



# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

---

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales

Máster en Ingeniería Avanzada de Producción, Logística y Cadena de Suministro

## Tesina Fin de Máster

Análisis de situación y Propuesta de layout de una empresa de mantenimiento de vehículos de manutención portuarios.

Estudiante	<b>Sergio Ávila Montero</b>
Fecha	15/09/2018
Director Tesis	Prof. José P. García Sabater
Curso	2017/2018

## Resumen

A lo largo del siguiente trabajo de fin de máster se ha realizado un proyecto de mejora para una empresa de servicios portuarios dedicada a vehículos de manutención. Este documento está dividido en cuatro apartados principales siendo estos: Descripción de la empresa, alternativas al diseño del layout, plan de implantación y por último un presupuesto.

Inicialmente en la descripción de la empresa y para poder tener un conocimiento de ésta, se ha realizado una pequeña descripción del grupo al que pertenece y posteriormente una descripción de la sede que será objeto de estudio. A lo largo de la descripción de la sede de Kalmar Global se podrá ver que grupos de trabajo tiene, que funciones realiza cada uno y que maquinaria se ve afectada por ellos. Por otro lado también se podrá observar el organigrama que presenta y que parte se verá afectado durante este trabajo.

Además también durante este primer punto estará la descripción del proceso afectado.

Durante el punto perteneciente al diseño del layout de las alternativas se planteará un análisis de requerimientos a partir del cual se han obtenido las diferentes alternativas, los distintos diseños que serán evaluados y la selección y evaluación de la mejor alternativa a partir de una selección multicriterio que será evaluado mediante un modelo AHP. Para poder resolverlo se ha utilizado un software característico de simulación, llamado Super Decisions. Al mismo tiempo para una mejor comprensión del flujo de camiones y personal por el interior de la nave se ha realizado un modelo de simulación con el programa SIMIO.

En el tercer punto se planteará el plan de implantación que deberá seguir la empresa Kalmar Global (sede Valencia) para poder llevar a cabo este proyecto. En este punto se indicarán las tareas a realizar, quienes serán los responsables de que se cumplan y la duración que se prevé que tendrán.

Finalmente se plasmará un presupuesto donde se podrá ver el coste de la realización del proyecto.

## Índice

<b>Resumen</b>	<b>2</b>
<b>1 Introducción</b>	<b>6</b>
<b>2 Descripción de la empresa</b>	<b>7</b>
2.1 Introducción	7
2.2 Descripción grupo Cargotec	7
2.3 Descripción Kalmar Global (sede Valencia)	10
2.3.1 Antecedentes	18
2.3.2 Organigrama	19
2.3.3 Clientes	20
2.3.4 Proveedores	20
2.3.5 Procesos	21
2.4 Situación actual	25
2.4.1 Objeto del problema	25
2.4.2 Estructura organizativa afectada	25
2.4.3 Layout	27
2.5 Conclusiones	28
<b>3 Diseño de alternativas y selección</b>	<b>29</b>
3.1 Introducción	29
3.2 Análisis de requerimientos	29
3.3 Alternativa 1	30
3.4 Alternativa 2	33
3.5 Alternativa 3	35
3.6 Herramienta de simulación de las alternativas (SIMIO)	37
3.7 Selección alternativa	43
3.8 Conclusiones	51
<b>4 Plan de implantación</b>	<b>53</b>
4.1 Introducción	53
4.2 Responsables y participantes	53
4.3 Tareas a realizar en el proyecto	55
4.4 Descripción de tareas	56
4.5 Diagrama Gantt	74
<b>5 Presupuesto</b>	<b>76</b>
<b>6 Conclusiones</b>	<b>78</b>
<b>Referencias</b>	<b>79</b>

## Índice de figuras

Figura 1: Ubicación sedes de las empresas pertenecientes al grupo Cargotec Fuente:Autor.....	7
Figura 2:Evolución histórica Cargotec(2) .....	8
Figura 3: Ventas grupo Cargotec (3,4).....	9
Figura 4: Pedidos recibidos grupo Cargotec(3,4).....	10
Figura 5: Ubicación Kalmar Global (sede Valencia) Fuente: Autor .....	11
Figura 6: Grúas STS Noatum Fuente: Autor .....	12
Figura 7: Trastainer Noatum Fuente:Autor .....	13
Figura 8: Mosquito Noatum Fuente:Autor.....	14
Figura 9: RS Noatum Fuente:Autor .....	15
Figura 10: Departamento de averías soltando el pulpo. Fuente:Autor.....	15
Figura 11:Reparaión grúa STS. Fuente: Autor.....	16
Figura 12: Mafis Noatum Fuente:Autor.....	17
Figura 13: Organigrama empresa Kalmar Global (sede Valencia) Fuente:Autor .....	19
Figura 14: Mapa procesos Kalmar Global (sede Valencia) Fuente:Autor .....	21
Figura 15: Proceso departamento mantenimiento de camiones Kalmar Global (sede Valencia) 1 Fuente:Autor.....	23
Figura 16: Proceso departamento mantenimiento de camiones Kalmar Global (sede Valencia) 1.2 Fuente:Autor.....	24
Figura 17: Estructura afectada de la empresa Kalmar Global (sede Valencia) Fuente:Autor.....	26
Figura 18: Layout Fuente:Autor.....	27
Figura 19: Análisis de requerimientos en el diseño de layout Fuente:Autor.....	29
Figura 20: Layout alternativa 1. Fuente:Autor.....	31
Figura 21: Layout alternativa 2. Fuente Autor.....	34
Figura 22: Layout alternativa 3. Fuente: Autor.....	36
Figura 23: Objeto Source del programa SIMIO. Fuente: Autor .....	37
Figura 24:Objeto Sink del programa SIMIO. Fuente: Autor .....	37
Figura 25:Objeto workstation del programa SIMIO. Fuente: Autor.....	37
Figura 26: Objeto Path del programa SIMIO. Fuente: Autor .....	38
Figura 27: Objeto Worker del programa SIMIO. Fuente: Autor.....	38
Figura 28: Objeto BasicNode del programa SIMIO. Fuente: Autor .....	38
Figura 29: Modelo de simulación alternativa 3.Fuente:Autor .....	38
Figura 30: Bloques de código empleados en el programa Super Decisions. Fuente:Autor.....	39
Figura 31: Código de programa para llevar a mantenimiento correctivo. Fuente:Autor.....	39
Figura 32:Código de programa para seleccionar destino correctivo de corta duración. Fuente:Autor.....	40
Figura 33: Código de programa para la salida del mafi en correctiv de corta duración. Fuente:Autor.....	41
Figura 34: Código de programa que devuelve los mafis al parking. Fuente:Autor.....	41
Figura 35: Código empleado para la creación de camiones en zona de preventivo. Fuente:Autor.....	42
Figura 36: Ampliación código creación camiones zona de preventivo. Fuente:Autor .....	42
Figura 37: Esquema jerárquico modelo AHP. Fuente:Autor .....	44
Figura 38: Esquema jerárquico Super Decisions. Fuente:Autor .....	44
Figura 39: Pesos de los criterios. Fuente:Autor.....	45
Figura 40: Ponderación pesos alternativas vs criterio 1. Fuente:Autor .....	46
Figura 41: Ponderación pesos alternativas vs criterio 2. Fuente:Autor .....	47
Figura 42: Ponderación pesos alternativas vs criterio 3. Fuente:Autor .....	48
Figura 43: Ponderación pesos alternativas vs criterio 4 Fuente:Autor .....	48
Figura 44: Ponderación pesos alternativas vs criterio 5 Fuente:Autor .....	49
Figura 45: Ponderación pesos alternativas vs criterio 6 Fuente:Autor .....	50
Figura 46: Pesos y resultados Super Decisions Fuente:Autor.....	51
Figura 47: Resumen ventajas de las diferentes alternativas Fuente:Autor .....	52
Figura 48:Resumen inconvenientes de las diferentes alternativas Fuente: Autor.....	52
Figura 49: Secuencia de grupos de trabajo. Fuente: Autor.....	74
Figura 50: Secuencia de tareas 1. Fuente:Autor .....	74
Figura 51:Secuencia de tareas 2. Fuente:Autor.....	74
Figura 52:Secuencia de tareas 3. Fuente:Autor.....	75
Figura 53:Secuencia de tareas 4. Fuente:Autor.....	75

## Índice de tablas

<i>Tabla 1: Ventas anuales grupo Cargotec (3,4)</i> .....	8
<i>Tabla 2: Pedidos recibidos grupo Cargotec(3,4)</i> .....	9
<i>Tabla 3: Proveedores Kalmar Global (sede Valencia) Fuente:Autor</i> .....	20
<i>Tabla 4: Escala de ponderación(9)</i> .....	45
<i>Tabla 5: Pesos obtenidos en los diferentes criterios. Fuente:Autor</i> .....	46
<i>Tabla 6: Pesos de las alternativas en función del criterio 1. Fuente:Autor</i> .....	47
<i>Tabla 7: Pesos de las alternativas en función criterio 2 Fuente:Autor</i> .....	47
<i>Tabla 8: Pesos de las alternativas en función criterio 3. Fuente:Autor</i> .....	48
<i>Tabla 9: Pesos de las alternativas en función criterio 4 Fuente:Autor</i> .....	49
<i>Tabla 10: Pesos de las alternativas en función criterio 5 Fuente:Autor</i> .....	49
<i>Tabla 11: Pesos de las alternativas en función criterio 6 Fuente:Autor</i> .....	50
<i>Tabla 12: Responsables de las tareas. Fuente:Autor</i> .....	54
<i>Tabla 13: Personal encargado de realizar las tareas. Fuente:Autor</i> .....	54
<i>Tabla 14: Listado de tareas y paquetes de trabajo. Fuente:Autor</i> .....	55
<i>Tabla 15: Tarea 1: Adecuación de la nave. Fuente:Autor</i> .....	56
<i>Tabla 16: Tarea 2: Adecuación cambios estructurales. Fuente:Autor</i> .....	57
<i>Tabla 17: Tarea 3: Instalación eléctrica. Fuente:Autor</i> .....	58
<i>Tabla 18: Tarea 4: Instalación de fontanería. Fuente:Autor</i> .....	59
<i>Tabla 19: Tarea 5: Señalización seguridad y salud. Fuente:Autor</i> .....	60
<i>Tabla 20: Tarea 6: Solicitud iberdrola. Fuente:Autor</i> .....	61
<i>Tabla 21: Tarea 7: Limpieza nave. Fuente:Autor</i> .....	62
<i>Tabla 22: Tarea 8: Adecuación zona de trabajo de cada estación. Fuente:Autor</i> .....	63
<i>Tabla 23: Tarea 9: Inventario material de cada estación. Fuente:Autor</i> .....	64
<i>Tabla 24: Tarea 10: Comprar material estación mantenimiento. Fuente:Autor</i> .....	65
<i>Tabla 25: Tarea 11: Traslado de mafis. Fuente:Autor</i> .....	66
<i>Tabla 26: Tarea 12: Definir zonas de mantenimiento. Fuente:Autor</i> .....	67
<i>Tabla 27: Tarea 13: Traslado material a la nueva nave. Fuente:Autor</i> .....	68
<i>Tabla 28: Tarea 14: Hacer inventario almacén. Fuente:Autor</i> .....	69
<i>Tabla 29: Tarea 15: Colocación material del almacén en la nueva nave</i> .....	70
<i>Tabla 30: Tarea 16: Comprar material de repuesto de los mafis. Fuente:Autor</i> .....	71
<i>Tabla 31: Tarea 17: Nuevas contrataciones de personal de mantenimiento. Fuente:Autor</i> .....	72
<i>Tabla 32: Tarea 18: Formación al nuevo personal. Fuente:Autor</i> .....	73
<i>Tabla 33: Presupuesto partida A1. Fuente:Autor</i> .....	76
<i>Tabla 34: Presupuesto total. Fuente:Autor</i> .....	77

## 1 Introducción

El objetivo del siguiente trabajo de fin de máster es el de ayudar a la empresa Kalmar Global (sede Valencia) a seleccionar la mejor alternativa al diseño del layout de su nueva nave donde realizarán el mantenimiento integral de vehículos de manutención propios de servicios portuarios.

Para poder realizar lo planteado en el objetivo del TFM se han hecho diferentes reuniones con personal de la empresa implicada y con profesionales propios del sector automovilístico.

Toda la información de este proyecto se ha ido estructurando en cuatro grandes puntos: Descripción de la empresa, alternativas al diseño del layout, un plan de implantación y un presupuesto.

Inicialmente en la descripción de la empresa y para poder tener un conocimiento de ésta, se ha realizado una pequeña descripción del grupo al que pertenece y posteriormente una descripción de la sede que será objeto de estudio. A lo largo de la descripción de la sede de Kalmar Global se podrá ver que grupos de trabajo tiene, que funciones realiza cada uno y que maquinaria se ve afectada por ellos. Por otro lado también se podrá observar el organigrama que presenta y que parte se verá afectado durante este trabajo.

Además también durante este primer punto estará la descripción del proceso afectado.

Durante el punto perteneciente a las alternativas al diseño del layout se planteará un análisis de requerimientos a partir del cual se han obtenido las diferentes alternativas, los distintos diseños que serán evaluados y la selección y evaluación de la mejor alternativa a partir de una selección multicriterio que será evaluado mediante un modelo AHP. Para poder resolverlo se ha utilizado un software característico de simulación, llamado Super Decisions. Al mismo tiempo para una mejor comprensión del flujo de camiones y personal por el interior de la nave se ha realizado un modelo de simulación con el programa SIMIO.

En el tercer punto se planteará el plan de implantación que deberá seguir la empresa Kalmar Global (sede Valencia) para poder llevar a cabo este proyecto. En este punto se indicarán las tareas a realizar, quienes serán los responsables de que se cumplan y la duración que se prevé que tendrán.

Finalmente se plasmará un presupuesto donde se podrá ver el coste de la realización del proyecto.

## 2 Descripción de la empresa

### 2.1 Introducción

El objetivo de este apartado es hacer una descripción de la empresa **Kalmar Global**, es una empresa perteneciente al grupo **Cargotec**. Con esta descripción se conseguirá tener un entendimiento del funcionamiento y de la importancia que tiene dentro del grupo. Además también se realizará una descripción de todo el grupo, de este modo conseguimos ubicar en todo su conjunto que ofrece dicho grupo y empresa al sector portuario. Por motivos de confidencialidad y tamaño de empresa solo se realizará el estudio de la sede que presentan en el Puerto de Valencia. Sin embargo cuando se realice la descripción de todo el grupo Cargotec, sí se expondrán datos a nivel global de todo Kalmar junto a sus otras empresas pertenecientes.

Para alcanzar este objetivo, se hará una breve descripción del grupo (empresas que pertenecen, pedidos recibidos, situación económica, es decir, con esto se podrá ver que aporta a nivel de ventas Kalmar al grupo principal, etc), principales funciones de la empresa, principales proveedores y clientes, mapa de procesos, organigrama a nivel local.

### 2.2 Descripción grupo Cargotec

El grupo Cargotec surgió en el año 2005 con la fusión de Kone y Kalmar, ubicando el *Headquarter* en Helsinki (Finlandia). Este grupo tiene filiales por todo el mundo desde USA hasta South Korea.

En la siguiente imagen se puede observar donde se encuentran situadas las sedes de las empresas pertenecientes a dicho grupo.

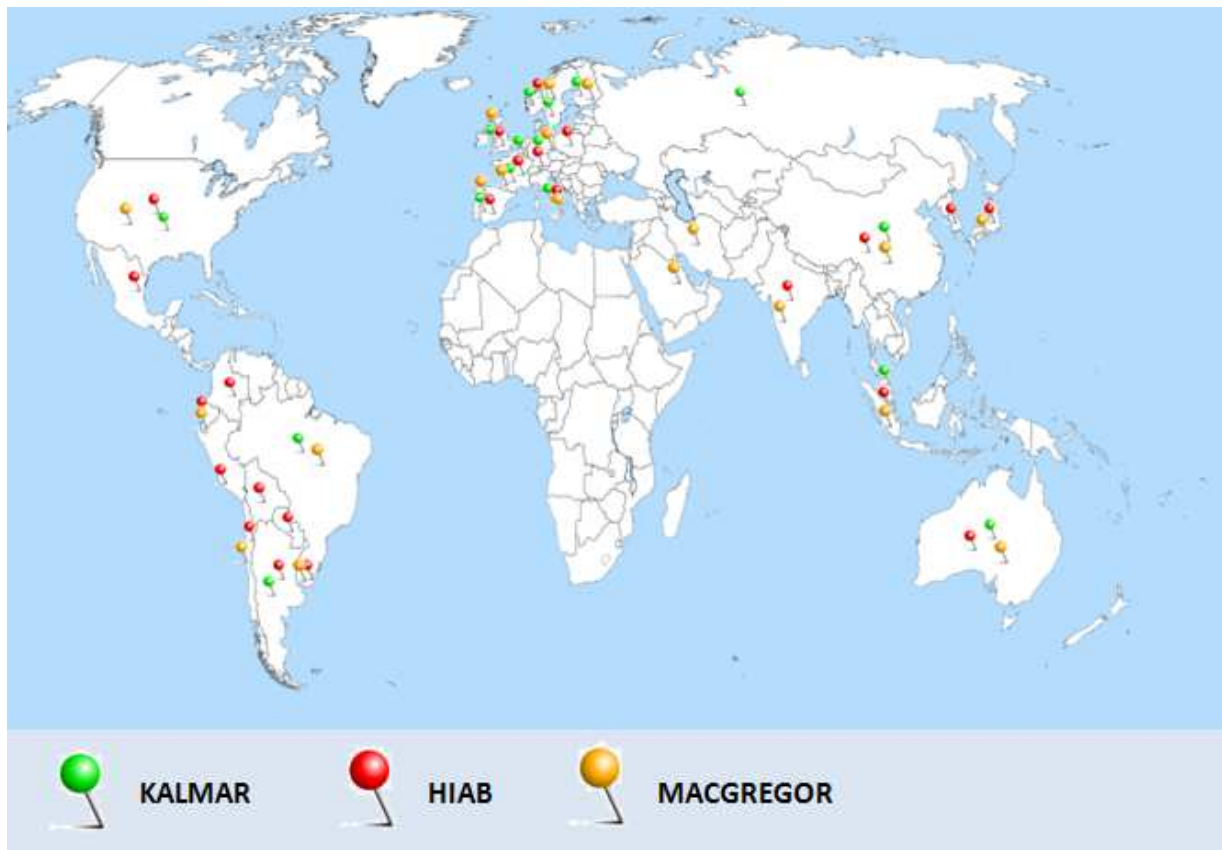


Figura 1: Ubicación sedes de las empresas pertenecientes al grupo Cargotec Fuente:Autor

Actualmente las áreas de negocio que tiene este grupo son las que le aportan las empresas **Kalmar Global, Hiab y McGregor**.

Las principales funciones que realizan las empresas pertenecientes a dicho grupo son:

- **Kalmar Global:** Ofrece equipos que se utilizan en terminales, puertos, centros de distribución, en industria pesada y manipulación de carga más sostenibles ofreciendo soluciones de terminales automatizadas, software y servicios.(1)
- **Hiab:** Ofrece todo tipo de soluciones para la manipulación de carga en carretera. Los productos que ofrece son carretillas elevadoras montadas en camiones, grúas de carga y grúas forestales desmontables.(1)
- **McGregor:** Ofrece soluciones y servicios de ingeniería para carga marítima.(1)

A continuación se muestra una imagen de la evolución histórica del grupo Cargotec.

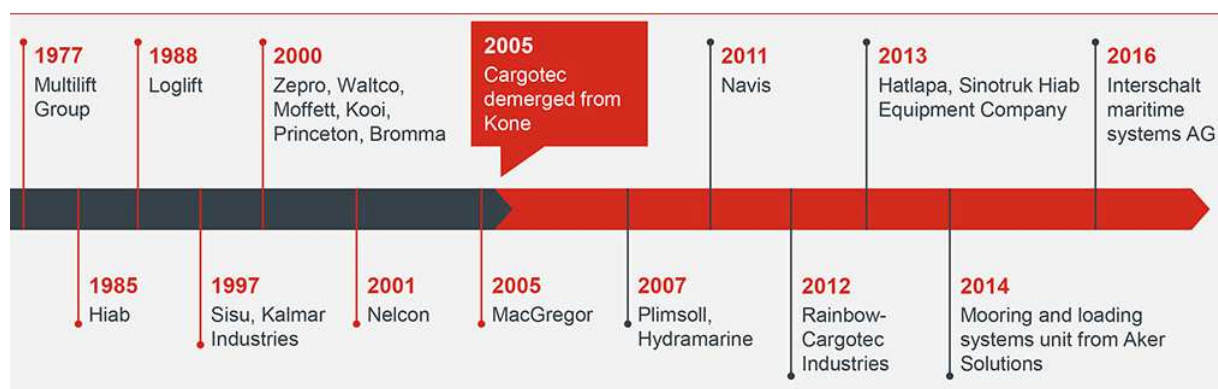


Figura 2: Evolución histórica Cargotec(2)

Las ventas desde 2015 hasta 2017 se pueden observar en la siguiente tabla y gráfico

Cargotec				
	Kalmar	Hiab	McGregor	Total
Ventas (M€) en 2015	1663,4	928,1	1138,6	3730,1
%Ventas	44,59	24,88	30,52	100
Ventas (M€) en 2016	1700	1035,9	778,5	3514,4
%Ventas	48,37	29,48	22,15	100
Ventas (M€) en 2017	1621	1083,1	575,9	3280
%Ventas	49,42	33,02	17,56	100,00

Tabla 1: Ventas anuales grupo Cargotec (3,4)



## Ventas Grupo Cargotec

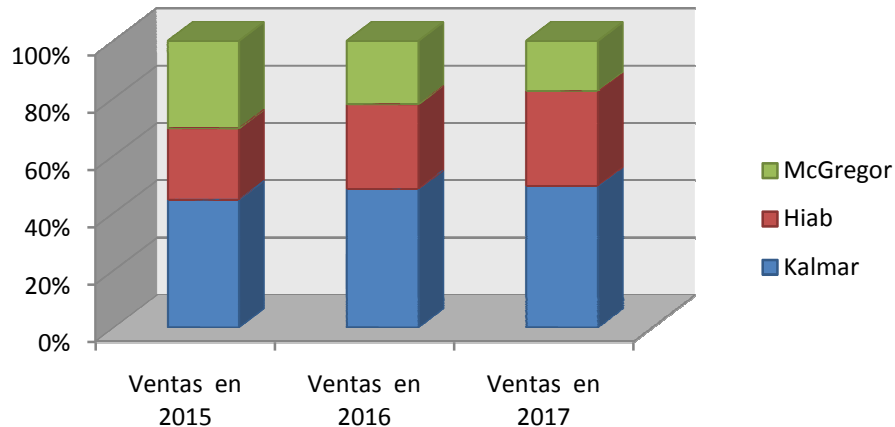


Figura 3: Ventas grupo Cargotec (3,4)

Como se puede observar en la tabla 1 y figura 3 (de forma más gráfica) la empresa Kalmar supone aproximadamente un 50% de ventas de todo el grupo, a su vez entre las filiales de Hiab y McGregor se puede observar como ha ido variando su porcentaje de ventas, viéndose incrementado de una forma paulatina para la filial de transporte por carretera (empresa Hiab). La situación es opuesta para la empresa McGregor la cual ha ido perdiendo fuerza para este grupo, suponiendo aproximadamente el 18% del total de las ventas. Ésto se puede observar a lo largo de estos dos últimos dos años.

