueba.

A pesar que en un principio esto fue un problema, al seguir buscando encontrando y analizando documentos e informaciones, me permitió ampliar el tema y analizar o pensar en aspectos que probablemente primero no me había planteado y ver que el tema daba mucho más de sí.

Ha sido un estudio muy provechoso puesto que me ha permitido conocer no sólo los recursos aeroportuarios existentes más a fondo, sino también como se pueden aplicar las distintas tecnologías, para gestionarlos mejor y sacar el máximo rendimiento, objetivos del trabajo. Además he podido pensar en el uso de otros recursos no específicamente del ámbito aeroportuario sino más generales, sobretodo del entorno empresarial, que podrían ser utilizados.

Finalmente el hecho de poder realizar una simulación con el programa SIMIO ha supuesto poder poner en práctica y ver su utilidad sobre algunas de las propuestas hechas a lo largo del desarrollo del trabajo y comprobar que los problemas estudiados surgen, pero que pueden solucionarse.

Como conclusiones más importantes se pueden destacar las siguientes:

- o Existen suficientes elementos y recursos que bien planificados y usados permiten gestionar de forma eficiente todos los elementos que conforman el tráfico aéreo desde la llegada del avión y del pasajero al aeropuerto y a la terminal y todos los pasos que deben realizarse hasta la partida del avión con los pasajeros a bordo, con la mayor eficiencia y el mínimo tiempo posible, optimizando todo el proceso y utilizando las nuevas tecnologías existentes y emergentes.
- o El transporte aéreo se realiza a través de un entramado muy complejo de actividades, y ello hace que la gestión de los recursos aeroportuarios sea una tarea muy importante para que el aeropuerto funcione de forma correcta, en todos sus ámbitos, adaptándose a las necesidades del mercado y, por lo tanto, satisfacer las necesidades de los principales actores, los pasajeros, pero también del personal del aeropuerto, del de las aerolíneas, de las empresas contratadas para realizar diversos servicios, y evidentemente que sean rentables para todos ellos.

- Cada vez se necesita más tecnología para poder gestionar los recursos aeroportuarios, rápida y eficientemente, desde los mostradores de facturación, a las salas de espera, a las puertas de embarque, de los controles de seguridad y los aduaneros, de la gestión de la carga al mantenimiento de las instalaciones y las aeronaves, del parking del aeropuerto al de los aviones, tanto en el lado aire como en el lado tierra, que es sobre el que nos hemos centrado principalmente.
- Existen programas que permiten realizar muchos de los procesos descritos, pero aunque tengan la misma función, en todos los aeropuertos están desarrolladas con distintas plataformas y programas de lenguajes diferentes, por ello es difícil integrar estas herramientas de software que usan distintas tecnologías, plataformas y lenguajes. A pesar de ello actualmente se está haciendo un gran esfuerzo para que los aeropuertos usen una misma terminología y plataforma. Por ejemplo SWIM o A-CDM. Ello no es fácil dado que hay que hacer circular un gran volumen de información, en un campo muy extenso, en poco tiempo y para muchas personas.
- Finalmente, con la simulación realizada se ha observado que en los experimentos van surgiendo los mismos problemas o muy similares a los que surgen en la vida real en la gestión de los recursos aeroportuarios. Por lo que podemos afirmar que la simulación se acerca mucho a la realidad. Y también me ha permitido comprobar la gran complejidad a la hora de gestionar los recursos y de intentar resolver los problemas.

BIBLIOGRAFIA

1. ACI, IATA, EUROCONTROL. *The Manual: Airport CDM Implementation*. 2012. 359 paginas.
2. Acuna Rodrigo, *The Stand Allocation Problem*. Amadeus. Georgia Tech 2012.
3. *Airport Operations Manual – Airfield Operations*, Part D – Section 2, Stand Allocation, Hong Kong International Airport. Marzo de 2014. 6 paginas.
4. Allen Joines Jeffrey and Desan Roberts Stephen, *Simulation Modeling with SIMIO*. Raleigh: SIMIO LLC. 2010.
5. Ashford Norman J. y otros, *Airport Operations*. USA: Mc Graw-Hill, 2013.
6. Carmona A. Isidro, *Operaciones Aeroportuarias*. Madrid: Fundación Aena, 2010.
7. Cook Andrew, *European Air Traffic Management*. Burlington: Ashgate Publishing Company, 2008.
8. Da Silva Saulo, *System Wide Information Management*. ICAO. Mayo 2012. 18 paginas.
9. Domingo Calvo Mariano, *Descubrir el handling aeroportuario*. Madrid: Centro de Documentación y Publicaciones de Aena, 2005.
10. Dublin Airport Authority, *Dublin Airport Stand Allocation Rules*. Julio 2011. 8 paginas.
11. Eurocontrol, *Airport Collaborative Decision Making*. FMP Exchange 2013. 24 paginas.
12. Eurocontrol, *Airport Collaborative Decision Making*. Madrid: AERODAYS 2011. 20 paginas.
13. Eurocontrol, *Safety Assessment of Airport Collaborative Decision Making (A-CDM)*. Diciembre 2008. 61 paginas.
14. García Cruzado Marcos, *Descubrir la operación de aeropuertos*. Madrid: Centro de Documentación y Publicaciones de Aena, 2008.
15. Graham Anne, *Managing Airports*. Hungary: Charton Tec. Ltd.,2008.
16. Herrera García Alfonso, *Innovaciones en la Tecnología Aeroportuaria*. Sanfandila Qro.: Publicación Técnica No: 317. 2008. 173 paginas.
17. IATA *Airport Handling Manual*, Table of Contents. 2015 (35th edition). 15 paginas.
18. Kelton W. David, Smith Jeffrey S. and Sturrock David T.. *Simio & Simulation Modelling, Analysis, Applications*. USA: King Printing 2011.

