

[El/La] sotasignat, Miquel Àngel Piera
Eroles tutor/a,
professor/a de l'Escola d'Enginyeria de
la UAB,

CERTIFICA

Que el treball al que correspon la
present memòria ha estat realitzat sota
la seva direcció per

Ian González Espinosa

I per a que consti firma la present.
Sabadell, juny de 2014

**MIQUEL
ANGEL PIERA
EROLES**

Firmado digitalmente por MIQUEL
ANGEL PIERA EROLES
Nombre de reconocimiento (DN): c=ES,
ou=Vegeu [https://www.catcert.cat/
veridCAT](https://www.catcert.cat/veridCAT) (c)03, ou=Serveis Publics de
Certificació CPIXSA-2, sn=PIERA EROLES,
givenName=MIQUEL ANGEL,
serialNumber=37745233W, cn=MIQUEL
ANGEL PIERA EROLES
Fecha: 2014.07.09 16:07:33 +03'00'

Signat: Miquel Àngel Piera Eroles

Títol del projecte: Optimizació del procés de catering en el A320-200
Autor: Ian González Espinosa
Data: Juny del 2014
Tutor[a]/s[es]: Miquel Àngel Piera Eroles
Titulació: Grau en Gestió Aeronàutica
Paraules clau · Català: optimizació; Airbus A320-200; catering; turn round; · Castella: optimización; Airbus A320-200; mayordomía; turn round; · Anglès: optimization; Airbus A320-200; catering; turn round;
Resum del projecte Català: El projecte busca millorar l'operació actual de càtering a l'Airbus 1320-200 amb l'objectiu dinal de reduir el temps d'escala. A partir del manual operatiu del fabricant per l'assistència de terra, l'experiència personal en el sector, les observacions de camp, les entrevistes amb experts així com la identificació del camí crític de l'escala, es crea un model, mitjançant el Formalisme de les Xarxes de Petri, que simula l'escala sota els supòsits que el citat document presenta. La modificació d'aquest model servirà com a base per demostrar l'eficàcia de les tres alternatives proposades al treball. Castellà: El proyecto busca mejorar la operación actual de <i>catering</i> en el Airbus A320-200 con el objetivo final de reducir el tiempo de escala. A partir del manual operativo del fabricante para la asistencia en tierra, la experiencia personal en el sector, observaciones de campo, entrevistas con expertos así como la identificación del camino crítico de la escala, se crea un modelo, mediante el formalismo de las Redes de Petri, que simula la escala bajo los supuestos que el citado documento presenta. La modificación de ese modelo servirá de base para demostrar la eficacia de las tres alternativas propuestas en el trabajo. Anglès: This project is settled to improve the actual onboard-catering service in the Airbus A320-200 in order to satisfy the main target: decrease the turn round time. Based in the manufacturer's operative handbook for ground handling activities, the own work experiencie, field observations, interviews with industry experts as well as identifying the critical path of the turn round, a model is created using the Petri Nets formalism to simulate the turn round under the assumptions of the manufacturer document. Furthermore, modifying the model will serve as a basis in order to prove the efficiency of the three alternatives presented in the work.

Índice

Resumen ejecutivo	6
Agradecimientos	7
Capítulo 1: Introducción	8
1.1 Objetivos del trabajo	8
1.2 Interés y motivación	8
Capítulo 2: Introducción al estado del arte	9
2.1 Servicios de asistencia en tierra	9
2.2 El <i>turn round</i>	10
2.2.1 El catering	12
2.2.1.1 Definición	12
2.2.1.2 El vehículo de catering	12
2.3 Datos reales del Turn Round Time	16
2.3.1 Full Service Turn Round Time o servicio completo en la escala	16
2.3.2 <i>Minimum Servicing Round Time</i> o servicio mínimo en la escala	19
2.4 Análisis del camino crítico	22
2.5 Actividades <i>internas</i> y <i>externas</i> a la aeronave	23
2.6 Costes reales de la operativa de catering	25
2.6.1 Coste de estacionamiento	26
2.6.1.1 Estacionamiento en posición con pasarela.....	25
2.6.1.2 Estacionamiento en posición sin pasarela	27
2.6.1.3 Coste del estacionamiento del A320-200	29
2.6.2 Tasas en el servicio de catering	30
2.7 Diferenciación de aerolíneas	31
2.8 Estacionalidad	32
Capítulo 3: Revisión literatura	32
3.1 <i>Future airport turnaround ground handling processes: How to reduce the turn around time of aircraft at the airport</i>	32

Capítulo 4: Estudio de viabilidad	35
4.1 Solución planteada por Airbus	35
4.1.1 Introducción	35
4.1.2 El modelo	35
4.1.2.1 Modelo completo	37
4.1.2.2 Módulo de control de tiempo	38
4.1.2.3 Vista general de los procesos de asistencia externos a la aeronave	39
4.1.2.4 Módulo de agua potable y recogida de aguas residuales	40
4.1.1.1 Módulo Refueling	41
4.1.1.2 Subsistema asistencia interior a la aeronave	42
4.1.1.3 Módulo de desembarque	43
4.1.1.4 Módulo de catering	43
4.1.1.5 Módulo de limpieza	44
4.1.1.6 Módulo de embarque	45
4.1.1.7 Secuencia	45
4.2 Alternativas propuestas	46
4.2.1 Inicio del catering en el desembarque y secuencia R2- R1	46
4.2.1.1 Especificación del escenario	46
4.2.1.2 Viabilidad técnica	46
4.2.1.3 Coste	47
4.2.1.4 Normativa	47
4.2.1.5 Simulación	47
4.2.1.6 Resultados	50
4.2.1.7 Beneficios	52
4.2.1.8 Riesgos	52
4.2.2 Catering simultáneo en R2 y R1	53
4.2.2.1 Especificación del escenario	53
4.2.2.2 Viabilidad técnica	53
4.2.2.3 Coste	56
4.2.2.4 Normativa	56
4.2.2.5 Resultados	57
4.2.2.6 Beneficios	57
4.2.2.7 Riesgos	57
4.2.3 Inicio del catering en el desembarque y secuencia R2-R1	58

4.2.3.1 Especificación del escenario	58
4.2.3.2 Viabilidad técnica	58
4.2.3.3 Coste	58
4.2.3.4 Normativa	58
4.2.3.5 Resultados	58
4.2.3.6 Beneficios	60
4.2.3.7 Riesgos	60
4.3 La ociosidad en la operativa de catering con dos vehículos simultáneos	61
Capítulo 5: Conclusiones	62
5.1 Resultados obtenidos	62
5.2 Conclusiones generales	63
5.3 Conclusiones sobre los resultados obtenidos	64
5.3.1 Escenario 1	64
5.3.2 Escenario 2	65
5.3.3 Escenario 3	66
5.4 Riesgos generales del proyecto	66
5.5 Otras posibles mejoras	68
5.5.1 Sistema de Transporte Automatizado de Módulos (STAM)	68
Capítulo 6: Referencias	70
Capítulo 7: Anexos	73

Resumen ejecutivo

El siguiente proyecto busca mejorar la operación actual de *mayordomía* o *catering* en el Airbus A320-200 con el objetivo final de reducir el tiempo de escala de la aeronave. El punto de partida será el manual operativo que el fabricante facilita a las aerolíneas para la asistencia en tierra^[0].

A partir de los datos facilitados por Airbus, complementados por la experiencia personal como agente de handling, observaciones de campo, entrevistas con expertos en diversos campos de la industria aeronáutica así como la identificación del camino crítico de la escala, se crea un modelo, empleando mediante la herramienta de simulación CPN TOOLS V4.0 y el formalismo de las Redes de Petri, que permitirá simular la escala bajo los supuestos que el citado documento presenta. La modificación de ese modelo servirá de base para demostrar la eficacia de tres alternativas propuestas a lo largo del proyecto.

La primera de las alternativas (escenario 1) sugiere iniciar la actividad de catering por la puerta trasera derecha de la aeronave (R2) desde el mismo instante en el que comienza la operación de desembarque y posteriormente realizar la misma operación en la puerta delantera derecha (R1). La segunda propuesta (escenario 2), esperaría a la finalización del desembarque para realizar simultáneamente con dos vehículos en R1 y R2 la operación. Finalmente, la tercera alternativa (escenario 3), combinaría las dos otras dos soluciones e iniciaría la actividad en R2 de forma simultánea al desembarque y, antes de que finalice dicha operación, un segundo vehículo operaría en R1.

Como conclusión se obtiene que el primer escenario supondría una reducción del 12,8% de la duración de la escala y un ahorro de 10,76€ por operación, siendo altamente recomendable y sencilla su aplicación. El segundo escenario incrementaría los costes por servicio de mayordomía en 69,61€, reduciría la duración total de la escala en un 20,94%. No sería una opción no tan interesante ya que dicha reducción de tiempo por sí sola no permitiría realizar un *salto* extra a la aeronave e incrementaría los costes innecesariamente.

La última alternativa, en cambio, reduciría el tiempo actual de turn round en un 37,21%, permitiría un salto extra por día a la aeronave e incrementaría los costes por operación en 57,93€. Los beneficios que aporta dicha alternativa permitirían incrementar la productividad de las aeronaves, reducirían los costes fijos unitarios de las aerolíneas y ayudarían a optimizar la capacidad de las terminales aeroportuarias.

Agradecimientos

En primer lugar, quisiera agradecer la implicación en el proyecto de su director, el doctor Miquel Àngel Piera Eroles, quien ha manifestado en todo momento un gran interés por el estado del mismo, adaptándose a mis necesidades laborales para poder mantener siempre un flujo de información óptimo. Sus tutorías y correcciones, así como los distintos enfoques que ha aportado para la resolución del problema planteado, han sido indispensables para alcanzar los objetivos planteados satisfactoriamente.

La ayuda de otros miembros del profesorado del grado en Gestión Aeronáutica ha sido también muy importante. Agradezco sinceramente la colaboración prestada por doña María del Mar Cambrero Soriano (docente de la asignatura de Derecho Aeronáutico) en la resolución de las dudas relacionadas con aspectos legales y normativos del sector del *handling*, las críticas constructivas y consejos de Don Francisco Salazar de la Cruz (experto y profesor de la asignatura Operaciones Aeroportuarias) sobre las alternativas que se plantean a lo largo del trabajo así como la colaboración de doña Mercedes E. Narciso Farias en los ámbitos relacionados con la gestión de proyectos.

Finalmente, sin la ayuda de Reda Fazeli, operario de GateGourmet S.L. así como otros compañeros de la misma empresa de catering consultados, no habría sido posible adquirir los suficientes conocimientos de campo para realizar con éxito el presente trabajo.

Capítulo 1: Introducción

1.1 Objetivos del trabajo

Dentro del proyecto Europeo Interaction, liderado por ALG-Indra en el que la Universidad Autónoma de Barcelona participa como miembro del consorcio, se pretende analizar distintas mejoras para reducir el tiempo de escala del modelo A320 en tierra, de entre las que se encuentran mejoras en el subproceso de carga y descarga del catering.

El principal objetivo del trabajo es mejorar dicho proceso, especialmente las variables tiempo y coste, encontrando una solución que mejore la existente y cumpla las normativas de seguridad, siendo viable en términos tecnológicos y económicos e implantable en un horizonte temporal cercano (5-10 años).

Respecto a los objetivos secundarios; se analizará cómo afecta el *factor humano* al desarrollo de la operativa de catering, se estudiarán las interferencias entre los distintos subprocesos de una escala y se analizarán los costes de la operativa de catering.

1.2 Interés y motivación

La evolución de la aviación comercial a lo largo del tiempo es evidente. Un profano en la materia puede darse cuenta simplemente analizando los cambios en las propias aeronaves en cuanto a diseño, características, consumo, seguridad, alcance y velocidad. Son claras también las mejoras en las radiotelecomunicaciones, ayudas en la navegación así como el incremento de la seguridad aeroportuaria y operativa. Respecto a los procedimientos que afectan a la escala de una aeronave, exceptuando la introducción de la pasarela mecanizada o *finger*, su evolución no ha sido tan visible y radical. Es cierto que instituciones vinculadas al sector aeronáutico, empresas y aeropuertos trabajan desde hace décadas en dicho campo pero a lo largo de la historia no ha habido un grado de interés equiparable al que había detrás de los otros ámbitos de esta industria. Una de las motivaciones de este proyecto ha sido, precisamente, tratar con un tema que ha estado durante mucho tiempo en un segundo plano y que día a día toma más importancia debido a factores como el contexto de recesión económica en el que se encuentra inmersa Europa, el incesable aumento del precio del combustible, la competitividad entre aeropuertos por captar el mayor número de pasajeros, el interés de las aerolíneas por ofrecer los precios más bajos o incrementar su margen de

beneficio, las directrices comunitarias cada vez más restrictivas en materia de medio ambiente y la posibilidad de realizar más saltos con la misma aeronave. Dichos factores motivan a investigar hacia cambios, mejoras y/u optimizaciones en el procedimiento de escala actual.

En el siguiente capítulo, se examinará más a fondo el sujeto principal de estudio y mejora de este proyecto: el subproceso de *catering* en un *turn round*.

Capítulo 2: Introducción al estado del arte

2.1 Servicios de asistencia en tierra

Según el Real Decreto 1161/199, derivado de la Directiva Europea 96/67/CE, los servicios de asistencia en tierra involucrados en el transcurso de la operativa aeroportuaria se clasifican de la siguiente manera:

Número	Nombre del grupo
1	Asistencia administrativa en tierra y supervisión
2	Asistencia de pasajeros
3	Asistencia de equipajes
4	Asistencia de carga y correo
5	Asistencia de operaciones en pista
6	Asistencia de limpieza y servicio de la aeronave
7	Asistencia de combustible y lubricante
8	Asistencia de mantenimiento en línea
9	Asistencia de operaciones de vuelo y administración de la tripulación
10	Asistencia de transporte de superficie
11	Asistencia de mayordomía

Tabla #1

El mismo Real Decreto establece que la asistencia de equipajes (grupo 3), la manipulación entre la terminal y de carga y correo (grupo 4), la asistencia a las operaciones en pista (grupo 5) así como la asistencia de combustible y lubricante (grupo 7) serán denominados como servicios de rampa y tendrán trato diferenciado en aspectos regulativos y de acceso al mercado.

Los procesos que directamente afectan a la *escala* o *turn round* de una aeronave abarcan más allá de las consideradas como *actividades rampa*. En el siguiente apartado se definirá el concepto de escala y qué actividades influyen en el mismo.

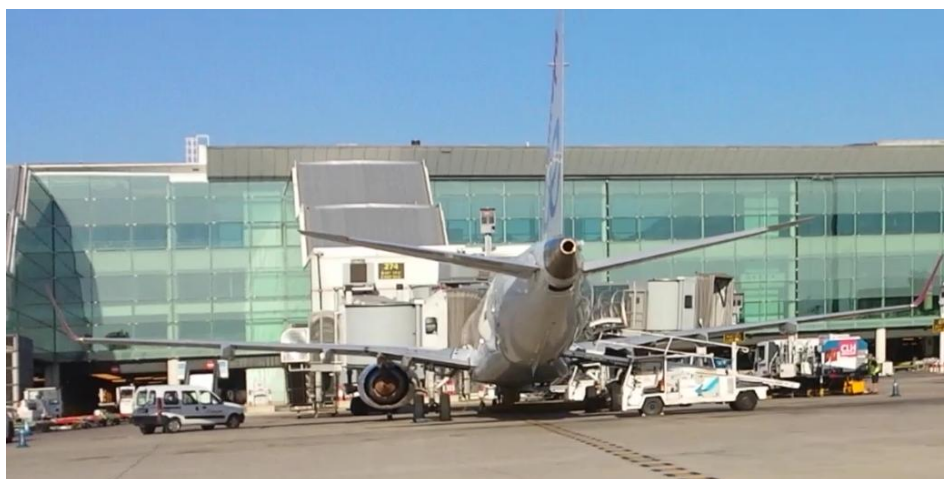
2.2 El *turn round*

El *turn round* de una aeronave (o *escala* en español), es el proceso que se inicia en el instante en que se estaciona y *calza* una aeronave en su posición de parking y que termina en el momento en que son retirados los calzos. El objetivo final es prestar la asistencia necesaria para que la aeronave esté preparada para el siguiente salto.^[1] Dicho actividad está compuesta por una serie de subprocesos auxiliares:

- **Posicionamiento/retirada de pasarela/s o escalera/s para el desembarque de pasajeros:** el posicionamiento y retirada de la pasarela o *finger* para facilitar el embarque y desembarque de pasajeros es una de las actividades que componen el proceso de escala de una aeronave. Su conexión no puede efectuarse hasta que los calzos delanteros no estén debidamente puestos. Lo mismo ocurre con la colocación de escaleras.
- **Asistencia de combustible y lubricante:** todas las actividades relacionadas con la puesta a bordo de combustible y lubricante se encontrarían clasificadas en este grupo. La actividad con mayor impacto en la escala de una aeronave es el llenado de los tanques de combustible.
- **Asistencia de carga y correo:** en dicho subgrupo encontraremos la manipulación física del equipaje, carga y/o correo de una aeronave en su posición de estacionamiento. La operación de carga y descarga de equipajes puede realizarse en contenedores (o *Unit Load Devices –ULD-*) o a granel (*bulk* en inglés). Respecto a la carga y el correo, puede presentarse en distintos formatos como por ejemplo palés, a granel o en planchas.
- **Desembarque y embarque de pasajeros:** el propio flujo de pasajeros abandonando la aeronave o tomando posición en la misma es un proceso en sí.
- **Conexión del grupo eléctrico y unidad de arranque auxiliar:** la conexión al grupo eléctrico terrestre (o *Ground Power Unit –GPU-* del inglés) es una tarea auxiliar efectuada generalmente por los agentes de rampa. Su objetivo es dotar a la aeronave de un suministro eléctrico para que pueda desconectar su propio generador

(reduciendo las emisiones de gases, consumo de la aeronave e impacto sonoro). Respecto a la unidad de arranque auxiliar (*ASU*, siglas de *Aircraft Start Unit*) es un dispositivo que facilita el arranque de los motores a reacción de una aeronave mediante aire caliente.

- **Servicio de limpieza y acondicionamiento de la aeronave:** en este subgrupo se encontrarían las actividades de limpieza de la cabina, del exterior de la aeronave, el vaciado de aguas residuales, el llenado del tanque de agua potable así como las operaciones de limpieza de nieve y deshielo. Según el ingeniero aeronáutico y Jefe de la División de Servicios Aeroportuarios de la Dirección de Operaciones en AenaMariano Domingo Calvo^[2], también se encontrarían clasificadas en este grupo las actividades de climatización y calefacción de la cabina mediante el *Air Conditioning Unit* (o *ACU*), equipo auxiliar presente en las posiciones de estacionamiento con pasarela de la mayoría de aeropuertos modernos o prestado por generadores auxiliares.
- **Servicio de catering o mayordomía:** ver siguiente apartado.



Turn round de un 737-800 de Air Europa en el Prat (BCN)

2.2.1 El catering

2.2.1.1 Introducción

Este proyecto se centrará en el subproceso de catering ya que es uno de los que más tiempo consume en una escala, siendo también bastante factible realizar modificaciones en su operativa con el objetivo final de mejorar el tiempo total de escala de una aeronave. Así pues, el proyecto se centrará en optimizar el subproceso de catering en el modelo A320-200 de Airbus desde el punto de vista operativo en rampa, es decir, se intentará minimizar el tiempo y coste de la actividad de transporte, carga y descarga dentro de la plataforma de estacionamiento de aeronaves para mejorar el tiempo y coste total del turn round.

La operación de **catering** o *mayordomía*^[3] incluye el transporte, carga y descarga de alimentos, bebidas y productos auxiliares para la tripulación y/o pasajeros así como las relaciones^[4] con los proveedores y las gestiones administrativas necesarias, el almacenamiento de los productos, su preparación y limpieza.

