

# Gestión de stocks en fases de finalización de proyecto en la empresa

## TRABAJO FIN DE MÁSTER

**Máster Universitario en Ingeniería de Organización y Logística**

Escuela Politécnica Superior de Alcoy

Universitat Politècnica de València

Alumno: **Carles Marzal Pastor**

Director(es): Gregorio Rius Sorolla

Fecha de entrega: 23 Julio 2019

## Contenido

<b>1</b>	<b><i>Introducción</i></b> .....	<b>4</b>
1.1	Objeto del trabajo .....	4
1.2	Breve Descripción de la situación de partida .....	4
1.3	Estado del arte .....	4
1.4	Antecedentes teóricos.....	7
1.5	Estructura del Documento.....	7
<b>2</b>	<b><i>Una aproximación de la empresa</i></b> .....	<b>8</b>
2.1	Introducción .....	8
2.2	Productos .....	8
2.3	Clientes.....	8
2.4	Proveedores .....	8
<b>3</b>	<b><i>El objeto de Estudio</i></b> .....	<b>9</b>
3.1	Introducción .....	9
3.2	Objeto del Problema .....	9
3.3	Procesos asociados al problema .....	9
3.4	Estructura organizativa afectada.....	9
<b>4</b>	<b><i>Descripción de las Incidencias/Observaciones/Síntomas</i></b> .....	<b>10</b>
4.1	Introducción .....	10
4.2	Mapeado del Flujo de Valor.....	10
4.3	Análisis de incidencias/Observaciones .....	11
4.4	Análisis de previsiones .....	13
<b>5</b>	<b><i>Posibles acciones a realizar</i></b> .....	<b>15</b>
5.1	Introducción .....	15
5.2	Posibles soluciones.....	15
5.3	Descripción Detallada de las soluciones .....	15
5.3.1	Stock de seguridad.....	15
5.3.2	Stock de alerta.....	16
5.3.1	Pactar con el cliente entregas restantes .....	16
5.3.1	Pactar con el cliente el último pedido.....	17
5.3.2	Mejora VSM.....	17
<b>6</b>	<b><i>Planificación de las acciones a realizar</i></b> .....	<b>18</b>
6.1	Introducción .....	18
6.2	Plan de Implantación.....	18
6.2.1	Cálculo de stock de seguridad .....	20
6.2.2	Calculo de stock de alerta .....	20
6.2.1	Simulaciones de diferentes escenarios .....	20
<b>7</b>	<b><i>Conclusiones y posibles líneas futuras de trabajo</i></b> .....	<b>28</b>

**8 Referencias bibliográficas ..... 29**

## 1 Introducción

### 1.1 Objeto del trabajo

El objeto del trabajo es minimizar el stock de componentes obsoletos al finalizar un proyecto, para así reducir las pérdidas.

### 1.2 Breve Descripción de la situación de partida

Actualmente unos de los componentes plásticos que se monta en secuencia para la empresa Ford, se suministra desde México. El proveedor necesita cuatro semanas para la fabricación del componente, por otro lado, al estar situado en México necesita otras cinco semanas de tránsito ya que este componente tiene que ser transportado por vía marítima.

En diciembre finalizará el proyecto donde se montan estos componentes de Ford, por lo que, si se dispone de stock de materia prima o de componentes por contrato solo se podrá reclamar durante las tres semanas previas a la finalización del proyecto, o en el caso de la materia prima, durante las nueve semanas previas.

Dada esta situación de partida, se realiza este estudio para minimizar los casos en los que se dispone de este stock obsoleto.

### 1.3 Estado del arte

Según Luis Mora García (2011), la gestión de compras y aprovisionamiento tiene como misión la adquisición, reposición y entrega de materiales necesarios para el desarrollo de la actividad. Todo esto buscando el beneficio mutuo entre el proveedor y la empresa que desarrolla la actividad, contando además con que tiene que haber un equilibrio entre la calidad, la cantidad, el precio y la rapidez de suministro. Por lo que la misión principal de compras es establecer el vínculo entre ambas empresas.

Uno de los principios de los inventarios es desacoplar la demanda y la producción, así mismo, se puede considerar el inventario como un colchón entre la demanda y la oferta ya que normalmente no coinciden perfectamente. En gestión de compras existen varios tipos de costes como pueden ser los costes de adquisición, costes de reaprovisionamiento y costes de posesión (Mónica Míguez Pérez, 2006). Se deberá de buscar el punto óptimo entre estos costes teniendo en cuenta que existe otro coste; el coste de no servir la demanda, que en el caso del sector del automóvil, es tanto de dinero como de repercusión a la empresa.

Según Luis Mora Garcia (2011), en primer lugar, para un buen sistema de reaprovisionamiento se debería establecer un lote óptimo económico (EOQ). Este modelo no contempla las posibles fluctuaciones de la demanda o retrasos de los envíos, esto hace que la aplicación de este modelo sea adecuada para demandas estacionales en las que no existen grandes diferencias entre las previsiones y la demanda real. Al tener poca flexibilidad, en este modelo se producen sobrecostes en stock y en almacenamiento por riesgos de rotura de stock.

Para el cálculo de la cantidad económica del pedido a realizar se hace uso de la siguiente fórmula:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2FS}{CP}}$$

Donde:

**EOQ** = cantidad económica del pedido a realizar.

**F** = coste fijo por colocar y recibir un pedido.

**S** = ventas anuales en unidades

**C** = coste anual por mantenimiento, expresado en porcentaje de inventario

Cuando se trata de modelos de reaprovisionamiento periódico se suele establecer un nivel objetivo. Este nivel objetivo se utiliza para garantizar que no existe rotura de stock mientras se está esperando un pedido en tránsito. Este nivel objetivo se establecería como la demanda durante el tiempo de tránsito, más la demanda durante el periodo de revisión, más el stock de seguridad.

El siguiente paso sería establecer punto de reaprovisionamiento, donde intervienen factores como:

- Inventarios deseados
- Fluctuaciones de la demanda
- Stocks de seguridad

El punto de reaprovisionamiento se calcularía de la siguiente manera:

$$\text{Punto de reaprovisionamiento} = \text{Lead time} \times \text{Consumo}$$

El lead time y el consumo se deberá expresar en semanas.

Posteriormente se procede a calcular el stock requerido, que corresponde a los requerimientos de la empresa durante el tiempo que tarda el proveedor a servir los pedidos.

$$\text{Stock requerido} = SR = SLT \cdot SI$$

$$\text{Stock para LT usual} = SLT = D \cdot LT$$

Donde:

**SI** = Stock actual

**D** = Demanda promedio por día

**LT** = Lead time del proveedor

Otro de los factores que afecta directamente al stock de seguridad es el nivel de servicio del proveedor. El nivel de servicio es un factor que hace referencia a la probabilidad de que un proveedor pueda cumplir con la demanda. Para la obtención de este factor se realizaría un cálculo de distribución de probabilidades normal y el resultado sería el número de desviaciones estándar que se debería de incluir en el cálculo del stock de seguridad.

El stock de seguridad es un stock que tiene como objetivo que la empresa pueda cumplir con la demanda frente a posibles imprevistos o fluctuaciones (Amelia de Diego Morillo, 2015). El stock de seguridad se calcularía de la siguiente manera:

$$\text{Stock de seguridad} = \sqrt{((LT \cdot DS^2) + (D^2 \cdot DS_{LT}^2) \cdot FC)}$$

Donde:

**LT**= Lead time proveedor

**DS**= Desviación estándar de la demanda

**D**= Demanda diaria promedio

**DSL**T= Desviación estándar del tiempo de entrega del proveedor

**FC**= Factor de servicio

Según Julia Pahl (2014) los artículos con tiempos de vida cortos que están sujetos a deterioro son un punto de investigación, ya que se tiene una larga tradición en la integración de los efectos del deterioro y la pérdida de valor en los modelos matemáticos para la planificación y control de inventarios. Estos efectos se entienden como una pérdida general o reducción de inventario.

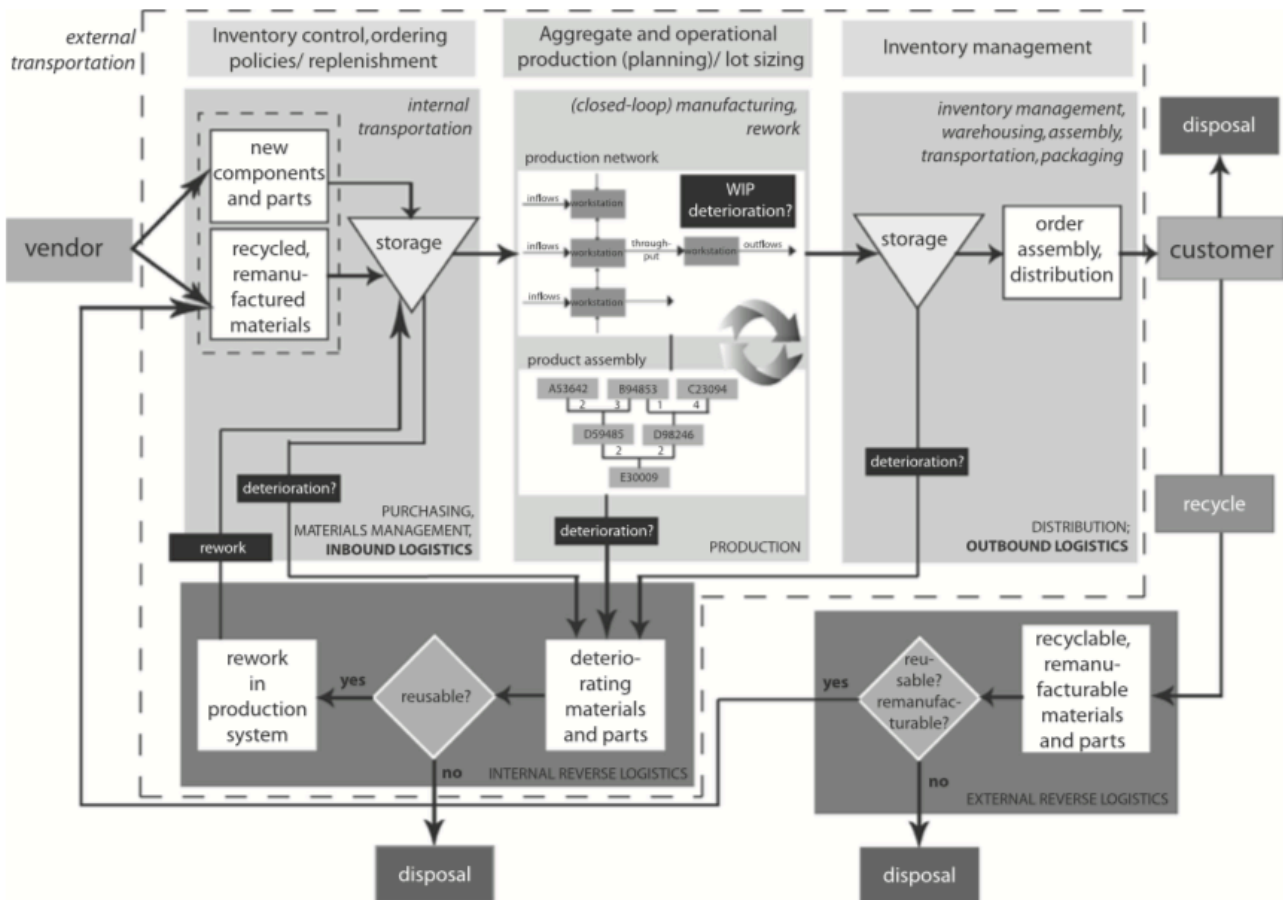


Ilustración 1 Flujo de material a través de la cadena de suministro interna y externa

