

ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN A-CDM

Propuestas de mejora para una mayor eficiencia aeroportuaria

Clàudia Fonseca Lozano

Memoria del Trabajo Final de Máster Universitario en Gestión Aeronáutica

Escuela de Ingeniería
Universidad Autònoma de Barcelona

Supervisado por Joan Rosselló

Noviembre 2020

El abajo firmante, Joan Rosselló

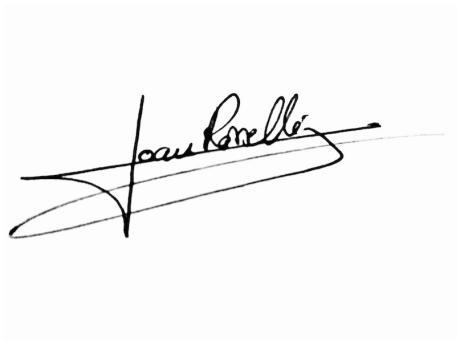
Profesor de los estudios de Máster Universitario en Gestión Aeronáutica de la UAB,

CERTIFICA:

Que el trabajo al qué corresponde esta memoria ha sido realizado bajo su dirección por el señor:

Joan Rosselló

Y para que conste en firma la presente.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Joan Rosselló', is written over a light gray rectangular background. The signature is stylized with a large, sweeping initial 'J' and a long horizontal stroke extending to the right.

Firmado: Joan Rosselló

Sabadell, 27 de octubre de 2020

RESUM DE LA MEMÒRIA FINAL DE MÀSTER

Títol del projecte: Anàlisi de la implementació A-CDM. Propostes de millora per a una millor eficiència aeroportuària

Autora: Clàudia Fonseca Lozano

Tutor: Joan Rosselló

Paraules clau: A-CDM, TOBT, TSAT, eficiència, saturació, trànsit aeri, aeroport

Resum

A causa del constant augment del trànsit aeri a Europa, els aeroports es veuen obligats a treballar amb el volum de vols a prop de la capacitat màxima que poden operar. Per aquest motiu, és necessari prendre mesures per millorar l'eficiència i la capacitat dels aeroports.

Airport Collaborative Decision Making forma part del programa europeu SESAR en l'àmbit aeroportuari. A-CDM proporciona una precisa descripció en temps real de l'escala d'una aeronau al Network Manager Operation Centre d'Eurocontrol per millorar la gestió de l'espai aeri.

Aquest projecte presenta la implementació A-CDM a través de l'anàlisi de les funcions de cada usuari, establint una sèrie d'avantatges i millores en la problemàtica derivada de la saturació aèria.

RESUMEN DE LA MEMORIA FINAL DE MÁSTER

Título del proyecto: Análisis de la implementación A-CDM. Propuestas de mejora para una mayor eficiencia aeroportuaria

Autora: Clàudia Fonseca Lozano

Tutor: Joan Rosselló

Palabras clave: A-CDM, TOBT, TSAT, eficiencia, saturación, tráfico aéreo, aeropuerto

Resumen

Debido al constante aumento del tráfico aéreo en Europa, los aeropuertos se ven obligados a trabajar con volumen de vuelos cerca a la capacidad máxima que pueden operar. Por este motivo, es necesario tomar medidas para mejorar la eficiencia y la capacidad de los aeropuertos.

Airport Collaborative Decision Making forma parte del programa europeo SESAR en el ámbito aeroportuario. A-CDM proporciona una precisa descripción en tiempo real de la escala de una aeronave al Network Manager Operation Centre de Eurocontrol para mejorar la gestión del espacio aéreo.

Este proyecto presenta la implementación A-CDM y mediante el análisis de las funciones de cada usuario, estableciendo una serie de ventajas y mejoras en la problemática derivada de la saturación aérea.

MASTER'S FINAL MEMORY ABSTRACT

Title: Analysis of the A-CDM implementation. Proposals for a better airport efficiency

Author: Clàudia Fonseca Lozano

Mentor: Joan Rosselló

Keywords: A-CDM, TOBT, TSAT, efficiency, saturation, air traffic, airport

Overview

Due to the increasing air traffic in Europe, airports are forced to work with volumes of flights close to the maximum capacity they can operate. For this reason it is necessary to take measures to improve the efficiency and capacity of airports.

Airport Collaborative Decision Making, as part of the European program SESAR, provides an accurate real-time description of the turnaround of an aircraft to the Network Manager Operation Centre of Eurocontrol to improve airspace management.

This project presents the implementation of A-CDM through the analysis of the functions of each user, establishing a series of advantages and improvements in the problems derivative from the airspace saturation.

Índice

	Pág
1. Introducción	1
2. Abreviaturas y acrónimos	3
3. Airport Collaborative Decision Making (A-CDM)	7
3.1. Elementos principales en la red A-CDM	10
3.2. Configuración del proyecto Airport CDM	14
3.3. Implementación A-CDM	20
3.3.1. Información Compartida. Plataforma Airport CDM	22
3.3.2. Milestone Approach	26
3.3.3. Variable Taxi Time (VTT)	43
3.3.4. Pre-departure Sequencing	45
3.3.5. Condiciones Adversas	46
3.3.6. Collaborative Management of Flight Updates	51
3.3.7. Conexión del Aeropuerto con el Network Manager Operation Centre	56
3.3.7.1. Certificación como Aeropuerto CDM	57
3.3.8. Proceso de Turnaround en las aeronaves	58
3.3.8.1. Tiempos Mínimos de Escala (MTTT)	64
3.4. Procedimientos de los usuarios A-CDM	66
4. Análisis de las ventajas A-CDM y propuestas de mejora para una mayor eficiencia aeroportuaria	79
5. Conclusiones	88
6. Referencias Bibliográficas	90
7. Anexos	98

Índice de tablas

2.	Lista indicativa de Milestones. Fuente: Elaboración propia	29
3.	Condiciones adversas predecibles e impredecibles. Fuente: Elaboración propia	47
4.	Acrónimos operaciones de deshielo. Fuente: Elaboración propia	49
5.	Ventajas del A-CDM en los usuarios parte. Fuente: Elaboración propia	84

Índice de figuras

1.	Usuarios A-CDM. Fuente: Elaboración propia	10
2.	Ejemplo de Regulación. Fuente: Elaboración propia	12
3.	Visualización TOBT y TSAT en el Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona-El Prat. Fuente: Elaboración propia	14
4.	Proceso General en la implementación A-CDM. Fuente: Eurocontrol (2017). Traducción propia	17
5.	Elementos conceptuales A-CDM. Fuente: ICAO. Implementation Ele- ments (2018). Traducción propia	20
6.	Información compartida de los usuarios A-CDM. Fuente: Eurocontrol. Airport-CDM Manual (2017). Traducción propia	24
7.	Datos comunes relacionados con la aeronave. Fuente: Elaboración propia	25
8.	Estados del vuelo. Fuente: Eurocontrol. Airport-CDM Manual (2017)	26
9.	Enfoque de Milestones. Fuente: Eurocontrol. Airport-CDM Manual (2017)	30
10.	Proceso de puesta en marcha considerando Milestones 13-14. Fuente: Aeropuerto de Palma de Mallorca. Aena (Versión 02)	41
11.	Mensajes DPI - FUM. Fuente: Eurocontrol. Airport CDM Manual (2017)	52
12.	Mensajes DPI en un vuelo sin regulación. Fuente: Eurocontrol. DPI Implementation Guide (2020)	54
13.	Mensajes DPI en un vuelo regulado (CTOT). Fuente: Eurocontrol. DPI Implementation Guide (2020)	54
14.	Visualización mensajes DPI en SCENA Aeropuerto PMI. Fuente: Ela- boración propia	55
15.	Camino crítico en el proceso de turnaround. Fuente: N. Ashford; M. Stanton; A. Moore. Airport Operations (1997)	58
16.	Llegada y salida en hora. Fuente: A. Kolukisa. Evaluating Aircraft Turnaround Process in the Framework of Airport Design and Airline Behaviour (2011)	59

17.	Llegada y salida en hora con Buffer Time. Fuente: A. Kolukisa. Evaluating Aircraft Turnaround Process in the Framework of Airport Design and Airline Behaviour (2011)	60
18.	Llegada en hora y salida adelantada. Fuente: A. Kolukisa. Evaluating Aircraft Turnaround Process in the Framework of Airport Design and Airline Behaviour (2011)	60
19.	Llegada tardía y salida en hora con Buffer Time. Fuente: A. Kolukisa. Evaluating Aircraft Turnaround Process in the Framework of Airport Design and Airline Behaviour (2011)	60
20.	Llegada tardía y salida en hora. Fuente: A. Kolukisa. Evaluating Aircraft Turnaround Process in the Framework of Airport Design and Airline Behaviour (2011)	61
21.	Llegada y salida tardía generando retraso. Fuente: A. Kolukisa. Evaluating Aircraft Turnaround Process in the Framework of Airport Design and Airline Behaviour (2011)	61
22.	Llegada en hora y salida tardía, escala ineficiente. Fuente: A. Kolukisa. Evaluating Aircraft Turnaround Process in the Framework of Airport Design and Airline Behaviour (2011)	61
23.	Desglose del retraso promedio por vuelo 2018 vs. 2019. Fuente: Eurocontrol. All-Causes delay and cancellations to air transport in Europe (2019)	63
24.	Tendencias en los retrasos reaccionarios post-implementación A-CDM. Fuente: Eurocontrol. A-CDM Impact Assessment (2016)	64
25.	Sistema de información torre de control PMI. Fuente: Elaboración propia	68
26.	Tiempos TOBT y TSAT (9:15 a.m) en la guía de atraque de stand del Aeropuerto PMI. Fuente: Elaboración propia	69
27.	Tiempos TOBT y TSAT (9:15 a.m) a través del sistema ACARS del avión de Air Europa en PMI. Fuente: Elaboración propia	70
28.	Sistemas de información de la operativa Air Europa. Fuente: Elaboración propia	71

29.	Proceso de solicitud puesta en marcha por parte de los pilotos). Fuente: Aeropuerto CDM en Palma de Mallorca (Tripulaciones y control). Aena (2016)	73
30.	Proceso de solicitud para autorización de salida mediante ACARS (en Standby). Fuente: Elaboración propia	74
31.	PDA Groundforce - Air Europa. Fuente: Elaboración propia	76
32.	Información de la operativa Groundforce - Air Europa. Fuente: Elaboración propia	76
33.	Información proporcionada por SCENA Aeropuerto PMI. Fuente: Elaboración propia	78
34.	Mecanismos de beneficio A-CDM y ejemplos de facilitadores). Fuente: A-CDM Impact Assessment. Eurocontrol (2016)	79
35.	Estabilidad de la utilización de stands en el aeropuerto de Frankfurt. Fuente: A-CDM Impact Assessment. Eurocontrol (2015)	80

1. Introducción

El crecimiento exponencial del tráfico aéreo en Europa en los últimos años ha generado ciertos desequilibrios que dificultan la operativa aérea y aeroportuaria. El aumento de las operaciones aéreas hace que su gestión sea más compleja e ineficiente, imponiendo dificultades a los diferentes usuarios para adaptarse y satisfacer a la demanda.

Con esta memoria se pretende estudiar el funcionamiento del Airport Collaborative Decision Making, el impacto que genera en los usuarios parte del A-CDM y analizar las ventajas que ofrece para obtener una mayor eficiencia aeroportuaria.

Con la implementación A-CDM se pretende mejorar la predictibilidad de las operaciones en los aeropuertos, de tal manera que se optimice la coordinación entre la gestión del tráfico aéreo y su capacidad en los aeropuertos y en ruta.

La motivación en la realización de este proyecto reside en el afán de aprendizaje continuo. El sector aeronáutico es un sistema tan complejo que elaborar programas como el A-CDM debería ser la base para el buen funcionamiento operacional. Desde el punto de vista profesional se ha comprobado que, hoy en día, en muchos aeropuertos no se dispone de información fiable para facilitar las tareas. La información operativa que se dispone se halla fragmentada y reside en sistemas informáticos diferentes a los distintos agentes aeroportuarios sin ser compartida, por lo que, para hacer frente esta problemática en las capacidades de los sectores de tráfico aéreo europeo, es imprescindible ligar las operaciones aéreas con las de tierra. Es por esto por lo que, a nivel personal, se quiere averiguar cómo programas como el A-CDM pueden influir positivamente en la gestión de la saturación aeroportuaria, igual que en la organización y en los impactos económicos de una compañía aérea.

El objetivo del presente trabajo es analizar la incidencia del A-CDM en la mejora de la problemática derivada de la saturación aérea y aeroportuaria, mejorando la operativa de los usuarios parte y el impacto económico, organizativo y medioambiental que supone dicha implementación para las compañías aéreas.

En cuanto a la organización de la memoria, consta principalmente de dos capítulos:

En el primer capítulo se contemplan los elementos principales en la red A-CDM, cómo se configura y la implementación de dicho proyecto dividida por fases. Estas fases son fundamentales para unificar la información de los usuarios parte del CDM y obtener la certificación como Aeropuerto CDM, conexionándolo con el Network Manager Operations Centre de Eurocontrol.

Cabe destacar que para llevar a cabo una implementación exitosa, es importante destacar los procedimientos que realizan los usuarios que componen el A-CDM.

En el segundo capítulo se consideran, en primer lugar, las ventajas que proporciona el A-CDM a nivel global, en términos de saturación, como a nivel individual de cada usuario CDM. En segundo lugar, fruto del análisis de las ventajas que proporciona, surgen posibles propuestas de mejora para obtener una mayor eficiencia aeroportuaria. La saturación tanto aérea como aeroportuaria, provoca grandes deficiencias al conjunto de la operativa. A lo largo de este capítulo se indaga en las interpretaciones de la información fragmentada, que en múltiples ocasiones generan retrasos y acaban afectando negativamente al pasajero, incidiendo del mismo modo en la planificación de las tripulaciones en lo relativo a las limitaciones de actividad, tiempo de vuelo y descanso (Flight Time Limitations). Por último, se analizan las ventajas económicas, organizativas y operativas que puede aportar un aeropuerto con certificación CDM.

Para la realización de esta memoria se han realizado entrevistas a diferentes usuarios parte del A-CDM de los aeropuertos de Josep Tarradellas Barcelona-El Prat, Girona, Madrid-Barajas Adolfo Suárez y Palma de Mallorca.

La visita al Aeropuerto de Palma de Mallorca, dónde se pudo observar un día de operativa en un aeropuerto CDM y analizar el trabajo de cada uno de los usuarios parte, ha sido preponderante en la realización de la memoria.

2. Abreviaturas y acrónimos

Acrónimos	Definición
ACARS	Aircraft Communications Addressing and Reporting System
ACC	Area Control Centre
A-CDM	Airport Collaborative Decision Making
ACGT	Actual Commence of Ground Handling Time
ACZT	Actual Commencement of De-icing Time
ADEP	Aerodrome of Departure
ADES	Aerodrome of Destination
ADIT	Actual De-icing Time
A-DPI	ATC- Departure Planning Information Message
AENA	Aena, SME S. A.
AEZT	Actual End of De-icing Time
ATFN	Aeronautical Fixed Telecommunication Network
AGHT	Actual Ground Handling Time
AIBT	Actual In-Block Time
AIR	Airborne
AIP	Aeronautical Information Publication
AIS	Aeronautical Information Service
ALDT	Actual Landing Time
AMAN	Arrival Manager
AO	Aircraft Operator
AOBT	Actual Off-Block Time
AOC	Airport Operator Committee
ARDT	Actual Ready Time (for Movement)
ARR	Arrival
ARZT	Actual Ready for De-icing Time
ASAT	Actual Start-Up Approval Time
ASBT	Actual Start Boarding Time
A-SMGCS	Advanced Surface Movement Guidance and Control System
ASRT	Actual Start-Up Request Time

Análisis de la implementación A-CDM

ATA	Actual Time of Arrival
ATC	Air Traffic Control
ATD	Actual Time of Departure
ATFCM	Air Traffic Flow Capacity Management
ATFM	Air Traffic Flow Management - Control de Afluencia del Tráfico Aéreo
ATM	Air Traffic Management
ATOT	Actual Take Off Time
ATS	Air Traffic Services
ATTT	Actual Turnaround Time
AXIT	Actual Taxi-In Time
AXOT	Actual Taxi-Out Time
BRD	Boarding
CASA	Computer Assisted Slot Allocation
CBA	Cost-Benefit Analysis
C-DPI	Cancel- Departure Planning Information Message
CFMU	Central Flow Management Unit - Unidad Central de Gestión de Afluencia
CGA	Centro de Gestión Aeroportuaria
CHG	Modification Message
CIC	Centro de Información y Coordinación
CNL	Flight Plan Cancellation
CTOT	Calculated Take Off Time
DCL	Departure Clearance
DEI	De-icing in progress
DEP	Departure
DLY	Delay Message
DMAN	Departure Manager
DPI	Departure Planning Information Message
ECAC	European Civil Aviation Conference
ECZT	Estimated Commencement of De-icing Time
EDIT	Estimated De-icing Time
E -DPI	Early- Departure Planning Information Message

Análisis de la implementación A-CDM

EET	Estimated Elapsed Time
EEZT	Estimated End of De-icing Time
EIBT	Estimated In-Block Time
ELDT	Estimated Landing Time
EOBT	Estimated Off-Block Time
ERZT	Estimated Ready for De-icing Time
ETFMS	Enhanced Tactical Flow Management System
ETD	Estimated Time of Departure
ETO	Estimated Time Over
ETOT	Estimated Take Off Time
ETTT	Estimated Turnaround Time
EXIT	Estimated Taxi-In Time
EXOT	Estimated Taxi-Out Time
FIR	Flight Information Region
FMP	Flow Management Position
FNL	Final
FPL	Filed Flight Plan
FTL	Flight Time Limitation
FUM	Flight Update Message
GH	Ground Handler
IATA	International Air Transport Association
IBK	In-Block
IIBT	Initial In-Block Time
ICAO	International Civil Aviation Organisation
ICARO	Integrated COM/AIS/AIP & Reporting Office Automated System
IFPS	Integrated Initial Flight Plan Processing System
INI	Initiated
MBTT	Minimum Boarding Time
MoU	Memorandum of Understanding
MTTT	Minimum Turnaround Time
NMOC	Network Manager Operations Centre

Análisis de la implementación A-CDM

OBK	Off-Block
OCC	Operational Control Centre
OObT	Operational Off-Block Time
PAX	Passengers
PDA	Personal Digital Assistant
PDS	Pre-departure Sequencer
RDI	Ready for De-icing
RDY	Ready
PMP	Project Management Plan
REA	Ready Message
RWY	Runway
SAM	Slot Allocation Message
SCENA	Sistemas Corporativos para el Entorno Aeroportuario
SESAR	Single European Sky ATM Research
SCH	Scheduled
SIBT	Scheduled In-Block Time
SID	Standard Instrument of Departure
SLC	Slot Cancellation Message
SRM	Slot Revision Message
SOBT	Scheduled Off-Block Time
STA	Scheduled Time of Arrival
STD	Scheduled Time of Departure
STTT	Scheduled Turnaround Time
T-DPI	Target- Departure Planning Information Message
TOBT	Target Off-Block Time
TSAT	Target Start Up Approval Time
TLDT	Target Landing Time
TTOT	Target Take Off Time
TWR	Aerodrome Control Tower
VTT	Variable Taxi Time

3. Airport Collaborative Decision Making (A-CDM)

Debido a la creciente demanda del tráfico aéreo en Europa, la optimización de la gestión del tráfico aéreo es el objetivo principal para obtener un flujo de tráfico ordenado, fluido y seguro. Los diferentes aeropuertos se han visto obligados a trabajar con un volumen próximo a la máxima capacidad de vuelos que pueden operar. Cada vez son más significativos los retrasos y las cancelaciones atribuidas a las compañías aéreas causadas por la saturación aérea.

A causa de la ineficiencia en las operaciones aeroportuarias y la falta de disponibilidad de información fiable, los usuarios involucrados en estas operaciones deben hacer frente a diversos aspectos alarmantes. Muchos aeropuertos se saturan creando los llamados cuellos de botella. Los aeropuertos tienen un número limitado de *stands* o estacionamientos sujetos a la puntualidad de las aeronaves para su reasignación. Del mismo modo ocurre con las saturaciones en las calles de rodaje y en los puntos de espera de pistas; la secuencia de salida de las aeronaves está sujeta al "primero que llega, primero que sale". Esto genera retrasos en la información al pasajero y dificultan la flexibilidad de lo planificado, dicho en otras palabras, careciendo de suficiente capacidad de reacción.

Esta situación puede dar lugar a que las aerolíneas operen con poca puntualidad debido a los retrasos imprevistos, con la consecuencia de generar un efecto cadena en los retrasos de tráfico aéreo, originando un uso ineficiente de la flota, pérdida de conexiones de vuelo y preferencias de los pasajeros sin considerar.

Frente este escenario, el uso ineficiente de las infraestructuras y recursos aeroportuarios limitan el rendimiento del aeropuerto, las empresas de *handling* actúan bajo poca previsibilidad debida a los retrasos imprevistos, lo que conlleva a una inexactitud en las predicciones de carga del tráfico aéreo y dificultan el cumplimiento de los *slots* CTOT definidos por la Unidad Central de Gestión de Afluencia (CMFU) de Eurocontrol.

Los usuarios involucrados carecen de información de la situación global debido al flujo ineficaz de la información operativa, sin ser compartida entre ellos. Esta información se halla fragmentada en sistemas informáticos desarrollados de forma independiente por cada actor, y por lo tanto, se añaden dificultades para llevar a cabo el intercambio de información.

Análisis de la implementación A-CDM

Por estas razones, desde Eurocontrol se llegó a la conclusión de implementar una serie de políticas de actuación ubicadas en el *Airport Collaborative Decision Making*.

Airport Collaborative Decision Making (A-CDM) es un proyecto elaborado por Eurocontrol que forma parte del programa europeo SESAR (*Single European Sky ATM Research*). Está considerado como una nueva manera de gestionar las operaciones aéreas europeas apostando por la optimización eficiente de los recursos aéreos y aeroportuarios, con la finalidad principal de conexionar todos los aeropuertos europeos con el *Network Manager Operations Centre* de Eurocontrol.

Como su nombre indica, la implementación A-CDM reside en el trabajo común de todos los usuarios (operadores aeroportuarios, aerolíneas, empresas de handling, controladores aéreos y NMOC), compartiendo información prevista de mayor calidad para enriquecer la toma de decisiones, con el fin de usar eficientemente los recursos, mejorar la puntualidad y dar un significado común y exacto de la información para todos los usuarios.

Airport Collaborative Decision Making consiste en utilizar una serie de procedimientos y sistemas para asistir en la mejora de las tomas de decisiones basadas en conocer y compartir toda la información de las operaciones aeroportuarias. Es por esto por lo que, tiene como objetivo mejorar la eficiencia y la predictibilidad de las operaciones aeroportuarias, afinando una precisa TOBT, que será utilizada para mejorar la planificación de control de sectores y en ruta de la red ATM europea. Con la implementación A-CDM, el NMOC dispone de toda la información para encontrar la mejor solución en tiempo real al problema de equilibrio entre la demanda y de las incidencias operacionales.

Además de mejorar el servicio de ATFCM, los objetivos inmediatos del A-CDM comunes a todos los usuarios son:

- Mejorar la previsión del tráfico aéreo;
- Mejorar las prestaciones en tiempo real;
- Reducir el coste relativo a los movimientos en tierra por parte de las aeronaves;
- Optimizar los recursos de los operadores de *handling*;
- Optimizar el uso de la infraestructura aeroportuaria y reducir congestiones;
- Optimizar el uso de los *stands*, puertas de embarque y terminales del aeropuerto;

Análisis de la implementación A-CDM

- Reducir pérdidas de *slots* de ATFCM;
- Obtener un plan de despegue flexible;
- Reducir congestiones en las calles de rodaje y en la plataforma.

Cabe señalar que A-CDM está integrado en el concepto operacional ATM como un habilitador importante que permite mejorar la eficiencia operativa, la predictibilidad y la puntualidad en el tráfico aéreo.

3.1. Elementos principales en la red A-CDM

Airport Collaborative Decision Making permite a los usuarios involucrados a sincronizar sus actividades, monitorizar la coordinación, comunicar y proporcionar *feedback* de la información que se comparte. Se debe implementar una cultura organizativa basada en la confianza, el entendimiento y la interacción de todos los participantes, siguiendo unos procedimientos concretos para lograr los objetivos.

Estos objetivos son inviables si no se comparte la información de manera eficiente entre los usuarios implicados en A-CDM: los operadores aéreos (compañías aéreas), empresas de handling (*Ground Handling*), autoridades u operadores aeroportuarios, controladores del tráfico aéreo (ATC) y, por último, las autoridades que administran el espacio aéreo (NMOC). El controlador aéreo ejerce el vínculo entre el aeropuerto y el resto de la red ATM europea, además, debe compartir cualquier información que permite una mejora en la planificación de las operaciones en situaciones adversas.



Figura 1: Usuarios A-CDM. Fuente: Elaboración propia

Los centros de control de los aeropuertos europeos componen una red de gestión del tráfico aéreo nombrado *Air Traffic Management Network*. La CFMU, en Bruselas, proporciona el servicio centralizado del Control de Afluencia del Tráfico Aéreo (ATFM) dentro del área ECAC. Actualmente, la Unidad de Gestión de Afluencia (CFMU) se denomina *Network Manager Operations Centre* (NMOC).

El NMOC es una organización centralizada para la gestión del tráfico aéreo en Europa, cuya responsabilidad principal es conseguir un tráfico fluido, evitando las congestiones y demoras a partir de coordinar, planificar, promulgar y ejecutar medidas ATFM con las unidades ATFM a nivel nacional.

La gestión del tráfico aéreo se podría definir como la agrupación de funciones de las aeronaves en aire y en tierra para garantizar un movimiento seguro y eficaz en todas las fases de la operativa aérea. El NMOC separa el espacio aéreo en capacidades y sectores. Estos sectores se ven gestionados a partir de las capacidades declaradas por Eurocontrol, definiendo a su misma vez, el número máximo de aeronaves que circulan en una hora por sector en concreto.

Las unidades de ATFM, una vez planificada la capacidad sobre un sector en concreto, debe contribuir a proporcionar un flujo seguro, ordenado y rápido en el tráfico aéreo, asegurando que se utilice la máxima capacidad de ATC y que este volumen, sea compatible con las capacidades declaradas por los proveedores de servicios de ATC.

Resumidamente, el NMOC analiza la demanda del tráfico aéreo y la compara con la capacidad ATC disponible. Realiza las acciones de asignación de *slots* o regulaciones, que son los turnos de salida para los vuelos afectados. Para realizar estas funciones, dispone de un sistema denominado CASA (*Computer Assisted Slot Allocation*) que asigna automáticamente los *slots* ATFM.

Cuando se asigna un *slot*, se atribuye una hora calculada de despegue (CTOT). El CTOT se calcula añadiendo la hora estimada de fuera de calzos (EOBT) juntamente con el tiempo de rodaje estándar definido por cada aeropuerto (*Default Taxi Time*) y la demora en caso de haberla.

En A-CDM se pretende asignar un *Variable Taxi Time* (VTT) dependiendo de la posición del *stand* y la cabecera de pista de despegue asignada al vuelo.

Análisis de la implementación A-CDM

Mientras que los vuelos sin regulaciones, es decir, sin *slot*, tienen una tolerancia de +15 -30 minutos (+/- 15 minutos de la EOBT), los vuelos regulados CTOT cuentan con una tolerancia entre -5/+10 minutos para la salida del vuelo. Muchas veces estos *slots* se pierden y dificultan del mismo modo la gestión del tráfico aéreo.

El CTOT queda configurado de la siguiente manera:

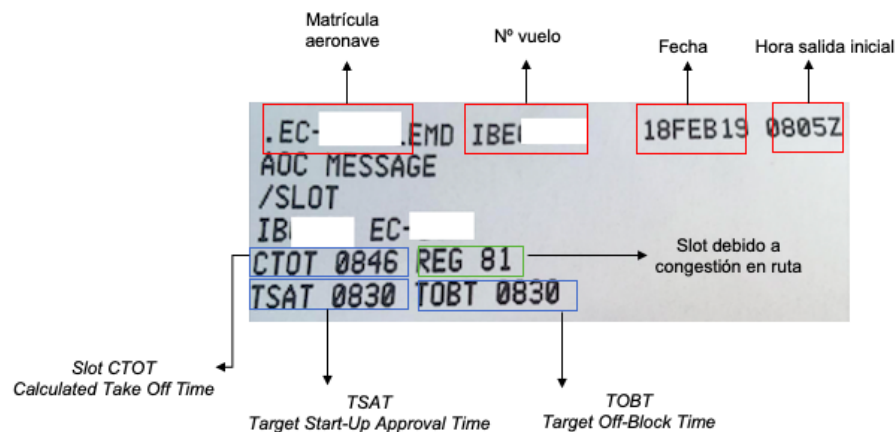


Figura 2: Ejemplo de Regulación. Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, los principales elementos de datos dentro del proceso A-CDM son la TOBT y la TSAT. Es importante establecer una relación entre ambos elementos y los usuarios, dado que pueden basar el inicio de sus tareas en estos tiempos. Establecer un mismo lenguaje, definiendo los tiempos mediante reglas comunes, es muy importante para evitar errores en la operativa.