Los productos son suministrados en el *Airline Trolley Service (ATS)*, que en esencia se trata de un carro con ruedas metálico de^[5] 305 mm de anchura, 1m de altura, 762 mm de longitud aproximadamente y 25 kg en vacío (aunque dichas dimensiones pueden variar ligeramente en función de las necesidades de la aerolínea, existiendo tres modelos distintos estandarizados a nivel mundial, –ACE,ATLAS,KSSU-). El ATS es cargado y descargado en la aeronave por un operario mediante el uso de camiones con plataformas, dicho carro es utilizado por los *Tripulantes de Cabina de Pasajeros (TCP)* para posteriormente suministrar los alimentos y otros productos a los pasajeros.

Como caso excepcional a remarcar, en ocasiones los aviones llevan en bodega sus propias provisiones de catering cargadas en origen y que una vez llegados a su destino serán desplazadas a la cabina de pasajeros para su utilización. Normalmente dicha manipulación la llevará a cabo el personal de handling de rampa.

2.2.2.2 El vehículo de catering

El Air Handling Manual de IATA^[1] (*AHM*) presenta una serie de requisitos mínimos recomendados respecto al vehículo de catering los cuales son utilizados como estándar en la

mayoría de empresas dedicadas al catering aéreo a nivel mundial y a su vez demandados por las aerolíneas integrantes de dicha asociación.

Cabe destacar que algunas aerolíneas y/o aeronaves pueden presentar ciertas particularidades pero que a efectos prácticos y para la simulación de los escenarios que se plantean en este trabajo no se contemplan.

Las siguientes especificaciones han sido extraídas del AHM de IATA.

Estructura y dimensiones ^[1]

- El vehículo debe estar provisto de un contenedor o furgón capaz de ser transportado y cuya altura pueda elevarse o rebajarse para alinearse con la puerta de la aeronave. Adicionalmente, se estipula que el vehículo debe ser construido con un chasis acorde a la tarea que realizará.
- El vehículo debe ser capaz de elevarse hasta los 8.4 metros para realizar sus operaciones.
- La carga útil recomendada debe situarse en el rango de los 3.500kg a los 4.600kg.
- La altura máxima en la posición más baja del furgón no debe sobrepasar los 4 metros para ser compatible con la infraestructura aeroportuaria.
- La altura del furgón en su posición más baja no debe exceder los 1.62 metros para garantizar su compatibilidad con los muelles de carga.
- Respecto a la longitud, no debe exceder los 12.2 metros para garantizar un radio de giro compatible y razonable con la operativa.
- Es requerida una plataforma en la parte frontal del furgón para permitir el alineado con la puerta de la aeronave con un protector en el extremo de la misma que evite daños a la misma.
- El furgón y su plataforma deben estar provistos de un sistema de control para su elevación y alineado. El operario realizará dichas acciones desde la parte elevada del vehículo.
- Si el vehículo circula por la vía pública deberá cumplir la legislación que el país en el que opera aplique en dicho menester.
- El conductor del vehículo debe disponer del máximo rango de visión disponible desde su puesto de conducción y especialmente de las zonas potencialmente peligrosas para la aproximación y retirada del vehículo como son los planos y motores.

- Referente a la plataforma, las partes fijas de ésta deben soportar un peso de 600kg disperso o hasta 300kg de peso concentrado en un punto de la misma, como mínimo. Respecto a las partes móviles, como mínimo 300kg en forma dispersa y 100kg concentradas en un único punto.
- El vehículo deberá estar equipado de luces que iluminen la plataforma que entrará en contacto, la puerta y zona de aproximación de la aeronave.
- La plataforma deberá estar equipada de barandillas y/o otros dispositivos que eviten la caída del operario. Cualquier posible punto de contacto con la aeronave debe ser provisto de un protector (tipo goma) que no dañe la superficie del avión.
- Debido a la posible proximidad del vehículo de *refueling*, en el camión de catering, se debe aplicar la normativa local referente a componentes eléctricos y otros mecanismos que puedan interferir y/o ser potencialmente peligrosos en dicho proceso.
- Si el vehículo opera por encima de las alas de la aeronave (por ejemplo, en el caso del A380), la plataforma debe estar provista de algún sistema que evite la caída de fluidos y otros objetos.
- El suelo del furgón y sus paredes deberán ser de material antideslizante, duro, resistente, de fácil limpieza, no absorbente y no tóxico. Se deberá dotar la caja de un sistema de drenaje de líquidos adecuado y luces interiores para facilitar el trabajo del operario.
- El furgón estará dotado de puertas en cada extremo del mismo y de anclajes que eviten el desplazamiento involuntario de los ATS debido al movimiento del vehículo y/o desniveles de la pista.
- Para acceder a la plataforma y el furgón, el vehículo deberá estar provisto de una escalera con agarraderas en su posición más baja.
- El vehículo estará provisto de un mínimo de 4 estabilizadores (gatos hidráulicos generalmente).
- El vehículo no podrá ser conducido si el furgón no se encuentra en su posición más baja. Tampoco se podrán subir los estabilizadores.
- No se podrá elevar el furgón más de 2,5 metros si los estabilizadores no se encuentran extendidos.
- En la parte elevada se encontrarán controles para cualquier parte móvil del furgón y plataforma así como indicadores del estado de los estabilizadores (recogidos/extendidos) y del estado del furgón (si se encuentra en la parte más baja).

- El vehículo deberá estar equipado de algún mecanismo auxiliar de emergencia que permita situar el furgón en su punto más bajo, elevar los estabilizadores y su retirada mediante remolque.
- Se permitirán furgones refrigerados, sistemas de nivelación automáticos, sistemas de ayuda para la aproximación, sistemas de comunicación entre la posición de carga y el puesto de conducción así como otras modificaciones y mecanismos recogidos en el AHM 926, siempre y cuando estén homologados y no violen ningún procedimiento y/o normativa aplicable.

Otros requisitos generales y normativa aplicable^[1]

- La certificación ISO 11995, *Aircraft – Stability requirements for loading and servicing equipment*.
- El apartado del AHM número 904, *Aircraft Doors, Servicing Points and System Requirements for the Use of Ground Support Equipment*.
- El apartado del AHM número 910, *Basic Requirement for Aircraft Ground Support Equipment*.
- El apartado del AHM número 912, *Basic Safety Requirements for Aircraft Ground Support Equipment*.
- El apartado del AHM número 915, *Standard Controls*.
- Adicionalmente, en territorio europeo:
 - EN 1915-1, *Aircraft ground support equipment – General requirements – Part 1: Basic safety requirements*.
 - EN 1915-2, *Aircraft ground support equipment – General requirements – Part 2: Stability and strength requirements, calculations and test methods*.
 - EN 12312-2, *Aircraft ground support equipment – Specific requirements – Part 2: Catering vehicles*.



Asistencia de catering en un A380 de Lufthansa (Munich)^[6]

2.3 Datos reales sobre el Turn Round Time

Dentro del manual sobre las características operativas en aeropuertos y el mantenimiento del A320 que Airbus publicó en 2005^[7] encontramos dos tipos distintos de turn round.

2.3.1 Full Service Turn Round Time o servicio completo en la escala

El manual operativo contempla las siguientes hipótesis:

****ON A/C A320-200**

Terminal Operations - Full Servicing Turn Round Time*

Typical turn round time chart showing the typical times for ramp activities during aircraft turn round.

Assumptions for full turn round chart:

A. PASSENGER HANDLING

150 pax, all Y/C

All passengers deboard and board the aircraft

1 Passenger Boarding Bridge (PBB) used at door L1

Equipment positioning/removal + opening/closing door = 2 min

Deboarding:

- 150 pax at door L1

- Deboarding rate = 22 pax/min per door
- No Passenger with Reduced Mobility (PRM)

Boarding:

- 150 pax at door L1
- Boarding rate = 18 pax/min per door
- Last Pax Seating allowance (LPS) + headcounting = +2 min
- No Passenger with Reduced Mobility

B. CARGO

2 cargo loaders + 1 belt loader

Equipment positioning/removal + opening/closing door = +1 min

Cargo exchange:

- FWD cargo compartment: 3 LD3
- AFT cargo compartment: 4 LD3
- Bulk compartment: 500 kg (1102 lb)

LD3 off-loading/loading times:

- Off-loading = 1.2 min/LD3
- Loading = 1.4 min/LD3

Bulk off-loading/loading times:

- Bulk off-loading rate = 120 kg/min (265 lb/min)
- Bulk loading rate = 100 kg/min (220 lb/min)

C. REFUELLING

2 hoses, one side

7134 l (1885 US gal) at 50 psi (3 bar)

Dispenser positioning/removal = 4 min

D. CLEANING

Performed in available time

E. CATERING

1 catering truck for servicing galleys sequentially at doors R1 & R2

Equipment positioning/removal + door opening/closing = 2 min

Time to drive from one door to the other = 1 min

Full Size Trolley Equivalent (FSTE) to unload and load:

- 4 FSTE at door R1
- 7 FSTE at door R2

Time for trolley exchange = 1.5 min per FSTE

F. GROUND HANDLING SERVICING

Start of operations:

- Bridges: $t_0=0$
- Other equipment: $t = t_0 + 1 \text{ min}$

Potable water servicing: 100% uplift, 200 l (53 US gal), max filling pressure = 3.45 bar (50 psi)

Toilet servicing: draining + rinsing = 5 min, max rinse & precharge pressure = 3.45 bar (50 psi)

*Actual times may vary due to each operator's specific practice and operating conditions.

Si observamos detenidamente el apartado que hace mención al catering, un único vehículo secuencialmente descargará y cargará los ATS en la puerta delantera y trasera del lado derecho del aparato. Se ha estimado que el tiempo de posición/retirada del vehículo y de la apertura/cierre de puertas es de 2 min. Así mismo, el tiempo que se tardará en ir de la primera a la segunda puerta es de 1 min. Finalmente, 4 ATS serán cargados/descargados en la parte frontal y 7 en la parte trasera de la aeronave a 1,5 min por cada unidad.

En el siguiente gráfico se muestran los procesos del turn round completo, con una duración prevista de 43 minutos. El servicio de catering durará 25 minutos.

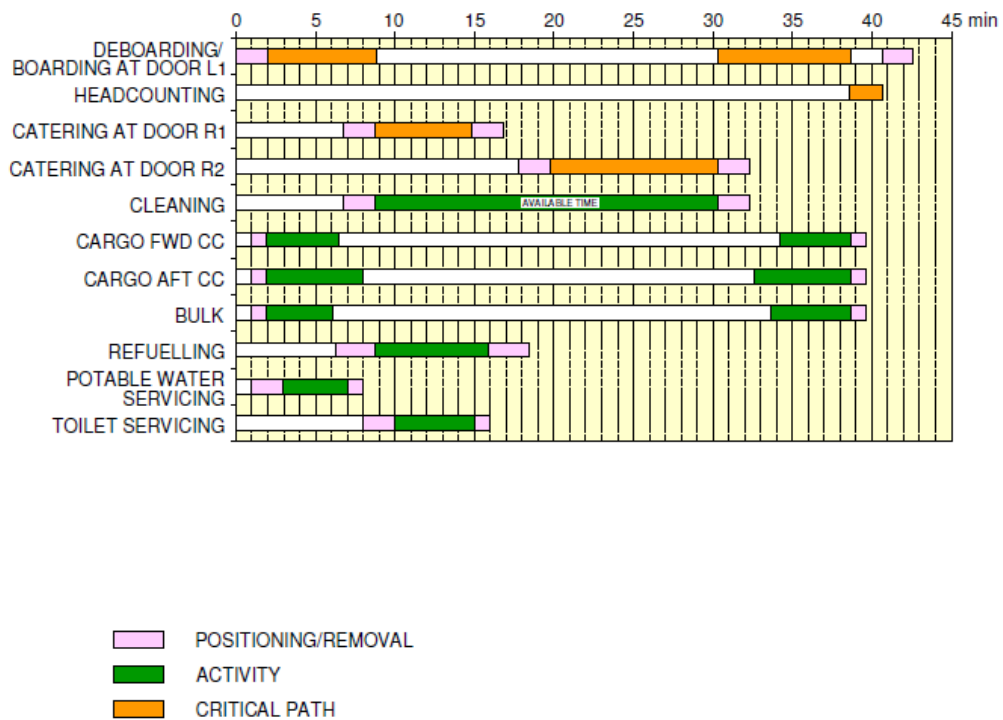


Figura #2

Como se puede observar en la *Figura 2*, hasta que no ha finalizado la operación de catering no se puede iniciar, según el modelo operativo empleado en la actualidad, el proceso de embarque de los pasajeros. Tampoco se puede iniciar su carga hasta que la totalidad de los pasajeros hayan desembarcado.

2.3.2 Minimum Servicing Turn Round Time o servicio mínimo en la escala

Nuevamente, el manual operativo contempla una serie de hipótesis pero esta vez en referencia al tiempo mínimo en el que puede realizarse un turn round:

****ON A/C A320-200**

Terminal Operation - Minimum Servicing Turn Round Time*

Typical turn round time chart showing the typical times for ramp activities during aircraft turn round:

Assumptions for minimum turn round chart

A. PASSENGER HANDLING

180 pax, all Y/C

2 Stairways used at doors L1 & L2

Equipment positioning/removal + opening/closing door = 2 min

Deboarding:

- 90 pax at door L1
- 90 pax at door L2
- Deboarding rate = 20 pax/min per door
- No Passenger with Reduced Mobility (PRM)

Boarding:

- 90 pax at door L1
- 90 pax at door L2
- Boarding rate = 15 pax/min per door
- Last Pax Seating allowance (LPS) + headcounting = +2 min
- No Passenger with Reduced Mobility

B. CARGO

2 cargo loaders

Equipment positioning/removal + opening/closing door = +1 min

Cargo exchange:

- FWD cargo compartment: 3 LD3
- AFT cargo compartment: 4 LD3
- Bulk cargo compartment: 500 kg (1102 lb)

LD3 off-loading/loading times:

- Off-loading = 1.2 min/LD3
- Loading = 1.4 min/LD3

Bulk off-loading/loading times:

- Off-loading rate = 120 kg/min (265 lb/min)
- Loading rate = 100 kg/min (220 lb/min)

C. REFUELLING

2 hoses, one side

7134 l (1885 US gal) at 50 psi (3 bar)

Dispenser positioning/removal = 4 min

D. CLEANING

Performed in available time

E. CATERING

No catering

F. GROUND HANDLING SERVICING

Start of operations:

- Bridges: $t_0=0$
- Other equipment: $t = t_0 + 1 \text{ min}$

No potable water servicing

No toilet servicing

*Actual times may vary due to each operator's specific practice and operating conditions.

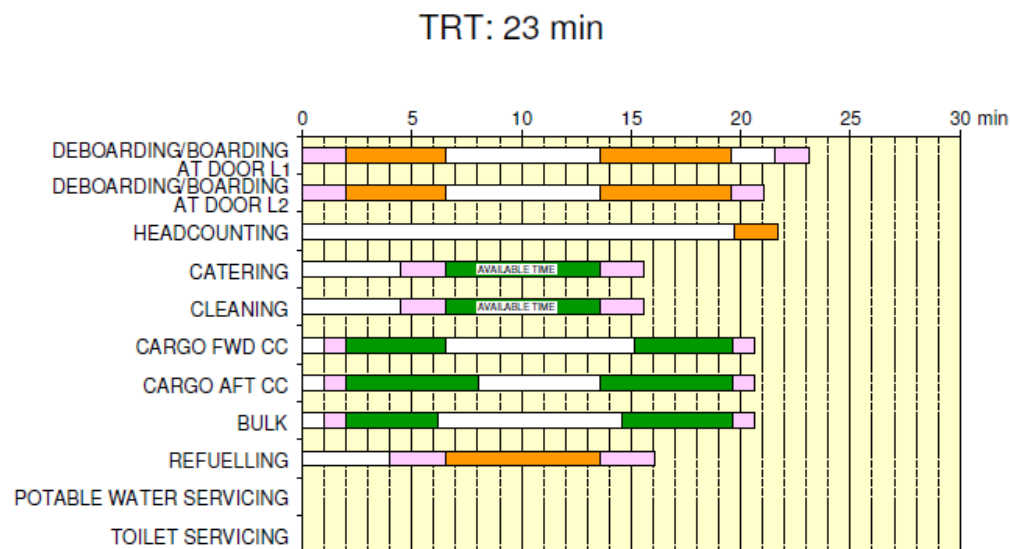


Figura #3

Como indica el manual y también se refleja en la *Figura 3*, no se contempla la opción de catering como algo imperativo. Si que se estima una ventana temporal de 12 minutos disponible en la que se podría hacer un refresco básico de bebidas, alimentos y otros productos.



Vehículo de catering de la empresa GateGourmet S.L. efectuando un refresco de productos a un A320-200 de Vueling (Aeropuerto del Prat BCN)

2.4 Análisis del camino crítico

Según Parodi ^[14], un proyecto es una *“empresa planificada que consiste en un conjunto de actividades interrelacionadas y coordinadas; la razón de este es alcanzar objetivos específicos dentro de los límites que imponen un presupuesto y un lapso de tiempo, previamente definidos”*. Según la citada definición, se podría concebir la escala de una aeronave como un proyecto ya que en esencia se trata de *un conjunto de actividades interrelacionadas y coordinadas* (las propias actividades asistenciales que se desarrollan dentro y fuera de la aeronave, relacionadas entre sí y controladas por la figura del coordinador de vuelo) con *objetivos específicos* (proporcionar los servicios necesarios para que una aeronave esté preparada para el siguiente salto) siempre *dentro de los límites que imponen un presupuesto y lapso de tiempo* (no se dispone de un presupuesto ilimitado y el tiempo disponible viene determinado por los intereses de la aerolínea o el tiempo pactado con el aeropuerto para el estacionamiento). A efectos prácticos del estudio realizado, los tiempos de dichas actividades serán deterministas, es decir, se conocen de antemano.

Un proyecto está compuesto de un determinado número de actividades o procesos. Si se desea reducir el tiempo total del mismo, es necesario primero conocer sobre que procesos

interesa actuar de forma individual para reducir su duración, logrando de esta manera que la suma total de sus duraciones sea inferior. Por lo tanto, habrá que realizar un *análisis del camino crítico*.

El *camino crítico* de un proyecto se puede definir como la secuencia más larga de actividades directamente dependientes cuyo tiempo de duración individual es máximo. Es decir, si un subproceso se retrasa, el proyecto entero se verá afectado, salvo que una o más actividades predecesoras sean completadas con anterioridad al tiempo previsto y con un ahorro de tiempo suficiente para que el instante de finalización del proyecto sea el mismo que si no hubiera un retraso. Las actividades que determinan el camino crítico tienen una *holgura* igual a 0. La holgura de una actividad, según los docentes Luis Oscar Martínez Chevalier, Aymé Quéliz González y Juan Cruz Peralta Herrera del INTED de Santo Domingo^[14], es “*la cantidad de tiempo que puede demorarse una actividad sin afectar la fecha de finalización del proyecto total y que está definida como la diferencia entre el instante de tiempo de inicio o final más pequeño y el más tardío de la actividad. Por lo tanto, una holgura igual a 0 significa que ninguna actividad puede contemplar retraso posible*”.