En la ilustración 1, observamos que en primer lugar el vendedor se abastece de materia prima y componentes. Al almacenar estos materiales puede ocurrir que estos pasen a producción, que estén deteriorados por el tiempo o simplemente que están obsoletos. Después se observa que los materiales que están en progreso de producción también pueden quedar inutilizados, al igual que pasa en el último paso cuando se almacena el producto final.

La mayoría de los productos se deterioran dentro de un cierto intervalo de tiempo, por lo que independientemente del tamaño de este intervalo este factor desempeñará un papel importante en la planificación agregada (Julia Pahl , Stefan Voß ,2014).

Según Julia Pahl (2014) el lead time aumenta según el número de configuraciones del producto, por lo que el riesgo de tener materiales obsoletos aumenta por el largo lead time que pueden tener algunos de estos.

#### 1.4 Antecedentes teóricos

Una buena gestión de compras está compuesta por varios componentes: costes, calidad, tiempo y flexibilidad. Si estos componentes se utilizan de una manera correcta se podría optimizar los costes de la cadena de suministro. La participación de las compras junto a los proveedores juega un papel muy importante en la cadena de suministro, por lo tanto, es necesario que se coopere con el proveedor tanto en el proceso de desarrollo de productos como en el suministro de piezas en serie (Christian Uhla, Farhad Nabhanian, Florian Kaufb, Alireza Shokric and David Hughesa, 2017).

La gestión de compras tiende a integrarse en la gestión corporativa estratégica. Esta gestión estratégica se encarga del control de sistemas complejos y del establecimiento de objetivos a largo plazo. La gestión de compras afecta a los objetivos tanto a corto como a largo plazo, ya que una mala gestión puede hacer que no se pueda suministrar al cliente, además si está mal gestionada o diseñada en la cadena de suministro pueden surgir sobrecostes que impidan cumplir con los objetivos.

Para controlar sistemas complejos, como es la gestión de compras, se debe evitar que el sistema se mueva a estados no deseados. El elemento clave para cuantificar y medir la complejidad es la gestión de la varianza, es decir, se tiene que identificar que elementos internos y externos del sistema puedan alterar el sistema (H. Ulrich, G.J.B. Probst ,1995). Como elemento externo se encuentran las variantes del producto y como internos encontramos la gestión de pedidos, la variedad de productos y los procesos de fabricación y diseño necesarios para la obtención del elemento externo (R. Boutellier, G. Schuh, H.D. Seghezzi, 1997). Debido a esto se debe prestar atención a los requerimientos del cliente, pero sin comprometer los elementos internos.

#### 1.5 Estructura del Documento

En primer lugar, se realizará un mapeado de flujo de valor para observar en qué procesos y situaciones existe stock para analizarlo en el estudio. Después se analizará los posibles problemas que podrían hacer que el lead time aumentara. Posteriormente, se analizará como varía durante nueve semanas la previsión de la demanda de Ford respecto a lo ocurrido en el pasado. Por último, se procederá a realizar el plan de acción para gestión del fin de proyecto y de este modo reducir lo máximo posible el stock de componentes obsoletos.

## 2 Una aproximación de la empresa

### 2.1 Introducción

La empresa donde se realiza el estudio es una empresa del sector automóvil situada en Valencia, donde se fabrican los productos desde la materia prima hasta la entrega en secuencia al cliente.

### 2.2 Productos

Los principales productos de esta empresa están relacionados con los interiores de los vehículos, como pueden ser iluminación, puertas o techos.

### 2.3 Clientes

El principal cliente de esta empresa es Ford situada en Almusafes.

### 2.4 Proveedores

Existen proveedores a nivel nacional, europeo e internacional principalmente Estados Unidos y México. Los principales componentes que suministran son piezas plásticas, espumas, adhesivos, imanes y telas.



## 3 El objeto de Estudio

### 3.1 Introducción

Un proyecto es un periodo de tiempo de un modelo de coche determinado, cuando se realiza un restyling o cambia por completo el diseño del coche se finaliza el proyecto y se empieza otro nuevo. Normalmente los proyectos duran entre cinco y siete años, pero depende principalmente de las ventas que se produzcan durante el periodo de este proyecto. En la vida de un proyecto pueden suceder distintos cambios que pueden afectar a unos componentes o a un producto final, ya sea por cambios de ingeniería, rediseños o soluciones a problemas técnicos.

### 3.2 Objeto del Problema

El estudio se centra en un componente plástico situado en la parte delantera central del techo, que es donde se ubican luces de lectura y de cortesía, guarda objetos, micrófonos, etc. El proveedor de estas piezas plásticas está situado en México y el proyecto finalizará aproximadamente a final de año. Debido al alto lead time que posee esta pieza se tiene que realizar los pedidos al proveedor nueve semanas antes de la utilización de los componentes ya que el proveedor tiene que organizar su producción. El tiempo de tránsito de este material es de aproximadamente 35 días hasta llegar al almacén externo, donde dos veces por semanas se entregará en la planta las cantidades necesarias, siempre entregando unidades de carga enteras que son de 400 unidades. Semanalmente se van obteniendo previsiones de la demanda hasta fin del proyecto, pero posteriormente en un análisis realizado se observará que a ocho semanas vista las previsiones de la demanda sufren variaciones respecto de la demanda real.

Según se establece en el contrato con el cliente, solo se podrán reclamar compensaciones por un stock de producto terminado a tres semanas vista, y por materia prima a nueve semanas vista para valores superiores a 500 dólares. El objeto de este estudio es minimizar el stock de componentes obsoletos de este proveedor ya que se le pide al proveedor con nueve semanas de antelación, y puesto que no cumple con el periodo establecido por el cliente, este no reembolsará el importe del stock sobrante.

### 3.3 Procesos asociados al problema

Existen varios procesos asociados al problema, pero el proceso principal es el montaje de esta pieza en los techos para satisfacer la demanda del cliente. Si se produce una rotura de stock de esta pieza y no se puede satisfacer la demanda, puede haber pérdidas millonarias ya que parar la línea de producción del cliente tiene un recargo muy elevado de aproximadamente 6000 euros por minuto.

### 3.4 Estructura organizativa afectada

El principal departamento afectado será el departamento de logística ya que es el encargado de la realización de compras a proveedores, control de stock y la logística de montaje y entrega al cliente. A consecuencia se verá afectado el departamento financiero ya que dependiendo de la cantidad de stock que no se pueda reclamar al cliente, se verá repercutido en el resultado económico de la empresa.

## 4 Descripción de las Incidencias/Observaciones/Síntomas

### 4.1 Introducción

En este apartado se realiza un mapeado del flujo de valor para observar en que procesos de la cadena de suministro se posee stock. Después se procederá a realizar un análisis de los posibles problemas que hayan sucedido o pueden suceder durante el proyecto y que harían aumentara el lead time. Por último, se realizará un análisis de la previsión de la demanda para observar en periodos anteriores a nueve semanas vista la cantidad de coches que se producía. Una vez se disponga de estos datos se comparará la cantidad que se había estimado que se iba a producir con la cantidad que realmente se produjo.

### 4.2 Mapeado del Flujo de Valor

En la ilustración 2 se observa porque procesos pasan los componentes hasta que son recibidos en la planta de montaje. Este mapeado de flujo de valor está basado en un caso ideal donde no se producen retrasos de entrega ni otro tipo de problemas.

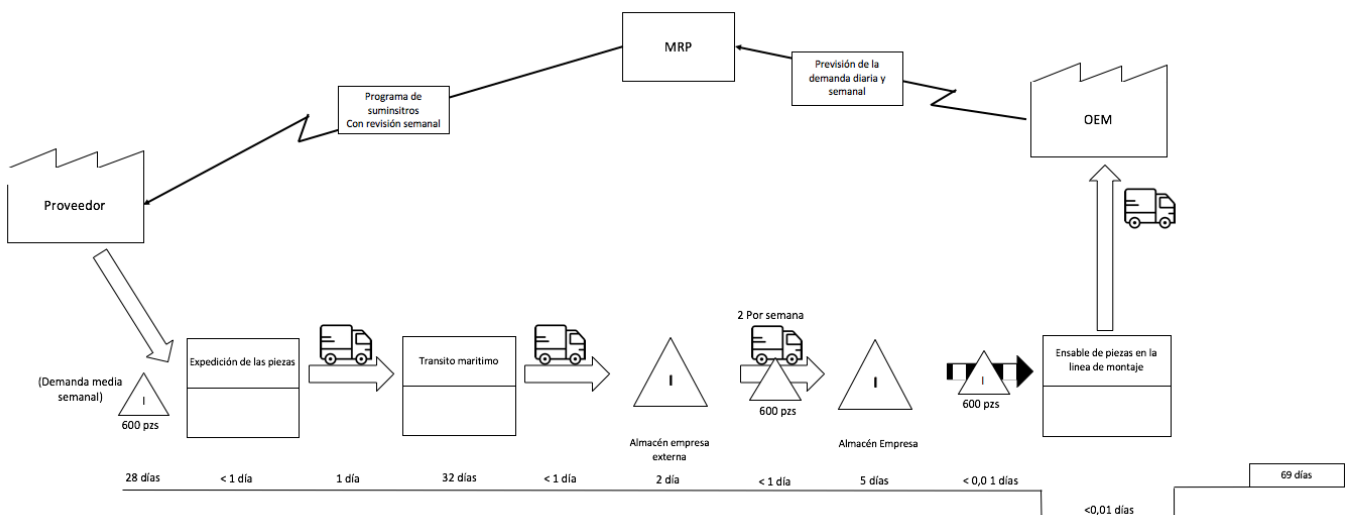


Ilustración 2 Mapeado del flujo de valor de la cadena de suministro

Es importante identificar las actividades que aportan valor al producto y las que no. De ser posible, las tareas que no aporten valor deberían de ser externalizadas o eliminadas. [5]

En este caso se observa que la mayoría de actividades que se realizan están gestionadas por un tercero como los transportes o el almacenamiento externo.