Mientras que el procedimiento TSAT (*Target Start-Up Approval Time*) es un mecanismo de planificación flexible previa al despegue, la TOBT (*Target Off-Block Time*) se define como la hora objetivo de la salida de la aeronave, una vez el avión está listo para la puesta en marcha y ejecutar el retroceso a la espera de la autorización de torre de control. Es el momento en que el operador aéreo o los agentes de *handling* estiman que la aeronave estará lista con las puertas cerradas, la pasarela de embarque retirada y el *push-back* en posición. El controlador aéreo utiliza la TOBT para planificar las salidas de las aeronaves según van actualizando su plan de vuelo. Esto facilita al controlador la gestión de su carga de trabajo, ya que le proporciona una visión de las aeronaves que están listas para la puesta en marcha.

Análisis de la implementación A-CDM

Por otro lado, la TSAT es el tiempo que se espera que ATC autorice el avión para su arranque. Evita que la aeronave esté en marcha mucho tiempo reduciendo la combustión y haciendo un uso más eficiente del tiempo. Se asigna en función de las calles de rodaje, desde el *stand* hasta la pista de despegue.

El procedimiento TSAT está gestionado por ATC y generalmente es generado por secuenciadores *pre-departure* o por administradores de salida (DMAN). Este tiempo nunca es inferior a la TOBT y debe tener en cuenta las restricciones de ATC y de la infraestructura aeroportuaria, la capacidad de la pista, los *slots* ATFCM, las preferencias de los operadores aéreos y la TOBT.

Para poder planificar el despegue de las aeronaves, ATC emplea un secuenciado más sofisticado y automatizado nombrado DMAN (Departure Manager), para priorizar y adjudicar TSATs y TTOTs, permitiendo del mismo modo, la reducción de la congestión en los puntos de espera de las pistas.

Estos tiempos van en coherencia con la demanda del tráfico aéreo, si esta es reducida, los tiempos TOBT y TSAT son muy similares, mientras que, en los mayores períodos de tráfico donde la capacidad es reducida, puede haber una gran diferencia entre estos. Cuando se asignan regulaciones, es importante la disponibilidad del *push-back* en la hora TOBT dada que la hora TSAT siempre puede verse mejorada.

Mediante la Plataforma CDM, se distribuye la hora TSAT para que los usuarios puedan planificar sus tareas y mantener las horas actualizadas. De este modo, la TSAT se podrá comunicar a la tripulación por frecuencia aeroportuaria, del operador aéreo, del agente de *handling* y también se verá reflejada mediante la guía de atraque del *stand*, como se contempla en la siguiente imagen:



Figura 3: Visualización TOBT y TSAT en el Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona-El Prat. Fuente: Elaboración propia

Esta plataforma también permite introducir la capacidad actual y la configuración de las pistas, además de verse reflejadas las horas TSAT y TOBT. La TSAT refleja el equilibrio de la infraestructura y la capacidad del espacio aéreo con la demanda generada por la TOBT.

3.2. Configuración del proyecto Airport CDM

Para tomar la decisión de implementar el Airport CDM se debe, en primer lugar, identificar el interés y los beneficios que puede aportar dicho proyecto en todos los usuarios que forman parte del A-CDM. Para ello, se requiere una cooperación estructurada de los usuarios; el éxito de su implementación solamente se logra si todos los usuarios son conscientes de lo que se quiere de ellos.

La introducción del A-CDM requiere un cambio de cultura, colaboración continua y la toma de decisiones basadas en datos con nuevos requisitos de precisión que antes no estaban disponibles; significa trabajar en nuevo entorno que requiere adaptación.

Los requisitos para la configuración exitosa del proyecto A-CDM se resume en:

- **Educar, convencer e involucrar a todos los usuarios:** una vez se expresa la necesidad de implementar A-CDM en el aeropuerto en cuestión, si la mayoría de usuarios reconocen que el proyecto es beneficioso y puede aportar grandes ventajas, se deben enfrentar a diversos desafíos.

Estos desafíos pueden ser: la credibilidad del programa, escepticismos por parte de los miembros del equipo, conflictos de intereses, problemas de seguridad, la propiedad de datos y sobretodo, la sensibilidad de los datos y las amenazas que genera compartir información.

- **Establecer los objetivos:** se deben identificar los objetivos comunes pero, sobre todo, mantener un servicio de transporte aéreo seguro, fluido y eficiente en beneficio de los pasajeros y la carga.
- **Establecer la estructura organizativa:** *Airport CDM* se basa en el compromiso y la voluntad de cooperar entre los diversos usuarios. Es esencial que el proyecto A-CDM sea establecido y dirigido por una organización bajo una gerencia que aporte credibilidad, integridad y dedicación a los objetivos del proyecto. La organización y los individuos responsables deben ser innovadores, eficientes para resolver las contingencias y distinguirse como justos, razonables y de mente abierta.

Una vez se ha comprendido el contenido, se han establecido los objetivos y los beneficios A-CDM, comienza la fase más crucial que es organizar el proyecto. La estructura organizativa se compone de:

- Junta Directiva Estratégica;
- Consejo Directivo Estratégico (puede ser asesorado por Eurocontrol);
- *Project Manager*;
- Grupo Asesor Operativo;
- Personal de apoyo;

Por otro lado, es primordial comprender los roles de los usuarios, teniendo en cuenta que algunos de ellos pueden parecer locales pero localizarse en otras regiones del mundo como, por ejemplo, el centro de operaciones de una aerolínea. Por lo tanto, es necesario ir más allá de la presencia local para tomar una decisión sobre la implementación.

- **Gestión del proyecto:** es importante elaborar un plan de gestión firmado por todos los usuarios, que contenga el alcance, los objetivos, la descripción de las fases, gestión de calidad y riesgos, planes de comunicación, financiación y establecer los usuarios parte y los recursos. Del mismo modo, se creará un Plan de Gestión de

Proyecto que organice el proyecto juntamente con las tareas y su planificación. Es importante conocer quién financia y dirige el proyecto, como monitorear el progreso e identificar los diferentes equipos. La principal responsabilidad recae en el *Project Manager*, que tiene el control de la coordinación diaria, planifica el proyecto en función del desarrollo, realiza informes sobre la evolución y enlaza el aeropuerto con Eurocontrol.

- **Definir los elementos del concepto A-CDM:** es esencial lograr una conciencia situacional común para todos los usuarios, haciendo pleno uso de las responsabilidades y procedimientos comúnmente acordados. A fin de garantizar una alta calidad continua de las decisiones, se debe establecer un sistema de monitoreo del desempeño. Para facilitar este sistema de supervisión y realizar una implementación consistente con un coste de desarrollo mínimo, se definen una serie de elementos conceptuales A-CDM (véase apartado 3.3 sobre Implementación) que cumplen con los siguientes criterios: suponen una decisión, resultan una mejora en la operativa, involucran a los usuarios aeroportuarios, se basan en la información compartida del mismo nivel de calidad y, están respaldados por reglas y procedimientos acordados. Con estos criterios los seis elementos se desarrollan en un orden de implementación.
- **Realizar análisis GAP y evaluaciones de integridad:** antes de comenzar a implementar el proyecto, se recomienda que cada aeropuerto tenga un análisis GAP realizado por Eurocontrol o una empresa consultora independiente. Este análisis tiene el propósito de lograr una visión clara de lo que está disponible y qué falta dentro de la infraestructura técnica de los usuarios. Al final de la implementación se debe realizar una evaluación de integridad para recomendar el intercambio de información de DPI para potenciar las predicciones TTOT (tiempo objetivo de despegue).

Análisis de la implementación A-CDM

En la siguiente figura se presenta el proceso general para los aeropuertos que deciden implementar el Airport-CDM. El proceso queda dividido en cuatro fases, desde el momento en qué se decide que A-CDM puede ser de interés para el aeropuerto, hasta la implementación completa.

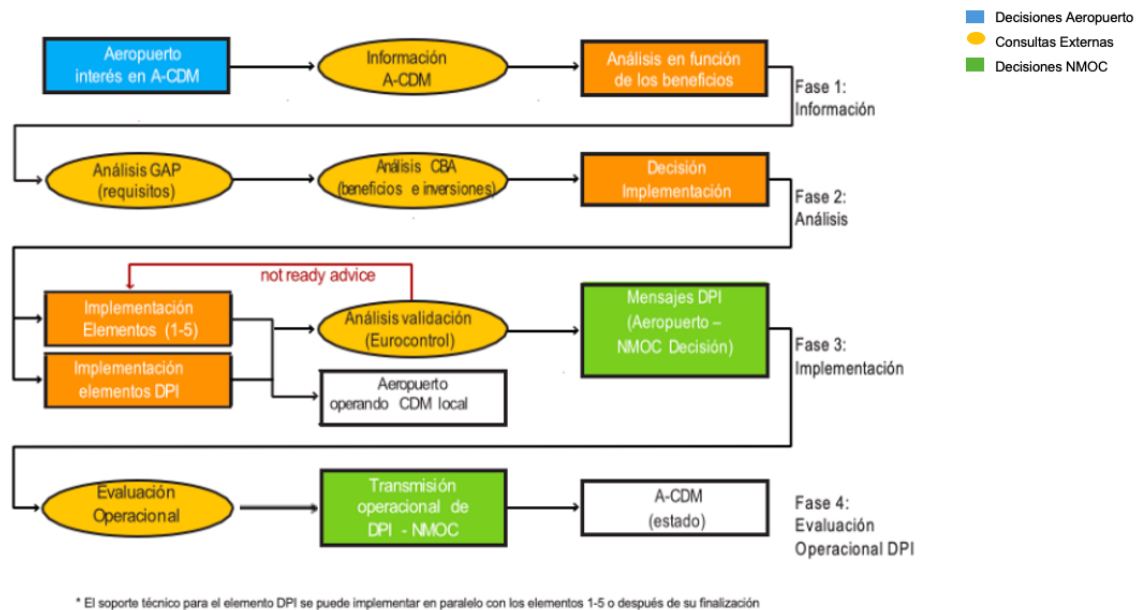


Figura 4: Proceso General en la implementación A-CDM. Fuente: Eurocontrol (2017). Traducción propia

Fase 1. Información

La fase de información es la inicial para configurar el A-CDM. Durante esta primera fase se deben tomar muchas decisiones organizativas para obtener el apoyo de todos los usuarios (operadores aeroportuarios y aéreos, agentes de *handling*, ATC y NMOC), en función de los beneficios. Para convencer a los usuarios involucrados se realiza un análisis en función de los beneficios que les proporcionaría el proyecto A-CDM. Es importante conocer las ventajas y los beneficios que puede aportar dicho proyecto y, consecuentemente, conseguir un apoyo más firme para llevar a cabo la implementación.

En esta fase, la dirección aeroportuaria debe aprobar la implementación y adjudicar el proyecto aunque, normalmente, es necesario realizar más consultas y análisis.

Fase 2: Análisis

En la segunda fase de análisis, se pueden realizar más investigaciones haciendo que los análisis GAP y CBA sean realizados por Eurocontrol o consultores independientes (exter-nos).

Análisis de la implementación A-CDM

El análisis GAP determina la necesidad operativa y técnica de desarrollo para cumplir con los requisitos mínimos del A-CDM integrados en una plataforma CDM común que englobe los procesos y procedimientos operativos a realizar. Este análisis se considera la medida de referencia.

En caso que dicho análisis concluya con la necesidad de potenciar más el proceso para poder implementar con éxito el A-CDM, los usuarios pueden decidir realizar un análisis CBA de Costo-Beneficio para estimar los beneficios y las inversiones para implementar el proyecto. El CBA pueden realizarlo consultores independientes o bien economistas aeroportuarios expertos.

Mientras el objetivo del análisis GAP es determinar qué se debe implementar, el objetivo del CBA es contribuir a la toma de decisión administrativa sobre si se puede implementar. Con los resultados de ambos análisis, el aeropuerto obtendrá una visión global de la situación y podrá estructurar un calendario de implementación dependiendo de las necesidades.

Fase 3: Implementación

Una vez la decisión de implementar el proyecto Airport-CDM es positiva, comienza la fase de implementación. En esta fase, los elementos conceptuales se centran en:

1. Intercambio de información;
2. *Milestone Approach*;
3. *Variable Taxi Time*;
4. *Pre-Departure Sequencing*;
5. *Adverse Conditions*.

Los diferentes elementos se construyen sobre el elemento anterior para lograr el resultado de implementación con éxito. Es por este motivo que el orden de implementación es preponderante.

El sexto elemento conceptual es la gestión operativa de las *Flight Updates* (actualizaciones de vuelos) o la transmisión de mensajes DPI y FUM al NMOC. Se pueden implementar, por ejemplo, junto con el enfoque de los *Milestones*. Los aeropuertos recibirán asesoramiento en la implementación del NMOC.

Análisis de la implementación A-CDM

MoU (*Memorandum of Understanding*)

El MoU es el Memorándum de Entendimiento para el desarrollo e implementación del proyecto A-CDM en un aeropuerto determinado.

Para asegurar responsabilidades y consistencias en la operativa, es imprescindible firmar este memorándum. En el MoU se especifican sus objetivos juntamente con los compromisos de los firmantes, el organigrama, los costes, acuerdos de confidencialidad, duración de la implementación, interpretación de desacuerdos y los nombres de los participantes.

3.3. Implementación A-CDM

En este apartado, se procede a describir los diversos elementos conceptuales A-CDM enfocándolos en la fase de implementación.

Los elementos conceptuales del Airport CDM se pueden ver representados gráficamente como un edificio cuya base se fundamenta en el intercambio de información.

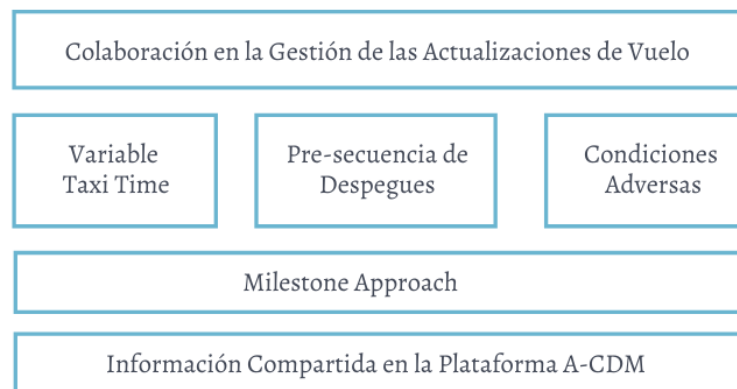


Figura 5: Elementos conceptuales A-CDM. Fuente: ICAO. Implementation Elements (2018). Traducción propia

Es destacable el orden de desarrollo de los elementos conceptuales ya que dependen en gran medida los unos de los otros. Requieren un orden recomendado de implementación. Sin embargo, las consideraciones locales, como pueden ser el tamaño y la complejidad del aeropuerto, pueden requerir la implementación simultánea de todos los elementos conceptuales o influir en el tipo de implementación del elemento; por ejemplo, la secuencia de despegues en un aeropuerto pequeño se puede hacer manualmente en lugar de hacerlo automático, siempre permitiendo que el aeropuerto cumpla con los requisitos de precisión de información establecidos.

El intercambio de información es el primer elemento conceptual, que crea la base para todas las demás funciones. Es esencial la implementación de este elemento en primer lugar para evitar futuros problemas.

Con el desarrollo del intercambio de información en plataformas A-CDM, la predicción TOBT por parte del operador de la aeronave o del controlador, es el segundo paso más importante por implementar, nombrado como *Milestones Approach*.

Este enfoque de *Milestones* es la principal innovación en comparación con la gestión actual de las operaciones aeroportuarias. Tiene como objetivo obtener una predicción temprana y precisa por parte del operador de la aeronave, a fin de que el controlador de tráfico aéreo, el operador del aeropuerto y los agentes de *handling* puedan participar en la planificación del tráfico aeroportuario. Con la predicción de TOBT es posible mejorar la predicción de los tiempos objetivo de despegue (TTOT), los tiempos de arranque y los tiempos variable de rodaje (VTT).

El siguiente paso esencial es asignar los Tiempos Variables de Taxi (VTT). Con este proceso, el vínculo entre el tiempo de *Off-Block* y el tiempo de despegue se vuelve transparente y se puede comunicar una predicción adecuada del tiempo de despegue.

La secuenciación *Off-Block* es a menudo necesaria para regular los flujos de tráfico aéreo en los aeropuertos de gran tamaño, con áreas de estacionamiento complejas, calles de rodaje o cuellos de botella en pista o en los *stands*. Con esta función de secuenciación, se puede calcular la TSAT y, por lo tanto, el TTOT en la pista. La predicción de secuencia automatiza este proceso y proporciona transparencia de la TSAT y TTOT temprana a todos los usuarios.

Con los cuatro elementos anteriores en su lugar, el último paso es implementar el A-CDM bajo condiciones adversas. Mediante la secuenciación para la situación en la que se producen cuellos de botella, permite al controlador aéreo mantener la capacidad de tráfico utilizada al máximo, incluso cuando la capacidad se ha visto disminuida significativamente. Esto también permite acelerar el período de recuperación de capacidad después de una situación adversa.

Con todos los elementos conceptuales A-CDM locales implementados con éxito, el aeropuerto está listo para conectarse con las operaciones en red (NMOC) para el intercambio de información, de planificación de salidas o intercambios de mensajes DPI y FUM. Los TTOT previstos que salen de los procesos y las secuencias TOBT se envían al *Network Operations*, para ajustar el tiempo de despegue y los CTOT.

Con estos elementos, las operaciones en red reaccionan a las predicciones de los operadores de las aeronaves en lugar de imponer restricciones restrictivas e inflexibles a una aerolínea como sucede hoy en día.

Se debe destacar también la Colaboración en la Gestión de las Actualizaciones de Vuelo, ya que se considera el principal logro para que el aeropuerto brinde servicio a los operadores aéreos. Al mismo tiempo, desde la perspectiva de la red de tráfico aéreo europeo, esta contribución permite mejorar en las predicciones sobre la gestión de flujo y capacidad, permitiendo que los sectores aéreos se aprovechen mejor, con una capacidad potencialmente mayor.

Este elemento es el último en implementarse, ya que las operaciones en red requieren que el aeropuerto proporcione datos de alta calidad. Esto solo puede suceder cuando los procesos aeroportuarios se organizan de acuerdo con los elementos conceptuales descritos anteriormente. Por esta razón, se recomienda implementar los elementos en dicho orden.

En las siguientes secciones, cada una de la implementación de los elementos conceptuales A-CDM se describen con más detalle.

3.3.1. Información Compartida. Plataforma Airport CDM

Para apoyar la toma de decisiones locales para cada uno de los usuarios parte del A-CDM, es fundamental conexionar sistemas de procesamiento de datos, información de datos e información de los usuarios del aeropuerto, dónde se describan el estado y las intenciones de las aeronaves.

Cuanto más clara y compleja sea la información compartida, más clara será la situación del vuelo y más beneficio obtendrán los usuarios. La información debe compartirse lo más rápido posible y de manera eficiente para poder adaptarse en tiempo real a los cambios de las situaciones, con la finalidad de que los actores puedan reaccionar eficazmente sobre estos. La calidad de la información es esencial.

El intercambio de información recopila y distribuye datos de planificación y progresos del estado del vuelo, originados por ATFM, ATS, operadores de aeronaves y aeroportuarios. Del mismo modo, pone a disposición predicciones de eventos, avisos y alertas, un resultado importante del intercambio de información y procesamiento de la misma.

El Manual de Implementación A-CDM que proporciona Eurocontrol define el intercambio de información como el enganche que une a los usuarios en su objetivo de coordinar eficientemente las actividades aeroportuarias, y constituye la base para los otros elementos conceptuales A-CDM.

Los requisitos para implementar el intercambio de información A-CDM se resumen en crear una Plataforma CDM, que tenga un formato estandarizado para la transmisión de información y almacenamiento de datos y que, además, permita entregar en tiempo real la información. La entrega de datos actualizados a la plataforma central es esencial para permitir que los usuarios reaccionen ante la información más reciente.

La Plataforma A-CDM queda sustentada en un soporte informático que permitirá que todos los usuarios compartan la información relacionada con cada fase del vuelo. Es importante para apoyar la toma de decisiones de todos los usuarios aeroportuarios. El operador aeroportuario tiene la responsabilidad de establecer el sistema informático común.

En el caso español, Aena propuso SCENA como Plataforma A-CDM y e-SIA como sistema alternativo para aquellos operadores aéreos que no puedan acceder al SCENA. Esta es la herramienta común para todos los aeropuertos de la red nacional que tienen implementado el A-CDM. Este sistema permite que cada aeropuerto aplique las preferencias ajustando el comportamiento con las necesidades.

En esta Plataforma como mínimo se recomienda establecer listas de operaciones, llegadas, salidas e información general. Además, se pueden implementar ventanas emergentes para fines específicos como, por ejemplo, las alertas.

Por otro lado, cabe destacar que el formato de los datos es esencial para evitar inconsistencias o problemas de reconocimiento. Hoy en día, hay confusión con algunos términos como, por ejemplo, la ETD, para los agentes de *handling* puede significar la salida después de calzos mientras que para ATC significa la hora de despegue. Es por esto por lo que, primeramente, se deben definir reglas comunes para evitar errores de confusión.

Análisis de la implementación A-CDM

Los usuarios son las principales fuentes de suministro de datos en la Plataforma CDM. A continuación, se muestra una lista de los usuarios con la posible información que pueden compartir.

Operador Aéreo Agente de handling	Control de Tráfico Aéreo	Operador Aeroportuario
<ul style="list-style-type: none"> o Datos sobre los movimientos de las aeronaves o Planes de vuelo (FPL) o Prioridad de vuelos o Tiempos de escala o Actualizaciones de TOBT o Datos de planificación o Información sobre el deshielo o Registro de aeronaves o Tipologías de aeronaves o Tipos de vuelos 	<ul style="list-style-type: none"> o Actualizaciones en tiempo real o ALDT / TSAT / TTOT o Condiciones de las pistas y calles de rodaje o Taxi Times / SIC o Capacidad de las pistas tanto de llegada como de salida o A-SMGCS data o Información del radar 	<ul style="list-style-type: none"> o Asignación de stand y puertas de embarque o Información ambiental o Reducción capacidad aeroportuaria o Datos sobre slots aeroportuarios, incluida información relevante como ADES y SOBT
NMOC	Proveedores de servicios	
<ul style="list-style-type: none"> o Datos de los planes de vuelo (FPL) o SAM / SRM o Mensajes FUM (estado de vuelo / ELDT) que incluye mensajes de retraso (DLY), cambio (CHG) y cancelaciones (CNL) 	<ul style="list-style-type: none"> o Compañías de deshielo (tiempos estimados y reales relacionados con la descongelación) o Oficina MET (pronóstico e información de meteorología actual) o Otros (bomberos, policía, aduanas, combustible, etc.) 	

Figura 6: Información compartida de los usuarios A-CDM. Fuente: Eurocontrol. Airport-CDM Manual (2017). Traducción propia

Para procesar la información es necesario tener en cuenta el plan de vuelo ATS (FPL), así como los eventos especiales, la información ambiental y climática.

Análisis de la implementación A-CDM

Los datos comunes relacionados con la aeronave se pueden dividir en los datos comunes relacionados con el avión, en los datos extraídos de la información de los vuelos de llegada y de salida:

Datos comunes relacionados con la aeronave	Datos extraídos de la información de los vuelos de llegada	Datos extraídos de la información de los vuelos de salida
Registro de aeronaves Los slots aeroportuarios y el registro de la aeronave están correlacionados.	Identificación de aeronave 1 Cuando se recibe el plan de vuelo, la identificación se utiliza para correlacionar el plan de vuelo con el horario del aeropuerto.	Identificación de aeronave 2
Operador de aeronaves A partir del plan de vuelo ATC, se define el operador.	Aeródromo de salida (ADEP) El AEDP compara el ADEP del aeropuerto con el slot.	Aeródromo de Destino (ADES) Cuando se recibe el plan de vuelo presentado, el ADES compara con el ADES del aeropuerto con slot.
Agente Handling Provee servicio de la aeronave mientras está en tierra.	Inbound flight type Schengen / No Schengen, carga.	Standard Instrumental Departure (SID) El valor predeterminado es el basado en RWY en uso y ADES.
Tipo de aeronave p.e Boeing 747, A321.	Tiempo transcurrido estimado (EET) Derivado del plan de vuelo presentado.	Outbound flight type Schengen / No Schengen, carga.
Stand aeronave	Hora de despegue del vuelo Inbound ATOT desde fuera de estación.	Off-Block time SOBT, EOBT, TOBT /TSAT, AOBT. SOBT se extrae del slot aeroportuario y se ingresa en el programa del día.
Puerta de embarque	Tiempo de aterrizaje ELDT, TLDT, ALDT	Take Off time ETOT, CTOT, TTOT, ATOT
Tiempo de Escala Los datos se sobrescriben con un tiempo estimado de escala (ETTT). El tiempo mínimo de escala (MTTT) dependerá del tipo de aeronave, stand, procedimientos de la aerolínea y se deriva a una tabla acordada en la base de datos del aeropuerto.	In-block of Inbound flight EIBT, AIBT	Tiempo estimado de rodaje EXOT
TOBT Se calcula: ELDT + EXIT + MTTT o ALDT + EXIT + MTTT o AIBT + MTTT Si la TOBT es anterior a EOBT, el valor de EOBT se muestra como TOBT hasta que el operador de la aeronave lo confirme.	Tiempo estimado de rodaje	
Estados del vuelo de la aeronave En la fase de planificación, el estado del vuelo se establece inicialmente como Programado (SCH). La próxima transición es iniciada (INI), cuando la información de salida sea actualizada por un FPL proveniente de ATC. El proceso de actualización se realiza mediante mensajes en tiempo real.	Salida	

Figura 7: Datos comunes relacionados con la aeronave. Fuente: Elaboración propia

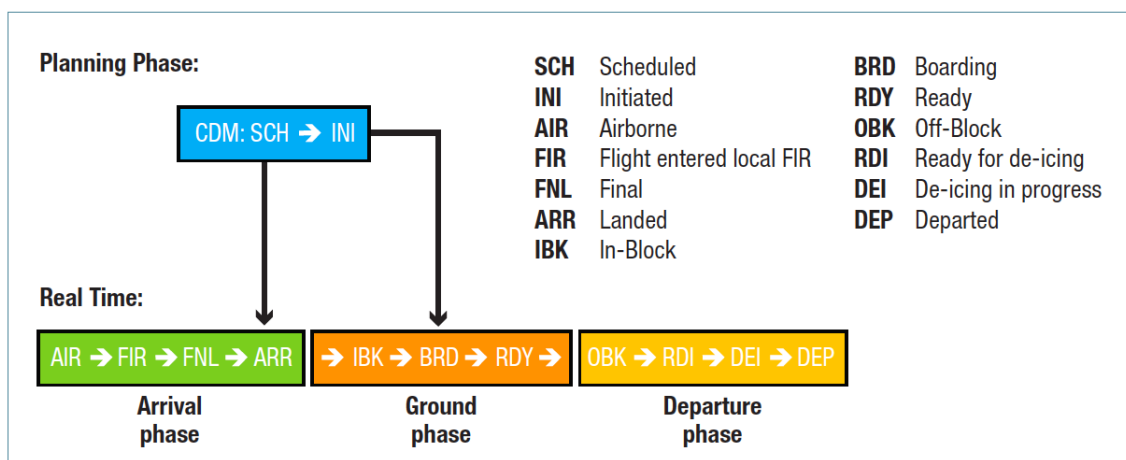
Análisis de la implementación A-CDM

La Plataforma CDM recibe la mayor parte de su información automáticamente de las bases de datos de los usuarios. Sin embargo, ciertas entradas manuales deben establecerse localmente en el aeropuerto. Éstos incluyen:

- Gestión del sistema;
- Respuesta a alertas;
- Cambios de valores predeterminados;
- Cambio de secuencia de llegada o salida;
- Modificaciones en la configuración del aeropuerto y capacidad de pista.

3.3.2. Milestone Approach

Antes de definir los *Milestones*, se deben especificar los estados de la progresión del vuelo. Estos estados permiten a los usuarios parte del A-CDM saber en qué estado de rotación se encuentra la aeronave mediante un código de tres dígitos. Al mismo tiempo, cuando una aeronave se encuentra en dos estados distintos a un mismo tiempo se notifica. Los estados del vuelo permiten la gestión de los *Milestones* A-CDM de cada una de las rotaciones planificadas por aeronave y por día, ordenándolas por los diferentes estados, desde SCH (*Scheduled*) hasta DEP (*Departed*), diferenciados por la fase de llegada, la fase de tierra y la fase de salida.



Aircraft flight status: in addition the ground radar picture used by ATC (e.g. A-SMGCS) can be shared by CDM partners so that the location of aircraft and vehicles can be monitored on the aerodrome surface

Figura 8: Estados del vuelo. Fuente: Eurocontrol. Airport-CDM Manual (2017)

Análisis de la implementación A-CDM

Una vez implementado el intercambio de información en la Plataforma A-CDM, se pueden lograr mejoras significativas implementando los *Milestones*.