Por lo tanto, las actividades que compondrán el camino crítico de una escala serán aquellas que si se retrasan afectarán a la duración total del proceso. Para determinar qué actividades forman parte de un camino crítico se realiza *el análisis del camino crítico*, denominación que recibe el conjunto de técnicas que analizan las relaciones entre actividades o procesos que deben ejecutarse para finalizar un proyecto, su planificación, programación y control.^[7]

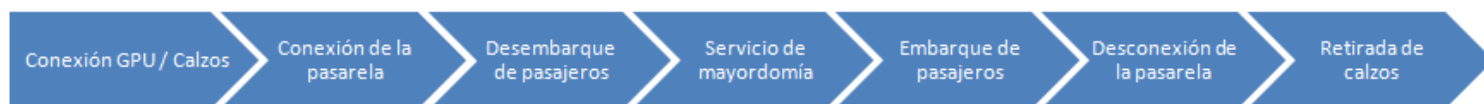


Figura #4

La *Figura 4* muestra el camino crítico del turno round del A320-200. Dichos procesos tienen una holgura igual a 0 (por ejemplo, si se retrasa el instante en el que son colocados los calzos, la desconexión de la pasarela se verá afectada). Para su elaboración se ha tomado como referencia las actividades que Airbus contempla en su manual^[0], el diagrama de Gantt (*Figura #2, página 19*) presente en el mismo documento así como las observaciones y experiencias

reales como agente de rampa del autor del trabajo. En el proyecto realizado para el Boeing 737-800 de Wouter Beelaerts van Blokland, Roeland Huijser, MSc, Robin Stahls, MSc y el Prof. mr. dr. ir. Sicco Santema en colaboración con la aerolínea holandesa KLM, aparece un diagrama con cierta similitud al que en este trabajo se presenta. La diferencia radica en que la colocación de los conos no forma parte del camino crítico (la pasarela únicamente necesita de los calzos delanteros para posicionarse), así como la comprobación de seguridad de la cabina (su holgura no es 0).

Las actividades que aparecen en el diagrama son las indispensables para que la aeronave pueda realizar una escala. En dicho proyecto, se menciona también que hay otras actividades críticas que a pesar de no tener holgura pueden formar parte de otros caminos críticos.

2.5 Actividades *internas* y actividades *externas* a la aeronave

Un turn round está compuesto por una serie de actividades o subprocesos los cuales se pueden clasificar en dos grupos: actividades *internas* y actividades *externas*.

- **Actividades interiores:** desembarque y embarque de pasajeros, conteo, catering, limpieza interior de la aeronave y comprobación de seguridad de cabina. Han sido denominadas actividades interiores por su impacto dentro de la propia aeronave. Forman un camino crítico en su conjunto (exceptuando la comprobación de cabina) y la alteración del tiempo de cualquiera de ellas supone un retraso o adelanto del inicio de la siguiente (ver *Figura 5*).

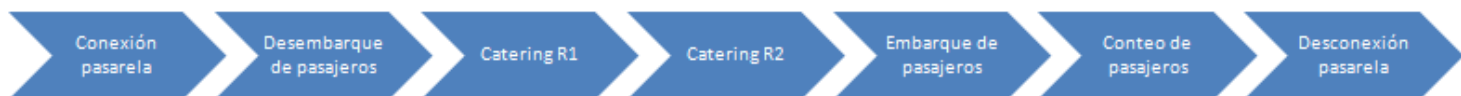


Figura #5

- **Actividades externas o exteriores:** carga y descarga de bodegas paletizadas o a granel, servicio de agua potable y aguas residuales, suministro de combustible y otras actividades auxiliares como la conexión al grupo eléctrico o el *deicing*. Dicho conjunto de subprocesos son realizados en el exterior de la propia aeronave, de ahí su denominación. La holgura de las citadas actividades no es igual a 0, así que no forman un camino crítico.

Dicha clasificación será útil para comprender que si se reduce la duración de una actividad crítica englobada en el grupo de las actividades internas (el caso del catering, por ejemplo), la suma total de la duración de las actividades que componen el camino crítico de la *Figura 5* se verá también reducida. Si la suma de la duración total de las actividades externas no es inferior o igual al de las internas, dicha mejora efectuada en el proceso de catering no tendrá ningún impacto en el tiempo total del turn round. Por lo tanto, dichas actividades externas deberán ser desplazadas en el tiempo aprovechando su holgura y en el caso de convertirse en críticas (por tener una holgura igual a 0), deberán ser mejoradas, tal y como indicará este trabajo.

Cabe destacar, que ciertas actividades que pueden formar parte de un camino crítico pueden a su vez no ser estrictamente necesarias en el mismo. Por ejemplo, una aeronave podría realizar un turn round sin realizar la descarga y carga de sus bodegas (si dicho proceso tuviera holgura 0), siendo un caso real vivido en la empresa de handling Swissport^[8], la cual se declaró en huelga en julio del 2013 y no tenía personal suficiente para realizar tal tarea, así que la aerolínea afectada (en este caso, la rusa Transaero) decidió oportuno para sus intereses realizar el vuelo sin las maletas de los pasajeros, haciéndoselas llegar con posterioridad.

2.6 Costes reales de la operativa de catering

El coste del servicio de catering está compuesto por dos elementos principales. En primer lugar se factura el coste de los alimentos y productos de los FSTE, según el tipo de contrato que tenga la aerolínea con la empresa de catering en el aeropuerto en cuestión. Hay aerolíneas que cargan sus propios productos vía empresa de catering así como otras que los adquieren directamente a la suministradora.

Por otra parte, encontramos el propio servicio de catering: el desplazamiento de camión con su operario y la operación de carga y descarga. El coste de dicho servicio dependerá del contrato que la aerolínea tenga con la empresa, del aeropuerto, del país, de las dimensiones del vehículo que se deba desplazar, del número de FSTE que se deban suministrar/recoger así como otros factores que se tienen en cuenta en la negociación de dicho contrato. Dichos costes no aparecen reflejados en las memorias de ninguna aerolínea y no han sido facilitados directamente por parte de ninguna empresa de catering. Una de las *tareas de campo* realizadas ha sido entrevistar a varios trabajadores del Aeropuerto del Prat de Barcelona para

obtener un valor de referencia necesario para evaluar si las alternativas propuestas en este trabajo mejoran económicamente la operativa actual.

El coste que más interesa obtener es el de aproximación del vehículo ya que el beneficio de las alternativas planteadas dependerá básicamente de dicho factor comparativo; Tanto el número de FSTE suministrados/recogidos como los productos serán los mismos en ambos casos. Dicho coste, después de entrevistar^[5] a trabajadores del sector es de 90€ por aproximación de un vehículo en un A320-200 en 2014 y en el Aeropuerto del Prat (BCN). A partir de este momento dicho valor será tomado como referencia.

2.6.1 Coste de estacionamiento

El estacionamiento de una aeronave conlleva un coste dictaminado por las autoridades del aeropuerto en cuestión. Para el cálculo de dichas tarifas, se utilizará como referencia las tarifas que aplica AENA en el estado español^[9], las cuales están divididas en dos grupos como se mostrará a continuación. Como valor para el MTOW (*Maximum Take-Off Weight* o peso máximo al despegue), se aplicarán las 78 Tn del A320-200 que indica Airbus en su manual.

2.6.1.1 Estacionamiento en posición con pasarela

Utilización de pasarelas telescópicas para desembarque de pasajeros o simple ocupación de una posición de plataforma equipada con pasarela. En este caso, la tarifa se calculará en función del peso y tiempo de permanencia de la aeronave en la pasarela, mediante la siguiente fórmula.

$$P = (p^1 + p^2 * Tm) * F$$

Donde:

P: precio que deberá abonar la aerolínea

P¹: cuantía unitaria por tiempo de estancia en pasarela

P²: cuantía por peso de la aeronave y tiempo de estancia en pasarela

Tm: peso máximo al despegue de la aeronave, expresado en toneladas.

F: tiempo de estancia de la aeronave en pasarela, en periodos de 15 minutos o fracción.

Cuantías para p^1 y p^2 según aeropuerto:

Aeropuerto	P_1 (€)	P_2 (€)
Madrid-Barajas	33,530243	0,00
Barcelona	30,399763	0,00
Alicante, Gran Canaria, Tenerife Sur, Málaga y Palma de Mallorca	26,734928	0,00
Bilbao, Fuerteventura, Girona, Ibiza, Lanzarote, Menorca, Santiago, Sevilla, Tenerife Norte y Valencia	25,706615	0,00
Almería, Asturias, Coruña, Granada-Jaén, Jerez, La Palma, Murcia, Reus, Santander, Vigo y Zaragoza	25,706615	0,00
Albacete, Algeciras, Badajoz, Burgos, Ceuta, Córdoba, Cuatro Vientos, Hierro, Huesca, La Gomera, León, Logroño, Melilla, Sabadell, Salamanca, San Sebastián, Son Bonet, Pamplona, Vitoria y Valladolid.	25,706615	0,00

Tabla #2

Notas (según la guía de tarifas de Aena) ^[9]:

- Para aquellas aeronaves susceptibles de ser conectadas a dos pasarelas simultáneamente que estacionen en posiciones de pasarelas especialmente diseñadas para esta finalidad, las cuantías anteriores se incrementarán en un 25 por ciento.
- Entre las cero y las seis, hora local, cuando, encontrándose una aeronave ocupando una posición de pasarela, la compañía explotadora solicite una posición de estacionamiento en remoto y no hubiera en ese momento ninguna disponible, o si por razones operativas, no procediera el cambio a juicio del gestor aeroportuario, el aeropuerto desconectará de la aeronave el servicio de pasarelas e interrumpirá el cómputo de tiempo a efectos de aplicación de la tarifa.

2.6.1.2 Estacionamiento en posición sin pasarela

Dicha tarifa se aplicará cuando una aeronave esté estacionada en una posición sin pasarela (remoto). El tiempo utilizado para el cálculo es el que hay entre el instante que se calza la aeronave y se retiran los calzos.

En los principales aeropuertos españoles (ver tabla a final de este apartado), y también a nivel europeo, la prestación se calculará en función del peso y tiempo de permanencia de una aeronave en posición de estacionamiento a partir de la siguiente fórmula:

Optimización del proceso de catering en el A320-200

$$P = e \cdot T_m \cdot F^t$$

Donde:

- **P**: prestación total a pagar por el servicio
- **e**: coeficiente unitario
- **T_m**: peso máximo al despegue de la aeronave, en toneladas
- **F^t**: tiempo de estacionamiento expresado en periodos de 15 minutos o fracción.

El importe del coeficiente unitario para cada aeropuerto será el siguiente:

Aeropuerto	€ por periodos de 15 minutos o fracción	Importe máximo €	
		primeras 24 horas	a partir 2º día máximo por 24 horas
Madrid-Barajas	0,128920		
Barcelona	0,122978		
Alicante, Gran Canaria, Tenerife Sur, Málaga y Palma de Mallorca	0,121857	1.629,01	887,86
Bilbao, Fuerteventura, Girona, Ibiza, Lanzarote, Menorca, Santiago, Sevilla, Tenerife Norte y Valencia	0,067711		

Tabla #3

En los otros aeropuertos españoles se aplicarán las siguientes tablas:

- Cuantías generales

	Aeronaves con MTOW hasta 10 Tm			Aeronaves de más de 10 Tm de MTOW
	0-1,5 Tm	1,5-2,7 Tm	2,7-10 Tm	
A Coruña, Albacete, Algeciras, Almería, Asturias, Badajoz, Burgos, Ceuta, Córdoba, Cuatro Vientos, Hierro, Huesca-Pirineos, FGL Granada-Jaén, Jerez, La Gomera, La Palma, León, Logroño, Melilla, Murcia-San Javier, Pamplona, Reus, Sabadell, Salamanca, San Sebastián, Santander, Son Bonet, Valladolid, Vigo, Vitoria, Zaragoza	15 €	20 €	22 €	0,898304 €/tm mínimo: 22 €
Son Bonet (Julio y Agosto)	37,5 €	50 €	55 €	2,24576 €/tm mínimo: 55 €
	€/ día o fracción			€/ tm día o fracción

Tabla #4

- Cuantías por abonos por mes natural

	Aeronaves con MTOW hasta 10 Tm			Aeronaves de más de 10 Tm de MTOW
	0-1,5 Tm	1,5-2,7 Tm	2,7-10 Tm	
Abono mensual (con contrato con el aeropuerto)	90 €	150 €	250 €	0,898304 €/tm* MTOW*30
	€/mes			€/mes

	Aeronaves con MTOW hasta 10 Tm			Aeronaves de más de 10 Tm de MTOW
	0-1,5 Tm	1,5-2,7 Tm	2,7-10 Tm	
Abono mensual (sin contrato con el aeropuerto)	135 €	250 €	400 €	1,34 €/tm* MTOW*30
	€/mes			€/mes

Tabla #5

2.6.1.3 Coste del estacionamiento del A320-200

A partir de las fórmulas anteriores se puede calcular el coste del estacionamiento de la aeronave. Se tomará como dato los 43 minutos que Airbus estima que dura un Turn-Round completo.

- a) Estacionamiento en pasarela

Tomando como ejemplo el aeropuerto del Prat de Barcelona:

$$P = (p^1 + p^2 * Tm) * F$$

Donde:

$$p^1 = 30,399763$$

$$p^2 = 0$$

$$Tm = 78$$

$$F = 43 \text{ min} = 2,855 \text{ (fracciones de 15 minutos)}$$

$$P = 86,79€$$

b) Estacionamiento en remoto

Tomando como ejemplo nuevamente el aeropuerto de Barcelona:

$$P = e * Tm * F^t$$

Donde:

$$e = 0,122978$$

$$TM = 78$$

$$F = 2,855$$

$$P = 27,39€$$

2.6.1.4 Tasas en el servicio de catering

Aena también aplica una tasa^[9] a las actividades de catering aeroportuario. Encontraremos dos grupos. Aquellas aeronaves con una MTOW entre 56 y 71 toneladas y las que no se encuentren en ese rango de peso.

Para el primer grupo Aena dispone la siguiente tabla:

	EEE	Internacional
Madrid Barajas	30,15	50,25
Barcelona El Prat	21,11	35,17
Alicante, Gran Canaria, Tenerife Sur, Málaga-Costa del Sol y Palma de Mallorca	19,59	32,66
Bilbao, Fuerteventura, Girona, Ibiza, Lanzarote, Menorca, Santiago, Sevilla, Tenerife Norte y Valencia	15,07	25,12
Almería, Asturias, Coruña, Granada-Jaén, Jerez, La Palma, Murcia, Reus, Santander, Vigo y Zaragoza	10,55	17,59
Albacete, Algeciras, Badajoz, Burgos, Ceuta, Córdoba, Cuatro Vientos, Hierro, Huesca, La Gomera, León, Logroño, Melilla, Sabadell, Salamanca, San Sebastián, Son Bonet, Pamplona, Vitoria y Valladolid.	6,03	10,05

€/aeronave

Tabla #6

Y para el otro grupo se aplicarán los siguientes coeficientes en función del rango de peso en el que se encuentre incluida la aeronave:

Intervalo de Peso Maximo al despegue (Tm.)	coeficiente
Aeronaves entre 0 y menos de 16 Tm	13,16%
Aeronaves entre 16 y menos de 22 Tm o fracción	17,51%
Aeronaves entre 22 y menos de 38 Tm o fracción	28,04%
Aeronaves entre 38 y menos de 56 Tm o fracción	77,88%
Aeronaves entre 56 y menos de 72 Tm o fracción	100%
Aeronaves entre 72 y menos de 86 Tm o fracción	120,33%
Aeronaves entre 86 y menos de 121 Tm o fracción	135,30%
Aeronaves entre 121 y menos de 164 Tm o fracción	150,28%
Aeronaves entre 164 y menos de 191 Tm o fracción	179,37%
Aeronaves entre 191 y menos de 231 Tm o fracción	202,50%
Aeronaves entre 231 y menos de 300 Tm o fracción	264,81%
Aeronaves de más de 300 Tm o fracción	314,64%

Tabla #7

2.7 Diferenciación aerolíneas

A pesar de utilizar el mismo tipo de FSTE, las aerolíneas de bandera, full service o tradicionales no cargan el mismo contenido en los carros ni las mismas unidades que las aerolíneas tipo low-cost. Es interesante analizar dicho aspecto para mejorar el resultado de las simulaciones.

Así pues, después de 2 semanas de observaciones in situ y entrevistas a diversos operarios en el Aeropuerto del Prat (BCN) sobre el servicio de catering en el A320-200, los resultados son los siguientes:

Aerolíneas de bajo coste: como referencia se ha analizado el caso de Vueling. Dicha aerolínea acostumbra a cargar 4 FSTE en la parte trasera del aparato y 2 más en la parte delantera. Cada carro estará compuesto de 6 módulos por lado (12 en total) y no contendrá bandejas tipo menú. Los productos más comúnmente cargados son refrescos y sándwiches. Los FSTE son ligeramente menos pesados que en una aerolínea tradicional.

Aerolíneas tradicionales: como referencia se ha analizado el caso de Rossiya (Russian Airlines). Dicho aparato, con una ruta generalmente más larga que la realizada por la mayoría de aeronaves de Vueling, ofrece menús en bandeja para comer y cenar así como desayunos a sus

pasajeros según la ruta, hora de salida y duración del vuelo. Dichos alimentos se sirven fríos o calientes, según las características de los mismos. Según la información obtenida por parte de la tripulación, en cada FSTE se depositan hasta 28 bandejas, sumando un total de 6 carros destinados a portar menús. La suma total asciende aproximadamente a 7 FSTE en la parte trasera y 3 en la delantera.

2.6 Estacionalidad

Según los datos recolectados y las distintas entrevistas con expertos del sector^[5], no existe diferencia significativa entre la operativa según la estación del año en número de FSTE por aeronave. Si que afectaría en el total de servicios de mayordomía efectuados pero a efectos de optimizar el subproceso, dicho factor es irrelevante.

Capítulo 3: Revisión de la literatura

3.1 Future airport turnaround ground handling processes: How to reduce the turn around time of aircraft at the airport

El trabajo elaborado en octubre del 2008 por parte de Wouter Beelaerts van Blokland, Roeland Huijser, MSc, Robin Stahls, MSc y el Prof. mr. dr. ir. Sicco Santema de la *Delft University of Technology, Faculty of Aerospace Engineering* de los Países Bajos^[10] es la única publicación de carácter abierto y con la suficiente rigurosidad que se ha podido analizar. Dicho proyecto, originado por el interés de la aerolínea holandesa KLM y el aeropuerto de Amsterdam Schipol (AAS) por reducir el tiempo de escala de las aeronaves de fuselaje estrecho y ancho mediante la mejora de los procesos de asistencia en tierra, tuvo como principal objetivo definir las necesidades operacionales y de infraestructura necesarias para reducir el tiempo total de turn round del Boeing 737-800 y del Boeing 747-400 Combi Aircraft. El método de investigación aplicado ha sido la teoría de las restricciones (*Theory of constraints* o *TOC* en inglés), método empleado principalmente en el sector industrial y que se basa en aplicar cinco puntos de forma secuencial:

1. Hallar las restricciones del sistema (o cuellos de botella)
2. Analizar la mejor forma de exprimirlos o explotarlos.
3. Subordinar las actividades no restrictivas a las restricciones
4. Elevar la capacidad del sistema superando la restricción original.
5. Velar por no violar ninguna restricción. En dicho caso, se debería regresar al primer punto sin permitir la inercia.

Mediante TOC, un grupo de expertos en la industria aeronáutica (investigadores de la universidad, expertos de KLM y miembros del aeropuerto de AAS) realizaron un *brainstorming*, para hallar ideas que puedan reducir el tiempo total de escala de las citadas aeronaves desde el punto de vista operativo del handling y utilizando como referencia un caso real (aeropuerto de Arlanda en Suecia, el cual realiza mucha de las actividades asistenciales automáticamente).

El primer escenario planteado para el 737-800 (aeronave similar en características A320-200) es muy poco agresivo y según el informe, la reducción de tiempo es poco apreciable. Respecto al catering, sugieren una partición en los FSTE pero no indican explícitamente cómo debe llevarse a cabo.