En la ilustración 3 se observa el mapeo de flujo de valor desde los procesos de montaje hasta la entrega al cliente. En este mapeo de flujo de valor se observa que la parte que más valor añadido le da al producto final son los distintos procesos de montaje por los que este pasa.

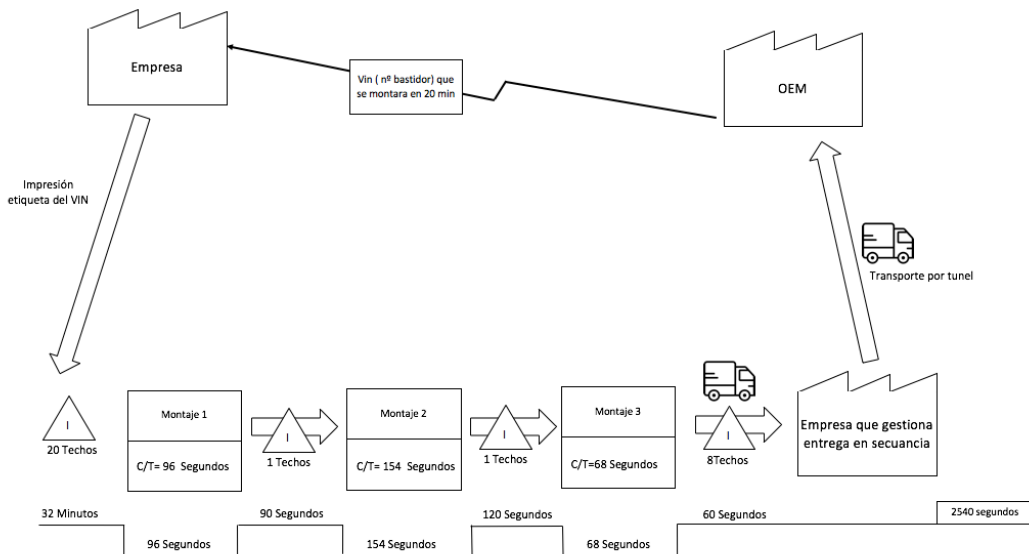


Ilustración 3 Mapeado del flujo de valor del proceso de montaje

Con la ayuda del mapeado de flujo de valor se observa que cuando se realice el análisis del stock que se posee en un momento determinado se tiene que tener en cuenta las cantidades que le hemos indicado al proveedor que puede fabricar (Pedidos en firme), la cantidad de piezas que están en tránsito y por último el stock de planta, que, aunque físicamente no estén en el mismo lugar el ERP contabiliza por igual.

### 4.3 Análisis de incidencias/Observaciones

En la ilustración 4 se observa un esquema del transporte para un envío regular de componentes.

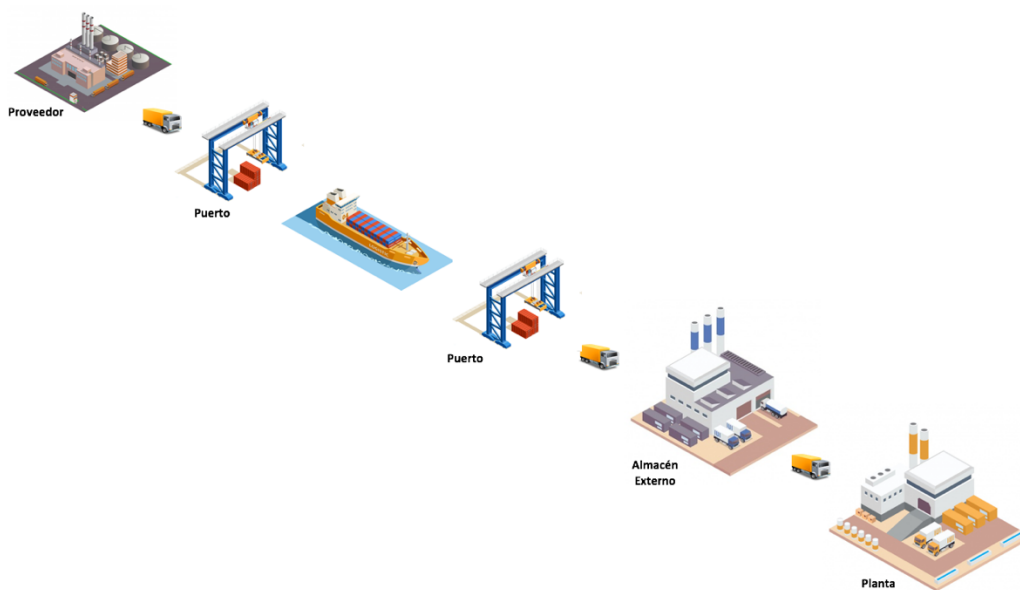


Ilustración 4 Esquema de transporte regular

En primer lugar, se realiza un transporte desde la planta del proveedor hasta el puerto de Altamira. Este recorrido tiene aproximadamente unos 500 km que con normalidad en 1 día se realiza, pero por causas climáticas o problemas de infraestructuras podría alargarse hasta 3 días.

Después, de puerto a puerto el transporte es algo más complicado, si no hay problemas, en unos 32 días la mercancía estará en el puerto destino, pero en ocasiones pueden aparecer retrasos al embarcar. Normalmente esto sucede porque el barco está lleno, lo cual hace que se deba de esperar a embarcar en el siguiente barco cuya llegada normalmente se produce una semana después. También podría darse el caso en el que se realiza una inspección de aduanas, lo cual retrasaría el proceso unos 3-4 días debido a que se deben de obtener y tramitar algunos de los documentos necesarios en este proceso.

El mayor retraso que puede producirse es el debido a causas climáticas, el cual puede variar de entre uno a veinte días. El despacho de aduanas en el puerto destino se realiza normalmente en un día laborable, pero se puede retrasar hasta incluso tres. Por último, el retraso o tiempo que se dedica al transporte hasta el almacén externo es despreciable ya que se encuentra en la misma ciudad. Ocurre lo mismo en el tiempo de transporte a la planta.

En la ilustración 5 se observa un esquema del transporte para un envío urgente de componentes.



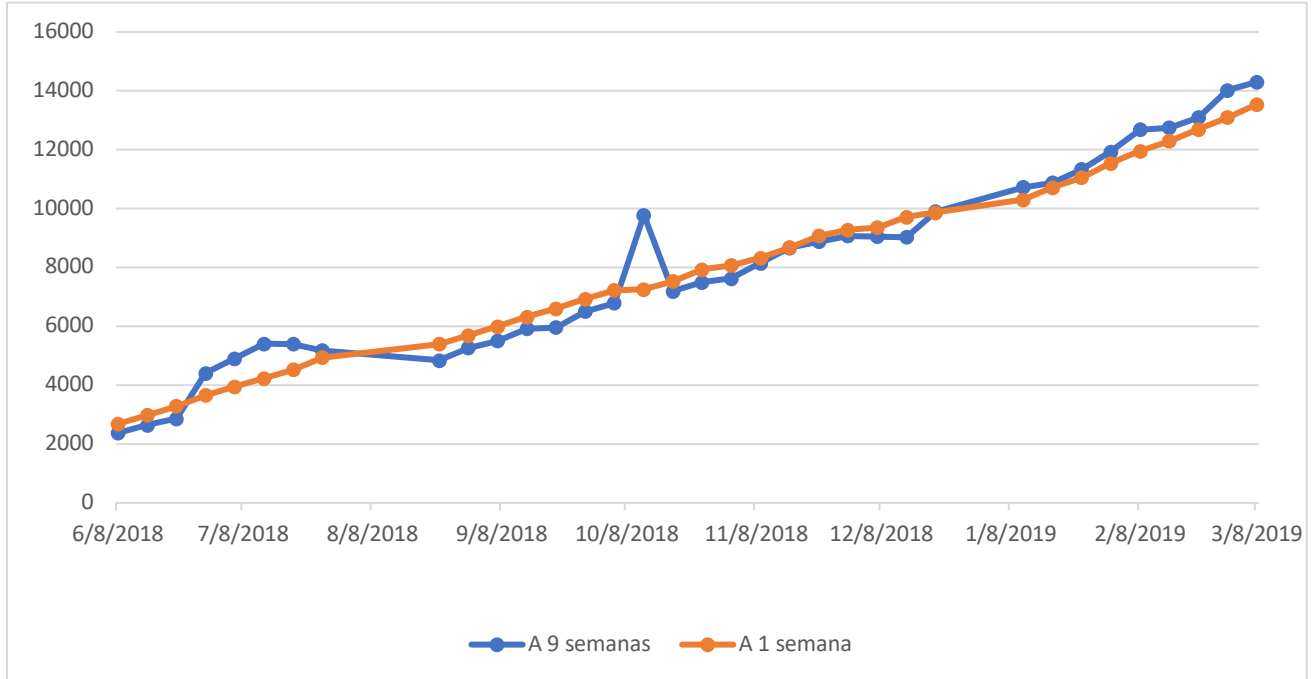
*Ilustración 5 Esquema de transporte urgente*

El primer paso es el transporte desde el proveedor al aeropuerto, el tiempo dedicado en este recorrido es menor de un día ya que el aeropuerto se encuentra cerca. Por otra parte, al igual que sucede en el transporte marítimo puede haber inspecciones de aduanas y retrasar la salida del envío entre uno y dos días. El tiempo de transito del avión es alrededor de un día, aunque por causas climáticas podría retrasarse hasta tres días. El despacho de aduanas en el aeropuerto suele tardar un día laborable pero puede alargarse hasta dos. Por último, como se trata de un envío urgente se envía directamente a la planta, ya que pronto estos componentes serán necesarios. Este transporte no tarda más de un día en llegar si es un envío urgente.

