



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR ENGINYERIA
INDUSTRIAL VALÈNCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL

**ANÁLISIS DE SITUACIÓN Y DESARROLLO DE
MEJORAS EN LOS FLUJOS LOGÍSTICOS DE PLASTIC
OMNIUM EQUIPAMIENTOS EXTERIORES, S.A.**

AUTOR: FRANCISCO MIGUEL RIBES RUBIO

TUTOR: MARÍA JOSÉ VERDECHO SÁEZ

CURSO ACADÉMICO 2020-2021

RESUMEN

La empresa PLASTIC OMNIUM EQUIPAMIENTOS EXTERIORES SA se dedica a la producción de parachoques para FORD, tanto suministro directo por conveyor a la línea principal como recambios expedidos a toda Europa, Norte América y Reino unido. La planta en concreto objeto de estudio se ubica en el Plastic Omnium polígono Industrial Rey Juan Carlos I, en Almussafes y cuenta con aproximadamente 400 trabajadores.

Durante el año 2020 han sucedido una serie de accidentes entre carretillas y operarios en zona logística, a raíz de estos hechos, se van a retirar las carretillas frontales (hombre en máquina) para sustituirlas por apiladores (hombre andando). Este cambio es obligatorio en la empresa por lo que se debe reducir el impacto de la ineficiencia del mismo ya que el cambio impacta negativamente en la eficiencia. Así pues, en el presente TFG se va a exponer un análisis del escenario actual y de los problemas que existen tras el cambio a apiladores, para después desarrollar las mejoras necesarias que garanticen la seguridad minimizando a la vez el impacto en la eficiencia.

En concreto, se desarrollan análisis de saturaciones que midan la eficiencia y de reasignación de tareas a operarios y se definen los requerimientos de un software que guie a los operarios y evite desplazamientos en vano. Todo ello se enfoca a minimizar el impacto económico de dicho cambio.

De esta manera, se desarrolla el proyecto impuesto por seguridad dentro de la empresa tratando de atenuar el impacto dentro de la misma tanto en términos de eficiencia como económicos. Finalmente, se extraerán las conclusiones.

Palabras clave: flujos, 5s, saturación, carretilla, análisis.

ABSTRACT

The company PLASTIC OMNIUM EQUIPAMIENTOS EXTERIORES SA is dedicated to the production of bumpers for FORD, both supplied by conveyor to the main line and spare parts shipped throughout Europe, North America and the United Kingdom. The specific plant under study is located in the Rey Juan Carlos I industrial park, in Almussafes and has approximately 400 workers.

During 2020 there have been a series of accidents between forklifts and operators in the logistics area, as a result of these events, the front forklifts (man on machine) will be removed to replace them with stackers (man walking). This change is mandatory in the company, so the impact of its inefficiency must be reduced since the change has a negative impact on efficiency. Thus, in this TFG an analysis of the current scenario and the problems that exist after the change to stackers will be presented, in order to later develop the necessary improvements that guarantee safety while minimizing the impact on efficiency.

Specifically, saturation analyzes are developed to measure efficiency and the reassignment of tasks to operators, and the requirements of a software that guides operators and avoids wasted travel are defined. All this is focused on minimizing the economic impact of this change.

In this way, the project imposed by security within the company is developed, trying to mitigate the impact within it both in terms of efficiency and economic. Finally, conclusions will be drawn.

Keywords: flows, 5s, saturation, forklift, analysis.

RESUM

L'empresa PLASTIC OMNIUM EQUIPAMENTS EXTERIORS SA es dedica a la producció de para-xocs per FORD, tant subministrament per conveyor a la main line com recanvis expedita a tot Europa, Nord Amèrica i Regne unit. La planta en concret objecte d'estudi s'ubica al polígon industrial Rei Joan Carles I, a Almussafes i compta amb aproximadament 400 treballadors.

Durant l'any 2020 s'han succeït una sèrie d'accidents entre carretons i operaris en zona logística, arran d'aquests fets, es retiraran els carretons frontals (home a màquina) per substituir-les per apiladors (home caminant). Aquest canvi és obligatori a l'empresa per la qual cosa s'ha de reduir l'impacte de la ineficiència de la mateixa ja que el canvi impacta negativament en l'eficiència. Així doncs, en el present TFG es va a exposar una anàlisi de l'escenari actual i dels problemes que hi ha després del canvi a apiladors, per després desenvolupar les millores necessàries que garanteixin la seguretat minimitzant alhora l'impacte en l'eficiència.

En concret, es desenvolupen anàlisi de saturacions que mesuren l'eficiència i de reassignació de tasques a operaris i es defineixen els requeriments d'un programari que guii als operaris i eviti desplaçaments en va. Tot això s'enfoca a minimitzar l'impacte econòmic d'aquest canvi.

D'aquesta manera, es desenvolupa el projecte imposat per seguretat dins de l'empresa tractant d'atenuar l'impacte dins de la mateixa tant en termes d'eficiència com econòmics. Finalment, s'extrauran les conclusions.

Paraules clau: fluxos, 5s, saturació, carretó, anàlisi.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	13
1.1 Objetivo del TFG.....	13
1.2 Justificación del TFG.....	14
1.3 Estructura del TFG.....	15
CAPÍTULO 2. LA EMPRESA	15
2.1 Historia.....	15
2.2 Descripción del producto.....	16
2.3 Descomposición de la demanda por componentes.....	17
2.4 Demanda Renault.....	19
2.5 Estructura organizativa de la empresa.....	20
2.6 Flujos en el escenario inicial.....	21
2.6.1 Inyección.....	22
2.6.2 Pintura.....	23
2.6.3 Montaje.....	23
2.7 Descripción de los almacenes.....	24
2.7.1 Almacén Convencional.....	24
2.7.2 Almacén automático.....	24
2.7.3 Carrusel Horizontal: Shop stock.....	25
2.7.4 Almacén convencional externo: AZA.....	25
2.7.5 Almacén convencional: Solyman.....	26
CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO	26
3.1 Introducción.....	26
3.2 Equipos de mantenimiento, equipos con movimiento y traslado.....	28
3.2 Instrucción de trabajo: TWI-JI.....	30
3.3 Diagrama de fuerzas.....	31
CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN INICIAL	32
4.1 Descripción de un flujo básico.....	32
4.2 Listado de embalajes en la nave de inyección.....	33
4.3 Flujos logísticos y riesgos potenciales en la situación inicial.....	34
4.4 Análisis de saturaciones en la situación inicial.....	35
4.4.1 Enumeración de tareas previas a cualquier modificación.....	35
4.4.2 Exposición de las saturaciones totales de la situación inicial.....	36
4.4.3 Análisis sobre la carga de las tareas que suponen una mayor saturación.....	38
4.4.5 Resumen y decisiones a implementar.....	41
4.5 Desplazamiento de las tareas elegidas a otras rutas de suministro.....	43

4.6 Conflicto entre peatones y medios de manutención.....	44
4.7 Luces en los embalajes.....	48
4.7.1 Luces cerradas.....	50
4.7.2 Plataformas.....	52
4.7.3 Prueba e inconveniente de las plataformas.....	54
4.8 Deterioro del suelo por el embalaje.....	56
CAPÍTULO 5. DESARROLLO DE MEJORAS DE LOS FLUJOS LOGÍSTICOS DE LA EMPRESA.....	60
5.1 Estructura del capítulo.....	60
5.2 Diagrama de fuerzas.....	61
5.3 Dimensionado según referencias.....	62
5.3.1 Material 1: Dogbone.....	62
5.3.2 Material 2: Styling Kit.....	64
5.3.3 Material 3: varios.....	65
5.4 Diseño de nuevo flujo desde Solyman.....	65
5.4.1 Flujo Bastidores.....	68
5.5 Suministro a planta mediante lanzadera.....	70
5.5.1 Análisis del software del camión lanzadera.....	71
5.5.2 Confección de la ventana temporal del camión lanzadera.....	73
5.5.3 Análisis horario de entrada de camiones a planta.....	74
5.5.4 Cubicaje del camión.....	75
5.6 Adecuación Solyman.....	76
5.6.1 Las 5s.....	77
5.6.2 Carga de fuego y coeficiente de ocupación.....	79
5.6.3 Maniobra.....	81
5.7 Elección nuevos apiladores.....	84
5.7.1 Still.....	86
5.7.2 Toyota.....	86
5.7.2 Linde.....	87
5.8 Software como medida de mejora.....	88
5.8.1 Manejo de las tablets.....	89
5.8.2 Peticiones desde las táctiles.....	91
5.8.3 Zona de transferencia intermedia (zti).....	93
5.8.4 Diagrama de flujo del software de inyección.....	98
CAPÍTULO 6. ANÁLISIS ECONÓMICO.....	99
6.1 Objetivo.....	99
6.2 Costes de personal y de materiales.....	99

6.3 Gastos en material para adecuar la nave de inyección a los nuevos medios de manutención	100
6.3.1 Plataformas	100
6.3.2 Zonas de transferencia.....	101
6.4 Ahorro que suponen las modificaciones en la nave externa Solyman	103
6.5 Explicación y desglose factura AZA	104
6.6 Búsqueda de materiales para almacenar en Solyman	105
6.6.1 Listado por material	106
6.6.2 Componentes, Códigos 5	106
6.6.3 Gestión de vacíos	108
6.6.4 Expedición Duisburg.....	108
CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES	111
CAPÍTULO 8. BIBLIOGRAFÍA.....	113

Índice de Tablas

Tabla 1 Demanda por modelos para 2021- Fuente: Ford	17
Tabla 2. Lista de embalajes según inyectora - Fuente: elaboración propia.....	33
Tabla 3. Tabla de saturaciones escenario inicial. Fuente: elaboración propia	37
Tabla 4. Detalle de los valores utilizados para el cálculo de la saturación - Fuente: elaboración propia	38
Tabla 5. Resumen del estudio sobre las reposiciones de racks desde el almacén automático - Fuente: elaboración propia.....	39
Tabla 6. Saturación que supone la reposición por operario - Fuente: elaboración propia	41
Tabla 7. Modificaciones de las saturaciones en función del medio de manutención - Fuente: elaboración propia	41
Tabla 8. Resumen total de las saturaciones por operario en función de la demanda - Fuente. elaboración propia	42
Tabla 9. Resumen de las fuerzas represoras. - Fuente: elaboración propia	61
Tabla 10. Resumen semanal de los pedidos del Dogbone. - Fuente: Material Planner PLASTIC OMNIUM	62
Tabla 11. Consumo extraído desde SAP de los Dogbones. Fuente: elaboración propia	63
Tabla 12. Consumo extraído desde SAP de los Dogbones, mes 2. Fuente: elaboración propia.	63
Tabla 13. Saturaciones en función del operario y de la zona. – Fuente: elaboración propia	66
Tabla 14. Resumen de los tiempo y trayectos de la lanzadera. - Fuente: elaboración propia ...	73
Tabla 15. Resumen de los tiempos y trayectos de la lanzadera. - Fuente: elaboración propia..	73
Tabla 16. Conclusiones en cuanto a los parámetros más trascendentes para ciclar la lanzadera. - Fuente: elaboración propia.....	73
Tabla 17. Hipótesis sobre un posible itinerario de la lanzadera. - Fuente: elaboración propia .	73
Tabla 18. Resumen del itinerario de la tabla 17. - Fuente - elaboración propia.....	74
Tabla 19. Análisis de los camiones totales que ingresan en PLASTIC OMNIUM en un día. - Fuente: elaboración propia	74
Tabla 20. Porcentaje de camiones totales diarios según turno. - Fuente: elaboración propia ..	75
Tabla 21. Medidas de los embalajes propuestos para suministrar mediante lanzadera. - Fuente: elaboración propia	75
Tabla 22. Ocupación del camión. Fuente: elaboración propia	75
Tabla 23. Cálculos sobre el volumen de carga de fuego permitido. - Fuente: elaboración propia	80
Tabla 24. Resumen costes del personal. - Fuente: elaboración propia	99
Tabla 25. Coste oferta chapas metálicas. - Fuente: Gaequip (2021)	102
Tabla 26. Desglose coste oferta losetas PVC. - Fuente: Juvalcesa	102
Tabla 27. Coste total losetas PVC. - Fuente: Juvalcesa	103
Tabla 28. Factura AZA. - Fuente: AZA.....	105
Tabla 29. Desglose factura AZA por días dentro del mes. - Fuente: AZA.....	105
Tabla 30. Desglose de costes por almacenaje en AZA de los componentes del rediseño de flujos. - Fuente: AZA.....	107
Tabla 31. Análisis del importe que suponen las entradas mensuales. - Fuente: AZA.....	107
Tabla 32. Extrapolación del coste mensual según pedidos. - Fuente: elaboración propia.....	108
Tabla 33. Coste según salida. - Fuente: AZA	108
Tabla 34. Ahorro que supone mover dichos materiales a Solyman. - Fuente: elaboración propia	108
Tabla 35. Desglose factura sobre la gestión de vacíos, mes A. - Fuente: AZA	108

Tabla 36. Desglose factura sobre la gestión de vacíos, mes B. - Fuente: AZA	108
Tabla 37. Resumen de la lista de materiales que se envían a Alemania. - Fuente: Documentación interna de la empresa (2021)	109
Tabla 38. Resumen gastos enumerados anteriormente. - Fuente: elaboración propia	109

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Imágenes de los modelos que produce Plastic Omnium Valencia en 2021. - Fuente: coches.com Imágenes de los modelos que produce PLASTIC OMNIUM Valencia en 2021. - Fuente: coches.com (2021)	17
Ilustración 2. Transacción CS03 en SAP- Fuente: SAP	18
Ilustración 3. Transacción CS03 en SAP, paso 2- Fuente: SAP.....	18
Ilustración 4. Transacción CS15 - Fuente: SAP	18
Ilustración 5. Transacción CS15, paso 2 - Fuente: SAP.....	19
Ilustración 6. Renault Kadjar - Fuente: coches.com (2021)	19
Ilustración 7. Detalle de las piezas que producirá Plastic Omnium para Renault - Fuente: Documentación interna de la empresa (2021)	20
Ilustración 8. Organigrama de la empresa - Fuente: Elaboración propia	20
Ilustración 9. Layout PLASTIC OMNIUM – Fuente: Documentación interna de la empresa (2021)	21
Ilustración 10 Layout zona de Inyección - Fuente: Documentación interna de la empresa (2021)	22
Ilustración 11. Detalle de las zonas de pintura - Fuente: Documentación interna de la empresa (2021)	23
Ilustración 12. Layout del área de montaje - Fuente: Documentación interna de la empresa (2021)	23
Ilustración 13. Transapleta manual - Fuente: jungheinrich-profishop.es (2020).....	29
Ilustración 14. Apilador eléctrico - Fuente: Still (2021).....	30
Ilustración 15. Instrucción de trabajo para el transporte de moldes - Fuente: Documentación interna de la empresa (2017).....	31
Ilustración 16. Rack con pieles del Mondeo - Fuente: Elaboración propia.....	33
Ilustración 17. Diagrama de spaghetti de una tarea logística en inyección - Fuente: Documentación interna de la empresa (2021)	34
Ilustración 18. Grafico resumen sobre el estudio de reposición - Fuente: elaboración propia..	40
Ilustración 19. Posición de los componentes a los cuales se les va a rediseñar el flujo - Fuente: Documentación interna de la empresa (2021)	43
Ilustración 20. Styling Kit - Fuente: elaboración propia	44
Ilustración 21. Dogbones - Fuente: elaboración propia.....	44
Ilustración 22. Layout de planta con los pasos de cebra destacados - Fuente: Documentación interna de la empresa (2021).....	45
Ilustración 23. Puntos ciegos detrás de cada uno de los pilares cercanos a un paso de cebra - Fuente: elaboración propia	45
Ilustración 24. Protecciones cerca de los pasos de cebra y pasillos - Fuente: elaboración propia	46
Ilustración 25. Maniobra de cambio de molde en inyectoras mediante puente grúa - Fuente: elaboración propia	47

Ilustración 26. Desgaste del suelo debido a las maniobras de las carretillas frontales - Fuente: elaboración propia	47
Ilustración 27. Elementos de seguridad adyacentes al paso de cebra - Fuente: elaboración propia	47
Ilustración 28. Pauta de embalaje según referencia. - Fuente: Ford (2021).....	48
Ilustración 29. Pauta de embalaje según referencia. - Fuente: Ford (2021).....	49
Ilustración 30. Transacción pop3 en SAP - Fuente: SAP.....	49
Ilustración 31. Transacción pop3 en SAP, embalaje alternativo - Fuente: SAP	50
Ilustración 32. Luces cerradas que presenta un embalaje UZ - Fuente: elaboración propia.....	50
Ilustración 33. Transpaleta manual - Fuente: Still (2021)	51
Ilustración 34. Transpaleta manual tomando pallet por el lado abierto. - Fuente elaboración propia	51
Ilustración 35. Transpaleta manual intentando tomar un pallet por el lado cerrado. - Fuente elaboración propia	52
Ilustración 36. Jaula de scrap modificada para que la pueda coger cualquier medio de manutención - Fuente: elaboración propia	53
Ilustración 37. Demostración de la imposibilidad de utilizar las plataformas ya existentes - Fuente: elaboración propia.....	53
Ilustración 38 Prueba con plataforma universal. - Fuente: elaboración propia	54
Ilustración 39. Prueba de la imposibilidad de alcanzar el fondo de la caja encima de la plataforma. - Fuente: elaboración propia.....	55
Ilustración 40. Detalle del desgaste del suelo provocado por dejar embalaje directamente sobre él. - Fuente: elaboración propia.....	56
Ilustración 41. Rack en zona de espera sobre chapa estriada galvanizada. - Fuente: elaboración propia	57
Ilustración 42. Posiciones de las zonas de transferencia futuras. - Fuente: Documentación interna de la empresa (2021).....	58
Ilustración 43. Distintos acabados para las nuevas zonas de transferencia. - Fuente: elaboración propia	59
Ilustración 44. Zona de transferencia con material Fortelock. - Fuente: elaboración propia	59
Ilustración 45. Diagrama de fuerzas. - Fuente: elaboración propia.....	61
Ilustración 46. Gráfica del suministro de componentes en 1 mes. - Fuente: elaboración propia	63
Ilustración 478. Gráfica del suministro de componentes en 2 mes. - Fuente: elaboración propia	64
Ilustración 48. Tabla de consumos del Styling Kit en 10 días y media diaria de racks al día. - Fuente: elaboración propia.....	65
Ilustración 49. Representación de la media de consumo del Styling Kit. - Fuente: elaboración propia	65
Ilustración 50 Diagrama de flujo de reposición de los componentes en la nave de Solyman. - Fuente: elaboración propia.....	67
Ilustración 51. Diagrama de flujo del nuevo modelo de suministro. - Fuente: elaboración propia	70
Ilustración 52. Desglose de los viajes de la lanzadera, parte 1. - Fuente: AZA (2021).....	71
Ilustración 53. Desglose de los viajes de la lanzadera, parte 2. - Fuente: AZA (2021).....	72
Ilustración 54. Detalle del volumen ocupado del camión en ese viaje. - Fuente: AZA (2021)....	72
Ilustración 55. Ocupación del camión mediante gráfico. - Fuente: elaboración propia.....	76
Ilustración 56. Nave de Solyman en el escenario inicial. - Fuente: PLASTIC OMNIUM.....	77