A continuación se pueden ver los pedidos desde 2015 hasta finales del primer semestre de 2017.

Cargotec				
	Kalmar	Hiab	McGregor	Total
Pedido en 2015	1763,6	966,8	828,1	3558,5
% pedidos recibidos	49,56	27,17	23,27	100,00
Pedidos en 2016	1721	1016,1	546,5	3283,6
% pedidos recibidos	52,41	30,94	16,64	100,00
Pedidos en 2017	1554,6	1116	521,4	3192
% pedidos recibidos	48,7	34,96	16,34	100,00

Tabla 2: Pedidos recibidos grupo Cargotec(3,4)

## Pedidos Grupo Cargotec

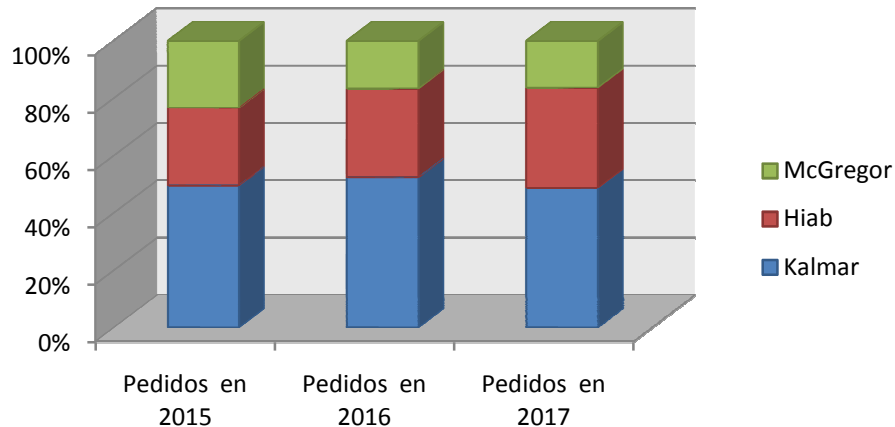


Figura 4: Pedidos recibidos grupo Cargotec(3,4)

Como se puede observar en la tabla 2 y figura 4 (de forma más gráfica) la empresa Kalmar supone aproximadamente más de un 60% de los pedidos recibidos de todo el grupo, a su vez entre las filiales de Hiab y McGregor se puede observar como ha ido variando su porcentaje de pedidos recibidos, viéndose disminuido de una forma significativa entre 2015-2016 y un poco menor en 2017 para la filial de servicios de ingeniería marina (empresa McGregor). La situación es opuesta para la empresa Hiab la cual ha ido incrementando de forma paulatina los pedidos recibidos suponiendo aproximadamente el 35% del total de los pedidos. Ésto se puede observar a lo largo de estos dos últimos años.

### 2.3 Descripción Kalmar Global (sede Valencia)

La descripción de la empresa Kalmar Global se realizará de forma local debido al gran tamaño que tiene ésta, además de por el grado de confidencialidad que presenta a nivel global dicha empresa.

La sede principal de esta empresa en España está ubicada en el puerto de Algeciras, pero la filial que será objeto de estudio está situada en el Puerto de Valencia, concretamente en la terminal pública de contenedores (NOATUM).

A continuación se puede ver una imagen con la localización dentro de la terminal del puerto de Valencia.



Figura 5: Ubicación Kalmar Global (sede Valencia) Fuente: Autor

Se trata de una empresa que presta un servicio de mantenimiento integral para la maquinaria propia de dicha terminal, siendo ésta su principal y único cliente. Dentro de dicho mantenimiento existen bien diferenciados cinco departamentos de trabajo. Siendo éstos: revisiones, reparaciones, montaje, averías y camiones.

- **Departamento de revisiones:** Sus funciones principalmente son las grúas STS (grúas porta contenedores), en ellas se encargan de cambiar, comprobar y reparar los elementos principales de la máquina (cable de alimentación del spreader, diferentes tipos de cables metálicos que permiten el funcionamiento a la hora de manipulaciones, sistema eléctrico de la grúa, tornillería, motores de traslación del pórtico, etc).

La maquinaria en la que trabajan el grupo de revisiones es la encargada de descargar y cargar los barcos que llegan a la terminal. Solo puede moverse de manera longitudinal a través de unas vías puestas a lo largo de todo el muelle.

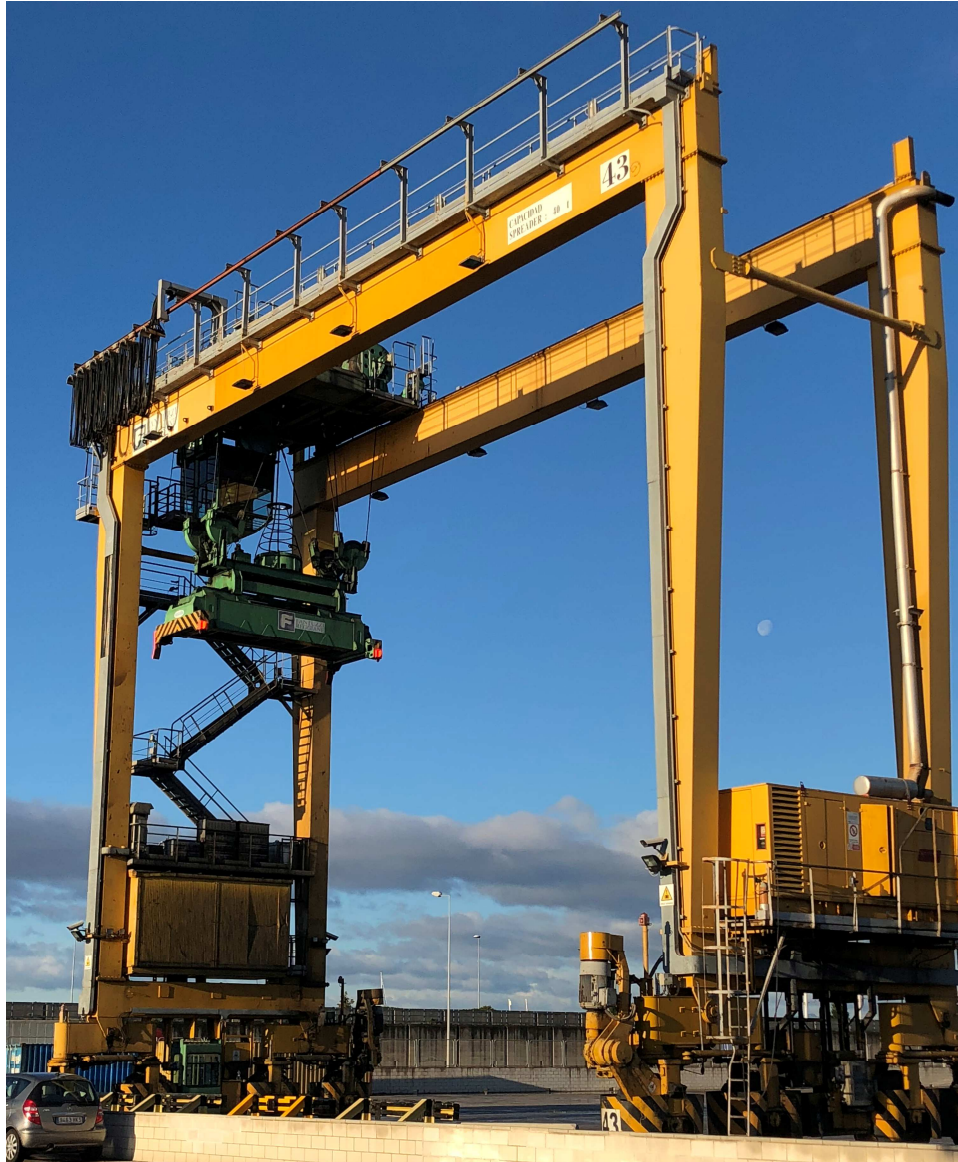
En la siguiente imagen se pueden observar una parte de las grúas STS que trabajan en el muelle principal de la terminal.



Figura 6: Grúas STS Noatum Fuente: Autor

- **Departamento de reparaciones:** Sus funciones son principalmente mecánicas en las RS y mecánicas/eléctricas en trastainers y mosquitos. En estas máquinas realizan cambios de neumáticos, pistones y centralitas hidráulicas, cambio de los principales cables empleados en la manipulación de los trastainers, entre otras.

A continuación se muestran unas fotografías de las máquinas donde trabajan este grupo de trabajo (trastainers, mosquitos y RS)



**Figura 7: Trastainer Noatum Fuente: Autor**

En la imagen anterior se puede ver un trastainer propio de Noatum. Éstos son los encargados de moverse a lo largo de todo el patio para poder cargar, descargar y ubicar dentro de la terminal los contenedores tanto vacíos como llenos provenientes de barco, FF.CC o camión.

Los mosquitos se encargan de moverse a lo largo de la zona de contenedores vacíos del patio para poder cargar, descargar y ubicar dentro de la terminal los contenedores provenientes de barco, FF.CC o camión. Destacar que este tipo de maquinaria solamente puede coger vacíos debido a la forma que tiene de coger el contenedor (dos puntos delanteros de anclaje) y la altura a la que lo deja (hasta 5 alturas).

A continuación se puede ver una imagen de dicha máquina.





**Figura 8: Mosquito Noatum Fuente:Autor**

Las RS o containeras se encargan de moverse a lo largo de la zona de contenedores llenos del patio, pero solamente por calles anchas y zonas donde no exista vaguada en el suelo, esto es así debido a las grandes dimensiones y radio de giro que necesitan para desplazarse, del mismo modo que las maquinas anteriores su función es cargar, descargar y ubicar dentro de la terminal los contenedores (principalmente sobredimensionados) provenientes de barco, FF.CC o camión. Destacar que este tipo de maquinaria manipula todo tipo de contenedores a diferencia de los mosquitos, ya que la forma que tiene de coger el contenedor es igual que las grúas STS o trastainer (cuatro puntos de anclaje).

A continuación se puede ver una imagen de dicha máquina.



Figura 9: RS Noatum Fuente: Autor

- **Departamento de averías:** Sus funciones son principalmente atender a las necesidades de los manipuladores frente a problemas que suponen un tiempo inferior a 1h, por ejemplo, problemas de elevación del spreader, no poder sacar el contenedor de la bodega del barco, no poder soltar el pulpo (el pulpo es un utensilio empleado para incrementar los laterales de los contenedores sobredimensionados) del contenedor, etc. En caso de superar dicho tiempo se hace el relevo por el personal de reparaciones quedando paralizada la máquina.

A continuación se puede ver un ejemplo del departamento de averías intentado soltar el pulpo del contenedor sobredimensionado.



Figura 10: Departamento de averías soltando el pulpo. Fuente: Autor



- **Departamento de montaje:** Realizan funciones de recrecimientos en las grúas STS para poder trabajar en todo tipo de buques, reparaciones de daños en la estructura metálica, cambio de vías de desplazamiento del carro, modificación del ancho de vías por donde se debe trasladar la grúa, incrementar la velocidad de la elevación del spreader y desplazamiento del carro a lo largo del pórtico.

En la siguiente imagen se puede ver un ejemplo de reparación de daños en la estructura del pórtico realizado durante la salida de un barco.



Figura 11: Reparación grúa STS. Fuente: Autor



- **Departamento de camiones:** Sus funciones son similares a las de un taller de coches, en las cuales reciben los camiones (mafis) averiados o que por horas de funcionamiento necesitan realizar una revisión (filtros, aceites, neumáticos, etc). Este grupo de trabajo será el objeto de estudio de este documento.

En la siguiente imagen se pueden observar los mafis que circulan por dentro de la terminal de Noatum y que serán el objeto de estudio de este TFM. Éstos son unos camiones que se encargan de transportar la carga únicamente de forma interna debido a sus características físicas (diseño cabeza tractora y falta de matriculación).



Figura 12: Mafis Noatum Fuente: Autor

### 2.3.1 Antecedentes

La empresa Kalmar Global empezó su funcionamiento fabricando grúas en los Países Bajos en el s.XIX. No estancándose solamente en este tipo de fabricación, a mediados del s.XX evolucionó a la producción de cabezas tractoras en Norteamérica.

En 1940 desarrollaron la primera carretilla pórtico industrial y la primera cabeza tractora RoRo en la década de 1970. Para satisfacer la necesidad de una manipulación de contenedores más eficiente, Kalmar comercializó la primera generación de reachstackers en la década de 1980 y, una década más tarde, introdujo el primer manipulador de contenedores para operaciones en terrenos abruptos.(5)

En 1997 Parket Corporation adquirió la empresa finlandesa Sisu Ltd convirtiendo sus actividades comerciales principalmente en la manipulación de contenedores, camiones pesados y tractoras para las terminales. En ese mismo año, Partek adquirió una participación mayoritaria en Kalmar Industries Ltd, un fabricante de equipos de manipulación de contenedores.(6)

Posteriormente Sisu Terminal Systems se unió a Kalmar Industries.

En el año 2000 Kalmar Industries formó a pasar parte de su totalidad de Parket Corporation.(6)

En 2011 se cerró la adquisición del proveedor de sistemas operativos de terminal Navis reforzando fuertemente la calidad y alto grado de automatización en las terminales portuarias.(6)

En 2012 se introdujo el centro tecnológico y de competencia consiguiendo así junto con el proveedor Navis desarrollar soluciones de maquinaria, automatizaciones eficientes, seguras e inteligentes.(6)

En 2014 la empresa lanzó en Norte América la nueva generación de cabezas tractoras utilizadas en las terminales de contenedores. Esta generación salió con el nombre de Kalmar Ottawa T2. Además también instaló en la terminal de Brisbane trastainers automáticos y el sistema operativo de la terminal de Navis.(5)

A finales del 2014 crearon la RS más grande del mundo que obtuvo un levantamiento record de carga, siendo éste de 103 toneladas. A la máquina la denominaron Super Gloria.(5)

A finales del año 2017 Kalmar firmó un acuerdo en el que adquiriría servicios portuarios de Inver Engineering. Con este acuerdo Kalmar Global se fortalece en Australia, Nueva Zelanda y el Pacífico.

Actualmente la empresa Kalmar Global es pionera en el sector de la automatización de puertos y la manipulación energéticamente eficiente de cargas. Gracias a esto ha conseguido ser la empresa ganadora de la licitación del proyecto piloto que gestiona APM Terminals y EUROGATE.

### 2.3.2 Organigrama

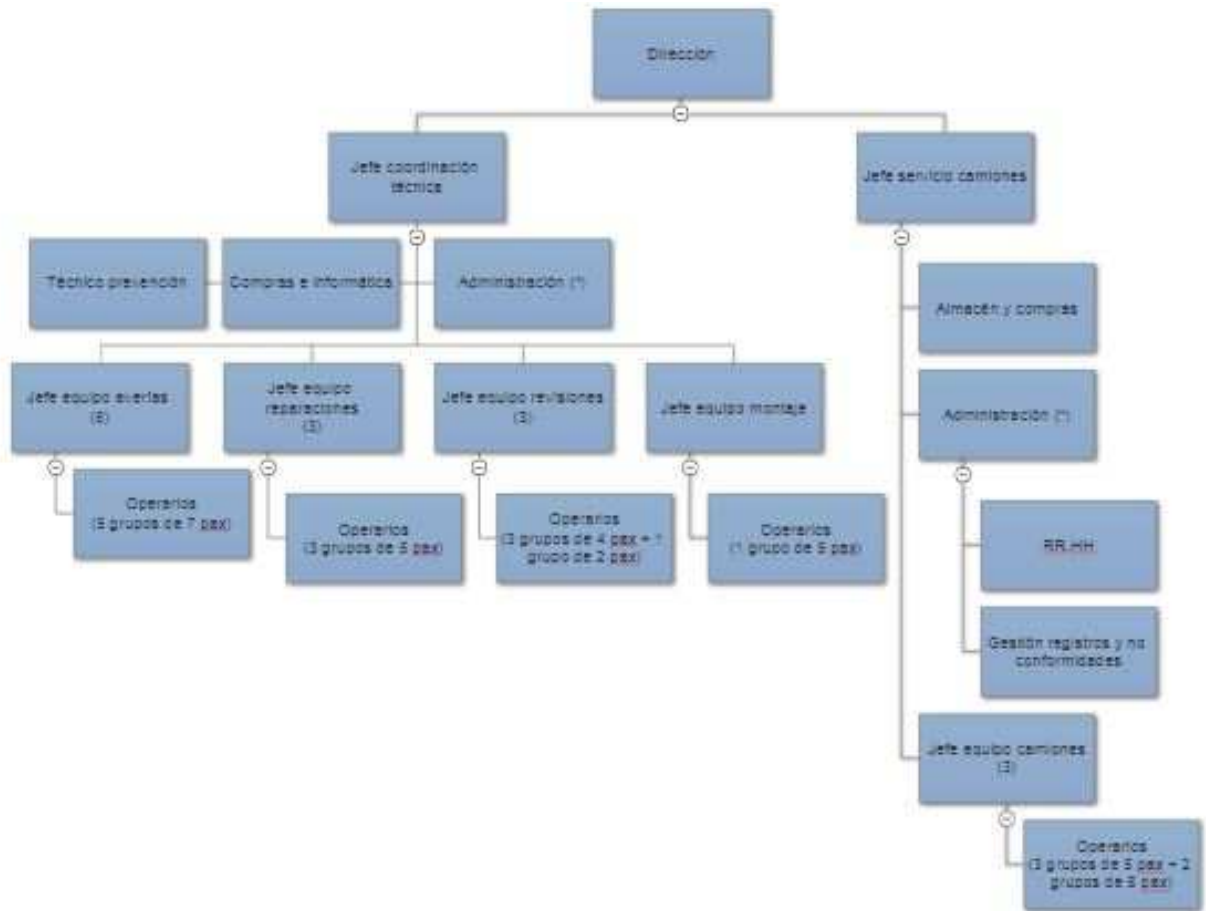


Figura 13: Organigrama empresa Kalmar Global (sede Valencia) Fuente: Autor

En el organigrama anterior se puede ver la jerarquía que existe con una dirección (ubicada en el puerto de Algeciras) que controla toda la sede, además se pueden ver dos jefes que se encargan de gestionar los dos bloques departamentales que existen en Kalmar Global (sede Valencia).

El primer bloque departamental pertenece a los grupos de trabajo de revisiones, reparaciones, averías y montaje. Estos grupos son los que se encargan de todo el mantenimiento de toda la maquinaria de manipulación (STS, RS, Mosquitos y Trastainers) que existe en la terminal.

El segundo pertenece al grupo de trabajo que se encarga del mantenimiento de los camiones (mafis). Que como se ha dicho es la maquinaria que se encarga del movimiento de la carga que circula por dentro de la terminal.

Además de esto, se puede observar que existe en las dos ramificaciones un departamento que es el de administración, esto es así ya que dicho departamento se encarga de gestionar ambos bloques y reciben órdenes de los dos jefes en función del personal y gestiones documentales a tratar.

### 2.3.3 Clientes

El cliente único de la empresa **Kalmar Global (Sede Valencia)** es Noatum, tal y como se ha comentado en puntos anteriores. Esto no quiere decir que toda esta multinacional solo trabaje para esta empresa, pero a nivel local si se da esta situación.

Noatum es una empresa privada encargada de explotar la terminal pública de contenedores del Puerto de Valencia. Pertenece en un 51% a la cuarta naviera más importante del mundo (COSCO) y en un 49% al grupo inversor americano JP Morgan.

### 2.3.4 Proveedores

Las empresas proveedoras que permiten conseguir que haya un repuesto continuo de materiales utilizados en la maquinaria de la terminal y que Kalmar Global (Sede Valencia) pueda prestar un buen servicio a su cliente son las que se muestran en la siguiente tabla.

Empresas proveedoras	Tipo de material que suministran
García San Jaime	Herramienta y consumibles tipo (bridas, cables, cinta aislante, etc)
Suministro Dica	Gases, herramienta de soldadura y oxicorte
Moncamio	Repuestos de hidráulica
Mula	Reparación de herramientas (taladros, radiales, pistolas de impacto, etc)
Anfer	Suministro de emisoras
Metalco	Suministro de hierros
Prolatec	Ropa de trabajo y EPIS
Disofic	Papelería

**Tabla 3: Proveedores Kalmar Global (sede Valencia) Fuente: Autor**

Como se ha comentado la principal función que realiza Kalmar Global a su cliente es la prestación de servicios de mantenimiento integral, por lo que la mayoría de los proveedores mostrados son de repuestos de elementos necesarios para este servicio.

### 2.3.5 Procesos

Kalmar Global (sede Valencia) presenta diferentes clases de procesos con los que consigue dar un buen servicio a su cliente.

Estos son los procesos de alta dirección o de gestión, procesos de apoyo y los procesos operativos (los de prestación del servicio)

- Procesos de alta dirección o gestión: Son aquellos que implican decisiones gerenciales. En este caso la gestión de los recursos humanos de la empresa se consideraría un proceso de este tipo.(7)
- Procesos operativos: Son aquellos procesos que añaden valor al sistema, ya que operan directamente sobre los productos demandados por el cliente. La empresa presenta cinco procesos que son los que añaden valor. Estos son: Revisiones, Reparaciones, Montaje, Averías y Camiones (este último proceso es el que será objeto de estudio y que será explicado más adelante).(7)
- Procesos de apoyo: Son aquellos procesos que apoyan a los procesos principales. En nuestro caso dichos procesos son Gestión de Compras, Administración, Gestión no conformidades, informática y Gestión de registros.(7)

En la siguiente figura, se pueden observar todos los procesos comentados anteriormente y que se integran en la gestión del departamento de mantenimiento de la empresa. La figura recoge los tres tipos de procesos: los de alta dirección o gestión, los de apoyo y los operativos uno de ellos es donde se encuentra el objetivo del TFM.