Otras veces se realizan envíos de material por transporte aéreo para pruebas o prototipos y, al no ser urgente el uso de este material, el transporte entre el aeropuerto de llegada y la planta puede tardar más debido a que se busca un grupaje para abaratar costes.

#### 4.4 Análisis de previsiones

Se ha realizado un análisis de las previsiones de producción acumulada a ocho semanas vista frente a la previsión a una semana vista. Las previsiones a una semana vista no sufren casi variaciones. El análisis se ha realizado sobre una pieza de alto consumo y coste de este proveedor.



Como se puede observar en la gráfica, en ocasiones a nueve semanas los requerimientos son superiores a la previsión realizada a una semana, y en otras ocasiones es inferior. Por esta razón, podríamos afirmar que el stock de seguridad tendrá un papel crucial para que no haya problemas al suministrar al cliente. El pico que sobresale de la tendencia de la gráfica podría ser debido a un cambio de mix de producción del proveedor, ya que normalmente el proveedor además de agrupar por modelos de coche, agrupa por características como puede ser el color interior del coche.

	Cantidad
Promedio	109
Max	2525
Min	-689

El promedio de las fluctuaciones que aparecen en la gráfica es de 109 unidades, el máximo es de 2525, esto significa que si se hubiese lanzado un programa con estos datos se tendría para la fecha del 12 de noviembre un sobre-stock de 2525 unidades. Por último, observamos que el mínimo que se ha obtenido en el análisis es de 689 unidades negativas, es decir, si se hubiese lanzado el pedido con estos datos se habría provocado que el cliente tuviera una parada de la producción.

A continuación, se realizará una evaluación de la previsión de la demanda acumulada a nueve meses vista, ya que éste es el tiempo que se necesita para que el proveedor pueda fabricar y posteriormente hacer llegar estos componentes a planta. Se han tomado los datos desde octubre 2018 hasta diciembre 2018, ya que el proyecto finalizará en diciembre 2019 y los datos pueden ser similares por las fechas y días laborables.

El proyecto finalizará la semana del 16 de diciembre de 2019 por lo que se tendrán que coger los datos de la semana del 19 octubre de 2018 para tener la previsión de la demanda a 9 semanas de finalizar el proyecto. Según las previsiones del cliente a nueve semanas vista para la semana del 17 de diciembre de 2018, se prevé una demanda acumulada de 9024 unidades. Para la misma fecha a una semana vista se prevé una demanda acumulada de 9713 unidades, a partir de lo que podemos prever que se necesitarán 689 unidades de más.

Con el análisis realizado se ha llegado a la conclusión de que no se tienen que realizar los programas teniendo en cuenta solo las previsiones, ya que con una previsión a tan largo plazo se producen cambios notables. Los resultados obtenidos del análisis de la demanda a 9 semanas vista se deberán de exponer al cliente antes de lanzar el último pedido para pactar un acuerdo antes de emitirlo. Dos meses antes de finalizar el proyecto, de forma semanal, sería aconsejable comprobar la situación para poder detectar si es necesario realizar un nuevo pedido mediante transporte urgente.

## 5 Posibles acciones a realizar

### 5.1 Introducción

En este apartado se expondrán las posibles soluciones para reducir al mínimo el stock obsoleto al final de proyecto.

### 5.2 Posibles soluciones

La prioridad en este estudio es reducir el stock de componentes obsoletos al final de proyecto pero todo ello sin poner en riesgo el servicio al cliente. Esto es de gran importancia ya que el coste por parar la producción del cliente durante tan solo un minuto es de 6000€, y en este tipo de componentes con un lead time tan alto, las pérdidas podrían ser millonarias.

### 5.3 Descripción Detallada de las soluciones

#### 5.3.1 Stock de seguridad

El stock de seguridad es una cantidad extra de material para evitar posibles roturas de stock frente a cambios inesperados de la demanda, retrasos del proveedor u otras circunstancias que hagan que se consuma más stock del esperado. Actualmente no se realizan cálculos de stock de seguridad, simplemente se pide la demanda prevista con una antelación de 60 días junto a una semana extra de stock basándose en el consumo máximo de una semana. Por lo que se deberá de establecer un stock de seguridad para poder actuar frente cualquier consumo extra de componentes.

En primer lugar, existe el caso idóneo con transporte regular con un lead time de 35 días, pero por retrasos, inspecciones, u otras causas, podría ascender hasta 42 días. Por lo que para el cálculo del stock de seguridad consideraremos el peor de los casos, es decir un lead time de 42 días. Para el cálculo del stock de seguridad no se tendrá en cuenta los retrasos de 20 días por causas climáticas en el transporte marítimo, ya que hay muy poca probabilidad de que esto ocurra. Si se tuviera en cuenta haría que tuviésemos un nivel de stock de seguridad muy alto. Al igual que el transporte regular, para los envíos urgentes se considerará el peor de los casos con un lead time de 10 días laborables.

Aproximadamente quedan unos siete meses de proyecto, por lo que para el primer mes se establecerá un stock de seguridad que tendrá en cuenta el tiempo de transporte (TT) y el promedio de las fluctuaciones (PF), ya que este es el que provoca rotura de stock. Al final de los dos primeros meses se recalculará el stock de seguridad y las cantidades que se deberían pedir al proveedor. Por tanto, para el cálculo de este primer mes se utilizará la siguiente fórmula:

$$SS = TT \cdot RD + PF$$

Donde SS es el stock de seguridad y RD son los requerimientos diarios de este componente para la producción.

Para los seis meses siguientes se establecerá un stock de seguridad donde solamente tendremos en cuenta el tiempo de transito de un transporte urgente máximo (TTUM), es decir 14 días para cubrir los posibles retrasos por aduanas u otras causas. Por tanto se calculará el stock de seguridad de la siguiente manera:

$$SS = TTUM \cdot RD$$

Con este stock de seguridad se buscará reducir al mínimo el stock realizando envíos urgentes cuando existan algún imprevisto, ya que transportar una semana de producción mediante transporte aéreo tiene aproximadamente un coste de 2000 euros frente al valor de una semana de stock que equivale aproximadamente a unos 6800 euros. Los últimos meses del proyecto, aunque se tenga este último stock de seguridad se considerará si es posible reducirlo manualmente al ejecutar el MRP.

Existen métodos estadísticos que siguen patrones de la demanda, pero en este caso no se pueden utilizar ya que no se poseen históricos de variaciones de demanda o no se calcula cuando es el momento idóneo para realizar el pedido (Punto de pedido) ni EOQ (Lote económico).

### 5.3.2 Stock de alerta

También se establecerá un stock de nivel de alerta (SA), un stock para que el sistema avise cuando haya una cantidad de stock determinada. Se calculará multiplicando el tiempo de transporte urgente (7 días) por los requerimientos diarios (RD) de este componente.

$$SA = TTU \cdot RD$$

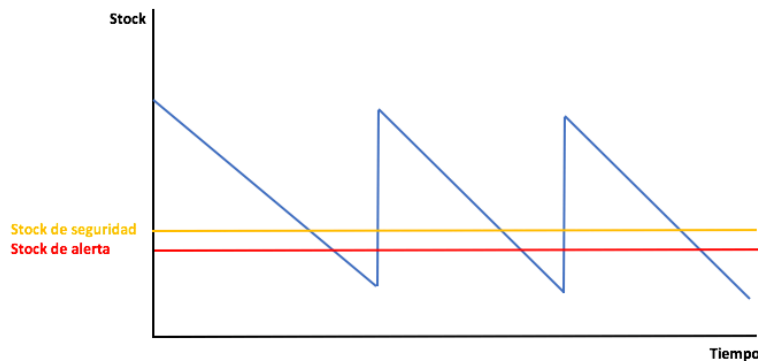


Ilustración 6 Gráfica dientes de sierra

En la ilustración 6 se observa la gráfica de dientes de sierra donde se pueden observar los niveles de stock. El stock de alerta actuaría avisando acerca de la cantidad de stock de seguridad que se está consumiendo, ya sea por un aumento de la demanda o por algún retraso de envío.

### 5.3.1 Pactar con el cliente entregas restantes

Una posible opción sería mostrar el análisis de la demanda realizado al cliente y ver si es posible que se hicieran cargo del coste del sobre-stock restante, otra opción sería gestionar conjuntamente las previsiones de la demanda y así ajustar al máximo los stocks al final de proyecto.



### 5.3.1 Pactar con el cliente el último pedido

Según los resultados obtenidos en análisis de la demanda del 2018, para un último pedido a 9 semanas vista se ha observado que la demanda acumulada a una semana vista era superior en 689 unidades. Esto se deberá de exponer al cliente, ya que al ser el último pedido que se emita y estar a finales de proyecto las cantidades deben de ser lo más ajustadas posibles a la demanda real que se tendrá. El cliente podría ayudar a emitir este pedido proporcionando una previsión más exacta, o haciéndose cargo de los posibles transportes urgentes que puedan ser necesarios para llegar a la demanda, o haciéndose cargo del coste del material restante

### 5.3.2 Mejora VSM

Tras la observación de los transportes y almacenajes que aparecen en el mapa de flujo de valor, se propone la posibilidad de llevar la mercancía directamente del puerto al almacén de la empresa sin pasar por el almacén externo. La finalidad de esta mejora es minimizar el stock de todos los componentes del proyecto durante los últimos meses del mismo, de esta forma el material debería de estar en el almacén de la empresa. El coste de almacenamiento externo por un envío completo de esta referencia es aproximadamente de 700 euros/mes, por lo que con esta propuesta se podría ahorrar este coste.

## 6 Planificación de las acciones a realizar

### 6.1 Introducción

Normalmente el cliente no aceptará renegociar los términos de reembolso de componentes obsoletos. Si el cliente aceptara los nuevos términos se procedería a pedir las cantidades que aparecen en la previsión de la demanda sin stock de seguridad. En caso contrario se realizará el cálculo del stock de seguridad, y el material se llevaría directamente al almacén de la empresa estableciendo un plan de acción a realizar cada vez que se ejecute el MRP.

### 6.2 Plan de Implantación

Para el plan de implementación se contemplarán 213 días, que son aproximadamente los 7 meses que quedan de proyecto. En primer lugar, se parametrizará el MRP introduciendo el stock de seguridad que se usará hasta el día 31.