Ilustración 57. Nave previa a la aplicación de las 5s. - Fuente: elaboración propia	78
Ilustración 58. Nave después de limpiar y organizar los materiales. - Fuente: elaboración propia	79
Ilustración 59. Layout que se pretende implementar en la nave Solyman. - Fuente: elaboración propia	79
Ilustración 60. Carga de fuego permitida en PLASTIC OMNIUM. - Fuente: Documentación interna de la empresa (2021).....	81
Ilustración 61. Plano previo a cualquier modificación de la entrada de la nave de Solyman. - Fuente: elaboración propia.....	82
Ilustración 62. Plano con el giro del camión y la necesidad de metros que presenta. - Fuente: elaboración propia	82
Ilustración 63. Modificación que presenta el proveedor. - Fuente: Construcciones Copoví (2021)	83
Ilustración 64. Alternativa al pasillo lateral. - Fuente: elaboración propia.....	84
Ilustración 65. Apilador Still en planta de Plastic Omnium, parte 1. - Fuente: Documentación interna de la empresa (2021).....	85
Ilustración 66. Apilador Still en planta de Plastic Omnium, parte 2- Fuente: Documentación interna de la empresa (2021).....	85
Ilustración 67. Oferta Still. - Fuente: Still (2021).....	86
Ilustración 68. Oferta Toyota. - Fuente: Toyota (2021)	86
Ilustración 69. Oferta Linde. - Fuente: Linde (2021)	87
Ilustración 70. Zonas conflictivas donde el software debe derivar a otras zonas de transferencia. - Fuente: Documentación interna de la empresa (2021).....	88
Ilustración 71. Posición de la tablet embarcada. - Fuente: elaboración propia	89
Ilustración 72. Primeros pasos para iniciar el software en la tablet. - Fuente: software tablets.	89
Ilustración 73. Interfaz donde se muestran las peticiones. - Fuente: software tablets.....	90
Ilustración 74. Ventanas donde se muestran las pestañas accesibles según petición. - Fuente: software tablets	90
Ilustración 75. Manera de aceptar y auto asignarse las peticiones. - Fuente: software tablets	90
Ilustración 76. Manera de indicar que se ha terminado de servir dicha petición. - Fuente: software tablets	91
Ilustración 77. Ordenador táctil por donde se generan las peticiones. - Fuente: elaboración propia	91
Ilustración 78. Petición de rack mediante táctil. - Fuente: software táctiles	92
Ilustración 79. Pasos a seguir para indicar que se necesita un rack vacío y otro lleno. - Fuente: software táctiles.....	92
Ilustración 80. Petición que salta en el software. - Fuente: software táctiles.....	93
Ilustración 81. Manera en la que el operario indica que se ha recibido la petición. - Fuente: software táctiles.....	93
Ilustración 82. Imagen del software de la zona de transferencia intermedia. - Fuente: software táctiles	94
Ilustración 83. Detalle de la aplicación de la zona de transferencia intermedia cuando está en stand-by. - Fuente: software PDA	94
Ilustración 84. Aplicación para indicar si existe un camión que derive las zonas de transferencia. - Fuente: software PDA	94
Ilustración 85. Lo que se observa en la aplicación si existe un camión en la zona de transferencia. - software PDA	95

Ilustración 86. Lo que se observa en la aplicación si no existe un camión en la zona de transferencia. - Fuente software PDA..... 95

Ilustración 87. Proceso donde el operario toma el rack del almacén automático. - Fuente: elaboración propia 96

Ilustración 88. Resumen del historial de servicio que se ha registrado en el software. - Fuente: software tablets 96

Ilustración 89. Petición de la inyectora en las PDA de los operarios del almacén. - Fuente: elaboración propia 97

Ilustración 90. Diagrama resumen del funcionamiento del software. - Fuente: elaboración propia 98

Ilustración 91. La primera imagen se corresponde con las chapas estriadas metálicas mientras que la segunda es de las losetas de PVC. - Fuente: elaboración propia 101

Índice de Ecuaciones

Ecuación 1. Fórmula utilizada para el cálculo de las saturaciones - Fuente - elaboración propia 35

Ecuación 2. Cálculo de la saturación - Fuente: elaboración propia 38

Ecuación 3. Cálculo del payback en la opción de 4 plataformas. - Fuente: elaboración propia 101

Ecuación 4. Cálculo del payback en la opción de las 6 plataformas. - Fuente: elaboración propia 101

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 Objetivo del TFG

En este Trabajo de Fin de Grado (TFG) se va a analizar el escenario logístico actual y futuro de la empresa Plastic Omnium Servicios Exteriores SA después de implementar una serie de cambios impuestos desde el departamento de seguridad.

El escenario futuro contará con máquinas nuevas para el transporte de embalaje y WIP, presentará un software que tratará de mantener la eficiencia, abordará la compra de materiales para conservar las condiciones físicas de la nave de inyección y los equipos de mantenimiento, estudiará el ahorro que ha supuesto dicho cambio en los elementos de transporte de los materiales e implicará nuevas formas de trabajar desde lugares distintos. Durante el transcurso del desarrollo de este proyecto la planta produce los parachoques de 5 modelos de coche de la marca FORD: KUGA, MONDEO, SMAX, CONNECT y GALAXY y uno de RENAULT: KADJAR (cliente al cual sólo se le fabricarán un par de componentes: los pasos de rueda y unas protecciones situadas en las puertas)

Debido a la pandemia las ventas han bajado considerablemente, esto se ha traducido en que el cliente principal ha estimado oportuno retirar un turno de los 3 con los que contaba, el de la noche. De este modo, el proyecto no se puede asumir sin intentar ahorrar en alguna otra área, así pues, se debe de realizar un ahorro mensual o anual en algunos procesos que existen en el escenario previo al desarrollo del proyecto, lo que se conoce como “saving”, es decir, ahorros. Es por eso que en el siguiente TFG constará una gran parte de análisis económico y modificaciones en los flujos afectando sobre todo a almacenes, tanto internos como externos, con el fin de reducir costes para afrontar el nuevo proyecto. Concretamente, se va a cambiar el actual uso que se le da a un almacén exterior (AZA) y a una nave donde PLASTIC OMNIUM se encuentra alquilado la cual está infrautilizada.

Dado que dicho cambio es impuesto desde la dirección central en Francia, este estudio tratará de minimizar el impacto tanto económico como en términos de eficiencia para una implantación que no repercuta de manera negativa en la planta. Para ello, se intentarán aplicar técnicas aprendidas durante la carrera de Ingeniería en Organización Industrial, 5S, rediseño de almacenes, etc. Pero siempre y cuando supongan una mejora trascendental.

De este modo, se determina que los puntos clave que se deben alcanzar son los siguientes:

- Análisis de la situación actual: en este apartado se buscará delimitar todos los cambios o situaciones que variarán después de la implantación de las nuevas máquinas. En un primer lugar se expondrán los flujos actuales para después exponer los problemas que acarreará dicho cambio.
- Posteriormente, se expondrán las soluciones que se adoptarán a los problemas enumerados anteriormente.

- Repercusión económica del proyecto, tanto costes como ahorros que suponen.
- Conclusiones tras los cambios.

1.2 Justificación del TFG

La justificación es principalmente una necesidad de la empresa debido a un cambio que lleva varios años en pensándose por parte de los directivos. Recientemente, un accidente en una planta de la compañía ha hecho inminente su implantación. Pese a que la planta trabaja en Almussafes desde finales de 1980 en el sector de la automoción, siempre se ha buscado una mejora continua en sus procesos productivos, flujos logísticos o parámetros de calidad. Este hecho conlleva un avance constante en un sector muy competitivo. Además, la continua evolución en su cartera de productos obliga a la empresa a ser muy flexible a la par que eficiente. En los últimos años se han sufrido variaciones tales como la incorporación de un vehículo que supone casi el 50% de la producción diaria sin Renault, el nuevo Kuga. Esta variación ha tenido que contemplar suministro y diseño de embalajes nuevos, uso de materia prima novedosa (policarbonato), rediseño de flujos, etc.

La empresa ha incorporado nuevos productos y su consecuente aumento de volumen de producción sin rediseñar los flujos logísticos. Por poner un ejemplo, un mismo parachoques puede poseer varias versiones; acabado sport, acabado base, acabado Vignale, variar la cantidad de sensores presentes en él de 2 a 6, presentar tapas en los lavafaros o no, etc. Estos cambios han trascendido a nivel de ingeniería con cambios de layout para ubicar nuevas máquinas o bancadas en montaje, a nivel de pintura debido a que existen más auditorias de calidad y más colores que pintar, pero, sin embargo, en ciertos flujos logísticos, no ha habido impacto alguno, tan sólo ha aumentado la saturación del operario.

El presente TFG muestra la evolución de un proyecto que quiere subsanar pequeñas ineficiencias y adaptar nuevas necesidades a una serie de tareas que pese a no estar obsoletas porque a día de hoy se siguen haciendo, no contemplan la totalidad de acciones que realizan los operarios. Es por este motivo, a carga de los carretilleros refleja unos valores que no son exactos en un entorno inseguro, desde el punto de vista del departamento de seguridad laboral, debido a los peligros que entrañan los cientos de movimientos que se hacen a diario en la planta.

Por otro lado, la justificación académica viene determinada porque la realización del TFG es requisito indispensable para conseguir el título del Grado en Ingeniería de Organización Industrial. En este TFG se aplican los conocimientos adquiridos en distintas asignaturas de la carrera, entre ellas, Diseño y Gestión de Almacenes, Dirección de Equipos de Alto Rendimiento, Expresión Gráfica y Análisis Contable para la Organización Industrial.

1.3 Estructura del TFG

En el siguiente capítulo, se va a introducir la empresa donde se ha desarrollado el trabajo del análisis y desarrollo de mejoras en los distintos flujos logísticos. En concreto, se describirá su origen, organigrama, cartera de productos, algunos flujos logísticos, etc.

En el tercer capítulo se describirán los elementos teóricos que sustentan el desarrollo del TFG.

El cuarto capítulo corresponde a la exposición del escenario inicial y sus problemas. A raíz de dicha problemática, se exponen las soluciones y mejoras que buscan subsanar o hacer mejores las situaciones que surjan a partir de los cambios en la organización.

El quinto capítulo trata de la exposición del escenario final y las soluciones que en él son implementadas.

El capítulo 6 muestra el presupuesto, el ahorro y el payback que sustentan el proyecto.

Por último, se presentan las conclusiones del TFG.

CAPÍTULO 2. LA EMPRESA

2.1 Historia

La planta objeto de estudio se encuentra en el polígono Rey Juan Carlos Av. de la Foia, 32, 46440 Almussafes, Valencia. A fecha de hoy pertenece a la multinacional francesa Plastic Omnium. La empresa está presente en más de 30 países tras 68 años de funcionamiento, convirtiéndose en uno de los principales proveedores del sector de la automoción a nivel mundial. Esta organización, la cual ha llegado a ingresar 5.300 millones de euros y ha contado con 22.000 empleados distribuidos 111 planta, destina un 5% de sus beneficios en la investigación y el desarrollo, siempre en busca de la mejora continua.

En concreto, la planta de Almussafes inició su actividad en 1996, debido a que antes era conocida como Faurecia. La elección de Valencia próxima al puerto y a la red de trenes no es casualidad, dado que, mediante los medios mencionados anteriormente, se hace mucho más sencillo exportar e importar.

Su principal cliente es Ford, pese a que en un futuro comenzará a fabricar piezas para Renault. Ford eligió Valencia por el 1970 debido a la presencia de los altos hornos en Sagunto, dado que el acceso a las bobinas de acero para la fabricación de la carrocería resultaba muy fácil. Sin embargo, tardó más de 3 años en conseguir las ventajas fiscales debido a la protección que ofrecía el gobierno español a SEAT.

En febrero de 1976 se fabricó el primero motor en la factoría de Almussafes y 7 meses después del mismo año, salía el primero FORD FIESTA por la línea de montaje fabricado

en España. Hoy en día, FORD fabrica alrededor de 400.000 coches al año gracias a sus 2 parques industriales de proveedores, la empresa más grande que forma parte de ellos, es la sujeta al estudio de este trabajo.

La empresa ha tenido varios dueños y ha pertenecido a grupos de diferentes países. En un comienzo, cuando su actividad laboral era la inyección de piezas plásticas para el sector del automóvil, durante los años 80, fue comprada por Dynamit Nobel. Las instalaciones por aquel entonces no llegaban a los 5000 m² y tenían alrededor de 20 trabajadores de mano de obra directa, sin embargo, rápidamente se convirtió en imprescindible para Ford. Los modelos de coches en aquel entonces eran el Fiesta, el Escort o el Orion, rondando unos volúmenes superiores a los 300.000 coches anuales.

Por aquel entonces, los coches contenían menos componentes metálicos y eran mucho más simple. Con el paso de los años y el avance de la tecnología, aquellos procesos han quedado obsoletos y la complejidad que entrañan los coches hoy por hoy es infinitamente superior.

El factor que diferencia a Plastic Omnium de las demás empresas de inyección es la pintura, dado que existen pocas plantas donde coexistan las dos áreas. Dicha área fue incorporada a la empresa a finales de los 90, donde se comenzaron a pintar los parachoques según indicaba la demanda de Ford. Fue entonces cuando la empresa experimentó un ascenso exponencial de la plantilla e instalaciones.

2.2 Descripción del producto

Plastic Omnium fabrica los parachoques de los modelos, que a continuación se expondrán, los cuales atienden a la demanda de Ford. Por otro lado, recientemente se han adquirido compromisos con otro cliente, Renault, el cual supone una demanda totalmente distinta a la de Ford. Esto supone un reto a la hora de planificar personal, materia prima o dedicación de recursos. Este hecho es debido a que, al no tener nada que ver ambas marcas, se puede dar la situación de que Ford anule modelos y en cierto periodo no reclame ningún paragolpes de la Connect mientras que Renault pide 800 pasos de rueda para 800 Kadjar.

La empresa actualmente fabrica los parachoques delanteros y traseros de los siguientes modelos de coche:



Ford Kuga



Ford Connect



Ford Smax (plataforma que comparte con la Galaxy)



Ford Mondeo

*Ilustración 1. Imágenes de los modelos que produce Plastic Omnium Valencia en 2021. - Fuente: coches.com
Imágenes de los modelos que produce PLASTIC OMNIUM Valencia en 2021. - Fuente: coches.com (2021)*

La fabricación atiende demanda aproximada:

Modelo	Kuga	Connect	Mondeo	Smax y Galaxy
Demanda/día	850	400	200	150

Tabla 1 Demanda por modelos para 2021- Fuente: Ford (2021)

2.3 Descomposición de la demanda por componentes

La demanda de tan solo una unidad de parachoques significa la producción de muchos más componentes por parte de Plastic Omnium. Por ejemplo, si Ford pide una unidad de Kuga en acabado Sport de color Frozen White, la empresa debe de fabricar: Blades, refuerzos interiores, rejillas, los deflectores de aire, las extensiones, embellecedores, la propia piel del parachoques... Una demanda de 1 unidad de parachoques puede llegarse a traducir en demanda de 14 o 15 componentes inyectados en Plastic Omnium dependiendo de la complejidad del parachoques. Cabe destacar que además de los elementos comentados, hay que añadir las piezas que Ford suministra para que sean montadas en planta, como los sensores de parking, por ejemplo, esto hace que el parachoques esté compuesto de muchas más cosas que una simple piel inyectada.

Usando esta descripción anterior se va a exponer la descomposición de 2 nivel del parachoques de un Ford Mondeo mediante la herramienta SAP. En SAP existe una transacción que muestra los “hijos” y los “padres” de ciertas referencias siempre y cuando sean propiedad de Plastic Omnium. Lo hijos son las piezas que van después de que dicha referencia sufra una transformación. Por el contrario, los padres son las

referencias que preceden a dicho componente. Así pues, se va a mostrar en las siguientes imágenes lo comentado:

Transacción CS03 de un parachoques inyectado, con esta transacción se sacan los padres:

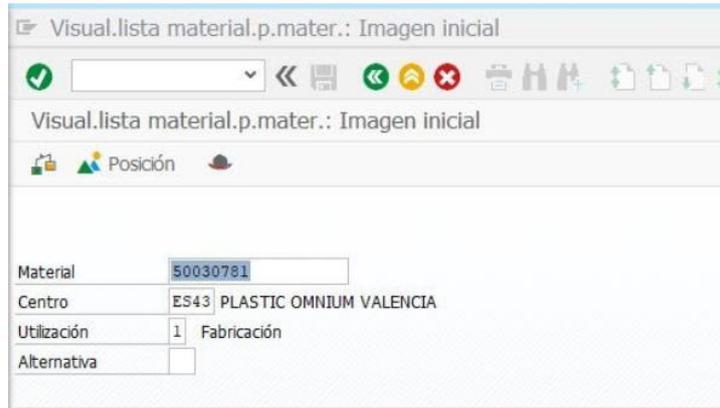


Ilustración 2. Transacción CS03 en SAP- Fuente: SAP (2021)



Ilustración 3. Transacción CS03 en SAP, paso 2- Fuente: SAP (2021)

Encontramos como padres la granza, el código que empieza por 1 y la pintura (pintura, laca, endurecedor, etc.) que empieza por 2.

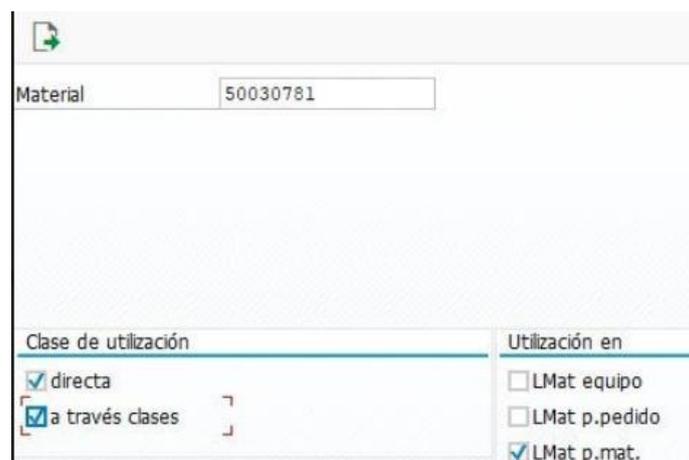


Ilustración 4. Transacción CS15 - Fuente: SAP (2021)

Ahora se procede con la CS15 de la misma referencia.

Nv	U	Centro	Obj.	Nº componentes	Texto breve-objeto	LMatAlt	Pos.
1	1	ES43		50029519	BMP CD391 FR PRIM		0010
1	1	ES43		50029547	BMP CD391 CVR FR GUAR		0010
1	1	ES43		50029548	BMP CD391 CVR FR RACE		0010
1	1	ES43		50029610	BMP CD391 CVR FR ABSO		0010
1	1	ES43		50029991	CVR CD391 FR UP META		0010
1	1	ES43		50030305	CVR CD391 FR UP DIFF		0010
1	1	ES43		50030330	BMP CD391 CVR FR BLMT		0010
1	1	ES43		50030359	BMP CD391 CVR FR UP SVO SGYL		0010
1	1	ES43		50030948	BMP CD391 CVR FR UP BLZR		0010
1	1	ES43		50030949	BMP CD391 CVR FR UP BRBN		0010
1	1	ES43		50030950	BMP CD391 CVR FR UP DEEP		0010
1	1	ES43		50030951	BMP CD391 CVR FR UP FRZN		0010
1	1	ES43		50030952	BMP CD391 CVR FR UP MAGN		0010
1	1	ES43		50030953	BMP CD391 CVR FR UP MOON		0010
1	1	ES43		50030954	BMP CD391 CVR FR UP PANB		0010
1	1	ES43		50030955	BMP CD391 CVR FR UP RUBY		0010
1	1	ES43		50030956	BMP CD391 CVR FR UP TECT		0010
1	1	ES43		50030957	BMP CD391 CVR FR UP WHPL		0010
1	6	ES43		50029519	BMP CD391 FR PRIM		0010
1	6	ES43		50029547	BMP CD391 CVR FR GUAR		0010
1	6	ES43		50029548	BMP CD391 CVR FR RACE		0010
1	6	ES43		50029610	BMP CD391 CVR FR ABSO		0010
1	6	ES43		50029991	CVR CD391 FR UP META		0010
1	6	ES43		50030305	CVR CD391 FR UP DIFF		0010
1	6	ES43		50030359	BMP CD391 CVR FR UP SVO SGYL		0010
1	6	ES43		50030948	BMP CD391 CVR FR UP BLZR		0010
1	6	ES43		50030949	BMP CD391 CVR FR UP BRBN		0010
1	6	ES43		50030950	BMP CD391 CVR FR UP DEEP		0010
1	6	ES43		50030951	BMP CD391 CVR FR UP FRZN		0010
1	6	ES43		50030952	BMP CD391 CVR FR UP MAGN		0010
1	6	ES43		50030953	BMP CD391 CVR FR UP MOON		0010
1	6	ES43		50030954	BMP CD391 CVR FR UP PANB		0010
1	6	ES43		50030955	BMP CD391 CVR FR UP RUBY		0010
1	6	ES43		50030956	BMP CD391 CVR FR UP TECT		0010
1	6	ES43		50030957	BMP CD391 CVR FR UP WHPL		0010

Ilustración 5. Transacción CS15, paso 2 - Fuente: SAP (2021)

Donde se pueden ver todos los distintos acabados y los distintos colores del mismo.