Figura 14: Mapa procesos Kalmar Global (sede Valencia) Fuente: Autor

Presentado el mapa de procesos que presenta la Kalmar Global (sede Valencia) se pueden ver todos los procesos que tiene esta empresa, pero solamente se explicará el proceso que se verá afectado en el desarrollo de este TFM, este será el proceso de **mantenimiento de camiones**.

### **Descripción proceso de mantenimiento camiones**

El jefe de equipo diariamente a las 8 AM cuando entran los operarios al inicio de su jornada laboral designa un grupo de 4 trabajadores para hacer una revisión de las luces, estado de los neumáticos y horas de trabajo a cada uno de los mafis (camiones propios de la terminal) que están en el parking y no trabajan en la jornada de 8 a 14h.

Estos operarios pasan por cada camión que se encuentra detenido en la zona de plataformas y anotan las horas trabajadas y el estado del camión (luces y neumáticos). Si el estado del camión no es apto para el trabajo y necesita reparación de luces el operario lo hace en el momento, ya que dispone del material necesario para realizarlo. En caso de necesitar reparación de neumáticos el operario lo anota y al finalizar la revisión de todos los mafis lo reparará. Si las horas son superiores a 450 se lo comunica a la secretaria para que solicite mediante email al encargado de Noatum (Carlos Verdejo) la orden de trabajo y el check list que deberá seguir el operario que se encargará de hacer la revisión.

El encargado de Noatum comprobará si es cierto que ese mafi cumple las horas y necesita realizar dicho mantenimiento. En caso de que realmente cumpla dichas horas, éste preparará y enviará al jefe de equipo de Kalmar la orden de trabajo para el camión y el check list con las tareas a realizar por el operario al camión.

Recepcionado dichos documentos el jefe de equipo designa un operario para que le realice el mantenimiento al mafi.

Designado el operario, el jefe de equipo apuntará la hora de inicio y que persona está realizando el mantenimiento. El operario cogerá el check list, irá a por el mafi que necesita que se le realice el mantenimiento y lo ubicará en la zona correspondiente del taller. Realizará lo que indica el check list. Si durante la revisión hay alguna pieza en mal estado y necesita cambiarla, irá al almacén a por el material y consultará con el almacenero si hay stock de dicha pieza. Si hay stock lo cogerá, anotará a que mafi se le cambia y lo reparará. En caso de no haber stock se finaliza este subproceso debido a que el servicio de almacén y repuestos pertenece al cliente.

Una vez realizado todo lo que indica el check list, el operario le entrega el documento a la secretaria para que lo escanee y archive.

Todos los días a las 13h y a las 18h la secretaria tiene una lista con los mafis que están disponibles para trabajar y los envía al jefe de turno de operaciones de Noatum para saber en cada jornada de trabajo de los portuarios que disponibilidad existe. Operaciones se lo comunicará a Sevasa (empresa que presta servicio de portuarios) para que pueda asignar cada mafi a un portuario.

A continuación se puede ver en las siguientes imagenes el proceso del departamento de camiones en el cual se podrá observar como se distribuyen las tareas entre los diferentes miembros del grupo de trabajo y responsables correspondientes.

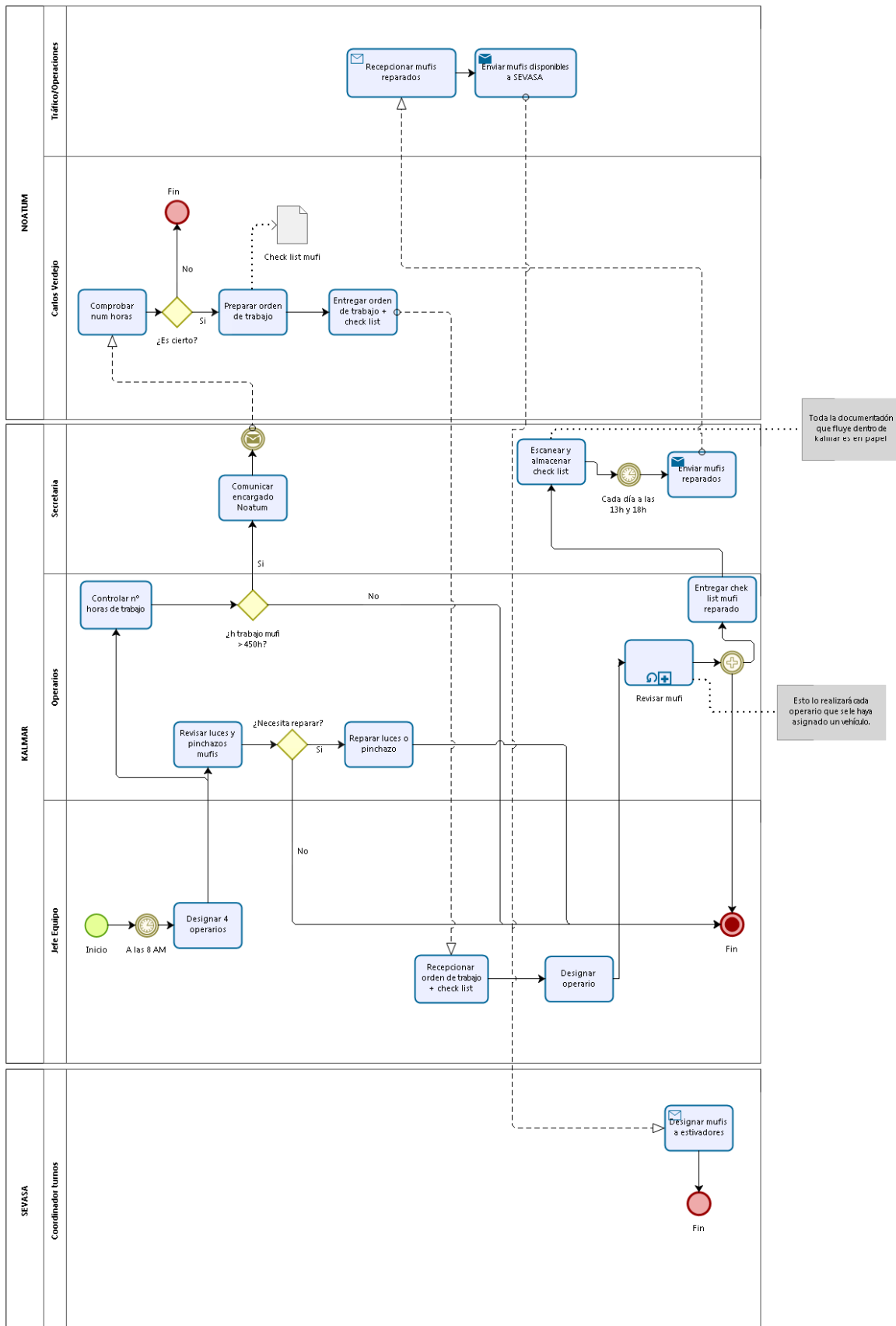


Figura 15: Proceso departamento mantenimiento de camiones Kalmar Global (sede Valencia) 1 Fuente: Autor

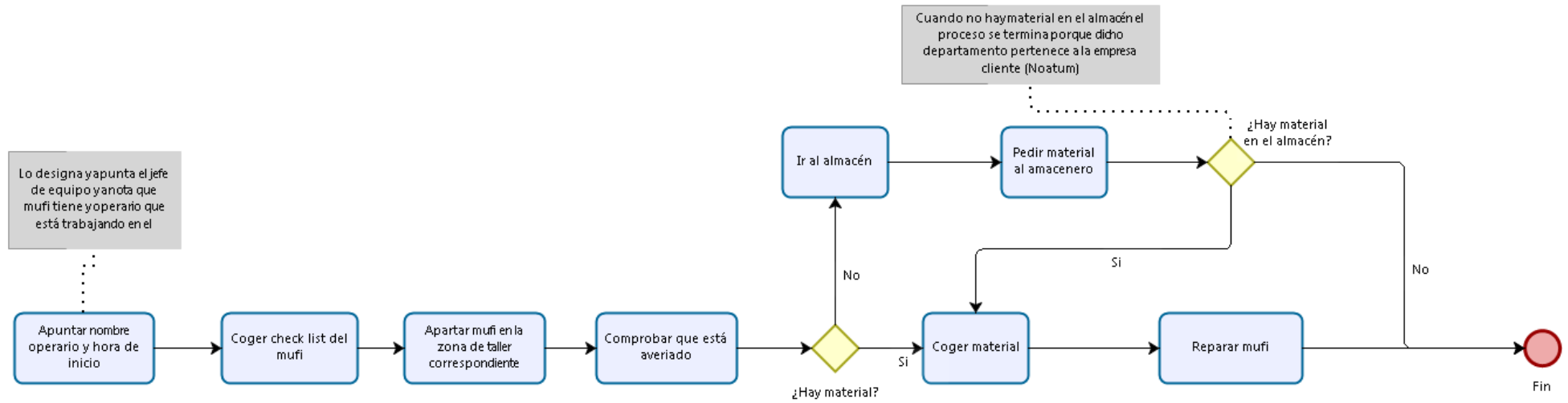


Figura 16: Proceso departamento mantenimiento de camiones Kalmar Global (sede Valencia) 1.2 Fuente:Autor



## **2.4 Situación actual**

### **2.4.1 Objeto del problema**

El departamento de camiones de la empresa Kalmar Global presenta tres problemas que se deberían atender para realizar un mejor servicio al cliente. Los problemas son el tipo de layout, la falta de herramientas informáticas para gestionar que camiones necesitan realizar el mantenimiento preventivo y cuando se realiza éste, que material ha sido cambiado (con el mantenimiento correctivo pasa lo mismo), además de la falta de comunicación entre los diferentes jefes de equipo de las tareas que se realizan o deben realizarse.

El problema del layout debe tratarse debido a la falta de espacio que existe en el taller de mantenimiento por la incorporación de nuevas cabezas tractoras y la mala distribución que presenta. Para un mejor entendimiento se ha realizado un modelo de simulación en el que se puede ver la circulación de los mafis y del personal encargado de realizar el mantenimiento.

Por otro lado el problema de la herramienta informática debe tratarse, debido a que se pierde demasiado tiempo a la hora de buscar que material se ha cambiado en revisiones anteriores, ya que todo documento que se maneja en la empresa se hace en formato papel, lo que puede llevar a una posible pérdida de documentación, además de todo lo anterior esta herramienta es necesaria para saber a que mafi se le debe realizar el preventivo, ya que actualmente tienes que ir uno a uno para ver las horas trabajadas.

Por último, el problema de falta de comunicación, debe atenderse ya que esto es esencial para que haya un buen servicio al cliente.

### **2.4.2 Estructura organizativa afectada**

La estructura que se verá afectada es la mostrada en la figura 15. En la que se puede observar como es la parte de camiones la que se verá afectada. Comentar que a pesar de que aparece la parte de administración esa será la única persona que no recibirá ninguna modificación de sus tareas en la modificación del proceso, ya que actúa en las dos partes y mantiene las mismas tareas administrativas.

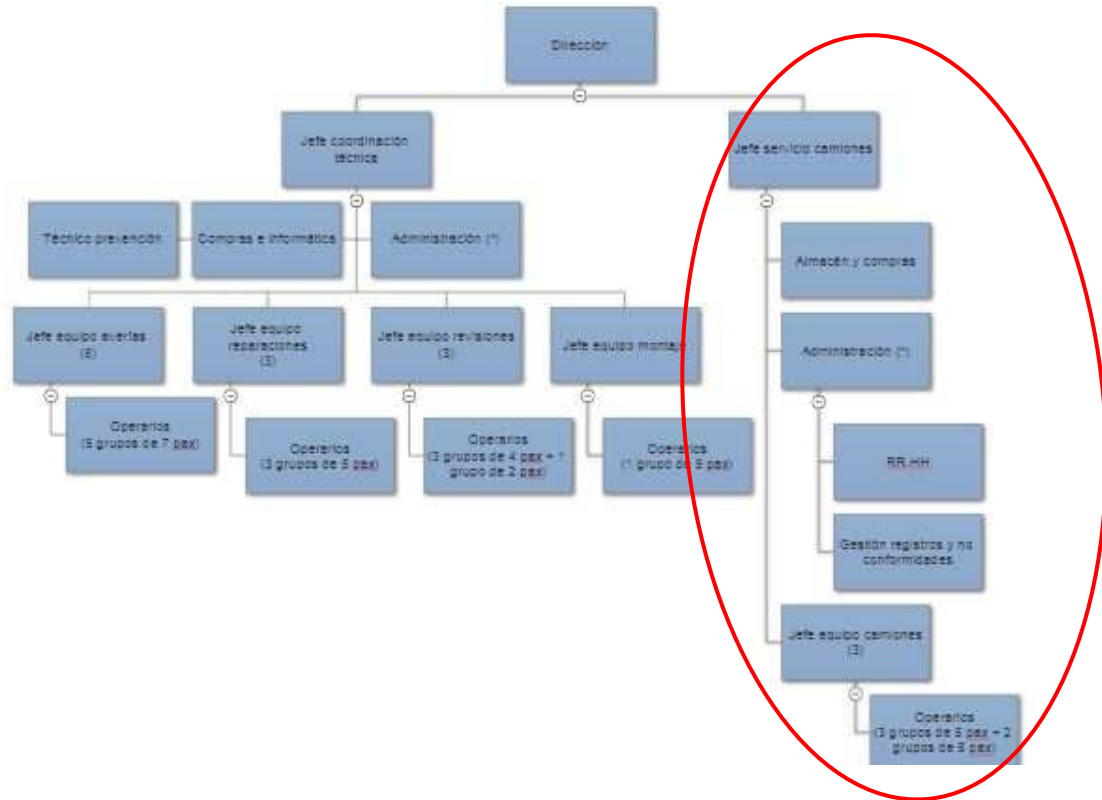


Figura 17: Estructura afectada de la empresa Kalmar Global (sede Valencia) Fuente:Autor

En la figura anterior se puede ver todo el organigrama de la empresa. La zona que se verá afectada es la parte que está marcada en rojo (departamento de camiones).

Durante la aplicación de este proyecto los principales afectados serán los operarios por un lado, ya que debido a la construcción de la nueva nave se les modifica el modo de trabajo y los tipos de turnos.

Por otro lado también se verá afectado el encargado de almacén y compras, ya que ahora la empresa se encargará de comprar los repuestos y controlar el nivel de stock que existe en el almacén de los camiones.

Las demás partes de de dicho departamento continuarán realizando las mismas funciones que desempeñaban hasta el momento de inicio de este proyecto.

2.4.3 Layout

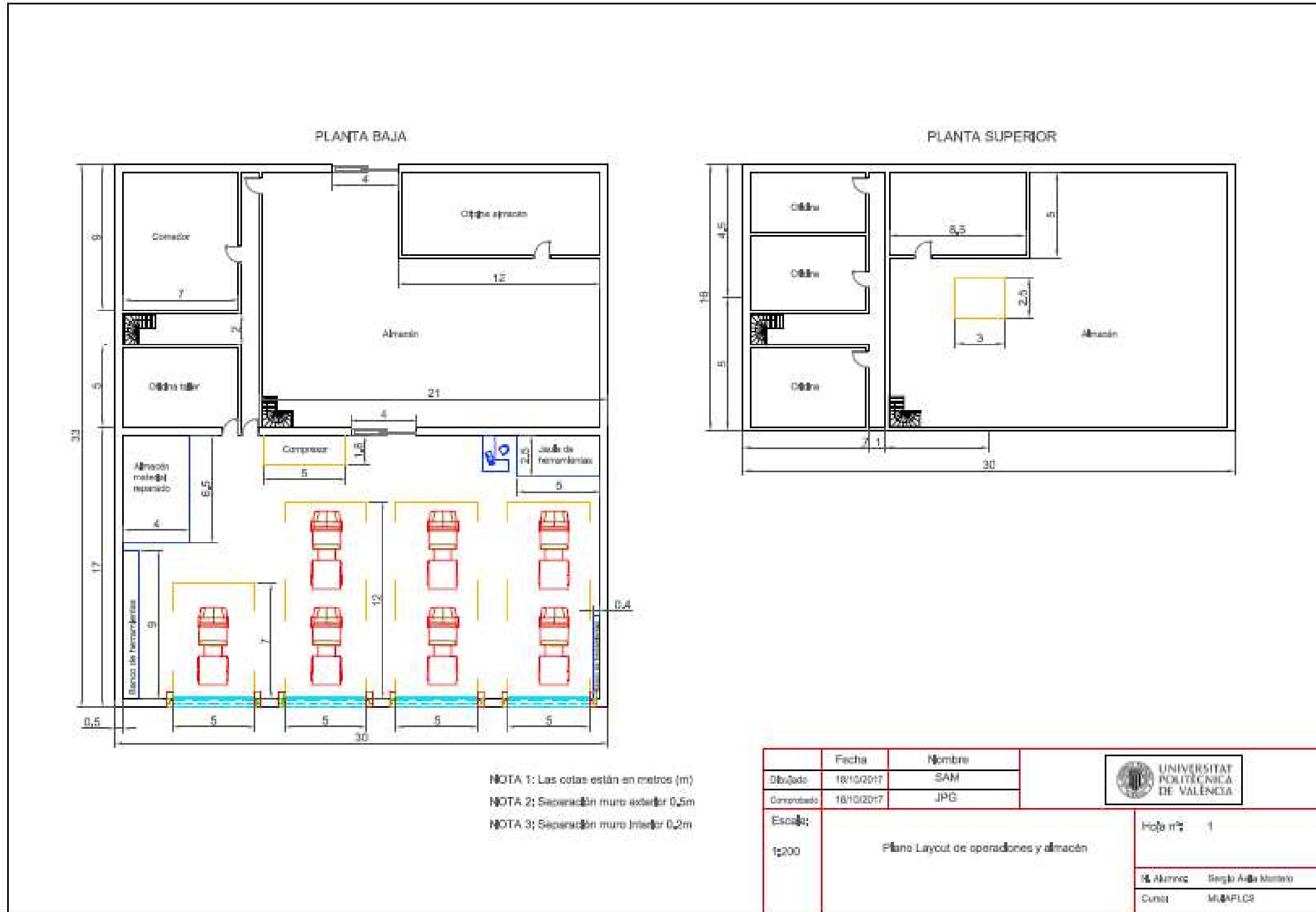


Figura 18: Layout Fuente: Autor

Como se ha comentado en el apartado 3.5 de este documento existe un problema que debe tratarse siendo este la distribución del layout donde se realizan las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo.

En la figura 7 se puede observar la distribución en planta de la zona de operaciones y almacenamiento.

Los inconvenientes que tiene son los siguientes:

- Falta de espacio a la hora de trabajar con la cabina quitada para acceder al motor. Cuando hay dos puestos en fila los operarios no pueden trabajar con espacio suficiente.
- Solo se puede tener dentro del taller un máximo de 7 camiones para realizar tanto preventivo como correctivo, por lo que con una flota actual de 100 mafis el espacio está muy limitado.
- No se pueden sacar los camiones que están en el interior del todo si previamente no se quita el primero.
- No se separa zona de correctivo con preventivo, lo que conlleva a una mala distribución y utilización del espacio.
- Almacén con todas las referencias de todos los departamentos, lo que conlleva una ampliación de tiempos a la hora de buscar repuestos y superficie elevada para poder guardar todas las referencias.

Por dichos inconvenientes y porque la nave actual pertenece al cliente, se ha decidido cambiar la distribución y realizar una construcción de una nueva nave en otra parte de la terminal portuaria.

## 2.5 Conclusiones

A lo largo de esta sección se ha realizado una aproximación del grupo Cargotec. Grupo al que pertenece la empresa objeto de estudio, además de esto, se explica el problema que presenta la empresa Kalmar Global (sede Valencia) concretamente en el departamento de camiones.

Una de las conclusiones obtenidas durante la descripción del grupo Cargotec se puede decir después de observar diferentes puntos, como por ejemplo el económico en la descripción del grupo principal al que pertenece la empresa objeto de estudio, es la empresa que más aporta a dicho grupo. Tanto a nivel ventas como a nivel de recepción de pedidos. Se puede ver que en este último punto ha habido un descenso de pedidos entre 2015 y 2017 en las empresas Kalmar y McGregor, pero un incremento de aproximadamente el 5% para la empresa Hiab.

A nivel de ventas la empresa McGregor ha ido perdiendo importancia año tras año pasando de suponer un 23% de ventas de todo el grupo en el año 2015 a un 16% en el año 2017.

Por otro lado, otra de las conclusiones que se pueden obtener después de leer los antecedentes de la empresa es que está primando por la innovación de tecnología implantada en la maquinaria portuaria, consiguiendo así ser una empresa líder a nivel mundial.

Finalmente otras de las conclusiones obtenidas de este capítulo es que después de plasmar el plano de planta del layout que tiene Kalmar Global e indicar que ventajas e inconvenientes presenta se ha decidido realizar una nueva construcción de la nave.

### 3 Diseño de alternativas y selección

#### 3.1 Introducción

En el presente apartado lo que se pretende es plasmar una serie de alternativas a la situación actual y de este modo resolver los problemas planteados en el **apartado 3.2** de este documento.

Para conseguir esto se realizarán rediseños del plano de planta (layout), ya que se ha solicitado por mediación de la empresa la construcción de una nueva nave. En estos diseños, se indicarán las ventajas e inconvenientes que presentan. Expuestos los pros y contras de cada rediseño se realizará una comparativa de los mismos a través de una selección multicriterio donde emplearemos la herramienta AHP para conseguirlo (concretamente esta selección se hará mediante el software superdecisions). Además de emplear el software para resolverlo, previamente se ha empleado un modelo de simulación para conseguir un mejor entendimiento del problema y como se comporta con los diferentes diseños (el software de simulación utilizado es el SIMIO).