**Día 1-31:** Se ejecutará semanalmente el MRP para enviar una actualización del pedido al proveedor con los stocks de seguridad ya introducidos. Aunque se actualicen semanalmente los pedidos, los envíos al proveedor se realizan mensualmente en concreto la primera semana del mes. Estas actualizaciones no afectarán a los pedidos en firme, a no ser que se necesiten incrementos por cambios de la demanda del cliente. Un pedido enviado en firme no se debería de modificar ya que, el proveedor ya se ha abastecido de materia prima y se ha organizado la producción con las cantidades indicadas en el mismo. El proveedor de este análisis exige tener el pedido del siguiente mes en firme.

Como el proyecto finaliza en diciembre y hay un tiempo de tránsito de más de un mes, al ejecutarse el MRP el sistema calculará que la última entrega del material se realizará en Septiembre.

Manualmente esta entrega se debería de modificar, quitando 400 unidades de esta última entrega e introducir una nueva entrega en Noviembre. En caso de ser necesario esta última será recogida por envío urgente para de esta manera poder ajustar los stocks, ya que la previsión de la demanda oscila mucho respecto a la que se producirá realmente.

En la ilustración 7 se puede observar lo que el usuario vería al ejecutar el MRP. En primer lugar, aparece el stock de partida en el momento que se ejecuta el MRP, después, en la segunda línea se observa que hay una entrega prevista para el mismo día y junto a esto se pueden ver los consumos previstos para cada día. Estos consumos son mucho más exactos que las previsiones a ocho semanas ya que, estas previsiones de consumos diarios provienen de las previsiones diarias que Ford envía mediante EDI (Electronic Data Interchange). Por último, utilizando los parámetros establecidos anteriormente en el MRP, el sistema ha planificado que se necesitarán 1400 piezas para el día 1 de julio.

FECHA	TIPO	UNIDADES	STOCK
	STOCK DE PARTIDA	1200	
3/6/19	ENTREGA MATERIAL	1200	2400
4/6/19	CONSUMO MATERIAL	-124	2276
5/6/19	CONSUMO MATERIAL	-143	2133
6/6/19	CONSUMO MATERIAL	-98	2035
7/6/19	CONSUMO MATERIAL	-76	1959
10/6/19	CONSUMO MATERIAL	-113	1846
11/6/19	CONSUMO MATERIAL	-187	1659
12/6/19	CONSUMO MATERIAL	-132	1527
13/6/19	CONSUMO MATERIAL	-142	1385
14/6/19	CONSUMO MATERIAL	-178	1207
17/6/19	CONSUMO MATERIAL	-210	997
18/6/19	CONSUMO MATERIAL	-40	957
19/6/19	CONSUMO MATERIAL	-110	847
20/6/19	CONSUMO MATERIAL	-45	802
21/6/19	CONSUMO MATERIAL	-39	763
24/6/19	CONSUMO MATERIAL	-117	646
25/6/19	CONSUMO MATERIAL	-118	528
26/6/19	CONSUMO MATERIAL	-115	413
27/6/19	CONSUMO MATERIAL	-45	368
28/6/19	CONSUMO MATERIAL	-134	234
1/7/19	PLANIFICACION DE ENTREGA	1400	1634
1/7/19	CONSUMO MATERIAL	-176	1458
2/7/19	CONSUMO MATERIAL	-165	1293
3/7/19	CONSUMO MATERIAL	-153	1140
4/7/19	CONSUMO MATERIAL	-102	1038
5/7/19	CONSUMO MATERIAL	-148	890
8/7/19	CONSUMO MATERIAL	-89	801

Ilustración 7 MRP

**Día 31-213:** A partir del día 31 se parametrizará de nuevo el stock de seguridad, con el nuevo SS establecido. Al ejecutar el MRP después de establecer el nuevo stock de seguridad se observará que las cantidades que se requieren para las últimas entregas (que se tenían como pedidos variables) se han reducido debido a que el SS también se ha visto reducido. Al igual que en el periodo anterior, la entrega de septiembre se fraccionará y se pondrá una nueva entrega en noviembre para ir ajustando al máximo el stock. También se tendrá en cuenta que la entrega de septiembre podría fraccionar en tres partes dejando otra entrega en diciembre de poca cantidad, ya que el envío urgente suele tardar 7 días.

### 6.2.1 Cálculo de stock de seguridad

En este apartado se procede a calcular los dos stocks de seguridad que se utilizarán en las distintas fases. Para el periodo de tiempo desde el día 1 al 31 se utilizará el siguiente stock de seguridad:

$$SS_1 = TT \cdot RD + PF$$

Donde TT es el tiempo de transporte, RD la cantidad diaria de componentes que se necesitan y PF es el promedio de las fluctuaciones. Por lo tanto:

$$SS_1 = TT \cdot RD + PF = 42 \cdot 56 + 109 = 2461$$

Para el periodo de tiempo del día 32 al 213 se utilizará el siguiente stock de seguridad:

$$SS_2 = TTUM \cdot RD$$

Donde TTUM es el tiempo de transporte urgente máximo que puede tardar y RD la cantidad diaria de componentes que se necesitan, por lo tanto:

$$SS_2 = TTUM \cdot RD = 10 \cdot 56 = 560$$

### 6.2.2 Calculo de stock de alerta

Para el stock de alerta se utilizará la siguiente fórmula:

$$SA = TTU \cdot RD$$

Donde TTU es el tiempo de transporte urgente y RD la cantidad diaria de componentes que se necesitan;

$$SA = TTU \cdot RD = 7 \cdot 56 = 392$$

Normalmente si saltase el aviso del stock de alerta, si no fuese por algún error cometido al emitir pedidos, se tratará que estamos esperando algún pedido próximamente y por motivos de aumento de producción podría saltar este aviso de stock.

### 6.2.1 Simulaciones de diferentes escenarios

En este apartado se realizarán 3 simulaciones de distintos escenarios con el software Anylogic.

Escenario 1: Último pedido por transporte marítimo con stock de seguridad  $SS_2$ , con tiempo de transito sin retrasos (35 días).

Para fin de proyecto se prevé una demanda acumulada de 9024 unidades a 9 semanas vista que es cuando se va hacer el pedido. La cantidad a traer en este envío será de 1494 unidades ya que a nueve semanas vista la demanda acumulada es de 7530 unidades. Estos datos provienen del análisis de las previsiones de demanda realizado del 2018.

Por lo tanto, los datos a considerar son:

- Lead time: 35 días.
- Producción diaria: 41 unidades/día

- Stock de partida= 1200 unidades
- $SS_2$ = 560 unidades
- Stock total= 1760 unidades
- Cantidad a envío= 1491 unidades

En la ilustración 8 se puede observar el transito del barco, los días de simulación y el stock en planta en cada día.

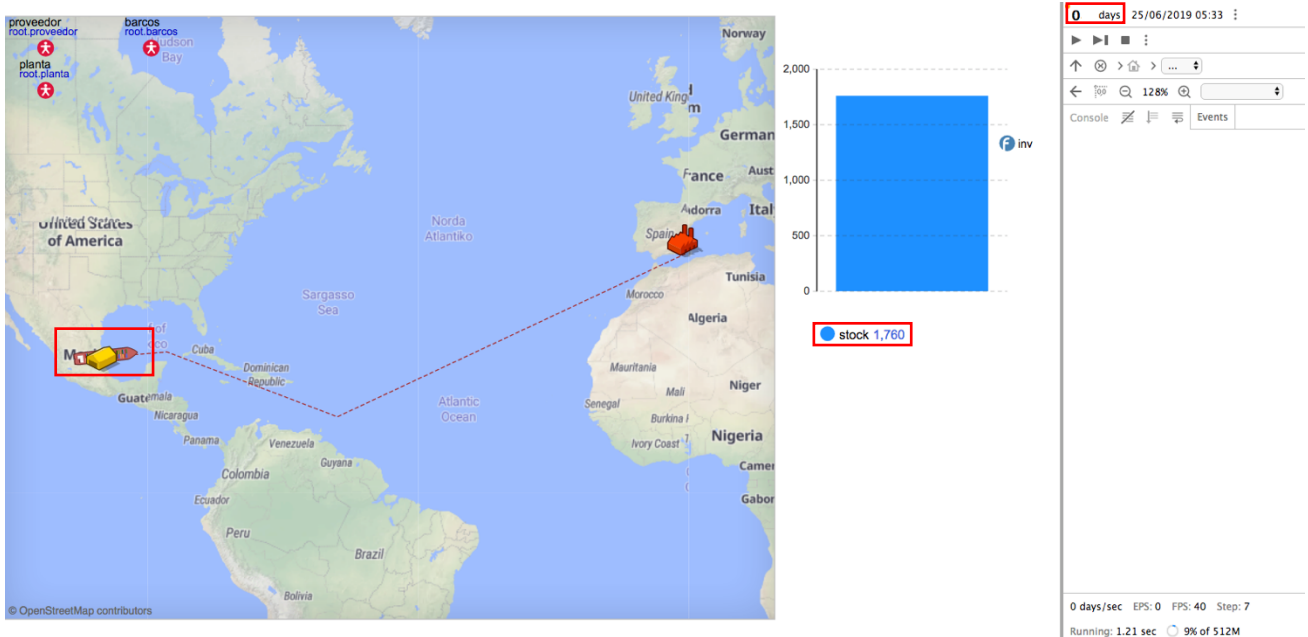


Ilustración 8 Simulación escenario 1 día 0

En la ilustración 9 se observa que el stock se ha reducido porque han pasado 15 días, que equivalen a 615 unidades procesadas.