2.4 Demanda Renault

Además de Ford, PLASTIC OMNIUM fabrica piezas para Renault, concretamente el Renault Kadjar. Las piezas que se van a fabricar para Renault son los pasos de rueda (WAF) y las protecciones en las puertas (PIP). Para dichos componentes se estima una demanda diaria de 700 coches al día.



Ilustración 6. Renault Kadjar - Fuente: coches.com (2021)

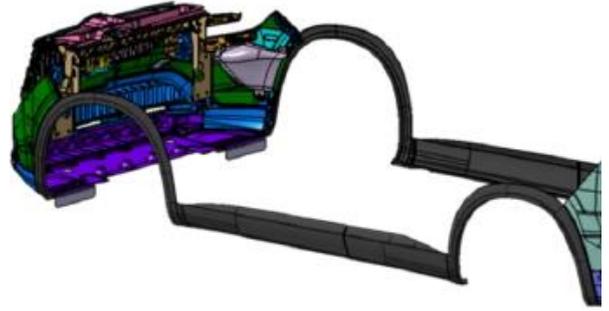


Ilustración 7. Detalle de las piezas que producirá Plastic Omnium para Renault - Fuente: Documentación interna de la empresa (2021)

2.5 Estructura organizativa de la empresa

PLASTIC OMNIUM se trata de una empresa que sigue una estructura departamental enfocada a la inyección, pintado y pontaje de parachoques. Esta empresa cuenta con los siguientes departamentos: Logística, Ingeniería, seguridad (HSE), Calidad, Pintura, Montaje, RRHH, Controller, Compras, Mejora continua e IT. Cada departamento tiene su responsable, concretamente denominados managers que deben de rendir cuantas al gerente, Ernesto Saz. Para evidenciar dichos departamentos de una forma más gráfica, se muestra a continuación el organigrama general de la empresa:

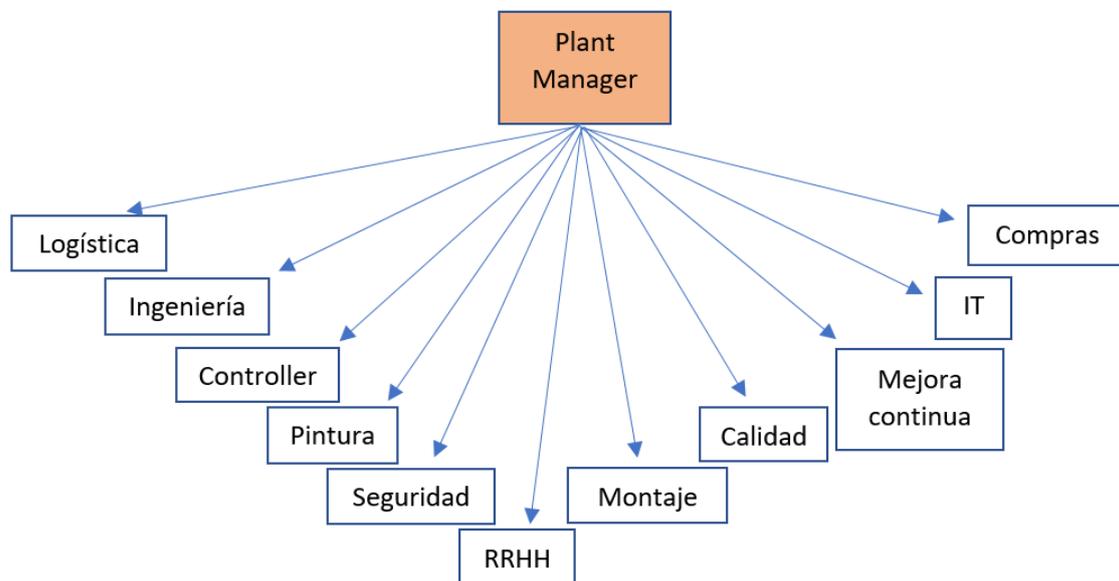


Ilustración 8. Organigrama de la empresa - Fuente: Elaboración propia

Concretamente este TFG se ha desarrollado dentro del departamento de logística, el cual tiene por manager a Javier Lerma. En este departamento encontramos los siguientes puestos de trabajo:

- Servicios al cliente
- Plan manager o planificador de producción
- Planificador de materia prima
- Compra de materia prima
- Controlador de SAP
- Master data
- 3 supervisores de almacén y 3 especialistas.

2.6 Flujos en el escenario inicial

Los flujos evolucionan de una manera proporcional al crecimiento de la fábrica, lo que es de esperar debido a que el volumen de producción y los clientes no es constante. Por otro lado, los componentes que lleva un parachoques no son los mismos que años atrás, la dificultad que entrañan hoy en día es muy superior. También hay que destacar que día tras día las pruebas de calidad son más exigentes y se realizan más y más exhaustivas. La división de la planta se realiza de la siguiente manera:

1. Línea de pintura
2. Inyección
3. Montaje
4. Almacén automático
5. Almacén convencional
6. Inyección de la New Tech
7. Almacén shpostock inyectado
8. Línea de pintura de la New Tech
9. Almacén shpostock pintado
10. Montaje de la New Tech

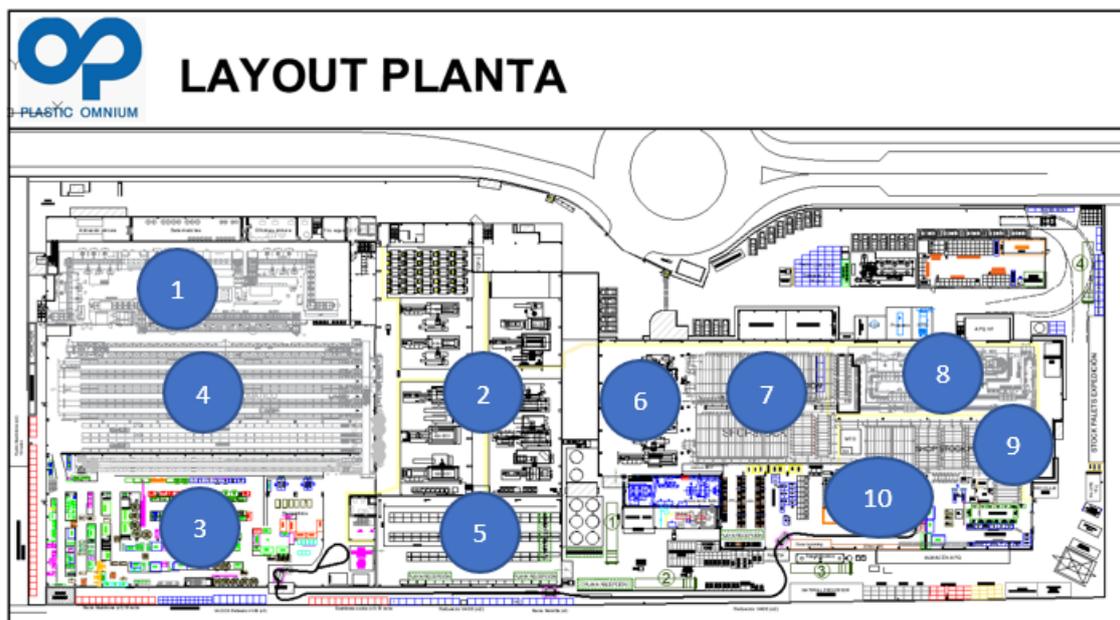


Ilustración 9. Layout PLASTIC OMNIUM – Fuente: Documentación interna de la empresa (2021)

2.6.1 Inyección

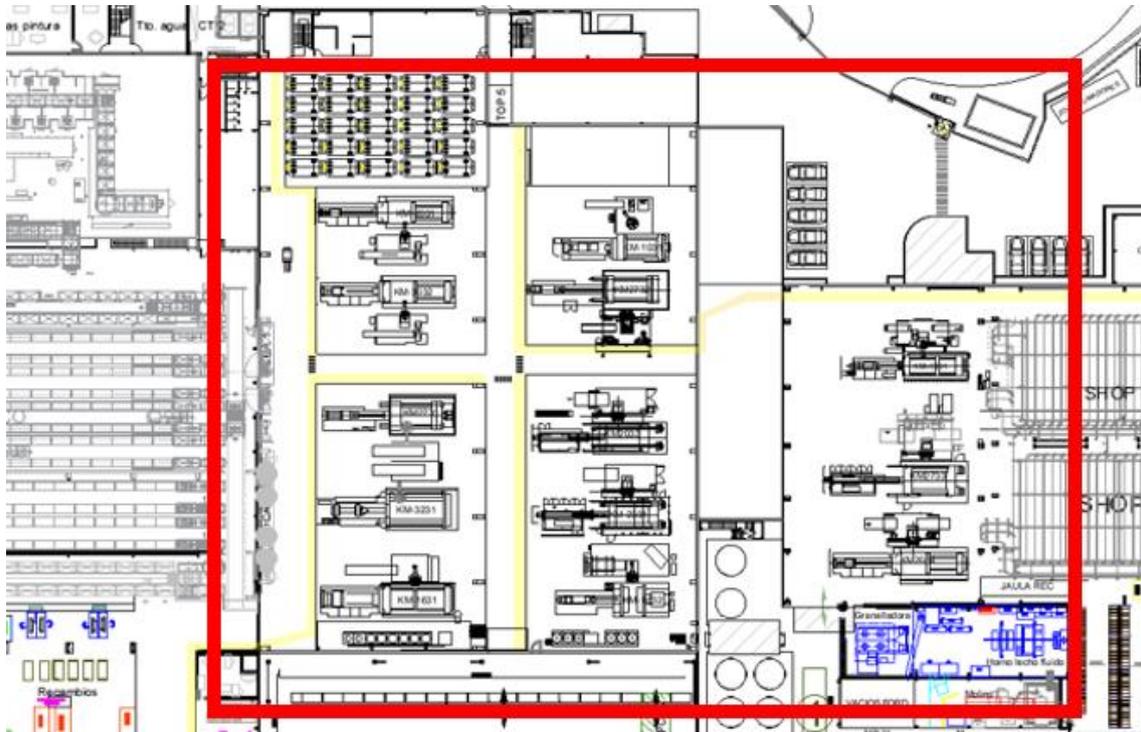


Ilustración 10 Layout zona de Inyección - Fuente: Documentación interna de la empresa (2021)

Inyección se divide en 2 naves y 13 inyectoras. Cada inyectora tiene una serie de moldes con los que puede trabajar sin problemas, además, todas las inyectoras tienen una segunda de back-up por si se necesitase imperiosamente inyectar una pieza y hubiese problemas en la primera inyectora. En dicha zona trabajan alrededor de 30 operarios dependiendo de la demanda, además, a estos operarios hay que añadirles los operarios logísticos que suministran y retiran los componentes de las zonas de trabajo. Los turnos también cuentan con moldistas, encargados de cambiar los propios moldes en función de las especificaciones del plan manager.

2.6.2 Pintura

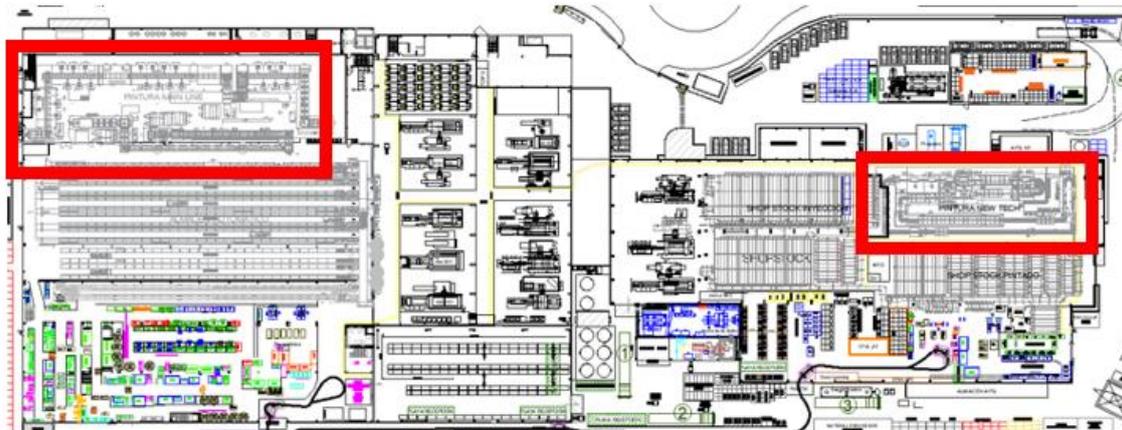


Ilustración 11. Detalle de las zonas de pintura - Fuente: Documentación interna de la empresa (2021)

Pintura se divide en 2 áreas, pero funcionan de la misma manera. La zona de la izquierda se corresponde con la línea de pintura de la línea principal, mientras que la de la derecha es la de la New Tech. Dichas zonas, como todo en la fábrica, sigue las pautas del plan manager, dado que es él el que determina que se hace cada día para adecuar los stocks a la demanda de Ford. El proceso de pintura contempla también el de pulido, paso previo a almacenar y dar de alta el stock en el almacén automático. En la totalidad de los turnos diarios encontramos alrededor de 20 operarios sin contar mantenimiento ni técnicos de robot.

2.6.3 Montaje



Ilustración 12. Layout del área de montaje - Fuente: Documentación interna de la empresa (2021)

Montaje se divide en 2 plantas, montaje 0 y montaje 1. En esta parte del proceso los parachoques ya pintados se completan de componentes justo antes de mandar al cliente mediante el conveyor (conexión directa con Ford mediante JIT) o embalado para recambios. Estos componentes son variados y dependen del modelo, del acabado y del color. El volumen de trabajadores que ocupa esta área sumando las dos áreas es similar al de inyección.

2.7 Descripción de los almacenes

2.7.1 Almacén Convencional

Se trata de un almacén donde se guarda tanto materia prima como producto terminado pendiente de embalar o piezas salidas de un área pendientes de ir a otra zona. El almacén convencional funciona mediante un sistema de peticiones y un software propio. La ocupación de dicho almacén presenta una media anual de entrono al 80%, alcanzando picos del 100% lo que supone derivar stock a almacenes externos generando un coste adicional. almacén convencional está numerado por calles (A, B, C...) posteriormente por el lugar donde se encuentra el módulo de la estantería en cuestión y otra vez una letra que va de la A a la D que indica la altura, siendo la A el suelo.

2.7.2 Almacén automático

Cuenta con espacio disponible para más de 2000 racks, actualmente, se guarda en él los parachoques inyectados o pintados de los modelos que más demanda suponen diariamente, que en este caso son: Kuga, Connect y Mondeo. Los racks son monoreferencia y gracias a esto no se mezclan colores ni modelos. El principal problema que presenta este almacén es la gestión de picos, dado que, en una tirada de inyección media, se generan 65 piezas a la hora, si la capacidad de un rack es de 12 piezas, aparecen 5 racks completos y uno al 40%, lo que supone un pico.

El inconveniente viene a la hora de volver a suministrar dicho rack (cuando algún día después se vuelva a inyectar dicha referencia), ya que para retirarlo no hay ningún problema. Dicho inconveniente supondrá un viaje con una frecuencia distinta ya que se suministra un rack con una capacidad menor a la deseada (se suministrará un rack con picos de la producción del último día). Los cálculos son los siguientes:

- Día 1 de inyección de la referencia: 50029334

Inyectora: 65 piezas a la hora

Capacidad del rack: 12 piezas

$12 \cdot 5 = 60$, se suministra un rack de pico de capacidad 12 que se llenará con 5 piezas, queda libre $12 - 5 = 7$ piezas

Racks suministrados a la hora: $65/12 = 5.4$, **6 racks suministrados y retirados**

- Día 2 de inyección de la referencia: 50029334

Inyectora: 65 piezas la hora

Suministro rack de pico, capacidad: 7

65-7=58

Racks suministrados a la hora: 1 de pico más $58/12= 4.8$, 5 racks, suministro total 6 racks.

Se crea un rack de pico con 10 piezas y hueco para 2 más

- Día 3 de inyección de la referencia: 50029334

Inyectora: 65 piezas la hora

Suministro rack de pico, capacidad: 2

65-2=63

Racks suministrados a la hora: 1 de pico más $63/12= 5.25$, 6 racks, **suministro total 7 racks.**

Cada rack de más suministrado supondrá posteriormente un incremento en la saturación del operario que complicará estar por debajo del 100% y podrá suponer estrés a la hora de trabajar.

2.7.3 Carrusel Horizontal: Shop stock

Se trata de un almacén que posee unos carriles de los que cuelgan ganchos con la pieza en suspensión o fundas donde se almacenan las piezas que han sido inyectadas y pintadas previamente. Es un tipo de almacenaje ideal para cargas voluminosas que deben almacenarse de pie, concretamente en este caso almacena pieles de parachoques. Desde el propio almacén se puede realizar el picking de la referencia deseada por el propio operario sin necesidad de carretilla ni otro medio de manutención. Este hecho se debe a que el movimiento rotativo lo puede generar el propio operario con sus brazos.

2.7.4 Almacén convencional externo: AZA

Almacén externo donde se almacenan gran variedad de componentes y materias primas. Debido a la salida del Reino Unido, ha servido como almacén para hacer expediciones internacionales ya que contaba con toda la documentación que el país exigía. De AZA se hará un análisis más detallado posteriormente, en dicho análisis se estudiará la factura y se enumerarán los posibles ahorros.

2.7.5 Almacén convencional: Solyman

Nave que en el escenario actual servía como almacén de máquinas averiadas, calibres propiedad de calidad que no se utilizaban, contenedores de referencias obsoletas, embalaje inservible, etc. Es un punto clave en el cambio de flujos logísticos porque se convierte en un centro de expedición puro, ahorrando así facturación mensual del almacén externo AZA. Precisamente por quitar volumen a dicho almacén, es pieza fundamental del proyecto de ahorro.

CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO

3.1 Introducción

Se va a comenzar a exponer el marco teórico en el que se ha apoyado el desarrollo del presente TFG. Debido a que el propósito que se persigue es amplio y se tocarán muchas partes de la empresa, los conocimientos teóricos son variados y no sólo de cierta asignatura estudiada durante el grado. En el presente capítulo se exponen los más trascendentes.

Es notable la presencia de la filosofía lean o de los principios de Toyota debido a que el entorno es muy competitivo dentro del sector de la automoción. Estos hechos propician que durante el análisis o las conclusiones se vean principios compartidos en los 14 principios de Toyota.

La teoría se puede dividir en 2 bloques diferenciados, una global que tiene que ver con la planta de inyección y otra con todo lo aplicado al almacén externo y a todas las modificaciones que se van a llevar a cabo allí. Debido a que lo gran parte del TFG contempla la mejora del uso que se le está dando a un almacén o el servicio de componentes mediante el rediseño de un flujo logístico, la teoría es diversa.

En primer lugar y haciendo uso de la teoría de Diseño y Gestión de Almacenes junto con los conocimientos de Mauleon (2003) es necesario definir qué tipo de almacén se utilizará, ordenado y de gestión fija o caótico y de gestión aleatoria.

Almacén ordenado, gestión fija

- Descripción: Presenta ubicaciones específicas o fijas, las referencias poseen una posición previamente establecida de antemano
- Ventajas: Es rápidamente inventariable, las referencias guardan una posición fácilmente identificable por lo que se sabe en todo momento qué lugar ocupan dentro del almacén.
- Desventajas: El hecho de tener que respetar las ubicaciones para ciertas referencias hace que los huecos tengan una ocupación o utilización menor a la que tendrían en el escenario en el que varias referencias compartiesen hueco, en resumen, un bajo nivel de aprovechamiento. Por otro lado, con este modelo se está obligado a respetar los espacios preestablecidos.