Activity	Specification
Deboarding	- Use aircraft left front and left aft door.
Boarding	- Use aircraft left front and left aft door. - A passenger flow rate of 18 passengers/minute
Catering	- Parallel catering of front and aft galley - A change / flow rate of 2 trolleys (or containers)/minute - Extra resources
Catering	- Put up a partition in the galleys
Cabin cleaning	- Extra resources (twice as much)
Cabin check & cabin security check	- Cabin security check by cabin crew (combined)
Unloading & loading of baggage/freight	- Continuous and smooth supply of baggage / freight - A loading flow rate of 8,91 pieces/minute and unloading flow rate of 7,93 pieces/minute - Tail tipping prevention
Fuel service	- Fixed fuel system at the ramp - A refuel flow rate of at least 1100 liters/minute - Digital communication system for sending fuel note - Connecting bonding cable together with placing wheel chocks
Fuel service	- Use aircraft left front and left aft door for deboarding to start earlier.

Tabla #8

Optimización del proceso de catering en el A320-200

Aplicando el sistema de automatización de procesos auxiliares presente en Arlanda y otras mejoras descritas en la *Tabla #9*, se busca reducir el tiempo de las actividades críticas de la escala en 4 fases de 5 años cada una. Simultáneamente, se mejoraría la seguridad, la flexibilidad y se reduciría el impacto en el medio ambiente. Según los expertos que han elaborado el estudio, el tiempo del turn round podría reducirse hasta un 42%.

Phase	Initial critical path	concept design turnaround specifications	Turnaround time reduction
1 (2009-2014)	"Catering service" (cabin)	-An extra catering truck -An extra catering employee -Galley partition -Four extra cabin cleaners -Combining cabin security check & cabin check -Fixed wall electricity	20%
2 (2014-2019)	"Unloading/loading baggage and freight" (platform)	-A new baggage and freight sorting and distribution system -A supporting strut	10%
3 (2019-2024)	"Cabin cleaning" (cabin)	-A second passenger bridge -An extra passenger handler -An extra boarding pass control device -Automated passenger bridge system	12%

Tabla #9

En cuanto al proceso de catering; sugieren un vehículo extra (se sobreentiende que trabajarán simultáneamente), particiones en los FSTE, 4 operarios más que limpien la cabina, realizar simultáneamente la comprobación de seguridad y chequeo de la cabina así como mejoras en la conexión eléctrica de los equipos. Dichas acciones reducirían el tiempo total de escala en un 20%.

Capítulo 4: Estudio de viabilidad

4.1 Solución planteada por Airbus

4.1.1 Introducción

Tomando como referencia los datos facilitados por Airbus en el manual^[0] sobre las características técnicas, operativas en aeropuertos y mantenimiento del A320-200 se ha modelado un proceso de turn round completo mediante el formalismo de Redes de Petri^[11]. El objetivo es analizar el impacto ante cambios mediante la simulación de distintos escenarios. El software empleado para dicha tarea es el CPN Tools V4.0.

4.1.2 El modelo

El modelo está configurado a partir del diagrama de Gantt (*Figura #6*) presente en el manual del A320-200. Las tareas así como sus duraciones están recogidas en la *Tabla #10*.

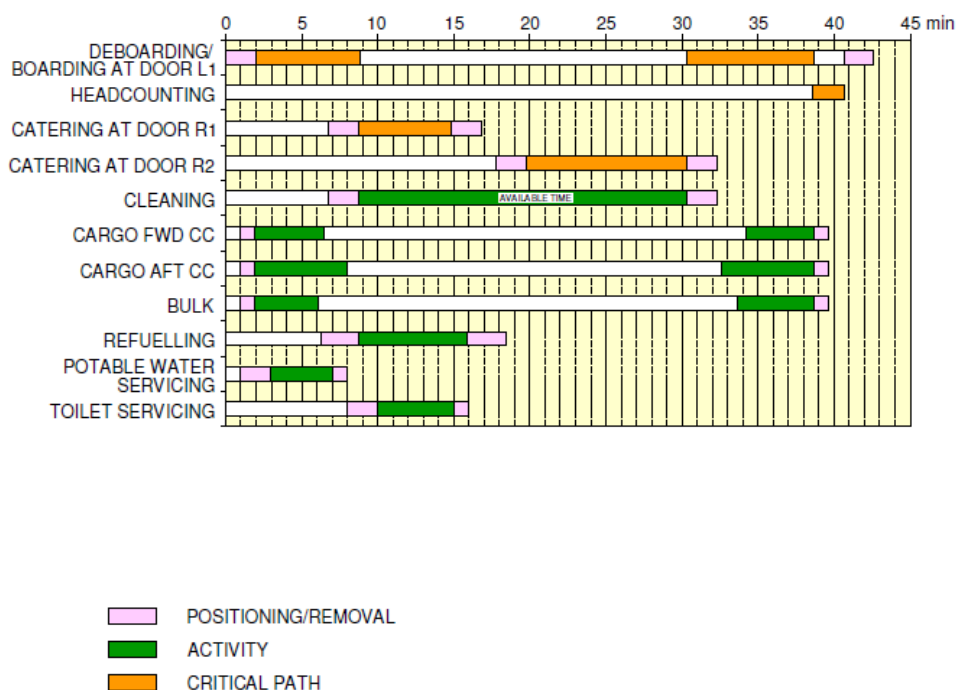


Figura #6

Optimización del proceso de catering en el A320-200

Actividad	(min) Duración	(min) Inicio
Deboarding	9	0
Boarding + Headcounting	13	31
Catering R1	8	7
Catering R2	14	18
Cleaning	25	7
Cargo FWD CC	6	1
Cargo AFT CC	7	1
Bulk	5	1
Refueling	12	6
Potable water servicing	7	1
Toilet servicing	8	9
Load FWD CC	5	34
Load AFT	6	32
Load Bulk	5	34



Actividades
internas



Actividades
externas

Tabla #10

4.1.2.1 Modelo completo

En la *Figura #7* muestra una captura de pantalla del modelo completo elaborado.

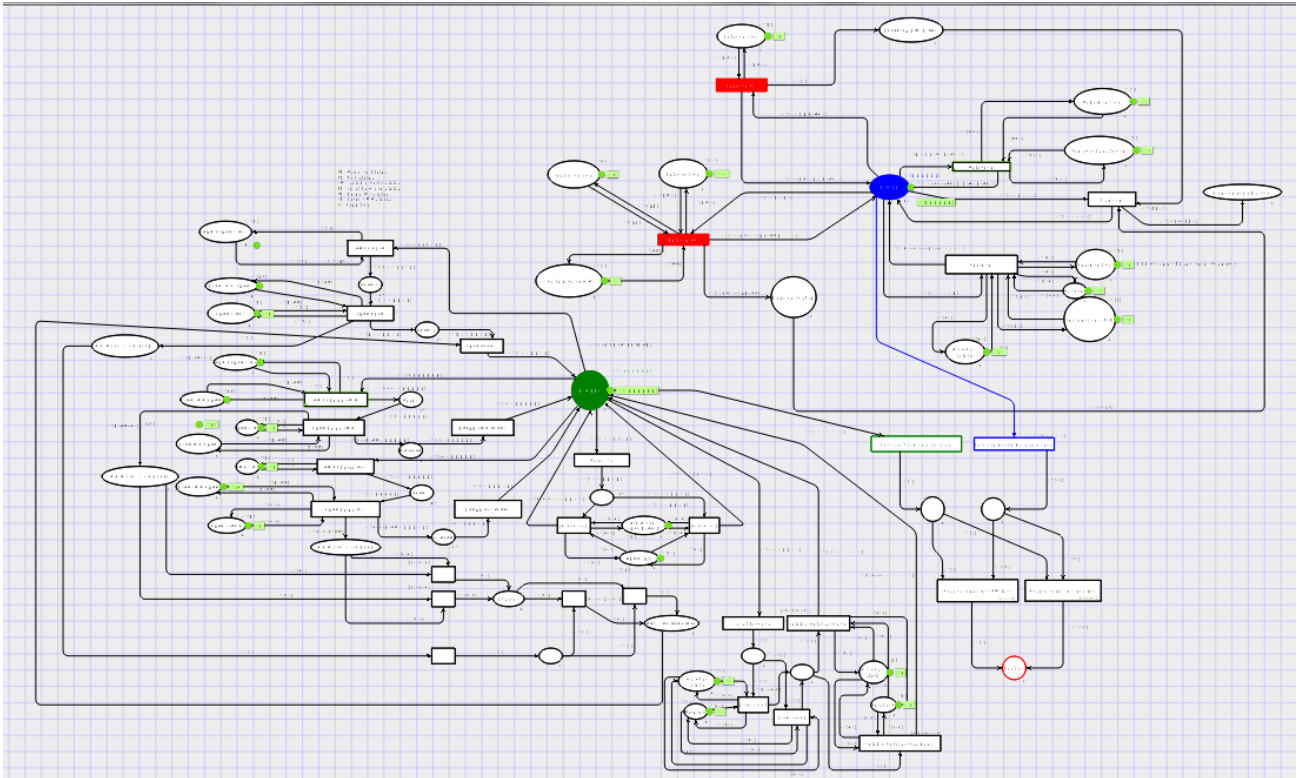


Figura #7

Se han diferenciado las operaciones externas a la aeronave (las que mantienen una relación con el círculo verde) y las internas (círculo azul). Los dos rectángulos rojos (transiciones) representan los procesos de catering, R2 y R1 empezando por la izquierda.

4.1.2.2 Módulo de control de tiempo

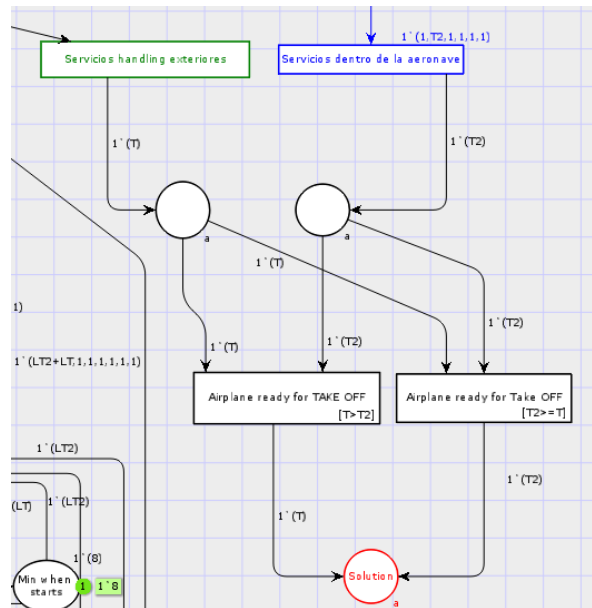


Figura #8

La *Figura #8* muestra la parte final del modelo en el que, una vez completados todos los servicios exteriores e interiores de asistencia a la aeronave (transición *Servicios handling exteriores* y *Servicios dentro de la aeronave*), se podrá obtener el tiempo que ha tardado la escala. Para ello, mediante las dos transiciones citadas en la frase anterior, se evaluará en qué instante de tiempo han finalizado las actividades externas e internas. Una vez obtenidos los valores, el modelo se quedará con el mayor, ya que, como se ha explicado al principio de este apartado, el turn round se considerará finalizado cuando los procesos internos y externos estén finalizados.

4.1.2.3 Vista general de los procesos de asistencia externos a la aeronave

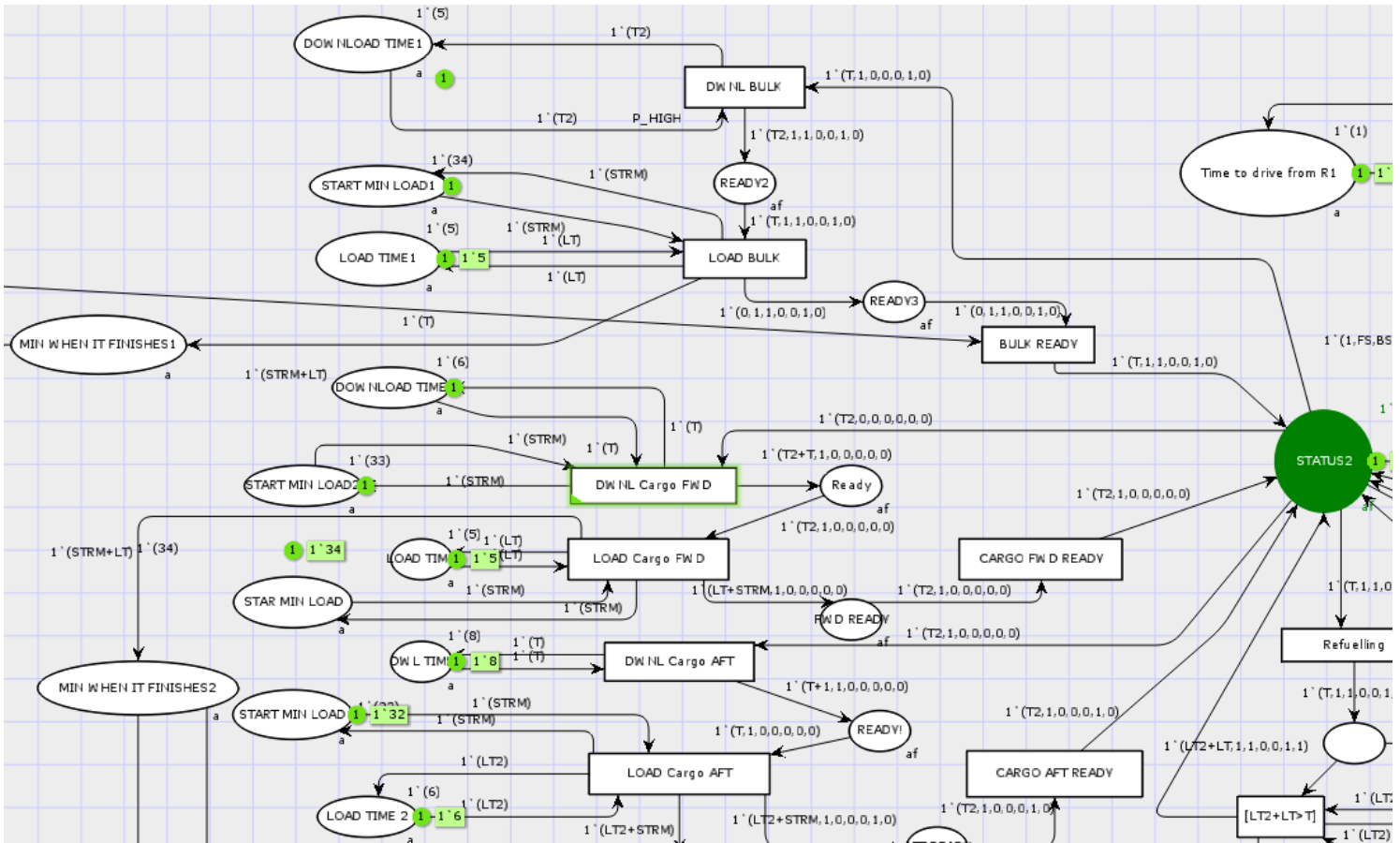


Figura #9

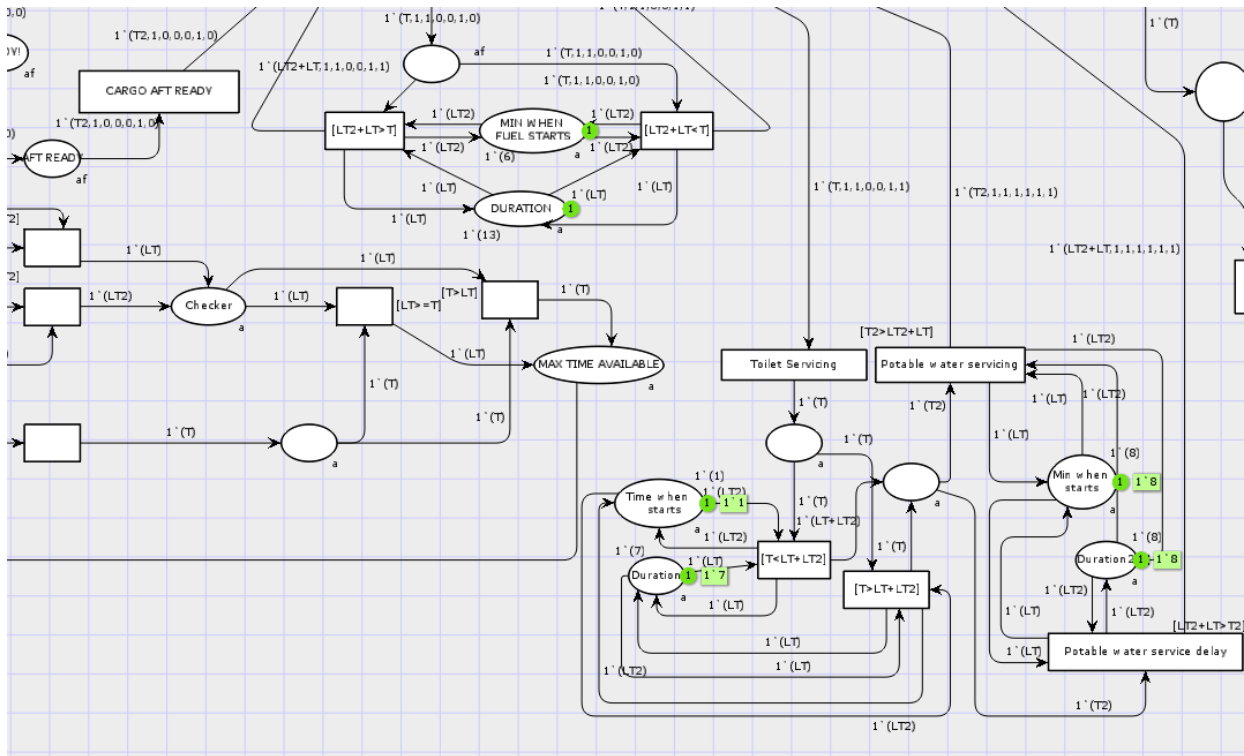


Figura #10

El modelado de los procesos exteriores se han configurado tal y como indica el manual de Airbus. El nodo *STATUS2* de color verde recogerá el *token* cuya información será el tiempo máximo empleado en los procesos de asistencia externos al aparato y otras variables booleanas que determinarán qué proceso se debe ejecutar y en qué orden (según las restricciones de los arcos). Los colores de dicho *token* son $1'(T,FS,BS,PW,SS,AS,RS)$; dónde T contendrá la información del tiempo, FS el estado de la carga en FWD, BS el estado de la carga en el *bulk*, PW el estado del suministro de agua potable y recogida de aguas residuales, AS el estado de la carga en AFT y RS el estado del refueling. Por defecto el valor 0 indica que no se ha realizado aún dicho servicio y 1 en caso contrario.