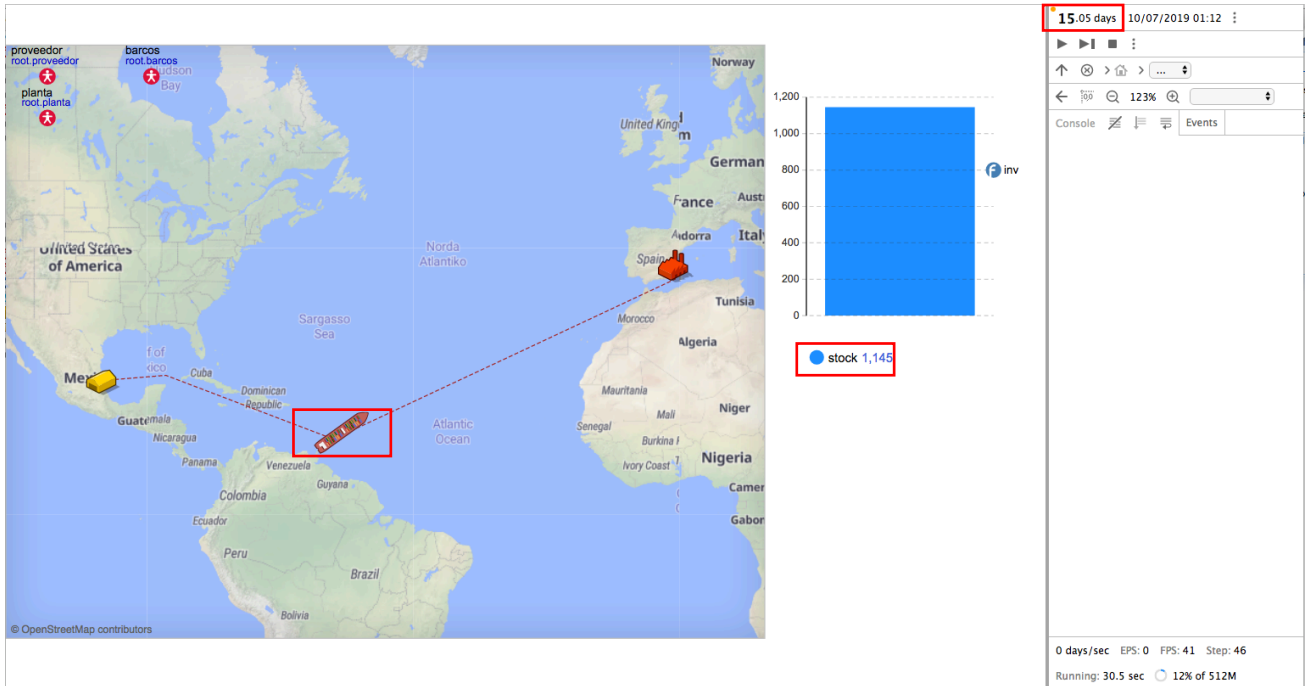


Ilustración 9 Simulación escenario 1 día 15

En la ilustración 10 se observa que un día antes de recibir el envío quedan en planta 653 unidades, que es un valor por encima del stock de seguridad.

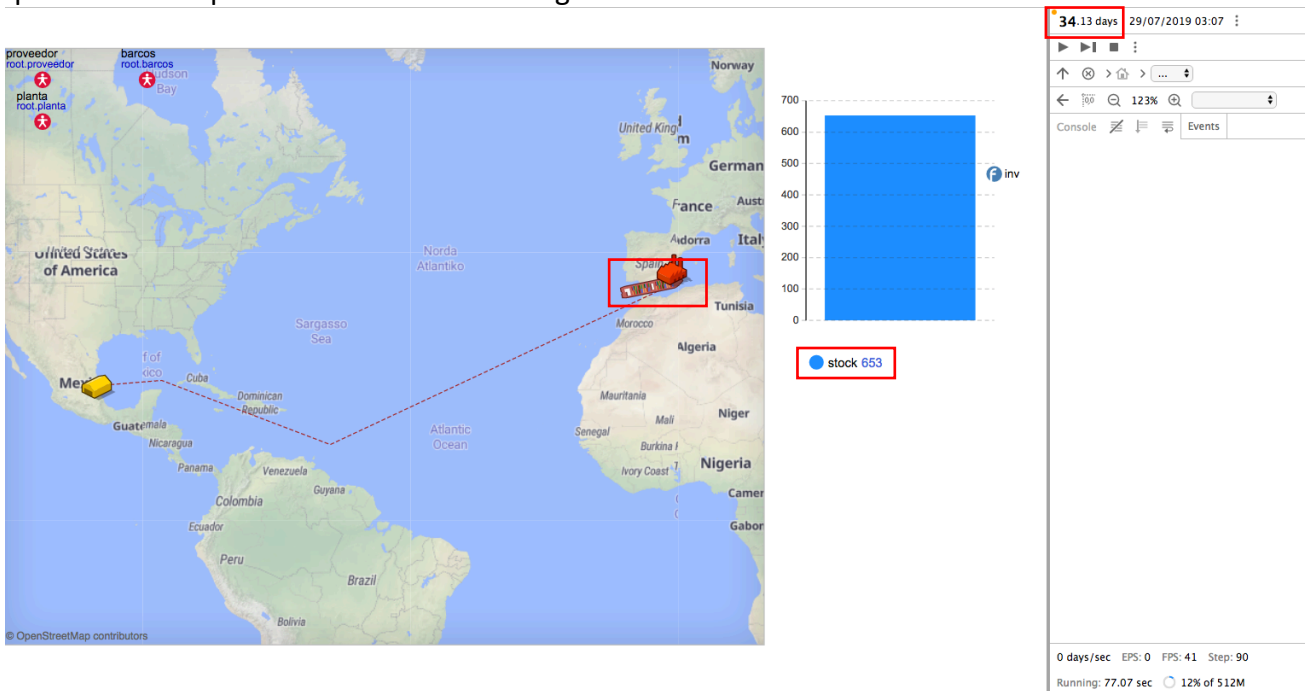


Ilustración 10 Simulación escenario 1 día 34

En la ilustración 11 se observa que al recibir el envío en planta el stock que se tiene en ese día es de 2024 unidades.

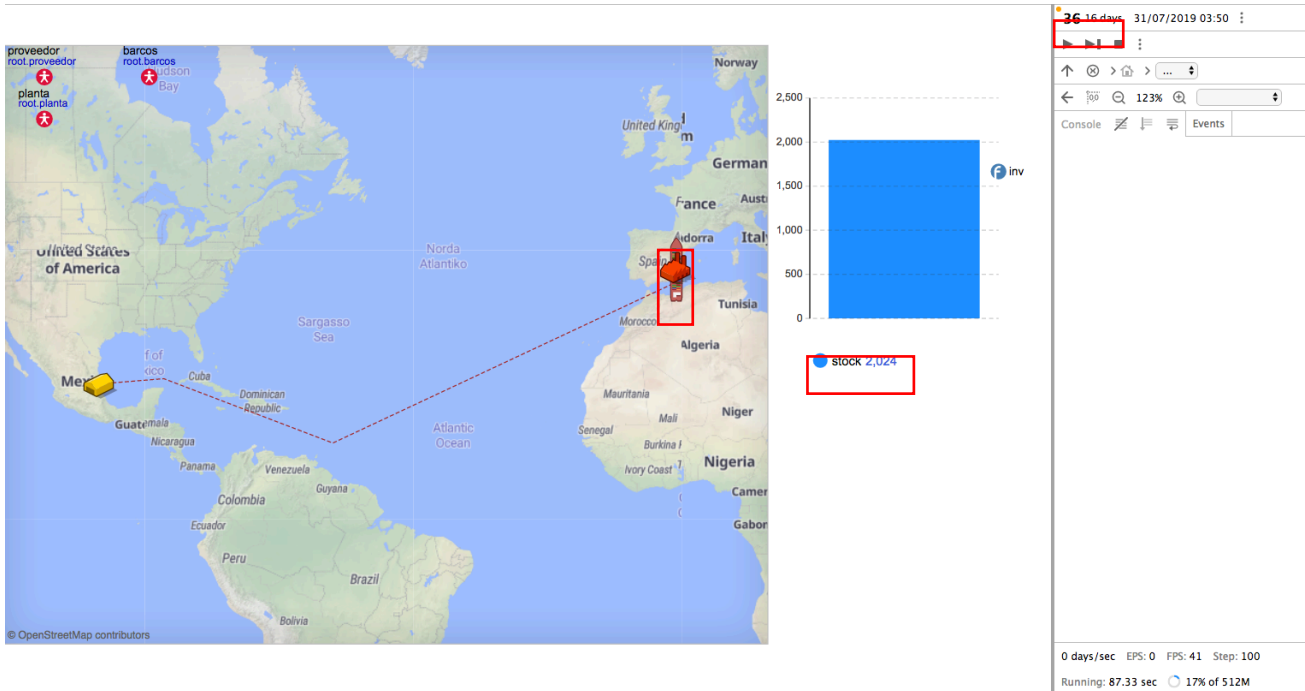


Ilustración 11 Simulación escenario 1 día 36

Observando la simulación y comparando los resultados con los históricos de la demanda, a nueve semanas vista se prevé una demanda acumulada de 9024 unidades. Si esto se cumple no habría rotura de stock porque 1 día antes de recibir el envío aún se dispondría de 653 unidades en stock. Pero si ocurre como en el análisis del 2018 en el que la demanda real acumulada para esa fecha era de 9713 unidades, dispondríamos de 689 unidades más por lo que se tendría una rotura de stock de 36 unidades.

Escenario 2: Último pedido por transporte marítimo con stock de seguridad  $SS_2$ , con tiempo de transito con retrasos (42 días).

Por lo tanto, los datos a considerar son:

- Lead time: 41 días.
- Producción diaria a considerar: 41 unidades/día
- Stock de partida= 1200 unidades
- $SS_2$ = 560 unidades
- Stock total= 1760 unidades
- Cantidad a envío= 1491 unidades

En la ilustración 12 se observa que un día antes de recibir el envío quedan en planta 325 unidades, que es un valor por debajo del stock de seguridad.