#### 3.2 Análisis de requerimientos

Con el fin de obtener diferentes alternativas al diseño del layout y viendo las diferentes proposiciones existentes, se pretende seleccionar la mejor opción para la empresa, para ello se realizaron varias entrevistas con personal diferente de la empresa para que nos dijeran que problemática veían y que se podía mejorar según su punto de vista. Con toda la información recopilada se realiza el siguiente análisis de requerimientos con la finalidad de proponer diferentes diseños al que existe actualmente.

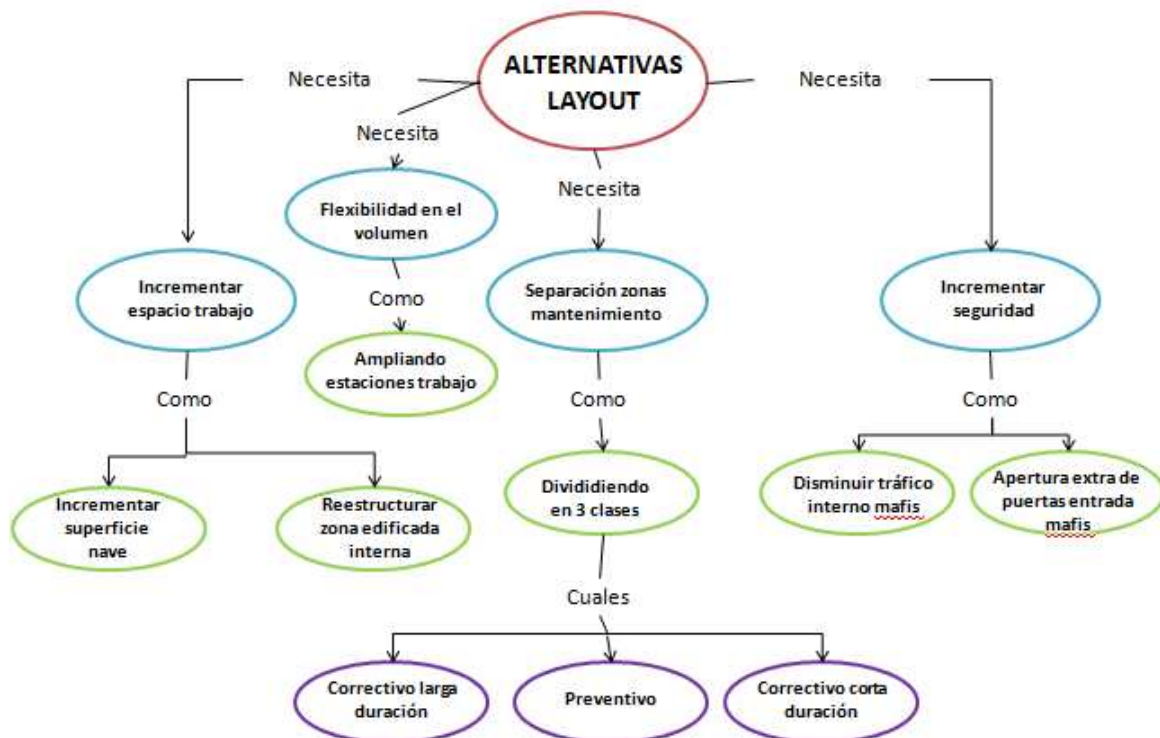


Figura 19: Análisis de requerimientos en el diseño de layout Fuente:Autor

En la imagen anterior se puede observar un mapa de requerimientos a partir del cual se han propuesto las diferentes alternativas que se evaluarán en este TFM. Se puede apreciar que se necesitan tres cosas a mejorar, siendo estas: Un incremento en el espacio de trabajo, separación de las zonas de mantenimiento y un incremento en la seguridad para los operarios. Para conseguir esto se han propuesto diferentes formas de hacerlo.

### **3.3 Alternativa 1**

A continuación en la siguiente imagen se puede ver la alternativa 1 en la nueva nave donde se trasladará el departamento de camiones y todo el personal de la empresa Kalmar Global, excepto los operarios de los otros departamentos. La estructura de este edificio ya se encuentra edificada por lo que inicialmente se dejará como una primera alternativa a evaluar.

En la figura 18 se puede ver que la distribución ha cambiado completamente a la inicial. Consiguiendo más espacio y una distribución en tres zonas de trabajo (Mto correctivo largo, Mto correctivo corto y Mto preventivo). Además se ha conseguido introducir más estaciones de mantenimiento y mejor estructuradas de cómo se encontraban en la nave anterior. Por otro lado se ha incorporado un nuevo tipo de estación de mantenimiento, siendo este: revisión de neumáticos.

A nivel edificación interna se han construido dos plantas. Una planta baja que presenta vestuarios, comedor, almacén de piezas de recambio de los mafis y un despacho (utilizado por el encargado de Noatum). Una planta superior que está toda dedicada a oficinas y salas de reunión.

En la parte exterior de la nave se han creado tres zonas, las cuales serán dedicadas a reparación y pintura de plataformas y otra a la reparación de neumáticos. Esta última zona la reparación se hace sobre plataforma, en cambio en la que está dentro de la nave está dedicado a montaje sobre llanta.

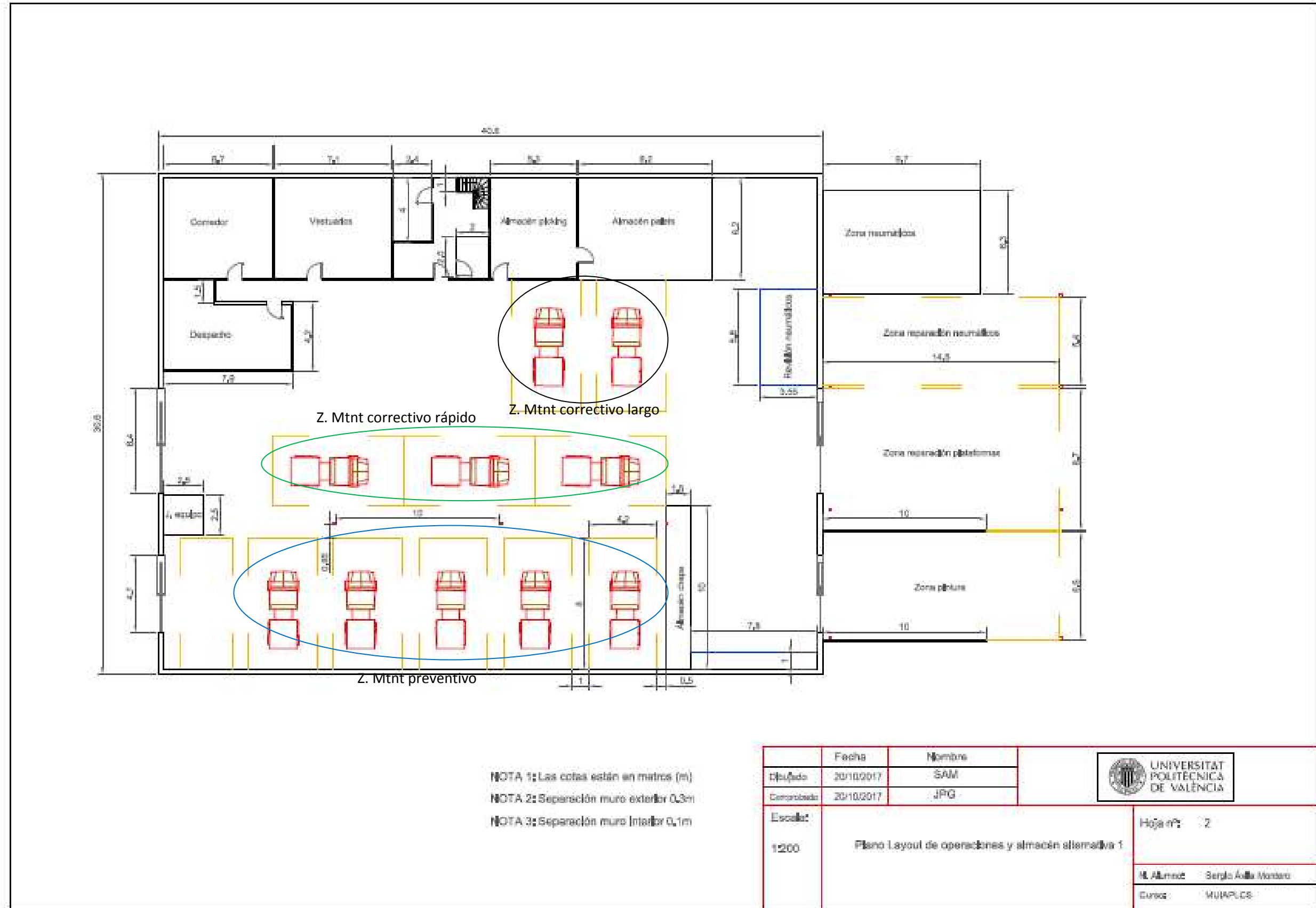


Figura 20: Layout alternativa 1. Fuente: Autor

A continuación se citan las ventajas e inconvenientes que se puede observar en la nueva distribución.

Las **ventajas** que presenta son las siguientes:

- Ampliación del espacio de trabajo, por lo que los operarios pueden trabajar con mayor comodidad.
- Utilización del almacén sólo para las referencias con las que trabaja el departamento de camiones.
- Ampliación del número de camiones que entran en la nave para realizar el mantenimiento.
- Separación de zonas de trabajo en tres tipos:
  - Mantenimiento preventivo
  - Mantenimiento correctivo rápido
  - Mantenimiento correctivo de larga duración.
- Acceso directo al almacén de repuestos, lo que conlleva una reducción de tiempos a la hora de reponer el material en mal estado.
- Reducción de tiempos de movimiento a la hora de coger la herramienta, ya que cada puesto (zona mantenimiento preventivo) tiene un kit de herramientas que se pueden gastar en los diferentes trabajos.
- Bajo coste de inversión, ya que la estructura de la nave ya está edificada de esta forma.

Los **inconvenientes** que se pueden observar son:

- Los camiones de la zona de preventivo no pueden salir con la existencia de vehículos en la zona de mantenimiento correctivo rápido.
- Seguridad para las personas, debido al paso de camiones por medio de la nave.
- Distribución de la zona edificada en el interior de la nave (despachos, comedor, vestuarios, etc).
- Primer hueco en la parte de preventivo el camión no cabe correctamente, por lo que se debe poner de forma perpendicular a la zona delimitada.



### 3.4 Alternativa 2

En esta distribución para mejorar la seguridad de los operarios se ha decidido reducir la circulación interna de camiones, para ello se propone abrir puertas en los extremos de la nave, concretamente en la zona de mantenimiento preventivo que es el que más rotación tiene en esta empresa.

Por otro lado, para ganar todavía más espacio en la zona de circulación, se ha decidido eliminar el despacho que utiliza el encargado de Noatum, ya que en la planta baja existe una pequeña sala que no estaba utilizada, por lo que se le hará un cambio de ubicación.

Además de esto, la nueva zona para reparación de neumáticos se ha cambiado y se pondrá en el hueco que quedaba al finalizar el almacén, de este modo se podrá poner una estación más para el mantenimiento correctivo de larga duración.

Con estas modificaciones se ha conseguido más espacio, una distribución y ampliación de zonas de trabajo y una mejora en la seguridad del empleado.

Las **ventajas** que presenta son las siguientes:

- Mejor utilización del espacio de trabajo con lo que se consigue una ampliación de éste, por lo que los operarios pueden trabajar con mayor comodidad.
- Utilización del almacén sólo para las referencias con las que trabaja el departamento de camiones, por lo que se reduce el tiempo de búsqueda de material.
- Ampliación del número de camiones que entran en la nave para realizar el mantenimiento correctivo de larga duración la alternativa 1 planteada, manteniendo los mismos para las otras dos zonas.
- Separación de zonas de trabajo en tres tipos (manteniendo las mismas que en la alternativa 1):
  - Mantenimiento preventivo
  - Mantenimiento correctivo rápido
  - Mantenimiento correctivo de larga duración.
- Acceso directo al almacén de respuestos, lo que conlleva una reducción de tiempos a la hora de reponer el material en mal estado.
- Mejora el nivel de seguridad para las personas con la apertura de puertas en el lateral de la nave, consiguiendo así reducir el tránsito de camiones por dentro de ésta.
- Reducción de tiempos de movimiento a la hora de coger la herramienta, ya que cada puesto (zona mantenimiento preventivo) tiene un kit de herramientas que se pueden gastar en los diferentes trabajos.

Los **inconvenientes** que se pueden observar son:

- Ampliación del coste de inversión inicial con respecto a la alternativa 1 y 2, por la apertura de puertas en el lateral y modificación de la distribución de la edificación interior.
- Continuación del tránsito de camiones por el interior de la nave, lo que conlleva tener un control de seguridad elevado.

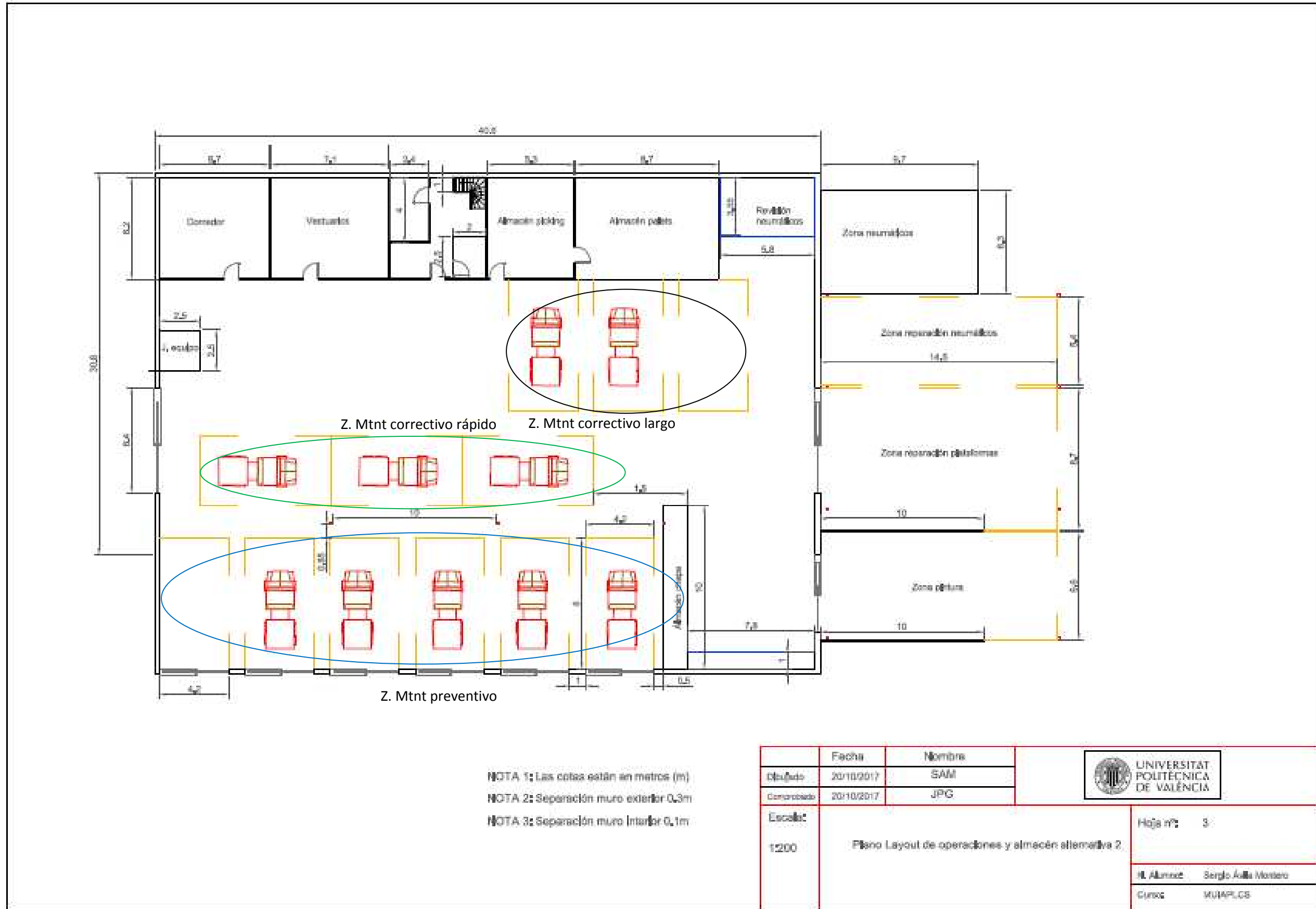


Figura 21: Layout alternativa 2. Fuente Autor

### 3.5 Alternativa 3

En esta distribución para mejorar la seguridad de los operarios se ha decidido reducir la circulación interna de camiones, para ello se propone abrir puertas en los extremos de la nave, esta vez a diferencia de la anterior alternativa, se propone que estén los 3 tipos de mantenimiento.

Por otro lado, se ha propuesto reducir los vestuarios y el comedor, ya que tenían exceso de espacio para la cantidad de operarios que hay en un mismo turno. Además se mantiene la eliminación del despacho del encargado de Noatum, ya que mantendrá la ubicación propuesta en la alternativa 2 (sala pequeña ubicada en la planta baja)

Además de esto, la nueva zona para reparación de neumáticos se ha cambiado y se pondrá pegada al almacén y a la zona de mantenimiento correctivo de corta duración, de este modo se podrá poner una estación más para el mantenimiento correctivo de larga duración y se podrán ubicar dichas estaciones pegadas a la pared para tener la apertura de puertas de entrada/salida de camiones.

Con estas modificaciones se ha conseguido más espacio, una distribución y ampliación de zonas de trabajo y una mejora en la seguridad del empleado.

Las **ventajas** que presenta son las siguientes:

- Mejor utilización del espacio de trabajo con lo que se consigue una ampliación de éste, por lo que los operarios pueden trabajar con mayor comodidad.
- Utilización del almacén sólo para las referencias con las que trabaja el departamento de camiones, por lo que se reduce el tiempo de búsqueda de material.
- Ampliación del número de camiones que entran en la nave para realizar el mantenimiento correctivo de larga duración la alternativa 1 planteada, manteniendo los mismos para las otras dos zonas.
- Separación de zonas de trabajo en tres tipos (manteniendo las mismas que en la alternativa 1):
  - Mantenimiento preventivo
  - Mantenimiento correctivo rápido
  - Mantenimiento correctivo de larga duración.
- Acceso directo al almacén de repuestos, lo que conlleva una reducción de tiempos a la hora de reponer el material en mal estado.
- Mejora el nivel de seguridad para las personas con la apertura de puertas en los laterales de la nave, consiguiendo así reducir el tránsito de camiones por dentro de ésta.
- Reducción de tiempos de movimiento a la hora de coger la herramienta, ya que cada puesto (zona mantenimiento preventivo) tiene un kit de herramientas que se pueden gastar en los diferentes trabajos.

Los **inconvenientes** que se pueden observar son:

- Ampliación del coste de inversión inicial con respecto a la alternativa 1 y 2, por la apertura de puertas en los laterales y modificación de la distribución de la edificación interior.
- Tránsito de camiones por el interior de la nave, lo que conlleva tener un control de seguridad elevado.

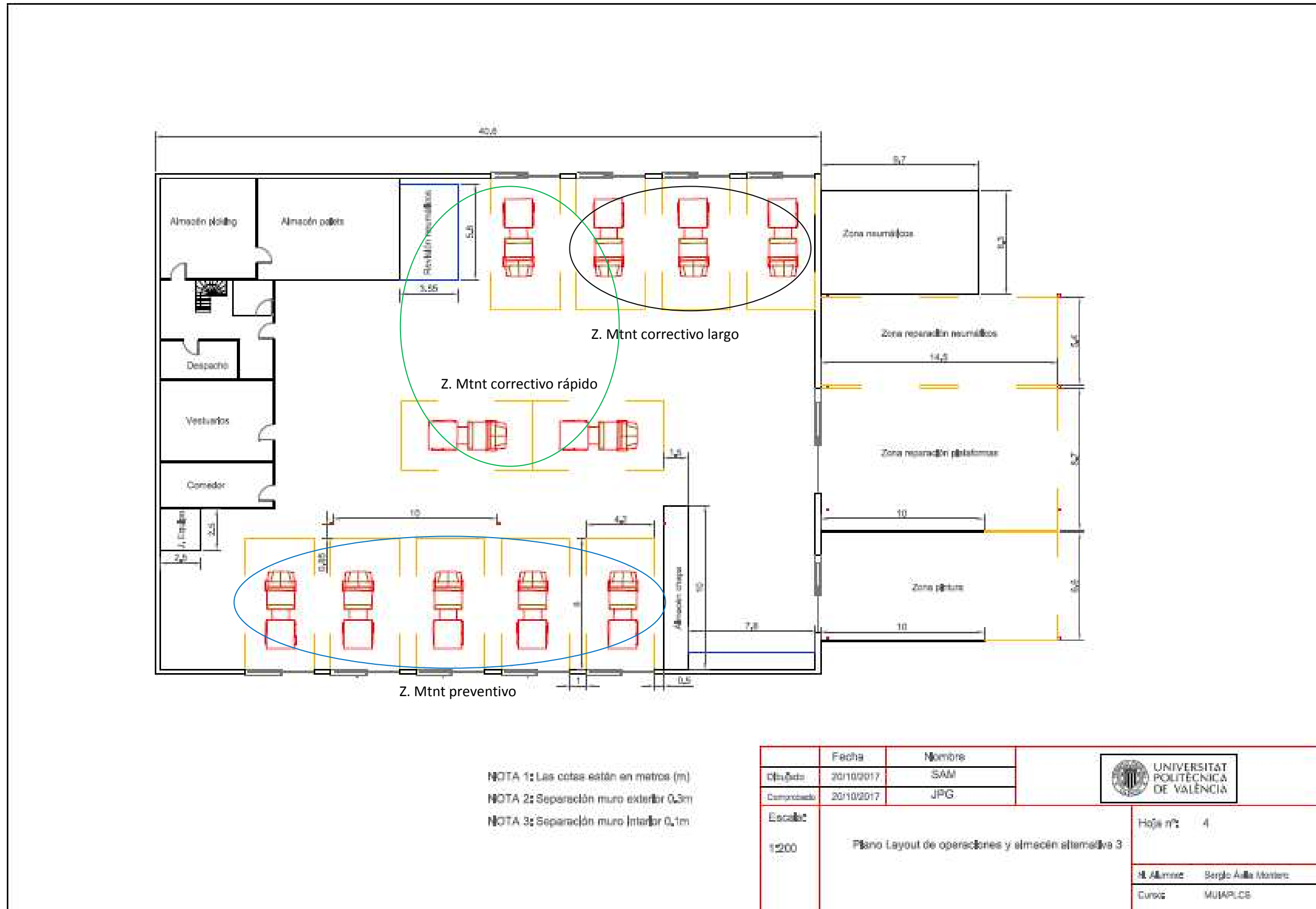


Figura 22: Layout alternativa 3. Fuente: Autor

### 3.6 Herramienta de simulación de las alternativas (SIMIO)

Para conseguir una mejor comprensión de la problemática que presenta la empresa Kalmar Global (Sede Valencia) se ha decidido realizar mediante el software de simulación SIMIO el diseño de los diferentes layouts. De este modo conseguimos ver la circulación de los camiones por el interior de la nave, además del personal encargado de realizar dichas tareas de mantenimiento.