El enfoque de *Milestones* consiste en secuenciar continuamente los diferentes eventos o puntos clave que la aeronave atraviesa en sus fases del vuelo, aportando una precisión en las estimaciones de tiempo en cada vuelo. En otras palabras, son los puntos que se monitorizan en el progreso del vuelo que, generalmente, coinciden con un cambio del estado de la aeronave (embarque, salida de calzos, puesta en marcha, despegue, entre otros). Estos puntos son usados como referencia para actualizar la predicción evolutiva del vuelo en los puntos sucesivos, dando lugar a un aumento de tiempo disponible para la toma de decisiones.

Los objetivos principales de los *Milestones* son determinar los eventos más importantes para realizar un seguimiento en el progreso del vuelo; definir actualizaciones de información mediante actualizaciones de estimaciones, mensajes de alerta, notificaciones, etc. Además, se pretende mejorar la calidad de la información y de los datos en términos de precisión, fiabilidad, estabilidad y previsibilidad. La evolución de la aeronave queda monitorizada para poder prever futuros impactos (por ejemplo, el desvío de la aeronave). Aporta una mejora eficiente en el rendimiento y planificación de los usuarios. Los *Milestones* se agregan y se modifican mediante el progreso real de la aeronave, el plan de vuelo y las medidas ATFM. Estar actualizado en todo momento permite, en caso de una llegada tardía, obtener una mejor toma de decisión en cuanto a la planificación de tripulaciones, alternativas a las pérdidas de conexión, y asignaciones de *stand* y puertas de embarque.

Cuando el NMOC de Eurocontrol procesa el plan de vuelo, se pueden utilizar varios valores por defecto basados en reglas genéricas y locales para definir, por ejemplo, los tiempos de taxi y diferentes tiempos como el TTOT.

Una de las principales contribuciones en el enfoque de los *Milestones*, así como en el rendimiento A-CDM es la asignación de la TOBT y la TSAT, como ya se ha contemplado en apartados anteriores. La calidad de ambas permite evaluar los tiempos mediante la puntualidad, precisión y previsibilidad. Se podría decir que la confianza para la toma de decisiones depende de la calidad de la TOBT, que a su vez depende de varios *Milestones*.

La TOBT es el tiempo establecido por A-CDM (modificable por el operador aéreo o agentes de *handling*), que compromete a todos los agentes aeroportuarios a adoptar sus procesos de gestión para que la aeronave esté preparada para la puesta en marcha. En cambio, la TSAT es el tiempo objetivo proporcionado por ATC, basado en la TOBT, el CTOT y la saturación del tráfico, por el que la aeronave resta a la espera de la autorización de la puesta en marcha.

El progreso del vuelo se controla de forma automática y progresa a partir de la ejecución de cada uno de los *Milestones*; se va añadiendo más información y se modifica a medida que esta esté disponible. Los *Milestones* se actualizan en consecuencia a las actualizaciones de la información.

Eurocontrol en el Manual de Implementación A-CDM define los 16 *Milestones*. Estos se establecen desde el momento del despegue de la aeronave hasta que aterriza, realiza la escala y vuelve a despegar. La lista es indicativa, aunque algunos aeropuertos pueden necesitar otros para cubrir actualizaciones adicionales como son los procesos de deshielo. Debido a que algunos *Milestones* se definen bajo procedimientos locales, Eurocontrol los define como muy recomendados y otros como simplemente recomendados.

Análisis de la implementación A-CDM

Número	Milestone	Tiempo
1	Activación del plan de vuelo	3 horas antes EOBT
2	EOBT – 2 horas (Estimated Off-Block Time)	2 horas antes EOBT
3	Despegue en el aeropuerto de origen	ATOT
4	Actualización radar local. Entrada en FIR	Varía de acuerdo con aeropuerto
5	Aproximación final	Varía de acuerdo con aeropuerto
6	Aterrizaje	ALDT
7	Calzos de llegada (In-Block)	AIBT
8	Ground Handling	ACGT
9	Confirmación final TOBT	Varía de acuerdo con aeropuerto
10	Asignación TSAT	TOBT -30 +- 40
11	Inicio embarque	Varía de acuerdo con aeropuerto
12	Aeronave lista	ARDT
13	Solicitud de puesta en marcha	ASRT
14	Autorización de puesta en marcha	ASAT - TSAT
15	Calzos de salida (Off-Block)	AOBT
16	Despegue	ATOT

Tabla 2: Lista indicativa de Milestones. Fuente: Elaboración propia

*Los número marcados en rojo son considerados muy recomendados por Eurocontrol.

Estos *Milestones*, además, se ven diferenciados en tres grupos, dependiendo de la fase de vuelo en la que se encuentre desde la óptica del aeropuerto: el tráfico de llegada (*Inbound*), el tráfico en el aeropuerto (*turnaround*) o el tráfico de salida (*Outbound*). Esta clasificación se contempla de manera más gráfica en la siguiente figura:

Análisis de la implementación A-CDM

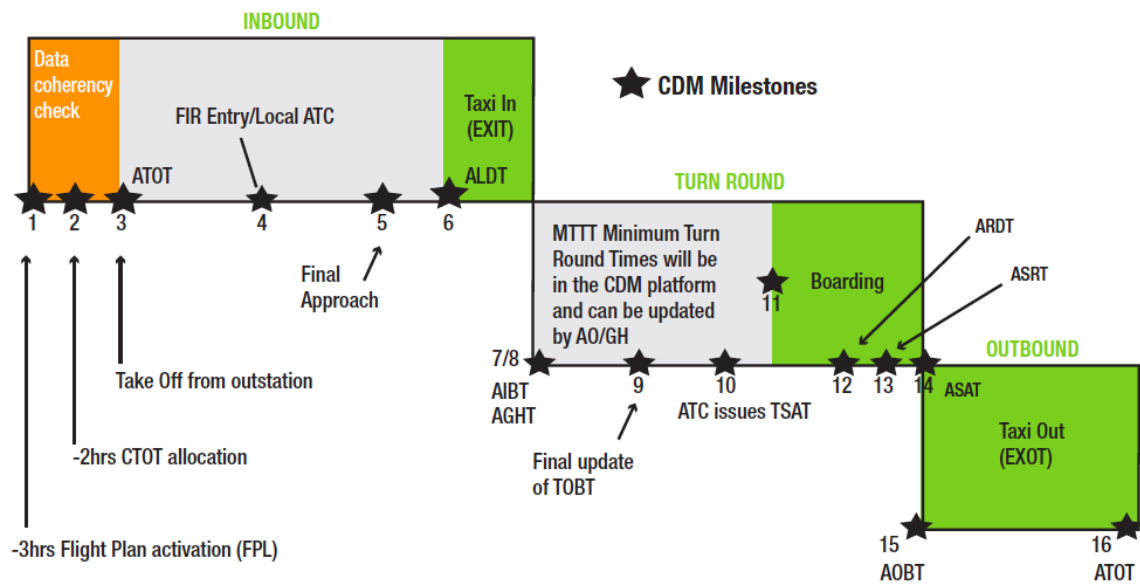


Figura 9: Enfoque de Milestones. Fuente: Eurocontrol. Airport-CDM Manual (2017)

A continuación, se definen los 16 *Milestones* propuestos por Eurocontrol con los procedimientos asociados.

Milestone 1: Activación del plan de vuelo. Inicio A-CDM

Definición: El operador aéreo presenta el plan de vuelo ATS y se distribuye mediante IFPS. Todas las dependencias de control aéreo y aeropuertos tanto de origen como de destino lo reciben. Este *Milestone* marca el inicio A-CDM.

Objetivo: Se basa en chequear la consistencia entre la información disponible en los sistemas del aeropuerto, basada en la programación reflejada mediante *slot* y la que aparece en el plan de vuelo presentado por la compañía.

Tiempo: Normalmente, el plan de vuelo se activa tres horas antes de la hora estimada de retirada de calzos (EOBT) en el aeropuerto de origen.

Estado de la aeronave: *Scheduled* (SCH).

Tiempos definidos: A partir de los datos del plan de vuelo, el programa calcula todos los tiempos que realiza la aeronave. En este *Milestone* se vincula tanto el vuelo de llegada como el de salida, dado que la escala de un vuelo comprende ambas partes. Es por esto que se compara la hora inicial de calzos de llegada, la duración del vuelo y la hora inicial de puesta de calzos en el aeropuerto de origen IIBT (*Initial In-Block Time*). Se tiene en cuenta también el *slot* aeropuerto coordinado SIBT (*Scheduled In-Block Time*).

Análisis de la implementación A-CDM

Procesos de los usuarios: Todos los *stakeholders* actúan en el cálculo de los tiempos de la aeronave. Los tiempos que calcula cada uno son:

- **NMOC:** Publica el plan de vuelo (inicio del *Milestone*). Define por primera vez el avión en el CDM y le añade la información necesaria como la aerolínea, el modelo, la *callsign*, entre otras. Añade la ELDT, ETOT, entre otras.
- **ATC:** Calcula la TSAT. Cuando hay discrepancia entre ATC y el *slot* aeroportuario, se notifica al operador aéreo mediante un mensaje de alarma.
- **Operador Aeroportuario:** Calcula la EIBT y la EOBT.
- **Operador Aéreo:** Calcula la ARDT, ASRT y añade ETOT.
- **Ground Handling:** Calcula la ACGT y ASBT.

Ventajas: Mejora la transparencia de los datos del plan de vuelo, aumenta su fiabilidad y ayuda a identificar las incoherencias del plan de vuelo.

El *Milestone* 1 se considerará superado cuando la plataforma CDM haya enviado un mensaje E-DPI al NMOC. En este instante el estado de la rotación será INI.

La rotación de la aeronave constará de:

- Plan de vuelo de llegada: se chequea la hora de calzos de llegada inicial (IIBT) de acuerdo a la información generada por el plan de vuelo, frente a la hora programada de calzos del *slot* aeroportuario (SIBT), tipología de aeronave, matrícula y último origen.
- Plan de vuelo de salida: se chequea la hora inicial de fuera de calzos del plan de vuelo (IOBT) frente la hora programada de calzos del *slot* aeroportuario (SOBT), tipología de aeronave, matrícula y primer destino.

Milestone 2: EOBT - 2 horas (*Estimated Off-Block Time*)

Definición: Se actualizan los datos y las variables desde ATC. Se envía la información de la hora objetivo de despegue (TTOT) publicado mediante mensaje T-DPI-t, cuando el *Milestone 1* ha sido superado.

Objetivo: Es realizar una primera estimación de la hora objetivo de despegue (TTOT), en base con la información del plan de vuelo original o modificado y la información proporcionada por la compañía. Es recomendable que la compañía o agente de *handling* publique la TOBT. Si la TOBT está disponible, además de los tiempos de taxi, la TTOT resultante, se enviará al NMOC vía T-DPI-t.

Tiempo: Dos horas antes de la hora estimada de retirada de calzos (EOBT) en el aeropuerto de origen.

Estado de la aeronave: *Initiated* (INI).

Tiempos definidos: En el caso de haber regulación se inicia el CTOT y se actualizan de la misma manera ELDT y EOBT.

La hora objetivo de la retirada de calzos (TOBT) debe encontrarse dentro de la tolerancia de la hora estimada de calzos (EOBT) asignada en el plan de vuelo. La TOBT tiene que ser ± 10 minutos de la EOBT.

Si la TOBT difiere en más de 10 minutos de la EOBT, se comunicará al operador aéreo y supondrá volver al *Milestone 1* y cancelar el plan de vuelo.

La plataforma A-CDM calcula la hora objetivo de despegue (TTOT) basándose en la TOBT y los tiempos estimados de rodaje (EXOT).

Procesos de los usuarios: Los usuarios solo actúan en el caso de haber regulación o actualización en los tiempos, por ejemplo, en el caso de haber retraso. Por lo demás, el *stakeholder* destacable es:

- **NMOC:** Actualiza los datos si es necesario 2h antes de la EOBT. Si el vuelo se encuentra regulado, envía el CTOT a las dependencias de tráfico aéreo correspondientes y al aeropuerto de salida.

Ventajas: Reduce la carga de trabajo del agente de *handling* y el operador aeroportuario dada la información anticipada del vuelo. Reduce del mismo modo la del controlador aéreo debido a la mejor planificación y gestión de los stands con antelación.

Análisis de la implementación A-CDM

Milestone 3: Despegue en el aeropuerto de origen

Definición: Despegue de la aeronave desde el aeropuerto de origen. A partir de este *Milestone* el avión sigue el plan de vuelo. Las variables de tiempo se van actualizando durante el vuelo. La recepción de la hora real de despegue en origen se activa en este *Milestone*.

Tiempo: ETOT - ATOT. El ATOT es equivalente a la ATD (*Actual Time of Departure*).

Estado de la aeronave: *Airborne* (AIR).

Tiempos definidos: ETOT pasa a ser ATOT (*Actual Take Off Time*).

Procesos de los usuarios: Los usuarios solo actúan en el caso de haber regulación o actualización en los tiempos, por ejemplo, en el caso de haber retraso. Por lo demás, los *stakeholders* destacables son:

- **NMOC:** Envía mensajes FUM a la Plataforma CDM del aeropuerto de destino con información sobre el estado del vuelo, el tiempo de vuelo, último punto de ruta, y el tiempo ELDT basado en el ATOT.
- **ATC:** Da la orden de despegue y actualiza el estado y el tiempo.

Ventajas: Reduce la carga de trabajo, mejora la coordinación de los usuarios, incrementa la predicción de la carga de tráfico en los sectores y planifica mejor la rotación de las aeronaves y la programación de las tripulaciones.

Milestone 4: Actualización de radar local. Entrada en FIR / ATC local

Definición: El avión entra en la FIR del aeropuerto de destino. Se actualizan de nuevo las variables de tiempo con datos más precisos, ya que se reduce la incertidumbre que genera el EET (*Estimated Elapsed Time*).

Tiempo: TFIR. Cuando la aeronave penetra en la FIR se actualiza automáticamente la ELDT (*Estimated Landing Time*), y seguidamente la plataforma A-CDM calcula automáticamente la TOBT para el vuelo de salida asociado, basada en a EIBT (*Estimated In-Block Time*) y los tiempos mínimos de escala.

Estado de la aeronave: FIR.

Análisis de la implementación A-CDM

Procesos de los usuarios: Los usuarios solo actúan en el caso de haber regulación o actualización en los tiempos, por ejemplo, en el caso de haber retraso. Por lo demás, el *stakeholder* destacable es:

- **ATC:** Detecta la entrada de la aeronave en la FIR y actualiza el estado y el tiempo. Actualiza la hora estimada de aterrizaje (ELDT) basada en la información de los mensajes FUM enviados por el NMOC. De esta manera, la plataforma CDM calcula automáticamente las horas TOBT del vuelo de salida asociado.

El conocimiento de la ELDT es fundamental para asignar los *stands*, preparar las tareas de *handling*, conexas a los pasajeros y calcular los tiempos de escala, entre otras.

Ventajas: Mejora la gestión de *stands* y puertas de embarque, la rotación de las aeronaves y tripulaciones, y predice con exactitud la carga del tráfico aéreo.

Milestone 5: Aproximación final

Definición: La aeronave empieza la fase de aproximación final. Se actualizan de nuevo las variables de tiempo para reducir la incertidumbre. Se comprueba que la hora TOBT de salida es equivalente a la EOBT del plan de vuelo. Si la hora objetivo de retirada de calzos difiere en +15 minutos de la EOBT, la plataforma CDM enviará un mensaje de alerta al operador aéreo o agente de *handling*.

Tiempo: ELDT. Se actualizan de nuevo ELDT, EIBT, TOBT y TTOT.

Estado de la aeronave: Final (FNL).

Procesos de los usuarios: Los usuarios solo actúan en el caso de haber regulación o actualización en los tiempos, por ejemplo, en el caso de haber retraso. Por lo demás, los *stakeholders* destacable son:

- **ATC:** Detecta que la aeronave inicie la aproximación final y actualiza su estado y las variables temporales.
- **Ground Handling:** entre +2/-5 minutos antes del aterrizaje los servicios de *handling* y aeroportuarios empiezan a posicionarse en el stand.

Ventajas: Mejora la puntualidad de los servicios de asistencia en tierra.

Análisis de la implementación A-CDM

Milestone 6: Aterrizaje

Definición: Aterrizaje de la aeronave en el aeropuerto de destino. Actualización de los tiempos de aterrizaje.

Tiempo: ELDT - ALDT. A partir de la hora ALDT y el tiempo de EXIT, automáticamente se calcula la hora EIBT y como consecuencia, se actualiza la TOBT y la TTOT.

Estado de la aeronave: *Landed* (ARR).

Tiempos definidos: ELDT pasa a ser ALDT (*Actual Landing Time*).

Procesos de los usuarios: Los usuarios solo actúan en el caso de haber regulación o actualización en los tiempos, por ejemplo, en el caso de haber retraso. Por lo demás, el *stakeholder* destacable es:

- **ATC:** Analiza el aterrizaje correcto de la aeronave y actualiza su estado y las variables de tiempo.

Ventajas: Reduce las esperas en las calles de rodaje y mejora la puntualidad.

Milestone 7: Calzos de llegada (*In-Block*)

Definición: Llegada de la aeronave al *stand* y procede a realizar calzos de llegada.

Tiempo: EIBT - AIBT

Estado de la aeronave: *In-Block* (IBK).

Tiempos definidos: EIBT pasa a ser AIBT (*Actual In-Block Time*).

Procesos de los usuarios: Los usuarios solo actúan en el caso de haber regulación o actualización en los tiempos, por ejemplo, en el caso de haber retraso. Por lo demás, el *stakeholder* destacable es:

- **ATC:** Analiza la llegada correcta de la aeronave a *stand* correspondiente y realiza calzos de llegada. Actualiza el estado y las variables temporales.

Análisis de la implementación A-CDM

Milestone 8: Inicio de tareas *Ground Handling*

Definición: Empiezan las funciones del proceso de *turnaround* proporcionado por los agentes de *handling* de la aeronave en tierra. Llegado a este *Milestone*, existen dos posibilidades: que la aeronave cargue pasaje y carga, y despegue de nuevo originando una escala reducida, o que dicha aeronave realice una escala larga para empezar el siguiente proceso. En el segundo caso, el agente de *handling* debe introducir en la plataforma CDM la hora real de comienzo de las tareas. A medida que se van realizando las tareas de *handling*, se puede ir actualizando la hora TOBT y la TTOT según se requiera.

A partir de este *Milestone*, el avión cambia de plan de vuelo, siendo el aeropuerto de destino el de origen.

Tiempo: ACGT

Estado de la aeronave: *In-Block* (IBK).

Procesos de los usuarios: Los usuarios solo actúan en el caso de haber regulación o actualización en los tiempos, por ejemplo, en el caso de haber retraso. Por lo demás, el *stakeholder* destacable es:

- **Ground Handling:** Inicia la asistencia en tierra del avión. Actualiza el estado y las variables de tiempo.

Ventajas: Reduce la carga de trabajo de los agentes de *handling* si se inician sin retraso y estima una mejor predicción de ocupación de los *stand* y las puertas de embarque.

Milestone 9: Confirmación final TOBT

Definición: Implementación de la TOBT definitiva. Si no existen problemas de congestión aérea y se ha realizado la planificación correcta, no debería haber diferencia entre los tiempos establecidos de EOBT y TOBT. La hora confirmada de la TOBT se utiliza para introducir el vuelo en la pre-secuencia de despegue y ATC calculará la TSAT. Cuanta más calidad tenga la TOBT, más eficacia tendrá el A-CDM.

Objetivo: Es confirmar y publicar una TOBT basándose en la situación real de la operativa, que será utilizada para introducir el vuelo en la pre-secuencia de salida y recibir la asignación de la TSAT, siempre y cuando el vuelo no esté regulado.

Análisis de la implementación A-CDM

La TOBT confirmada requiere que sea proporcionada por la compañía aérea o agente de *handling*. De lo contrario la plataforma CDM calculará la TOBT en base a la información disponible en ese momento, pudiendo desencadenar una parada del proceso CDM al no disponer de una TOBT que se ajuste a los requerimientos. La TOBT provisional será obtenida en los *Milestones* anteriores.

El *Milestone 9* es un *Milestone* restrictivo en el cual el proceso CDM procede o no. En el proceso para los vuelos no regulados, implica que la TOBT en los *Milestones* anteriores sea provisional. La plataforma CDM establece diferentes estados de la TOBT:

- Provisional (P): De los *Milestones* 1-7, siempre que haya cumplido las condiciones que se han definido para la TOBT en los procedimientos de los *Milestones*.
- Confirmada (C): A partir del *Milestone 9*, si cumple criterios de validación de TOBT.
- Modificada (M): Dentro de los 3 cambios permitidos. A partir del *Milestone 9*, si se ha modificado la TOBT +/- 3 veces desde la confirmación y cumple con los criterios de validación de la TOBT.
- Superado el número de cambios (S): A partir del *Milestone 9*, se ha modificado la TOBT más de 3 veces desde su confirmación. Puede haber penalización.
- Inválida (I): La TOBT deja de ser un valor válido y deberá actualizarse.

El cambio a TOBT confirmada lo realiza la plataforma CDM con 30 minutos de antelación respecto la TOBT provisional.

Tiempo: Antes de la EOBT (tiempo predefinido por el programa con variaciones dependiendo del aeropuerto).

Estado de la aeronave: *In-Block* (IBK).

Tiempos definidos: EOBT pasa a ser TOBT (*Target Off-Block Time*).

Procesos de los usuarios: Los usuarios solo actúan en el caso de haber regulación o actualización en los tiempos, por ejemplo, en el caso de haber retraso. Por lo demás, el *stakeholder* destacable es:

- **ATC:** Realiza las funciones de las secuencias de pre-despegue. A partir de la EOBT establecida y el tráfico aeroportuario se define la TOBT. Actualiza el estado y las variables temporales si es necesario.

Ventajas: Permite al NMOC a mejorar su planificación y al gestor aeroportuario a gestionar con exactitud los *stands* y puertas de embarque.

Milestone 10: Asignación TSAT

Definición: Se define la TSAT. Desde ATC se introduce el avión en las secuencias de pre-despegue y decide cuándo la aeronave puede iniciar el taxi hacia la pista de despegue. El cálculo de la TSAT está basada en la TOBT, el CTOT, la capacidad operacional, el tiempo variable de taxi, el *stand*, la configuración de pista y, si requiere, tareas en condiciones adversas como el deshielo.

La TSAT se distribuye a todos los usuarios y de este modo, la tripulación y todos los usuarios saben a la hora que se prevé recibir la autorización de puesta en marcha. Esta tiene una tolerancia de +/- 5 minutos, transcurrido este tiempo se considerará como caducada y el vuelo retrocederá al *Milestone 9* con una TOBT inválida, por lo que nuevamente deberá actualizar y confirmar la TOBT para ser introducida de nuevo en la secuencia. Con la TSAT publicada (normalmente a partir de TOBT - 30 minutos), solo se permiten tres modificaciones de la TOBT.

Objetivo: Es asignar y publicar la TSAT por parte de ATC una vez la TOBT para a estado confirmado (en el *Milestone 9*), introducir el vuelo en la pre-secuencia de salida e informar de la asignación de una hora objetivo de puesta en marcha. Este evento se publica al NMOC a través de un mensaje T-DPI-s.

Tiempo: Antes de la EOBT.

Estado de la aeronave: *Sequenced*.

Procesos de los usuarios: Los usuarios solo actúan en el caso de haber regulación o actualización en los tiempos, por ejemplo, en el caso de haber retraso. Por lo demás, el *stakeholder* destacable en es:

- **ATC:** Realiza las funciones de secuenciación de pre-despegue y a partir de la TOBT establecida y el tráfico aeroportuario define la TSAT. Actualiza las variables temporales si se requiere.

Análisis de la implementación A-CDM

Milestone 11: Inicio del embarque

Definición: Se inicia el embarque de pasajeros y carga en la aeronave. Este *Milestone* contempla si el avión empieza el embarque acto seguido de llegar o si tiene que realizar una escala larga. El tiempo de embarque está relacionado con el tiempo de despegue y por lo tanto, debe cumplir con la hora objetivo TOBT y TSAT.

Si sucede algún imprevisto, la TOBT debe actualizarse antes de que el problema se resuelva o si procede, estimar el tiempo de retraso y proporcionar una nueva TOBT.

Tiempo: ASBT (*Actual Start Boarding Time*).

Estado de la aeronave: *Boarding* (BRD).

Procesos de los usuarios: Los usuarios solo actúan en el caso de haber regulación o actualización en los tiempos, por ejemplo, en el caso de haber retraso. Por lo demás, el *stakeholder* destacable es:

- **Operador Aéreo / Ground Handling:** Inician el embarque de pasajeros y carga en el avión. Actualizan el estado y las variables de tiempo si es necesario.

Milestone 12: Aeronave lista

Definición: Cierre de puertas del avión, pasarela de embarque retirada y desconexión de los vehículos de *handling*. Aeronave lista para *push-back* inmediato, si procede.

La mayor utilidad de este *Milestone* se produce cuando existe una tolerancia de tiempo +/- 10 minutos entre la TOBT y la TSAT. Cuando la aeronave esté lista se distribuye por la plataforma CDM como ARDT (*Actual Ready Time*).

Tiempo: ARDT (*Aircraft Ready Time*)

Estado de la aeronave: *Ready* (RDY).

Procesos de los usuarios: Los usuarios solo actúan en el caso de haber regulación o actualización en los tiempos, por ejemplo, en el caso de haber retraso. Por lo demás, el *stakeholder* destacable en este *Milestone* es:

- **Operador Aéreo:** Notifica que aeronave está embarcada y lista para iniciar el retroceso. Actualiza su estado y las variables temporales si es necesario.

Ventajas: ATC resta informado de las posibles demoras para mejorar la situación del tráfico aéreo.

Milestone 13: Solicitud de puesta en marcha

Definición: Los pilotos a cargo de la aeronave piden autorización a ATC para encender los motores de la aeronave e iniciar el retroceso hacia la pista de despegue.

La petición de puesta en marcha debe realizarse dentro de la tolerancia estipulada por el aeropuerto, entre TSAT \pm 5 minutos. En este momento se genera la ASRT informando a los usuarios mediante la plataforma CDM.

Si a $+3$ minutos de la TSAT no se ha realizado la solicitud, la plataforma CDM lo detecta y envía un mensaje de aviso a la compañía aérea alertando de su caducidad en 2 minutos. Si a la hora TSAT $+5$ minutos, ATC no ha recibido la petición, el controlador puede revocar la TSAT y el vuelo saldrá de la secuencia de pre-despegue, retrocediendo al *Milestone 9*. En otras palabras, el *Milestone 13* se desencadena al solicitar la puesta en marcha de motores o *push-back* por parte del piloto a la torre. Dicha hora se define como ASRT y se solicita entre ± 5 minutos de la TOBT.

Tiempo: ASRT (*Actual Start-Up Request Time*).

Estado de la aeronave: *Ready* (RDY).

Procesos de los usuarios: Los usuarios solo actúan en el caso de haber regulación o actualización en los tiempos, por ejemplo, en el caso de haber retraso. Por lo demás, los *stakeholders* son:

- **Operador Aéreo:** Pide autorización para la puesta en marcha. Actualiza las variables temporales si es necesario.
- **ATC:** Aprueba o deniega la puesta en marcha.

Ventajas: Reduce la congestión de tráfico en la plataforma y aporta mayor fluidez en las calles de rodaje.

Análisis de la implementación A-CDM

Milestone 14: Autorización de puesta en marcha

Definición: Desde ATC se da autorización al avión para encender los motores a ± 5 minutos de la TSAT.

En resumen, los *Milestones* 13 y 14 se podrían resumir gráficamente de la siguiente manera:

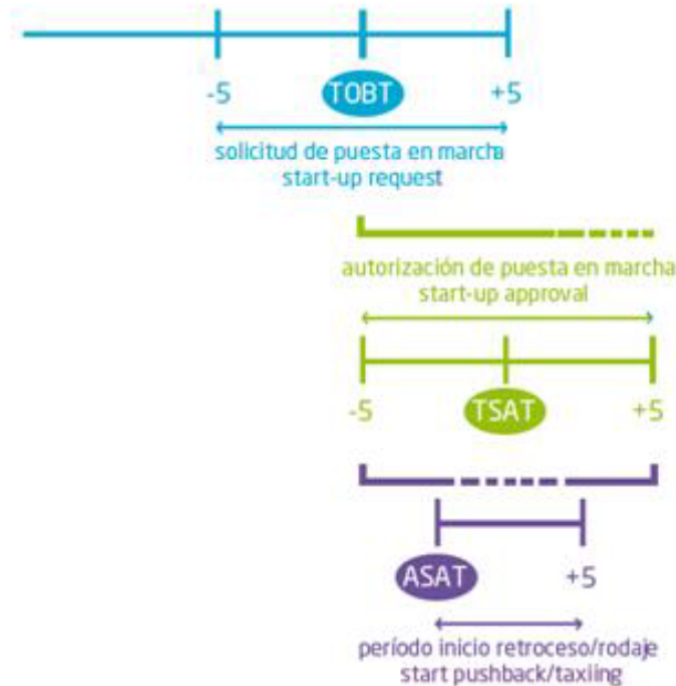


Figura 10: Proceso de puesta en marcha considerando Milestones 13-14. Fuente: Aeropuerto de Palma de Mallorca. Aena (Versión 02)

La aeronave en salida contactará con torre a través de la frecuencia de autorizaciones para solicitar la autorización de puesta en marcha entre el intervalo de TOBT ± 5 . La torre podrá aprobar la autorización de puesta en marcha dentro de la franja ± 5 minutos respecto la TSAT.