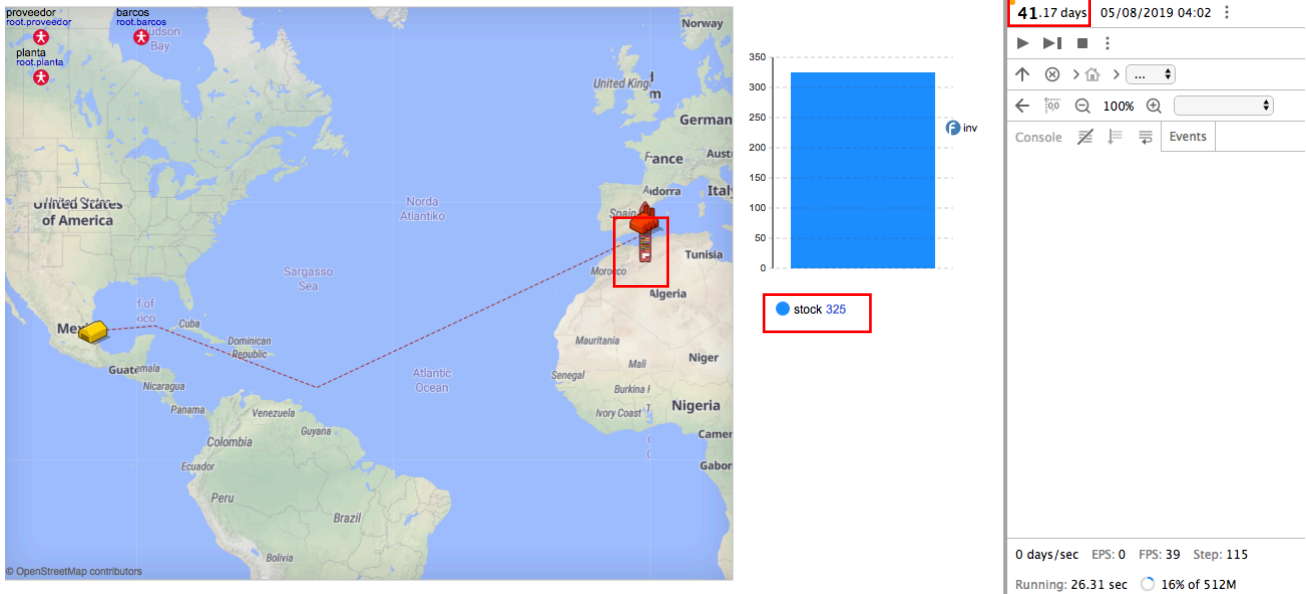


Ilustración 12 Simulación escenario 2 día 41

En la ilustración 13 se observa que al recibir el envío en planta el stock que se tiene en ese día es de 1778 unidades. Al observar los resultados si la demanda acumulada de 9024 unidades se cumple no habría rotura de stock. Pero si ocurre como en el análisis del 2018, en el que la demanda real acumulada para esa fecha era de 9713 unidades, se dispondría de 689 unidades más lo que provocaría una rotura de stock de 364 unidades.

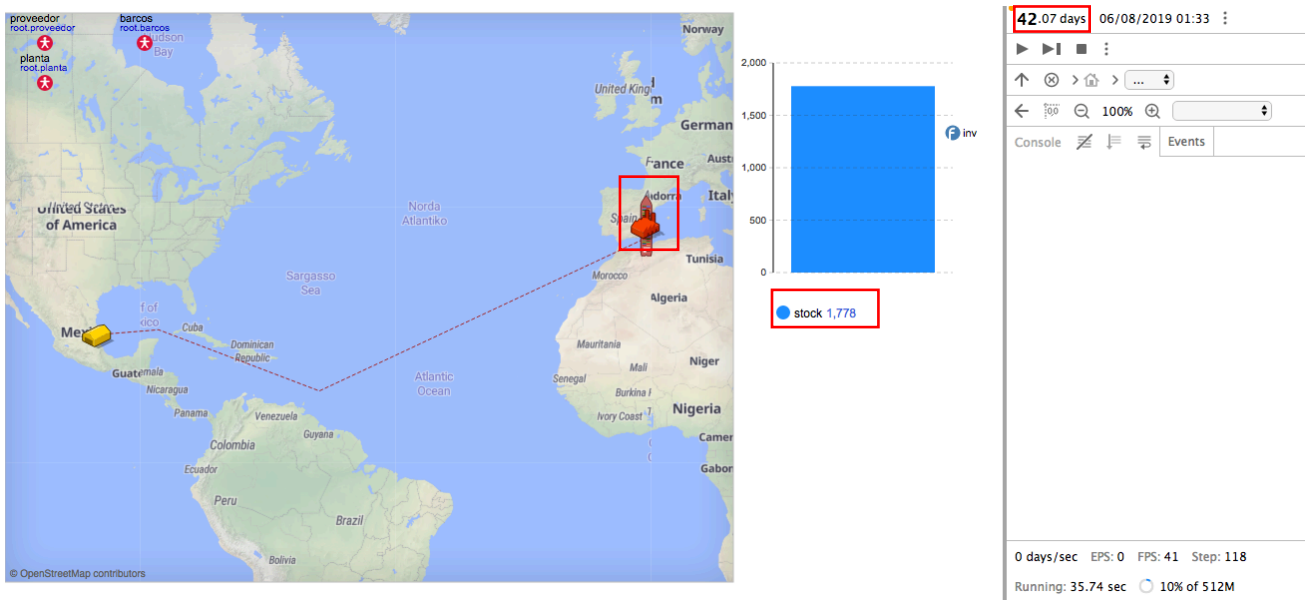


Ilustración 13 Simulación escenario 2 día 42

Escenario 3: Último pedido por transporte Aéreo sin stock de seguridad, con tiempo de transito sin retrasos (7 días). Para la semana de finalización del proyecto se prevé un acumulado de 9024 unidades, en esta previsión se han contado las cuatro semanas de antelación con las que se tiene que pedir el pedido al cliente y la semana de transito, obteniendo una demanda acumulada a cinco semanas vista de 8683. Por tanto, la cantidad a pedir es de 341 unidades.



En las simulaciones se observa como si el avión tardara 7 días en llegar, pero en realidad el avión tarda 1 día, los otros días son por transporte desde el proveedor a aeropuerto, aduanas, etc.

En las simulaciones se observa que el avión tarda 7 días en llegar, pero este periodo no hace referencia solo al tiempo que tarda el avión en llegar a su destino, que es uno, sino también contempla los días de transporte desde el proveedor al aeropuerto, aduanas, etc...

Por lo tanto, los datos a considerar son:

- Lead time: 7 días.
- Producción diaria a considerar: 18 unidades/día
- Stock de partida= 185 unidades
- Cantidad a envío= 341 unidades

En la ilustración 14 se observa el transito del avión, el stock de partida de 185 unidades y el tiempo de simulación.

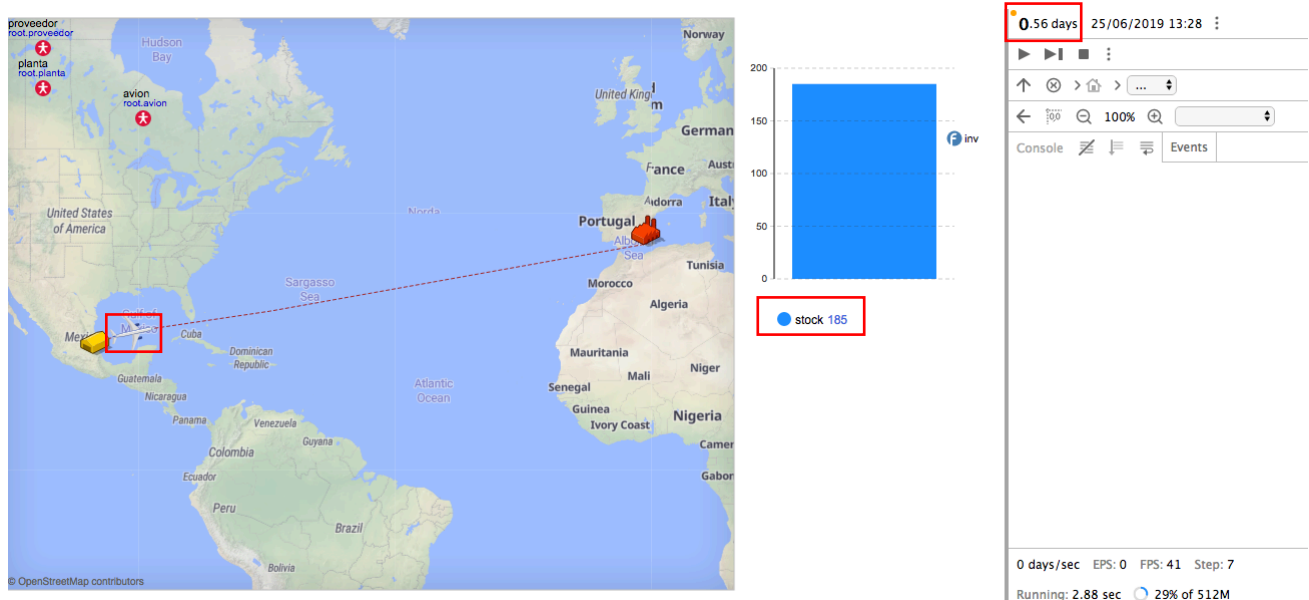


Ilustración 14 Simulación escenario 3 día 0

En la ilustración 15 se observa el transito del avión después de 3 días y como se ha visto reducido el stock por la producción en este periodo de tiempo.

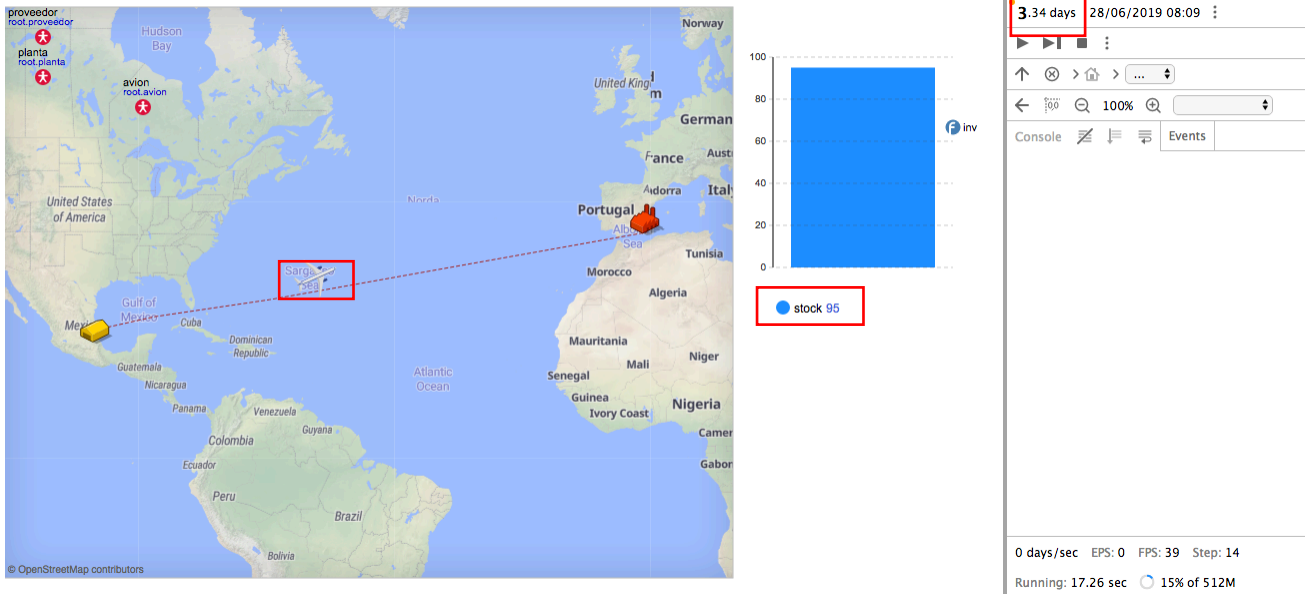


Ilustración 15 Simulación escenario 3 día 3

En la ilustración 16 se observa que un día antes de recibir el envío el stock en planta es de 5 unidades.