Almacén caótico, gestión aleatoria

- Descripción: La ubicación es determinada en función del hueco que se posee. No debe de ser siempre la misma y puede cambiar en función del nivel de ocupación del almacén. Dicha manera de almacenar no es 100% aleatoria, ya que se deben de seguir unos criterios o unos procedimientos parametrizados en el sistema de gestión del almacén (baja/alta rotación normalmente)
- Ventajas: La principal ventaja es la alta posibilidad de completar los huecos de una manera próxima al 100%, es decir, que la capacidad efectiva del almacén se acerque a la capacidad física del almacén. También hay que destacar que existe la posibilidad de optimizar dicho modelo de almacenar, mediante la gestión de ubicaciones.
- Desventajas: El principal inconveniente es el control de las referencias que se poseen. Por otro lado, también destaca como inconveniente la incapacidad de adaptarse a cada tipo de producto y sus especificaciones.

Destacar que existe una tercera posibilidad, el almacenaje siguiendo un criterio de ubicación mixta o semialeatoria, que es la más habitual ya que combina ambas gestiones ya mencionadas. Esta manera de trabajar hace que según si el producto es de baja o alta rotación se pueda trabajar de una manera o de otra, por ejemplo: ubicaciones accesibles o de picking para productos de alta rotación y sus reservas, mientras que se deja la alternativa de la gestión aleatoria para los stocks de seguridad.

Siguiendo a Cardós (2021) a la hora de conceptuar un almacén con pocas limitaciones en cuanto a seguridad o espacio, existen los siguientes puntos para el cálculo de necesidades:

- Equilibrio entre Necesidades y Aprovechamiento.
- Medio de almacenamiento y volumen en dicho medio de almacenamiento.
- Numero de referencias presentes y aprovechamiento de dicho volumen.
- Existencias por hueco y utilización/ocupación de dichos huecos.

Los componentes del aprovechamiento del almacén son:

1. Volumen disponible para el almacenamiento
 - Está determinado por las características físicas del almacén.
2. Aprovechamiento del volumen
 - Es la relación entre los m³ ocupados por las estanterías y el volumen total, del almacén
 - Cuando supera el 50% se dice que es un almacén de alta densidad
3. Huecos utilizados
 - Relación entre los huecos ocupados físicamente (total o parcialmente) y los huecos existentes (ocupados + libres).
 - En condiciones comparables de eficiencia, la utilización de los huecos es siempre mayor cuando la gestión de las ubicaciones es aleatoria.

- Se precisa un 5-20% de los huecos libres en estanterías convencionales (5-10% en almacén automático) para gestionar adecuadamente las entradas y salidas cuando la gestión de las ubicaciones es aleatoria.

4. Ocupación de los huecos

- Es la fracción de los huecos utilizados ocupada por el material almacenado. Su complementario se denomina “honeycomb loss” (pérdida media de ocupación del hueco).
- Puede variar entre el 100% en algunos sistemas de acceso directo (ej.: paletas completas en estanterías convencionales) y el 50% en algunos sistemas de alta densidad (ej.: paletas completas en bloques apilados con excesiva profundidad).

3.2 Equipos de manutención, equipos con movimiento y traslado

A continuación, se van a exponer una serie de medios de manutención considerados como alternativas, previos a la decisión e implantación del deseado en Plastic Omnium. Destacar que dicha enumeración es teórica, pero que todos los que se van a nombrar fueron probado de forma real en la empresa y que los problemas que a priori se les percibían, se contrastaron empíricamente, con el fin de buscar alternativas viendo el problema en planta. Dichas alternativas fueron propuestas por los proveedores, pero también buscadas desde el ámbito teórico apoyados en publicaciones como la que realizan Mira et al. (2016).

A la hora de elegir medio de manutención van a influir 2 factores principales:

- 1- La viabilidad: capacidad de coger embalajes tanto como si son de luces cerradas como abiertas y la saturación que proporcione.
- 2- La seguridad.

A continuación, se expondrán las alternativas al cambio de los medios de manutención que actualmente se encuentran en la nave de inyección según Pérez (1996).

- A. Transpaleta o traspalé: es un medio de manutención en el que el operario es el que eleva y desplaza la carga. Para la utilización del mismo no se necesita una gran inversión económica ni una gran formación para desenvolver una gran destreza dado que es muy simple de utilizar. Los traspales no tienen movimiento autónomo, ni de elevación ni de tracción, por lo que el aspecto ergonómico es importante, dado que los desplazamientos deben de ser cortos debidos a que el operario realiza gran parte del esfuerzo físico.



Ilustración 13. Transpaleta manual - Fuente: jungheinrich-profishop.es (2020)

En cuanto a las limitaciones que presenta principalmente son las siguientes:

- No puede trabajar con embalajes cerrados.
- No puede elevarse mucho.
- No debe usarse para traslados en distancias que superen los 50 metros (medida recomendada debido a que es el operario el que genera la tracción y debe de estirar de la transpaleta).

Por otro lado, encontramos las ventajas de dicho medio de manutención, que son más numerosas:

- Económico.
- Robusto y fácil de utilizar.
- Ideal para almacenes de tamaño reducido.
- Bajo mantenimiento.
- Manejable en pasillos estrechos.

De la idea de la transpaleta nace la transpaleta autopropulsada, opción instaurada en PLASTIC OMNIUM debido a sus ventajas frente a otros medios de manutención.

Con la transpaleta autopropulsada, el operario deja de realizar físicamente la tracción de la transpaleta y tampoco se encarga de la elevación. En contraposición tiene la limitación del espacio debido a que necesita más hueco para girar.



Ilustración 14. Apilador eléctrico - Fuente: Still (2021)

El principal inconveniente del apilador es lo comentado anteriormente sobre las luces de los embalajes, debido a que se levanta la horquilla y quedan en el suelo los rodillos e impide dejar o levantar componentes del suelo.

Más adelante, se definirán otro tipo de medios de manutención más específicos, los cuales no son comunes en ninguna industria debido a que presentan muchos puntos negativos en comparación con las ventajas que ofrecen.

3.2 Instrucción de trabajo: TWI-JI

Por otro lado, se van a definir unos conceptos que se consideran trascendentales a la hora de cambiar una manera de trabajar, en este caso hablamos de las instrucciones de trabajo. La relevancia de las órdenes de trabajo es importante debido a que cambiar flujos dentro de una empresa donde está todo tan normalizado es costoso. Los trabajadores tienen maneras de actuar que ya son automatismos, mediante las órdenes de trabajo, se van a reforzar los conocimientos y acciones aplicados creando un estándar que deberá ser seguido por todos.

El nombre completo es TWI-JI, Training within industry- Job instruction. De origen militar, es una herramienta capaz de fusionar lo psicológico con lo teórico para poner en práctica operaciones según un estándar. Llegó a Toyota en 1951, pasando a formar parte del Toyota production system, donde los resultados constituyeron un 86% en los incrementos de la producción.

Las órdenes de trabajo pueden convertir las tareas más complicadas en acciones cotidianas si están bien redactadas. En el presente TFG se detallarán las veces que se

crean órdenes de trabajo para modificar conceptos, ya sean flujos o maneras de trabajar.

OEM		MODELO		CARGAS SUSPENDIDAS INYECCION		Fecha de emisión	Nr. Referencia	Índice
SWI		NA		CARGAS SUSPENDIDAS		SWI	VAL.M2.WI.2002.6	A
#	PASO	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD			SE CO	PUNTOS DE COMPROBACIÓN CALIDAD		Código
						CAMBIO DE MOLDES (ENTRADA Y SALIDA INYECTORA) En el cambio de molde, cuando se vaya a elevar una carga (molde) se deberá balizar la zona de tal manera que no se pueda acceder a la zona de trabajo. Para ello, se requiere de dos personas, una será el conductor del puente grúa, y la otra persona será el IN VIGILANDO. Su función será verificar antes y durante la elevación que nadie se acerca a la zona de riesgo. si no existe elevación de carga, se podrá acceder a realizar tareas de cambio de molde siempre que se le haya comunicado al gruista y al IN VIGILANDO.		
						MOVIMIENTO DEL MOLDE EN CARRO PORTAMOLDE Esta operación se realizará con 1 persona ya que no existe elevación de carga. Es obligatorio utilizar casco, guantes y fuera de pasillos utilizar chalecos de alta visibilidad. atención!!! dejar el molde en el carro portamolde se considera elevación de cargas y por ello, requerirá de dos personas. solo será una persona en el transporte!!		
						MOVIMIENTO DEL MOLDE EN EL TALLER Esta operación de elevación se realizará podrá realizar con una sola persona, ya que la zona está acotada. aun así, antes de realizar la operación el gruista deberá comprobar que no existe personal trabajando en la zona y cerrar la puerta de entrada. deberá usar guantes casco.		
						MOVIMIENTO DEL PARQUE AL TALLER DE MOLDES O DEL PARQUE AL CARRO. Esta operación se realizará con 2 personas. Cerrar puerta de calidad y balizar la zona. en caso de cerrar la puerta peatonal con candado, ante cualquier alarma de evacuación se deberá bajar la carga y abrir la puerta por tratarse de una vía de evacuación.		
EPI		REGLAS DE REACCIÓN: EN CASO DE DETECTAR UNA PERSONA EN LA ZONA DE RIESGO, SE DEBERÁ ALERTAR AL GRUISTA, SACAR A LA PERSONA DE LA ZONA, Y SI FUERA NECESARIO ABORTAR LA OPERACIÓN.				POKA YOKE	Dispositivo de Medición	
						NA		
Línea de	G.	L. Quintana		L. Giráldez		J. Flores		Páginas
por	ASENSI	Aprobación HSE		Aprobación Q		Aprobación Prod		total
Línea de						opcional		Página #
								1
								1

Ilustración 15. Instrucción de trabajo para el transporte de moldes - Fuente: Documentación interna de la empresa (2017)

3.3 Diagrama de fuerzas

Durante la asignatura de Gestión de la Calidad Total se trataron ciertas herramientas para el análisis y conceptualización de las situaciones, una de ellas fue el diagrama de campo de fuerza, Lewin (1914). Es una herramienta que permite enumerar el conflicto entre las fuerzas impulsoras y las restrictivas del cambio desde el estado actual hasta el estado deseado.

Para usar dicha herramienta es necesario definir el cambio deseado, identificar las fuerzas impulsoras, las restrictivas, clasificar por prioridades dichas fuerzas y enumerar las acciones a tomar.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN INICIAL

4.1 Descripción de un flujo básico

El análisis nace de la necesidad de establecer un nuevo modelo de transporte a la hora de aprovisionar las inyectoras y de retirar el semielaborado de dicha planta para guardarlo en los almacenes. Por otro lado, dicho proyecto requiere una inversión que reporte una eficiencia y que esté respaldada por un ahorro contrastado. En este capítulo se expondrán los distintos problemas en la nave de inyección que tienen que ver directamente con la seguridad y se enumerarán las acciones que reportarán un ahorro económico.

En primer lugar, el flujo que recorre la granza hasta que es un parachoques siendo enviado hasta Ford comienza con la materia prima suministrada a las inyectoras mediante tubos provenientes de los silos situados en el patio exterior. Sin embargo, en ocasiones se debe de inyectar cierta granza que no está presente en dichos silos, por lo que se suministran octavines. En el proceso de producción de la pieza inyectada también cabe la posibilidad de poner ciertas piezas adicionales una vez se retira de la inyectora. Estos elementos adicionales pueden ser grapas, presillas... que facilitarán etapas venideras y ahorrarán ciclo a posteriores estaciones, pero se deben de suministrar en esta etapa, este material viene desde almacén convencional, nave adyacente a la de inyección.

El principal elemento de suministro y retirada del parachoques recién inyectado es el rack. El rack es una estructura de acero que se introduce en el almacén automático y con las que se desplazan las piezas. Estas estructuras garantizan que las piezas no rocen ni toquen con nada que pueda dañarlas ya que descansan en proformas de plástico y las cubre el aire, por lo que no hay contacto ninguno con nada que pueda dañarlas. Los racks pesan aproximadamente 200 kg y son el medio de transporte de la pieza inyectada hasta que llega al conveyor que conecta la empresa con Ford. Los racks tienen la peculiaridad de que por su parte inferior presentan unas chapas que abrazan la horquilla del medio de manutención para evitar que se venza hacia adelante, sin embargo, esto también tiene una parte negativa y es el hecho de no poder manipular racks con cualquier medio de manutención. Este punto será tratado más adelante.



Ilustración 16. Rack con pieles del Mondeo - Fuente: Elaboración propia

4.2 Listado de embalajes en la nave de inyección

Para dimensionar el escenario de la variabilidad que se puede encontrar en los embalajes dentro de la planta, se realizó un completo análisis del escenario inicial, se listó una base de datos de todos los materiales y se vinculó con la referencia de la pieza inyectada y el punto donde se debían de servir. De este modo surgió el problema que modificó todo el proyecto ya que el embalaje con luces cerradas imposibilitaba el uso de algunos medios de mantenimiento.

MÁQUINA	REFERENCIA	Embalaje salida	Descripción
KM1031	50029716/50029717	FLC1210	FSC CD391 LW RH
KM1031	50032601	FLC1512	ISOLATOR CD391
KM1031	50030192	FLC1512	ENERGY ABSORBER V408 FR ISOLATOR
KM1031	40195300	EUROBIN EB121097 1200x1000x980	REAR FILLER BRACKET CX482
KM1031	40200423	EUROBIN	REAR FILLER BRACKET CX482
KM1031	40201463	EUROBIN EB121097 1200x1000x980	SIDE BRACKET RH
KM1031	40201464	EUROBIN	SIDE BRACKET LH
KM1331	50029762	RACK INTERNO	EXH CD539 FSC LW VIG
KM1331	50029475	RACK INTERNO	DIFUSRO VIGNALE CD391
KM1331	50039271	FLC1210	FLMP BZL CX482 ST RH

Tabla 2. Lista de embalajes según inyectora - Fuente: elaboración propia

4.3 Flujos logísticos y riesgos potenciales en la situación inicial

Una vez se contemplaban todas las referencias y se conocía cuáles eran las más importantes (referencias más servidas o que más desplazamiento suponen), se pasó a definir las saturaciones que habría que asumir en el futuro. En este paso se utilizaron 2 técnicas, el cálculo puro de las saturaciones y el dibujo de un diagrama spaghetti. Se procede a mostrar a continuación dicho diagrama de un carretillero en el turno de mañanas del suministro de 1 componente del almacén y de la retirada y suministro de un rack lleno y vacío respectivamente

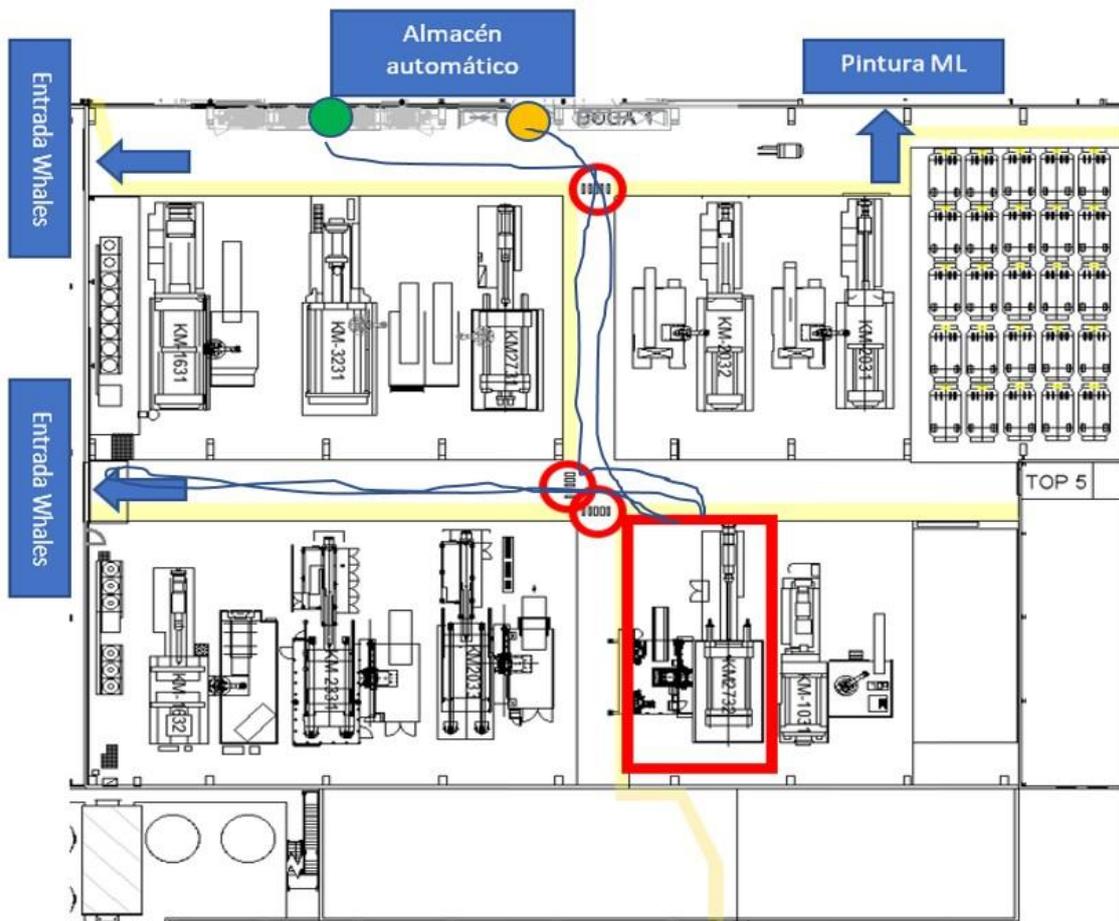


Ilustración 17. Diagrama de spaghetti de una tarea logística en inyección - Fuente: Documentación interna de la empresa (2021)

Como podemos observar el carretillero cruza por los pasos destinados a los peatones 5 veces, además realiza maniobras tanto para dejar el rack cerca del almacén automático como para darle la vuelta a la carretilla próximo a dichos cruces. Hay que destacar que dicho análisis corresponde a una tarea que no supuso al carretillero más de 7 minutos. Si extrapolamos dicha secuencia a un turno de 8 horas son de esperar muchísimos cruces de peatones más. El personal en la nave de inyección que utiliza dichos pasos no es siempre el mismo. Cruzando los pasos puede haber personal de mantenimiento,

moldistas, personal de logística camino del almacén, los propios operarios de inyección yendo al lavabo, etc.

4.4 Análisis de saturaciones en la situación inicial

Este se trata de uno de los primeros problemas reseñables que se encuentran a la hora de desarrollar este proyecto. El concepto que se va a analizar consiste en desglosar el tiempo del operario en tareas para conocer si la totalidad de ellas caben en un turno. Se obtendrá el número de operarios que se necesitan para cada conjunto de acciones, si el porcentaje obtenido es mayor a 100, se necesitan 2, si es mayor que 200, 3, etc.

El cálculo se va a realizar según la fórmula:

$$\text{Saturación (\%)} = \frac{\text{Tiempo total de la acción} * \text{frecuencia por turno}}{\text{tiempo total del turno}} * 100$$

Ecuación 1. Fórmula utilizada para el cálculo de las saturaciones - Fuente - elaboración propia

El tiempo total de la acción contempla tanto la operación como el desplazamiento, es decir, si la tarea fuese desplazarse al almacén automático a por componentes el cálculo sería el siguiente:

- Media de la distancia que se debe de recorrer desde el almacén a cada una de las 13 inyectoras y multiplicado por la velocidad de desplazamiento del medio de manutención.
- Tiempo de la propia operación.
- El conteo del tiempo para el cálculo de la saturación se detiene en cuanto sirve el componente al lugar del que se le ha solicitado.
- Destacar que las saturaciones contemplan actividades de suministro y de retirada, cuyos tiempos se suponen como el doble.

En el desarrollo de este primer problema se va a tratar:

- A. La exposición de las tareas que realizan.
- B. Cuadro resumen de tiempos y saturaciones que suponen cada una de las tareas
- C. Análisis de los tiempos y explicación de las frecuencias tomadas
- D. Resumen de las saturaciones totales
- E. Actividades designadas para retirar del flujo ya sea por imposibilidad del medio de manutención o hacer menor el valor total de la saturación.