#### SOBRE SIMIO

Simio es una herramienta de simulación que se basa en la inteligencia de objetos. Está diseñado para soportar el paradigma de modelado de objetos, sin embargo, también es compatible con el uso continuo de paradigmas de modelado múltiples, incluida la orientación del proceso y la orientación del evento. Además también es totalmente compatible con sistemas discretos y continuos, junto con aplicaciones a gran escala basadas en modelos basados en agentes. Estos paradigmas de modelado se pueden mezclar libremente dentro de un modelo único.(8)

Los objetos se pueden almacenar en bibliotecas y compartir fácilmente. Un objeto puede ser desde una máquina, un avión o cualquier otra cosa que puedas encontrar en tu sistema. Para crear un modelo es necesario realizar combinaciones de objetos consiguiendo así que representen de una forma real los componentes físicos del sistema.(8)

#### ELEMENTOS UTILIZADOS PARA LA SIMULACIÓN

Para poder realizar la simulación de las alternativas se debe hacer uso de los objetos propios que se encuentran en la librería del programa por lo que a continuación se mostrarán y explicarán que funciones realizan éstos.

- Objeto tipo source: Es el encargado de generar los entities que recorrerán el modelo durante la simulación (ModelEntity).



Figura 23: Objeto Source del programa SIMIO. Fuente: Autor

- Objeto tipo sink: Este objeto es necesario, ya que su función es eliminar los entities generados en el objeto source.

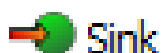


Figura 24: Objeto Sink del programa SIMIO. Fuente: Autor

- WorkStation: Este objeto es usado para simular la zona de trabajo. Se le puede modificar actividades como: setup, procesado.

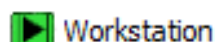


Figura 25: Objeto workstation del programa SIMIO. Fuente: Autor

- Path: Este objeto es empleado para unir los diferentes nodos y que los entites puedan recorrer la ruta deseada en el modelo.



Figura 26: Objeto Path del programa SIMIO. Fuente: Autor

- Worker: Este objeto es el encargado de realizar las tareas en las diferentes zonas de trabajo.

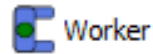


Figura 27: Objeto Worker del programa SIMIO. Fuente: Autor

- BasicNode: Este objeto es el encargado de realizar el punto de intersección en una red de links por donde circularán los workers.

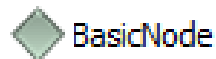


Figura 28: Objeto BasicNode del programa SIMIO. Fuente: Autor

Una vez descritos los objetos empleados en la simulación se mostrará como ha quedado el modelo de una de las alternativas.



Figura 29: Modelo de simulación alternativa 3. Fuente: Autor

Para que el modelo de simulación realizara y cumpliera con las necesidades que se han planteado ha sido necesario implementar código de programación característico del software Super Decisions. A continuación se pueden ver los bloques de códigos empleados en dicho modelo.

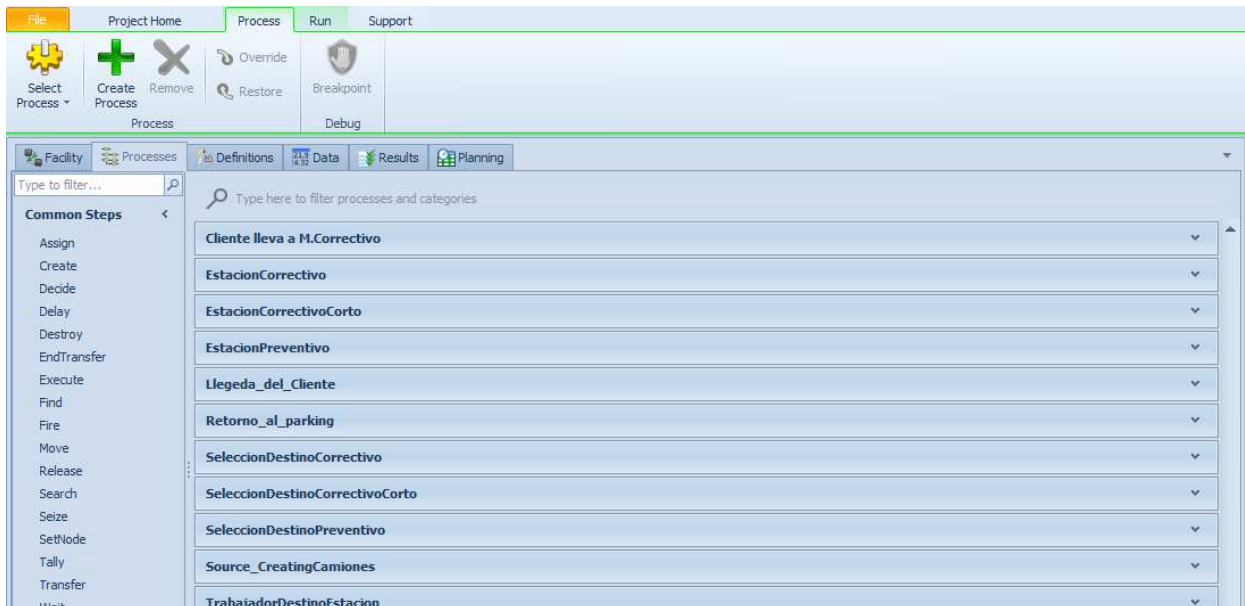


Figura 30: Bloques de código empleados en el programa Super Decisions. Fuente: Autor

Debido a la amplitud del código empleado a lo largo de todo el programa, en este documento se mostrará como ejemplo alguno de los más característicos.

### CLIENTE LLEVA A MANTENIMIENTO CORRECTIVO

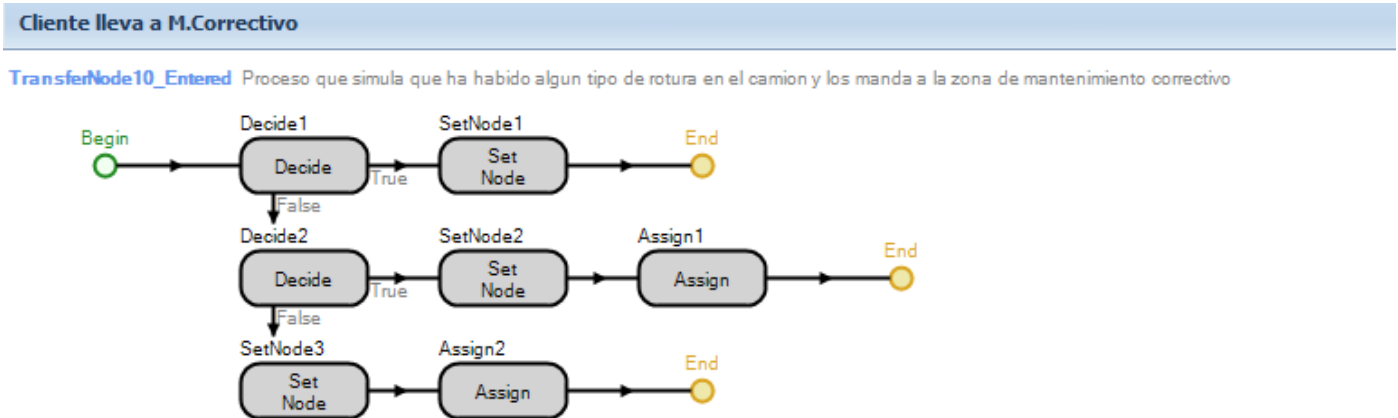


Figura 31: Código de programa para llevar a mantenimiento correctivo. Fuente: Autor

En la imagen anterior se puede ver el código empleado para simular que el 20% de los camiones sufren algún tipo de avería durante la jornada de trabajo que se debe reparar y no estaba previsto en el planning de mantenimiento.

Para conseguir eso se han realizado 3 líneas de programa.

La primera tiene el bloque decide1 donde se le pondrá la probabilidad del 20%, por lo que cuando no sea ese 20% los mafis volverán al parking mediante el Set Node1. En caso de cumplirse esa probabilidad pasamos a la segunda línea, donde se activará el decide2 que será otra probabilidad del 20% (esto se ha realizado así, ya que se distinguen dos tipos de correctivos. Larga duración y corta, siendo la mayoría de las averías de corta duración). Cuando no se cumpla esa probabilidad el programa leerá la segunda línea mandando a los

camiones mediante el Set Node2 a la zona de mantenimiento correctivo de corta duración. En caso de cumplirse el programa pasará a la tercera línea enviando a través del Set Node3 a los camiones a la zona de mantenimiento correctivo de larga duración. Los assigns que aparecen en la línea 2 y 3 solamente sirven para cambiar el color a los camiones y poder distinguir una zona de otra.

**SELECCIÓN ESTACIÓN CORRECTIVO CORTA DURACIÓN**

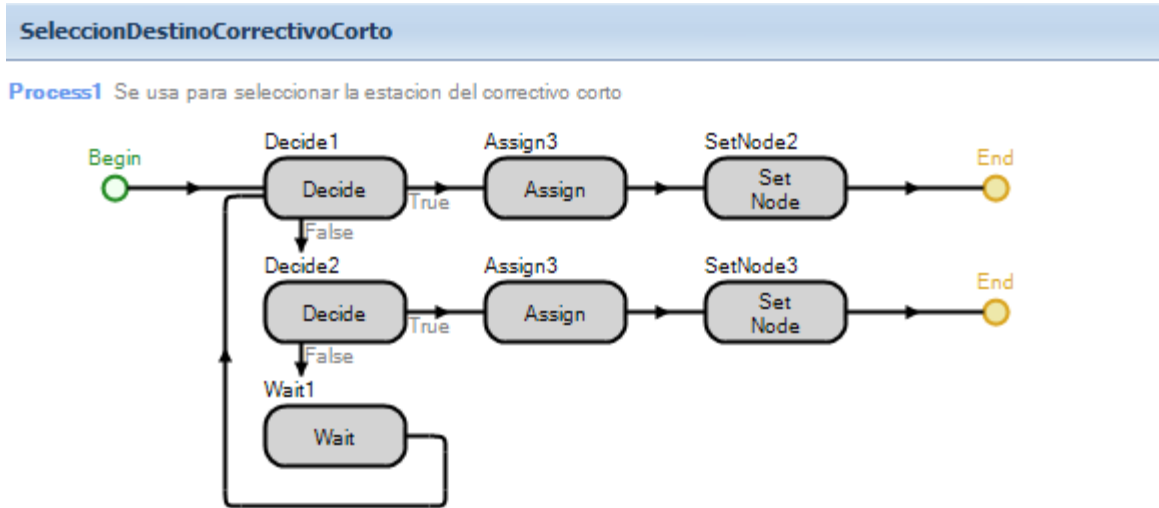


Figura 32: Código de programa para seleccionar destino correctivo de corta duración. Fuente: Autor

En la imagen anterior se puede observar el código de programa empleado para que el mafi seleccione la estación de mantenimiento correctivo corto que esté disponible. En caso de estar las dos estaciones ocupadas por algún camión, el último que llega se esperará hasta que se vacíe alguna.

Del código anterior solamente se explicará la primera y tercera línea de programa debido a que la segunda es igual que la primera.

En la primera línea existen 3 bloques (Decide, Assign y Set Node). En el primer bloque (Decide) cuando llega el mafi, mira si está ocupada la primera estación. En caso de estar vacía con el segundo bloque (Assign) le pone un valor de 1 para decir que está ocupada y con el tercer bloque (Set Node) manda al mafi a esa estación. En el supuesto caso de que esté ocupada la primera estación pasa a la segunda línea de programa, realizando la misma secuencia anterior con los bloques. Si también estuviera ocupada esta segunda estación, pasaríamos a la tercera línea (bloque Wait) entrando en bucle hasta que se quedara libre alguna de las estaciones.



## ESTACION CORRECTIVO CORTO

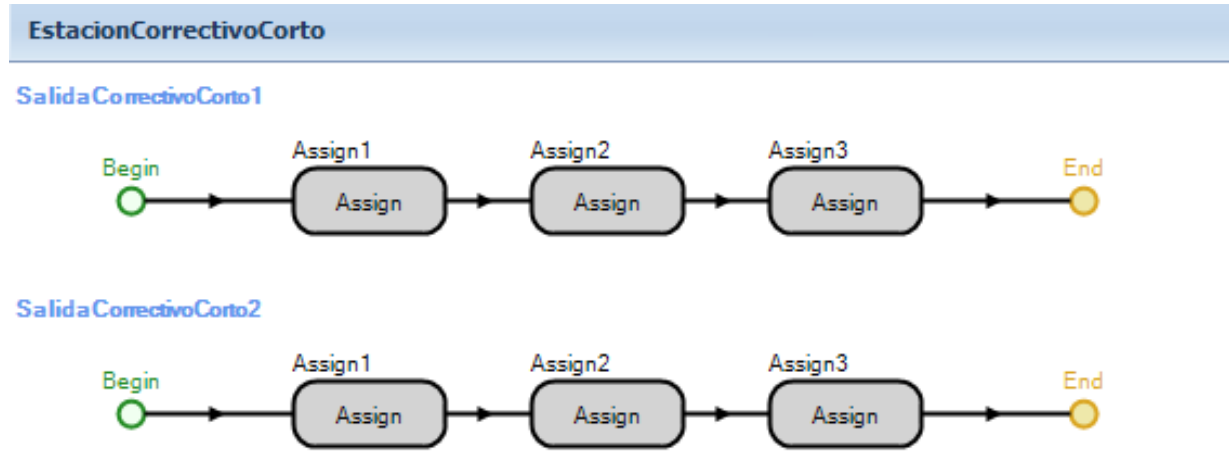


Figura 33: Código de programa para la salida del mafi en correctiv de corta duración. Fuente: Autor

En la imagen anterior se puede ver el código empleado para cuando el mafi sale de la estación volver a ponerla como disponible. Las dos líneas de programa son iguales por lo que se explicará solamente la de salida de correctivo corto 1.

Existen 3 bloques (assign1, assign2 y assign3). El primer assign y la variable que contiene solo se utiliza para validar los resultados en las labels, pero no tiene otra función. Con el segundo bloque (Assign 2) anotamos en el vector tiempo el timenow de ahora y el estado de vacío de la estación y con el tercero (Assign 3) a la salida del correctivo cambiamos a 0 el estado de esta estación para saber que está libre. También ponemos a 0 la estación asignada a ese entity para saber que está libre.

## RETORNO AL PARKING

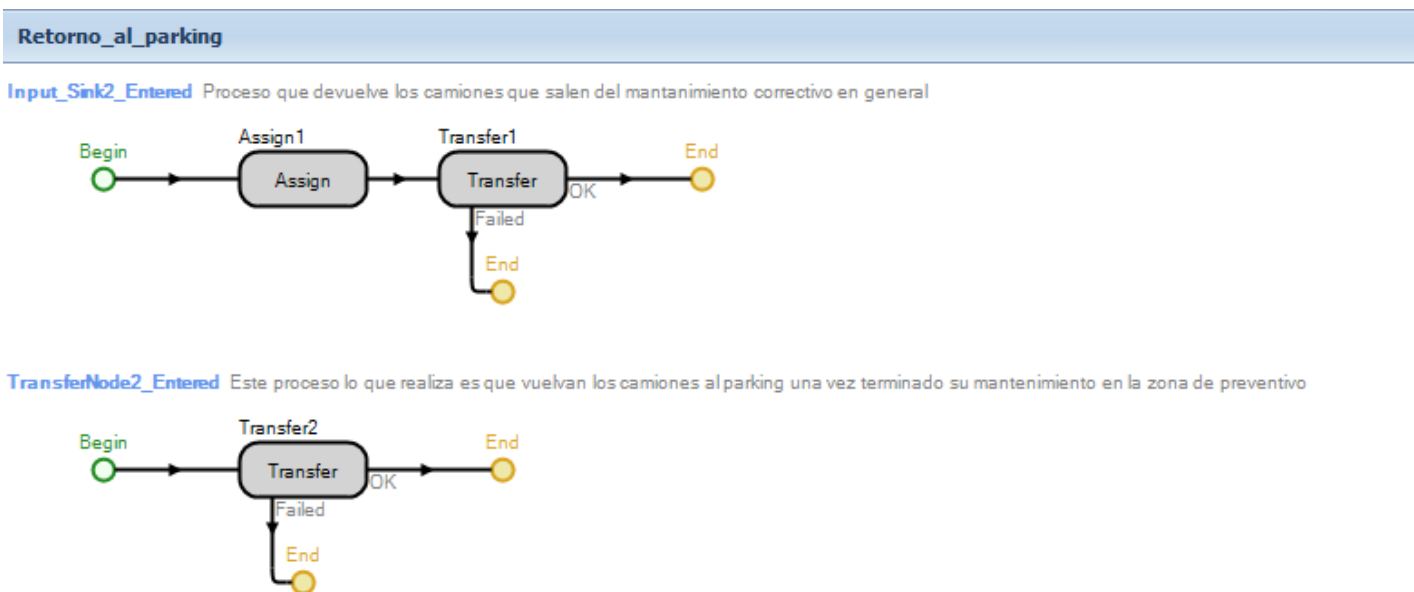


Figura 34: Código de programa que devuelve los mafis al parking. Fuente: Autor

En la imagen anterior se pueden observar los códigos de programa que se han empleado para devolver los camiones al parking una vez terminado los distintos tipos de preventivo.

Existen dos códigos diferenciados. El primero hace referencia al mantenimiento correctivo en general, es decir, da igual de la zona de correctivo que salgan que ejecuta el mismo código. El segundo hace referencia a la salida de mantenimiento preventivo.

El primer código está compuesto por dos bloques el primero un assign con este se vuelve a poner en modo neutro el entity que sale y el segundo bloque es un transfer con el que se consigue devolver al parking una vez pasa por el nodo de transferencia. El segundo código solo está compuesto por un bloque transfer el cual hace la misma función que el del bloque anterior, pero en otro nodo de transferencia.

**CREACIÓN DE CAMIONES**

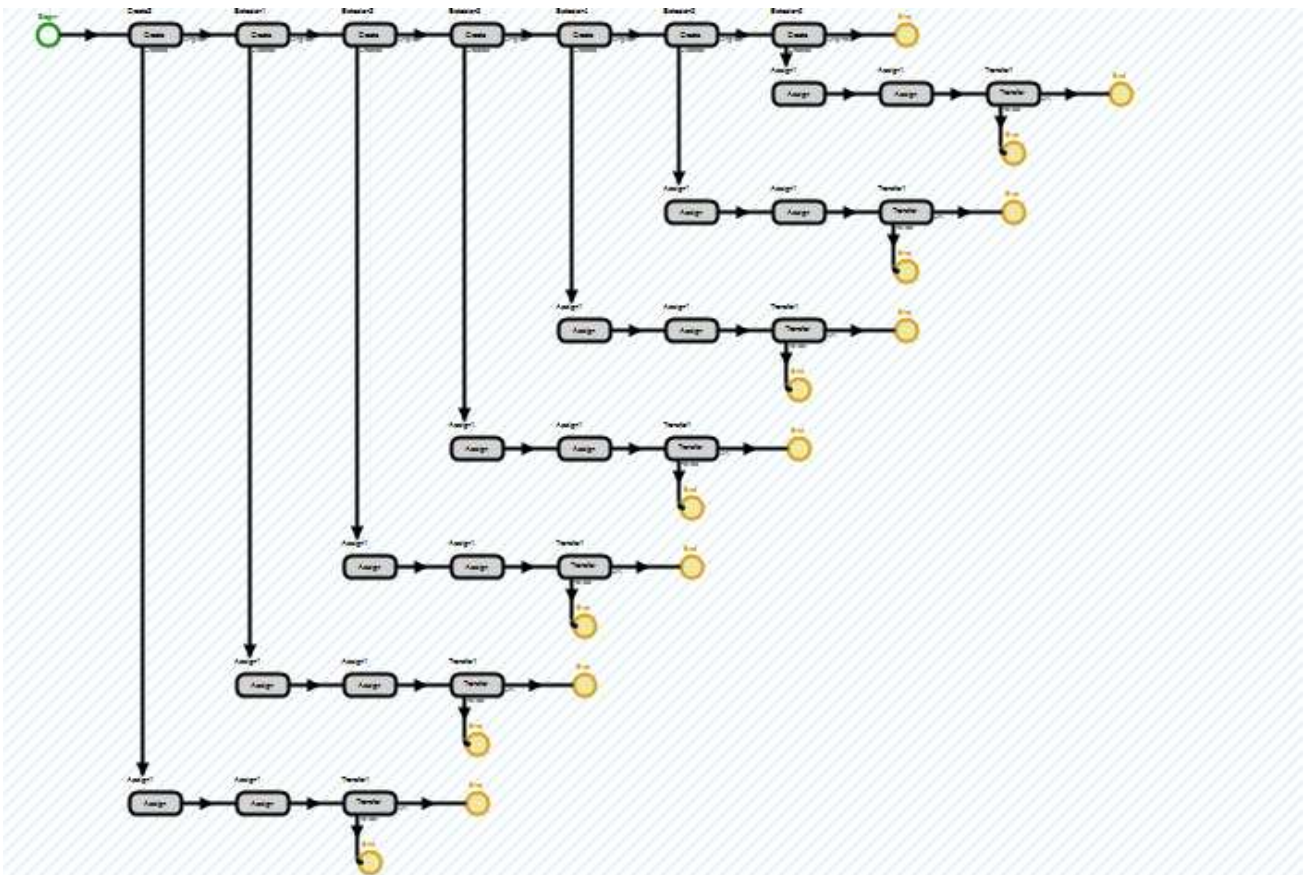


Figura 35: Código empleado para la creación de camiones en zona de preventivo. Fuente: Autor

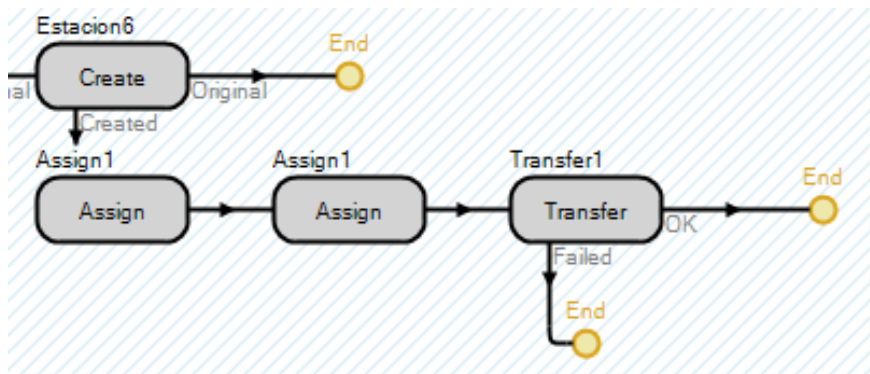


Figura 36: Ampliación código creación camiones zona de preventivo. Fuente: Autor

En la figura 30 se puede observar el código empleado para la creación de camiones en el parking y en las estaciones de la zona de mantenimiento preventivo. Se compone de una línea que crea todos los camiones en el parking y 6 líneas pertenecientes a tantas estaciones de preventivo como existen.