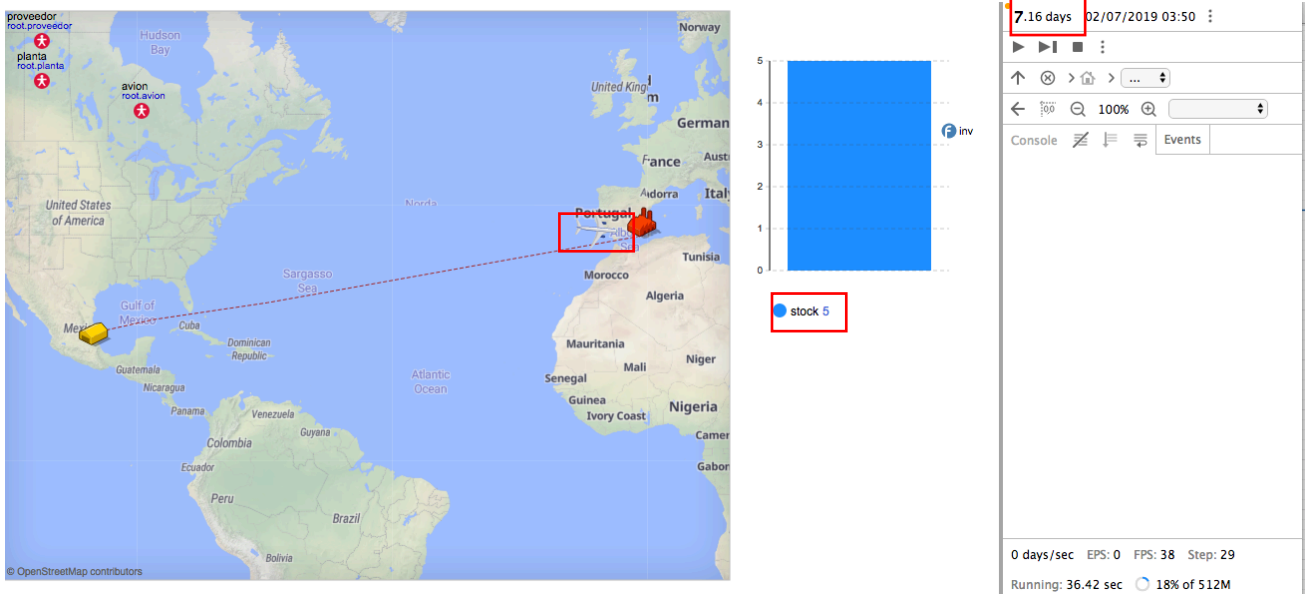


Ilustración 16 Simulación escenario 3 día 7

En la ilustración 17 se observa el stock que se tiene en planta el día que se recibe el envío, en concreto 346 unidades. Al observar los resultados, podemos afirmar que si la demanda acumulada de 9024 unidades se cumple no habría rotura de stock, pero si ocurre como en el análisis del 2018 en la que la demanda real acumulada para esa fecha era de 9713 unidades, se dispondría de 689 unidades más lo que provocaría una rotura de stock de 343 unidades.

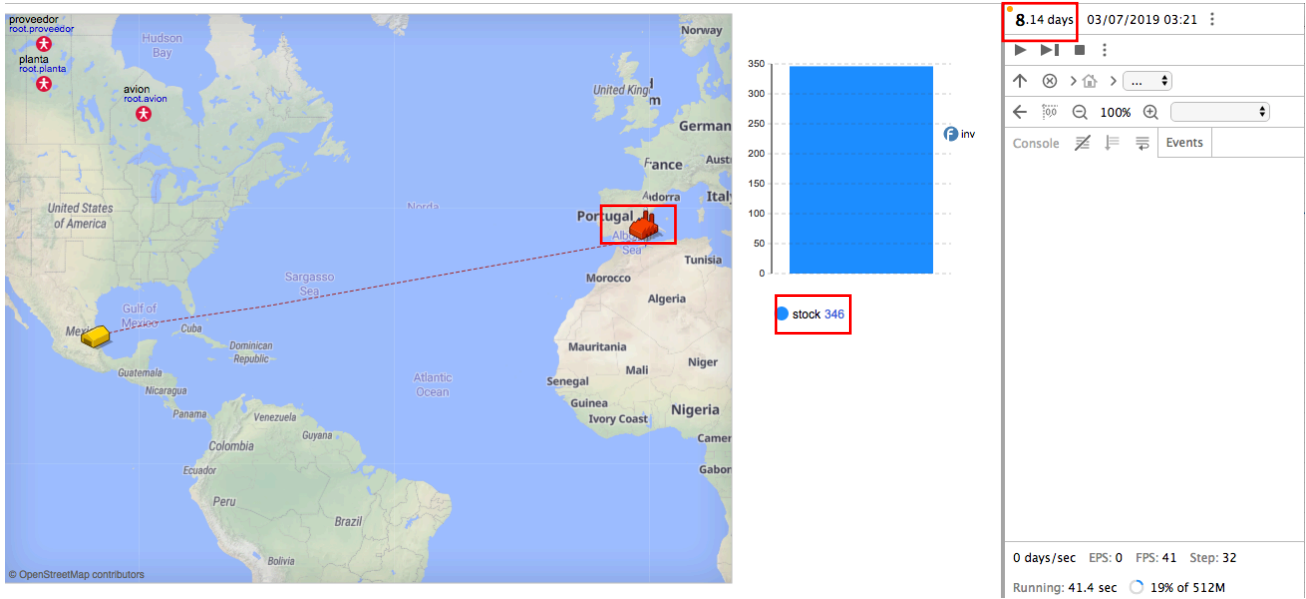


Ilustración 17 Simulación escenario 3 día 8

## 7 Conclusiones y posibles líneas futuras de trabajo

En este proyecto se ha llevado a cabo un estudio a fin de mejorar la gestión del stock en fases finales de proyecto en el sector del automóvil. En primer lugar, durante la realización de este estudio hemos podido obtener información de utilidad al analizar las previsiones de la demanda. En concreto se observa que al realizar el pedido al proveedor situado en México, la demanda a nueve semanas vista está sujeta a grandes fluctuaciones por lo que la cantidad que se recibe puede resultar insuficiente.

A fin de evitar que se produzca una rotura de stock, se plantea definir un stock de seguridad teniendo en cuenta las fluctuaciones, la demanda y el lead time.

La propuesta que se plantea tras este estudio es la de definir distintos stocks de seguridad a medida que se va acercando la fecha final del proyecto en cuestión, para de esta forma lograr reducir al máximo el stock del que se dispone al finalizar el mismo. Con el software Anylogic se han realizado distintas simulaciones para poder observar cómo puede verse afectado el stock en planta habiendo retrasos de envío, o teniendo envíos con distintos stocks de seguridad.

También se debería especificar tanto un stock de alerta y stock de seguridad desde el inicio del proyecto e ir actualizando los cálculos de estos stocks al poseer más información con el transcurso del proyecto. Como conclusiones obtenidas tras el estudio y análisis de lo comentado anteriormente, podemos definir ciertas pautas a llevar a cabo para minimizar este stock. La primera y más recomendable para el desarrollo de las demás es la de recabar la máxima información posible sobre las previsiones de demanda y demanda real a lo largo del proyecto, para de esta forma poder realizar estudios sobre las posibles fluctuaciones y patrones que afecten a la demanda. Junto con la propuesta de definir varios stocks de seguridad, también sería conveniente especificar un stock de alerta y stock de seguridad al inicio del proyecto e ir actualizándolos conforme a la información que se disponga durante el transcurso del proyecto. Al poseer más información, podemos prever y desarrollar una línea de acción que controle en la medida de lo posible los distintos problemas que puedan ir apareciendo y afecten al stock.

Una posible futura línea de trabajo a seguir en la realización de nuevos proyectos sería la de incluir en la valoración de proveedores y en la fase de selección, el coste que se produce en los sobre-stocks al incrementarse los tiempos de entrega.

Otra propuesta interesante que podría ser de gran utilidad sería incorporar alguna clase de acuerdo comercial para regular y establecer una diferenciación entre los proveedores con lead time bajo y los que disponen de un lead time alto. Este acuerdo comercial trataría de regular con el proveedor la fase final del proyecto, teniendo unas condiciones u otras dependiendo de cómo sea su lead time. Esto trataría de equilibrar la balanza respecto a estos dos tipos de proveedores, ya que el factor del "lead time" del proveedor afecta a la eficacia de la compra, debido a que las compras se realizan partiendo de previsiones de la demanda que son susceptibles a fluctuaciones. Este factor ayudaría en la mejora tanto del desarrollo del proveedor como en la mejora del desarrollo del proyecto en la fase final del mismo.

## 8 Referencias bibliográficas

Christian Uhla, Farhad Nabhanian, Florian Kaufb, Alireza Shokric and David Hughesa (2017) Purchasing Management: The Optimisation of Product Variance.

H. Ulrich, G.J.B. Probst (1995) instructions for holistic thinking and acting.

R. Boutellier, G. Schuh, H.D. Seghezzi (1997) industrial production and customer proximity a contradiction.

M. Rother, J. shook (1999) Learning to see, value stream mapping to add value and eliminate muda.

Luis Mora Garcia (2011) Gestión logística integral

Mónica Míguez Pérez (2006) Introducción a la gestión de stocks: El proceso de control, valoración y gestión de stocks.

Amelia de Diego Morillo (2015) Gestión de pedidos y stock.

Julia Pahl , Stefan Voß (2014) Integrating deterioration and lifetime constraints in production and supply chain planning: A survey.