4.1.2.4 Módulo de agua potable y recogida de aguas residuales

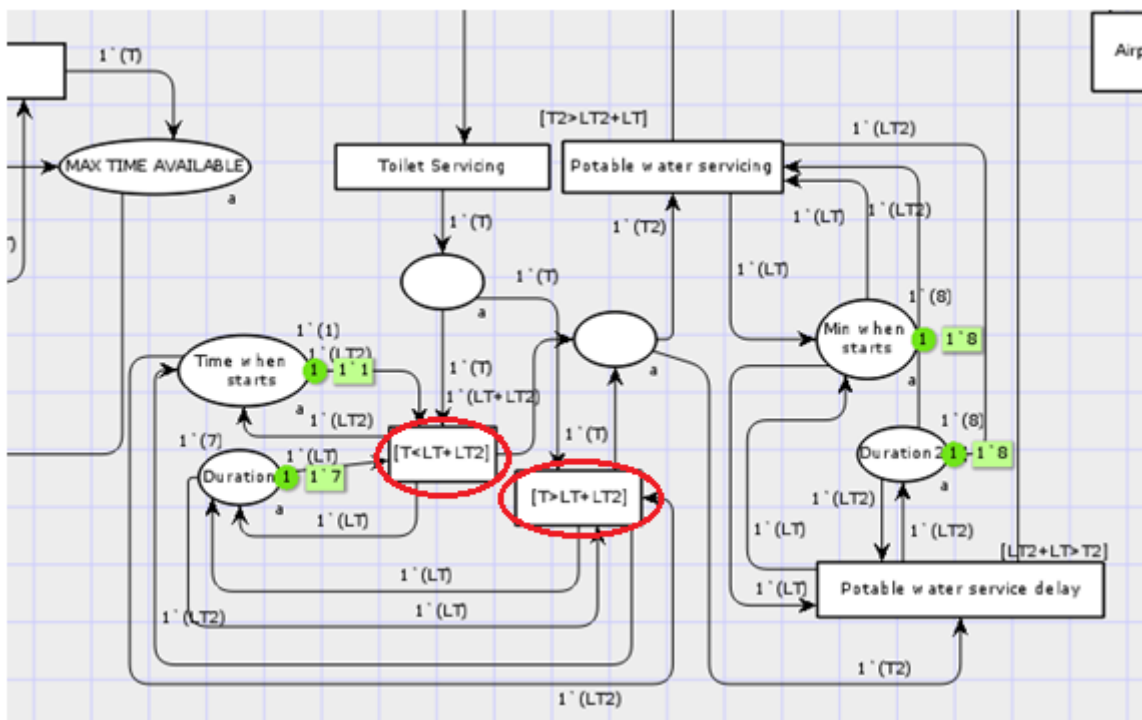


Figura #11

Para preparar el modelo a un hipotético supuesto en el que el servicio de agua potable y aguas residuales se retrasara y su duración fuera mayor al instante de tiempo en el que se ha finalizado la carga de bodegas, se evaluará si el tiempo que se tarda en realizar dichas tareas es superior o no a ese instante de tiempo en el que ha finalizado la carga de bodegas (T en las dos transiciones marcadas $[T < LT + LT_2]$ y $[T > LT + LT_2]$ y T2 en *Potable water service delay*) para que como resultado final, la simulación efectuada muestre como resultado el instante de tiempo en el que ha finalizado la actividad con el mayor instante de tiempo de finalización.

Nuevamente el instante de inicio de cada proceso viene predeterminado por los tiempos que presenta Airbus. Si existiera algún retraso en dichos procesos, la transición *Potable water service delay* (situada en la esquina inferior derecha de la pantalla) se activaría y enviaría al nodo verde *Status2* el tiempo en el que finalizaría las actividades de recogida de aguas residuales y abastecimiento de agua potable, siendo éste el nuevo tiempo máximo del sistema (el momento en el que finalizarían todas las actividades de asistencia exteriores a la aeronave).

4.1.2.5 Módulo *Refueling*

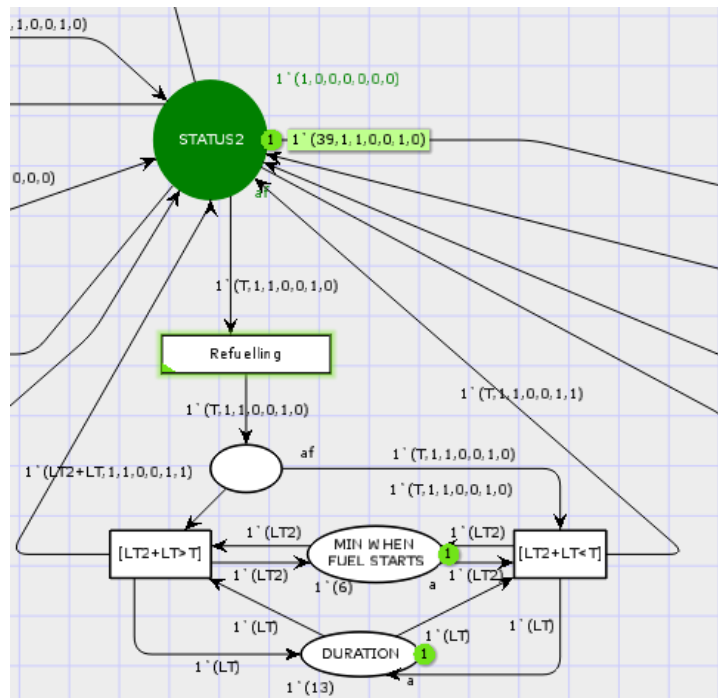


Figura #12

Lo mismo sucede con el refueling de la aeronave; si el tiempo programado es superior al que tarda la carga y descarga de las bodegas (considerado como tiempo máximo que se emplea en la asistencia exterior a la aeronave y que se enviará como resultado al nodo *Status2*).

4.1.2.6 Subsistema asistencia interior a la aeronave

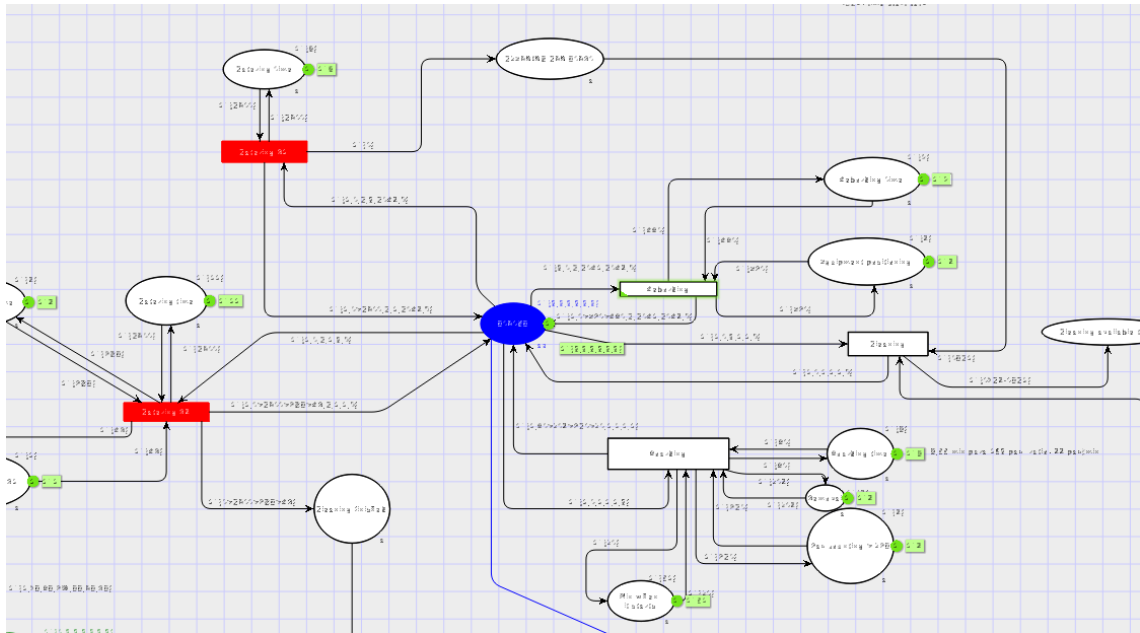


Figura #13

El nodo central azul *Status* contendrá un *token* cuyos colores serán 1`0,T,C,CTD1,CTD2,Y). El primer color representa el estado del desembarque (por defecto 0); el color T contendrá el tiempo actual del sistema (actualizado constantemente al valor en el que acaba cada actividad auxiliar, siempre respetando las restricciones de precedencia para ejecutar las actividades); el color C para indicar que *el cleaning* ha sido realizado; CTD1 indica el estado del catering en R1, CTD2 el estado del catering en R2; Y el estado del desembarque.

4.1.2.7 Módulo de desembarque

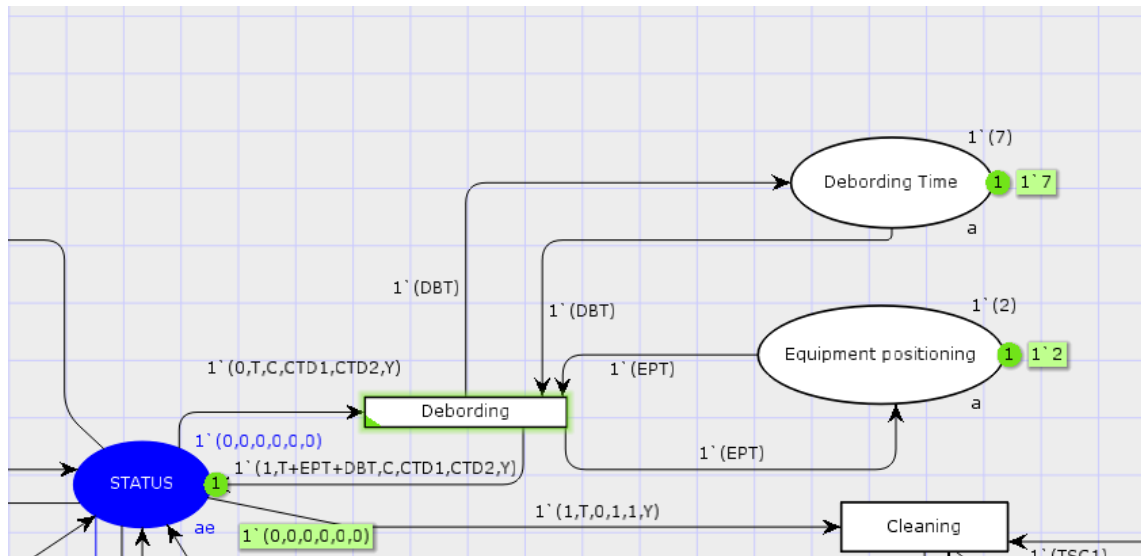


Figura #14

Dicha parte del modelo actualizará el tiempo (0 inicialmente) con el tiempo que se tarda en colocar el *finger* (*Equipment positioning* -2 minutos-) y el tiempo que tardan los pasajeros en desembarcar del avión (150 pax a un ritmo de 20pax/min = 7,33 min ~ 7 min).

4.1.2.8 Módulo de catering

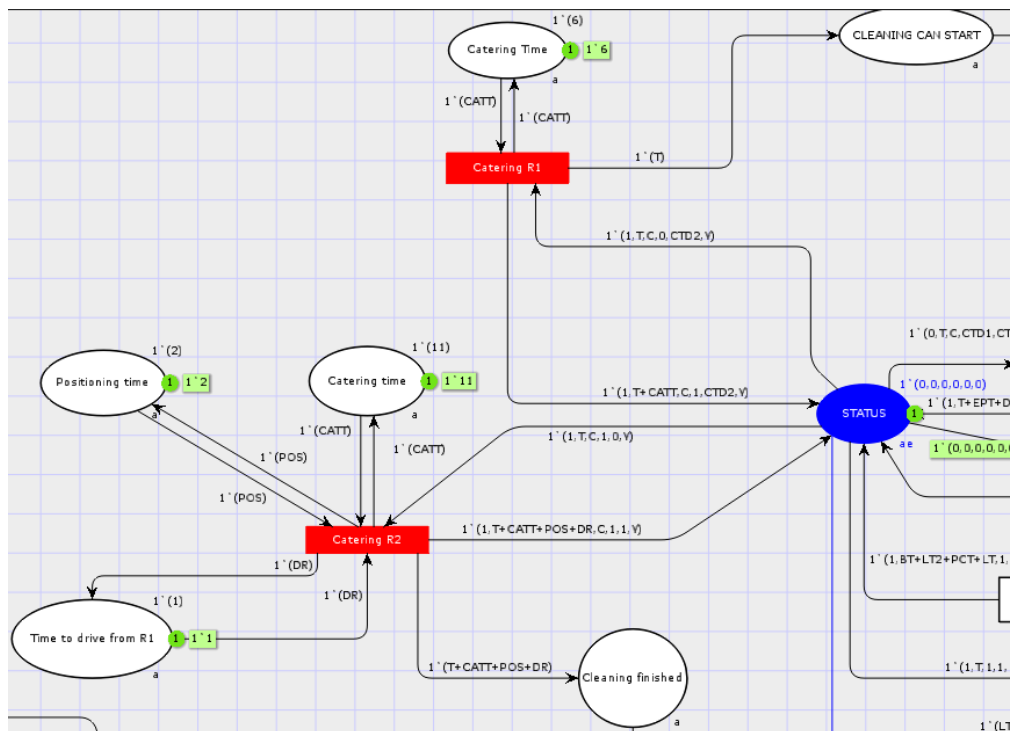


Figura #15

Iniciando dicho módulo por la transición *Catering R1*, se enviará a un nodo denominado *CLEANING CAN START* un token con el instante de tiempo en el que ha iniciado el catering en R1. Dicho token servirá, conjuntamente con el token enviado al nodo *Cleaning Finished* desde la transición *Catering R2*, para determinar el tiempo disponible para Catering en su módulo.

El tiempo destinado al catering vendrá determinado por el lapso de tiempo entre el instante en el que se inicia la operación de catering en la puerta R1 hasta la finalización de la misma actividad en R2.

Nuevamente; las duraciones de las actividades vienen prefijadas por el supuesto de Airbus.

4.1.2.9 Módulo de limpieza

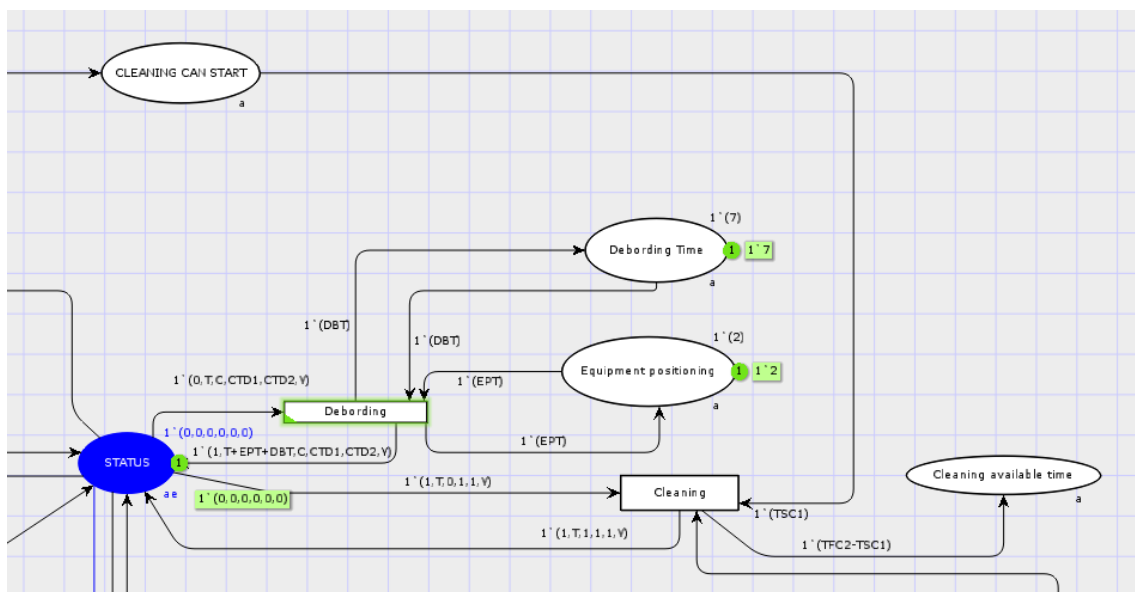


Figura #16

El módulo de cleaning determinara el tiempo total disponible para dicho menester y lo mostrará en el nodo *Cleaning available time*. Dicho valor se obtiene restando al instante de tiempo en el que se inicia el proceso de catering en R2 el instante de tiempo en el que finaliza dicha proceso en R2.

4.1.2.10 Módulo de embarque

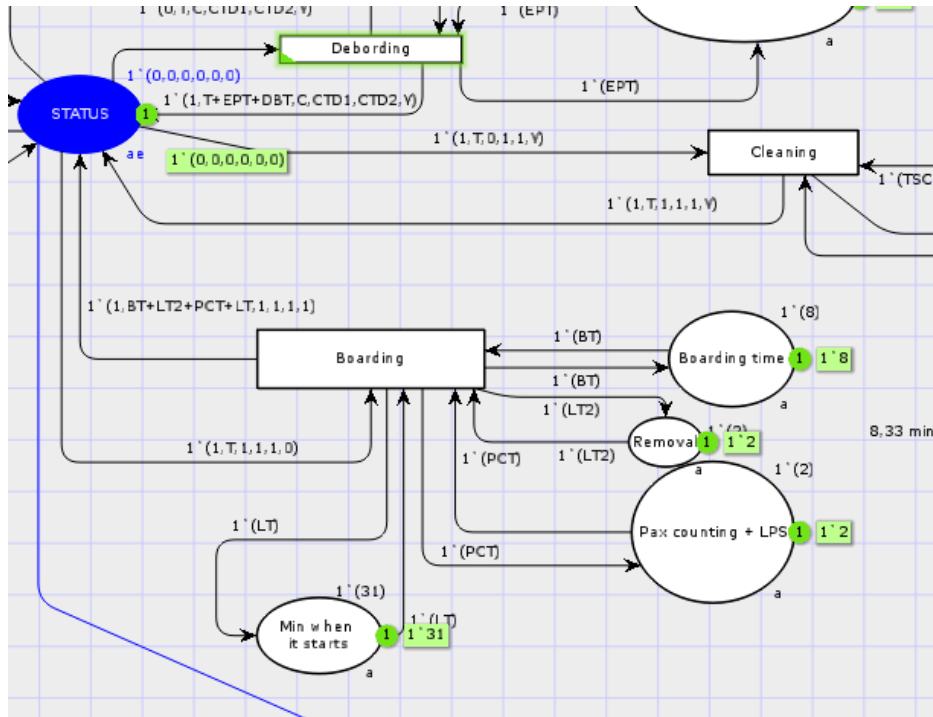


Figura #17

Dicho módulo, cuyo núcleo es la transición denominada *Boarding*, calculará el tiempo que se tarda en embarcar a 150 pasajeros (a un ratio de 18 pax/min = 8,33 min, redondeado a 8 minutos para trabajar en números enteros y compensado dicho redondeo en el módulo de deboarding sumando los decimales al tiempo que se tarda en desembarcar el total de pasajeros), sumando el tiempo que se tarda en remover la pasarela (nodo *Removal*, color *LT2*), el tiempo que se tarda en realizar el conteo (*Pax counting + LPS*) y el instante de tiempo en el que está previsto que comience dicha actividad (nodo *Min when it starts*, por defecto, en el minuto 31).

4.1.2.11 Secuencia

El modelo puede iniciar su simulación tanto por los servicios asistenciales exteriores (*apartado 4.1.1.2, página 39 de la memoria*) a la aeronave como por los interiores (*apartado 4.1.1.5, página 42*). En el primer de los casos la secuencia será ejecutar el módulo de descarga de bodegas, iniciándose en la transición *Cargo FWD*, posteriormente simular la carga en FWD y posteriormente, hacer lo mismo en las transiciones de AFT y BULK. El modelo almacenará el tiempo máximo de los tres procesos y lo utilizará como referencia. Dicha referencia es el tiempo máximo que los otros procesos tienen para ejecutarse y será justamente, si no existe

ninguna modificación, el que se enviará al módulo de control del tiempo (B) para evaluar en qué momento estará finalizado el turn round del avión.

Una vez realizada la simulación de la carga de bodegas, el modelo hará lo propio con el módulo de Refueling (4.1.1.4, página 41) y el de suministro de agua/recogida de aguas residuales (4.1.1.3, página 40). Finalmente, se enviará el valor T a la transición *Servicios handling exteriores* del módulo de control del tiempo (B).

En cuanto al otro conjunto de módulos paralelo, los servicios internos a la aeronave, iniciará su secuencia por el módulo de desembarque (*apartado 4.1.1.6, página 43 de la memoria*), se activará posteriormente la transición de catering en R1 y luego R2 (4.1.1.7, página 43) para a continuación activarse el módulo catering (4.1.1.7, página 43). Finalmente se iniciará el embarque (4.1.1.9, página 45).

Antes de acabar la simulación, el modelo evaluará cuál es el valor máximo entre los resultados enviados por las transiciones de *Servicios handling exteriores* y *Servicios dentro de la aeronave*. Siendo el valor resultado el instante de tiempo en que finaliza el turn round.