Una vez recibida la autorización de puesta en marcha, la aeronave solicitará dentro de los 5 minutos siguientes a través de la frecuencia indicada de autorización para iniciar el retroceso y/o rodaje. Si no se cumple este plazo, la autorización de puesta en marcha podrá ser revocada. La aeronave deberá empezar el retroceso/rodaje dentro de los 5 minutos posteriores a la hora recibida de autorización (ASAT / ASRT +5).

Análisis de la implementación A-CDM

Si pasados 3 minutos respecto la TSAT asignada no se ha recibido ni ASRT ni ASAT en la plataforma CDM, el sistema enviará un mensaje a la compañía aérea o agente de *handling* alertando el hecho. Si pasan 5 minutos respecto la TSAT se realizará el mismo procedimiento.

En el caso de que pase el tiempo indicado de 5 minutos respecto la TSAT sin que haya anotado al menos la solicitud de puesta en marcha, la TSAT habrá caducado (mostrándose vacío el campo de la TSAT y de la TOBT), y se marcaran como incumplidos los *Milestones* 9,10,13 y 14. Será necesario que la compañía o agente de *handling* introduzca una nueva TOBT para volver a incluir el vuelo en la secuencia de despegue.

Tiempo: ASAT (*Actual Start-Up Approval Time*).

Estado de la aeronave: *Ready* (RDY).

Tiempos definidos: TSAT pasa a ser ASAT.

Procesos de los usuarios: Los usuarios solo actúan en el caso de haber regulación o actualización en los tiempos, por ejemplo, en el caso de haber retraso. Por lo demás, el *stakeholder* destacable es:

- **ATC:** Procede a autorizar la puesta en marcha e iniciar el retroceso para dar inicio al taxi. Actualiza las variables temporales y el estado, si requiere.

Milestone 15: Calzos de salida (*Off-Block*)

Definición: La aeronave empieza el taxi a la pista de despegue. El proceso de garantizar que la aeronave llegue a pista de despegue en el tiempo TTOT es responsabilidad de ATC. Desde la torre de control tienen que considerar los tiempos de retroceso, taxi y tráfico; debe planificar correctamente la secuencia de pre-despegue. Es la hora real de fuera de calzos (AOBT) y automáticamente se calcula la hora objetivo de despegue (TTOT).

Tiempo: EOBT - AOBT.

Estado de la aeronave: *Off-Block* (OBK).

Tiempos definidos: EOBT pasa a ser AOBT (*Actual Off-Block Time*).

Procesos de los usuarios: Los usuarios solo actúan en el caso de haber regulación o actualización en los tiempos, por ejemplo, en el caso de haber retraso. Por lo demás, el *stakeholder* destacable es:

- **ATC:** Analiza el inicio de taxi de la aeronave hacia la pista de despegue. Actualiza el estado y las variables temporales si es necesario.

Milestone 16: Despegue

Definición: Se autoriza a la aeronave a despegar. Finalización del A-CDM para este avión.

Tiempo: ETOT - ATOT

Estado de la aeronave: *Departed* (DEP).

Tiempos definidos: ETOT pasa a ser ATOT (*Actual Take Off Time*).

Procesos de los usuarios: Los usuarios solo actúan en el caso de haber regulación o actualización en los tiempos, por ejemplo, en el caso de haber retraso. Por lo demás, el *stakeholder* es:

- **ATC:** Autoriza el despegue de la aeronave y actualiza su estado y las variables de tiempo.

Ventajas: Reduce la congestión de los sectores de control de ruta.

3.3.3. Variable Taxi Time (VTT)

Antes de implementarse el Airport CDM los Tiempos Variables de Rodaje no existían y se utilizaba un tiempo de rodaje único para todas las aeronaves independientemente del *stand*, el uso y la configuración de pista y, como consecuencia, provocaba incongruencias de adhesión entre la hora de puesta en marcha y el *slot* programado.

Con la implementación A-CDM hay un cambio muy significativo en cuanto a la definición de los Tiempos Variables de Rodaje. El VTT es el tiempo necesario para que un avión llegue a cabecera de pista e inicie la fase de despegue. Se definen parámetros de tiempo de rodaje desde cada *stand* individual hasta cabecera de pista (también individual) que esté en servicio.

El concepto de Tiempo Variable de Rodaje tiene como objetivo, teniendo en cuenta las aeronaves de llegada y de salida, proporcionar tiempos de taxi exactos y automatizados para cada aeronave.

Con el fin de obtener estimaciones precisas de los Tiempos Variables de Rodaje, es fundamental que se haya implementado el intercambio de información. Para realizar un seguimiento de la situación del tráfico y regularlo, los parámetros VTT se deben ajustar para retener o liberar aeronaves desde el *stand*.

Análisis de la implementación A-CDM

Estos tiempos son definidos por el ente aeroportuario que, en función de los datos estadísticos adquiridos a lo largo del tiempo, obtiene el tiempo promedio que necesitan las aeronaves para llegar a cualquier cabecera de pista desde un stand en función de la configuración de la pista.

Los Tiempos Variables de Rodaje son esenciales para calcular los tiempos importantes en el *Milestone Approach*; el tiempo estimado de calzos (EIBT) y el tiempo estimado y objetivo de despegue (ETOT, TTOT) y calculado (CTOT).

A efectos del A-CDM se considera que el VTT es:

- Para los vuelos de llegada: el tiempo EXIT, que es el período entre el tiempo de aterrizaje ELDT y el tiempo de calzos EIBT.
- Para los vuelos de salida: el tiempo de salida de taxi EXOT, que es el período entre el tiempo actual de calzos EOBT y el tiempo real de ETOT.

La asignación de un preciso EXIT y EXOT es crucial para poder realizar una óptima planificación de la secuencia de despegues.

La duración del Tiempo Variable de Rodaje se define según el stand asignado y la configuración de pista en uso. En función de estos parámetros, se realiza una tabla con los Tiempos de Rodaje desde todos los *stand* hacia las cabeceras de pista y viceversa. Esto permite, en primer lugar, que ATC optimice la secuencia de retroceso, rodaje y despegue y, por lo tanto, se reduzca la congestión en forma de colas en las cabeceras y en las calles de rodaje, generando un ahorro de combustible y una reducción de emisiones. De la misma manera, se mejora la asignación de los *slots* y el cumplimiento de los CTOT. En segundo lugar, permite que el operador aeroportuario optimice la gestión de los *stand* y las puertas de embarque y, a los agentes de *handling*, hacer un uso más eficiente de los recursos.

Los parámetros que afectan en la asignación de VTT son:

- El diseño e infraestructura del aeropuerto;
- Pista (s) en uso (incluida la distancia entre los puestos de espera de rodaje y pista);
- Número de cruces de pista requeridos;

- Ubicación del *stand*;
- Condiciones meteorológicas.
- Tipología de aeronave, peso y operador aéreo.
- Densidad del tráfico aeroportuario (horas punta y temporadas estacionales).

3.3.4. Pre-departure Sequencing

El principio de "primero en llegar, primero en salir", se aplica en la mayoría de las situaciones en la gestión del tráfico aeroportuario actual. Hoy en día, los controladores aéreos organizan los despegues según la capacidad de pista, generando en muchas ocasiones retrasos significativos y dando lugar a largos tiempos de espera con un gran consumo de combustible en las cabeceras de pista.

Es por esto por lo que, la pre-secuencia de despegues en A-CDM tiene como objetivo principal crear un orden óptimo de despegue para generar un continuo flujo de aeronaves, desde los respectivos *stands* hasta la pista de despegue en uso, evitando congestiones en las rodaduras y en los puntos de espera de las pistas.

Con la pre-secuencia de despegues se mejora la flexibilidad, se enriquece la transparencia de asignación de autorizaciones de puesta en marcha, se incrementa la eficiencia de los operadores de *handling* y se mejora la gestión de *stands* y puertas de embarque.

Esta secuenciación previa al despegue permite que ATC maneje los tiempos TOBT, obtenidos por el operador aéreo o agente de *handling* y compartidos en la plataforma A-CDM, de manera que las aeronaves salgan del *stand* en un orden eficiente y óptimo. Mediante la TOBT y la situación del tráfico operativo en la plataforma, calles de rodaje y pistas, ATC construye la pre-secuencia de despegue mediante el cálculo de la TSAT, también compartida, que coloca a cada aeronave en una secuencia previa al despegue. Esto se traduce en proporcionar flujos de tráfico regulados y en mejorar la puntualidad de los operadores aéreos.

Esta secuenciación implica un cambio de principio "el mejor planificado, será el mejor secuenciado".

Además se puede potenciar y optimizar la secuenciación con sistemas encargados de planificar y asignar flujos de despegue y aterrizaje calculando la TOBT, TTOT y la TSAT. Estos sistemas se conocen como DMAN (*Departure Management*), AMAN (*Arrival Management*) y la posible implementación A-SMGCS (*Advanced Surface Movement Guidance and Control System*). Todos ellos pueden considerarse como habilitadores claves en la planificación aeroportuaria, así como en la optimización de la red. No obstante, a la hora de regular las salidas y las llegadas al aeropuerto, los controladores aéreos deben tener en cuenta diferentes aspectos como la capacidad de pista y la categoría de las aeronaves. Esto es debido a que la distancia recomendada entre dos despegues y aterrizajes depende de la categoría de los aviones que realizan dichas maniobras.

3.3.5. Condiciones Adversas

Una gran variedad de eventos, independientemente de si son o no previsibles, pueden interrumpir el funcionamiento normal de un aeropuerto y reducir su capacidad a niveles operativos sustancialmente inferiores.

Las condiciones adversas son acontecimientos externos o internos que afectan a uno o varios usuarios aeroportuarios e influyen en los procesos operacionales. Sin embargo, existen condiciones adversas que se pueden prever con mayor o menor precisión.

La capacidad aeroportuaria se calcula mediante el número de aeronaves que puede asumir un aeropuerto en un determinado período de tiempo, y viene determinada por la infraestructura tanto del lado aire como el de tierra, consideraciones políticas y medioambientales y por último, los recursos técnicos y humanos disponibles.

Este elemento tiene como objetivo permitir la gestión de la capacidad reducida de la manera más óptima posible y facilitar un rápido retorno a la capacidad normal, una vez dichas condiciones dejen de prevalecer.

Para poder implementar este elemento deben estar los anteriores implementados para que este sea efectivo. Hoy en día, no todos los procedimientos son igual de efectivos y, a menudo se aplican de manera inconsistente o sin una coordinación previa y adecuada entre los usuarios. En algunos aeropuertos, los procedimientos y acciones a seguir no están relacionados con la tipología de condición adversa, sino con el cambio de capacidad que provoca.

Análisis de la implementación A-CDM

A pesar de la gran variedad de condiciones adversas y la tipología del aeropuerto, hay ciertas consideraciones que deben construir la base de los procedimientos:

- Elaborar un plan y acciones sobre condiciones adversas;
- Asegurar que los procedimientos sean simples y parecidos a los utilizados en situaciones sin anomalías;
- Familiarizar a todos los usuarios con el cumplimiento de los procedimientos;
- Designar un Coordinador A-CDM responsable de coordinar las condiciones adversas.

Las condiciones adversas en A-CDM se refieren a un concepto que involucra procedimientos definidos para afrontar eventos predecibles e impredecibles, con la finalidad de asegurar un impacto mínimo en los pasajeros y en el conjunto de las operaciones aeroportuarias.

Condiciones adversas predecibles	Condiciones adversas impredecibles
Previsiones meteorológicas adversas	Guerra o inestabilidad política
Mantenimiento planificado	Terrorismo
Operaciones de deshielo	Meteorología
Obras de construcción y mantenimiento	Seguridad y amenazas: cierre de aeropuertos, fuego, etc
Disponibilidad de recursos técnicos	Daños detectados en la aeronave
Indisposición equipos de navegación aérea	Huelgas
Problemas técnicos en los actores	Peligros relacionados con aves
Operaciones invernales	Pasajero o miembro de la tripulación en estado grave

Tabla 3: Condiciones adversas predecibles e impredecibles. Fuente: Elaboración propia

*En meteorología adversa relacionada con baja visibilidad, existe una incertidumbre sobre si ocurrirá y sobre el período de tiempo a contemplar.

Para afrontar dichas situaciones en aeropuertos CDM se crea la figura del coordinador, cuyas tareas se resumen en:

- Supervisar los niveles de alerta previstos o reales y modificarlos si es necesario;
- Coordinar la activación de los procedimientos especiales a nivel local y que los usuarios los cumplan;
- Coordinar acciones y decisiones ad hoc;

Análisis de la implementación A-CDM

- Informar y reportar al NMOC todas las decisiones tomadas que puedan tener un impacto en la red ATFM europea;
- Activar la Célula A-CDM si es necesario.

El coordinador debe ser un representante del operador aeroportuario con amplios conocimientos de la operativa, procedimientos, principios y conexiones A-CDM.

La Célula A-CDM es administrada por el coordinador y debe contar con representantes autorizados para tomar decisiones conjuntas de todos los usuarios parte. Las principales funciones de la Célula durante las condiciones adversas son:

- Recopilar información crítica sobre la condición adversa y la capacidad reducida del aeropuerto;
- Encontrar los factores más limitantes sobre la capacidad, evaluar y declarar la capacidad global del aeropuerto;
- Tomar decisiones colaborativas de alto nivel para la gestión de las operaciones aeroportuarias durante las condiciones adversas;
- Proporcionar información a las partes relevantes sobre la situación local;
- Una vez finalizada la situación anómala, elaborar un post-análisis operacional de todos los acontecimientos.

El grupo responsable de las condiciones adversas deberá recopilar procedimientos de cada usuario para cada situación en concreto, determinando del mismo modo, las consecuencias operacionales y el impacto que generan dichas adversidades.

Por otro lado, cabe destacar que todas las condiciones adversas efectúan una secuencia de dependencia en A-CDM. Es decir, las acciones que se lleven a cabo desde ATC para gestionar una condición desfavorable, tendrán un impacto sucesivo en muchos parámetros, por ejemplo: si se aumenta el tiempo de rodaje de llegada (EXIT), repercutirá en la hora estimada de calzos de llegada (EIBT), generando un incremento del tiempo de rodaje (EXOT) y dando lugar a un retraso en el TTOT.

Operaciones de deshielo de aeronaves

La operación de deshielo en época invernal requiere atenciones especiales dado su impacto significativo en la capacidad aeroportuaria y en la posible amenaza para la aeronave. Esta amenaza recae en el posible cambio aerodinámico que puede generar el exceso de partículas de hielo en el avión, además de aumentar su peso total, resultando muy peligroso.

La importancia de estas operaciones recae en eliminar el hielo o nieve adherida en las superficies de la aeronave y prepararla para efectuar el despegue.

Las operaciones de deshielo implican una coordinación entre todas las partes involucradas. Es importante incluir a la empresa que realiza las tareas de deshielo en el proceso de intercambio de información. Pues los tiempos de escala se ven aumentados y generan retrasos en muchas ocasiones. El grupo de trabajo de condiciones adversas debe tener en cuenta la operativa del plan de invierno del aeropuerto en cuestión para realizar las operaciones de deshielo.

Es importante establecer un tiempo estimado en función de las partes de la aeronave en las que se realizará el deshielo: planos, estabilizadores, fuselaje, dependiendo del tipo de aeronave, tipología de maquinaria y número de equipos disponibles.

Los tiempos definidos para las operaciones de deshielo son:

Acrónimos	
ARZT	Actual Ready for De-icing Time
ERZT	Estimated Ready for De-icing Time
ACZT	Actual Commence of De-icing Time
ECZT	Estimated Commence of De-icing Time
AEZT	Actual End of De-icing Time
EEZT	Estimated End of De-icing Time
ADIT	Actual De-icing Time
EDIT	Estimated De-icing Time
RDI	Estado del vuelo: Ready for De-icing
DEI	Estado del vuelo: De-icing in progress

Tabla 4: Acrónimos operaciones de deshielo. Fuente: Elaboración propia

Las operaciones de deshielo se centran o bien en el *stand*, o bien en remoto.

Operaciones de deshielo en *stand*

Para calcular la TOBT en el tiempo de escala, se incluye el tiempo estimado de deshielo (EDIT), momento en el cuál la tripulación solicitará las partes necesarias de la aeronave que requieren deshielo. La TSAT coincide con la hora estimada de finalización de deshielo (EEZT). Se añade el tiempo de rodaje (EXOT) y consecuentemente el TTOT.

Operaciones de deshielo en remoto:

La TOBT no está sujeta a cambios y significa que la aeronave estará lista sin tener en consideración las tareas de deshielo. Del mismo modo, se le añade una TSAT junto con un tiempo estimado de rodaje de salida (EXOT) que equivale desde el *stand* hasta la base del deshielo. Acto seguido se añade un EDIT y nuevamente un nuevo tiempo EXOT, que indicará el tiempo desde la base hasta el punto de espera de la pista en uso. El resultado será el TTOT.

Los tiempos de taxi se ven alterados, por lo que el grupo de trabajo de condiciones adversas deben solicitar tiempos variables de taxi necesarios para realizar la operativa, calculando los tiempos desde cada *stand* hasta las bases de deshielo establecidas en el aeropuerto, para después asignar el tiempo de rodaje hasta la cabecera de pista.

En el caso del Aeropuerto de Madrid-Barajas Adolfo Suárez, disponen de dos bases de deshielo en la 36L y 36R, cuya base dispone de tres calles, pudiendo deshelar hasta tres aviones a la vez.

3.3.6. Collaborative Management of Flight Updates

El objetivo de esta estrategia es posibilitar la puntualidad y eficiencia de los vuelos, teniendo en cuenta los recursos disponibles con énfasis en optimizar la capacidad de la red. Impone soluciones ATFCM a través de un proceso de toma de decisiones colaborativo, sólido y completo que permitirá la diseminación generalizada de información relevante y oportuna.

Uno de los habilitadores esenciales para desarrollar ATFCM es la disponibilidad y la precisión de información, con énfasis en la calidad de datos del plan de vuelo, ya que es la base de todas las decisiones tácticas.

La calidad de la información mejora progresivamente a medida que se acerca la hora de salida. Sin embargo, desde el punto de vista de la red, existe una brecha entre la precisión de la estimación del tiempo de despegue proporcionada por el operador aéreo y la precisión del tiempo real de despegue proporcionado por ATC. Airport-CDM garantiza la precisión continua de la predicción del tráfico al proporcionar información precisa de ETOT y TTOT.

Este concepto se basa en la conexión a la red del tráfico aéreo ECAC a través del NMOC. La creación de la Plataforma CDM, el enfoque de los *Milestones*, la determinación de VTT, establecer la pre-secuencia de despegues e implementar procedimientos para afrontar condiciones adversas, son pasos imprescindibles que ejecutar antes de conectar el aeropuerto CDM con Eurocontrol.

La gestión colaborativa de las actualizaciones de vuelo integra al A-CDM en el núcleo del proceso de gestión de flujo y capacidad, conciliando las operaciones aéreas con las aeroportuarias, cerrando el ciclo entre las restricciones en ruta / llegada y planificando las salidas. Los principales beneficios son:

- Asegura la integridad de la información entre las operaciones en ruta y aeroportuarias;
- Mejora la previsibilidad de las operaciones terrestres a través de una información inicial mejorada sobre los vuelos entrantes;
- Mejora las estimaciones de los tiempos de despegue, lo que permite una visión más

Análisis de la implementación A-CDM

precisa y predecible de la situación del tráfico, que resulta en una mejor asignación de *slots* ATFM.

No solamente se mejora la precisión de la información del vuelo antes de la salida, lo que conduce a una mejor eficiencia en la actividad ATFCM, sino que también abre la puerta a un enfoque más colaborativo para la gestión del tráfico aéreo y aeroportuario. Enriquece los flujos de los vuelos, reduciendo la necesidad de medidas como los *slots*, y proporciona un enfoque real de puerta a puerta, considerando las limitaciones ATC y las aeroportuarias con la finalidad de proporcionar un mejor servicio a los operadores aéreos.

En estas actualizaciones de vuelo, el intercambio de información entre el NMOC y el aeropuerto CDM se realizan mediante:

- El envío de mensajes de información actualizada sobre la planificación de salidas (DPI) desde un aeropuerto CDM al NMOC.
- El envío de mensajes de actualización de vuelo (FUM) desde el NMOC a los aeropuertos CDM.

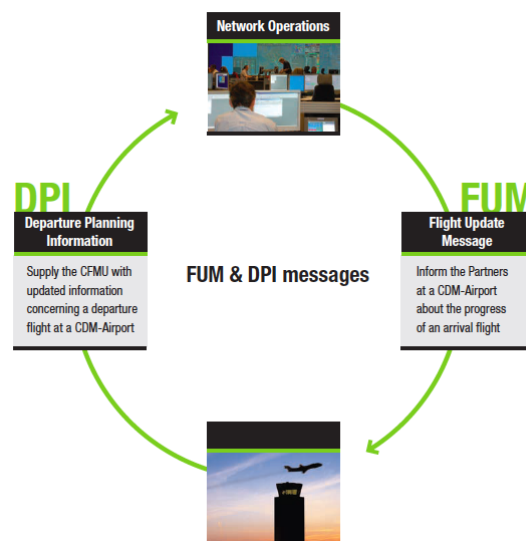


Figura 11: Mensajes DPI - FUM. Fuente: Eurocontrol. Airport CDM Manual (2017)

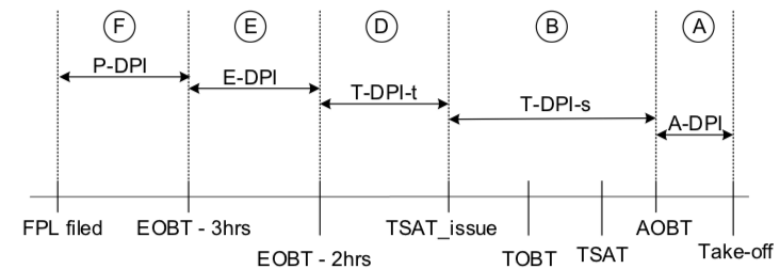
Mensajes DPI - *Departure Planning Information*

Los mensajes DPI contienen tiempos estimados de despegue (ETOT), tiempos de despegue objetivo (TTOT) y tiempos de taxi. Los mensajes subsiguientes funcionan como actualizaciones de la información enviada anteriormente. La transmisión automatizada de los mensajes DPI se activa mediante los eventos del sistema derivado del proceso de *Milestones*. Cada DPI se refiere a un solo vuelo.

Existen cinco tipologías de mensajes DPI que se envían durante distintas fases del vuelo:

- **E-DPI (*Early DPI*)**: Se envía entre 2 o 3 horas antes de la hora estimada fuera de calzos y se comprueban discrepancias entre el *slot* aeroportuario y el plan de vuelo. Contiene la hora estimada de despegue (ETOT) y la hora programa de retirada de calzos (SOBT)
- **T-DPI-t (*Target DPI*)**: Enviado entre dos horas antes de la hora de retirada de calzos y la hora ATC de la pre-secuencia de despegue. Este mensaje proporciona una hora de despegue más precisa (TTOT), calculada a partir de los tiempos TOBT + VTT. Permite optimizar el recalcule del CTOT.
- **T-DPI-s (*Target DPI Sequenced*)**: Se envía cuando se establece la TSAT. Se actualiza la predicción de la demanda del tráfico y también indica la hora de despegue más temprana en caso de CTOT.
- **A-DPI (ATC DPI)**: Enviado entre la retirada de calzos y el despegue con la hora basada en AOBT.
- **C-DPI (*Cancel DPI*)**: Sirve para suministrar al NMOC una cancelación de ETOT o TTOT enviado anteriormente y desconociendo la nueva hora de salida. Este mensaje indica la imposibilidad de despegue y el incumplimiento con el *slot*. Se envía desde EOBT -2 horas hasta la asignación de la TSAT. Un ejemplo típico es un problema técnico con la aeronave después de otorgarse una autorización ATC.

When shall which DPI be sent – Non regulated flight?

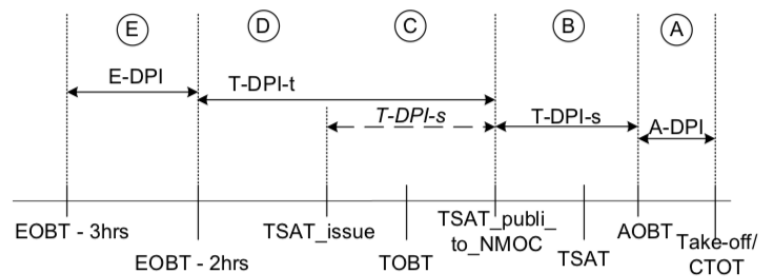


TSAT_issue ~ TOBT – 40 min

Fig: DPI - 7

Figura 12: Mensajes DPI en un vuelo sin regulación. Fuente: Eurocontrol. DPI Implementation Guide (2020)

When shall which DPI be sent – Regulated flight?



TSAT_issue ~ TOBT – 40 min

TSAT_publi_to_NMOC ~ TSAT – 10 min

Fig: DPI - 8

Figura 13: Mensajes DPI en un vuelo regulado (CTOT). Fuente: Eurocontrol. DPI Implementation Guide (2020)

El aeropuerto envía actualizaciones de los mensajes DPI siempre que se produzcan actualizaciones en datos relevantes como:

- Modificación de TTOT enviado previamente en +/-5 minutos;
- Modificación de EXOT enviado en +/-3 minutos;
- Modificación TOBT o TSAT en +/-5 minutos;
- Modificación de la tipología de aeronave o matrícula;
- Actualización del estado el mensajes DPI, comentados anteriormente.

Análisis de la implementación A-CDM

Los DPI se pueden contemplar en la plataforma CDM de SCENA de la siguiente manera:

MS	Tipo	Estado	Rotación	Fecha Creación	TSAT	EOBT	TOBT	TTOT	OOBT	CTOT	EXOT	Hora Envío
M15	A-DPI	ATC	OBK	08/10/2020 09:47	10:00	10:00	10:00	10:02	09:50	-	15	09:47
M10	T-DPI	SEQ	IBK	08/10/2020 09:30	10:00	10:00	10:00	10:15	09:50	-	15	09:31
-	T-DPI	TARGET	IBK	08/10/2020 09:30	-	10:00	10:00	10:15	09:50	-	15	09:30
-	T-DPI	TARGET	IBK	08/10/2020 08:15	-	10:00	-	10:15	09:50	-	15	08:15
M2	T-DPI	TARGET	IBK	08/10/2020 08:00	-	10:00	-	10:09	09:50	-	9	08:00
M1	E-DPI	EARLY	IBK	08/10/2020 07:00	-	10:00	-	10:09	09:50	-	9	07:00

Figura 14: Visualización mensajes DPI en SCENA Aeropuerto PMI. Fuente: Elaboración propia

El aeropuerto envía a través de SCENA los mensajes DPI al NMOC mediante ICARO. El NMOC devuelve al aeropuerto CDM respuestas a los mensajes DPI: o bien mensajes de error cuando, por ejemplo, ETFMS (*Enhanced Tactical Flow Management System*) no puede procesar mensajes DPI; o bien mensajes de alerta cuando, por ejemplo, ETFMS descubre una inconsistencia IFPS (*Integral Initial Flight Plan Processing System*).

Mensajes FUM - Flight Update Message

Estos mensajes contienen información más reciente basadas en el perfil de vuelo, datos de vuelo y actualizaciones de posición de radar por los mensajes ATC y DPI. Los usuarios reciben información temprana sobre la hora estimada de aterrizaje, que juntamente con el cálculo VTT proporcionan mejores tiempos de puesta de calzos de llegada (EIBT).

Proporcionan a los aeropuertos de destino un tiempo de aterrizaje estimado (ELDT). Se envía un mensaje FUM por primera vez 3 horas antes de ELDT y se envían cada vez que se produce una actualización significativa del vuelo en ETFMS.

3.3.7. Conexión del Aeropuerto con el Network Manager Operation Centre

Una vez implementados todos los elementos anteriores, el aeropuerto está listo para ser un Aeropuerto CDM a nivel local y por lo tanto, ya puede conectarse con el NMOC, un proceso con una duración aproximada de seis meses. Eurocontrol, a partir de este momento, visita el aeropuerto y realiza análisis tanto de la calidad de la información como la aplicación de los procedimientos.

Toda la información acerca del A-CDM debe publicarse previamente al inicio de la operativa como Aeropuerto CDM, con la finalidad de estar al alcance de todos los usuarios y operadores. Como mínimo, la información se debe encontrar en los manuales de los operadores aéreos, manuales de información de la torre de control, canales AIS (*Aeronautical Information Service*) y en los AIP (*Aeronautical Information Publication*).

Así entonces, gracias a la definición de los mensajes DPI y FUM, delimitados en las transmisiones automáticas de los *Milestones*, el NMOC puede procesar los mensajes DPI recibidos del aeropuerto de origen y enviar mensajes FUM al aeropuerto de destino.