Todas las líneas de programa son réplica una de otra, por lo que se explicará la figura 31 que es una ampliación de dicho código para poder visualizarlo mejor. Esta línea se compone de 4 bloques (create, 2 assign y 1 transfer).

Inicialmente con el create se creará el entity denominado camión, seguidamente pasa al assign1 el cual de forma aleatoria le estipula unas horas entre 400 y 500 que es lo que debe de tener el camión para poder pasar al mantenimiento preventivo. Una vez ya le ha puesto esas horas pasa al siguiente assign, el cual pone el vector de dicha estación a 1 para indicar que está ocupada. Por último está el bloque transfer para enviar del parking a la estación (en este caso la 6 que es la que se está explicando).

### 3.7 Selección alternativa

Para la selección de la mejor alternativa a implantar por la empresa Kalmar Global y debido a que se ha de tomar una decisión para un conjunto de soluciones que tienen múltiples criterios de evaluación, hemos decidido que AHP es el mejor modo de tomar dicha decisión.

Se han analizado diferentes software que se podrían emplear para la toma de decisiones multicriterio, pero se ha elegido el software Super Decisión, ya que es gratuito además de tener un fácil manejo.

#### **CRITERIOS DE SELECCIÓN**

Para la selección de criterios se tuvieron reuniones con un experto, en nuestro caso un profesional ingeniero de organización con conocimientos en el área de operaciones del sector automovilístico.

Los criterios seleccionados son:

- **Inversión:** Se trata del desembolso que tiene que realizar la empresa Kalmar Global para la compra de un bien. En este caso será la compra de la nueva nave y las modificaciones de la distribución de la edificación interna.
- **Coste de operación:** Se trata del coste para poder desarrollar la actividad de la empresa.
- **Tiempo de entrega:** Consiste en el tiempo que pasa el camión desde que entra al mantenimiento hasta que se devuelve al cliente.
- **Flexibilidad en el volumen:** Consiste en ver como se comporta el sistema frente a una variación de entrada y salida de camiones.
- **Seguridad y ergonomía:** Consiste en ver como es de seguro adecuado el puesto de trabajo para los operarios que realizan la actividad.
- **Flexibilidad en el cambio de producto:** Consiste en ver como se comporta el sistema frente a una variación en el tipo de producto con el que trabaja la empresa.

**ESQUEMA JERÁRQUICO**

En la imagen mostrada a continuación se puede ver el esquema empleado para realizar el modelo AHP en el software super decision.

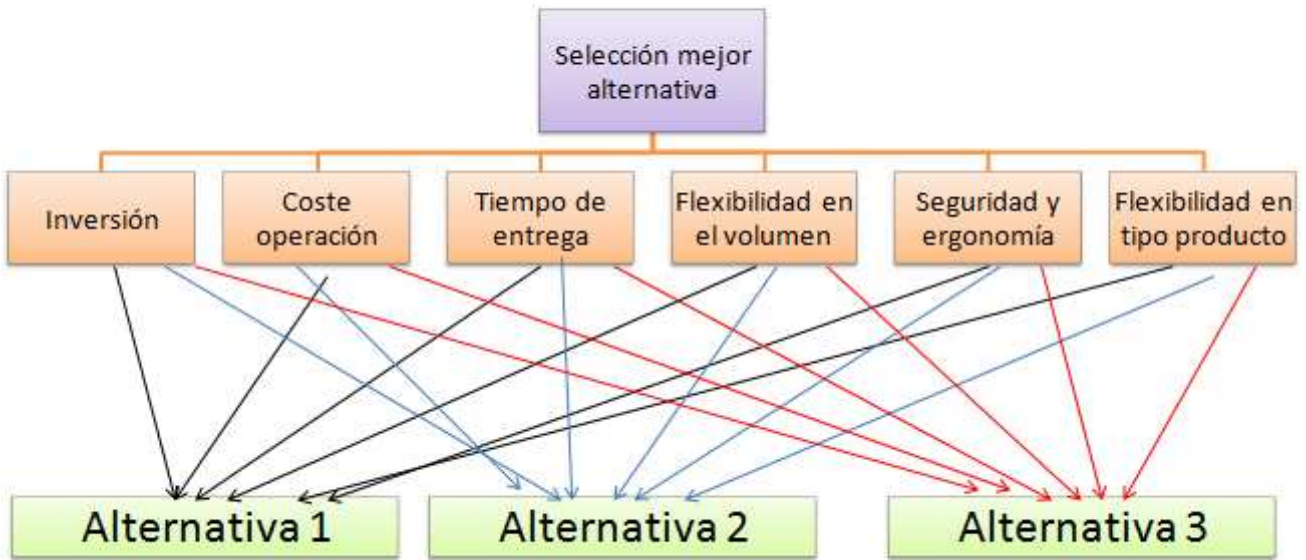


Figura 37: Esquema jerárquico modelo AHP. Fuente: Autor

Este esquema jerárquico anterior mostrado aplicado al programa Super Decision para el proceso analítico quedaría de la manera siguiente:

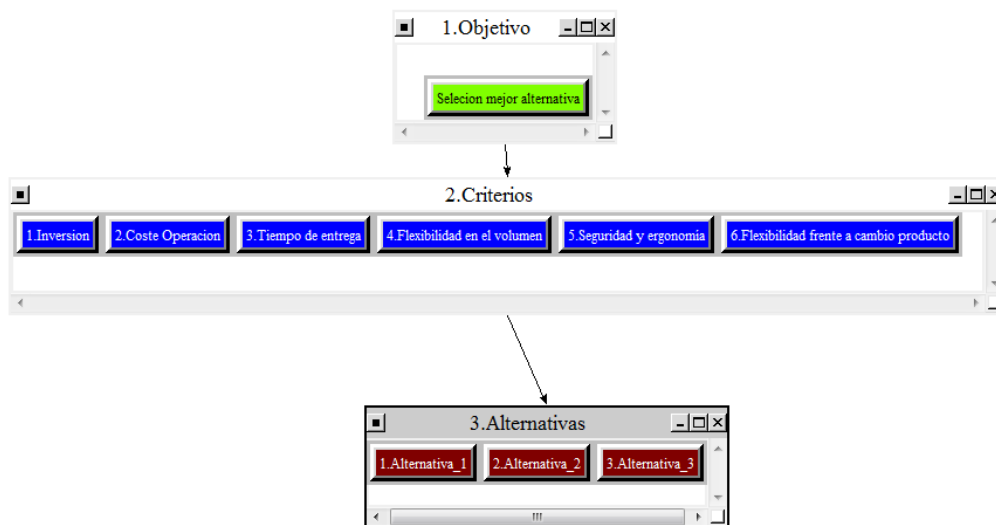


Figura 38: Esquema jerárquico Super Decisions. Fuente: Autor

**PONDERACIÓN DE CRITERIOS**

Una vez definido el objetivo, los criterios y las alternativas se procede a la ponderación de los diferentes criterios, para ello se ha empleado la escala propuesta por Saaty(9), siendo esta:

1	Igual importancia relativa
2	Valor intermedio
3	Moderada importancia relativa
4	Valor intermedio
5	Fuerte importancia relativa
6	Valor intermedio
7	Muy fuerte importancia relativa
8	Valor intermedio
9	Extrema importancia relativa

**Tabla 4: Escala de ponderación(9)**

Los valores 2, 4, 6 y 8 son valores intermedios utilizados para hacer más precisa la comparación. Para formar la matriz de comparaciones pareadas se aplicará la propiedad de reciprocidad planteada por el profesor Thomas Saaty:  $a_{ij}=x$ , entonces  $a_{ji}=1/x$ .(10)

Los valores planteados en la tabla anterior se introducen en el programa *Super Decisions* a través del comando que aparece en el menú "Pairwise comparisons".

Se empezará introduciendo la valoración de los criterios que servirán para evaluar las diferentes alternativas planteadas.



**Figura 39: Pesos de los criterios. Fuente: Autor**

Con lo observado en la figura 16 se puede establecer los pesos que tendrán los diferentes criterios, quedando de la siguiente manera:

CRITERIOS	PESOS (%)
Inversión	20.31%
Coste operación	20.31%
Tiempo de entrega	7.25%
Flexibilidad en volumen	5.94%
Seguridad y ergonomía	42.47%
Flexibilidad en tipo producto	3.73%

Tabla 5: Pesos obtenidos en los diferentes criterios. Fuente: Autor

Se puede observar que la inconsistencia es inferior al 7%, inferior a lo establecido para una matriz 5x5 o superior.

Con esto se puede dar como finalizado la ponderación de los diferentes criterios.

### PONDERACIÓN DE ALTERNATIVAS

En este paso, se tratará de asignar un peso a cada alternativa en función de los criterios de primer nivel establecidos. Para esto se aplicará de nuevo matrices de comparaciones pareadas.

A continuación se abordarán las variables de último nivel realizando la misma operación que en la ponderación de las variables de primer nivel

- VARIABLE INVERSIÓN:

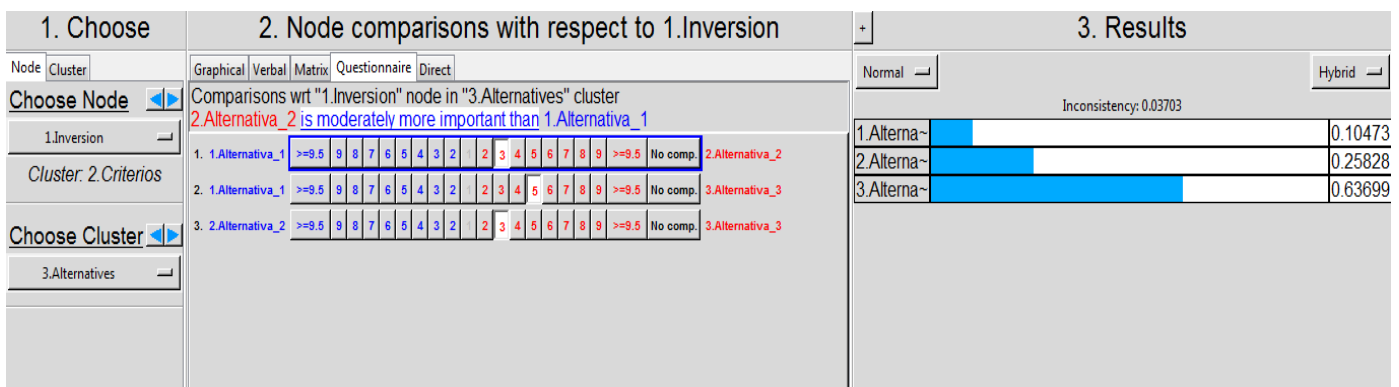


Figura 40: Ponderación pesos alternativas vs criterio 1. Fuente: Autor

Las valoraciones de las alternativas respecto a la variable de inversión queda de la siguiente forma:

ALTERNATIVAS	PESOS (%)
Alternativa 1	10.47%
Alternativa 2	25.83%
Alternativa 3	63.70%

Tabla 6: Pesos de las alternativas en función del criterio 1. Fuente: Autor

Se puede observar que la inconsistencia es inferior al 3%, inferior a lo establecido para una matriz 3x3. Por lo que los valores introducidos son aceptables.

- VARIABLE COSTE OPERACIONAL:

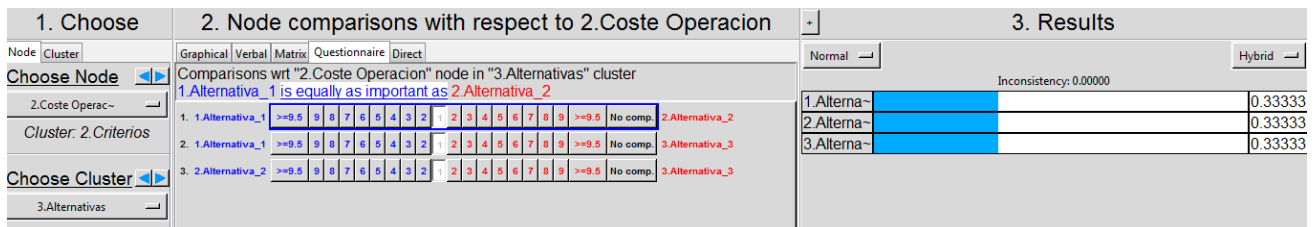


Figura 41: Ponderación pesos alternativas vs criterio 2. Fuente: Autor

Las valoraciones de las alternativas respecto a la variable costes operacionales queda de la siguiente forma:

ALTERNATIVAS	PESOS (%)
Alternativa 1	33.33%
Alternativa 2	33.33%
Alternativa 3	33.33%

Tabla 7: Pesos de las alternativas en función criterio 2 Fuente: Autor

Los valores de inconsistencia son inferiores a lo establecido para dicho rango de la matriz.

En este caso las valoraciones son equitativas, ya que los costes operacionales no se ven afectados a pesar de tener las diferentes alternativas distintos layouts.



- VARIABLE TIEMPO DE ENTREGA:

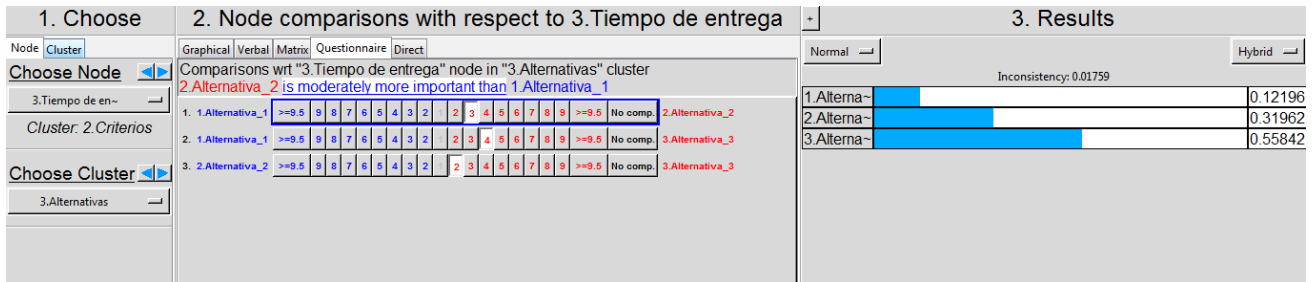


Figura 42: Ponderación pesos alternativas vs criterio 3. Fuente: Autor

Las valoraciones de las alternativas respecto a la variable tiempo de entrega queda de la siguiente forma:

ALTERNATIVAS	PESOS (%)
Alternativa 1	12.20%
Alternativa 2	31.96%
Alternativa 3	55.84%

Tabla 8: Pesos de las alternativas en función criterio 3. Fuente: Autor

En este caso la inconsistencia es inferior al 2%, válido para la matriz generada.

- VARIABLE FLEXIBILIDAD EN VOLUMEN:



Figura 43: Ponderación pesos alternativas vs criterio 4 Fuente: Autor



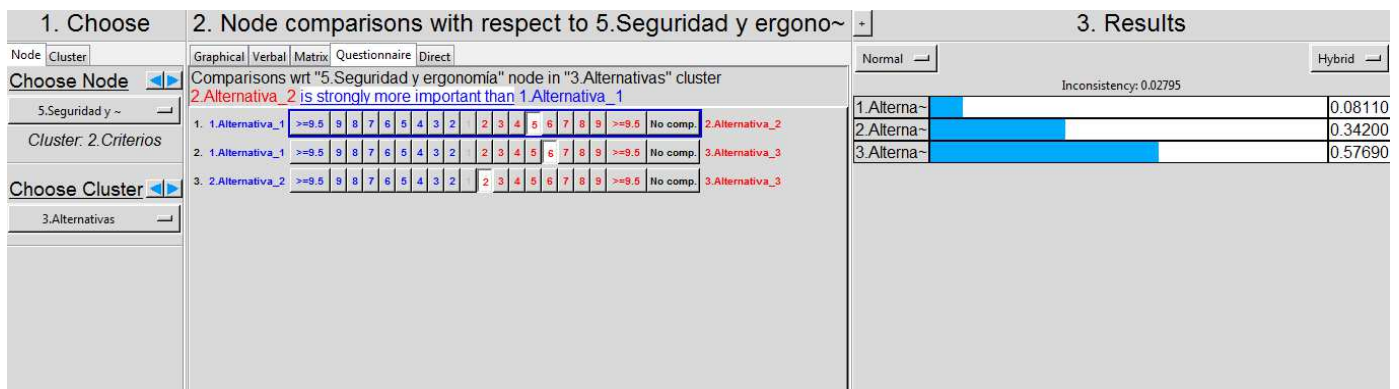
Las valoraciones de las alternativas respecto a la variable flexibilidad en volumen queda de la siguiente forma:

ALTERNATIVAS	PESOS (%)
Alternativa 1	10.47%
Alternativa 2	25.83%
Alternativa 3	63.70%

**Tabla 9: Pesos de las alternativas en función criterio 4 Fuente: Autor**

La inconsistencia en este caso también cumple con el criterio de ser menor al 5% para un matriz de 3x3x.

- VARIABLE SEGURIDAD Y ERGONOMÍA:



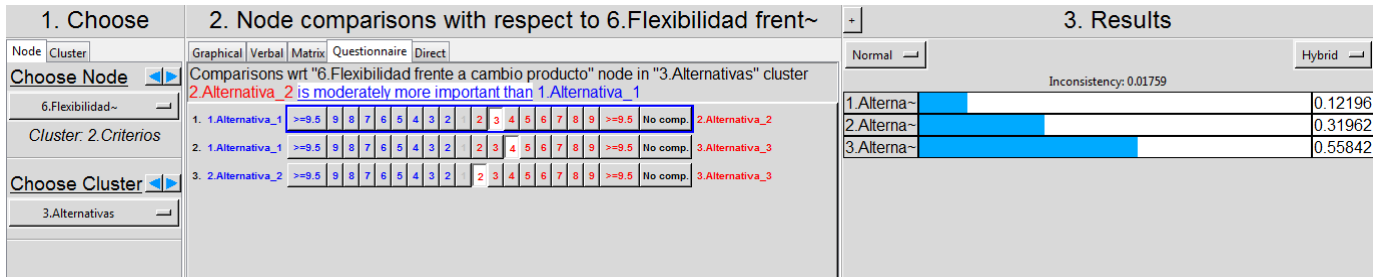
**Figura 44: Ponderación pesos alternativas vs criterio 5 Fuente: Autor**

Los pesos de las alternativas respecto a la variable seguridad y ergonomía queda de la siguiente forma:

ALTERNATIVAS	PESOS (%)
Alternativa 1	8.10%
Alternativa 2	34.20%
Alternativa 3	57.70%

**Tabla 10: Pesos de las alternativas en función criterio 5 Fuente: Autor**

- **VARIABLE FLEXIBILIDAD EN TIPO PRODUCTO:**



**Figura 45: Ponderación pesos alternativas vs criterio 6 Fuente:Autor**

Las valoraciones de las alternativas respecto a la variable flexibilidad en tipo de producto queda de la siguiente forma:

ALTERNATIVAS	PESOS (%)
Alternativa 1	12.20%
Alternativa 2	31.96%
Alternativa 3	55.84%

**Tabla 11: Pesos de las alternativas en función criterio 6 Fuente:Autor**

En esta última comparativa como en todas las anteriores el valor de inconsistencia cumple con lo establecido para una matriz de 3x3.

Con esto quedarían determinados Las valoraciones a cada una de las alternativas en función de las variables de primer nivel.

Después de ponderar todas las valoraciones de cómo influyen los criterios sobre las diferentes alternativas planteadas, se realizará la síntesis en el programa para ver cual sería la mejor opción.

En la siguiente imagen se puede ver que la opción más adecuada es la 3 a pesar de tener una inversión inicial superior (como se ha podido ver en imágenes anteriores), ya que en este sector priman los criterios 1,2 y 5 (sobre todo este último)

Here are the priorities.










Icon	Name		Normalized by Cluster	Limiting
No Icon	Selecion mejor alternativa		0.00000	0.000000
No Icon	1.Inversion		0.17199	0.085997
No Icon	2.Coste Operacion		0.25041	0.125205
No Icon	3.Tiempo de entrega		0.07027	0.035137
No Icon	4.Flexibilidad en el volumen		0.05762	0.028810
No Icon	5.Seguridad y ergonomía		0.41357	0.206787
No Icon	6.Flexibilidad frente a cambio producto		0.03613	0.018063
No Icon	1.Alternativa_1		0.15274	0.076368
No Icon	2.Alternativa_2		0.29556	0.147782
No Icon	3.Alternativa_3		0.55170	0.275850

Figura 46: Pesos y resultados Super Decisions Fuente:Autor

### 3.8 Conclusiones

En este capítulo se ha plasmado un análisis de requerimientos a partir del cual se han obtenido los diferentes layouts que puede presentar la nueva nave, en este análisis se pueden ver criterios que se evaluarán para la selección de las alternativas (flexibilidad en volumen y seguridad) y mejoras que han propuesto los operarios para un trabajo más cómodo y seguro (menor tránsito de camiones por el interior de la nave, segregación de zonas de mantenimiento e incremento espacio de trabajo).