4.4.1 Enumeración de tareas previas a cualquier modificación

Una vez evidenciado el peligro que supone una tarea como la mostrada anteriormente en el diagrama de espagueti (suministro y retirada de embalaje vacío y lleno a una inyectora), se muestra a continuación la descripción de las muchas tareas que se van a ver afectadas en este proyecto. Las tareas de los carretilleros están establecidas de la siguiente manera en el escenario inicial del proyecto:

- Suministrar a inyectoras racks vacíos del almacén automático.
- Retirar de las inyectoras racks llenos de pieza inyectada para introducir en el almacén automático.
- Suministrar a inyección de embalajes vacíos necesarios desde el patio.
- Retirar las cajas, RSB's, UZ39, cheps y depositar en el patio para su envío a AZA o guardar almacén convencional.
- Suministrar a inyección material extraordinario (aceite inyectora, pedidos raros, etc.)
- Coladas maquinas a patio
- Llevar y devolver contenedor de cartón a zona reciclado patio.
- Devolver racks/embalajes vacíos en cambio de molde.
- Devolución componentes de inyección al cambiar molde
- Suministrar octavín y retirar el que no está en uso.
- Suministrar a inyectora rack vacío del patio
- Flujo Dogbone/SK
- Suministrar a inyección de los componentes (tornillería, brackets, etc.) necesarios.
- Vaciar contenedor de purgas 1 vez al turno.
- Retirar jaula de scrap inyección llena y colocar vacía.
- Sacar racks de almacén automático para control de calidad
- Abastecer a la zona de carga de los componentes necesarios (Rejillas, lavafaros, etc.).
- Servir/retirar embalajes vacíos de la zona de carga.
- Retirar jaula de scrap pintura llena y colocar vacía.
- Retirar embalaje de componentes pintados en la zona de descarga.
- Suministrar y retirar pallets vacíos a la zona de descarga.
- Bajar bidones de la zona de pintura
- Llevar depósito para residuos vacío

A continuación, se van a mostrar las saturaciones que suponen en total mediante una tabla donde se pueden ver tiempos y desplazamientos.

Destacar que en dicha tabla se colorea un flujo que durante el trascurso del presente TFG es muy relevante debido a que se pasará a almacenar y a suministrar de una manera distinta.

4.4.2 Exposición de las saturaciones totales de la situación inicial

A continuación, se muestran en la Tabla 3 las tareas y sus saturaciones respectivas. En ella se puede ver el tiempo de operación en minutos, el tiempo de desplazamiento en minutos, la

suma de los dos como tiempo total, la frecuencia de dicha tarea al turno, el tiempo que supone un turno (450 min) y la saturación calculada:

# Op	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN	Tiempo Operación (min)	Tiempo Desplazamiento (min)	Tiempo TOTAL (min)	FRECUENCIA TURNO	TIEMPO DISPONIBLE (min)	SATURACIÓN
1	Suministrar a inyectoras racks vacíos del almacén automático.	0,25	0,47	0,72	94,68	450,00	15,21%
2	Retirar de las inyectoras racks llenos de pieza inyectada para introducir en el almacén automático.	0,20	0,47	0,67	94,68	450,00	14,16%
3	Suministrar a inyección de embalajes vacíos necesarios desde el patio.	0,25	1,23	1,48	71,72	450,00	23,57%
3	Suministrar a inyección de embalajes vacíos necesarios desde el patio. NO RETRADOS	0,50	1,23	1,73	14,34	450,00	5,51%
4	Retirar las cajas, RSB's, UZ39, chepsy depositar en el patio para su envío a AZA o guardar Whales.	0,50	1,13	1,63	5,63	450,00	2,04%
5	Suministrar a inyección material extraordinario (aceite inyectora, pedidos raros, etc)	0,50	0,57	1,07	3,31	450,00	0,78%
6	Coladas maquinas a patio	0,30	1,13	1,43	2,00	450,00	0,64%
7	Llevar y devolver contenedor de carton a zona reciclado patio.	0,30	2,27	2,57	1,00	450,00	0,57%
8	Devolver racks/embalajes vacíos en cambio de molde.	0,30	0,99	1,29	6,62	450,00	1,90%
9	Devolución componentes de inyección al cambiar molde	0,30	0,99	1,29	6,62	450,00	1,90%
10	Suministrar octabin y retirar el que no está en uso.	0,30	2,08	2,38	4,41	450,00	2,33%
11	Suministrar a inyectora rack vacío del patio	0,30	1,23	1,53	6,62	450,00	2,25%
12	Sacar al patio rack lleno de pieza inyectada.	0,30	2,94	3,14	3,31	450,00	2,31%
13	Suministrar a inyección de los componentes (tornillería, brackets...) necesarios.	0,30	0,99	1,29	4,41	450,00	1,27%
14	Vaciar contenedor de purgas 1 vez al turno.	3,00	4,16	7,16	1,00	450,00	1,59%
15	Retirar jaula de scrap inyección llena y colocar vacía.	0,30	3,78	4,08	2,00	450,00	1,81%
16	Sacar racks de almacén automático para control de calidad	0,50	0,28	0,78	5,52	450,00	0,96%
1	Suministrar a inyectoras racks vacíos del almacén automático.	0,25	0,47	0,72	47,34	450,00	7,61%
2	Retirar de las inyectoras racks llenos de pieza inyectada para introducir en el almacén automático.	0,25	0,47	0,72	47,34	450,00	7,61%
18	Abastecer a la zona de carga de los componentes necesarios (Rejillas, lavafaros, etc...).	0,30	1,61	1,91	16,78	450,00	7,11%
19	Sevir/retirar embalajes vacíos de la zona de carga.	0,40	1,89	2,29	14,58	450,00	7,42%
20	Retirar jaula de scrap pintura llena y colocar vacía.	3,00	1,89	4,89	1,00	450,00	1,09%
21	Retirar embalaje de componentes pintados en la zona de descarga.	5,00	2,63	7,63	2,00	450,00	3,39%
23	Flujo Dogbone/SK	5,00	3,78	8,78	5,00	450,00	9,76%
24	Bajar bidones de la zona de pintura	5,00	4,16	9,16	1,00	450,00	2,04%
25	Llevar depósito para residuos vacío	5,00	4,16	9,16	1,00	450,00	2,04%
3	Suministrar a inyección de embalajes vacíos necesarios desde el patio.	0,20	1,23	1,43	71,72	450,00	22,77%
11	Suministrar a inyectora rack vacío del patio	0,30	1,23	1,53	6,62	450,00	2,25%
3	Suministrar a inyección de embalajes vacíos necesarios desde el patio. NO RETRADOS	0,50	1,23	1,73	14,34	450,00	5,51%
10	Suministrar octabin y retirar el que no está en uso.	0,30	2,08	2,38	4,41	450,00	2,33%
7	Llevar y devolver contenedor de carton a zona reciclado patio.	0,30	2,27	2,57	1,00	450,00	0,57%
5	Suministrar a inyección material extraordinario (aceite inyectora, pedidos raros, etc)	0,50	0,57	1,07	3,00	450,00	0,71%

Tabla 3. Tabla de saturaciones escenario inicial. Fuente: elaboración propia

4.4.3 Análisis sobre la carga de las tareas que suponen una mayor saturación

En este punto se va a proceder a explicar las saturaciones de los operarios logísticos en la nave de inyección. En ellas se puede observar como el tiempo que se utiliza en la operación propiamente dicha no es excesivo (debido a que se refieren a coger o depositar un embalaje). Sin embargo, el desplazamiento que dicha tarea requiere la mayor parte del tiempo. Por otro lado, este cálculo teórico se apoya en la hipótesis de que cuando se va a comenzar la tarea de llevar un elemento del punto A al punto B, el carretillero se encuentra en el punto A.

Por ejemplo, en la tarea “Retirar embalaje de componentes pintados en la zona de descarga”, la saturación contempla lo siguiente:

- Carretillero listo en la zona de pintados
- Libre de comenzar dicha tarea desde el momento 0
- Máquina con las horquillas encaradas para realizar la maniobra
- Desplazamiento sin impedimentos que obstaculicen la marcha

Tiempo de operación (minutos)	5
Tiempo de desplazamiento (minutos)	2.62
Tiempo total (minutos)	7.26
Frecuencia al turno	2
Tiempo disponible al turno (minutos)	450
Saturación	3.39%

Tabla 4. Detalle de los valores utilizados para el cálculo de la saturación - Fuente: elaboración propia

$$\text{Saturación (\%)} = \frac{7.26 * 2}{450} * 100 = 3.39\%$$

Ecuación 2. Cálculo de la saturación - Fuente: elaboración propia

Lo que quiere decir que, aproximadamente, el 3.4% del tiempo del turno se lo pasa retirando embalaje de componentes pintados en la zona de descarga.

Antes de tomar decisiones se decidió recalcular las saturaciones en especial las que sufrirían un cambio al modificar el medio de manutención. Se consideraban afectadas cuando:

- A. El medio de manutención ya no podría hacerlo por no soportar la carga adicional que supone.
- B. No se puede acceder al componente debido a que se encuentra fuera de la nave de inyección y no se ha podido recolocar.

Para afinar dicho cálculo se optaron por distintos caminos, el primero de ellos fue contabilizar los servicios de reposición para obtener una frecuencia mucho más precisa, debido a que era la saturación que más comprometía al carretillero. Esto se estudió mediante el software del almacén automático y de los racks que salían por él, reflejándose en la Tabla 5:

CICLOS/H	Nº VECES	%
1	117	2,09%
2	84	1,50%
3	69	1,23%
4	71	1,27%
5	72	1,29%
6	71	1,27%
7	65	1,16%
8	81	1,45%
9	100	1,79%
10	104	1,86%
11	156	2,79%
12	197	3,52%
13	223	3,98%
14	275	4,91%
15	286	5,11%
16	361	6,45%
17	370	6,61%
18	352	6,29%
19	373	6,66%
20	342	6,11%
21	318	5,68%
22	315	5,63%
23	282	5,04%
24	243	4,34%
25	170	3,04%
26	133	2,38%
27	130	2,32%
28	82	1,46%
29	57	1,02%
30	32	0,57%
31	32	0,57%
32	20	0,36%
33	6	0,11%
34	6	0,11%
35	1	0,02%
36	2	0,04%
37	1	0,02%
38	0	0,00%
39	0	0,00%
40	0	0,00%
41	1	0,02%

Tabla 5. Resumen del estudio sobre las reposiciones de racks desde el almacén automático - Fuente: elaboración propia

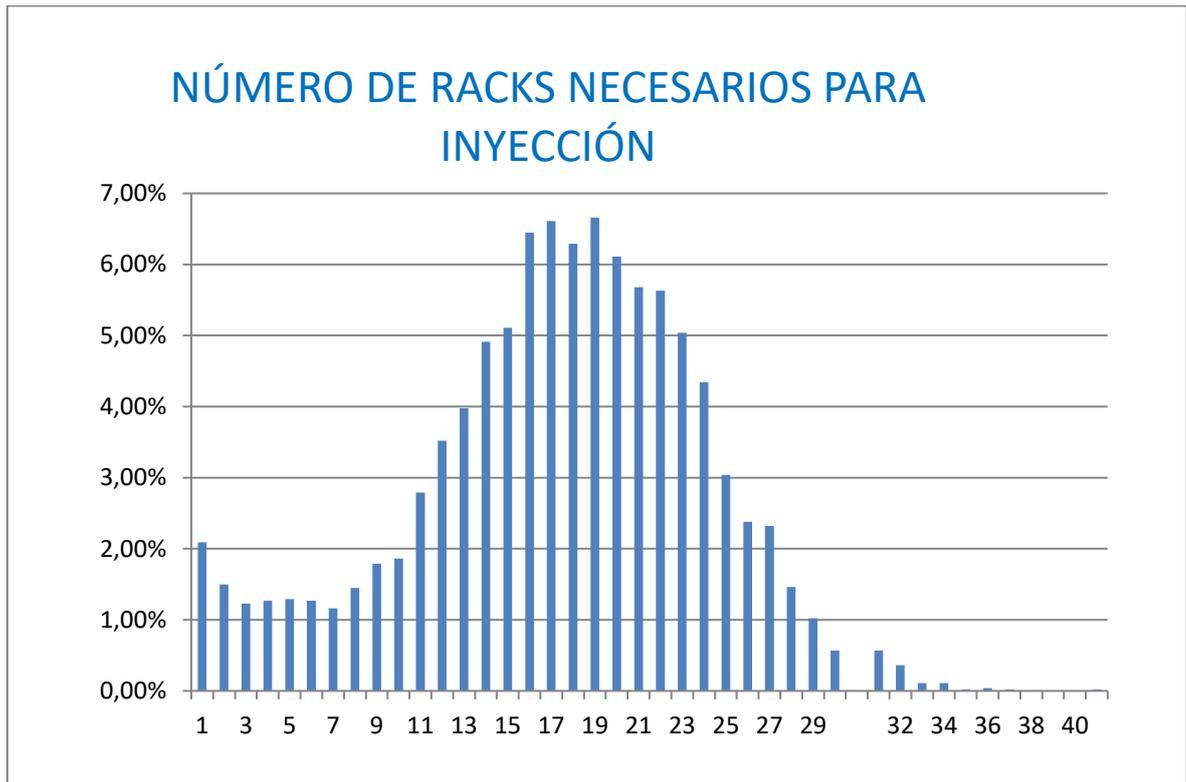


Ilustración 18. Grafico resumen sobre el estudio de reposición - Fuente: elaboración propia

En más 50% de los casos nos encontramos con entre 15 y 23 ciclos de reposición necesarios (se da el 53,58 % de las veces). El escenario más probable es de 19 ciclos por hora, debido a que presenta el mayor porcentaje de veces que ha aparecido dicho número (6,6% de las veces). A partir de esta conclusión se cogen probabilidades por encima y por debajo de un porcentaje representativo (se tomarán los valores que superen el 5% de las veces, 15 por abajo y 23 por arriba) y se acota la precisión que se ha obtenido mostrando los valores del menor número de veces y del mayor, la media será el 19. Las saturaciones provocadas por el tránsito de racks en inyección se resumen a continuación, pero antes se expone la manera de calcularlas:

- Cálculo de la saturación que provocan los racks en inyección para probabilidad baja y carretilla como medio de mantenimiento:
 - Tiempo de desplazamiento con dicho medio de mantenimiento: 0.8 mins (Tabla 7)
 - Tiempo de carga y descarga de rack (Tabla 7): 0.85
 - Al ser probabilidad baja se toman los 15 ciclos a la hora
 - Un turno son 8 horas
 - Tiempo disponible 450 minutos al turno

$$\text{Saturación (\%)} = \frac{15 * 8 * (0.8 + 0.85)}{450} * 100 = 44\%$$

	Carretilla	Transpaleta
Baja	44%	58%
Media	56%	74%
Alta	67%	89%

Tabla 6. Saturación que supone la reposición por operario - Fuente: elaboración propia

El tiempo medido in situ es mayor debido a que muchas veces la tarea comienza en unas condiciones más desfavorables para el carretillero. alguna de estas condiciones podría ser que estuviese más lejos del almacén automático, que tuviese que esperar que el rack saliese del almacén automático, etc.

Todos estos cálculos sirven para dimensionar la saturación de inyección y contemplar lo que supondría un cambio de medio de manutención sin ninguna modificación. Para el cálculo de la saturación mediante transpaleta y no con carretilla se han modificado los tiempos de desplazamiento limitándolos a la velocidad máxima que puede recorrer un operario a pie:

Tiempo necesario para realizar un ciclo	Movimiento carretilla	Movimiento transpaleta	Carga descarga rack	Espacio recorrido
Retirar Rack e introducirlo en el almacén automático nave 1	24,7 segs	41,002 segs	51 segs	16,5 m
Retirar Rack e introducirlo en el almacén automático nave 2	49 segs	81,34 segs	51 segs	51,85 m
Retirar Rack e introducirlo en el almacén automático nave 3	70,4 segs	116,864 segs	51 segs	87,5 m
Media de los desplazamientos	0,8 mins	1,32 mins	0,85 mins	

Tabla 7. Modificaciones de las saturaciones en función del medio de manutención - Fuente: elaboración propia

4.4.5 Resumen y decisiones a implementar

Una vez realizado el estudio ya se sabe lo que se debe de cumplir. Una saturación de 74% (media con transpaleta extraída de la tabla 6) no es asumible debido a que las tareas de los operarios contemplan más cosas que tan solo el suministro y retirada de embalaje como se ha descrito anteriormente. Además del suministro de racks, que es lo que más fluctúa en función de la demanda, existe un valor de saturación fijo que se corresponde al servicio de embalajes al almacén convencional. Ahora se mostrará la saturación total de un carretillero en inyección en función de la demanda ya sea alta-baja-normal y después se explicará cómo se ha extraído.

	Carretilla	Transpaleta
DEMANDA BAJA	95%	109%
DEMANDA MEDIA	107%	124%
DEMADNA ALTA	118%	140%

Tabla 8. Resumen total de las saturaciones por operario en función de la demanda - Fuente. elaboración propia

Explicación del cálculo del 95% perteneciente a demanda baja y carretilla:

- Tasa estable que supone el almacén convencional: 41,7%
- Suministro Kanban diario: 3.33%
- Flejado de embalaje: 3.56 %
- Suministro de octavines: 1.11%
 - o Sumatorio total = 49%

Dicho porcentaje del 49 % se calculó mediante el software de Whales. Este valor es particularmente estable debido a que el almacén convencional no solo da servicio a inyección (los operarios de dicho almacén deben dar servicio a pintura y montaje). De este modo, si la demanda baja, bajará del 49 % sensiblemente, sin embargo, el 41,7% (porcentaje explicado debajo de la Tabla 8) de servicio desde dicho almacén suministra a áreas como pintura o recambios, las cuales pueden no haber acusado dicha bajada de demanda.

Así pues, se determina que la tabla 8, es fruto de sumar el porcentaje de 49% a todos los parámetros de la tabla 6.

Analizando la saturación para una demanda media, resulta claramente inasumible, por lo que se debe de buscar un desvío de ciertas tareas ya sea con un nuevo responsable o por un nuevo flujo, en concreto se debe de liberar un 24 % (demanda media con transpaleta, 124%, hay que reducir hasta 100 %, sino no el operario no dará servicio a todas sus tareas). Con tal de liberar dicho porcentaje se realizó una distinción de las tareas que suponen una saturación cercana a la enumerada que se considerasen afectadas por el cambio del medio de manutención.

Se procede pues a buscar las tareas que se desarrollen fuera de la nave de inyección, encontrando en la tabla 3, 2 actividades que suponen una alta saturación:

- Suministrar a inyección de embalajes vacíos necesarios desde el patio = 23,57%
- Flujo Dogbone/SK = 9,76 %

En concreto la tarea de suministro de embalaje vacío se refiere principalmente a jaulas UZ y Eurobines, componentes los cuales se rediseñará el flujo de suministro cambiando el lugar de almacenado y manera de recepcionar.

4.5 Desplazamiento de las tareas elegidas a otras rutas de suministro

En este último punto se van a renombrar los responsables de ciertas tareas que, al retirarlas del sumatorio de saturaciones total de inyección, ofrezcan un resultado menor en cuanto a saturación (por debajo del 100%). Es decir, se retirarán del flujo componentes los cuales deberán de ser suministrados de una manera distinta. Concretamente, antes los responsables del suministro de los Dogbones a inyección eran los operarios de inyección y ahora se abre la posibilidad de que los responsables sean los operarios del patio o incluso un tercero ajeno a la empresa.

En concreto, se va a analizar el suministro de 2 componentes en concreto los cuales son suministrados a inyección desde el patio: Los Dogbones y el Styling Kit, ambos forman parte del Mondeo. Son inventariados en el patio en un sitio poco adecuado (debido a su proximidad al parking) tapados con bolsas debido a que se encuentran a la intemperie.