El intercambio de mensajes DPI y FUM están sujetos a una extensa evaluación y pruebas de conexión entre ambos.

El aeropuerto debe realizar auditorías locales mediante un sistema de pruebas proporcionado por Eurocontrol, un proceso previo a la evaluación de los mensajes DPI y FUM.

Una vez analizadas dichas auditorías, el paso siguiente de Eurocontrol es evaluar los mensajes DPI en seis fases:

1. Comunicación y mensajes: basado en verificar los mensajes que se envían vía ATFN (*Aeronautical Fixed Telecommunication Network*) y que la conexión sea correcta.
2. Evaluación de datos en tiempo real: comprobando la consistencia de los datos proporcionados y que sean idóneos para los propósitos de ATFCM.
3. Valoración del impacto ATFCM: valorando la determinación del impacto de los mensajes DPI gestionados por ETFMS.
4. Evaluación operacional: se evalúa el correcto funcionamiento del intercambio de mensajes DPI.

5. Operaciones: si se han conseguido los propósitos anteriores, los mensajes DPI se pueden aceptar como operativos y, por tanto, conexionar el Aeropuerto CDM al NMOC.
6. Soporte post-operacional.

En segundo lugar, Eurocontrol evalúa los mensajes FUM en tres estadios:

1. Comunicación y mensajes: verificando los mensajes que se envían a la dirección adecuada vía ATFN.
2. Evaluación de datos en tiempo real: consiste en la transmisión de mensajes FUM desde el sistema operacional ETFMS al sistema del Aeropuerto CDM.
3. Evaluación operacional: verificar el correcto funcionamiento.

El NMOC y el Aeropuerto CDM están conexionados gracias al personal de la torre de control (ATC) y el personal de FMP (Flow Management Position).

3.3.7.1 Certificación como Aeropuerto CDM

Una vez finalizada la implementación y conexionado el Aeropuerto CDM con el *Network Manager Operation Centre*, Eurocontrol, la Organización Europea para la Seguridad de la Navegación Aérea, entrega al aeropuerto el certificado correspondiente que incluya el reconocimiento de dicha implementación exitosa.

Actualmente se ha implementado por completo en 29 aeropuertos europeos, entre ellos el Aeropuerto de Josep Tarradellas Barcelona-El Prat, Madrid-Barajas Adolfo Suárez y Palma de Mallorca.

3.3.8. Proceso de Turnaround en las aeronaves

El proceso de *turnaround* incluye un conjunto de operaciones secuenciales y paralelas que deben realizarse teniendo en cuenta las interdependencias temporales y espaciales. Estas actividades deben coordinarse para optimizar el proceso sin incurrir en cambios en la TOBT. En el proceso intervienen diversidad de usuarios, por lo que resulta que se trate de una operación compleja.

Este proceso, definido como la fase de preparación de la aeronave durante su escala, comprende el conjunto de servicios necesarios desde el momento en que la aeronave llega al *stand* (*in-block*), hasta el momento que sale (*off-block*), de una duración aproximada de alrededor 30-90 minutos, dependiendo de: el tamaño de la aeronave (si se trata de fuselaje ancho o convencional); de la tipología del vuelo; del número de pasajeros y cantidad de mercancía; y por último, de la estrategia de la aerolínea.

En definitiva, queda resumido como el conjunto de tareas limitadas con recursos espaciales, agentes implicados y duración en el tiempo distribuido en tres fases: antes de la llegada de la aeronave, aeronave "*on ground*", y después de la salida. La mayoría de tareas en el *turnaround* son secuenciales:

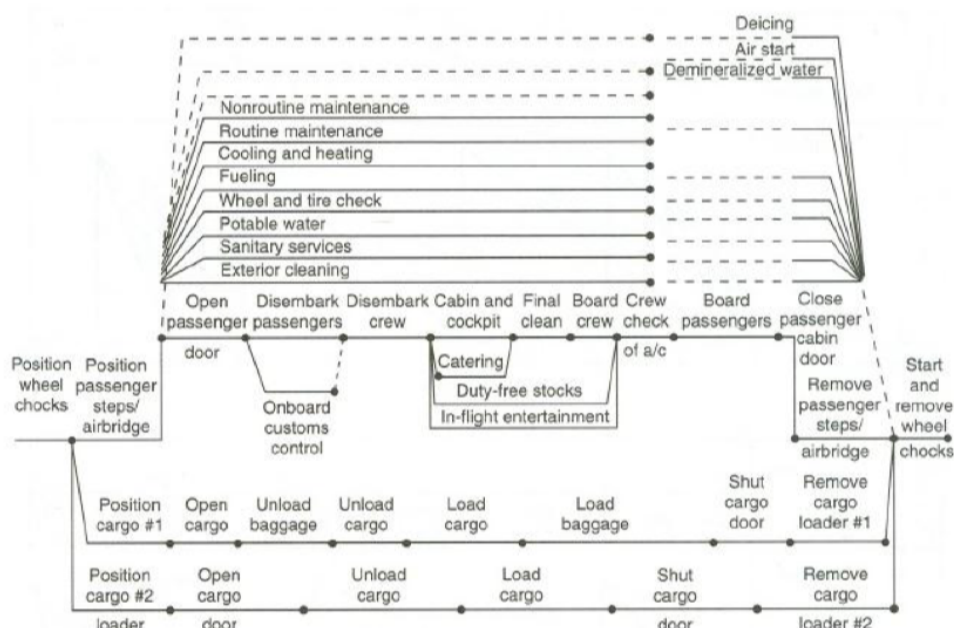


Figura 15: Camino crítico en el proceso de turnaround. Fuente: N. Ashford; M. Stanton; A. Moore. Airport Operations (1997)

La eficiencia de una operación de *turnaround* se define como la capacidad de una aerolínea para ejecutar los servicios de acondicionamiento de aeronaves requeridos, dentro del tiempo de servicio disponible para asegurarse una salida del vuelo puntual.

La hora de llegada de la aeronave es preponderante; una llegada tardía puede implicar graves retrasos en las diferentes escalas, lo que se define como retraso reaccionario. Sin embargo, los tiempos de escala son una herramienta para disminuir el impacto de los retrasos generados por los vuelos anteriores, e intentan mejorar el retraso que pueda tener el vuelo posterior. El retraso que causa una llegada tardía de la aeronave puede cubrirse con un servicio en tierra eficiente y eficaz en tierra, proporcionando una salida puntual de la misma.

De acuerdo con el desarrollo del proceso de *turnaround*, pueden ocurrir múltiples situaciones (llegada de la aeronave, escala, *handling*, entre otras). A continuación se pueden observar diversas situaciones a partir de la llegada de la aeronave, cuando empieza el proceso de *turnaround*.

Se sobreentiende que los siguientes ejemplos están regulados por un CTOT (STD en los ejemplos), y la finalidad es entender cuando puede ser necesario o de utilidad incurrir en el tiempo de reserva.

Situación 1: La aeronave llega a tiempo y el proceso de *turnaround* se completa según lo esperado. Consecuentemente, el avión puede despegar a la hora prevista sin tener que utilizar el tiempo de reserva.

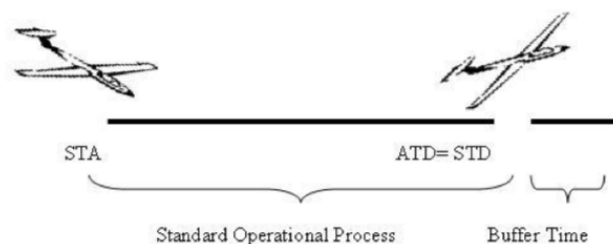


Figura 16: Llegada y salida en hora. Fuente: A. Kolukisa. Evaluating Aircraft Turnaround Process in the Framework of Airport Design and Airline Behaviour (2011)

Análisis de la implementación A-CDM

Situación 2: La aeronave llega a tiempo, el proceso de *turnaround* es insuficiente, y el despegue se realiza utilizando el tiempo de reserva. Sin incurrir así en ningún retraso.

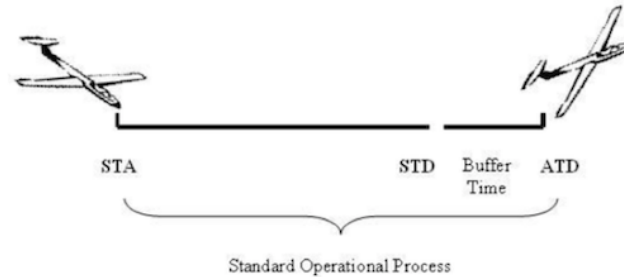


Figura 17: Llegada y salida en hora con Buffer Time. Fuente: A. Kolukisa. Evaluating Aircraft Turnaround Process in the Framework of Airport Design and Airline Behaviour (2011)

Situación 3: La aeronave llega a tiempo y debido a una escala muy eficiente y rápida, sale antes de lo planificado haciendo uso de los -5 min del CTOT.

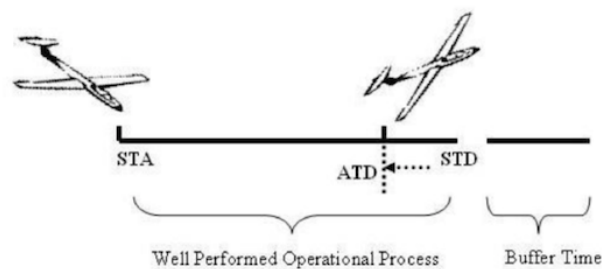


Figura 18: Llegada en hora y salida adelantada. Fuente: A. Kolukisa. Evaluating Aircraft Turnaround Process in the Framework of Airport Design and Airline Behaviour (2011)

Situación 4: La aeronave llega tarde del vuelo precedente y hace uso del tiempo de reserva sin incurrir así en ningún retraso.

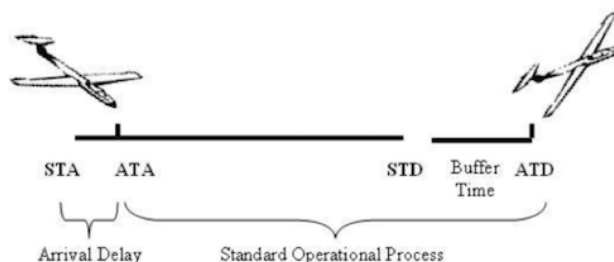


Figura 19: Llegada tardía y salida en hora con Buffer Time. Fuente: A. Kolukisa. Evaluating Aircraft Turnaround Process in the Framework of Airport Design and Airline Behaviour (2011)

Situación 5: La aeronave llega tarde del vuelo precedente pero, debido a una escala rápida y eficiente, puede despegar sin hacer uso del tiempo de reserva.

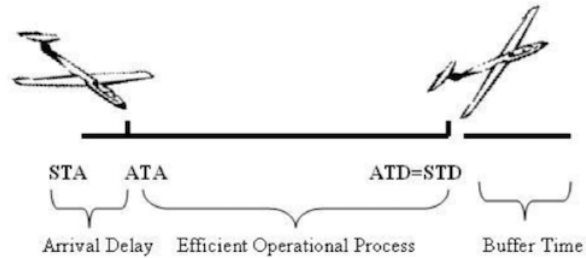


Figura 20: Llegada tardía y salida en hora. Fuente: A. Kolukisa. Evaluating Aircraft Turnaround Process in the Framework of Airport Design and Airline Behaviour (2011)

Situación 6: La aeronave llega tarde del vuelo precedente y incurre en un retraso al despegue, ya que ni utilizando el tiempo de reserva puede cumplir con la CTOT. Por lo tanto, al tratarse de un vuelo regulado, se le deberá asignar una nueva CTOT.

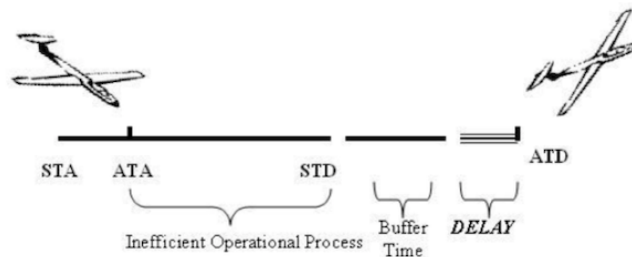


Figura 21: Llegada y salida tardía generando retraso. Fuente: A. Kolukisa. Evaluating Aircraft Turnaround Process in the Framework of Airport Design and Airline Behaviour (2011)

Situación 7: La aeronave llega en hora y debido a una ineficiente escala, se alarga el proceso de *turnaround*. Por lo que la aeronave no cumple con la CTOT.

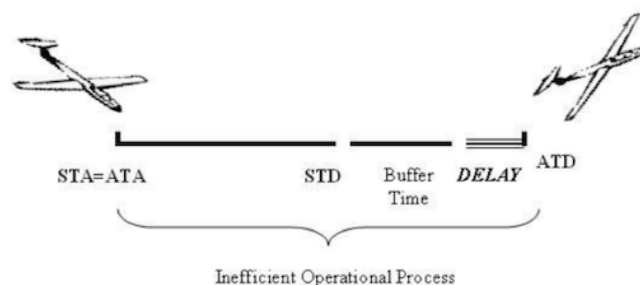


Figura 22: Llegada en hora y salida tardía, escala ineficiente. Fuente: A. Kolukisa. Evaluating Aircraft Turnaround Process in the Framework of Airport Design and Airline Behaviour (2011)

Al utilizar el tiempo de reserva (CTOT +10 min), denominado como *buffer time*, se le da margen a la aeronave para que termine con el proceso de *turnaround*, si es necesario. Se debe recalcar que la CTOT tiene ligada intrínsecamente una TSAT, por lo tanto, estos 10 minutos que se dan de margen, también se verán reflejados en la prolongación de la TSAT, ya que no serviría de nada tener un margen para el despegue cuando no se han ejecutado los *Milestones* anteriores.

ATC dará, en medida de lo posible a un tráfico regulado (CTOT), prioridad durante el proceso de rodaje de la aeronave hasta el momento de despegue.

Además, se puede decir que si ATC da autorización a un tráfico para iniciar el proceso de remolque y puesta en marcha, este da por hecho que dicho tráfico va a cumplir con el CTOT. ATC es responsable de que ningún tráfico despegue pasado el tiempo de reserva de un CTOT, ya que estaría incurriendo en una irregularidad con Eurocontrol, por lo que se asegura de que ese tráfico llegue a la cabecera de pista de despegue cumpliendo con el -5/+10 del CTOT.

Cabe destacar que para una mayor eficiencia y rentabilidad de las operaciones, las aerolíneas tienden a reducir al mínimo el tiempo planificado de *turnaround*, arriesgándose así a no cumplir con los horarios planificados y generar retrasos (Mayer & Sinai, 2003).

Una vez analizadas las situaciones propuestas anteriormente, se puede contemplar que la salida tardía de la aeronave se puede deber a:

- Llegada tardía del avión (*inbound*);
- Ineficiente proceso de *turnaround*;
- Retrasos ATFM (CTOT);
- Limitaciones locales ATC o en la infraestructura aeroportuaria que pueda dificultar o impida la puesta en marcha y autorización de rodaje.

La siguiente figura ilustra que las mayores fuentes de retraso son los retrasos reaccionarios.

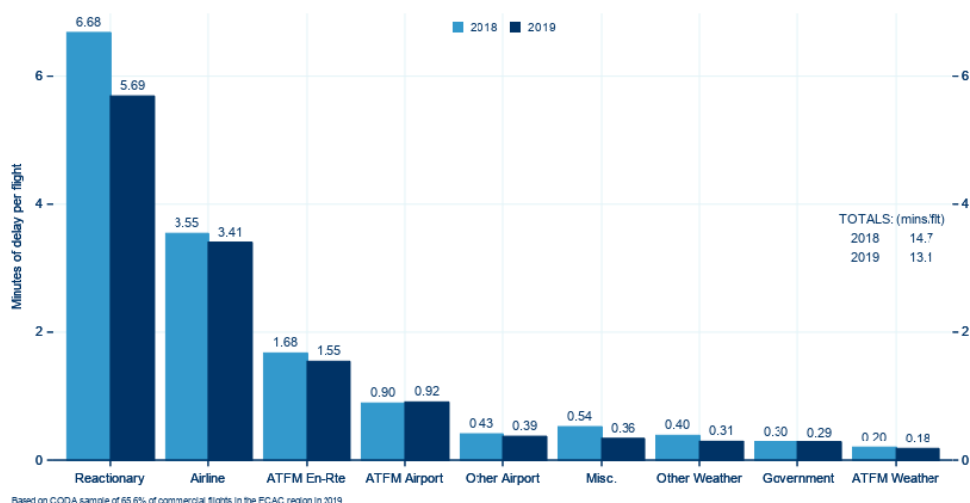


Figura 23: Desglose del retraso promedio por vuelo 2018 vs. 2019. Fuente: Eurocontrol. All-Causes delay and cancellations to air transport in Europe (2019)

Ciertamente, para los vuelos sin retrasos en la llegada, el componente de demora más significativo es algún fallo con alguno de los procesos del *turnaround*.

Los retrasos reaccionarios (códigos IATA 91-96), se registran cuando la demora se debe a la llegada tardía de uno de los componentes que intervienen en el vuelo de llegada. Se cree que A-CDM reduce estas demoras a través de una mejor previsibilidad de las llegadas, que permite a los operadores de tierra administrar sus recursos para mejorar el rendimiento de *turnaround*. El conocimiento de la situación común de toda la operativa es un requisito previo para garantizar que la información de los vuelos de llegada pueda ayudar a dirigir la toma de decisiones efectiva, que se basa en una visión única y compartida de la información operativa.

En 2016, desde Eurocontrol se analizaron las tendencias de demoras reaccionarias en doce aeropuertos CDM. De estos, cinco aeropuertos mostraron reducciones notables en las demoras reaccionarias, dos de los cuales experimentaron una creciente demanda de tráfico durante el período de análisis. Los otros no mostraron mejorías debido a las limitaciones de los recursos de *handling*.

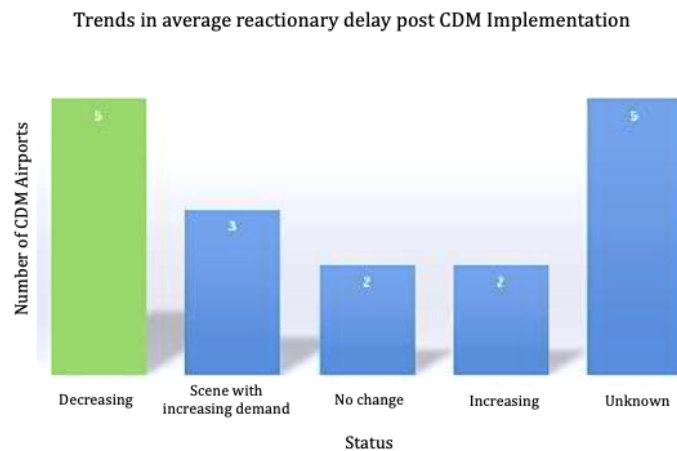


Figura 24: Tendencias en los retrasos reaccionarios post-implementación A-CDM. Fuente: Eurocontrol. A-CDM Impact Assessment (2016)

En materia A-CDM, es muy importante definir los tiempos mínimos de escala para proceder a calcular tiempos automáticos y evitar retrasos en la operativa (véase el siguiente apartado).

3.3.8.1 Tiempos Mínimos de Escala (MTTT)

Los tiempos mínimos de escala son preponderantes para poder definir el cálculo automático inicial de la OOBT (*Operational Off-Block Time*).

Al tiempo EIBT se le suma el tiempo mínimo de escala (MTTT) y se obtiene la hora OOBT. Los tiempos mínimos de escala introducidos serán utilizados en el *Milestone 2*, en el cuál se envía un primer mensaje T-DPI-t a Eurocontrol para obtener la TTOT. Si a OOBT se le añade el EXOT, se obtiene el tiempo objetivo de despegue TTOT. Esta hora OOBT se comparará con la hora EOBT del plan de vuelo y, nunca podrá ser posterior a EOBT. Del mismo modo, la TOBT confirmada por el operador aéreo no podrá ser anterior a la OOBT calculada.

En otras palabras, la hora OOBT se obtiene de AIBT (*Actual In-Block Time*, por ejemplo a las 11:00, + el MTTT (modificable por la compañía aérea), por ejemplo de 35'. Por lo tanto la OOBT sería a las 11:35. Las compañías aéreas pueden modificar este tiempo MTTT para adelantar la TOBT. No obstante, como ya se ha comentado, la TOBT solamente es modificable hasta tres veces.

Los objetivos son, en primer lugar, establecer los tiempos mínimos de escala para cada tipología de aeronave (ya que varía según su fuselaje), y para cada aerolínea. En segundo lugar, se emplean para alertar al operador aéreo o agente de *handling* en el caso que confirmasen una TOBT anterior a la calculada por la plataforma.

Cabe destacar también los Tiempos Mínimos de Embarque (MBTT). Son importantes para implementar el *Milestone* 11 y comprobar que el embarque se ha iniciado correctamente a tiempo y se adecua con el cumplimiento de la TOBT. Estos tiempos varían según el estacionamiento de la aeronave (pasarela o remoto) y según su tipología.

Estos tiempos mínimos de escala se establecen para evitar engaños por parte de los operadores aéreos, dado que la TOBT no puede ser inferior a la OOBT calculada.

3.4. Procedimientos de los usuarios A-CDM

Una vez se ha analizado la implementación del Airport CDM, es importante considerar y detallar las acciones y tareas que realizan cada uno de los usuarios parte del A-CDM y hacen posible el desarrollo eficiente del proyecto.

Para desarrollar este apartado ha sido fundamental la visita al aeropuerto de Palma de Mallorca el pasado 6 de octubre de 2020, dónde se han podido analizar las tareas de los diferentes usuarios y el funcionamiento del A-CDM a partir de los sistemas propios de cada compañía aérea (Groundforce e Iberia), sistemas del avión (ACARS) y los sistemas e-SIA y SCENA.

Control Tráfico Aéreo - ATC

Controlador Aéreo - NMOC

El controlador aéreo juega un papel clave, debe tener la capacidad de responder cuantitativamente las diferentes entradas y salidas simultaneas de aviones dentro de un aeropuerto. Gran parte de las tareas de los controladores incluyen el control y la supervisión de la información que se da en una aeronave, es el responsable principal de mantener el espacio entre aviones y evitar colisiones (Gaia & Nouvel, 2006).

Ejerce el vínculo entre las operaciones en tierra y el resto de la red ATFM europea. Para maximizar las operaciones es necesario tener en cuenta la capacidad de trabajo en operaciones en tierra y aéreas que pueden asumir.

Las diversas tareas que desarrolla un controlador están completamente relacionadas con procesar mucha información en un tiempo determinado, es por esto por lo que toda la información debe ser compartida.

La gestión del tráfico aéreo se podría definir como la agrupación de las funciones de las aeronaves en aire y en tierra (servicios ATC, gestión del espacio aéreo y gestión de afluencia) necesarias para garantizar un movimiento seguro y eficaz de las aeronaves en todas las fases de la operativa.

En el caso europeo, ENAIRE es el gestor de navegación aérea en España, que junto con las directrices de Eurocontrol, separan el espacio aéreo en capacidades y sectores teniendo en cuenta las diferentes torres de control y las áreas terminales (aeródromo, ruta y tierra). Estos sectores se ven gestionados a partir de las capacidades declaradas por Eurocontrol, definiendo a su misma vez, el número máximo de aeronaves que pasan en una hora por sector en concreto (Sistemas de Control de Afluencia de Eurocontrol- ATFM). Sin embargo, el controlador aéreo gestiona el tráfico aéreo en tiempo real, que depende de estas capacidades. Con el sistema ATFM se planifica la capacidad sobre un sector en concreto. Es por esto que el objetivo de la gestión de afluencia del tráfico aéreo recae en contribuir a un flujo seguro, ordenado y rápido del tráfico aéreo, asegurando que se utilice la máxima capacidad posible de ATC, y que este volumen sea compatible con las capacidades declaradas por los correspondientes proveedores de servicios ATC.

Es importante recalcar que la gestión de *flow* o afluencia se realiza a partir de los planes de vuelo que presentan las compañías aéreas. Esta información es analizada en mayor parte por un sistema informático a través de diversas fases, desde diversos días antes de la realización del vuelo hasta el mismo momento en que se está realizando (aquí viene la participación del A-CDM que congenia las operaciones en tierra con las aéreas). Esto requiere que las compañías aéreas tengan el plan de vuelo actualizado en todo momento, dado que se establecen los tiempos de paso determinados por cada sector, ruta y aproximación. Por ejemplo, un vuelo BCN-AMS, pautado por un plan de vuelo que empieza con el despegue en Barcelona dirigido por la torre de control en cuestión, y acaba con la torre de control del aeropuerto de llegada. Desde Barcelona se debe comprobar el plan de vuelo antes de su salida porque establece una hora determinada de paso por los diferentes sectores. Si estos sectores tienen capacidad suficiente en todos los espacios, no se aplicará ninguna regulación, pero si por contra hay espacios saturados, se aplicarán los *slots* de navegación (CTOT).

En materia A-CDM, los procedimientos que realizan desde ATC se basan en primer lugar en la TOBT, la hora objetivo de salida de la aeronave, cuando estará lista para la puesta en marcha y retroceso, a la espera de la autorización de la torre. La TOBT es proporcionada por el operador aéreo o el agente de *handling* y se distribuye mediante la plataforma común de información Airport CDM.

Análisis de la implementación A-CDM

En la torre de control la información se contempla de la siguiente manera:

PREVISTOS DESPEGUE										DCL		AUT S/U		SOL S/U		REA		FORMATO		24	
ACC	INDICATIV	A	N/TIPO	STND	EOBT	E	081	CTOT	TSAT	TSAC	ASRT	DEST	SID	PD	CSSR	S	R	TTOT			
	EWG8593		A319	44	0825	I	0825					EDDT	MEROS3A	24R	5352	I					
	EWG78P		A320	60	0835	C	0835	0837				EDDH	MEROS3A	24R	5376	I	0849				
S/U	AEA5201		B738	27	0830	M	0840	0855			0836	LEGR	BAVER3A	24R	0453	I	0906				
	SAS41W		A20N	28	0840	C	0840	0840				ESSA	GALAT2A	24R	5537	I	0851				
	CFG1YX		A320	56	0845	C	0845	0845				EDDL	GALAT2A	24R	5552	I	0854				
	EWG2KK		A320	38	0845	C	0845	0845				EDDL	GALAT2A	24R	5377	I	0856				
	VKG1119		A321	46	0845	C	0845	0847				EXCH	MEROS3A	24R	5531	I	0858				
	EJU93FR		A320	48	0850	C	0850	0851				LTMC	MEROS3A	24R	5536	I	0902				
	EZY6974		A320	22	0850	C	0850	0850				EGPH	DRAGO2A	24R	5363	I	0900				
	MFRZN		CL60	316B	0855	C	0855	0855				ECNR	DRAGO2A	24R	5357	I	0904				
	MPORT		GL5T	238	0855	C	0855	0855				LIEO	MORSS3A	24R	5546	I	0910				
	AEA5010		B738	24	0900	C	0900	0902				LEMG	BAVER3A	24R	0452	I	0912				
	ANE41SV		CRJX	34	0900	C	0900	0902				LEPP	DRAGO2A	24R	0444	I	0913				
	DIGCS		BE9L	155B	0900	C	0900	0903				LIRJ	MORSS3A	24R	1041	Y	0915				
	RJR3GG		B738	14	0905	C	0905	0906				EGNX	GALAT2A	24R	5553	I	0916				
	RJR4639		B738	42	0905	C	0905	0907				EDDF	MEROS3A	24R	5360	I	0918				
	VLG12ZE		A321	72	0905	C	0905	0908				LFBD	DRAGO2A	24R	5340	I	0920				
	AEA537		AT75	32	0910	P						LEMH	PTC2A	24R		I					
	AHO339Z		C56X	217	0910							EGGW	GALAT2A	24R		I					
	CXI2221		B738	120	0830	P						EDDV	MEROS3A	24R	5343	I					
	EXS153Q		B738	18	0915	P						EGSS	GALAT2A	24R		I					
	EXS8LB		B738	10	0915	P						EGNM	DRAGO2A	24R		I					
	RJR1A		B738	20	0910							EGCC	DRAGO2A	24R		I					
	RJR451		B738	68	0910							EDDK	MEROS3A	24R		I					

LEP143

CP

SA

AB6156

ESPO2A

ESP

PR187 L20

C1600 24L 155B -

11 004

PA

0.8 0°9

Figura 25: Sistema de información torre de control PMI. Fuente: Elaboración propia

La plataforma CDM utiliza la TOBT para secuenciar las salidas según la información que se va actualizando. El controlador tiene la visión de cuando las aeronaves están listas y facilita la carga de su trabajo. El mayor cambio que aporta el secuenciador de salidas a los controladores aéreos es modificar el principio de "el primero en llegar será el primero en salir", por "el mejor planificado será el mejor secuenciado".

Además, ATC proporciona a las aeronaves una hora TSAT (hora objetivo de puesta en marcha) y una TTOT (hora objetivo de despegue) basadas en la TOBT, restricciones locales y de la red, el tiempo variable de rodaje y el CTOT.