Con el análisis de requerimientos realizado, se han planteado los diferentes layouts que podría presentar la empresa, a su vez, para poder observar y entender mejor como se distribuiría el paso de camiones y de personal por el interior de la nave se ha realizado un modelo de simulación con la herramienta SIMIO.

Después de plantear las diferentes alternativas y las diferentes simulaciones se ha observado que ventajas e inconvenientes presentaba cada una de ellas pudiendo ver un resumen de éstas en las siguientes imágenes.

	Layout inicial	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
<b>Ventajas</b>				
Ampliación zona de trabajo.		X	X	X
Reducción espacio almacén.		X	X	X
Ampliación estaciones de mantenimiento.		X	X	X
Segregación en zonas de trabajo en función del tipo de		X	X	X
Acceso al almacén de repuestos por el interior de la nave.	X	X	X	X
Kits de herramientas en cada puesto de trabajo.		X	X	X
Apertura de puertas de acceso lateral para reducir el tránsito de maquinaria pesada por el interior de la nave.			X	X

Figura 47: Resumen ventajas de las diferentes alternativas Fuente: Autor

	Layout inicial	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
<b>Inconvenientes</b>				
Inversión inicial elevada por modificación del layout.			X	X
Tránsito elevado de maquinaria pesada por el interior de la nave.		X	X	
No segregación de las zonas de mantenimiento	X			
Uso de grandes zonas de almacén lo que conlleva un coste de	X			

Figura 48: Resumen inconvenientes de las diferentes alternativas Fuente: Autor

Con todo esto y a partir de unas reuniones con el profesional se han decidido todos los criterios de evaluación de las alternativas que se ha plasmado en el modelo. Concretados los criterios se ha realizado el modelo en el software SuperDecisions y se han introducido los valores en el programa para realizar la evaluación y observando los resultados obtenidos saber cual es la mejor opción.

Finalmente como conclusión se puede decir que los resultados obtenidos son los esperados, ya que en este sector prima mucho la seguridad. El único inconveniente que presenta las alternativa 3 que será evaluado por la empresa es la inversión que se debe realizar, ya que la primera alternativa dicho coste no se asume por tener la nave construida de ese modo.

## 4 Plan de implantación

### 4.1 Introducción

Una vez realizado el análisis multicriterio de las alternativas planteadas y seleccionada la mejor opción para el diseño del layout que se le propone a la empresa Kalmar Global, es necesario definir cuales serán las tareas a realizar para poder conseguir que dicha propuesta se lleve a cabo.

Para ello se debe realizar un plan de implantación en el cual es necesario evaluar que tareas serán necesarias para que se pueda realizar dicho proyecto, además de esto será necesario describir los diferentes grupos de tareas que se van a realizar para comprender quien será el responsable de que se cumpla esa tarea, que duración aproximada tendrá y que coste supone a la empresa que se ejecute.

### 4.2 Responsables y participantes

Los responsables que se encargarán de controlar que las tareas que se proponen se realicen correctamente y en el tiempo propuesto por el personal asignado serán los siguientes:

Responsable	Funciones
Ingenieros y arquitectos contrata	Realizar proyecto técnico y controlar el estado y tiempo de la obra.
Arquitecto de la contrata	Realizar proyecto técnico y controlar el estado y tiempo de la obra.
Ingeniero eléctrico de la contrata	Realizar proyecto técnico y controlar el estado y tiempo de la obra.
Ingeniero de la contrata	Realizar proyecto técnico y controlar el estado y tiempo de la obra.
Jefe de equipo de Kalmar	Comprobar que se haya colocado toda la señalización en el lugar correspondiente y seleccionar que operarios deberán realizar dicha función.
Ingeniero eléctrico de la contrata	Realizar todo los trámites administrativos con la compañía eléctrica.
Tecnico de prevención de Kalmar	Comprobar que se haya limpiado todas las zonas y adecuada la nave para trabajar.
Jefe de equipo de Kalmar	Comprobar que todos los carritos tengan la herramienta adecuada y que haya tantos carritos como estaciones de mantenimiento y seleccionar que operarios deberán realizar dicha función.
Jefe de equipo de Kalmar	Comprobar que todos los carritos tengan la herramienta adecuada (se hará junto con la tarea A.2).
Responsable de compras de Kalmar	Supervisar que se haya realizado el pedido correctamente y con suficiente antelación.

Jefe de equipo de Kalmar	Comprobar que se hayan traído todos los mafis a la nueva zona de plataformas, seleccionar a los operarios que deben realizar el traslado y comunicar a los portuarios donde está la nueva zona en la terminal.
Jefe de equipo de Kalmar	Supervisar y verificar que se hayan pintado las zonas del color especificado. Además de distribuir a los operarios a realizar el pintado de la zona.
Jefe de equipo de Kalmar	Comprobar que se esté embalando el material correctamente, además de seleccionar que operarios deberán realizar dicha función.
Jefe de equipo de Kalmar	Designar a los trabajadores que realizarán dicha tarea y verificar que se hayan comprobado todas las zonas del almacén.
Jefe de equipo de Kalmar	Comprobar que se esté colocando el material en su lugar correspondiente, además de seleccionar que operarios deberán realizar dicha función.
Responsable de compras de Kalmar	Supervisar que se haya realizado el pedido correctamente y con suficiente antelación.
Jefe de equipo y Jefe del equipo del departamento de camiones de Kalmar	Realizar las diferentes pruebas necesarias para asegurarse que los candidatos cumplen los requisitos necesarios.
Técnicos de prevención de empresa externa	Asegurarse que se superan los cursos impartidos por el nuevo personal.

**Tabla 12: Responsables de las tareas. Fuente: Autor**

Además de los responsables estamos con el personal que se encargará de realizar las actividades propuestas y mandadas por los responsables. Este personal es el siguiente:

Personal	
Ingenieros, arquitectos y operarios específicos para cada trabajo.	2 operarios de Kalmar
Arquitecto y obreros	Encargado de compras de Kalmar
Ingeniero eléctrico y 4 electricistas.	3 operarios de kalmar
Ingeniero y 2 fontaneros	2 operarios de Kalmar
1 operario de Kalmar	4 operarios de kalmar
Personal de administración de Kalmar	2 operarios de Kalmar
Trabajadores empresa de limpieza	2 operarios de Kalmar
1 operario de Kalmar	Encargado de compras de Kalmar
Jefe de equipo y Jefe del equipo del departamento de camiones	Técnicos de prevención de empresa externa (Fremap)

**Tabla 13: Personal encargado de realizar las tareas. Fuente: Autor**

### 4.3 Tareas a realizar en el proyecto

Para poder desarrollar este proyecto se han dividido en diferentes paquetes de trabajo, los cuales se compondrán por una serie de tareas más específicas a realizar. A continuación se pueden ver dichos paquetes y que tareas los componen.

Paquetes de trabajo	Listado de tareas
Creación nueva nave	Adecuación de la nave
	Adecuación cambios estructurales
	Instalación eléctrica
	Instalación de fontanería
	Señalización de seguridad y salud
	Solicitud Iberdrola
	Limpieza nueva nave
Creación nuevas estaciones de mantenimiento	Adecuación zona de trabajo de cada estación
	Hacer inventario del carrito multiherramienta
	Comprar material carrito multiherramienta
Traslado de mafis	Traslado de mafis
Creación de zonas de mantenimiento	Definir las distintas zonas de mantenimiento
Traslado de material de mantenimiento	Traslado de material a la nueva nave
	Hacer inventario del almacén
	Colocación material en la nueva nave
	Comprar material repuestos mafis
Ampliación de plantilla	Nuevas contrataciones de personal de mantenimiento
	Formación al nuevo personal

Tabla 14: Listado de tareas y paquetes de trabajo. Fuente: Autor

Agrupadas todas las tareas a realizar en paquetes de trabajo, se realizará una descripción de las mismas donde se podrá saber que duración presenta dicha tarea, quien será el responsable de su cumplimiento, si depende o no de otra tarea, coste que presenta y si presenta algún modo de fallo o no.

#### 4.4 Descripción de tareas

### Tarea A.1 Adecuación de la nave

<b>Nombre del grupo de tareas</b> Creación nueva nave	
<b>Responsable de cumplir tareas</b> Ingenieros y arquitectos	
<b>Código</b> A.1	<b>Duración</b> 3 meses
<b>Fecha de inicio</b> 5/1/2018	<b>Fecha de fin</b> 8/28/2018
<b>Tareas precedentes</b> A.1.5	<b>Tareas dependientes</b> -
<b>Definición de la tarea</b>	
<p><b>Descripción</b></p> <p>La adecuación de la nave consiste en realizar cualquier tipo de arreglo a nivel estructural, fontanería, electricidad, limpieza y de seguridad para un correcto funcionamiento de las tareas que desarrolla la empresa.</p>	
<p><b>Objetivos</b></p> <p>Dejar la nave construida para poder realizar un funcionamiento normal de las tareas de mantenimiento que desarrolla la empresa.</p>	
<p><b>Modos de fallo</b></p> <p>1. Falta de material, 2. Fallo de coordinación de las subtareas, 3. Retraso de finalización de las diferentes subtareas.</p>	
<b>Recursos necesarios</b>	
<b>RR.HH</b> Ingenieros, arquitectos y operarios específicos para cada trabajo.	<b>Otros recursos</b> Maquinaria y herramientas específicas para cada subtarea (hormigonera, arnés para trabajos en altura, carretilla con cesta para trabajos en altura, etc
<p><b>Coste</b></p> <p>300000 €</p>	

Tabla 15: Tarea 1: Adecuación de la nave. Fuente: Autor



## Tarea A.1.1 Adecuación cambios estructurales

<b>Nombre del grupo de tareas</b> Creación nueva nave	
<b>Responsable de cumplir tareas</b> Arquitecto	
<b>Código</b> A.1.1	<b>Duración</b> 1.5 meses
<b>Fecha de inicio</b> 5/29/2018	<b>Fecha de fin</b> 7/30/2018
<b>Tareas precedentes</b> -	<b>Tareas dependientes</b> A.1.2, A.1.3, A.1.4
<b>Definición de la tarea</b>	
<b>Descripción</b> La adecuación de los cambios estructurales consiste en la apertura de puertas laterales en los muros, así como la construcción de la tabiquería de las oficinas y diferentes salas del interior de la nave.	
<b>Objetivos</b> Incrementar la seguridad en el interior de la nave, además de construir las oficinas para controlar las tareas de mantenimiento	
<b>Modos de fallo</b> 1. Falta de llegada de material, 2. Retraso de los obreros, 3. Mala alineación del suelo.	
<b>Recursos necesarios</b>	
<b>RR.HH</b> Arquitecto y obreros	<b>Otros recursos</b> Maquinaria y herramientas específicas para realizar la obra
<b>Coste</b> 150000 €	

Tabla 16: Tarea 2: Adecuación cambios estructurales. Fuente: Autor

## Tarea A.1.2 Instalación eléctrica

<b>Nombre del grupo de tareas</b> Creación nueva nave	
<b>Responsable de cumplir tareas</b> Ingeniero eléctrico	
<b>Código</b> A.1.2	<b>Duración</b> 3 semanas
<b>Fecha de inicio</b> 7/31/2018	<b>Fecha de fin</b> 8/20/2018
<b>Tareas precedentes</b> A.1.1 y A.1.5	<b>Tareas dependientes</b> -
<b>Definición de la tarea</b>	
<b>Descripción</b> La instalación eléctrica consiste en realizar toda la instalación necesaria de cableado, luminarias y tomas de fuerza para poder desarrollar las tareas de mantenimiento sin una falta de suministro eléctrico.	
<b>Objetivos</b> Dotar a la nave de suministro eléctrico.	
<b>Modos de fallo</b> 1. Falta de autorización de iberdrola para la manipulación del CT.	
<b>Recursos necesarios</b>	
<b>RR.HH</b> Ingeniero eléctrico y 4 electricistas.	<b>Otros recursos</b> Maquinaria para trabajos en altura y material específico frente a riesgo eléctrico.
<b>Coste</b> 70000 €	

Tabla 17: Tarea 3: Instalación eléctrica. Fuente: Autor

## Tarea A.1.3 Instalación de fontanería

<b>Nombre del grupo de tareas</b> Creación nueva nave	
<b>Responsable de cumplir tareas</b> Ingeniero	
<b>Código</b> A.1.3	<b>Duración</b> 3 semanas
<b>Fecha de inicio</b> 7/31/2018	<b>Fecha de fin</b> 8/20/2018
<b>Tareas precedentes</b> A.1.1 y A.1.5	<b>Tareas dependientes</b> -
<b>Definición de la tarea</b>	
<b>Descripción</b> La instalación de fontanería consiste en realizar toda la instalación de tuberías en el interior de la nave	
<b>Objetivos</b> Dotar a la nave de suministro de agua potable.	
<b>Modos de fallo</b> 1. Rotura de tuberías generales de la terminal.	
<b>Recursos necesarios</b>	
<b>RR.HH</b> Ingeniero y 2 fontaneros	<b>Otros recursos</b> Herramientas específicas de fontanería y maquinaria para realizar las zanjas para el paso de tuberías
<b>Coste</b> 50000 €	

Tabla 18: Tarea 4: Instalación de fontanería. Fuente: Autor

## Tarea A.1.4 Señalización de seguridad y salud

<b>Nombre del grupo de tareas</b> Creación nueva nave	
<b>Responsable de cumplir tareas</b> Jefe de equipo de Kalmar	
<b>Código</b> A.1.4	<b>Duración</b> 8 horas
<b>Fecha de inicio</b> 8/28/2018	<b>Fecha de fin</b> 8/28/2018
<b>Tareas precedentes</b> A.1.1, A.1.2, A.1.3 y A1.6	<b>Tareas dependientes</b>
<b>Definición de la tarea</b>	
<b>Descripción</b> Colocar toda la cartelería relacionada con la seguridad de la instalación (salidas de emergencia, ubicación de los extintores, etc)	
<b>Objetivos</b> Dotar a la nave de toda señalización y materiales para la seguridad y salud de las personas y equipos	
<b>Modos de fallo</b> 1. Mala colocación de la señalización correspondiente	
<b>Recursos necesarios</b>	
<b>RR.HH</b> 1 operario de Kalmar	<b>Otros recursos</b> Escalera de mano
<b>Coste</b> 1000 €	

Tabla 19: Tarea 5: Señalización seguridad y salud. Fuente: Autor

## Tarea A.1.5 Solicitud Iberdrola

<b>Nombre del grupo de tareas</b> Creación nueva nave	
<b>Responsable de cumplir tareas</b> Ingeniero eléctrico	
<b>Código</b> A.1.5	<b>Duración</b> 1 mes
<b>Fecha de inicio</b> 5/1/2018	<b>Fecha de fin</b> 5/28/2018
<b>Tareas precedentes</b> -	<b>Tareas dependientes</b> A.1.1
<b>Definición de la tarea</b>	
<b>Descripción</b> Solicitar a la compañía eléctrica la conexión al CT ubicado en el interior de las instalaciones del puerto para que den suministro a la nueva nave.	
<b>Objetivos</b> Obtener autorización de Iberdrola	
<b>Modos de fallo</b> 1. Retraso en la autorización de conexión	
<b>Recursos necesarios</b>	
<b>RR.HH</b> Personal de administración de Kalmar	<b>Otros recursos</b> -
<b>Coste</b> 300 €	

Tabla 20: Tarea 6: Solicitud iberdrola. Fuente:Autor

## Tarea A.1.6 Limpieza nueva nave

<b>Nombre del grupo de tareas</b>	
Creación nueva nave	
<b>Responsable de cumplir tareas</b>	
Tecnico de prevención de Kalmar	
<b>Código</b>	<b>Duración</b>
A.1.6	1 semana
<b>Fecha de inicio</b>	<b>Fecha de fin</b>
8/21/2018	8/28/2018
<b>Tareas precedentes</b>	<b>Tareas dependientes</b>
A.1.1 y A.1.5	A.3,A.5, A.5.2
<b>Definición de la tarea</b>	
<b>Descripción</b>	
Limpiar toda la nave después de la construcción para poder realizar la actividad desarrollada por la empresa	
<b>Objetivos</b>	
Adecuar la nave en condiciones de salubridad	
<b>Modos de fallo</b>	
1. Falta de alguna zona por limpiar	
<b>Recursos necesarios</b>	
<b>RR.HH</b>	<b>Otros recursos</b>
Trabajadores empresa de limpieza	-
<b>Coste</b>	
10000 €	

Tabla 21: Tarea 7: Limpieza nave. Fuente: Autor

## Tarea A.2 Adecuación zona de trabajo de cada estación

<b>Nombre del grupo de tareas</b> Creación nuevas estaciones de mantenimiento	
<b>Responsable de cumplir tareas</b> Jefe de equipo de Kalmar	
<b>Código</b> A.2	<b>Duración</b> 3 días
<b>Fecha de inicio</b> 8/29/2018	<b>Fecha de fin</b> 8/31/2018
<b>Tareas precedentes</b> -	<b>Tareas dependientes</b> A.2.1
<b>Definición de la tarea</b>	
<b>Descripción</b> Dejar preparado un carrito multiherramientas con todo aquel material necesario para trabajar de manera independiente en cada una de las estaciones de mantenimiento.	
<b>Objetivos</b> Habilitar a cada estación de manemiento con toda la herramienta necesaria para poder funcionar cada operario de manera independiente sin necesidad de recurrir a las otras estaciones	
<b>Modos de fallo</b> 1. Falta de herramienta en el carrito, 2. Movimiento de carrito a otra estación	
<b>Recursos necesarios</b>	
<b>RR.HH</b> 1 operario de Kalmar	<b>Otros recursos</b> Papel y boli
<b>Coste</b> 150 €	

Tabla 22: Tarea 8: Adecuación zona de trabajo de cada estación. Fuente: Autor

## Tarea A.2.1 Hacer inventario del carrito multiherramienta

<b>Nombre del grupo de tareas</b>	
Creación nuevas estaciones de mantenimiento	
<b>Responsable de cumplir tareas</b>	
Jefe de equipo de Kalmar	
<b>Código</b>	<b>Duración</b>
A.2.1	1 día
<b>Fecha de inicio</b>	<b>Fecha de fin</b>
8/29/2018	8/30/2018
<b>Tareas precedentes</b>	<b>Tareas dependientes</b>
	A.2.2
<b>Definición de la tarea</b>	
<b>Descripción</b>	
Los operarios deberán recorrer cada estación existente para comprobar y anotar que material existe en cada carrito multiherramienta. Además deberán anotar que material sería necesario comprar para poder trabajar adecuadamente y del material existente, cua	
<b>Objetivos</b>	
Comprobar de cada carrito el material que se encuentra en buen estado y ver que sería necesario añadir para poder realizar correctamente las funciones de mantenimiento de vehículos.	
<b>Modos de fallo</b>	
1. Fallo en la comprobación del material en buen estado, 2. Falta de anotación de material necesario	
<b>Recursos necesarios</b>	
<b>RR.HH</b>	<b>Otros recursos</b>
2 operarios de Kalmar	Papel y boli
<b>Coste</b>	
100 €	

Tabla 23: Tarea 9: Inventario material de cada estación. Fuente: Autor



## Tarea A.2.2 Comprar material carrito multiherramienta

<b>Nombre del grupo de tareas</b> Creación nuevas estaciones de mantenimiento	
<b>Responsable de cumplir tareas</b> Responsable de compras de Kalmar	
<b>Código</b> A.2.2	<b>Duración</b> 1 día
<b>Fecha de inicio</b> 8/31/2018	<b>Fecha de fin</b> 8/31/2018
<b>Tareas precedentes</b> A.2.1	<b>Tareas dependientes</b> -
<b>Definición de la tarea</b>	
<b>Descripción</b> Realizar la compra de todo el material que sea necesario reponer en los carritos multiherramienta	
<b>Objetivos</b> Dotar a cada carrito de material en buen estado y que sea necesario para realizar funciones de mantenimiento de vehículos.	
<b>Modos de fallo</b> 1. No llegada de todo el material comprado, 2. Llegada de otro material al comprado	
<b>Recursos necesarios</b>	
<b>RR.HH</b> Encargado de compras de Kalmar	<b>Otros recursos</b> -
<b>Coste</b> 100000 €	

Tabla 24: Tarea 10: Comprar material estación mantenimiento. Fuente: Autor

## Tarea A.3 Traslado de mafis

<b>Nombre del grupo de tareas</b>	
Traslado de mafis	
<b>Responsable de cumplir tareas</b>	
Jefe de equipo de Kalmar	
<b>Código</b>	<b>Duración</b>
A.3	2 días
<b>Fecha de inicio</b>	<b>Fecha de fin</b>
9/7/2018	9/10/2018
<b>Tareas precedentes</b>	<b>Tareas dependientes</b>
A.1, A.1.1,A.1.2,A.1.3,A.1.4	-
<b>Definición de la tarea</b>	
<b>Descripción</b>	
Trasladar todos los mafis a la nueva zona de plataformas de la terminal portuaria	
<b>Objetivos</b>	
Ubicar a todos los mafis al lado de la nueva nave donde se realiza el matenimiento de éstos.	
<b>Modos de fallo</b>	
1. Traslado por parte de los portuarios a la antigua zona de plataformas	
<b>Recursos necesarios</b>	
<b>RR.HH</b>	<b>Otros recursos</b>
3 operarios de kalmar	Permiso de camión
<b>Coste</b>	
250 €	

Tabla 25: Tarea 11: Traslado de mafis. Fuente: Autor

## Tarea A.4 Definir las distintas zonas de mantenimiento

<b>Nombre del grupo de tareas</b> Creación de zonas de mantenimiento	
<b>Responsable de cumplir tareas</b> Jefe de equipo de Kalmar	
<b>Código</b> A.4	<b>Duración</b> 1 día
<b>Fecha de inicio</b> 8/28/2018	<b>Fecha de fin</b> 8/28/2018
<b>Tareas precedentes</b> A.1, A.1.1,A.1.2,A.1.3,A.1.4	<b>Tareas dependientes</b> -
<b>Definición de la tarea</b>	
<b>Descripción</b> Pintar y delimitar cada estación en las 3 zonas de mantenimiento que existirán en la nueva nave de 3 colores distintos para saber exactamente que estación corresponde a cada zona (Azul=Mantenimiento preventivo, Naranja= Mantenimiento correctivo de corta	
<b>Objetivos</b> Saber por parte de los empleados donde se encuentra cada zona de mantenimiento en la nueva nave.	
<b>Modos de fallo</b> 1. No pintar alguna estación de las 3 zonas existentes, 2. Pintar de color equivocado la zona de mantenimiento correspondiente.	
<b>Recursos necesarios</b>	
<b>RR.HH</b> 2 operarios de Kalmar	<b>Otros recursos</b> Pintura para delimitar las zonas (azul, amarillo y naranja), brocha, cinta carroceros y plantilla
<b>Coste</b> 600 €	