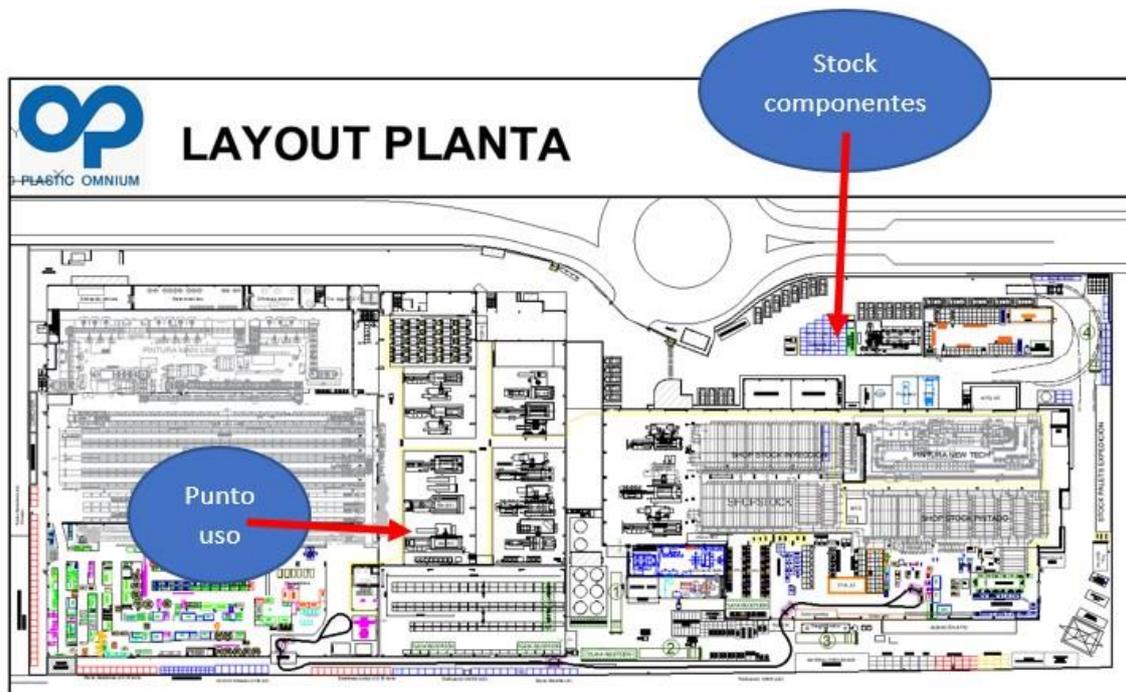


Ilustración 19. Posición de los componentes a los cuales se les va a rediseñar el flujo - Fuente: Documentación interna de la empresa (2021)

Estos componentes unidos al resto de tareas que se realizan en el patio son los que se retirarán del grueso de actividades de los carretilleros de inyección. Sin embargo, el Dogbone y el Styling Kit entrañan más dificultades a la hora del rediseño del flujo por la imposibilidad de encontrar para ellos sitio dentro de la planta.



Ilustración 20. Styling Kit - Fuente: elaboración propia



Ilustración 21. Dogbones - Fuente: elaboración propia

De hecho, en las fotos se puede apreciar que, pese a ser ambos componentes del Mondeo, no se encuentran en posiciones cercanas al punto de uso. Destacar que ambas fotos son del pulmón que existe dentro de planta, el cual se reposiciona mediante un kanban desde el patio. Más adelante se dimensionará y determinará el nuevo flujo de dichos materiales, forma de almacenaje y suministro.

4.6 Conflicto entre peatones y medios de manutención

Este es el problema que promovió la imposición de cambiar las máquinas de carretillas frontales a apiladores de hombre andando, de este modo se va a tratar de evitar las interferencias entre personas y máquinas, lo que deriva en una situación mucho más segura. Los flujos actuales en las naves de inyección conviven con los siguientes pasos de operarios o personal de planta.

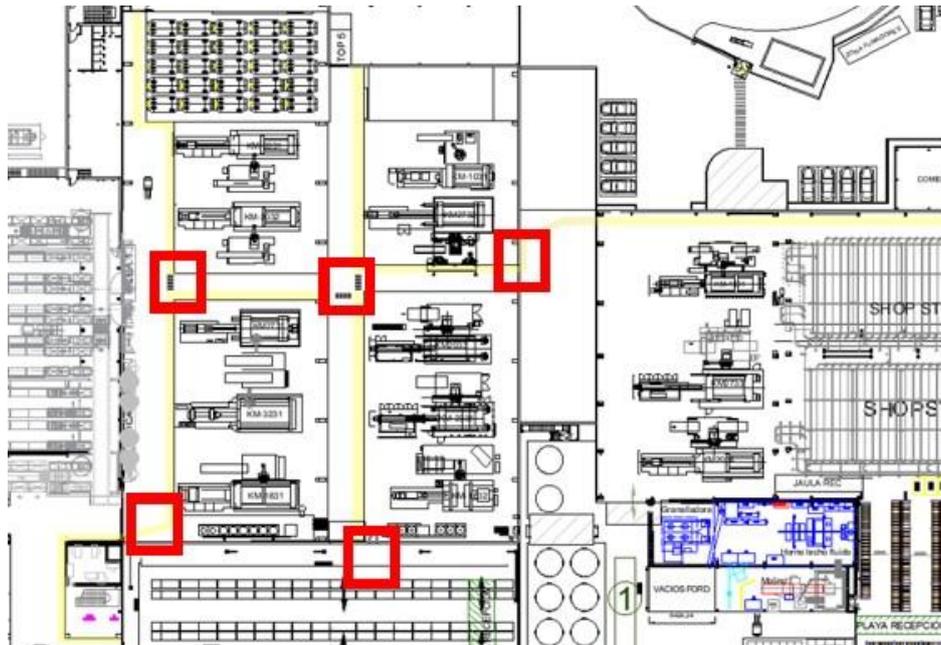


Ilustración 22. Layout de planta con los pasos de cebra destacados - Fuente: Documentación interna de la empresa (2021)

Algunos de los pasillos no están separados por ningún elemento de seguridad de las calles por las que circulan las carretillas frontales. En rojo se determinan algunos de los cruces de peatones con las carreteras. Estos puntos entrañan más peligro todavía: son cruces próximos a pilares que quitan mucha visión. A continuación, se muestra el detalle de la visión que queda al lado de un pilar:

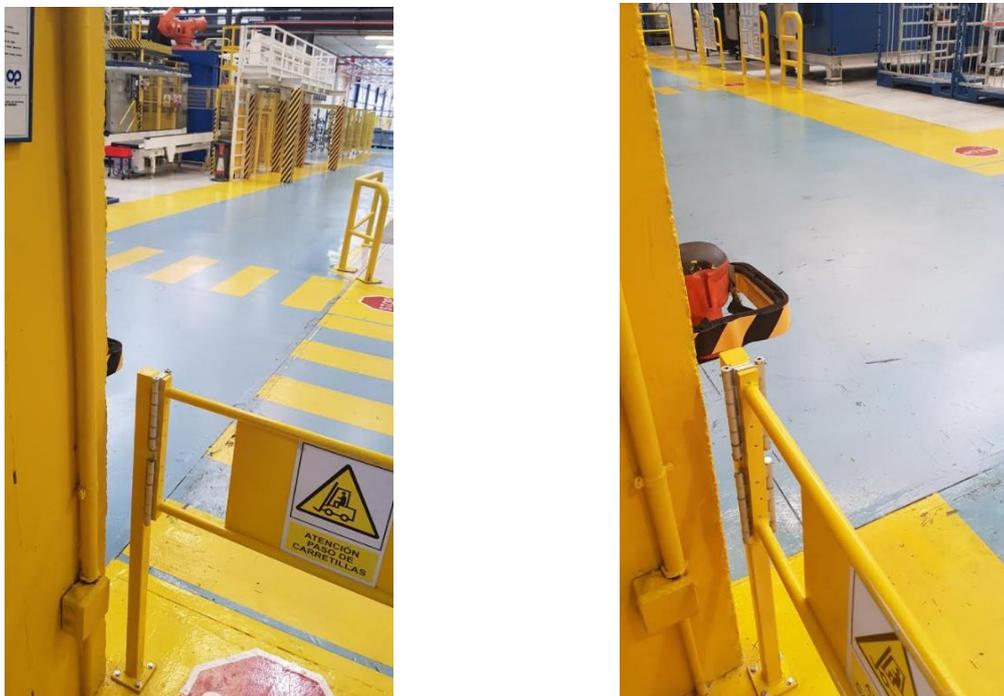


Ilustración 23. Puntos ciegos detrás de cada uno de los pilares cercanos a un paso de cebra - Fuente: elaboración propia

Actualmente dichos puntos ciegos se señalizan con una pintura de stop en el suelo y con una valla, sin embargo, el riesgo que entrañan dichos cruces viene determinado por la velocidad máxima de las carretillas y la poca visibilidad que tienen cuando van cargadas de racks con piezas.



Ilustración 24. Protecciones cerca de los pasos de cebra y pasillos - Fuente: elaboración propia

Más allá de lo ya contemplado existen ciertos componentes que suponen un riesgo en sí mismos. Una carretilla cargada con un octavín cuando va a suministrar a una máquina inyectora debe de circular de espaldas debido a la nula visibilidad. Es de entender que en dichas condiciones no contempla todo lo de su alrededor, por eso, cuando la máquina realiza ciertos giros se dan situación en las que se pone en peligro la integridad física de los operarios.

La opción de proteger las áreas de las máquinas inyectoras o los pasillos aislándolas de las zonas por donde pasan las carretillas se desestimó en un primer momento debido a que el acceso a las inyectoras debe de ser total, ya que a diario se cambian moldes los cuales se deben de poner cerca a la inyectora. Cuando se realiza dicha tarea se baliza la zona y se desvirtúa cualquier tipo de peligro ya que en ella solo trabajan los moldistas. Esta idea tomó sentido debido a que no suponía una gran inversión desde el principio y se podía trabajar como se trabaja actualmente, sin embargo, imposibilitaba 2 factores trascendentales para la producción:

- Suministro y retirada de embalajes y componentes
- Cambio de molde en las máquinas inyectoras
- Las horquillas de las carretillas pasaban por debajo del vallado
- Solo separaban al peatón de la calle.

Algunas operaciones como el cambio de moldes en las máquinas inyectoras supone un riesgo debido a su manera de funcionar. Mediante el puente grúa se eleva el molde para su desplazamiento hasta la inyectora. Dicho movimiento supone un balizamiento de la zona y unas operaciones con mucho cuidado. Algunas imágenes que ejemplifican lo argumentado son:

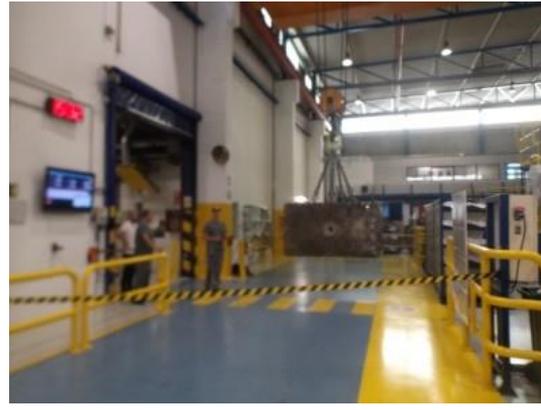


Ilustración 25. Maniobra de cambio de molde en inyectoras mediante puente grúa - Fuente: elaboración propia

Por otro lado, las operaciones repetitivas sobre el suelo que no está preparado para soportar tal carga, muestran un desgaste debido a las ruedas de la carretilla frontal manipulando material por encima del pasillo.

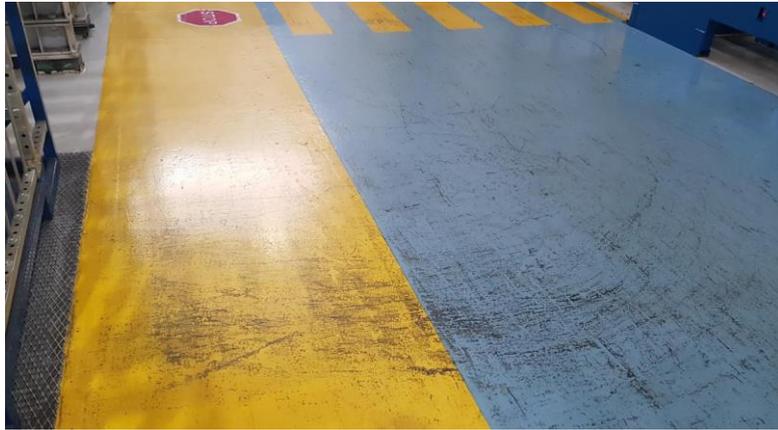


Ilustración 26. Desgaste del suelo debido a las maniobras de las carretillas frontales - Fuente: elaboración propia

Hasta implantar una solución se tomó como medida de contingencia repintar los elementos de seguridad presentes en la planta, como se puede observar a continuación:

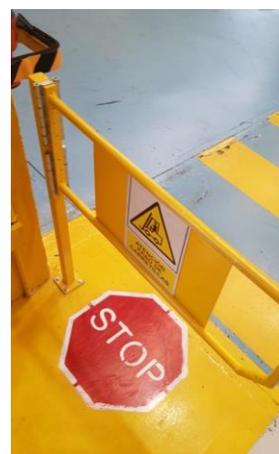


Ilustración 27. Elementos de seguridad adyacentes al paso de cebra - Fuente: elaboración propia

4.7 Luces en los embalajes

Los embalajes dentro de la industria de la automoción no son elegidos por el proveedor sino por el cliente, de hecho, Ford sigue una estandarización a nivel europeo donde PLASTIC OMNIUM no tiene el poder de modificar nada. La siguiente imagen corresponde a una instrucción de embalado a la cual PLASTIC OMNIUM debe de adaptarse:

Part Description	Part Surface	Reference	
USE PARTS			
CVR - FRT BUMPER UPPER	Body Color	GV41-17757-AAW	
CVR.FRT.BMPRLWR	Grained MIC	GV41-17F775-AAW	
PROT.BMPRLFRT (Sidplate MIC Silver)	Grained MIC Silver	GV41-17F771-AAW	

Ilustración 28. Pauta de embalaje según referencia. - Fuente: Ford (2021)

Packaging Type	Quantity Packg. Need	Sketch	Size	Unit / Cost	Total Investment
Universal Valencia Rack	1		2100x1200x2000	6.000 €	6.000 €
Universal Valencia Rack	1		2100x1200x2000	6.000 €	6.000 €
Dedicated with textil pockets	1		1500x1200x1000	1.200 €	1.200 €

Ilustración 29. Pauta de embalaje según referencia. - Fuente: Ford (2021)

Los embalajes que se suministran a inyección son muy variados debido a que cada modelo suele tener un embalaje que no es compatible con los demás modelos. Por ejemplo, un parachoques trasero de la Connect, pese a tener medidas similares a las de un Mondeo, poseen contenedores distintos.

Cada modelo cuenta con su pauta de embalaje recogida dentro de SAP, de este modo es muy sencillo contemplar que embalaje es el principal y cuál es el alternativo. Esto se debe a que muchos parachoques van en contenedores propiedad de Ford y en el ciclo, dichos embalajes vacíos no sobran. De esta manera si se acentúa la demanda y el pulmón en planta no acoge toda la demanda se debe embalar en alternativo. El resumen de lo comentado viene en la transacción de SAP “pop3”. Un ejemplo sería el siguiente:

Norma embalaje	ES43-40058107-01
Texto breve	60 PC - 40058107

Datos de gestión	Txt.br.	Dim.	Componentes	Utilizaciones	Documentos	Simulación
Pos	T...	Componente	Texto breve	Ctd.teórica	Car	
10 P	67000991	FE13256			1	
20 M	40058107	KT1B-A8B384-AB V408 DFLTR LW V5			60	

Ilustración 30. Transacción pop3 en SAP - Fuente: SAP (2021)

En la imagen se puede observar la pauta de embalaje de la Connect, que en la nomenclatura de Ford es la V408. Por otro lado, se observa como en este caso, el air deflector, es embalado en contenedores FE13256 con código interno 67000991.

Si se modifica el 01 por un 02 se obtiene el alternativo:

Norma embalaje	ES43-40058107-02
Texto breve	ALT 60 PC - 40058107

Datos de gestión	Txt.br.v.	Dim.	Componentes	Utilizaciones	Documentos
Pos	T...	Componente	Texto breve	Ctd.teórica	Car
	10P	67000989	CARTON ON PALET		1
	20M	40058107	KT1B-A8B384-AB V408 ...		60

Ilustración 31. Transacción pop3 en SAP, embalaje alternativo - Fuente: SAP (2021)

Como se puede observar, ha variado la pauta de embalaje, en este caso es una caja de cartón, concretamente la referencia 67000989.

4.7.1 Luces cerradas

Una vez explicado la herramienta a utilizar para conocer todos los embalajes principales y alternativos de los componentes que se utilizaban o se inyectaban en inyección, se pasa a ver las restricciones que ellos ofrecen a los medios de manutención.

En primer lugar, hay que determinar las restricciones que hay en cuanto a luces, ya sean abiertas o cerradas. Más adelante determinaremos los medios de manutención por su capacidad de carga.

Un embalaje con luces cerradas imposibilita a ciertos medios de manutención tratar con él debido a que no pueden introducir las horquillas. Un ejemplo podría ser la jaula UZ que se ve a continuación:



Ilustración 32. Luces cerradas que presenta un embalaje UZ - Fuente: elaboración propia

Dicha jaula presenta unas piezas de metal debajo del cajón las cuales imposibilitan que, si el apilador lleva rodillos, pueda levantarlos. Visto de una manera más gráfica y

mediante fotografías y una transpaleta manual (que también presenta rodillos debajo de las horquillas como el apilador) de la marca STILL como la que a continuación se muestra:



Ilustración 33. Transpaleta manual - Fuente: Still (2021)

La primera de las situaciones es cuando el operario toma por el lado de las luces abiertas el pallet o la carga en cuestión.



Ilustración 34. Transpaleta manuela tomando pallet por el lado abierto. - Fuente elaboración propia

Se observa como debajo de la carga se introduce tanto el apilador como los rodillos, esto es debido a que se introduce el medio de manutención por el lado con las luces abiertas del embalaje

La situación que imposibilita el transporte de la carga, es cuando la transpaleta se introduce por las luces cerradas del embalaje o directamente dicho embalaje no cuenta con otro tipo de luces, es decir, todos sus lados son cerrados, debiéndose de transportar con horquillas sin rodillos debajo.



Ilustración 35. Transpaleta manual intentando tomar un pallet por el lado cerrado. - Fuente elaboración propia

Se evidencia que el apilador se encuentra levantado debido a que cabe un pie debajo aun llevando zapato de seguridad. Como se puede ver en la segunda imagen el rodillo choca con la parte inferior del embalaje.

De esta manera se resume que cualquier medio de manutención que presente rodillos en sus palas u horquillas no es apto para lo que la empresa desea, puesto que no puede manipular ciertos embalajes, como la jaula UZ expuesta arriba.

Sin embargo, antes de dejar de lado una alternativa como esta, debido a que todas las empresas poseen alquileres de apiladores y no sería necesario una maquina en concreto, se estudió la posibilidad de usar plataformas para suplir esas distancias y salvar los rodillos.

4.7.2 Plataformas

La idea de las plataformas no es nueva en la empresa, de hecho, algunos flujos funcionan con embalajes adaptados o directamente con plataformas. Lo que va a suplir la plataforma, es la especialidad del medio, consiguiendo de esta manera hacer universal el embalaje para poder ser llevado por cualquier medio de manutención.

Un ejemplo de ello es la modificación de todos los contenedores de scrap. Los que en un inicio eran cerrados y solo podían llevarlos las carretillas del patio y, sin embargo, después de soldar en ellos una plataforma, quedaron de la siguiente manera:



Ilustración 36. Jaula de scrap modificada para que la pueda coger cualquier medio de manutención - Fuente: elaboración propia

El contenedor se pudo modificar porque pertenece a la empresa, sin embargo, muchos de los componentes que generan conflicto a la empresa son propiedad de Ford y como deben de pasar por otras plantas no pueden ser modificados.

Se recurrió entonces a la opción de las plataformas donde se debería de dejar el embalaje arriba dejado caer y manipular la plataforma, en vez del embalaje.

En primer lugar, debía de ser una plataforma que cumpliera todos los requisitos de los materiales que se iban a trabajar. En un primer momento surgió la opción de reutilizar unas plataformas que se usan para el transporte de bastidores en la línea de pintura. Sin embargo, cuando se realizó la prueba salió a la luz la imposibilidad de reutilizarlas debido a no poder manipular los RSB de Ford.