Para secuenciar las aeronaves y adjudicar TSATs y TTOTs se puede emplear a partir de la plataforma CDM o a partir de un DMAN (*Departure Manager*). Ambas herramientas permiten reducir la congestión en los puntos de espera.

El procedimiento de ATC dentro de la operativa consiste en proporcionar la puesta en marcha en la hora TSAT cuando las aeronaves estén listas para el retroceso. Para asegurarse del cumplimiento de la hora TSAT, se establece una ventana de tiempo de ejecución para cada aeropuerto. Si la aeronave no ha llamado a ATC para el retroceso o puesta en marcha dentro del margen de tolerancia (+/-5 minutos de la TSAT), se le puede penalizar. Si esto sucede, el operador aéreo o agente de *handling* deberá proporcionar una nueva hora TOBT y compartirla en la plataforma CDM para que ATC pueda proporcionarle una nueva TSAT.

Análisis de la implementación A-CDM

En la visita al Aeropuerto de Palma de Mallorca el pasado 6 de octubre, dónde la demanda de tráfico era reducida, las horas TOBT y TSAT eran prácticamente similares. En los períodos de mayor tráfico o cuando la capacidad aeroportuaria se reduce, hay una gran diferencia entre los tiempos TOBT y TSAT.



Figura 26: Tiempos TOBT y TSAT (9:15 a.m) en la guía de atraque de stand del Aeropuerto PMI. Fuente: Elaboración propia

Las aeronaves deben permanecer listas para el retroceso y puesta en marcha en la hora TOBT, y deben esperar en su *stand* hasta la hora TSAT. En algunos casos, la TSAT puede verse mejorada, es por este motivo que el tractor *push-back* debe estar disponible en la TOBT.

La TSAT se distribuirá mediante la plataforma CDM para que los demás usuarios puedan actualizar los tiempos y planificar sus recursos y tareas. Tanto la TOBT como la TSAT se pueden comunicar a la tripulación de vuelo por la frecuencia de autorizaciones, la frecuencia de la compañía o agente de *handling*, si el *stand* lo permite se puede reflejar en la guía de atraque, y finalmente, si la compañía tiene integrada en las aeronaves el sistema ACARS, la información se puede enviar directamente al avión vía ACARS.

Análisis de la implementación A-CDM

En el caso de Air Europa, se pudo observar dicho proceso:



Figura 27: Tiempos TOBT y TSAT (9:15 a.m) a través del sistema ACARS del avión de Air Europa en PMI. Fuente: Elaboración propia

ATC debe introducir siempre en la plataforma CDM la capacidad aeroportuaria actual y la planificada de las pistas en uso así como la configuración de pistas activas.

En circunstancias adversas o inusuales, como por ejemplo accidentes, incidentes, cierre del espacio aéreo o pistas, fallos en los sistemas de navegación aérea, entre otros, ATC debe informar al NMOC de Eurocontrol y al departamento de *Flow* para proceder a restringir el tráfico mediante los *slots* necesarios para obtener el menor impacto posible.

Compañía Aérea - Operador aéreo

Actualmente, la predictibilidad del tiempo de escala de una aeronave no es precisa y genera ineficiencias y retrasos. Todo y que la TOBT aporta predictibilidad y fiabilidad a la retirada de calzos, el personal de tierra de los operadores aéreos normalmente basan sus tareas en la EOBT (hora prevista de retirada de calzos que se introduce en el plan de vuelo de manera obligatoria) y la hora estimada de salida (ETD).

Análisis de la implementación A-CDM

Con la implementación CDM, la TOBT es la nueva referencia para el *off-block* aunque la EOBT sigue siendo la referencia legal para cumplir el plan de vuelo.

The screenshot displays the Air Europa flight information system interface. It is divided into several sections:

- 1. Datos Previstos:** Flight AEA 1173, Type REG, Pool checked, SOBT/STD 31/07/2020 13:15, SIBT/STA 31/07/2020 15:35, Trayecto MAD BRU, Tipo REG REG F9, Tiempo de vuelo programado: 02:20, Matricula ECLFZ, Flota E195.
- 2. Datos Reales:** Trayecto MAD / BRU, TOBT/ETD 31/07/2020 13:14, ELDT/ETA 31/07/2020 15:37, Taxi Time DEP: 00:18, Taxi Time ARR: 00:06, Block On Estimado: 31/07/2020 16:01, Flota E195, Dly, Tindly, T.Vuelo 01:52 17 01:55, Cód. Parking 406, RTR, TSAT 31/07/2020 13:17, AOBT/ATD 31/07/2020 13:14, ATOT/AIR 31/07/2020 13:39, ALDT/LND 31/07/2020 15:31, AIBT/ATA 31/07/2020 15:37, Tiempo de vuelo block: 02:23.
- 3. Pax:** Prev. 101, Real 75, INF 0, PAD 0.
- 4. Datos OPS:** O.T.D., Escala EST F9 tiempo 00:40, C/S Ext., EOBT/ATC.
- 5. Datos E.R.A.:** Etopos, Apts. alternativos en ruta: 1: 2: 3: 4: 5: Especial.
- 6. Code Sharing:** Clas. Codsha. AM6959 EY4359 JU7418.
- 7. DGR:** Sin Mercancías Peligrosas, Mercancías Peligrosas, Mercancías Peligrosas, no se ha tomado acción.

Below the main form, there is a detailed view of the flight schedule:

Salida		Llegada	
Aeropuerto Salida	Pista Despegue	Aeropuerto Llegada	Pista Aterrizaje
MAD	36R	BRU	
TOBT/ETD	31/07/2020 13:15	ELDT/ETA	31/07/2020 15:37
TSAT	31/07/2020 13:17	EIBT	31/07/2020 15:38
ASAT	31/07/2020 13:15	ALDT/LND	31/07/2020 15:31
ASRT	31/07/2020 13:15	EXIT	
CTOT		AXIT	00:05
AOBT/ATD	31/07/2020 13:14	AIBT/ATA	31/07/2020 15:37
EXOT	00:13	Parking	
AXOT	00:24		
ATOT/AIR	31/07/2020 13:39		
Parking	406		

Figura 28: Sistemas de información de la operativa Air Europa. Fuente: Elaboración propia

La TOBT, presentada por la compañía aérea o agentes de *handling*, se comparte con los usuarios del aeropuerto, conectando los servicios del aeropuerto con la gestión del plan de vuelo. La información del plan de vuelo debe estar acorde siempre con el *slot* aeroportuario.

Como se ha explicado anteriormente, en el caso de tratarse de un vuelo dentro del espacio aéreo europeo (ECAC), el plan de vuelo se introduce en el *Integrated Initial Flight Plan Processing System* (IFPS), dónde se acepta y se procesa la información, proporcionándola a los proveedores de servicios de tránsito aéreo de los sectores por donde va a pasar el vuelo en cuestión y al NMOC.

Análisis de la implementación A-CDM

La compañía aérea debe gestionar la actualización de la TOBT o delegarlo en su agente de *handling*. Esto permite que la hora objetivo que ATC autoriza la puesta en marcha (TSAT) sea conocida con antelación, y por tanto, permite que la compañía aérea gestione de manera más eficiente su flota y sus rotaciones.

Cuando la TOBT exceda en +10 min de la EOBT (demora en la salida dado que la aeronave no está lista pasados 10 minutos de la hora de prevista de retirada de calzos), debe enviarse un mensaje de CHG (*modification message* al IFPS para actualizar el plan de vuelo.

Contrariamente, cuando la EOBT es mayor que la TOBT en +10 min, debe cancelarse el plan de vuelo anterior con un mensaje CNL al IFPS y volver a originar uno nuevo con la nueva hora EOBT más temprana de la solicitada inicialmente.

La TOBT es la predicción dinámica de la evolución de una aeronave durante el proceso de *turnaround*. Esta es calculada automáticamente y confirmada posteriormente por el operador aéreo o agente de *handling*.

Pilotos

La TOBT es la hora que la aeronave debe estar lista para la puesta en marcha y retroceso, con puertas cerradas, pasarela retirada y preparada para inicio de retroceso. Los pilotos deben respetar la TOBT y garantizar que el vuelo está preparado para salir a TOBT con una tolerancia de +/-5 minutos. Por este motivo es muy importante que los pilotos comuniquen cualquier tipo de problema que suceda, ya sean fallos técnicos, pasajeros conflictivos, problemas en relación a la tripulación, entre otros.

Si no hay TOBT disponible, se tomará como tal la hora EOBT actualizada en el plan de vuelo o la hora fuera de calzos calculada por la plataforma CDM (en base a hora estimada/real de calzos de llegada y tiempo estimado/mínimo de rotación de la aeronave).

Debe existir una colaboración entre la tripulación de vuelo y los agentes de *handling* para obtener una TOBT real según los acontecimientos que puedan suceder a lo largo del *turnaround*.

Análisis de la implementación A-CDM

En segundo lugar, es muy importante que se respete la TSAT para poder ser introducidos de forma fluida en la secuencia de rodaje y despegue del aeropuerto, y no sobrecargar los sectores en la red ATM europea.

La TSAT, calculada desde TOBT -30 minutos, les proporciona la hora exacta en que abandonarán el *stand*. ATC tiene que considerar esta hora para intentar evitar la pérdida del *slot*.

Los pilotos tienen una tolerancia de ± 5 minutos de la TSAT programada para contactar con la torre y solicitar puesta en marcha.

El proceso de solicitud de autorizaciones por parte de los pilotos queda reflejada de manera visual en el siguiente gráfico:

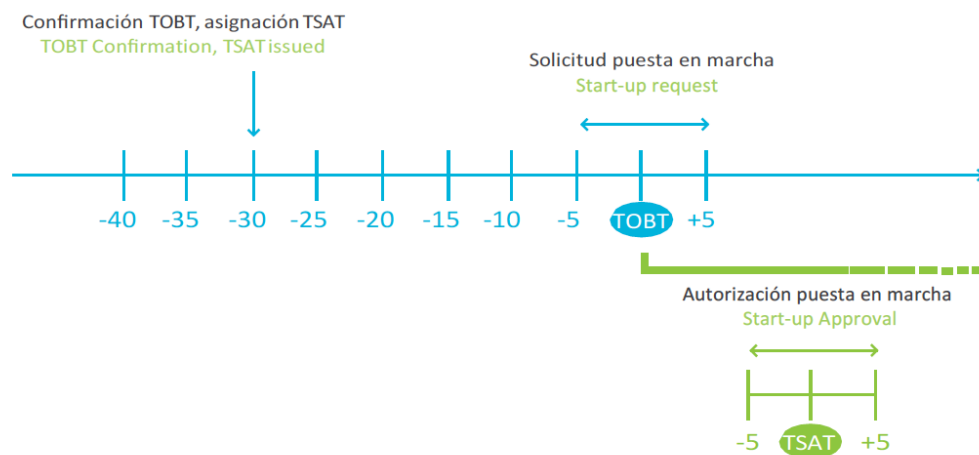


Figura 29: Proceso de solicitud puesta en marcha por parte de los pilotos). Fuente: Aeropuerto CDM en Palma de Mallorca (Tripulaciones y control). Aena (2016)

Los factores que pueden provocar una revisión de la TSAT son:

- Cambio de pista;
- Cambio de tiempo de rodaje;
- Revisiones de TOBT (los cambios de TOBT no afectan a la TSAT, siempre y cuando la nueva TOBT no supere la TSAT asignada);
- La aplicación de regulaciones ATFCM que impliquen un nuevo CTOT o demora en la puesta en marcha.

Análisis de la implementación A-CDM

La tripulación de vuelo puede obtener los datos de la TOBT y TSAT mediante ACARS, en la guía de atraque del *stand* o a partir de las frecuencias de torre, compañía aérea o agente de *handling*.

Una vez la aeronave está preparada para solicitar puesta en marcha, los pilotos pueden solicitar la autorización de salida mediante ACARS:



Figura 30: Proceso de solicitud para autorización de salida mediante ACARS (en Standby). Fuente: Elaboración propia

No obstante la puesta en marcha y retroceso se debe solicitar en la frecuencia de autorizaciones de la torre de control mediante voz.

Agentes de Handling

El *handling* es la prestación de un conjunto determinado de servicios aeroportuarios a las aeronaves, pasajeros, equipajes y mercancías en un aeropuerto.

El agente *handling* es quien tiene el mayor conocimiento sobre lo que está sucediendo en la escala de una aeronave. Los servicios que proporcionan en el *stand* y el conocimiento del proceso operacional de la aeronave tienen mucha influencia en el *turnaround* y en las horas de retirada de calzos.

Análisis de la implementación A-CDM

Los agentes de asistencia en tierra en los aeropuertos CDM reciben horas estimadas de calzos de llegada (EIBT) y actuales (AIBT), muy precisas. Las EIBT facilitadas por la plataforma CDM les permiten planificar y gestionar el personal y sus recursos de manera óptima y eficaz.

La TOBT, TSAT y TTOT sirven de referencia a todos los usuarios, en especial al *handling*, para optimizar los recursos con antelación. Los recursos no se deben convertir en un factor limitador en situaciones anómalas.

La hora inicial propuesta de la TOBT se genera automáticamente a partir de la hora estimada o actual de aterrizaje (ELDT/ALDT), del tiempo estimado o actual de rodaje (EXIT/AXIT) y los tiempos mínimos de escala (MTTT) estipulados por la compañía aérea.

La responsabilidad del operador aéreo o agente de *handling* es asegurar que todos los servicios que se dan durante el *turnaround* cumplan con la TOBT establecida. Son los encargados de actualizar la TOBT.

El departamento de coordinación de vuelo es preponderante para el envío de información y las posibles demoras que puedan generarse durante el proceso de *turnaround*, dado que es la persona que establece el contacto entre la aeronave y tierra. El coordinador puede facilitar información en tiempo real como puede ser el cierre de puertas de la aeronave y, por lo tanto, informar que ésta está lista para la puesta en marcha.

Actualmente, algunas compañías de *handling* como es Groundforce (que asiste a Air Europa en el Aeropuerto de Palma de Mallorca), facilitan al departamento de coordinación una PDA para poder hacer un seguimiento de la operativa a tiempo real más precisa de forma remota. Además esta tableta va dotada de una pequeña impresora para poder imprimir cualquier tipología de información importante relativa con el vuelo, y ahorrarse tiempo durante la realización de la escala.

Análisis de la implementación A-CDM



Figura 31: PDA Groundforce - Air Europa. Fuente: Elaboración propia

Este sistema vuelca la información al ordenador del CIC y permite que las operaciones de coordinación estén armonizadas y actualizadas en todo momento, de tal manera que se puedan gestionar las demoras con más eficacia y tener una visión global y específica de la operativa.

Terminar										Arrival										Departure										Boarding										Departure/Date										Comments																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Day	Dest	FRIN	ORIG	Agent	PROUT	DE-3	PLO	GRF	ASU	PAXIN	TID	BAG	ETD	ALDI	SUBR	SOET	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	EXOT	

Análisis de la implementación A-CDM

En la primera fotografía se puede observar información relativa con la aeronave (de color rojo), con la llegada (de color verde), con la información de la salida y del embarque (de color azul):

- Los pasajeros totales y en tránsito, así como las maletas facturadas, tanto de la llegada como de la salida;
- Los tiempos ELDT / ALDT y SIBT/AIBT (y si hay algún retraso);
- Los tiempos programados, estimados y actuales de la TOBT, TSAT, ASRT, ASAT y CTOTs;
- Los tiempos de embarque y de *Aircraft Ready*;
- Comentarios referentes a la tripulación.

Este sistema permite observar el contenido enviado por la aeronave, como se puede observar en la segunda fotografía, y los tiempos que se asignan como la TOBT y la TSAT.

Operador aeroportuario

Actualmente, los movimientos de tráfico en un aeropuerto son difíciles de predecir debido a la falta de información y la poca calidad de las horas estimadas de las operaciones en tierra. De todos modos, un aeropuerto no puede focalizarse solamente en sus operaciones locales dada su conectividad con la red europea ATM.

El operador aeroportuario debe garantizar que la plataforma CDM opere según los estándares europeos.

Como se ha podido observar, la información se debe compartir con el conjunto de los usuarios, ya que la operativa es en forma de red y cualquier deficiencia no solamente afecta a nivel local, sino que puede impactar en modo cascada a todos los aeropuertos de la red europea.

El CDM se gestiona desde el Departamento de Gestión de Tiempo Real de las Operaciones en el Centro de Gestión Aeroportuaria de Aena a partir de las plataformas SCENA y e-SIA.

Análisis de la implementación A-CDM

El operador aeroportuario es el encargado de gestionar en tiempo real las modificaciones que puedan surgir de los tiempos planificados o estimados, así como, en coordinación con ATC, de informar al resto de usuarios (incluyendo al NMOC) sobre cualquier cambio relacionado con la capacidad del aeropuerto a través de las plataformas CDM.

Estos cambios pueden hacer referencia a la capacidad de estacionamiento, rodaduras, zonas habilitadas para el deshielo, capacidad de pista, obras programadas, cierre de pistas inesperados, cambios meteorológicos, entre otros.

Desde SCENA, se puede visualizar la información de llegadas, salidas, el progreso y cumplimiento de los *Milestones*, los DPIs enviados y las tipologías, entre otras.

CDM Monitor de operaciones																									1 Pista: 24R				
Perfil	CDM	Monitor	de	operaciones																					Matricula	IdAsociado	Fecha		
MST	Id-Vuelo	N-Ind	Est.	Stand	Dest	ETime	SOBT	IOBT	EOBT	CTTT	ETTT	OOBT	TOBT	E.T	N.T	TSAT	TTOT	ASBT	AROT	ASRT	ASAT	AOBT	EXOT	ATOT	CTOT				
M15	VLG-3905	VLG-19LR	OBK	38	BCN	11:23	11:25	11:25	11:25	35		11:15	11:25	C	0	11:25	11:34	10:33	11:20	11:20	11:21	11:23	11				EC-MKV	VLG-3904	06-10-2020
M16	DLH-1153	DLH-1153	AIR	42	FRA	11:05	11:15	11:15	11:15	55		11:08	11:05	M	1	11:05	11:16	10:42	11:05	11:05	11:05	11:05	11	11:18			D-AINF	DLH-1152	06-10-2020
M15	IBS-3919	IBS-39EH	OBK	46	MAD	11:22	11:30	11:30	11:30	35		11:20	11:30	C	0	11:30	11:33	10:49	11:22	11:22	11:22	11:22	11				EC-MUF	IBS-3914	06-10-2020
M15	RJR-3442	RJR-1A	OBK	60	MAN	11:23	11:30	11:30	11:30	35		11:20	11:25	M	1	11:25	11:35	10:42	11:23	11:23	11:23	11:23	12				EI-DPO	RJR-2347	06-10-2020
M11	ANE-8480	ANE-8480	LSC	34	MAH	11:40	11:40	11:40	11:40	25		11:30	11:40	C	0	11:40	11:51	11:04					11				EC-MLC	ANE-8495	06-10-2020
M07	VCJ-92T	VCJ-92T	INI	235	GVA	12:00	12:00	12:00	12:00	30		11:50					12:15						15				9H-TDI	VCJ-92T	06-10-2020
M07	EWG-9591	EWG-LJV	INI	54	DUS	12:05	12:05	12:05	12:05	30		11:55	12:05	P	0		12:14						9				D-AEWR	EWG-9590	06-10-2020
M07	ZZZ-OAF	DEF-AF	INI	156B	ACH	12:05	12:05	12:05	12:05	30		11:55					12:17						12				OE-FAF	ZZZ-OAF	06-10-2020
M07	ORT-56G	ORT-56G	INI	156B	BQH	12:15	12:15	12:15	12:15	35		12:05					12:27						12				2-EMBR	ORT-56G	06-10-2020
M07	RJR-716	RJR-716	INI	23B	BVA	12:20	12:20	12:20	12:20	35		12:10					12:30						10				EI-DHS	RJR-2051	06-10-2020
M04	RJR-4150	RJR-8CJ	INI	44	FRA	12:40	12:40	12:40	12:40	35		12:30					12:51						11				9H-QCI	RJR-4140	06-10-2020
M07	RJR-6568	RJR-6568	INI	23A	ALC	13:05	13:05	13:05	13:05	35		12:55					13:20						15				EI-EKR	RJR-2876	06-10-2020
M07	EJU-1516	EJU-12CR	INI	29	GVA	13:10	13:10	13:10	13:10	35		13:00					13:21						11				OE-LIJ	EJU-6973	06-10-2020
M04	EWG-581	EWG-TVJ	INI	56	CGN	13:30	13:30	13:30	13:30	30		13:20	13:30	P	0		13:39						9				D-AGWH	EWG-580	06-10-2020
M07	AEA-4026	AEA-4026	INI	32	ALC	13:40	13:40	13:40	13:40	30		13:30	13:40	P	0		13:51						11				EC-MZJ	AEA-4532	06-10-2020
M07	RJR-9338	RJR-9338	INI	107	CRL	13:40	13:40	13:40	13:40	35		13:30					13:49						9				EI-DHH	RJR-5402	06-10-2020
M03	VLG-3927	VLG-39YA	INI	44	BCN	13:50	13:50	13:50	13:50	35		13:42	13:50	P	0		14:01						11				EC-NGB	VLG-3926	06-10-2020
M05	AEA-6072	AEA-6072	INI	24	BCN	14:05	14:05	14:05	14:05	45		13:55	14:05	P	0		14:15						10				EC-LUT	AEA-6037	06-10-2020
M07	VLG-3938	VLG-38CD	INI	26	SVQ	14:05	14:05	14:05	14:05	35		13:55	14:05	P	0		14:15						10				EC-MJB	VLG-3979	06-10-2020
M03	EZY-8626	EZY-97DT	INI	66	LGW	14:10	14:10	14:10	14:10	35		14:00					14:22						12				G-EZOM	EZY-8625	06-10-2020
	EXS-002XX	EXS-002XX	SCH		BOS	11:30																							06-10-2020
	EXS-003XX	EXS-003XX	SCH		DPS	12:00																							06-10-2020

Figura 33: Información proporcionada por SCENA Aeropuerto PMI. Fuente: Elaboración propia

SCENA detecta discrepancias en la información del plan de vuelo presentada, por ejemplo si la matrícula no coincide con el avión que realizará el vuelo, lo detecta para que el operador aeroportuario se ponga en contacto con el operador aéreo y lo modifique.

Del mismo modo, proporciona cálculos automáticos de la TOBT, utilizada por todos los usuarios para planificar las tareas.

4. Análisis de las ventajas A-CDM y propuestas de mejora para una mayor eficiencia aeroportuaria

Aeropuertos con una gran capacidad y concurridos con mucho tráfico, es casi imposible hoy en día dirigirlo de forma fluida sin CDM. Antes de la implementación del A-CDM las colas en puntos de espera eran de 15-20 aviones, los atascos formaban parte de la operativa. Sin embargo, con la implementación de este, las colas de espera suelen ser entre 3-5 aviones, un nivel de carga de trabajo óptimo para los controladores aéreos.

Tras analizar la implementación del A-CDM, en este apartado se estudian, por un lado, las ventajas que proporciona el A-CDM y, por otro lado, se proponen una serie de posibles mejoras.

Ventajas

Las ventajas principales del A-CDM residen principalmente en la predictibilidad de la llegada, del proceso de *off-block*, y del despegue.

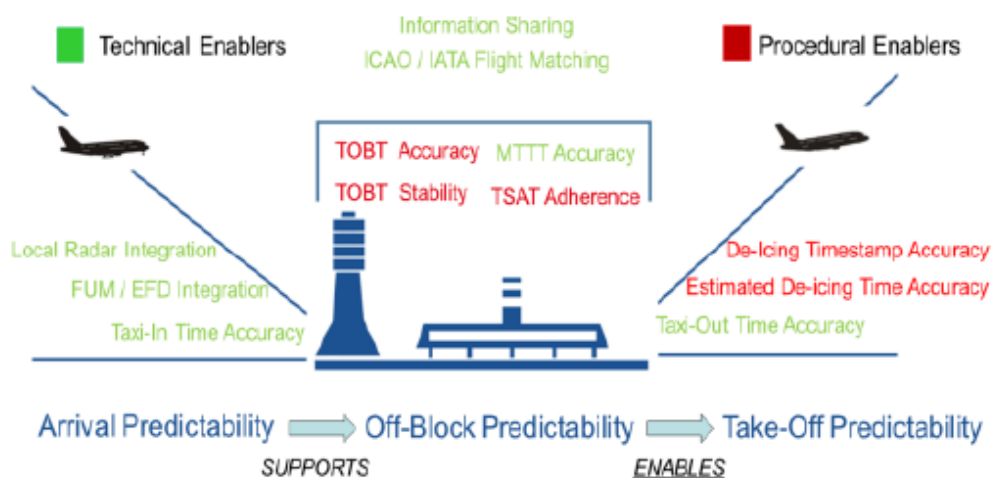


Figura 34: Mecanismos de beneficio A-CDM y ejemplos de facilitadores). Fuente: A-CDM Impact Assessment. Eurocontrol (2016)

Estos mecanismos de predictibilidad están respaldados por facilitadores técnicos y procedimentales que aportan previsibilidad de la llegada, de calzos y del despegue.

Análisis de la implementación A-CDM

Como se ilustra en la figura 34, las mejoras en la previsibilidad del despegue son apenas posibles sin mejoras en el proceso de *turnaround*. Estos mecanismos de predictibilidad son solo indicativos. Por ejemplo, la previsibilidad de la llegada puede estar respaldada por un procedimiento para refinar el tiempo de aterrizaje estimado (ELDT) en función de la posición de la aeronave en la secuencia de llegada.

El recibo de mensajes de actualizaciones de vuelo (FUM), proporciona tiempos de aterrizaje estimados más precisos. Esta información es fundamental para que los agentes aeroportuarios y de *handling* puedan asignar eficientemente los recursos, se planifiquen correctamente los *stands*, el operador aéreo planifique de manera más precisa la flota y las salidas de las aeronaves sean más puntuales.

El tiempo estimado de puesta de calzos (EIBT), generado automáticamente a partir de ELDT + EXIT (tiempo de rodaje), ha aportado una mejora en la planificación de los *stands* según Eurocontrol, disminuyendo la congestión de los *stands* y de los tiempos de *turnaround*.

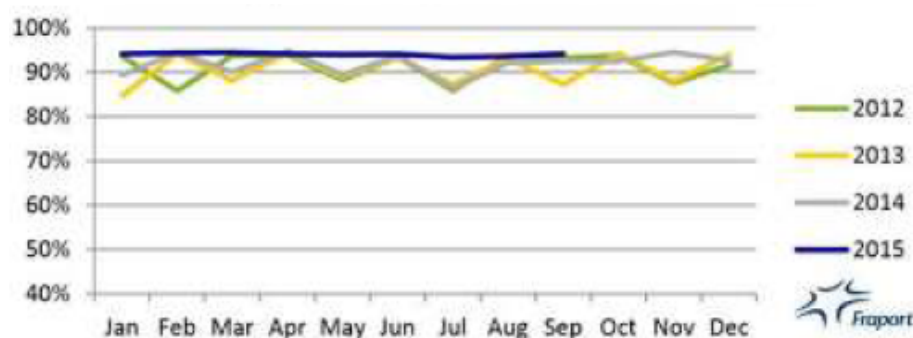


Figura 35: Estabilidad de la utilización de stands en el aeropuerto de Frankfurt. Fuente: A-CDM Impact Assessment. Eurocontrol (2015)

En primer lugar, la previsibilidad de la llegada de la aeronave tiene un gran impacto en la asignación de los recursos de *handling*. La máxima prioridad es lograr el desempeño de funciones a tiempo (*on time performance*). La previsibilidad ayuda a planear la operativa basándose en la evolución de la información táctica a tiempo real. Hay menos casos en los que los vuelos no cumplen con los tiempos de *turnaround*, esto se debe a la mayor robustez de la asignación de los *stands* y la asignación en tiempo y lugar correcto de los recursos de *handling*.

Análisis de la implementación A-CDM

Del mismo modo, el tiempo de inactividad de los recursos se ha visto reducido y se aumenta la utilización. Si un vuelo entrante se retrasa, entonces se reasignan los recursos para proteger el *on time performance* de otras aeronaves.

De igual manera, el OCC de la compañía aérea se beneficia del A-CDM ya que tiene mayor facilidad y fiabilidad en el momento de realizar las programaciones tanto de la tripulación como de la aeronave, y así, sacar el mayor provecho de ambos, mejorando la eficiencia de la compañía.

Además, la predictibilidad mejorada del tiempo de llegada favorece al control de las *Flight Time Limitations* de las tripulaciones y de las tareas de mantenimiento programadas de cada aeronave. Pudiendo así predecir con antelación cambios de avión y activar tripulaciones de reserva para sacar toda la productividad en hora.

En segundo lugar, las ventajas que han proporcionado la implementación de la TOBT y la TSAT (los elementos más importantes del A-CDM), han generado un antes y un después en la operativa aeroportuaria.

La TOBT, como se ha definido a lo largo de la memoria, queda definida como el momento en qué el operador en tierra estima que una aeronave estará lista, todas las puertas cerradas, la pasarela retirada, el vehículo de *push-back* disponible y, por lo tanto, la aeronave lista para arrancar y retroceder inmediatamente después de recibir la autorización de ATC. La TOBT debe tener una precisión de ± 5 minutos con respecto al tiempo real fuera de calzos (AOBT).