19. Marsden Allan, Episode 3: *Sesar Collaborative Airport Planning Expert Group Report*. Sixth Framework Programme. 41 paginas.
20. Norin Anna, *Airport Logistics, Modeling and Optimizing the Turn-Around Process*. Sweden: 2008. 109 paginas.
21. Park Yonghwa Park and Abn Seung B., *Transportation Planning and Tecnology, Optimal assignament for check-in counters based on passanger arrival behaviour at an airport*. Korea: Korea Transportation Institute 2003.
22. Seamster Thomas L. and Kanki Barbara G., *Aviation Information Management*. Burlington: Ashgate Publishing Company, 2002.
23. SESAR *Joint Undertaking, System Wide Information Management*, Sesar Factsheet No1, 2011. 4 paginas.
24. SESAR *Joint Undertaking, Business Trajectory / '4D' Trajectory*. Sesar Factsheet No2, 2010. 3 paginas.
25. SESAR Consortium, *The ATM Target Concept D3*. Toulouse: Septiembre 2007. 108 paginas
26. Swisport, *Standard Ground Handling Agreement*. 2013. 216 paginas.
27. Tejada Anguiano Iván, *Descubrir los aeropuertos*. Madrid: Centro de Documentación y Publicaciones de Aena, 2008.
28. Titan Consortium, *Turnaround Integration in Trajectory And Network*. Julio 2011. 27 paginas.
29. Wensveen John G., *Air Transportation*. Burlington: Ashgate Publishing Company, 2011.
30. Young Seth B. and Wells Alexander T., *Airport Planning & Management*. USA: Mc Graw-Hill, 2011.
31. Zurich Airport, *A-CDM OPS Manual*. Zurich 2013. 46 paginas.
32. www.eurocontrol.int
33. www.sesarju.eu
34. www.iata.org
35. www.sita.aero
36. www.amadeus.org
37. www.icao.org
38. www.skybrary.aero

ÍNDICE DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AAL	-	Asian Airlines
A-CDM	-	Airport Collaborative Decision Making
AENA	-	Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea
ADRM	-	(IATA) Airport Development Reference Manual
AGHT	-	Aeroplane Ground Handling Start Time
AHM	-	(IATA) Airport Handling Manual
AIBT	-	Aeroplane In-Block Time
ARDT	-	Aircraft Ready Time
ASRT	-	Start-up request Time
ASU	-	Air Star Unit
ATA	-	Actual Time of Arrival
ATC	-	Air Traffic Control
ATM	-	Air Traffic Management
CBP	-	Customs and Boarder Protection Service
DAA	-	Autoridades Aeropuerto Dublin
EDT	-	Estimated Departure Time
ELDT	-	Estimated Landing Time
FAA	-	Administración federal de aviación “USA”
GADM	-	Global Aviation Data Management
GMP	-	Seoul Gimpo International Airport
GPU	-	Ground power unit
IATA	-	International Air Transport Association
ICN	-	Incheon International Airport
IGHC	-	(IATA) Ground Handling Council
IGOM	-	Ground operations manual
ISAGO	-	(IATA) Safety Audit for Ground Operations
KAL	-	Korean Air
MST	-	Milestones
MST 10	-	TSAT Issue
MST 11	-	Start Boarding Time
MST 14	-	Start-up approved Time
NMOC	-	Network Manager Operation Center
OACI	-	Organización de Aviación Civil Internacional
PMI	-	Aeropuerto Palma de Mallorca
SESAR	-	Single European Sky ATM Research, Cielo Único Europeo

SDG	-	Sistema de Distribución Global de Amadeus
SITA	-	Société Internationale de Télécommunications Aéronautiques
SLA	-	Service Level Agreement
SGHA	-	(IATA) Contrato normalizado de asistencia en tierra
SIMIO	-	Simulation Modeling Framework based on Intelligent Objects
SLS	-	Standard Service Level Agreement
SWIM	-	System Wide Information Management
TOBT	-	Target Off-Block Time
TSAT	-	Target Start Up Approval Time
ULD	-	Unit Load Device