4.2 Alternativas propuestas

4.2.1 Inicio del catering en el desembarque y secuencia R2 – R1

4.2.1.1 Especificación del escenario

En el proceso estándar para el A320-200, un único camión realizaba el servicio de catering una vez el pasaje en su totalidad había abandonado la aeronave, iniciando el procedimiento en R1 y acabando en R2. Una alternativa interesante a evaluar sería empezar el proceso de catering justo cuando el deboarding empieza e iniciar dicho proceso por R2 (así se evita interferencias en la parte delantera del aparato que es por donde se realizará el desembarque). Para realizar dicho proceso se ha de dar el supuesto de que no exista un PMR incapaz de salir por el *finger*.

4.2.1.2 Viabilidad técnica

Ningún cambio tecnológico debe ser aplicado en el entorno ni tampoco dentro del aparato; la tecnología aplicada es la que se está empleando en la actualidad.

4.2.1.3 Coste

El coste de dicho procedimiento no encarecería el precio del servicio de catering ni de los otros servicios auxiliares prestados a la aeronave ya que los recursos son los mismos.

4.2.1.4 Normativa

No existe ninguna normativa a nivel estatal o europeo que prohíba o afecte al servicio de mayordomía y desembarque de pasajeros realizado de forma simultánea. Al no verse interrumpido el flujo de pasajeros, tampoco se verán afectados los intereses de las aerolíneas.

4.2.1.5 Simulación

Para simular dicho escenario nuevamente se ha empleado las Redes de Petri y el software CPN Tools. Partiendo del escenario que Airbus propone para un turn round completo, se ha modificado el sistema mediante restricciones para que en primer lugar se inicie el procedimiento de catering en R2, empleando un único vehículo. Dicho proceso se realizará simultáneamente al proceso de desembarque ya que operando en la parte trasera del aparato, la salida de pasajeros no se verá obstaculizada en ningún momento. Además, con el ratio que facilita el manual operativo de Airbus, el tiempo de desembarque es de 6,8 minutos (22 pax/min y contando 150 pax en la aeronave), inferior al tiempo que emplearía el operario de catering en posicionar el vehículo, cargar de 3 a 7 FSTE, desplazarse a R1 y posicionarse nuevamente ($3*1,5+1+2 = 7,5$ min).

Así pues, una vez realizado el servicio de catering en la puerta trasera, se procederá a operar en R1 ya sin ningún obstáculo.

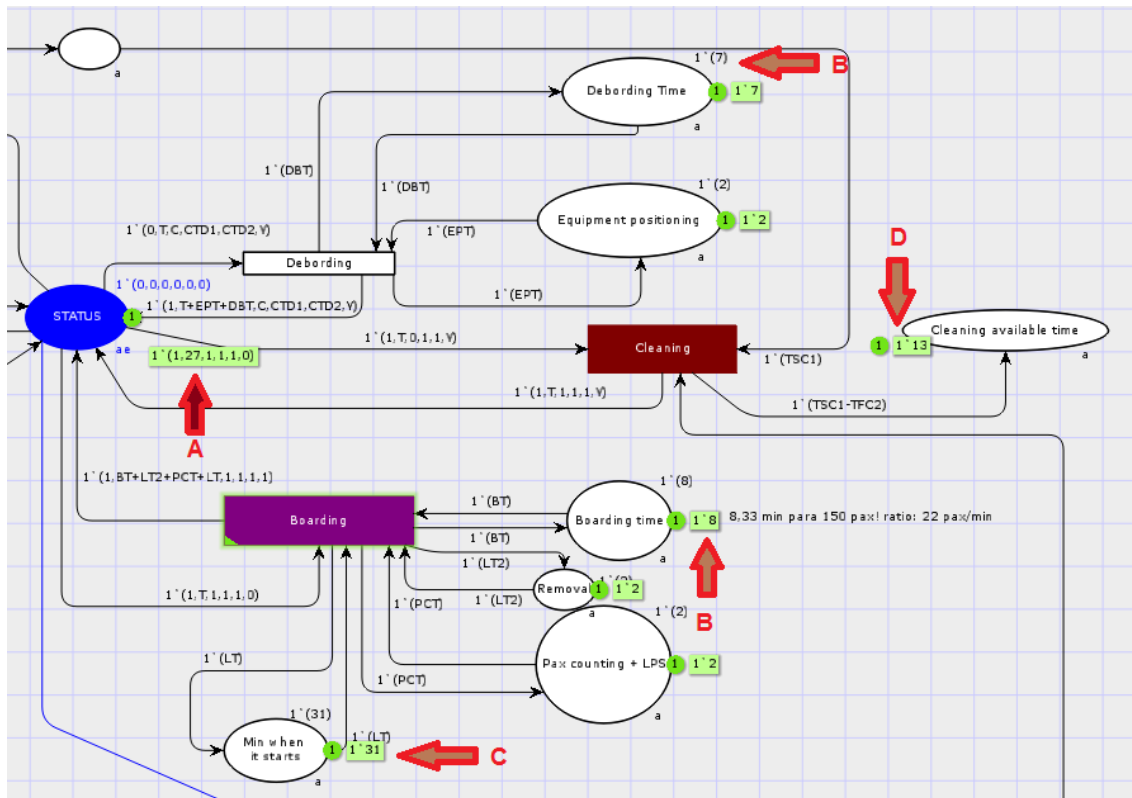


Figura #18

Con los siguientes supuestos^{(página 16 del trabajo, apartado 2.2.1).}

- 150 pasajeros desembarcados a 22pax/min = 6,81 min ~7 min de desembarque y 150 embarcados a una velocidad de 18pax/min = 8,33 min ~8 min (B)
- Un embarque previsto en el minuto 31 (C).
- Carga de 7 FTSE en R2 y 4 en R1.

El proceso de catering acabaría en el minuto 27 (A), dejando libre 13 minutos para la limpieza (D). El proceso de embarque podría iniciarse en el minuto 31, ahorrando 4 minutos de tiempo.

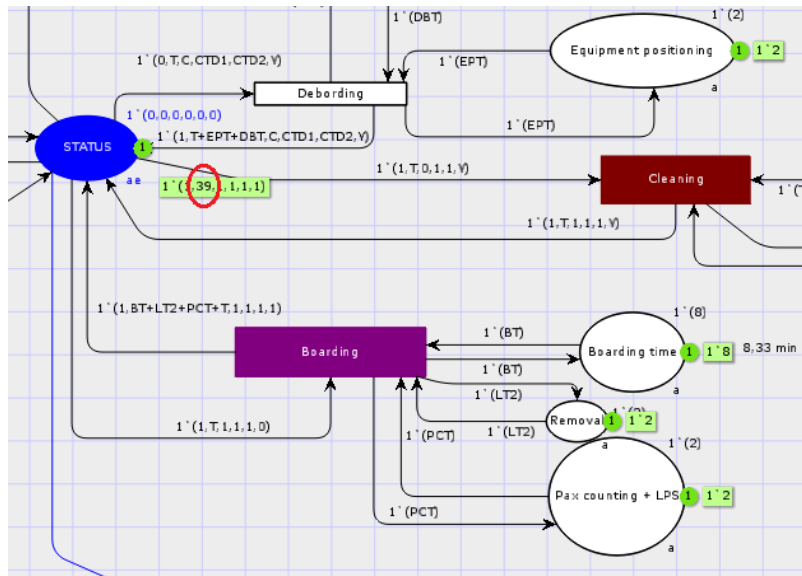


Figura #19

El proceso de asistencia en la parte interior de la aeronave finalizaría su actividad en el minuto 39. Pero, para que pueda concluir su turn round, los procesos de asistencia que se llevan a cabo en el exterior de la aeronave (fueling, cargo etc) deben finalizar su actividad también. Así pues, en dicho escenario simulado habrá que comprobaren que instante de tiempo acaba la actividad en el exterior.

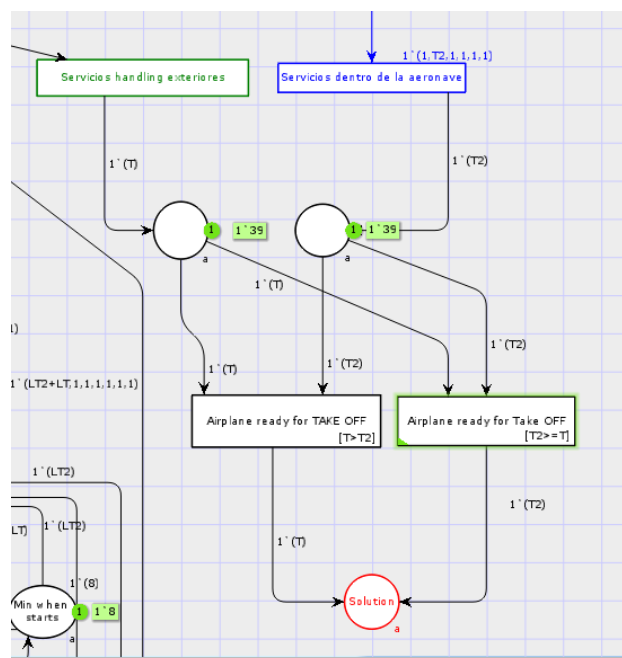


Figura #20

Optimización del proceso de catering en el A320-200

Como se puede observar en la *Figura #20*, las actividades exteriores de handling han finalizado en el mismo instante que las actividades dentro de la aeronave. Por lo tanto no habría que hacer ninguna rectificación para acelerar algún proceso en el exterior.

En el caso que se finalicen los servicios de asistencia de la aeronave antes, se puede avanzar el inicio de la carga de las bodegas según el gráfico que se muestra a continuación (extraído del apartado que hace mención al turn round de corta duración del manual de Airbus) ya que dicho proceso crítico condicionará la finalización de la asistencia de la aeronave.

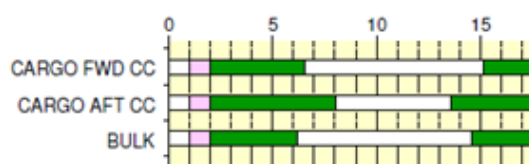


Figura #21

4.2.1.6 Resultados

Con las modificaciones descritas en el apartado anterior, se ha realizado una simulación con los mismos datos que Airbus aporta en un supuesto de turn round completo. Los resultados son los que muestra la *Tabla #11*.

FSTE R1	FSTE R2	# PAX desembarque	(m) Tiempo previsto Airbus	(m) Tiempo modelo propuesto	(m) Ahorro tiempo	(m) Tiempo disponible cleaning	(m) Inicio Cargo
4	7	150	43	37,5	5,5	12	26,5

Tabla #11

Se ha simulado la carga de 4 FSTE en R1 y 7 en R2; 150 pasajeros serán desembarcados y embarcados (con la carga de ULD y bulk que ello conlleva).

El modelo de Airbus determina que el turn round durará 43 minutos. Con la alternativa propuesta, el tiempo de duración se reduciría 5,5 minutos hasta los 37,5 minutos. El tiempo disponible para la limpieza interior de la aeronave sería de 12 minutos, más que suficiente tomando como referencia los 8 minutos que se emplean en un turn round de corta duración.

Optimización del proceso de catering en el A320-200

En cuanto al inicio de la carga de ULDS y el bulk, se debe desplazar al minuto 26,5 como muy tarde para que la duración de la asistencia externa a la aeronave no sobrepase la duración de la interna.

En cuanto a otros posibles escenarios; Si no hubiera que realizar el servicio de catering en R1, el tiempo destinado a la asistencia interior de la aeronave se reduciría 11 minutos (6 minutos de la carga de los FSTE, 4 de posicionamiento y retirada del equipo y 1 del movimiento del camión entre R2 y R1).

Si no hubiera que realizar servicio en R2, obviamente el modelo elaborado no tendría ningún sentido ya que la ventaja del mismo es aprovechar el desembarque para realizar el catering por la puerta trasera.

En caso de menor número de unidades de FSTE, habría que restar al tiempo total 1,5 minutos por cada unidad menos. En el caso de adelantar la finalización del catering, se debe tener en cuenta la finalización de la carga para aprovechar dicho resultado y que el avión pueda finalizar antes su Turn Round. El límite se encontrará en el minuto 15 (7 minutos para la descarga y 8 para la carga), es decir, en el hipotético caso de que gracias a la reducción del tiempo de catering la asistencia interior de la aeronave finalizara antes de dicho instante de tiempo, la carga no finalizaría hasta el minuto 15 y por ende no se conseguirá reducir el tiempo total destinado a la asistencia.

El coste del estacionamiento en tierra en posición de pasarela sería el siguiente (tomando como referencia el aeropuerto del Prat):

$$P = (p^1 + p^2 * T_m) * F$$

Donde,

$$p^1 = 30,399763$$

$$p^2 = 0$$

$$T_m = 78$$

$$F = 37,5 \text{ min} = 2,5 \text{ (fracciones de 15 minutos)}$$

$$P = 76 \text{ €}$$

Y en remoto:

$$P = e * T_m * F^t$$

Donde:

$$e = 0,122978$$

$$TM = 78$$

$$F = 2,5$$

$$P = 23,98\text{€}$$

4.2.1.7 Beneficios

En primer lugar, se logra un ahorro económico de 10,76€ por escala en el caso de posición con pasarela y de 3,41€ por turn round en remoto (aunque no se podría utilizar la escalera trasera y dicha opción no es aplicable).

El tiempo total de escalase reduciría en 5,5 minutos, pasando de 43 a 37.5 minutos.

4.2.1.7 Riesgos

El principal problema que puede surgir en dicho procedimiento es el provocado por el desembarque de los pasajeros, ya que a medida que abandonan el aparato, su nivel sube y puede que la plataforma del camión de catering deba ser nivelada nuevamente por el operario. Así mismo, si en las bodegas traseras de la aeronave hay una carga bastante pesada o la descarga de los contenedores o *Unit Load Device* (ULD) es más rápida que el proceso de catering, dicho efecto se acentuará. El nivel de la aeronave puede ascender hasta unos 8 cm aproximadamente (según experiencia propia como agente de rampa). Dicho factor, al ser realmente complejo de simular, debería ser analizado y estudiado a partir de una prueba piloto.

En el caso que nivelar la aeronave constantemente suponga un inconveniente para la operativa y la retrase sensiblemente, una solución sería equipar la plataforma del vehículo con una rampa que permita el paso de los FSTE a la puerta de la aeronave y que se adapte a los cambios de nivel. Un boceto de dicho sistema será adjuntado.^[8]

Otro posible contratiempo es la posible interferencia con la operativa de descarga y carga de ULDs. Según el AHM, en la teoría no debe de haber ningún inconveniente en términos de espacio o interferencias con el equipo de carga (ya sea a granel o avión paletizado). A la práctica, pueden aparecer interdependencias. La experiencia en el aeropuerto refuerza dicha

teoría (por ejemplo, los conflictos entre el *refueling* y la carga de las bodegas delanteras son frecuentes). Para estudiar dicho fenómeno se debería de realizar una prueba piloto.

4.2.2 Catering simultáneo en R2 y R1

4.2.2.1 Especificación del escenario

Como alternativa al método tradicional aplicado en la operativa del catering para el A320-200, se plantea el empleo de dos vehículos distintos con un operario en cada uno de ellos abasteciendo simultáneamente en R1 y R2 los FSTE necesarios. Dicho proceso se iniciará el instante de tiempo en el que finaliza el desembarque de pasajeros.

El modelo inicial propuesto por Airbus ha sido adaptado para realizar simultáneamente el abastecimiento de catering con dos vehículos.

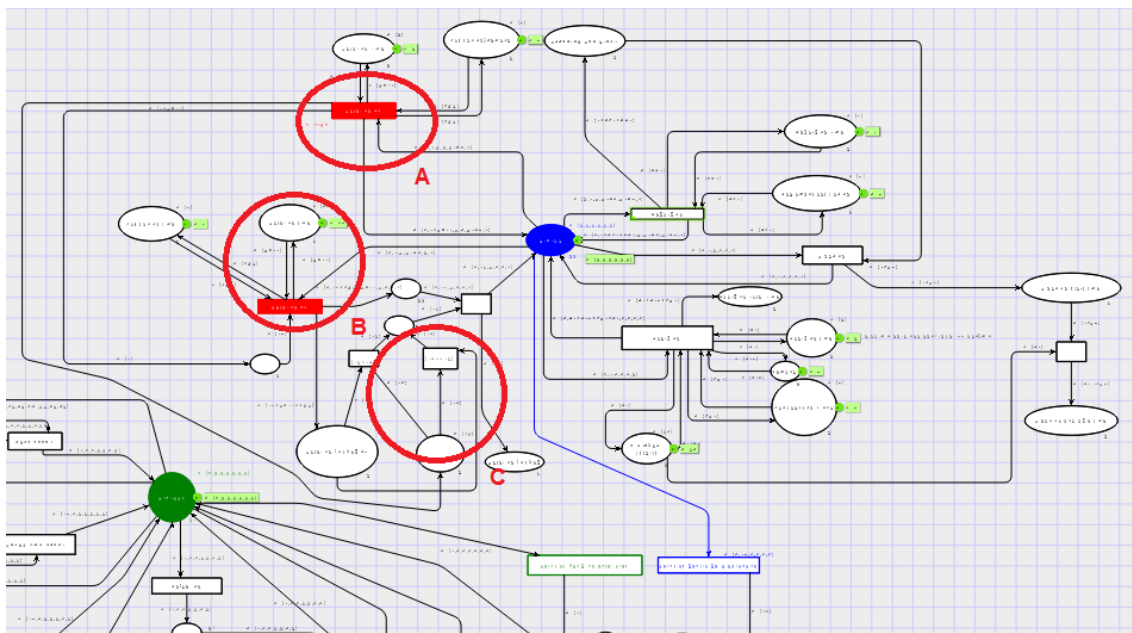


Figura #22

Las modificaciones se encuentran en el módulo de Catering en R1 (A), en el Catering en R2 (B) y en un nuevo submódulo (C) creado para determinar en qué momento ha finalizado el catering, evaluando por separado cuál de los dos servicios (A y B) ha finalizado en último lugar.