El procedimiento de la TSAT queda resumido como el mecanismo para una planificación de *pre-departure* transparente y flexible. Esta es propiedad de ATC y generalmente es generada por un secuenciador de *pre-departure* (PDS) o un administrador de salidas (DMAN). La TSAT es el momento previsto que ATC autorice a la aeronave para puesta en marcha y empezar el retroceso. Nunca puede ser anterior a la TOBT y debe tener en cuenta las limitaciones de la infraestructura aeroportuaria, la capacidad de ATC local, congestión del aeropuerto, la contención de los *stands*, la demanda de pistas y los *slots* ATFM.

Análisis de la implementación A-CDM

Se podría decir que la TSAT refleja el equilibrio de la infraestructura aeroportuaria y la capacidad del espacio aéreo con la imagen de la demanda generada por la TOBT.

Según Eurocontrol, el procedimiento de la TSAT aporta las siguientes ventajas operativas a un aeropuerto CDM:

- Un punto de medición para monitorear la aprobación de puesta en marcha y los retrasos del *push-back*;
- Un medio transparente y equitativo para absorber las demoras de rodaje en el *stand*;
- Optimización de las pistas de despegue en relación a la secuencia de salidas para maximizar el rendimiento de la pista;
- Aporta referencias para mejorar la planificación de recursos activos, que a su misma vez son más confiables que la EOBT proporcionada por el plan de vuelo o los horarios del aeropuerto;
- El *pre-departure sequence* implica que los vuelos requieran de una autorización de inicio de manera más predecible, y por tanto, los errores de programación deberían reducirse significativamente. Si se sigue el procedimiento de correlación del plan de vuelo inicial (*Milestone 1*);
- Reducción de las regulaciones y retrasos en las salidas.

Algunos controladores aéreos creen que A-CDM ha ayudado a reducir la carga de tareas del puesto de *clearance delivery position*. Esto se debe principalmente a la mejora de la predictibilidad de la TSAT, lo que resulta en menos transmisiones de radio y carga de trabajo de planificación, particularmente en períodos de alta demanda de tráfico.

La TSAT ha promovido una alta conciencia situacional, muy importante hoy en día donde la demanda aeroportuaria es muy alta y en momentos concretos es de saturación.

A-CDM ha dado lugar a un cambio significativo en la función del controlador de *clearance delivery*. Esta posición tiene un papel activo en el desarrollo de la secuencia de pista y la gestión de los niveles de movimiento en tierra y la congestión del espacio aéreo local.

Análisis de la implementación A-CDM

La ventana de la TSAT proporciona al controlador, la flexibilidad de aprobar la puesta en marcha según la congestión del aeropuerto para reducir la saturación en las calles de rodaje y punto de espera.

Generalmente, el procedimiento de la TSAT da como resultado una menor congestión en tierra, pero proporcionando un flujo constante de salida igualmente. Para los controladores de plataforma y tierra, significa menos aeronaves en frecuencia y menos interacciones de tráfico para gestionar.

A-CDM reduce la congestión de los movimientos en tierra y las colas en cabeceras de pista, reteniendo vuelos en espera en el *stand* hasta que haya capacidad disponible en el sistema ATM. Esto contribuye a un uso eficiente de consumo de combustible y una reducción de emisiones, lo que auspicia con el medio ambiente.

Para los usuarios A-CDM, estos beneficios residen en:

- Los operadores de aeronaves reducen los tiempos de rodaje hacia la pista, por lo que genera ahorros de combustible muy significativos;
- Reducir las paradas y arranques que genera la secuencia de despegue en las calles de rodaje;
- Los aeropuertos pueden reclamar la reducción de emisiones y ruido como parte de sus objetivos ambientales;
- ATC trabaja con una capacidad en plataforma óptima, lo que resulta una mejoría en niveles de seguridad y eficiencia de servicio.
- Se evita emitir miles de toneladas de CO₂ en la atmósfera a lo largo del tiempo.

En tercer y último lugar, las ventajas en la predictibilidad del despegue, aportadas gracias a la TSAT, queda definida como la diferencia entre el ATOT y la hora en la que ETFMS espera que el vuelo despegue. El ETOT del plan de vuelo sirve como referencia de despegue ETFMS para aeropuertos no CDM. Una vez conectada, la referencia se convierte en el TTOT que se envía como DPI, permitiendo tener una precisión del tiempo de despegue, niveles reducidos de demora ATM que resultan de las restricciones de flujo en ruta y mejorando la adherencia de los *slots* ATFM.

Análisis de la implementación A-CDM

A continuación se muestran las ventajas derivadas de la implementación A-CDM sintetizadas brevemente en la siguiente tabla y diferenciadas por usuarios parte:

Usuario	Ventajas
ATC	<p>Imposición pre-departure sequence flexible.</p> <p>Planificación en el orden de push-back y salidas considerando CTOT.</p> <p>Reducción congestión en plataforma, calles de rodaje y puntos de espera en pista.</p> <p>No pérdida del CTOT.</p> <p>Mejora de la gestión de la red europea a partir del ETOT / TTOT.</p> <p>Reducción de carga de trabajo gracias a planificación, predictibilidad y decisiones tempranas.</p>
NMOC	<p>Mejora en la asignación de CTOT.</p> <p>Reducción de restricciones.</p> <p>Reducción de sobrecarga en capacidades de los sectores y óptimo uso del espacio.</p>
Operador Aeroportuario	<p>Mayor puntualidad y predictibilidad en movimientos de salida-llegada.</p> <p>Mayor adhesión al slot.</p> <p>Uso eficiente de las infraestructuras aeroportuarias.</p> <p>Antelación en los cambios de stand y puertas de embarque.</p> <p>Rapidez en la recuperación operacional en condiciones adversas.</p> <p>Reducción emisiones.</p>
Operador Aéreo	<p>Cumplimiento de la programación diaria y escalas sin demoras.</p> <p>Retrasos detectados con antelación y mejor forma de gestión.</p> <p>Mejora en el servicio al cliente.</p> <p>Consideración de las preferencias y prioridades del operador para las salidas de las aeronaves.</p> <p>Reducción uso combustible, tiempos de espera y congestiones en puntos de espera.</p> <p>Mejor organización en FTL.</p>
Agentes de Handling	<p>Mejora en la puntualidad de las operaciones.</p> <p>Cumplimiento en los niveles de servicio y tiempos de desempeño.</p> <p>Optimización de los recursos y gestión.</p> <p>Reducción de la congestión en plataforma.</p> <p>Mejora en el orden de salida de las aeronaves.</p> <p>Mejor trato al cliente.</p>

Tabla 5: Ventajas del A-CDM en los usuarios parte. Fuente: Elaboración propia

Propuestas de mejora

Airport CDM ha marcado un antes y un después en la gestión de la operativa aeroportuaria. No obstante, hay algunos matices del CDM que podrían verse posiblemente mejorados.

Las compañías aéreas (pilotos, agentes de *handling*, entre otros) notifican qué aeronave está lista para puesta en marcha y retroceso. Cuando se está completando la TOBT y la TSAT está a punto de caducar, los operadores aéreos o agentes de tierra se ven obligados a retrasar la TOBT, de modo que ATC no puede autorizar puesta en marcha. Lo ideal sería notificar los retrasos a medida que van sucediendo.

Sin embargo, cuando los operadores aéreos se abstienen de notificar ciertos retrasos y piden puesta en marcha todo y no estar preparados, crean una situación que complica la secuenciación de las aeronaves. Esto sucede en el enfoque "el primero en llegar, el primero en ser servido" para la entrega de la autorización de puesta en marcha, donde la tripulación puede anticipar los niveles de demora según la información de congestión en calles de rodaje, y por tanto, solicitar la autorización de puesta en marcha mucho antes de estar realmente listos para el retroceso.

En este caso, el engaño puede derivar a una situación caótica de recursos de *handling* fuera de lugar, subutilización de las calles de rodaje y pistas, y poca previsibilidad de la disponibilidad de los *stands*, entre otras.

Los niveles de carga de trabajo del controlador que entrega las autorizaciones también alcanzan su punto máximo en tales situaciones.

Gracias a la TSAT la aeronave teóricamente solicita y recibe la autorización de puesta en marcha cuando está realmente lista.

Desde el equipo de A-CDM de Londres Heathrow notifican este suceso como el retraso fantasma de la puesta en marcha, para describir el retraso causado por los vuelos que están en la secuencia de salida, pero nunca podrán realizarla dentro del espacio de tiempo asignado.

Para hacer frente a este suceso, ahora es el coordinador quién se encarga de dar el avión listo a ATC.

Análisis de la implementación A-CDM

En el caso español, Aena está empleando un proyecto piloto con ASSAIA, una empresa especialista en Inteligencia Artificial con la que se pretende detectar todo lo que ocurre en el *turnaround* a través de cámaras situadas en las guías de atraque y en el interior de la pasarela. Este proceso lleva unos años utilizándose en el aeropuerto de Fiumicino en Roma, dando excelentes resultados.

Se debe dar importancia a la presentación de la TOBT por parte de la compañía aérea al CGA del aeropuerto, ya que muchas veces las compañías la presentan tarde cuando debería ser primordial su presentación al inicio, y como ya se ha expuesto anteriormente, la TOBT tiene un impacto directo sobre el rodaje, las colas en los puntos de espera, y los puntos de densidad del tráfico, influenciando a todos los usuarios.

Por otro lado, el A-CDM ignora los tiempos de retroceso. La autorización de puesta en marcha y retroceso se dan con el avión parado, el sistema calcula el *taxi out time* cuando el avión empieza a rodar por sus propios medios. Pero es importante recalcar que el tiempo de duración de la maniobra del *push-back* nunca es el mismo. Por ejemplo, puede durar unos pocos minutos (2 min) si en el momento de inicio de la maniobra ya se ponen los motores en marcha o, puede durar hasta unos minutos más (10 min aprox), si por factores operacionales se retrasa la puesta en marcha durante la maniobra de retroceso. Es importante señalar que no se tiene porque poner en marcha a la vez que se está retrocediendo, ya que la puesta en marcha es un procedimiento operacional propio de los pilotos al mando de la aeronave y no interviene con los agentes de *handling*.

Existen situaciones, dependiendo de la infraestructura aeroportuaria, por ejemplo, los vuelos entre islas en el Aeropuerto de Palma de Mallorca, que los aviones llegan y se van en diferencia de pocos minutos, por lo que no se puede autorizar el retroceso a todos. Cuando se pide puesta en marcha hasta que se autoriza el retroceso, pueden pasar 10 minutos por incompatibilidad de espacio o de llegadas.

El hecho de no tener en cuenta retrocesos incompatibles y el tiempo que se emplea para este, se podría añadir dicha información en el sistema CDM teniendo en cuenta estos parámetros.

No obstante, de la información obtenida a través de entrevistas a pilotos, se ha llegado a la conclusión que desde su posición tienen poco control y conocimiento de la TSAT de cada vuelo. Según su opinión, muchas veces se ven forzados a apurar al máximo la TSAT por desconocer cual sería la nueva TSAT si se modificara la TOBT. Es decir, prefieren intentar cumplir con la TSAT aún y a expensas de poder no cumplirla e incurrir en un retraso en la operativa, ya que sería la propia compañía quién tendría que actualizar una nueva TOBT a ATC si no se cumple la TSAT. Lo que proponen es poder mover la TOBT unos pocos minutos y que la TSAT se mueva esos pocos minutos. La cuestión es que un cambio de solamente 5min en la TOBT no da un cambio de los mismos 5min a la TSAT, puede actualizarse una nueva TSAT de muchos mas minutos, lo que es muy perjudicial para ellos generando grandes retrasos.

Otro parámetro que el sistema CDM no considera es hasta qué momento puede despegar un avión si el CTOT está a punto de caducar. Una situación, aunque sea difícil que ocurra, es el hecho de tener un CTOT, por ejemplo, a las 12:00 con una tolerancia -5 (11:55) +10 (12:10). El sistema considera que si el tráfico llega a las 12:09 a cabecera de pista, aún conseguirá despegar dentro de la tolerancia CTOT, pero no es así. El sistema calcula que llega en el +9 del rango CTOT, dando por hecho que ha retrocedido y rodado según lo correcto en tablas. De entrada, en primer lugar, el retroceso no lo tiene en cuenta y, en segundo lugar, depende de las secuencias de despegue (teniendo en cuenta que si despegue una aeronave con categoría *heavy*, se tiene que dejar un espacio).

Si no cumple con la hora CTOT, no puede despegar y se debe actualizar el plan de vuelo. A veces se puede pedir al departamento de *flow* en Bruselas una extensión de 5 minutos antes de la caducidad del CTOT.

En términos de información compartida, se producen malinterpretaciones con los términos EOBT, ETD, STD, ETA y la TOBT/ TSAT. Esto es debido a que cada departamento de usuarios, utilizan unas abreviaciones distintas. Una propuesta de futuro en la implementación CDM es que cada uno de los usuarios utilizara las mismas abreviaciones para los mismos sucesos, ya que a la larga, sería mucho más fácil de entender este sistema tan complejo.

5. Conclusiones

En la actualidad, el transporte aéreo es considerado el medio de transporte de personas por excelencia. El aumento exponencial del tráfico aéreo pone en riesgo los recursos aeroportuarios y surgen problemáticas derivadas de la saturación aérea en forma de retrasos y cancelaciones.

La gestión del tráfico aéreo tiene capacidad de influir directa o indirectamente en el desarrollo de la explotación de la actividad aérea, que puede llevar a la saturación del mismo. Cualquier decisión ATM puede tener grandes efectos, no solamente en los pasajeros en forma de retrasos y cancelaciones, sino que también pueden provocar grandes impactos económicos sobre las compañías aéreas.

La rentabilidad económica juega un papel muy importante en maximizar los esfuerzos de una compañía aérea. Cuando desde ATS regulan un vuelo de una compañía aérea determinada, no solamente se genera un retraso sino que también es posible que la tripulación sobrepase sus horas máximas de actividad, pasajeros pierdan conexiones, aumenten los gastos en combustible, entre otros.

En consecuencia a esta operativa ineficiente, dónde los retrasos son más frecuentes, es necesario tomar un camino de gestión más eficiente para gestionar el espacio aéreo y las operaciones aeroportuarias.

Tras el análisis sobre el funcionamiento del *Airport Collaborative Decision Making* se puede absorber el crecimiento de la aviación, aumentando capacidades en los sectores del espacio aéreo y aeroportuario manteniendo los altos niveles de seguridad. Del mismo modo, con el A-CDM es posible conectar las operaciones en tierra con las operaciones en vuelo y obtener una operativa eficiente cuya información fluye sin estar fragmentada.

Con los tiempos refinados que proporcionan la TOBT y la TSAT, se aporta predictibilidad y flexibilidad en las operaciones, reducción de los tiempos de rodaje y congestión en los puntos de espera, reduciendo el consumo de combustible y los gases contaminantes que conlleva.

Análisis de la implementación A-CDM

Del mismo modo, se obtiene información detallada de la escala de una aeronave y se comparte con todos los usuarios. Esta transparencia y claridad en la información permite que los aeropuertos sean mucho más eficientes.

Como se ha podido observar en la visita del Aeropuerto de Palma de Mallorca y tras las charlas con expertos en materia CDM, se puede confirmar que los aeropuertos certificados como CDM han mejorado considerablemente las operaciones aéreas y aeroportuarias aumentando su capacidad y reduciendo costes.

Los usuarios parte del CDM se ven beneficiados tanto económicamente como organizadamente, optimizando sus decisiones basadas en tiempos más exactos e información más precisa basada en la previsibilidad y predictibilidad que ofrece dicho sistema.

Como conclusión, mediante el análisis y el estudio sobre la implementación A-CDM, se han podido establecer una serie de ventajas y posibles mejoras en un futuro.

Creo que con la realización de dicho proyecto, se pueden entender las bases de la saturación de las infraestructuras aeroportuarias europeas, y las posibles maneras de hacer frente a este tipología de problemática. Y, en relación al trabajo, el A-CDM puede suponer un antes y un después en la gestión aeroportuaria europea.

6. Referencias Bibliográficas

AENA. (2015). *Adolfo Suárez Madrid-Barajas, un aeropuerto A-CDM. Agentes de Handling*. 1-12

AENA. (2015). *Adolfo Suárez Madrid-Barajas, un aeropuerto A-CDM. Tripulaciones y control*. 1-12

AENA. (2016). *Aeropuerto CDM en Palma de Mallorca. Agentes de Handling*. 1-12

AENA. (2016). *Aeropuerto CDM en Palma de Mallorca. Tripulaciones y control*. 1-12

AENA. (2018). AIP- Aeropuerto de Barcelona El Prat. *Mapas Estratégicos de Ruido de los Grandes Aeropuertos*.

AENA. (2020). *Toma de decisiones colaborativa en la cadena de transporte (A-CDM)*. [en línea]. I+D+i. Gestión aeroportuaria. Recuperado de:
<http://www.aena.es/es/corporativa/gestion-aeroportuaria.html>

AENA. (n.d.) Boletín de Seguridad Operacional Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid Barajas A-CDM. *Boletín A-CDM LEMD-00013*, 2.

AENA. (n.d.) Dossier A-CDM. *Aeropuerto de Palma de Mallorca*. Palma de Mallorca. 1-34.

Aeropuertos en Red. (2017). *El Aeropuerto de Palma ya integra el programa A-CDM*. [en línea]. Palma de Mallorca. Recuperado de:
<https://www.aeropuertosenred.com/noticias/aeropuerto-palma-mallorca/el-aeropuerto-palma-de-mallorca-ya-integra-el-programa-a-cdm/>

Ashford, N. Stanton, M. and Moore, C. (1997). *Airports Operations*. New York: McGraw-Hill.

Badia, M. (2012). *Manual de Implementación A-CDM en Aeropuertos Españoles*. Universitat Autònoma de Barcelona.

Civil Aviation Authority of Singapore & Changi Airport Group. (n.d.) [en línea]. *Changi Airport A-CDM Handbook*. Recuperado de:
[https://www.icao.int/APAC/Documents/edocs/Guidance Material.pdf](https://www.icao.int/APAC/Documents/edocs/Guidance%20Material.pdf)

ENAIRE. (2015). Proyecto Airport Collaborative Decision Making (A-CDM) en Barcelona-El Prat. *División de Información Aeronáutica*, 1-4.

ENAIRE. (2015). Proyecto Airport Collaborative Decision Making (A-CDM) en Málaga-Costa del Sol. *División de Información Aeronáutica*, 1-4.

ENAIRE. (2017). Proyecto Airport Collaborative Decision Making (A-CDM) en Palma de Mallorca. *División de Información Aeronáutica*, 1-4.

ENAIRE. (2019). Proyecto Airport Collaborative Decision Making (A-CDM) en Barcelona-El Prat. *División de Información Aeronáutica*, 1-4.

ENAIRE. (2019). Carta de Servicios 2019-2022. [en línea]. Recuperado de:
https://www.enaire.es/servicios/atm/servicios_de_transito_aereo_atc/control_de_trafico_aereo_atc

Eurocontrol. (2006). Munich Airport CDM. [en línea]. *Eurocontrol Experimental Centre*, 03/06(03),31. Recuperado de:
https://www.eurocontrol.int/eec/gallery/content/public/document/eec/report/2006/006_Munich_Airport_CDM%20.pdf

Eurocontrol. (2016). A-CDM Impact Assessment. [en línea]. *Impact Assessment Final Report*, (March), 178. Recuperado de:
<https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2019-04/a-cdm-impact-assessment-2016.pdf>

Eurocontrol. (2016). *Airport Collaborative Decision Making (A-CDM). Safety Guidance Material*. 36.

Eurocontrol. (2016). *Airport Collaborative Decision Making (A-CDM)*. 79.

Eurocontrol. (2017). Airport Collaborative Decision Making. [en línea]. *Airport Integration*. Recuperado de:

<https://www.eurocontrol.int/concept/airport-collaborative-decision-making>

Eurocontrol. (2017). The manual. Airport CDM Implementation. [en línea]. Recuperado de:

<https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/publication/files/airport-cdm-manual-2017.PDF>

Eurocontrol. (2018). Monthly Network Operations Report Analysis - December 2018. [en línea]. Recuperado de:

<https://www.eurocontrol.int/search?keywords=nm%20monthly%20network%20operations%20report%20analysis%20december%202018%20pdf>

Eurocontrol. (2019). All-causes delay and cancellations to air transport in Europe. [en línea]. *Annual Report*, 36. Recuperado de:

<https://www.eurocontrol.int/publication/all-causes-delay-and-cancellations-air-transport-europe-2019>

Eurocontrol. (2019). *DPI Implementation Guide*, 114.

Eurocontrol. (2019). *DPI & FUM Implementation Road Map*, 1-37.

Eurocontrol. (2019). *FUM Implementation Guide*, 19.

Eurocontrol. (2020). Eurocontrol Specification for A-SMGCS Services. [en línea]. Recuperado de:

<https://www.eurocontrol.int/publication/eurocontrol-specification-smgcs-services>

Eurocontrol. (2020). European Network Operations Plan 2020 Recovery Plan. *Supporting European Aviation*, (May), 279.

Europapress. (2019). Enaire asegura que la innovación ayudará a resolver la congestión del espacio aéreo. [en línea]. *Madrid*. Recuperado de:
<https://www.europapress.es/turismo/transportes/aerolineas/noticia-enaire-asegura-innovacion-ayudara-resolver-congestion-espacio-aereo-20191127190204.html>

Fossen, J. (2008). Preparing Ramp Operations for the 787-8. [en línea]. *Boeing, Aero Quart*, 4-13. Recuperado de:
https://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/qtr_3_08/article_02_2.html

Foster, D. (2015). Inform - Measuring and Monitoring Aircraft Turn Operations. [en línea]. Recuperado de:
<https://www.slideshare.net/DavidFoster32/informmeasuring-and-monitoring-aircraft-turn-operations-v3>

Fraport AG Frankfurt Airport Services Worldwide. (2012). Local A-CDM Procedure. [en línea]. Recuperado de:
<https://cdm.frankfurt-airport.com/content/fraport-company-cdm/en/local-a-cdm-procedure.html>

Gaïa, D.; Nouvel, P. (2006). *Sécurité & Compagnies aériennes, Puits Fleuri*.

Groppe, M.; Harris, D.; Pagliari, R. (2010). *Applying Cognitive Work Analysis to Study Airport Collaborative Decision Making Design*. Research Gate, (January), 88.

Hong Kong International Airport. (2018). A-CDM at Hong Kong International. [en línea]. *Performance by Collaboration*. Recuperado de:
[https://www.icao.int/APAC/Documents/edocs/HKIA %2BA-CDM %2BOperations %2BGuidelines.pdf](https://www.icao.int/APAC/Documents/edocs/HKIA%2BA-CDM%2BOperations%2BGuidelines.pdf)

International Air Transport Association (IATA). (2018). Annual Review 2018. [en línea]. *Sydney*. Recuperado de:

:<https://www.iata.org/publications/Documents/iata-annual-review-2018.pdf>

Iberia. (2016). Deshielo de aviones, paso a paso. [en línea]. Recuperado de:

<https://www.youtube.com/watch?v=mV5jhFYhpJo>

International Civil Aviation Organization (ICAO). (2018). Status Of Implementation of B0-ACDM. [en línea]. *Runway and Ground Safety Working Group, Fifth Meet, 20*. Recuperado de:

https://www.icao.int/MID/Documents/2018/RGS_WG5/RGS_WG5-WP13-ASBU_Module_B0-ACDM.pdf

Juan, A.; Antonio, A.S.; Fonseca, P.; & Guimarans, D. (2017). *Using Simulation to estimate critical paths and survival functions in aircraft turnaround processes*. 3394-3403.

Katsaros, A.; Psaraki-kalouptsidi, V. (2011). *Impact of collaborative decision-making mechanisms on operational efficiency of congested airports*. 5 (4), 351-367.

Koolen, H.; Suciu, I. (2019). Advanced ATC TWR. Implementation Guide. [en línea]. *Eurocontrol*, 1-19- Recuperado de:

<https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2020-06/advanced-atc-twr-implementation-guide-1-600.pdf>

Koolen, H.; Suciu, I. (2020). Eurocontrol. DPI Implementation Guide. [en línea]. Recuperado de:

<https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2020-06/dpi-impl-guide-2-300.pdf>

Mayer, C.; Sinai, T. (2003). Why do airlines systematically schedule their flights to arrive late? [en línea]. *Working Paper. The Warthon School. University of Pennsylvania*. Recuperado de:

<https://www0.gsb.columbia.edu/mygsb/faculty/research/pubfiles/546/546.pdf>

Page, C. (2019). The Aircraft Turnaround: What Goes on Between Flights. [en línea]. *The Point Guy*. Recuperado de:

<https://thepointsguy.com/guide/the-aircraft-turnaround-what-goes-on-between-flights/>

Pavesse, G.; Bruglieri, M.; Rolando, A.; Careri, R. (2017). *DMAN-SMAN-AMAN Optimization At Linate Airport*. 7.

Stein, E.; Smolensky, M. (1998). *Human Factors in Air Traffic Control*. San Diego: Academic Press.

Tuinstra, E. (2016). *Airport-Collaborative Decision Making Integration to the Network*. (October), 19.

Wilkins, S. (2016). Ultra's Experience with A-CDM. [en línea]. *ICAO Workshop*. Recuperado de:

https://www.icao.int/SAM/Documents/2016-ACDM2/2.5%20ULTRA_ICAO%20A-CDM%20Workshop%20v2.pdf

AGRADECIMIENTOS

Durante el proceso de elaboración de la memoria, esta se ha enriquecido con amplias y diferentes aportaciones de personas, las cuales han facilitado que el trabajo sea más llevadero, completo y de mayor calidad.

Me considero muy afortunada por haber recibido el apoyo de personas con tanto talento y con tantas ganas de mejorar el mundo de la aviación.

Me gustaría que este apartado sirviese para expresar mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que me han ayudado a empujar el presente Trabajo Final de Máster, en especial, a mi tutor, Joan Rosselló, por la orientación, el seguimiento y la supervisión continúa de la memoria. Gracias por aportarme tanto conocimiento.

Con gran admiración profesional, dar las gracias a Mar, Cristina, Lukasz, John y Marga, del Aeropuerto de Palma de Mallorca, por haberme abierto las puertas, recibirme en vuestras instalaciones y haber hecho de la visita del aeropuerto un día increíble.

A los controladores aéreos Oscar y Esteban por haberme enseñado el apasionado mundo A-CDM.

A los pilotos Boris y Gerard por facilitarme la elaboración del trabajo.

Quisiera hacer una mención especial a Josep M^a Bech, profesor titular de Derecho Civil en la Facultad de Turismo de la Universidad de Girona, por haberme introducido en el asombroso mundo de la aviación y darme el empujón necesario para realizar este Máster.

Como último, y quizás más importante, agradecer al soporte que me ha ofrecido mi familia y personas más próximas que han creído en mi sueño aeronáutico.

La abajo firmante, Clàudia Fonseca Lozano

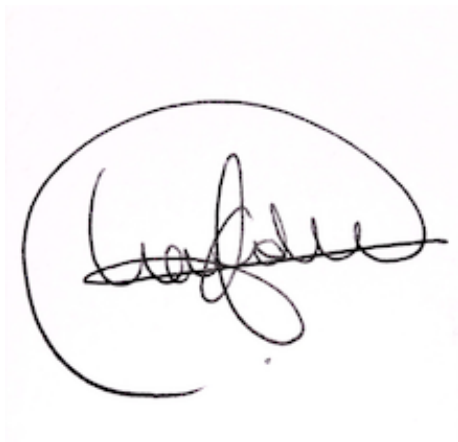
Alumna de los estudios de Máster Universitario en Gestión Aeronáutica de la UAB,

CERTIFICA:

Que el trabajo al qué corresponde esta memoria ha sido realizado por:

Clàudia Fonseca Lozano

Y para que conste en firma la presente.

A handwritten signature in black ink, enclosed within a large, loopy oval shape. The signature itself is cursive and stylized, appearing to read 'Clàudia Fonseca Lozano'.

Firmado: Clàudia Fonseca Lozano

Sabadell, 27 de Octubre de 2020

7. Anexos

7.1. Plan de Vuelo ATS PMI - MAD. Transmitido a ERCTL

(FPL-AEA6012-IS
-B738/M-SDFGHIJ1RWXY/LB1
-LEPA0600
-N0442F310 EPAMA UN733 PRADO
-LEMD0056 LEZG
-PBN/A1B1C1D1O2S2 NAV/RNP2 SUR/260B DOF/201018 REG/ECLVR
EET/LECM0029 SEL/CPMS CODE/344459 OPR/AEA PER/C RVR/200 RMK/TCAS
CPY LEPAAEAO. AEA OCC PHONE NBR 0034 971 178 281)

*EOBT marcada en amarillo

7.2. Plan de Vuelo Operacional PMI - MAD

AEA6012/18 LEPA-LEMD(PMI-MAD) OFP 4 2039/17OCT20
REG ECLVR B737-800WSFP/CFM56-7B24 WX PROG 1806 1809

CALL SIGN: AEA6012

CAPT..... FO..... SN.....