Ilustración 37. Demostración de la imposibilidad de utilizar las plataformas ya existentes - Fuente: elaboración propia

Las plataformas en cuestión no eran capaces de soportar todo tipo de embalajes, por lo que se recurrió a un proveedor para la confección de una que cumpliera todos los requerimientos.

Requerimientos de la nueva plataforma que facilitó el proveedor:

Fabricación de 1 Plataforma PROTOTIPO para Transpaleta Inyección. El trabajo consistirá en la fabricación de 1 plataforma PROTOTIPO para colocación de los 4 embalajes standard en Inyección y manejo de plataformas mediante Transpalet eléctrico

Partidas que incluye esta oferta:

- * Fabricada en acero electrosoldado*
- * Medidas totales aprox. de 1.250 x 2.150 mm.*
- * Suelo superior en chapa estriada para dejada de Racks*
- * Sistema Poka-Yoke para cogida por transpaleta-eléctrica por parte inferior*
- * Suplementos en esquinas para evitar caída de Racks*
- * Pintura al horno de toda la plataforma s/RAL indicada*

Una vez se suministró a planta la plataforma en cuestión se probó el funcionamiento con los embalajes que más reto suponían por tamaño y peso.

4.7.3 Prueba e inconveniente de las plataformas

Una vez se recibió el prototipo de la plataforma en planta se comenzó a tratar incluyéndolo en un flujo normal probando los materiales que más restringen. Se implementó en inyección y se realizaron peticiones de la jaula UZ descrita al comienzo de este punto y su alternativo, una caja de cartón IMC460 que supone el mayor embalaje que existe actualmente en Plastic Omnium.

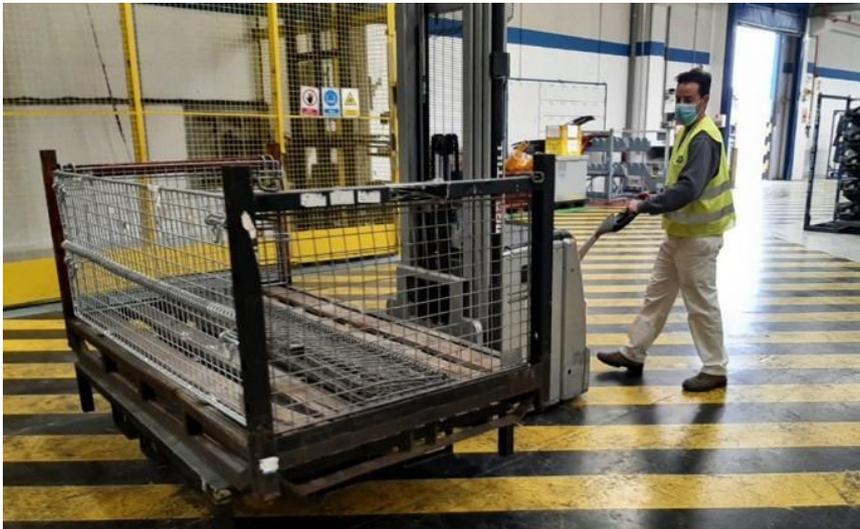


Ilustración 38 Prueba con plataforma universal. - Fuente: elaboración propia

En esta foto se puede ver como el apilador es capaz de llevar la jaula sin ningún tipo de problema gracias a la plataforma que lleva. En el movimiento se detectaron ligeros pandeos y oscilaciones que se intentarían subsanar poniendo guías por debajo del prototipo. Sin embargo, la prueba entrañaba más problemas de los que se pudieron apreciar desde el comienzo.

Cuando trabajó con la caja IMC460 se advirtió el siguiente problema: la altura hacía imposible trabajar de una manera segura y ergonómica. De hecho, los operarios que midiesen poco de altura, difícilmente alcanzarían el fondo de la caja, viéndose obligados a arrojar las piezas desde la parte superior. La altura que suponía la plataforma, el pallet y la caja era inasumible. La siguiente imagen muestra las dificultades de una persona para alcanzar el fondo de la caja.



Ilustración 39. Prueba de la imposibilidad de alcanzar el fondo de la caja encima de la plataforma. - Fuente: elaboración propia

Como era de esperar, calidad no aprobó el procedimiento donde el operario dejaba caer desde la parte superior de la caja las piezas, por lo que era necesario pensar en otras alternativas. El cambio del medio de manutención tomaba importancia ahora, debido a la negativa en esta opción.

Por otro lado, las plataformas eran viables si se trabajaba de forma ordenada respetando posiciones de espera y ciclos de retorno. Como solo se contaba con 2 operarios logísticos en inyección se determinó 2 plataformas embarcadas y otras 2 en posición de reposo para el cambio rápido. Cualquier falla en este flujo podría parar el suministro a inyección de componentes o embalajes necesarios. Por otro lado, una vez se diese esta situación, la empresa se vería obligada a aumentar el número de plataformas en planta sobredimensionado el flujo por una mala coordinación. También hay que destacar que cada plataforma costaría alrededor de 900 euros.

De este modo, se desestima el uso de las plataformas debido a su incomodidad a la hora de trabajar y al gran número de ellas que se necesitarían (plataforma en reposo, en movimiento, en almacén, en inyección, etc.). Por otro lado, invertir de esta manera en unas plataformas que restan eficiencia a la operación no sería lógico debido a que los tiempos de operación subirían.

4.8 Deterioro del suelo por el embalaje

Debido a que las máquinas no pueden desplazarse fuera de la nave de inyección por diferentes problemas que se expondrán a continuación, se debe de buscar una solución a no dejar el material por medio cuando se suministre entre almacenes.

Problema 1: Las máquinas están en contacto con el suelo mediante rodillos, no ruedas. Este hecho es crucial en cuanto a la conservación de las máquinas debido a que el continuo contacto con el cemento degradaría los rodillos convirtiéndolos en inutilizables a los pocos meses. Se debe de minimizar las tareas que hacen los carretilleros y reorganizarlas debido a la prohibición de que apiladores salgan de las naves.

Problema 2: Si una máquina cambia de nave y entra en el almacén creará interferencias hombre andando – máquina. El principal factor para modificar todos los flujos es la seguridad, si se permite que se mueva libremente entre almacenes se habrá liberado el problema de interferencia en la nave de inyección entre los operarios y las máquinas, para crearse dentro de un almacén, donde el operario del apilador puede sufrir un accidente con las máquinas del almacén e incluso del patio.

Problema 3: Degradado del suelo debido a dejar los embalajes que proceden de otros almacenes. Cuando sale un rack de una máquina inyectora, actualmente se deposita en una chapa metálica galvanizada de un espesor relativamente grueso. Dichas placas van atornilladas al suelo con unos tornillos que, una vez instaladas, no son perceptibles. A dichas placas se les atribuye una vida de 10 años según el fabricante, pero son muy caras y en ocasiones resbalan. Dada la necesidad de cubrir el suelo, se plantea la situación de montar zonas de transferencia con dichas chapas o por el contrario, se busca una alternativa más barata. Una imagen del argumento expuesto:



Ilustración 40. Detalle del desgaste del suelo provocado por dejar embalaje directamente sobre él. - Fuente: elaboración propia

Solución adaptada para dicho problema es la chapa en las zonas de transferencia. Como la imagen que se adjunta a continuación:



Ilustración 41. Rack en zona de espera sobre chapa estriada galvanizada. - Fuente: elaboración propia

Más allá de los problemas que se puedan ver por parte de seguridad o logística, este es el método implantado en otras plantas dentro de la organización, por lo que se escaló ésta alternativa y se pidieron presupuestos.

En primer lugar, se conceptuó cuantas zonas de transferencia iban a ser necesarias dimensionando así los metros cuadrados que se deberán pedir a los proveedores. Las necesidades se debían corresponder con las zonas de transición entre naves y en los cambios de pavimento. Por otro lado, en la nave de inyección, más allá de zonas de transferencia se definieron algunas de reposo, como la 8. Se define entonces el total de zonas de transferencia como 8.

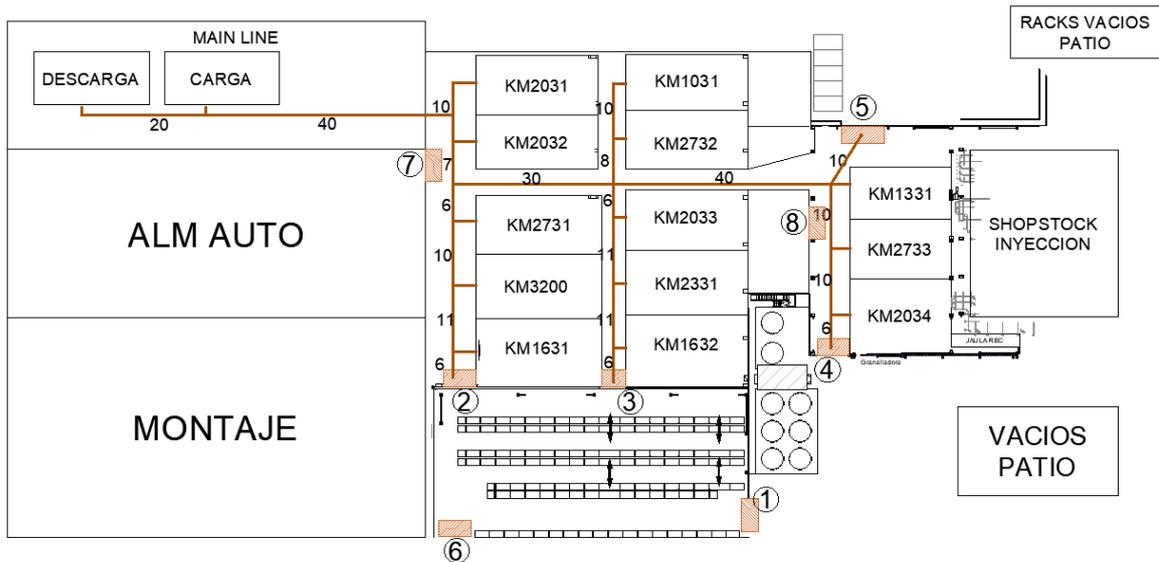


Ilustración 42. Posiciones de las zonas de transferencia futuras. - Fuente: Documentación interna de la empresa (2021)

En cuanto a las alternativas a las chapas en las zonas de transferencia surgieron 2 principales candidatos:

- Candidato 1: Proteger el suelo con una pintura elástica
- Candidato 2: Losetas de PVC

El candidato 1 fue rápidamente descartado por 2 principales motivos: necesita volver a pintarse prácticamente cada año y dicha pintura si se moja resulta muy resbaladiza. Se trataba pues, de una alternativa la cual desde el punto de vista económico tenía mucho sentido, sin embargo, en cuanto a mantenimiento o seguridad no era viable.

El candidato 2 cumplía los requisitos en cuanto a precio y mantenimiento, por lo que se decidió hacer una prueba y formar una zona de transferencia que soportaría una carga real para poner a prueba de ésta manera al material. La prueba consistió en someter al material a compresión poniendo peso sobre él y por otro lado utilizar la carretilla frontal por encima de dicha zona de transferencia.

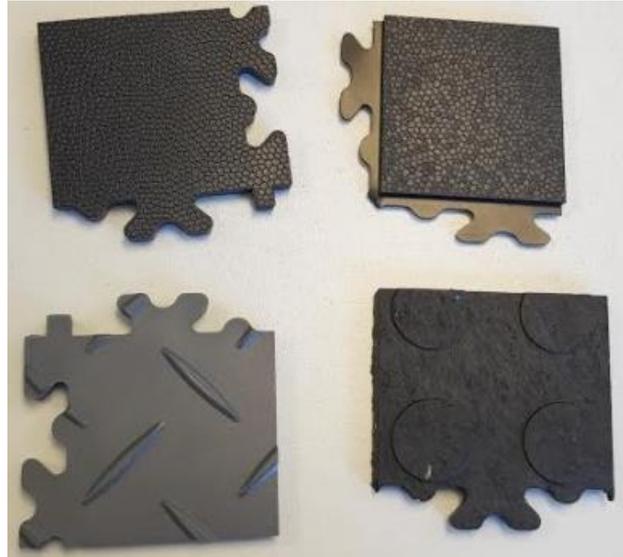


Ilustración 43. Distintos acabados para las nuevas zonas de transferencia. - Fuente: elaboración propia

De cada uno de los materiales y texturas que se muestran en la imagen, el proveedor suministró una loseta entera la cual se utilizó para la prueba uniéndola al suelo con un poliuretano bicomponente. Una vez realizada la prueba se llegó a la conclusión de que el acabado rugoso textura cuero, era el más indicado contra deslizamientos. Se pidió presupuesto entonces al proveedor de lo que costaría un suministro de material para cubrir las 8 zonas de transferencia de unas dimensiones determinadas. Dichas dimensiones se corresponden al espacio que ocuparía 2 embalajes en la zona de transferencia. Más adelante se desglosará el precio que supuso la compra de este material. Resultado final después de implantar dichas zonas:



Ilustración 44. Zona de transferencia con material Fortelock. - Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO 5. DESARROLLO DE MEJORAS DE LOS FLUJOS LOGÍSTICOS DE LA EMPRESA

5.1 Estructura del capítulo

En este capítulo se van a mostrar los elementos que en el cálculo de saturaciones se han dado por influyentes de manera negativa. Por otro lado, y dado que dichos materiales van a formar parte de otro nuevo flujo, se va a exponer la manera en la que dicho flujo se ha dimensionado y creado. Para la creación de dicho flujo se han establecidos cambios en una nave que se encontraba infrautilizada y en un tráiler que efectuaba viajes poco eficientes diariamente.

La nave infrautilizada será el nuevo lugar donde inventariar dichos materiales. Por otro lado, el camión lanzadera se convertirá en el nuevo método de suministro mediante el cual se lleven los materiales a planta. Así pues, se mostrarán las necesidades de consumo de las piezas y los pedidos de aprovisionamiento para calcular la carga del camión lanzadera y el porcentaje de ocupación de la nave. Este movimiento debe de ser preciso, no se deben de mover los materiales sin tener en cuenta el suministro, la reposición o una posible rotura de stock.

En el presente capítulo se va a rediseñar un flujo contemplando los siguientes aspectos:

- Elección de los materiales a desplazar
- Diseño del nuevo flujo de los componentes
- Modificación de un flujo antiguo que nace en dicha nave (flujo de bastidores)
- Cubicaje del camión

Posteriormente, se mostrarán los cambios que se han debido de hacer en la nave desde donde se va a expedir y almacenar el nuevo flujo de los componentes previamente comentados. Para ello, se han llevado a cabo las siguientes tareas:

- Adecuación de la nave
- Aplicación de las 5s
- Dimensionado en función de la carga de fuego y de la ocupación
- Maniobra del camión para entrar

Finalmente, en este capítulo se van a exponer las soluciones a los problemas enumerados durante el capítulo 4.

- La elección de los nuevos apiladores
- El software

Pese a todos los cambios que se prevén implementar, quitar las tareas del Dogbone y del Styling Kit no supone eliminar la saturación, ya que se ha comentado que dichas saturaciones no las pueden absorber en el patio. Sin embargo, la viabilidad de todas estas tareas reside en que si se modifica el flujo y un tercero ajeno a la empresa lo suministra cerca de la nave de inyección reduciendo el desplazamiento que contempla dicha tarea, sí que sería asumible por los operarios del patio.

Dado que se realiza una imposición de parte de un departamento de la propia empresa, se va a realizar un diagrama de fuerzas para evidenciar todo lo que influye al proyecto, ya sea de manera impuesta o indirecta. De esta manera se enumerarán los problemas y se expondrán las alternativas que pueden atenuar estas fuerzas negativas. El diagrama de campo de fuerza se basa en establecer el cambio deseado, identificar las fuerzas impulsadas, las fuerzas restringentes, clasificar por prioridades y enumerar las acciones a tomar.

5.2 Diagrama de fuerzas

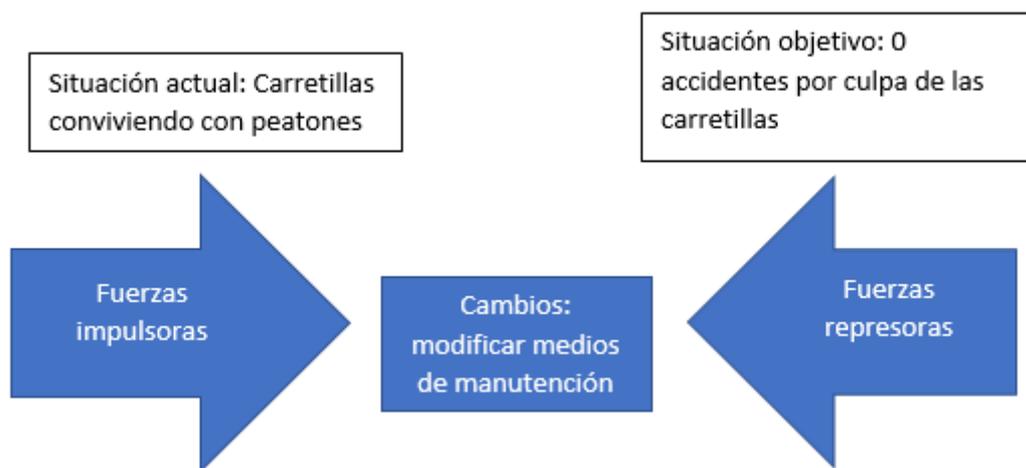


Ilustración 45. Diagrama de fuerzas. - Fuente: elaboración propia

Fuerzas impulsoras	Fuerzas represoras
Aumento de la seguridad	Inversión grande
Aumento de la autonomía	Nuevos flujos, cambios que involucran a terceros
Reducción de desplazamientos gracias al software	Imposibilidad de realizar ciertas acciones, modificación de tareas y responsables
Informatización y registro de todos los movimientos	Implantación de un software nuevo

Tabla 9. Resumen de las fuerzas represoras. - Fuente: elaboración propia

Una vez se han expuesto las fuerzas represoras, se comienzan a analizar para suavizarlas y conseguir que las fuerzas a favor pesen más que las primeras. Cada fuerza represora trae consigo muchos cambios detrás, así pues, se va a analizar el escenario global para mostrar las medidas que se han tomado, las cuales se traducirán en hacer más suaves las fuerzas represoras.

Como se ha comentado en la introducción, se comienza por dimensionar el flujo y ver que volúmenes se van a manejar.

5.3 Dimensionado según referencias

Las referencias ya han sido seleccionadas anteriormente (Dogbone y Styling Kit), a continuación, se va a cuantificar los movimientos que presentan tanto de suministro y consumo como de inventario.

5.3.1 Material 1: Dogbone

El motivo de movimiento del componente del título es debido a la imposibilidad de acceder a dicho componente desde Inyección. Además, supone una saturación que no es aceptable en un escenario donde se encuentran tan saturados.

El Dogbone es una referencia que se compra de un proveedor en Barcelona y se sirve semana si semana no en PLASTIC OMNIUM. Actualmente el flujo es el siguiente:

- Llegada de proveedor a AZA
- Petición de PLASTIC OMNIUM a AZA
- Servicio desde almacén a inyección
- Almacenado del WIP
- Servicio a montaje

Las máquinas no pueden transitar entre naves. Actualmente la carretilla de inyección va al almacén a coger lo necesario en función de la producción. En el futuro no se podrá producir debido a que los apiladores EX de hombre andando no pueden convivir con las carretillas en los almacenes.

Para solucionar este problema se va a depositar en las zonas de transferencia y avisar al operario del apilador mediante el software para hacer eficiente el desplazamiento. Pero para ello debe de llegar hasta planta el rack del dogbone. Se va a pasar a mostrar la demanda que tienen dichos componentes, que es reducida ya que solo se monta en el Mondeo.

Pedido normal del Material Planner:

Referencia/Sem.	W10	W11	W12	W13	W14
50029289	0	30	0	0	0
50029307	0	0	0	0	0
50029311	0	120	0	0	0
50029332	0	120	0	0	0
50029333	0	0	0	0	0
50029334	0	120	0	0	0
50039564	0	980	0	0	0

Tabla 10. Resumen semanal de los pedidos del Dogbone. - Fuente: Material Planner PLASTIC OMNIUM

Se observa que los pedidos son semanales y que cuando se pide no se piden de todas las referencias. Destacar que las referencias cada una se almacena de cierta manera debido a que no son iguales, esto repercute en que no todas van a 30 por rack, hay algunas que van a 15.