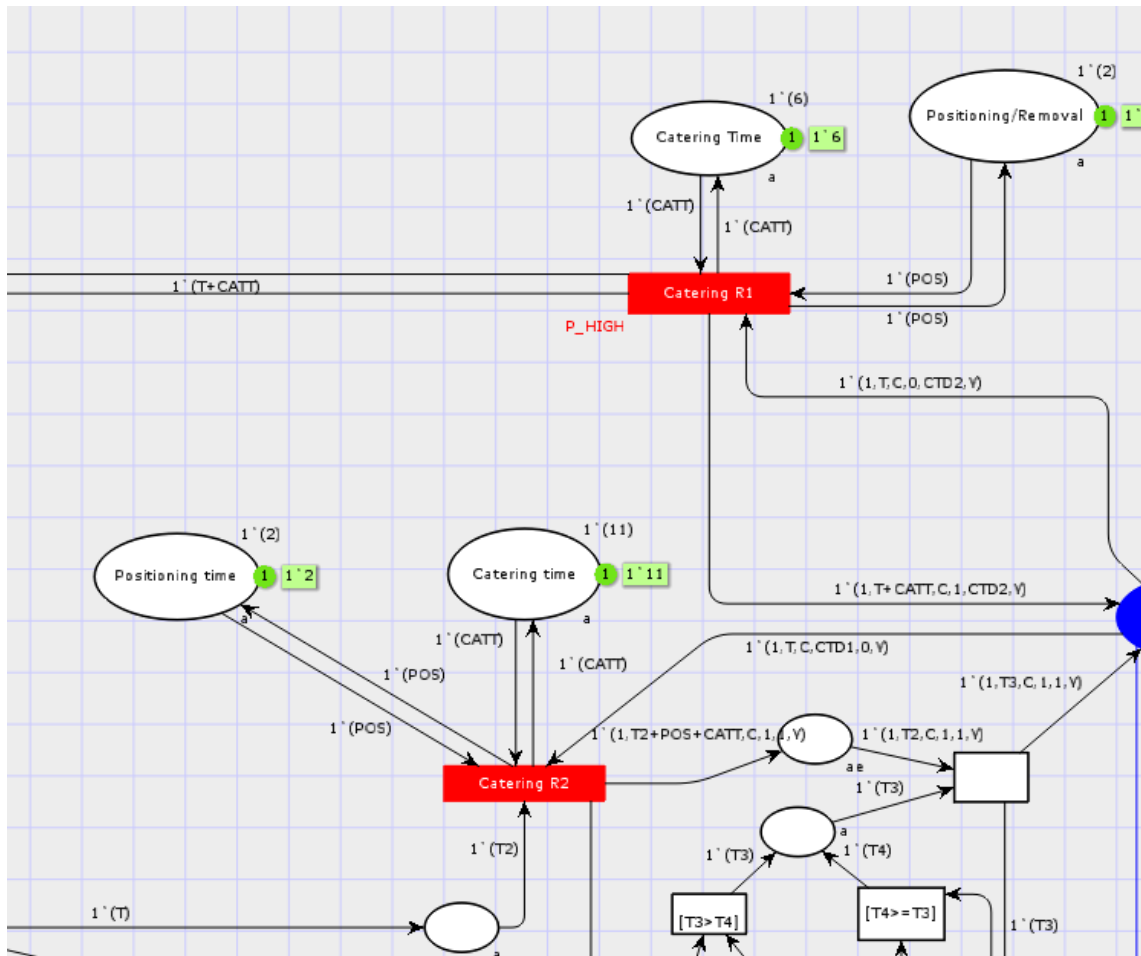


Figura #23

Los módulos A y B actualizan el sistema con el tiempo destinado al catering (en la simulación mostrada en pantalla 6 y 11, respectivamente) y con el tiempo que se tarda en posicionar el equipo (únicamente en posicionar, ya que durante la retirada de equipos se puede realizar el embarque sin ningún inconveniente). Ha desaparecido el nodo que añadía el tiempo del desplazamiento entre R1 y R2, así que por defecto, se ahorraría un minuto adicional.

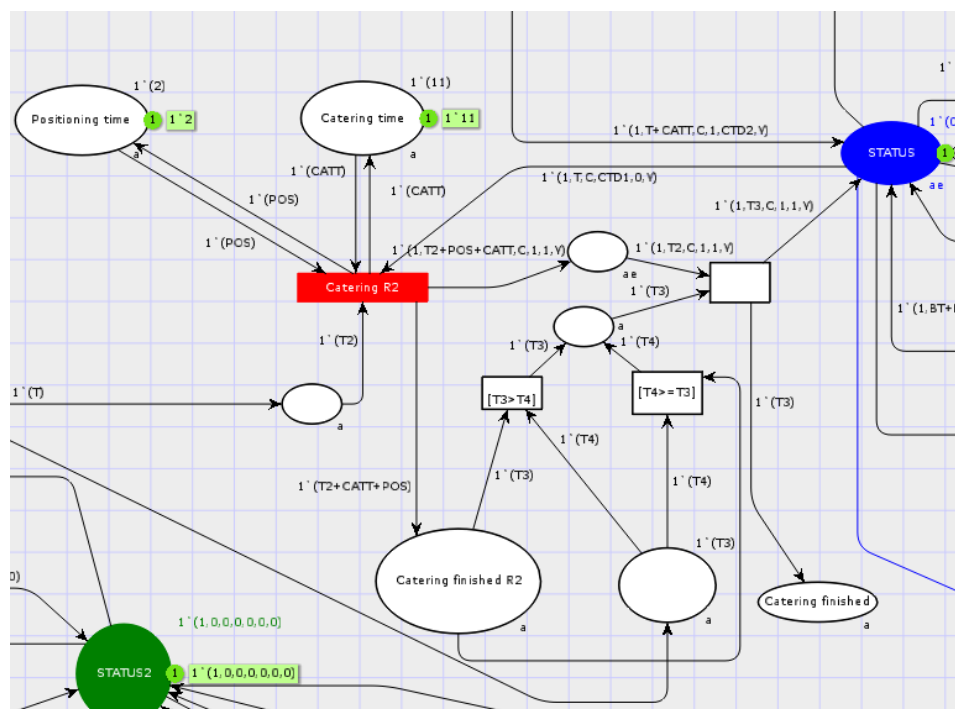


Figura #24

Respecto a la tercera modificación realizada sobre el modelo original, submódulo de catering (apartado 4.1.1.4 de la memoria del proyecto o página 43); servirá para seleccionar el tiempo máximo que tardará el servicio de catering comparando la asistencia en R2 y R1 (T3 y T4 respectivamente). Como resultado, se enviará al nodo *Catering finished* el instante de tiempo en el que se finalizará dicho servicio y se actualizará el estado de la aeronave (nodo *status*) con dicho valor. Es decir, el modelo almacenará el tiempo de finalización mayor comparando lo que tardan los dos vehículos individualmente en realizar sus actividades en R1 y R2 ya que para realizar el embarque, no puede haber estar activo el subproceso de mayordomía.

4.2.2.2 Viabilidad técnica

Ningún cambio tecnológico debe ser aplicado en el entorno ni tampoco dentro del aparato; toda tecnología y procedimiento empleado es idéntico a los que se están aplicando hasta la fecha, el único cambio reside en la duplicidad y simultaneidad de la acción llevada a cabo.

4.2.2.3 Coste

Al desplazar dos camiones el coste por movilizar un vehículo se doblaría. Así pues se pasaría de 90€ a 180€.

4.2.2.4 Normativa

No existe ninguna normativa a nivel estatal o europeo que prohíba o afecte al servicio de mayordomía y desembarque de pasajeros realizado de forma simultánea. Al no verse interrumpido el flujo de pasajeros, tampoco se verán afectados los intereses de las aerolíneas.

4.2.2.5 Resultados

Se ha llevado a cabo una simulación con los siguientes supuestos:

- 4 FSTE en R1 y 7 en R2 suministrados por dos vehículos independientes.
- 150 pasajeros tanto en desembarque como en el embarque con el número de ULDs y carga bulk que ello conlleva.
- Ningún PMR que necesite el vehículo asistencial.

(#) Escenario	(#) FSTE R1	(#) FSTE R2	(#) PAX desembarque/embarque	(m) Tiempo modelo Airbus	(m) Tiempo solución propuesta
2	4	7	150	43	34
(m) Tiempo ahorrado	(m) Fin Cat. R1	(m) Fin Cat. R2	(m) Tiempo limpieza disp. *	(m) Inicio de la carga	
9	15	22	13	23	

Tabla #12

Los resultados de la simulación determinan que realizando el proceso de catering simultáneamente, las actividades de asistencia interiores a la aeronave finalizarían en el minuto 34. Para estar en consonancia con las actividades exteriores, el inicio de la carga debería trasladarse al minuto 23 como mínimo para no retrasar la operativa. En cuanto al Tiempo de limpieza disponible *; según el manual operativo de Airbus dicha actividad se desarrolla con el tiempo disponible restante entre el instante en el que finaliza la carga del catering en R1 y el final de la carga en R2, en este caso, el tiempo de cleaning vendría determinado por la duración total del procedimiento de catering, según los datos utilizados en la simulación, 13 minutos. En el caso de modificar los parámetros del modelo, los resultados variarían de la siguiente manera:

- Por cada unidad que se cargue de menos en R2 y si el total de FSTE cargados en R1 es menor a los de R2, el tiempo total se reduciría 1,5 minutos. En consecuencia se debería adelantar el inicio de la carga en tierra 1,5 minutos por cada FSTE no cargado.

4.2.2.6 Beneficios

El coste del estacionamiento en tierra en posición de pasarela sería el siguiente (tomando como referencia el aeropuerto del Prat):

$$P = (p^1 + p^2 * T_m) * F$$

Donde:

$$p^1 = 30,399763$$

$$p^2 = 0$$

$$T_m = 78$$

$$F = 34 \text{ min} = 2,25 \text{ (fracciones de 15 minutos)}$$

$$P = 68,4 \text{ €}$$

Con la reducción de tiempo en 9 minutos, se alcanzaría un ahorro de 20,39€ por Turn Round. En cambio, al duplicar el número de vehículos necesarios para la asistencia del servicio de catering, a pesar del ahorro en el estacionamiento, el coste total de cada turn round aumentaría en 69,60€.

4.2.2.7 Riesgos

El primer riesgo afectaría a la operativa de cleaning. Al tratarse de una tarea puramente manual entran en escena factores que podrían perturbar dicho procedimiento: al tratarse de una actividad puramente manual, se puede ver afectada por la fatiga de los TCP ya que pueden estar indispuestos en ese momento. Incluso pueden aparecer interferencias originadas por la presencia de los operarios de catering, situados en cada extremo de la aeronave, atrapando a los TCP en el pasillo central hasta la liberación de uno de los dos extremos.

En segundo lugar, las empresas que ofrecen el servicio de catering podrían tener problemas de ociosidad. Es decir, al realizar con dos vehículos la tarea que realizaba en exclusiva uno, si la

operativa no está ajustada correctamente pueden quedar operarios y vehículos sin actividad, en espera y en definitiva no generando ingresos para la empresa.

Dichos posibles riesgos deberían ser evaluados mediante una prueba piloto.

4.2.3 Inicio del catering en el desembarque y secuencia R2-R1

4.2.3.1 Especificación del escenario

Otra alternativa a la operativa actual de catering consistiría en realizar simultáneamente el servicio en R2 y R1 desde el mismo instante de tiempo en el que se inicia el desembarque. Se tratará pues de la alternativa más agresiva planteada hasta el momento y es en esencia un híbrido de las otras dos alternativas ya planteadas en los puntos anteriores, haciendo uso de sus ventajas más interesantes: comenzar antes y la simultaneidad para reducir más aún el tiempo del catering.

4.2.3.2 Viabilidad técnica

No se debería de realizar ninguna modificación tecnológica a los vehículos ni sistemas empleados en la actualidad.

4.2.3.3 Coste

Al desplazar dos camiones el coste por movilizar un vehículo se doblaría dicho coste, de 90€ a 180€.

4.2.3.4 Normativa

No existe ninguna normativa a nivel estatal o europeo que prohíba o afecte al servicio de mayordomía y desembarque de pasajeros realizado de forma simultánea. Al no verse interrumpido el flujo de pasajeros, tampoco se verán afectados los intereses de las aerolíneas.

4.2.3.5 Resultados

Para simular esta alternativa se ha partido del modelo elaborado para la simulación del servicio en R1 y R2 de forma simultánea. El único cambio se encontrará en el instante de tiempo en el que se ejecutará el servicio en R2. Como ya se ha explicado en la definición de esta alternativa, se iniciará en el mismo instante en el que los pasajeros comienzan a abandonar la

Optimización del proceso de catering en el A320-200

aeronave, no se esperará a la finalización del desembarque (círculo rojo en la siguiente imagen).

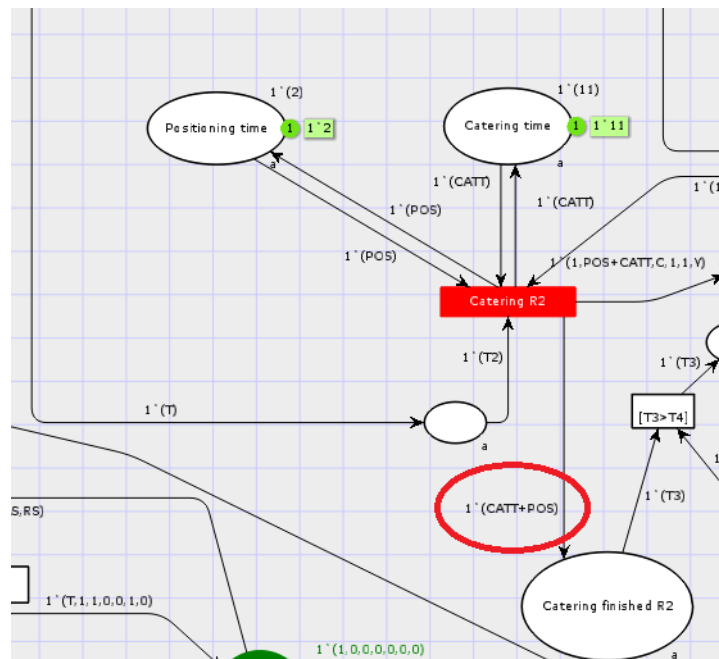


Figura #25

Una vez simulado el escenario con los mismos supuestos que en los casos anteriores (7 FSTE en R2, 4 FSTE en R1 y 150 pasajeros tanto en el embarque como en el desembarque); el turn round finalizaría en el minuto 27, con un notable ahorro de tiempo de 16 minutos.

# Escenario	# FSTE R1	# FSTE R2	# PAX desembarque/embarque	(m) Tiempo modelo	(m) Tiempo solución
				Airbus	propuesta
3	4	7	150	43	27
(m) Tiempo ahorrado	(m) Fin Cat. R1	(m) Fin Cat. R2	(m) Tiempo limpieza disp. *	(m) Inicio de la carga	
16	15	13	5	16	

Tabla #13

En cuanto al cleaning, su tiempo se vería reducido hasta unos escasos 5 minutos. El inicio de la carga de las bodegas debería desplazarse al minuto 16.

4.2.4.6 Beneficios

El coste del estacionamiento en tierra en posición de pasarela sería el siguiente (tomando como referencia el aeropuerto del Prat):

$$P = (p^1 + p^2 * T_m) * F$$

Donde:

$$p^1 = 30,399763$$

$$p^2 = 0$$

$$T_m = 78$$

$$F = 27 \text{ min} = 1,8 \text{ (fracciones de 15 minutos)}$$

$$P = 54,72 \text{ €}$$

Con la reducción de tiempo de 15 minutos, se alcanzaría un ahorro de 32,07€ por Turn Round. En cambio, al duplicar el número de vehículos necesarios para la asistencia del servicio de catering, a pesar del ahorro en el estacionamiento, el coste total de cada turn round aumentaría en 57,93€.

4.2.4.7 Riesgos

Aparte de las ventajas que obtiene esta estrategia de las dos otras tratadas con anterioridad, se heredan una serie de riesgos:

- Respecto a la operación de catering: al ser una tarea puramente manual entran en escena muchos factores que podrían afectar dicho procedimiento (fatiga de los empleados, necesidades fisiológicas de los mismos). Al haber también los operarios de catering en cada extremo de la aeronave, los TCP se verían *atrapados* en el pasillo central hasta liberar el espacio de R1 (el primero que acaba) y posiblemente aparecerían interferencias.
- Tiempo de catering: el tiempo se ha reducido a unos escasos 5 minutos. Se debería evaluar si es posible reamente realizar un servicio de cleaning con cierta calidad en tan poco tiempo.

- Ociosidad de las empresas de catering: las empresas que ofrecen dicho servicio de podrían tener problemas de ociosidad. Es decir, al realizar con dos vehículos la tarea que realizaba en exclusiva uno, si la operativa no está ajustada correctamente pueden quedar operarios y vehículos sin actividad, en espera y en definitiva no generando ingresos para la empresa.
- Poca flexibilidad: al reducirse tanto los tiempos de los subprocesos del turn round, y de alguna manera *tensar la cuerda* tanto, cualquier contratiempo podría concatenar una serie de retrasos en las otras subtareas.

4.3 La ociosidad en la operativa de catering con dos vehículos simultáneos

Según la Real Academia de la lengua Española; la *ociosidad* es un sustantivo que hace referencia al vicio de no trabajar, perder el tiempo o gastarlo inútilmente. Al realizar la operativa de catering con dos vehículos de forma simultánea, la empresa subcontratada deberá doblar el número de operarios así como de camiones disponibles para efectuar dicha tarea. En el hipotético caso que se atendiera un único avión por hora y que dichas aerolíneas decidieran contratar dos vehículos (vehículo A y vehículo B) para aplicar alguno de los procedimientos planteados en este proyecto, la empresa de catering tendría sus activos generando ingresos 8 minutos y 12,5 minutos respectivamente (en el supuesto de cargar 4 contenedores en R1 y 7 en R2 a una tasa de 1,5 minutos por contenedor y 2 minutos de posicionado/retirada de equipo). Con un único equipo (vehículo C), los activos estarían 23.5 minutos por hora generando ingresos para la empresa (10,5 minutos para cargar los FSTE de R2, 6 minutos para R1, 4 minutos de posicionamiento/retirada de equipos y un minuto en el desplazamiento entre R1 y R2). En el ejemplo planteado, el vehículo A sería un 66% menos productivo y el vehículo B un 46,8% que el vehículo C.

A una empresa le interesa que sus activos estén el máximo tiempo posible generando ingresos, incrementando de esta forma la productividad de los mismos. Si los operarios, así como sus vehículos, están más tiempo inactivos u ociosos, la productividad decrecerá. Para mitigar dicho efecto, ejemplificado en el párrafo anterior, la empresa de mayordomía deberá realizar el servicio simultáneo paralelamente en dos aeronaves para, como mínimo, obtener un rendimiento similar al que se obtenía de cada vehículo al realizar la operativa de forma individual en cada avión.

Retomando el ejemplo del primer párrafo; si se realizan dos servicios a la hora con dos equipos distintos (vehículo A y vehículo B), el tiempo que cada vehículo estará generando ingresos por hora será de 20,5 minutos (reducción de la productividad de un 12,8% por cada activo). Si la empresa de catering no estuviera conforme con dichos resultados, podría aprovechar la capacidad de sus vehículos para realizar a continuación un tercer procedimiento de forma simultánea, reduciendo así la ociosidad de sus activos y optimizando la capacidad de sus vehículos para realizar el mayor número de servicios sin tener que volver a base para recargar nuevos FSTE.

Capítulo 5: Conclusiones

5.1 Resultados obtenidos

(#) Escenario	(min) Duración de la escala	(min) Ahorro de tiempo	(%) Ahorro de tiempo	(€) Ahorro estacionamiento	(min) Tiempo cleaning	(€) Coste catering	(m) Inicio carga bodegas	(€) Incremento de los costes
0	43	-	-	-	25	90	32	-
1	37,5	5,5	12,8	10,76	12	90	26,5	-10,76
2	34	9	20,94	20,39	13	180	23	69,61
3	27	16	37,21	32,07	5	180	16	57,93

Tabla #14

La *Tabla #14* muestra el resumen de los diversos escenarios planteados en el proyecto. La primera columna muestra la duración de la escala en minutos, y sucesivamente: el ahorro de tiempo que se logra al realizar la pertinente modificación en el proceso de catering en minutos, el ahorro de tiempo en porcentaje, el ahorro económico que derivado de la reducción del tiempo que la aeronave pasa en la posición de parking, el tiempo disponible para la limpieza de la cabina, el coste de movilizar los vehículos de catering (no se contempla los productos contenidos en los FSTE), el instante de tiempo en el que debería iniciarse la carga de las bodegas para que las actividades externas del turn round finalicen en el mismo instante que las interiores y finalmente el incremento de los costes que conlleva dicha alternativa.

- **Escenario 0:** Modelo original planteado por Airbus
- **Escenario 1:** Inicio del catering en el desembarque y secuencia R2-R1
- **Escenario 2:** Catering simultáneo en R2 y R1
- **Escenario 3:** Inicio del catering en el desembarque y secuencia R2-R1

Los resultados han sido obtenidos tomando como caso de estudio el Aeropuerto del Prat (BCN) y los supuestos de la *Tabla #15*.

FSTE R1	FSTE R2	# PAX desembarque	# PAX embarque	Estacionamiento de la aeronave	# PAX PMR	# Contenedores en FWD	# Contenedores en AFT	(kg) Bulk
4	7	150	150	Con pasarela	0	3	4	500

Tabla #15

5.2 Conclusiones generales

A medida que se reduce el tiempo de escala de la aeronave, el proceso de carga de las bodegas debe iniciarse antes para que tanto las actividades de asistencia externas e internas finalicen en el mismo instante de tiempo y así las modificaciones efectuadas en el subproceso de catering logren su objetivo. Dicho inicio anticipado en la carga de las bodegas se traduce en una operativa mucho más tensa; los agentes de handling no dispondrían de tanto tiempo disponible para realizar su trabajo, el margen para imprevistos como la llegada de equipajes *de última hora* se reduciría notablemente y el nivel de estrés de los operarios aumentaría.