INDICE DE TABLAS, ILUSTRACIONES Y FIGURAS

Tablas

Tabla 1: Operaciones en el lado tierra	6
Tabla 2: Responsables y recursos necesarios para cada actividad	8
Tabla 3: Ventajas y desventajas de las diferentes puertas de embarque	20
Tabla 4: Modelo para la asignación de los mostradores	26
Tabla 5: Determinación tiempos de trabajo	32
Tabla 6: Asignación tiempos trabajo	33
Tabla 7: SLS entre Air Europa y Deutsche Lufthansa y la compañía de handling	40
Tabla 8: Planificación de Vuelos contratados con la aerolínea de 6:00 a 8:45, Viernes 10 Diciembre 2014	40
Tabla 9: Turnos de trabajo	41
Tabla 10: Recursos fijos necesarios	41
Tabla 11: Listado trabajadores	42
Tabla 12: Asignación turnos de trabajo	42
Tabla 13: Llegada de los pasajeros	46
Tabla 14: Llegada de los aviones	46
Tabla 15: Resultados experimento #1 sobre los retrasos en la operación de handling	57
Tabla 16: Resultados experimento #2 sobre la disminución de tiempo de prestación de Servicios	57
Tabla 17: Resultados experimento #3 sobre la reducción de los mostradores de facturación	57
Tabla 18: Resultados experimento #4 sobre la reducción de los mostradores de facturación y el tiempo de turnaround	58
Tabla 19: Resultados experimento #5 sobre los mostradores de facturación	59
Tabla 20: Resultados experimento #6 sobre la capacidad del control de seguridad	59
Tabla 21: Resultados experimento #7 sobre el control de seguridad	60

Ilustraciones

Ilustración 1: Imágenes recursos Fijos	7
Ilustración 2: Imágenes recursos móviles	7

Ilustración 3: Imágenes recursos personal	8
Ilustración 4: Etiquetado del equipaje	30
Ilustración 5: Maquinaria localización equipajes	34
Ilustración 6: Vista general del aeropuerto	45
Ilustración 7: Vistas llegada pasajeros y entrada al aeropuerto	46
Ilustración 8: Vistas llegada de los aviones al aeropuerto	46
Ilustración 9: Pasajeros y equipaje	47
Ilustración 10: Mostradores de facturación	49
Ilustración 11: Servicios y servicios de restauración del aeropuerto	49
Ilustración 12: Vistas del control de seguridad	50
Ilustración 13: Vistas de la sala de espera de las puertas de embarque	51
Ilustración 14: Vistas del aparcamiento del avión	51
Ilustración 15: Entrada de los pasajeros al aeropuerto	52
Ilustración 16: Entrada de los pasajeros al sistema	52
Ilustración 17: Interior del aeropuerto	53
Ilustración 18: Contacto de la terminal con el parking de los aviones	54
Ilustración 19: Entrada y salida de los aviones al aeropuerto	54
Ilustración 20: Procesos del sistema de simulación	55
Ilustración 21: Mostradores de facturación experimento	58
Ilustración 22: Nuevo control de seguridad único	59

Figuras

Figura 1: Milestones ACDM http://dcdesignstech.com/new-airport-insider/a-cdm-concept-elements-setting-milestones/	13
Figura 2: Comunicación hoy en día https://www.eurocontrol.int/swim	15
Figura 3: Comunicación utilizando SWIM https://www.eurocontrol.int/swim	16
Figura 4: Trayectoria 4D <i>Sesar Factsheet 'Business Trajectory / '4D' Trajectory</i>	17
Figura 5: Diferentes distribuciones típicas de las puertas de embarque en los aeropuertos	19
Figura 6: Restricciones para la asignación de las puertas de embarque http://www.agifors.org/document.go?documentId=2197&action=download	21
Figura 7: Sistema de tratamientos de equipajes http://architecturalchoreography.blogspot.com.es/2013/01/eiab-week-1.html	32
Figura 8: Asignación tiempos de procesado por vuelo	33
Figura 9: Prestación de servicios http://www.workbridge.com/default.asp?ID=500103000200009	37

Figura 10: Planificación prevista Vuelo AEA1034, para Viernes 10 Diciembre 2014	40
Figura 11: Planificación prevista para vuelos del Viernes 10 Diciembre 2014, de 5:00 a 9:00	41
Figura 12: Planificación prevista vuelos Viernes 10 Diciembre 2014	42
Figura 13: Gráfico para análisis del trabajo realizado utilizando limites de Manhattan Chart	43
Figura 14: Consumo de horas de los empleados	44