Tabla 26: Tarea 12: Definir zonas de mantenimiento. Fuente: Autor

## Tarea A.5 Traslado de material a la nueva nave

<b>Nombre del grupo de tareas</b>	
Traslado de material de mantenimiento	
<b>Responsable de cumplir tareas</b>	
Jefe de equipo de Kalmar	
<b>Código</b>	<b>Duración</b>
A.5	4 días
<b>Fecha de inicio</b>	<b>Fecha de fin</b>
8/28/2018	9/6/2018
<b>Tareas precedentes</b>	<b>Tareas dependientes</b>
A.1, A.1.1,A.1.2,A.1.3,A.1.4	A.5.1
<b>Definición de la tarea</b>	
<b>Descripción</b>	
El traslado de material consistirá en agrupar y embalar todas las piezas iguales relacionadas con el mantenimiento de mafis. Posteriormente una vez realizada la agrupación y embalaje se deberá trasladar a las nuevas instalaciones donde desarrollará la emp	
<b>Objetivos</b>	
Trasladar todo el material a la nueva nave	
<b>Modos de fallo</b>	
1. Mala agrupación de piezas, 2. Rotura de material por mal embalaje.	
<b>Recursos necesarios</b>	
<b>RR.HH</b>	<b>Otros recursos</b>
4 operarios de kalmar	2 furgonetas, 1 camión, Cajas de embalaje, 1 carretilla elevadora y pallets
<b>Coste</b>	
2000 €	

Tabla 27: Tarea 13: Traslado material a la nueva nave. Fuente: Autor

## Tarea A.5.1 Hacer inventario del almacén

<b>Nombre del grupo de tareas</b>	
Traslado de material de mantenimiento	
<b>Responsable de cumplir tareas</b>	
Jefe de equipo de Kalmar	
<b>Código</b>	<b>Duración</b>
A.5.1	2 días
<b>Fecha de inicio</b>	<b>Fecha de fin</b>
8/28/2018	8/29/2018
<b>Tareas precedentes</b>	<b>Tareas dependientes</b>
-	A.5 y A.5.2
<b>Definición de la tarea</b>	
<b>Descripción</b>	
Los operarios deberán recorrer todo el almacén donde se guarda el material de repuesto de los mafis para poder anotar que material hay en las instalaciones y que material haría falta comprar. Además deberán hacer el inventario de todo el material de ofici	
<b>Objetivos</b>	
Comprobar que material existe en las instalaciones en exceso y cual sería necesario comprar por falta o por deterioro.	
<b>Modos de fallo</b>	
1. Fallo en la comprobación del material en buen estado, 2. Falta de anotación de material necesario	
<b>Recursos necesarios</b>	
<b>RR.HH</b>	<b>Otros recursos</b>
2 operarios de Kalmar	Papel y boli
<b>Coste</b>	
200 €	

Tabla 28: Tarea 14: Hacer inventario almacén. Fuente: Autor

## Tarea A.5.2 Colocación material en la nueva nave

<b>Nombre del grupo de tareas</b>	
Traslado de material de mantenimiento	
<b>Responsable de cumplir tareas</b>	
Jefe de equipo de Kalmar	
<b>Código</b>	<b>Duración</b>
A.5.2	1 semana
<b>Fecha de inicio</b>	<b>Fecha de fin</b>
8/31/2018	9/6/2018
<b>Tareas precedentes</b>	<b>Tareas dependientes</b>
A.5 y A.5.1	-
<b>Definición de la tarea</b>	
<b>Descripción</b>	
Los operarios deberán colocar todo el material trasladado a las nuevas instalaciones en su lugar correspondiente dentro del almacén y dentro de las instalaciones (oficinas y taller).	
<b>Objetivos</b>	
Ubicar todo el material trasladado en su lugar correspondiente.	
<b>Modos de fallo</b>	
1. Rotura de material durante la colocación, 2. Colocación en sitio equivocado.	
<b>Recursos necesarios</b>	
<b>RR.HH</b>	<b>Otros recursos</b>
2 operarios de Kalmar	-
<b>Coste</b>	
500 €	

Tabla 29: Tarea 15: Colocación material del almacén en la nueva nave

## Tarea A.5.3 Comprar material repuestos mafis

<b>Nombre del grupo de tareas</b>	
Traslado de material de mantenimiento	
<b>Responsable de cumplir tareas</b>	
Responsable de compras de Kalmar	
<b>Código</b>	<b>Duración</b>
A.5.3	1 día
<b>Fecha de inicio</b>	<b>Fecha de fin</b>
8/30/2018	8/30/2018
<b>Tareas precedentes</b>	<b>Tareas dependientes</b>
A.5.1	-
<b>Definición de la tarea</b>	
<b>Descripción</b>	
Comprar todo el material necesario una vez realizado el inventario. Además se deberá comprar estanterías y cajas para colocar todas las piezas pequeñas	
<b>Objetivos</b>	
Dotar a las instalaciones de material necesario para poder realizar la activada de manera adecuada	
<b>Modos de fallo</b>	
1. No llegada de todo el material comprado, 2. Llegada de otro material al comprado	
<b>Recursos necesarios</b>	
<b>RR.HH</b>	<b>Otros recursos</b>
Encargado de compras de Kalmar	-
<b>Coste</b>	
100000 €	

Tabla 30: Tarea 16: Comprar material de repuesto de los mafis. Fuente:Autor



## Tarea A.6 Nuevas contrataciones de personal de mantenimiento

<b>Nombre del grupo de tareas</b> Ampliación de plantilla	
<b>Responsable de cumplir tareas</b> Jefe de equipo y Jefe del equipo del departamento de camiones de Kalmar	
<b>Código</b> A.6	<b>Duración</b> 2 semanas
<b>Fecha de inicio</b> 9/11/2018	<b>Fecha de fin</b> 9/24/2018
<b>Tareas precedentes</b> -	<b>Tareas dependientes</b> -
<b>Definición de la tarea</b>	
<b>Descripción</b> Los responsables de realizar la selección de personal deberán evaluar y realizar las pruebas necesarias para seleccionar al personal más adecuado para realizar las funciones que desarrolla la empresa en el departamento de camiones	
<b>Objetivos</b> Incrementar la plantilla debido a las nuevas necesidades de la empresa.	
<b>Modos de fallo</b> 1. Selección incorrecta de personal	
<b>Recursos necesarios</b>	
<b>RR.HH</b> Jefe de equipo y Jefe del equipo del departamento de camiones	<b>Otros recursos</b> -
<b>Coste</b> 50000 €	

Tabla 31: Tarea 17: Nuevas contrataciones de personal de mantenimiento. Fuente: Autor

## Tarea A.6.1 Formación al nuevo personal

<b>Nombre del grupo de tareas</b> Ampliación de plantilla	
<b>Responsable de cumplir tareas</b> Técnicos de prevención de empresa externa (Fremap)	
<b>Código</b> A.6.1	<b>Duración</b> 2 días
<b>Fecha de inicio</b> 9/25/2018	<b>Fecha de fin</b> 9/26/2018
<b>Tareas precedentes</b> A.6	<b>Tareas dependientes</b> -
<b>Definición de la tarea</b>	
<b>Descripción</b> Realizar los cursos de seguridad y salud, uso de maquinaria pesada y conducción de vehículos dentro de terminales portuarias al nuevo personal contratado	
<b>Objetivos</b> Dotar al nuevo personal de conocimientos y riesgos que existen dentro de una terminal portuaria	
<b>Modos de fallo</b> 1. Incumplimiento de las normas de seguridad	
<b>Recursos necesarios</b>	
<b>RR.HH</b> Técnicos de prevención de empresa externa (Fremap)	<b>Otros recursos</b> -
<b>Coste</b> 150 €	

Tabla 32: Tarea 18: Formación al nuevo personal. Fuente: Autor

## 4.5 Diagrama Gantt

A continuación se podrá observar el diagrama Gantt que presenta este proyecto donde se podrá observar de forma gráfica cuando debería iniciarse cada secuencia de tareas a realizar.

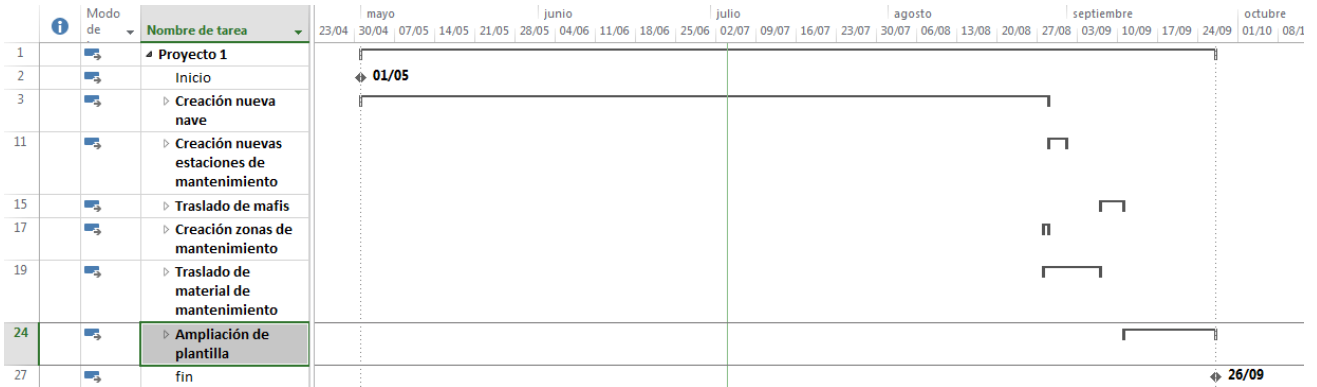


Figura 49: Secuencia de grupos de trabajo. Fuente: Autor

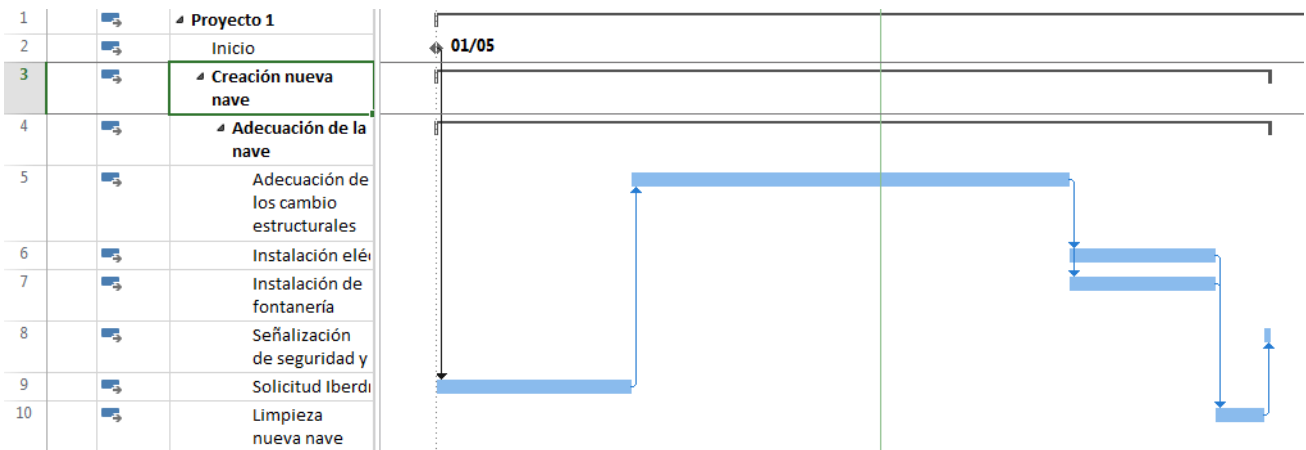


Figura 50: Secuencia de tareas 1. Fuente: Autor



Figura 51: Secuencia de tareas 2. Fuente: Autor

15	☛	☛ Traslado de mafis
16	☛	Traslado de mafis
17	☛	☛ Creación zonas de mantenimiento
18	☛	Definir las distintas zonas de mantenimiento
19	☛	☛ Traslado de material de mantenimiento
20	☛	☛ Traslado de material a la nueva nave
21	☛	Hacer inventario del almacén
22	☛	Colocación material en la
23	☛	Comprar

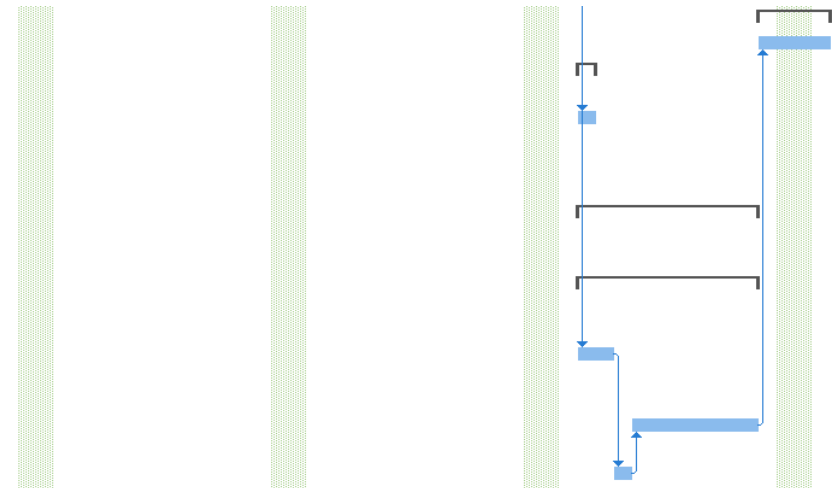


Figura 52:Secuencia de tareas 3. Fuente: Autor

15	☛	☛ Traslado de mafis
16	☛	Traslado de mafis
17	☛	▸ Creación zonas de mantenimiento
19	☛	▸ Traslado de material de mantenimiento
24	☛	☛ Ampliación de plantilla
25	☛	Nuevas contrataciones de personal de mantenimiento
26	☛	Formación al nuevo personal
27	☛	fin

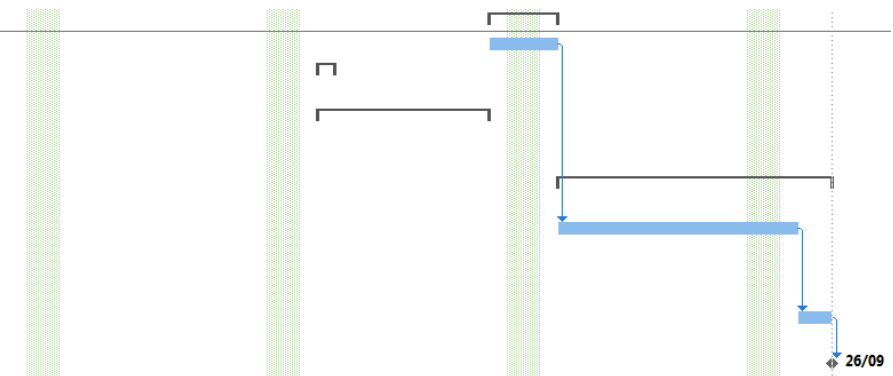


Figura 53:Secuencia de tareas 4. Fuente: Autor

## 5 Presupuesto

A continuación en el siguiente capítulo se muestra el presupuesto correspondiente a este trabajo de fin de máster (TFM):

<b>A.1</b>	<b>Plan de implantación</b>			
A.1.1	Adecuación de la nave	1	300.000 €	300.000,00 €
A.1.2	Adecuación cambios estructurales	1	150.000 €	150.000,00 €
A.1.3	Instalación eléctrica	1	70.000 €	70.000,00 €
A.1.4	Instalación de fontanería	1	50.000 €	50.000,00 €
A.1.5	Señalización de seguridad y salud	1	1.000 €	1.000,00 €
A.1.6	Solicitud Iberdrola	1	300 €	300,00 €
A.1.7	Limpieza nueva nave	1	10.000 €	10.000,00 €
A.1.8	Adecuación zona de trabajo de cada estación	1	150 €	150,00 €
A.1.9	Hacer inventario del carrito multiherramienta	1	100 €	100,00 €
A.1.10	Comprar material carrito multiherramienta	1	100.000 €	100.000,00 €
A.1.11	Traslado de mafis	1	250 €	250,00 €
A.1.12	Definir las distintas zonas de mantenimiento	1	600 €	600,00 €
A.1.13	Traslado de material a la nueva nave	1	2.000 €	2.000,00 €
A.1.14	Hacer inventario del almacén	1	200 €	200,00 €
A.1.15	Colocación material en la nueva nave	1	500 €	500,00 €
A.1.16	Comprar material repuestos mafis	1	100.000 €	100.000,00 €
A.1.17	Nuevas contrataciones de personal de mantenimiento	1	50.000 €	50.000,00 €
A.1.18	Formación al nuevo personal	1	150 €	150,00 €
			<b>Total partida</b>	<b>835.250,00 €</b>

Tabla 33: Presupuesto partida A1. Fuente: Autor

El presupuesto total del proyecto asciende a un millón doscientos dos mil seiscientos setenta y seis euros con cuarenta y ocho céntimos.

Presupuesto de ejecución material	835.250,00 €
4% Gastos generales	33.410,00 €
15% Beneficio industrial	125.287,50 €
Presupuesto total (sin IVA)	993.947,50 €
21% IVA	208.728,98 €
<b>Presupuesto total (con IVA)</b>	<b>1.202.676,48 €</b>

**Tabla 34: Presupuesto total. Fuente: Autor**

## 6 Conclusiones

Las conclusiones obtenidas de este trabajo de fin de máster son las siguientes:

La importancia que tiene la empresa Kalmar dentro de todo el grupo Cargotec y como se convierte en una empresa líder a nivel mundial gracias a que está primando por la innovación de tecnología implantada en la maquinaria portuaria.

Otra de las conclusiones, es que después de plasmar el plano de planta del layout que tiene Kalmar Global e indicar que ventajas e inconvenientes presenta se ha decidido realizar una nueva construcción de una nueva nave a pesar de tener que realizar una inversión inicial consideramos que mejorará la productividad a largo plazo. Para ello ha sido necesario:

- Realizar un análisis de requerimientos.
- Elaborar diferentes planos de planta de la nave.
- Realizar un modelo de simulación con la herramienta SIMIO, esto me ha supuesto una dificultad añadida, debido a que me ha tocado aprender a manejar el software. Pero me ha servido para comprender mejor como se distribuiría el paso de los camiones y del personal por el interior de la nave.
- Definir criterios de evaluación para la selección de la mejor alternativa mediante un análisis multicriterio siguiendo la metodología AHP.
- Realizar un modelo de simulación con el software SuperDecisions para poder seleccionar la mejor alternativa planteada a partir de los criterios establecidos anteriormente, del mismo modo que con la otra herramienta informática, me ha supuesto otra dificultad añadida, ya que me ha tocado buscar información sobre este programa para aprender a crear el modelo.

El personal ha reaccionado de forma positiva durante todo el tiempo que he interactuado con ellos a la hora de obtener que necesidades necesitarían en su puesto de trabajo, de ese modo se ha podido crear un buen análisis de requerimientos que engloba peticiones de la empresa y del personal de mantenimiento.

Realizados todos los puntos anteriores y evaluados los resultados proporcionados por el software Super Decisions, finalmente, se puede decir que los resultados obtenidos una vez hecho el análisis multicriterio ha sido el esperado, saliendo como mejor opción a implantar la alternativa 3, ya que en este sector prima mucho la seguridad. El único inconveniente que presenta dicha alternativa, que será evaluado por la empresa es la inversión que se debe realizar, ya que la primera alternativa dicho coste no se asume por tener la nave construida de ese modo.

## Referencias

1. Corporation C. Annual report 2016 [Internet]. Porkkalankatu (Helsinki, Finland); 2016. Available from: [https://www.cargotec.com/globalassets/files/sustainability/reports/cargotec\\_annual\\_review\\_2016.pdf](https://www.cargotec.com/globalassets/files/sustainability/reports/cargotec_annual_review_2016.pdf)
2. N.A. About Cargotec [Internet]. [cited 2017 Aug 29]. Available from: <http://www.cargotec.com/en-global/about-us/Pages/default.aspx>
3. Corporation C. Financial review 2016 [Internet]. Cargotec-Financial review 2016. Porkkalankatu (Helsinki, Finland); 2016. Available from: [https://www.cargotec.com/globalassets/files/investors/reports/cargotec\\_financial\\_review\\_2016.pdf](https://www.cargotec.com/globalassets/files/investors/reports/cargotec_financial_review_2016.pdf)
4. Corporation C. Financial review 2017 [Internet]. Cargotec-Financial review 2017. Porkkalankatu (Helsinki, Finland); 2017. Available from: [https://www.cargotec.com/globalassets/files/investors/reports/2017/cargotec\\_financial\\_review\\_2017.pdf](https://www.cargotec.com/globalassets/files/investors/reports/2017/cargotec_financial_review_2017.pdf)
5. N.A. Historia de Kalmar | Kalmarglobal [Internet]. [cited 2017 Sep 17]. Available from: <https://www.kalmar.es/acerca-de-nosotros/historia-de-kalmar/>
6. N.A. About Kalmar - Cargotec [Internet]. Kalmar's history. [cited 2017 Sep 17]. Available from: <https://www.cargotec.com/en/about-Cargotec/our-story-and-history/kalmar/>
7. Alarcón F. Gestión de procesos de negocio [Internet]. Gestión de procesos de negocio. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia; 2017. p. 1–28. Available from: <https://poliformat.upv.es/portal/site/~26758710/tool/f9cc5183-439b-473d-bd42-9ec445c2f280>
8. N.A. About Simio [Internet]. [cited 2018 May 22]. Available from: <https://www.simio.com/about-simio/>
9. Vargas L. Decision Making with the Analytic Network Process. 2006;95(September 2006). Available from: <http://link.springer.com/10.1007/0-387-33987-6>
10. Saaty TL, Kułakowski K. Axioms of the Analytic Hierarchy Process (AHP) and its Generalization to Dependence and Feedback: The Analytic Network Process (ANP). [cited 2018 Jun 15];1–12. Available from: <https://pdfs.semanticscholar.org/3f56/792d3cc0d7e6d7f8da4e46c440b68af6fd2d.pdf>