DISPATCH MESSAGES: NIL

-----FLIGHT INFO-----
LEPA (UTC+02:00) STD 180600 - LEMD (UTC+02:00) STA 180725 SCH 0125
ETD 180600 ETA 180723

ROUTE PMIMAD01 GROUND DIST 320NM (GC 295NM) AV WC M25

FL310/TOD 210/TOD 140

-TAKE OFF ALTN: NIL

-LEPA/24R EPAMA UN733 PRADO LEMD/32R

FLIGHT PLAN BASED ON CLB 292/M76 - CRZ CI35 - DES M58/297

FACTOR DEG PERFORMANCE 1.1 PCTN

-----FUEL---TIME-----LMC-----ALL WEIGHTS IN KGS-----
TRIP 2375 00.56 _____ MIN DIV 2508
MIN CONT 157 00.05 _____ -----WEIGHT PLAN-----
ALTN (LEZG) 1606 00.42 _____ DOM 42120 _____
FINAL RES 902 00.30 _____ PAYLOAD 3990 _____
MIN T/O FUEL 5040 02.13 _____ ZFM(62142) 46110 _____
TAXY OUT(00.15) 206 _____ T/O FUEL 5994 _____
EXTRA 954 00.22 _____ TOM(72000) 52104 _____
TOTAL FUEL 6200 02.35 _____ TRIP 2375 _____
SIX TWO ZERO ZERO ELM(66360) 49729 _____
POSSIBLE EXTRA: 14630 (CAP)

----- NAVIGATION LOG -----
LEPA (UTC+02:00) STD 180600 - LEMD (UTC+02:00) STA 180725 SCH 0125
ETD 180600 ETA 180723

LEPA/PMI/24R 27FT TO LEMD/MAD/32R 1998FT ALTN LEZG/ZAZ/12R 862FT

ATC CLEARANCE:

	CTOT	____:____
ON BLK ____:____	LAND	____:____
OFF BLK ____:____	AIRB	____:____
BLK TIME ____:____	TRIP TIME	00:56
FLT TIME ____:____	ETA	____:____

7.3. IATA Delay Codes

Delay Reason Number	Description
OTHERS	
00	DISCREPANCIAS COMANDANTE - CIC
01	COORDINACIÓN Demoras, errores
02	ERRORES ESCALAS ANTERIORES
03	RECOGIDA TARDE TRIPULACIÓN
04	INSPECCIÓN DE AVIACIÓN CIVIL
05	MEDIDAS DE SEGURIDAD: Búsqueda de maletas de pasajeros que no vuelan
06	PUERTAS/FINGERS NO DISPONIBLES: Por actividad Compañía Iberia
07	Embarque/desembarque lento de pasaje no imputable a clave 68
08	Block time (Uso exclusivo CCO)
09	TIEMPO DE ESCALA PROGRAMADO INFERIOR AL MÍNIMO NECESARIO
10	Asignación inicial
PASSENGER AND BAGGAGE	
11	CIERRE TARDE DE FACTURACIÓN: Aceptación de pasajeros después de hora límite
12	CIERRE TARDE DE FACTURACIÓN: Congestión en zona de facturación
13	ERROR FACTURACIÓN: Pasajeros y equipajes. Información deficiente a otros centros
14	OVERSALE: Overbooking. Error en reservas
15	EMBARQUE: Discrepancias/Búsqueda de pasajeros no presentados al embarque. Demora fin de embarque
16	PUBLICIDAD COMERCIAL, ATENCIÓN A PAX, VIPS: Pansa, comidas, y refrigerios en tierra, objetos personales perdidos.
17	ABASTECIMIENTO DE AVIONES: Petición tardía o errónea al proveedor. Errores o demoras en suministros servidos por la Escala
18	EQUIPAJE DE MANO: Dificultades de embarque por equipaje de mano (excesivo, voluminoso)
19	PMR: Incidencia provocada en el servicio de atención a pasajero con movilidad reducida
CARGO AND MAIL	
21	DOCUMENTACIÓN: Errores, información deficiente o tardía
22	POSICIONAMIENTO TARDE A PIE DE AVIÓN
23	ACEPTACIÓN TARDE
24	EMBALAJE INADECUADO ULDs : mal confeccionados
25	OVERSALE : Error en reservas
26	PREPARACIÓN TARDE EN TERMINAL DE CARGA
27	DOCUMENTACIÓN . Embalaje, información deficiente o tarde
28	POSICIONAMIENTO TARDE A PIE DE AVIÓN
29	ACEPTACIÓN TARDE
AIRCRAFT AND RAMP HANDLING	
31	DOCUMENTACIÓN AVIÓN: Retrasada/Errónea. Declaración general, Manifiesto de pasajeros, HCC (Hoja de carga), etc.
32	CARGA/DESCARGA - Falta o demora personal. Dificultad por peso o volumen. Paquetería. Mercancía o Equipaje mal estibado o Embarcado. Demora fin de carga
33	EQUIPOS CARGA: Insuficientes, manejo, defectuosos
34	EQUIPOS RAMPA: Insuficientes, personal, jardineras, escaleras, manejo, vehículos Tripulantes, etc.
35	LIMPIEZA: Carencia de equipos, demora de fin de servicio
36	CARGA/DESCARGA COMBUSTIBLE: Error o demora por parte de compañía suministradora
37	CATERING: Carga o suministro tarde. Error o mal estado del suministro. Carencia de equipo, demora fin de abastecimientos o su descarga
38	ULDSs (ASISTENCIA AL AVIÓN EN RAMPA): Faltan o defectuosos
39	EQUIPO TÉCNICO: Faltan, defectuosos, mal manejados o escasez de personal (Equipos de arranque, eléctricos push-back, etc.)
TECHNICAL AND AIRCRAFT EQUIPMENT	
41	AVERIA AVIÓN - De vuelo anterior u observada en la Escala. Regreso por avería (Rodaje - Despegue o vuelo)
42	MANTENIMIENTO PROGRAMADO AVIÓN. Tarde en Rampa. Finalización tarde inspección
43	MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO. Inspección adicional o trabajos adicionales o especiales. Montaje/Desmontaje de camillas
44	REPUESTOS/EQUIPOS. Carencia/Avería. Faltan abastecimientos medios o documentos, certificado de aeronavegabilidad, etc.
45	REPUESTOS AOG. Transporte a otra Escala- Cambiados a/desde otro avión
46	CAMBIO DE AVIÓN por avería (razones técnicas)
47	AVIÓN DE RESERVA. Carencia de avión de reserva programado debido a causas técnicas
48	CONFIGURACIÓN PROGRAMADA DE CABINA. Cambio de posición de cortina y ajustes de versión
49	APU inoperativa notificada con antelación

DAMAGE TO AIRCRAFT	
51	DAÑOS AL AVION EN VUELO. Impacto pájaros, rayos, turbulencias, aterrizaje brusco o con exceso de peso, colisión en rodaje (pista o aparcamiento)
52	DAÑOS AL AVION EN TIERRA. Colisiones (excepto en rodaje) daños durante la carga/descarga, contaminación de elementos del avión (ejemplo: Derrame de líquidos en bodega), remolcado, daños por granizo,)
53	Cambio de avión por daños al avión en tierra o en vuelo
54	Falta de tripulación adecuada para el avión disponible
EDP/AUTOMATED EQUIPMENT FAILURE	
55	FALLOS INFORMATICOS Y DE COMUNICACIONES. Sistema de Facturación y Hojas de Carga
56	FALLOS INFORMATICOS Y DE COMUNICACIONES. Sistema de Carga
57	FALLOS INFORMATICOS Y DE COMUNICACIONES. Sistema de Planes de Vuelo
58	FALLOS INFORMATICOS Y DE COMUNICACIONES - En otros Sistemas
59	CAMBIO ÚLTIMA HORA CARGA O PASAJE: Vuelo crítico
FLIGHT OPERATIONS AND CREWING	
61	PLAN DE VUELO/DESPECHO TECNICO.
62	REQUERIMIENTOS OPERATIVOS. Recarga de combustible por motivos operativos o meteorológicos
63	TRIPULACION TECNICA. Tarde en el Avión, Demora en dar "Listo Avión". Causas diferentes a Clave 64
64	TRIPULACION TECNICA- Falta por enfermedad/imaginaria/comidas/actividad/validez visado/documentación sanitaria...
65	REQUERIMIENTO ESPECIAL TRIPULACION TECNICA - Aclaraciones o modificaciones a solicitud del Comandante fuera de los requisitos operacionales preceptivos. Equipaje de Tripulación mal presentado
66	TRIPULACION AUXILIAR. Demora en dar "Listo Avión". Causas diferentes a Clave 67
67	TRIPULACION AUXILIAR - Falta por enfermedad. Espera imaginaria, limitaciones en actividad, comidas tripulación, validez visado, documentación sanitaria, etc...
68	Requerimiento especial TRIPULACION AUXILIAR Demora o error en conteo. Pasaje mal acomodado. Retraso petición artículos de a bordo, o en recepción del pasaje. Equipaje de Tripulación mal presentado
69	MEDIDAS EXTRAORDINARIAS DE SEGURIDAD - A petición del Comandante
WEATHER	
71	AEROPUERTO DE SALIDA. Operaciones limitativas para el avión. Bajo mínimos operativos
72	AEROPUERTO DE DESTINO. Operaciones limitativas para el avión. Bajo mínimos operativos
73	EN RUTA O AL ALTERNATIVO. Operaciones limitativas para el avión
74	
75	HIELO O NIEVE EN EL AVION. Trabajos de limpieza (excepto avería equipo técnico)
76	HIELO / NIEVE / AGUA / ARENA EN AEROPUERTO. Limpieza (tanto en Aeropuerto de salida como de destino)
77	DIFICULTADES DE ASISTENCIA EN TIERRA DEBIDA A CONDICIONANTES METEOROLOGICOS ADVERSOS
AIR TRAFFIC FLOW MANAGEMENT RESTRICTIONS	
81	REGULACION ATFM DEBIDA A ATC EN RUTA. Demanda capacidad
82	REGULACION ATFM DEBIDA A ATC STAFF/EQUIPOS EN RUTA. Conflictos laborales. Fallo equipos. Falta de personal
83	REGULACION ATFM DEBIDA A AEROPUERTO DESTINO. Aeropuerto y/o pistas cerradas debido obstáculos, conflictos laborales, desórdenes políticos, normas antiterrorismo, toque de queda
84	REGULACION ATFM DEBIDA A METEOROLOGIA DESTINO
AIRPORT AND GOVERNMENTAL AUTHORITIES	
85	SEGURIDAD OBLIGATORIA. Revisión, reconocimiento pas, equipajes o mercancías. Fondos por aviso de bomba u otras situaciones de alerta.
86	POLICIA / ADUANA / SANIDAD
87	INSTALACIONES AEROPORTUARIAS. Aparcamiento, congestión en rampa o edificio terminal. Insuficiencia de puertas embarque. Averías equipos, balizajes o hidrantes
88	Restricciones Aeropuerto Destino. Aeropuerto o pistas cerradas debido obstáculos, conflictos laborales, desórdenes políticos. Órdenes superiores ajenas Compañía
89	Restricciones Aeropuerto Salida con o sin Regulación ATFM. Incluidos Servicios de Tráfico Aéreo. Push-Back, aeropuerto o pistas cerradas debido a obstrucción o meteorología
REACTIONARY	
91	CONEXION CARGA. Espera equipaje o mercancía de otro vuelo. Enlace de pasajeros
92	ERROR THROUGH-CHECK-IN. Pasajeros y/o equipajes
93	ROTACION DE AVION. Llegada tarde de avión por retraso anterior
94	ROTACION DE TRIPULACION CABINA PASAJEROS. Espera de Tripulación procedente de otro vuelo retrasado
95	ROTACION DE TRIPULACION. Espera de Tripulación técnica y/o completa procedente de otro vuelo
96	CONTROL OPERACIONAL. rerouting, desviaciones, acople de líneas, cancelación de vuelos y cambio de tipo de avión por razones no técnicas (USO EXCLUSIVO DEL CCO)
MISCELLANEOUS	
97	CONFLICTO LABORAL INTERNO DE COMPAÑIA
98	CONFLICTO LABORAL AJENO A LA COMPAÑIA. Excluidos los debidos a Servicio de Tráfico Aéreo
99	NO ESPECIFICADOS. A desglosar en el SI del mensaje MVT

7.4. AIS-ESPAÑA ENAIRE. PROYECTO A-CDM EN PALMA DE MALLORCA

AIS-ESPAÑA Dirección AFTN: LEANZXTA Teléfono: +34 913 213 363 E-mail: ais@enaire.es Web: www.enaire.es	ESPAÑA ENAIRE DIVISIÓN DE INFORMACIÓN AERONÁUTICA Avda. de Aragón, 402 - Edificio LAMELA 28022 MADRID	AIC 05/17 14-SEP-17
PROYECTO AIRPORT - COLLABORATIVE DECISION MAKING (A-CDM) EN PALMA DE MALLORCA AIRPORT - COLLABORATIVE DECISION MAKING (A-CDM) PROJECT AT PALMA DE MALLORCA		
CANCELAR: AIC 10/16.	CANCEL: AIC 10/16.	
1. Aeropuerto A-CDM A-CDM es parte del programa europeo "Single European Sky" para la optimización del espacio aéreo y las operaciones en los aeropuertos. A-CDM consiste en la colaboración entre los distintos implicados en el proceso de rotación de una aeronave en los aeropuertos, es decir, entre ATC, Compañías Aéreas, Agentes Handling y Operador Aeroportuario. Poniendo énfasis en: <ul style="list-style-type: none">• Relacionar los procesos de llegada, rotación y salida.• Compartir la información precisa, en el momento correcto, con las personas adecuadas para actuar en consecuencia.• Mejorar el intercambio de datos en tiempo real entre los aeropuertos y la red ATFM. Los principales aeropuertos europeos ya han comenzado el proceso de implantación del programa A-CDM. En esa línea, el aeropuerto de Palma de Mallorca tiene planificado dentro de su plan de implantación, el comienzo de las pruebas operacionales en diciembre, con el fin de convertirse en aeropuerto CDM para mediados de 2017.	1. AIRPORT A-CDM A-CDM is part of the European program "Single European Sky" to optimize airspace and operations at airports. A-CDM consists in collaboration among the different parties involved in the process of turn-round of an aircraft at an airport, namely, among ATC, aircraft operators, handling agents and airport operator. It puts emphasis on: <ul style="list-style-type: none">• Linking the processes of arrival, turn-round and departure.• Sharing the information necessary at the right time with the right people, so they can act upon it.• Improving the interchange of data in real time between airports and the ATFM network. Europe's leading airports have already begun the implementation process for the A-CDM programme. Along that line, Palma de Mallorca airport, as part of its implementation plan, has scheduled the start of operational testing for December in order to make the airport CDM by mid-2017.	
2. PRINCIPALES ELEMENTOS A-CDM	2. PRINCIPAL ELEMENTS OF A-CDM	
2.1. Hora objetivo de Fuera de Calzos (Target Off-Block Time - TOBT) TOBT representa la hora a la que la compañía o agente handling estima que la aeronave estará preparada, con puertas cerradas, pasarela retirada y retroceso disponible. Es decir, la aeronave preparada para puesta en marcha, así como a iniciar el retroceso en menos de 5 minutos desde la recepción de autorización de puesta en marcha por parte de TWR. 2.1.1. Comunicación de TOBT Los pilotos deberán garantizar que el vuelo está preparado para salir a TOBT con una tolerancia de ± 5 minutos. La compañía o agente handling deberá actualizar su TOBT por los canales habituales si la hora en la que la aeronave está preparada para abandonar el puesto de estacionamiento cambia ± 5 minutos o más. Si el vuelo no está preparado en esa ventana, la Compañía o Agente Handling deberá actualizar la TOBT. Sólo actualizaciones de ± 5 minutos o más deberán ser enviadas. Cualquier cambio menor a esto será ignorado por no considerarse relevante. TOBT anteriores a 10 minutos del slot aeroportuario y/o TOBT anteriores a la hora actual no serán aceptados. La información del plan de vuelo deberá ser actualizada respecto a TOBT con una tolerancia de ± 10 minutos.	2.1. Target Off-Block Time - TOBT TOBT represents the time at which the aircraft operator or handling agent estimates that the aircraft will be ready, with doors closed, boarding bridge removed and push-back available. That is, the aircraft is ready to start-up, as well as to start push-back within 5 minutes from receiving TWR clearance to start-up. 2.1.1. Communication of TOBT The pilots must guarantee that the flight is ready to leave at TOBT with a tolerance of ± 5 minutes. The operator or handling agent will update its TOBT through the usual channels if the time required for the aircraft to prepare to vacate the parking position undergoes a change of ± 5 minutes or more. If the flight is not ready within that window, the operator or handling agent must update the TOBT. Only updates of ± 5 minutes or more should be sent. Any change less than that will be ignored and deemed irrelevant. TOBT earlier than 10 minutes before the airport slot and/or TOBT previous to the current time will not be accepted. The information of the flight plan must be updated with respect to TOBT with a tolerance of ± 10 minutes.	

2.2. Hora Objetivo de Autorización de Puesta en Marcha (Target Start-Up Approval Time - TSAT)

La TSAT es asignada por ATC y representa la hora a la que la aeronave espera autorización de puesta en marcha, tomando en consideración tanto las regulaciones ATFM como las restricciones locales.

Para establecer la pre-secuencia de salida se tomará como hora base del vuelo la TOBT confirmada. Mediante la asignación de TSAT, se obtiene una pre-secuencia de salida optimizada donde se reducen las esperas en cabecera a la vez que se mantiene la capacidad de pista.

2.2.1. Comunicación de TSAT

Los factores que pueden provocar una revisión de TSAT son, entre otros:

- Cambio de pista.
- Cambio de tiempo de rodaje por cambio de puesto de estacionamiento.
- Revisiones de TOBT. Los cambios de TOBT no afectarán a TSAT, siempre y cuando la nueva TOBT permita ocupar la misma ventana de tiempo en la secuencia.
- La aplicación de regulaciones de ATFM o ATC que impliquen un nuevo CTOT o demora de puesta en marcha.
- Ajuste de la secuencia por la entrada en la misma de vuelos con mayor prioridad (vuelos regulados, vuelos con estatus, etc.).

Los pilotos recibirán su TSAT y posteriores modificaciones vía compañía o agente handling, desde el puesto de entrega de autorizaciones (CLR) de Palma de Mallorca, o bien desde la guía de atraque en los puestos de estacionamiento en que esté disponible.

2.3. Hora Objetivo de Despegue (Target Take-Off Time - TTOT)

TTOT representa la hora a la que la aeronave estará preparada para despegar, considerando la TOBT/TSAT y el tiempo de rodaje variable en función de puesto de estacionamiento y pista asignado.

2.3.1. Comunicación de TTOT

Esta información actualizada para los vuelos de salida de la TTOT, se encontrará disponible en la plataforma CDM y será enviada automáticamente a NMOC, informando de cambios, con una tolerancia de 5 minutos respecto al último valor enviado.

3. PROCEDIMIENTOS A-CDM

Verificación del Plan de Vuelo

Es necesario revisar la validez del plan de vuelo frente al slot aeroportuario, de modo que la hora de salida del plan de vuelo inicial se corresponde con la hora del slot coordinado. En caso contrario, se enviará comunicación para alinear dichas horas. El proceso CDM se verá bloqueado si no se realiza dicha coordinación. Otros datos del plan de vuelo a revisar frente a los disponibles en el aeropuerto serán primer destino, tipo de aeronave y matrícula (si esta última se encuentra disponible en el plan de vuelo).

Confirmación de TOBT

La confirmación de TOBT se realizará 30 minutos antes de la TOBT y, en ese momento, se asignará al vuelo una TSAT, siendo condición necesaria haber pasado la verificación del plan de vuelo y que la TOBT cumpla los siguientes criterios de validación:

2.2. Target Start-up Approval Time - TSAT.

The TSAT is allocated by ATC and represents the time at which the aircraft expects to be cleared to start-up, taking into consideration both the ATFM regulations and the local restrictions.

In order to establish the pre-departure sequence, the confirmed TOBT shall be taken as the basic time of the flight. Through allocation of TSAT, an optimized pre-departure sequence is obtained, reducing waiting periods on the runway holding area while maintaining runway capacity.

2.2.1. Communication of TSAT

The following factors, among others, may lead to a review of the TSAT:

- Change of runway.
- Change in the taxi time due to a modification in the parking position.
- TOBT reviews. Changes in the TOBT will not affect the TSAT, provided the new TOBT permits the occupation of the same time slot in the sequence.
- The application of ATFM or ATC regulations resulting in new CTOT or start-up delay.
- Adjustment of the sequence due to flights with a greater priority entering it (regulated flights, status flights, etc.).

Pilots will receive their TSAT and subsequent modifications through the operator or handling agent from Palma de Mallorca clearance delivery position (CLR) or from the docking guidance system in the parking positions where they are available.

2.3. Target Take-off Time - TTOT

TTOT represents the time at which the aircraft will be ready to take off, considering the TOBT/TSAT and the variable taxi time which depends on the stand and runway assigned.

2.3.1. Communication of TTOT

This updated information for departing flights about TTOT, shall be available on the CDM platform and shall be sent automatically to NMOC with notification of any changes, with a tolerance of 5 minutes with respect to the most recently sent value.

3. A-CDM PROCEDURES

Flight Plan Check

It is necessary to compare the validity of the flight plan with the airport slot, to ensure that the time of departure on the initial flight plan corresponds to the coordinated slot. If this is not the case, a communication will be sent to align these times. The CDM process will not proceed until this is done. Other flight plan data to be checked against those available at the airport will be first destination, type of aircraft and registration number (if this last one is available in the flight plan).

Confirmation of TOBT

The TOBT will be confirmed 30 minutes before TOBT, and at that moment the flight will be assigned a TSAT, as long as the flight plan has been checked and validated and the TOBT meets the following requirements:

- a) TOBT posterior al slot aeroportuario con una tolerancia de -10 minutos.
- b) EOBT del plan de vuelo actualizado con TOBT con una tolerancia de ± 10 minutos.
- c) TOBT posterior a la hora calculada de fuera de calzos en la plataforma CDM, en base al vuelo de salida asociado con una tolerancia de -10 minutos.

Si la hora TOBT disponible en la plataforma CDM no cumple estos criterios, pasará a estado inválido y será necesario recibir un valor actualizado de TOBT/EOBT por parte de la compañía o agente handling.

Asignación de TSAT

La TSAT será calculada desde TOBT-30 minutos en adelante.

La TSAT se obtendrá en base a TOBT confirmadas.

Si no hay TOBT disponible, se tomará como tal, o bien la EOBT actualizada o bien la hora de fuera de calzos calculada por la plataforma CDM en base a la hora estimada/real de calzos de llegada y al tiempo estimado/mínimo de rotación de la aeronave, la que resulte mayor.

Petición de Puesta en Marcha

El piloto podrá solicitar la autorización de puesta en marcha al puesto de entrega de autorizaciones (CLR), en el intervalo de ± 5 minutos respecto a su TOBT. El puesto de entrega de autorizaciones, en función de su TSAT, podrá aprobar la puesta en marcha o comunicar su TSAT al piloto.

Si un vuelo está preparado y lo comunica a entrega de autorizaciones (CLR) pero hay demoras de puesta en marcha, no es necesario actualizar la TOBT en base a dicha TSAT.

Si 5 minutos después de TOBT entrega de autorizaciones (CLR) no ha recibido petición de puesta en marcha, el vuelo perderá su TSAT y será necesario recibir una nueva TOBT actualizada. Una vez recibida la nueva TOBT, el vuelo volverá a ser secuenciado y recibirá la nueva TSAT. Las aeronaves no podrán recibir autorización de puesta en marcha hasta que no se reciba una TOBT válida y reciban una nueva TSAT.

Petición de Retroceso

La petición de retroceso deberá ser solicitada a la frecuencia correspondiente GMC/CLR y comenzar antes de 5 minutos desde la recepción de la autorización de puesta en marcha. Si no se cumple este plazo, la aeronave podrá recibir una revocación de autorización de puesta en marcha, en cuyo caso será necesario recibir una nueva TOBT actualizada. Una vez recibida la nueva TOBT el vuelo volverá a ser secuenciado y recibirá la nueva TSAT. Las aeronaves no podrán recibir autorización de puesta en marcha hasta que no se reciba una TOBT válida y reciban una nueva TSAT.

Vuelos Regulados

Los vuelos regulados tendrán asignada una TSAT desde el momento de la recepción del CTOT, no obstante, deberán comunicar una TOBT válida en base a las intenciones de salida de la compañía aérea y no a la regulación. Esta información es transmitida a NMOC con la finalidad de poder mejorar dicho CTOT. A TOBT-5 minutos se podrá solicitar la puesta en marcha (ASRT), y la recepción de la ASRT sustituirá a la solicitud REA para mejoras del CTOT.

Los vuelos regulados deberán mantener su TOBT actualizada con una precisión de ± 5 minutos de acuerdo con la hora a la que las aeronaves podrían abandonar los puestos de estacionamiento si los CTOT son cancelados, ya que se les asignarán nuevas TSAT en función de esas TOBT. El valor de la TSAT siempre será mayor que la hora actual, de modo que exista un mínimo margen de tiempo para que el piloto pueda realizar los preparativos necesarios para la puesta en marcha.

- a) TOBT later than airport slot with a tolerance of -10 minutes.

- b) EOBT of the updated flight plan with TOBT with a tolerance of ± 10 minutes.

- c) TOBT later than the calculated off-block time in the CDM platform, based upon the related departing flight with a tolerance of -10 minutes.

If the TOBT available in the CDM platform does not fulfill these criteria, it will be flagged as invalid and it will be necessary to receive an updated TOBT/EOBT from the aircraft operator or handling agent.

Allocation of TSAT

TSAT will be calculated from TOBT-30 minutes onwards.

TSAT will be obtained on the basis of confirmed TOBT.

If no TOBT is available, it will be taken to be the greater of either the updated EOBT or the off-block time calculated by the CDM platform on the basis of the estimated/actual in-block arrival time and the estimated/minimum turn-round time of the aircraft.

Start-up Request

The pilot may request start-up clearance from the clearance delivery position (CLR), within an interval of ± 5 minutes with respect to the TOBT. The clearance delivery position may, according to the flight's TSAT, clear start-up or communicate the pilot his TSAT.

If the flight is ready and this is reported to clearance delivery (CLR) but there are start-up delays, it is not necessary to update the TOBT on the basis of this TSAT.

If clearance delivery (CLR) has not received the start-up request within 5 minutes after TOBT, the flight will miss its TSAT and a new updated TOBT will be required. Once the new TOBT has been received, the flight will be sequenced again and receive a new TSAT. Aircraft may not be cleared to start-up until a valid TOBT and a new TSAT have been received.

Push-back Request

The push-back request must be made on the corresponding GMC/CLR frequency and start within 5 minutes from receipt of the start-up clearance. If this limit is not observed, the aircraft might receive a revocation of its start-up clearance, in which case it will be necessary to wait for a new updated TOBT. Once the new TOBT has been received, the flight will be sequenced again and receive a new TSAT. An aircraft may not receive start-up clearance until a valid TOBT and a new TSAT have been received.

Regulated Flights

Regulated flights shall have a TSAT assigned from the moment of reception of the CTOT, although they must communicate a valid TOBT based on the departure intentions of the aircraft operator and not on the regulation itself. This information is transmitted to NMOC for possible improvement of this CTOT. At TOBT-5 minutes start-up clearance (ASRT) may be requested, and reception of the ASRT shall replace the REA request for CTOT improvement.

Regulated flights must keep their TOBTs updated with a precision of ± 5 minutes based on the time when the aircraft could vacate the stands if the CTOTs are cancelled, as they will be allocated new TSATs based on those TOBTs. TSAT shall always be greater than the actual time, so as to ensure a minimum time margin for pilots to undertake the preparations needed for start-up.

Los vuelos regulados deberán mantener su plan de vuelo actualizado con la TOBT con una tolerancia de ± 10 minutos.

Regulated flights must keep their current flight plan in line with the TOBT, with a tolerance of ± 10 minutes.

Coordinación con Network Manager Operations Centre (NMOC)

Coordination with Network Manager Operations Centre (NMOC)

Se establece un intercambio de datos de manera permanente y automática entre NMOC y el aeropuerto. Este intercambio de datos permitirá una predicción de horas de llegada y salida de los vuelos más precisa y con mayor antelación. Además, esto permitirá un cálculo más preciso y eficiente de los CTOT, gracias a disponer de horas objetivo de despegues basadas en datos reales del aeropuerto.

A permanent and automatic interchange of data between NMOC and the airport is established. This data exchange allows for more accurate and further in advance predictions of arrival and departure times. In addition, it will allow more accurate and efficient calculation of the CTOTs, thanks to the availability of target take-off times based on actual airport data.

A continuación se describen los tipos de mensajes enviados:

The types of messages sent are described below:

TIPO DPI DPI TYPE	ESTADO DPI DPI STATUS	COMENTARIO COMMENT
E-DPI	EARLY	Basado en datos del Plan de Vuelo Based on Flight Plan Data
T-DPI-t	TARGET	Basado en TOBT Based on TOBT
T-DPI-s	SEQ	Basado en TSAT Based on TSAT
A-DPI	ATC	Basado en horas reales de salida Based on actual Departure times
C-DPI	CNL	Cancelación de información DPI Cancel DPI information