El escenario 1 y 3 solo serían factibles en el supuesto que no hubiera ningún pasajero con movilidad reducida incapaz de desembarcar por la pasarela ya que una de las características de dichos procedimientos es aprovechar el desembarque de pasajeros para realizar la operación de mayordomía en R2. Así pues, se debería conocer con antelación suficiente la existencia o no de algún PMR.

Las tres alternativas propuestas únicamente serían factibles en posición de finger ya que en remoto, R2 y R1 se emplean para desembarcar pasajeros.

A medida que se reduce el tiempo de escala, la tasa aeroportuaria por estacionamiento también disminuye.

Las tres soluciones propuestas no infringen ninguna ley y/o normativa aeroportuaria. Son totalmente viables desde el punto de vista tecnológico y operativo. Son de interés general tanto para aerolíneas como para los propios aeropuertos.

Por cada FSTE menos que se desee cargar, el tiempo del subproceso de mayordomía se reduciría en 1,5 minutos. Para que la duración de la escala se vea modificada por dicha acción, el inicio de la carga de bodegas deberá desplazarse 1,5 minutos por cada FSTE, para que así actividades externas e internas finalicen en el mismo instante y no se demore la finalización

del turn round. El inicio de la carga de bodegas puede desplazarse hasta el minuto 8, teniendo dicha actividad en ese instante de tiempo holgura igual a 0, formando un camino crítico con el subproceso de descarga de bodegas. Si se quisiera reducir más el tiempo de la escala, se debería de modificar el procedimiento de carga y/o descarga de bodegas para reducir su duración, en el supuesto que se desee cargar o descargar el mismo número de contenedores del caso de estudio. En el caso de descargar un menor número de contenedores de lo previsto, el tiempo se reduciría en 1,2 minutos por unidad y respecto a su carga, 1,4 minutos por unidad.

Con la reducción extra de tiempo que proporcionan las tres alternativas, se dotaría al turn round de más robustez, evitando que perturbaciones en otros subprocesos puedan derivar en un cambio en el slot de salida.

5.3 Conclusiones sobre los resultados obtenidos

5.3.1 Escenario 1

Se trata de una alternativa factible y llevada a la práctica en algunas ocasiones pero no de forma estandarizada. Los costes unitarios por escala se reducirían en 10,76€ al acortar el tiempo de estancia en posición de parking. Dicho valor, en una flota de 88 aeronaves (como es el caso de la aerolínea Vueling), suponiendo 1 escala al día con dicho procedimiento, equivaldría a una reducción de 946€ al día, 345.611,2€ anuales en el mejor de los casos (en el supuesto de que todos los aeropuertos en los que se realice el procedimiento apliquen una tasa similar a la del Prat para el servicio de catering).

Desde el instante en el que finalizaría la descarga de bodegas hasta que se iniciaría su carga pasarían 18,5 minutos. Tiempo suficiente para atender cualquier imprevisto sin comprometer la duración del turn round prevista.

El tiempo disponible para la limpieza de cabina, siempre y cuando no aparezcan interferencias con la operativa de catering, sería suficiente para realizar el servicio de forma subcontratada cumpliendo con unos estándares mínimos de calidad. Según datos facilitados por operarios de limpieza de Swissport Spain S.L., el servicio de limpieza de un A320-200 suele durar aproximadamente 12 minutos con 3 o 4 operarios. La holgura de dicha actividad sería casi nula; cualquier contratiempo podría afectar a los subprocesos siguientes. Salvo excepciones, no se suele realizar un servicio completo de limpieza en cada escala; los TCP suelen realizar una limpieza superficial de la aeronave y en este caso, el tiempo que conlleva dicho proceso es

aproximadamente de 5 a 7 minutos, aprovechando el proceso de desembarque para iniciar la limpieza.

El ahorro de tiempo sería del 12,8% (5,5 minutos). No permitiría realizar un salto extra pero existe un suficientemente importante ahorro económico como para recomendar dicho procedimiento.

5.3.2 Escenario 2

En el segundo escenario, la operativa de catering sería realizada simultáneamente por dos vehículos lo que implicaría un incremento de los costes unitarios de 69,61€ por escala. En una flota de 88 aeronaves (ejemplo nuevamente de Vueling), llevando a cabo este procedimiento en un aeropuerto con tasas equiparables a las del Prat (BCN), supondría un coste para la aerolínea diario de 6.125,68€ o de 2.235.873,8€ anuales.

Respecto al procedimiento original, el ahorro de tiempo sería del 20,94% (9 minutos), la operativa de cleaning no se vería comprometida en exceso (como en el caso anterior, el tiempo sería suficiente) y el inicio de la carga de bodegas se adelantaría 9 minutos, con 15 minutos de margen entre la descarga y carga de bodegas.

Con un coste tan elevado y una reducción de tiempo tan reducida (no se podría realizar ningún salto extra), dicho procedimiento no sería recomendado.

5.3.3 Escenario 3

La última alternativa planteada, mucho más agresiva que las anteriores, combinaría la operación simultánea de dos vehículos con inicio en el propio desembarque. Supondría una reducción del 37,21% respecto a la duración del turn round original (16 minutos), con un coste adicional de 57,93€ por escala (5.097,87€ diarios con una flota de 88 aeronaves, 1.860.711,6€ anuales). A pesar de suponer un aumento bastante considerable de los costes operativos, una reducción de 16 minutos en la escala puede permitir un salto extra al día por aeronave.

Con un ingreso medio por kilómetro ofertado (AKO)^[12] de 7,05 céntimos se podría realizar, por ejemplo, un hipotético salto extra BCN-MAD (483,6 km de distancia). Con la capacidad

ofertada de 150 pasajeros del A320-200, supondría unos ingresos adicionales de 5.114,04€ por aeronave.

En cuanto a la operativa de cleaning, puede verse comprometida al disponer de tan poco tiempo. Se debería comprobar con una prueba piloto si los TCP son capaces de realizar tal actividad cumpliendo con los estándares de calidad de la aerolínea.

Una reducción del turn round de 16 minutos, con un coste adicional de 57,93€ , cada vez que se aplique dicho procedimiento, se puede traducir en un salto adicional extra por aeronave al día, incrementando el rendimiento de la tripulación, la aeronave y otros activos de la empresa así como aumentar los ingresos por aeronave. Sin duda alguna, es una alternativa altamente recomendable.

5.4 Riesgos generales del proyecto

Necesidad de una prueba piloto

A lo largo del proyecto se han propuesto una serie de soluciones para alcanzar el objetivo de la reducción de la duración de la actividad de mayordomía y por ende el tiempo total del turn round. Dichas alternativas han sido probadas mediante herramientas de simulación informática. En la práctica, pueden surgir efectos no contemplados, como por ejemplo, el caso de las interferencias entre el personal de catering y el de cleaning al realizarse de forma simultánea ambos procedimientos. Por lo tanto, sin una prueba piloto existe un alto riesgo de que los resultados no sean tan optimistas como los esperados.

Escasa bibliografía

Una de las mayores dificultades para la realización del presente trabajo así como uno de sus riesgos es la reducida bibliografía sobre el proceso de catering y en especial, de la optimización de dicho proceso de carácter público. Al no disponer del respaldo que proporciona dicho material, quizás las soluciones planteadas en el presente trabajo ya han sido propuestas con anterioridad o incluso pueden haberse desarrollado mejores alternativas.

Nula cooperación por parte de las empresas del sector

Ha sido imposible lograr que alguna empresa del sector se involucrara en el proyecto. Los datos con los que se ha trabajado no son oficiales y se han obtenidos por otras vías. Con la información necesaria proporcionada directamente por la empresa el proyecto habría sido mucho más preciso. Trabajando conjuntamente con expertos en el campo de la mayordomía, quizás también se habrían obtenido otros enfoques útiles para la resolución del problema planteado.

Interferencias con otros equipos

En el caso de realizar con dos vehículos simultáneamente la operativa de catering pueden aumentar el número de interferencias entre los distintos equipos que operan alrededor de una aeronave. Se debería analizar mediante prueba piloto la existencia de dichas interferencias y cómo se podrían mitigar: estableciendo un orden de prioridad o aplicando nuevos procedimientos.

Operativa con menos holgura

Especialmente en la última alternativa propuesta; una reducción en la holgura de los subprocesos podría derivar en una pérdida del slot de salida en el supuesto que una actividad se retrasara. Los agentes involucrados en el turn round de una aeronave no tendrían tanto margen para imprevistos y errores.

Enfoque teórico

El proyecto ha sido realizado a partir de los datos teóricos que Airbus dispone en su manual operativo. No en todos los aeropuertos las condiciones son iguales ni los agentes auxiliares que intervienen en la escala de una aeronave se comportan siempre de la misma forma. Tampoco siempre se realiza una escala siguiendo todos los supuestos que presenta el manual al 100%. Las alternativas propuestas en el presente trabajo deberán ser evaluadas en cada caso concreto antes de su posible aplicación.

5.5 Otras posibles mejoras no desarrolladas

5.5.1 Sistema de Transporte Automatizado de Módulos (STAM)

Especificación del escenario

El atributo que se desea potenciar es la **modularidad**, es decir, dividir el sistema en unidades independientes de las otras pero conservando una cierta relación entre ellas. En el ámbito que se está trabajando significará que cada FTSE estará constituido por unidades independientes de almacenaje. Una vez modulado el contenido de los carros se conseguirá que si no todos los productos han sido consumidos o deben ser renovados, puedan quedarse dentro del carro y solo substituir lo necesario.

Dicha modularidad sería aprovechada también para acelerar el tiempo de carga y descarga de la siguiente manera:

“Imaginemos que el vehículo de catering se sitúa en R2 una vez colocado el finger. Una vez abierta L1, el operario de catering abre R2 y empieza descargando los carros vacíos o módulos que deseen ser refrescados de la parte trasera de la aeronave al camión, mientras los pasajeros están realizando el desembarque. Una vez ha abandonado el último pasajero la aeronave, otra persona (se evaluará si debe/puede ser otro operario de catering, el mismo conductor del camión o incluso un/a TCP) colocará los módulos de los FTSE de cabina que deseen ser renovados en los anclajes de un cable de alta resistencia que moverá por encima de la fila de asientos derecha los módulos mediante unas poleas mecanizadas hasta la cola de la aeronave (posteriormente se explicarán los detalles técnicos). Una vez ahí, el operario de catering descargará manualmente los módulos que deben ser reemplazados y anclará a la cuerda los nuevos para ser posteriormente colocados en la parte frontal de la aeronave.

Las ventajas que dicho sistema proporcionaría respecto al actual son las siguientes:

- Se puede iniciar la operativa de catering desde el instante en que los pasajeros empiezan a desembarcar.
- Un único camión será requerido y solo debe ser colocado en una única puerta (se reduce así el tiempo que se tarda en la colocación y el movimiento del mismo alrededor de la aeronave).

Optimización del proceso de catering en el A320-200

- Se pueden realizar simultáneamente también las tareas de limpieza en la parte izquierda del aparato.
- En caso de estar inoperativo dicho sistema o incluso que la aeronave esté en remoto, se podría seguir aplicando el sistema tradicional.

En la siguiente imagen se puede observar la distribución de la cabina de un A320-200 típica, en dos clases de asientos diferenciadas.

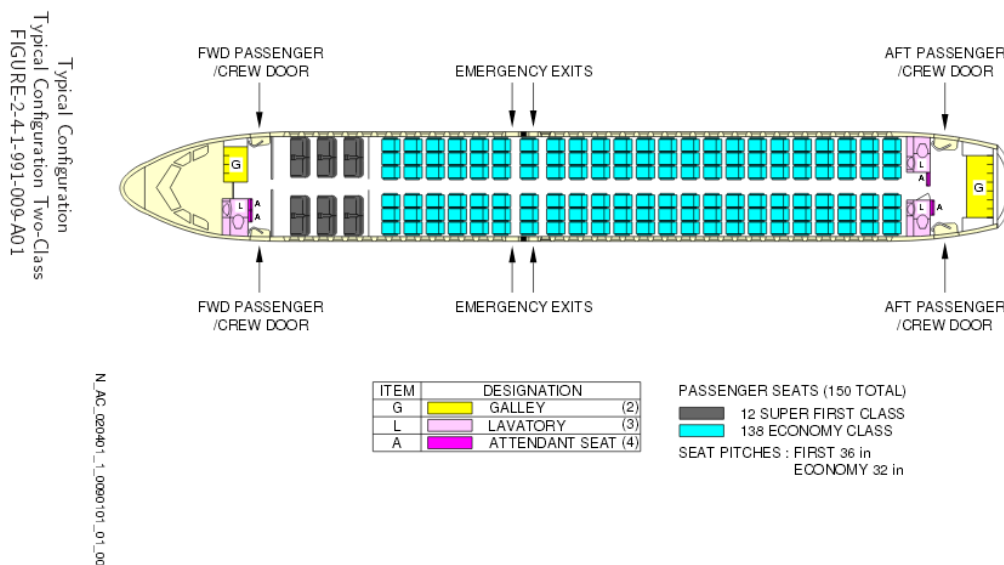


Figura #26

El sistema propuesto movería por encima de la fila de asientos derecha de la aeronave los módulos de los FTSE mediante cable, poleas y un sistema de mecanización.

La viabilidad técnica y presupuestaria de dicha alternativa no ha podido ser analizada rigurosamente debido a su elevado grado de complejidad.

Capítulo 6: Referencias

[0] A320 AIRCRAFT CHARACTERISTICS, AIRPORT AND MAINTENANCE PLANNING- AIRBUS S.A.S. ,
Last Rev. 01/06/2012

Enlace:

http://nicmosis.as.arizona.edu:8000/ECLIPSE_WEB/TSE2015/A320_DOCUMENTS/Airbus-AC-A320-Jun2012.pdf

[1] Airport Handling Manual (AHM) 33ª ed. Effective 1 January - 31 December 2013 . --
Montreal : IATA, 2013

[2] Descubrir el handling aeroportuario – Mariano Domingo Calvo --- Centro de
Documentación y Publicaciones de Aena / ISBN: 84-96456-20-X

[3] Descubrir el handling aeroportuario, páginas 92-93 – Mariano Domingo Calvo – Centro de
Documentación y Publicaciones de Aena - 2005 / ISBN: 84-96456-20-X

[4] Servicios Aeroportuarios – A.Isidoro Carmona – Fundación Aena / ISBN 84 – 95567 – 23 - 7

[5] Entrevista realizada a Reda Fazir (extrabajador de GateGourmet S.L. en la base del Prat
2008-2013) y a José Garrido Pérez (trabajador en activo de Servisair Ibérica en la base del Prat
desde 2013). Adjuntada en los anexos 6 y 7, respectivamente.

[6] Fotografía cedida por *Raúl Salinas Photography*

Enlace a la web del autor:

https://www.flickr.com/people/raul_salinas_photography/

[7] Kelley, James; Walker, Morgan. *The Origins of CPM: A Personal History*. PMNETwork

[8] Noticia referente a la huelga de la compañía de handling *Swissport Spain S.L.*

Enlace:

<http://www.preferente.com/noticias-de-transportes/aeropuertos/la-huelga-de-swissport-provoca-cancelaciones-y-retrasos-en-barajas-y-el-prat-240157.html>

[9] Guía de tarifas de Aena

Enlace:

<http://www.aena.es/csee/ccurl/978/1003/Guia%20tarifas%20AA%202014%20marzo%20V2.pdf>

[10] Future airport turnaround ground handling processes: How to reduce the turn around time of aircraft at the airport. - Trabajo elaborado por Wouter Beelaerts van Blokland, Roeland Huijser, MSc, Robin Stahls, MSc y el Prof. mr. dr. ir. Sicco Santema - *Delft University of Technology, Faculty of Aerospace Engineering -2008 Países Bajos.*

Enlace:

http://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCIQFjAA&url=http%3A%2F%2Frepository.tudelft.nl%2Fassets%2Fuuid%3Ada6f9bb6-5306-4b73-af68-efe4e00fe01b%2FMETS_1239735908670841440.pdf&ei=30C9U9zwM8iu7AbU9YGwCg&usg=AFQjCNF7twVIY3j2IKIq4bP7maAM-CYKOA&sig2=Zxml1wXjWyQ3qJysNTwKdG&bvm=bv.70138588,d.ZGU&cad=rja

[11] Portal web básico de referencia sobre las *Redes de Petri*

Enlace:

<http://www.informatik.uni-hamburg.de/TGI/PetriNets/>

[12] Fuente del *AKO* de Vueling

Enlace:

<http://fly-news.es/aerolineas/iag-gana-147-millones-de-euros-en-2013-gracias-a-vueling/>

[13] MÉTODO DEL CAMINO CRÍTICO: Planificación, Programación y Control de Proyectos - Luis Oscar Martínez Chevalier, Massiel Aymé Quéliz González, Juan Cruz Peralta Herrera – Instituto Tecnológico de Santo Domingo. INTEC, Maestría en Ciencias de Administración en la Construcción – ISBN 978-3-16-148410-2

[14] Parodi, C (2011). “El lenguaje de los proyectos”, Gerencia social. Diseño, monitoreo y evaluación de proyectos sociales. Lima – Perú. Universidad del Pacífico

Capítulo 7: Anexos

En el CD-ROM adjunto, así como en la siguiente carpeta de DropBox™, se adjuntan los siguientes anexos empleados para la realización del presente proyecto.

Enlace carpeta de DropBox™

https://www.dropbox.com/sh/m6fopna93c5d1qx/AABhFmezXquKhQ45upQlyti_a

Anexo #1

Nombre del archivo: TURN ROUND_AIRBUS SOLUTION

Tipo de archivo: Coloured Petri Net (.cpn)

Descripción: modelo elaborado para simular la escala completa del A320-200 según las recomendaciones y condiciones del manual operativo de asistencia en tierra de Airbus

Anexo # 2

Nombre del archivo: TURN ROUND_R2_R1 Solution

Tipo de archivo: Coloured Petri Net (.cpn)

Descripción: modelo elaborado para simular y evaluar la primera alternativa propuesta (apartado 4.2.1 *Inicio del catering en el desembarque y secuencia R2-R1*, página 46).

Anexo #3

Nombre del archivo: TURN ROUND_R1andR2simultaneously

Tipo de archivo: Coloured Petri Net (.cpn)

Descripción: modelo elaborado para simular y evaluar la segunda alternativa propuesta (apartado 4.2.2, *Catering simultáneo*, página 53).

Anexo #4

Nombre del archivo: TURN ROUND_R1andR2simultaneously_R2startsatdeboardingtime

Tipo de archivo: Coloured Petri Net (.cpn)

Descripción: modelo elaborado para simular y evaluar la tercera alternativa propuesta (apartado 4.2.3, *Inicio del catering en el desembarque y secuencia R2-R1*).

Anexo #5

Nombre del archivo: Planificacion temporal

Tipo de archivo: PDF

Descripción: planificación seguida en el proyecto. Realizada en Microsoft Project y resumida en el PDF.

Anexo #6

Nombre del archivo: Resumen entrevista #1

Tipo de archivo: PDF

Descripción: resumen de la entrevista a Reda Fazir, ex operario de Gate Gourmet S.L. en el aeropuerto del Prat (BCN) utilizada como referencia en diversos apartados del trabajo.

Anexo #7

Nombre del archivo: Resumen entrevista #2

Tipo de archivo: PDF

Descripción: resumen de la entrevista a José Garrido Pérez, operario Pérez de Servisair Ibérica en el aeropuerto del Prat (BCN).

10 de julio del 2014, en Sabadell

Ian González Espinosa