Necesidades de producción en distintos momentos del año:

	Capacidad Embalaje	d1	d2	d3	d4	d5	d6	d7	d8	d9	d10	Prom	Racks
50029829	20	13	0	4	8	9	7	4	4	7	6	6,2	0,3
50029656	21	11	16	8	5	7	6	21	13	21	8	11,6	0,6
50029311	30	12	16	9	5	8	7	25	13	21	8	12,4	0,4
50029332	30	51	22	7	13	9	13	13	11	9	17	16,5	0,6
50029333	15	1	3	2	0	4	2	0	0	0	0	1,2	0,1
50029334	30	68	26	26	39	38	35	28	32	26	25	34,3	1,1

Tabla 11. Consumo extraído desde SAP de los Dogbones. Fuente: elaboración propia

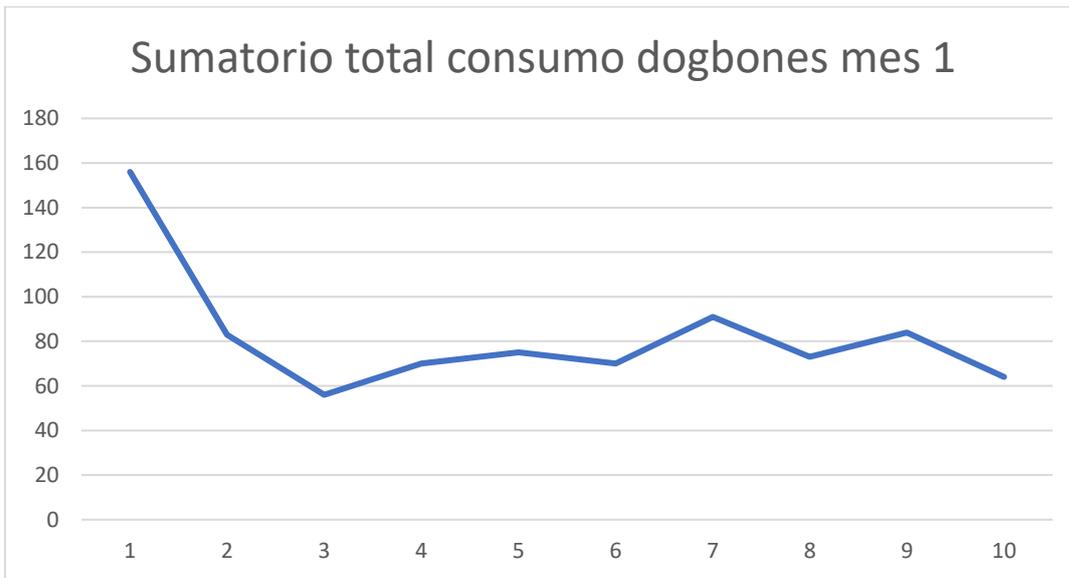


Ilustración 46. Gráfica del suministro de componentes en 1 mes. - Fuente: elaboración propia

	Capacidad Embalaje	d1	d2	d3	d4	d5	d6	d7	d8	d9	d10	Prom	Racks
50029829	20	6	9	3	3	7	4	8	8	1	8	5,7	0,3
50029656	21	12	5	12	11	8	14	7	1	6	11	8,7	0,4
50029311	30	12	5	12	11	8	14	9	1	3	13	8,8	0,3
50029332	30	19	11	10	15	5	13	15	12	10	7	11,7	0,4
50029333	15	5	7	4	0	1	1	8	5	6	7	4,9	0,3
50029334	30	51	38	34	43	40	53	21	42	36	35	39,3	1,3

Tabla 12. Consumo extraído desde SAP de los Dogbones, mes 2. Fuente: elaboración propia

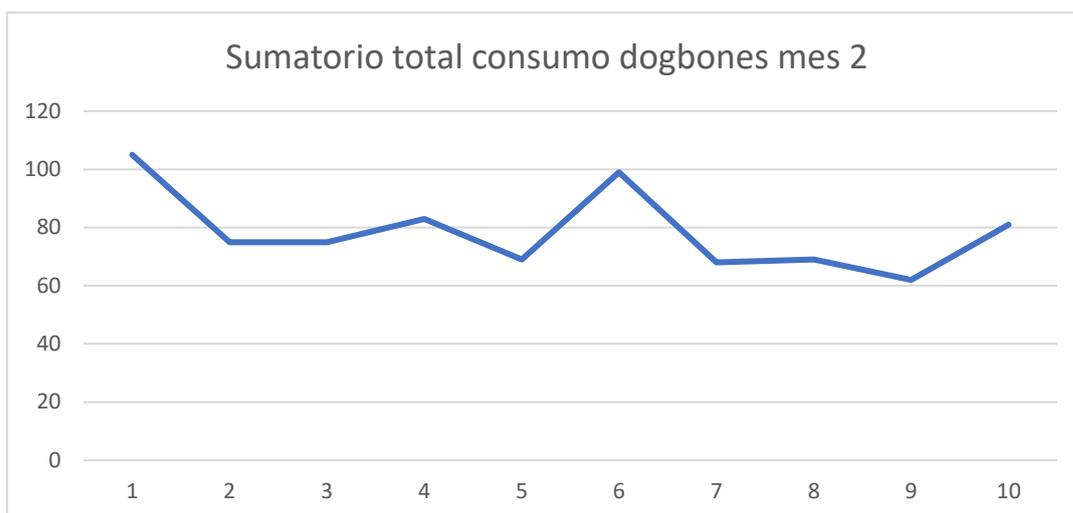


Ilustración 478. Gráfica del suministro de componentes en 2 mes. - Fuente: elaboración propia

Pese a tener meses entre medio la media de febrero es de 79 unidades y la de abril de 76, por lo que se determina la media entre dichos valores. Sin embargo, cabe destacar la imposibilidad de servir racks de referencias mixtos, deben de ser monoreferencia. Por lo que cada movimiento será de 8 racks como máximo, ya que hay 8 referencias. Por otro lado, se debe de establecer la manera de suministro a planta. Las opciones son:

- Servir lo justo que se va secuenciar el día siguiente más un stock de seguridad
- Dejar un rack de cada referencia en el punto de uso.

5.3.2 Material 2: Styling Kit

El siguiente componente es el Styling kit, componente del Modeo también el cual ha sufrido una bajada de la demanda drástica, sin embargo, esto lo suministra Ford y en planta solo se debe de montar. Se suministran en racks de 12 unidades y , al contrario que los dogbones, se pueden formar racks mixtos.

50032623	ABSOLUTE BLACK	JS7B	19952S	5G9Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50032625	BLAZER	JS7B	19952S	58CW	7	18	0	0	0	2	1	0	0	0	2	0	0	0
50032627	BLUE METALLIC	JS7B	19952S	5JCT	23	41	8	1	8	3	8	3	4	7	16	2	0	0
50032629	DIFFUSED SILVER	JS7B	19952S	5JTQ	17	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50032631	FROZEN WHITE	JS7B	19952S	57VT	8	16	4	1	1	2	2	0	8	2	5	2	0	0
50032633	GUARD	JS7B	19952S	5FH7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50032635	MAGNETIC	JS7B	19952S	5FM6	33	51	11	11	7	13	9	2	12	16	8	10	0	0
50150764	SOLAR SILVER	JS7B	19952S	5LNS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50032639	PLATA LUNAR	JS7B	19952S	ZJAC	22	30	2	4	5	0	0	16	0	4	3	0	0	0
50150762	LUCID RED	JS7B	19952S	5DKN	6	10	0	5	0	6	2	0	3	2	3	0	0	0
50032643	WHITE PLATINUM	JS7B	19952S	59VJ	8	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50032645	RUBY RED	JS7B	19952S	5DST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50032694	URBAN TEAL	JS7B	19952S	5KGC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50032696	STEALTH GREY	JS7B	19952S	5FLV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50034093	BLUE PANTHER	JS7B	19952S	5KCX	6	7	2	1	0	0	2	0	6	6	3	1	0	0
50039423	AGATE BLACK	JS7B	19952S	5KBX	12	58	13	8	2	3	7	30	8	14	3	1	0	0

Racks día	4	3	2	3	3	5	4	5	4	2
-----------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Ilustración 48. Tabla de consumos del Styling Kit en 10 días y media diaria de racks al día. - Fuente: elaboración propia

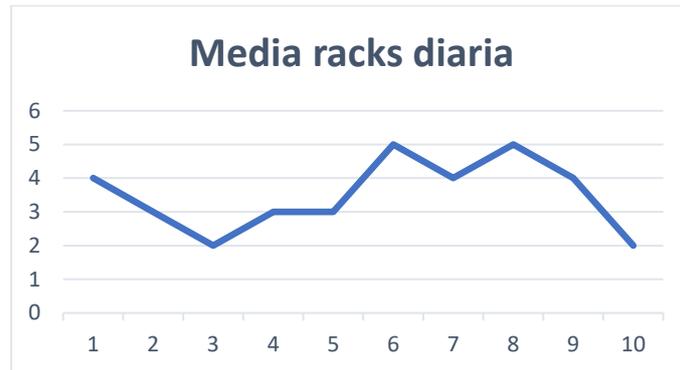


Ilustración 49. Representación de la media de consumo del Styling Kit. - Fuente: elaboración propia

5.3.3 Material 3: varios

La nave que se utilizará como centro logístico presenta un espacio superior a cualquier requerimiento que puedan presentar los componentes comentados. En la nave de Solyman no solo se emplazarán los materiales comentados, además se ubicarán materiales que cumplan uno de los siguientes requisitos

- Poca rotación y que estén en un almacén externo
- Flujo capaz de absorberse desde planta
- Expediciones que no requieran muchos recursos y sean de pocas referencias

Ante las anteriores premisas se encontraron los siguientes materiales para introducir en dicho almacén. Algunos de estos materiales están ocupando espacio en estanterías, posiciones de almacén, posiciones en el almacén exterior... a continuación se adjunta la lista donde están todos los materiales que conformarán la lista final de la nave:

- Octavines de granza
- Componentes
- Eurobines
- Stock de seguridad
- Expedición de Raben

Dichos materiales son muy distintos entre ellos. El stock de seguridad va en racks de hierro y son piezas no muy pesadas, mientras que por otro lado los octavines llegan a pesar 1100 kilogramos de granza con un poder calorífico muy alto de cara a la legislación. Teniendo en cuenta las características de cada uno de ellos se establecerá su posición y cantidad de material almacenado en la nave, buscando así tener un espacio ocupado eficientemente y siempre dentro del marco de la legalidad.

5.4 Diseño de nuevo flujo desde Solyman

Este problema es el más complejo de todos, ya que, pese a poder solucionarse de una manera simple, se buscó congeniar en la solución la eficiencia en los desplazamientos y

el ahorro económico. El escenario final contempla el cambio de un simple suministro a un circuito mediante un tráiler y un almacén exterior.

En primer lugar, hay que hablar de la imposibilidad de los nuevos medios de manutención de realizar ciertas tareas debido a los motivos a continuación argumentados. En la descripción de tareas de los carretilleros actualmente existen tareas que contemplan salir de la nave de inyección y cruzar el patio. Tarea a priori sencilla para una carretilla RX, sin embargo, los nuevos apiladores tienen un problema respecto a este desplazamiento, poseen rodillos en vez de ruedas macizas. El hecho de que el operario circule por el patio desgastaría los rodillos a marchas forzadas, lo que se traduciría en un mantenimiento constante.

Una vez identificadas las tareas se decidió delegar a los carretilleros del patio, pero después de recalcular las saturaciones se demostró que no podían absorberlas porque superarían el 100%:

Puesto	Saturacion	Operarios	sat/op
BOP PICKER	96,45%	1	96,4%
PATIO	207,76%	2	103,9%
RECAMBIOS	97,80%	1	97,8%
RETRÁCTIL	96,30%	1	96,3%

Tabla 13. Saturaciones en función del operario y de la zona. – Fuente: elaboración propia

Como se puede observar los operarios del patio no pueden absorber ninguna tarea más. De hecho, en picos de saturación donde los operarios del patio no dan ciclo, son las carretillas de inyección las que facilitan ciertas tareas que no les pertenece a ellos como el suministro de embalajes desde el patio.

Concretamente, surgen los problemas a la hora de suministrar 2 componentes que vienen de fuera de la nave de inyección, los Dogbone y el Styling Kit, ambos del Mondeo, que, debido a la bajada de su demanda, se han mandado al almacén externo los racks del stock para ahorrar sitio en planta. Ahora que surge la necesidad de buscar un ahorro económico y no de espacio, se debe de rediseñar el flujo de suministro.

El flujo inicial de las piezas críticas es el siguiente:

- Petición desde inyección de los componentes necesarios, debido a que se ensambla en el parachoques antes de guardar en el almacén, incluso los imprimados, se ensamblan antes de pasar por pintura.
- Servicio de los componentes desde la nave de la New Tech (cruzando el patio)
- El rack vacío se deposita en el patio
- El stock se encuentra repartido entre el almacén de Plastic Omnium y el almacén externo AZA

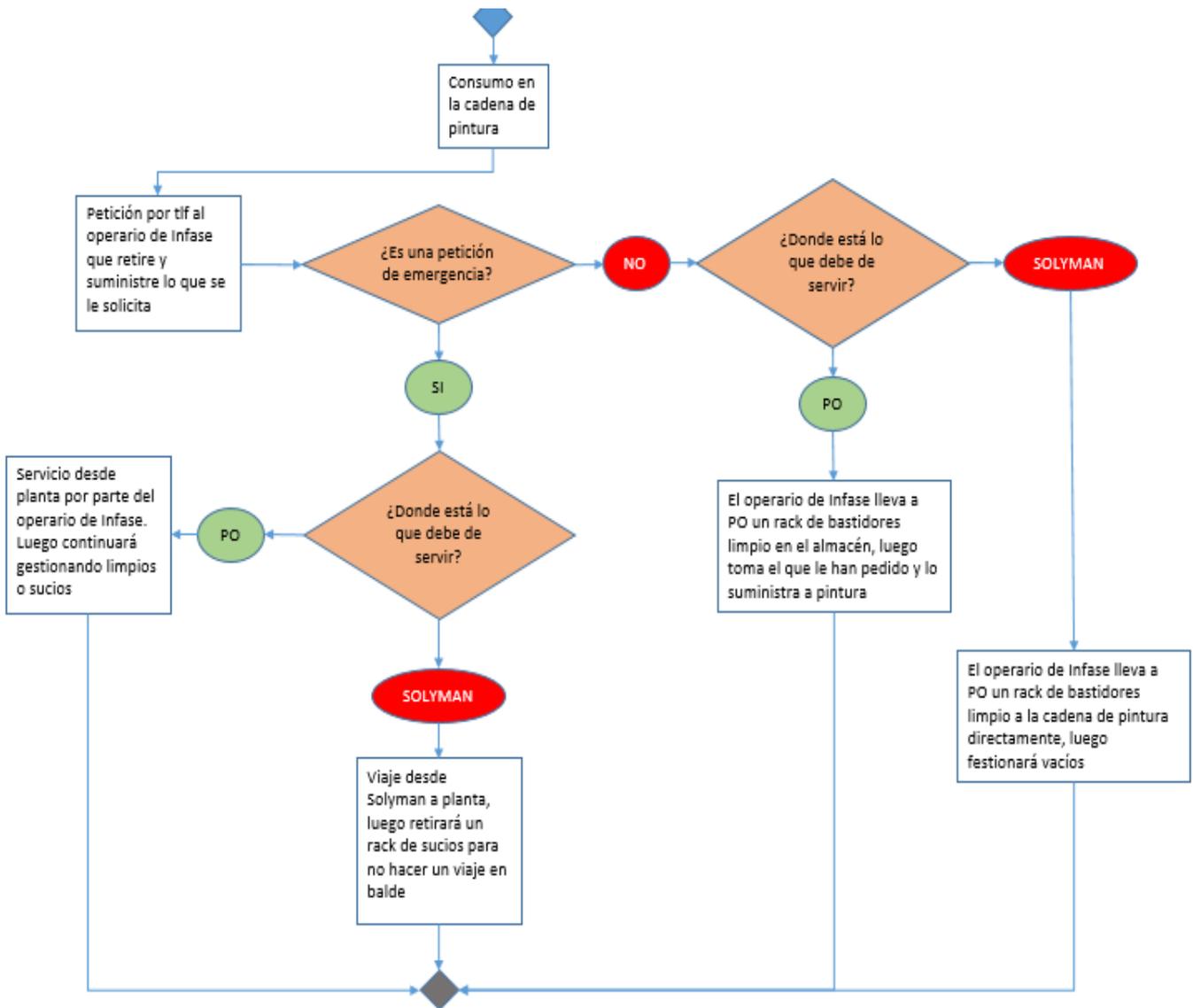


Ilustración 50 Diagrama de flujo de reposición de los componentes en la nave de Solyman. - Fuente: elaboración propia.

En el anterior diagrama de flujo se representan las acciones y alternativas que existen en el proceso de reposición de un bastidor desde la nave exterior o la propia planta, hasta la línea de pintura principal. La coordinación se realiza mediante vía telefónica contactando con los operarios de Infase, que son lo que gestionan el stock de los bastidores.

Por un lado, si el rack que le han solicitado se encuentra en el almacén de planta, se dirige hacia allí y lo sirve, por otro lado, si está en la nave exterior (donde se realiza el proceso de decapado) el suministro es mucho más lento, debido a que el desplazamiento es mucho mayor.

Si se trata de un proceso sin ser una petición de emergencia, el operario puede realizar el desplazamiento hasta el stock llevando un rack limpio o retirando un rack sucio (desde

Solyman traerá a planta uno limpio, al contrario que si va a Solyman desde planta se llevará un sucio)

Los puntos bloqueantes como ya se han expuesto anteriormente son los de la imposibilidad de suministro por no poder salir fuera de la nave y no poder depender de los carretilleros del patio.

Evidenciando la imposibilidad de realizar dichas tareas se realizó un Brainstorming dentro del departamento de logística junto al manager de inyección para ver posibles alternativas. Como es evidente, se llegó a la conclusión de que el suministro lo realizara un tercero. Es aquí donde aparece Infase, subcontrata de PLASTIC OMNIUM que realiza las tareas de decapado de los bastidores de pintura de la línea principal en la nave de Solyman.

El problema parecía tener cierta solución, sin embargo, los componentes que debía de suministrar este tercero, entran dentro del ahorro estipulado en el apartado anterior, es decir, se pretendían sacar del almacén. Por este motivo, se aprovecha para unificar este flujo poniendo los componentes a suministrar cerca de los operarios de Infase. En resumen, se iba a mover el stock a Solyman, la nave infrautilizada, y hacer que los operarios de Infase suministren dichos componentes a PLASTIC OMNIUM según demanda.

5.4.1 Flujo Bastidores

Dado que surge un nuevo coste (software, zonas de transferencia, tablets donde implantar el software en las carretillas...), además de las modificaciones y mejoras que se van a acometer, se buscan procesos o espacios que se puedan aprovechar para conseguir ahorros monetarios. En el caso que nos ocupa, se va a estudiar el aprovechamiento de una nave cercana que posee la planta justo en la acera de enfrente, cuyo nombre es Solyman.

Solyman fue alquilada cuando hace tiempo con el fin de retirar la pintura de los bastidores que se usan en planta para pintar las piezas después de ser inyectadas mediante un proceso de decapado. También sirve de almacén para los bastidores, dado que el circuito de bastidores es mucho mayor que el número de bastidores de la línea. En Solyman hay bastidores tanto dentro de la nave como en uno de sus pasillos laterales. Por otro lado, podemos encontrar una zona infrautilizada repleta de calibres, robots obsoletos, contenedores viejos y demás cosas innecesarias.

El flujo del suministro de bastidores es una tarea muy importante dado que es absorbido dentro del proyecto principal, el transporte final lo realizarán los apiladores eléctricos una vez esté suministrado en planta. A la hora de rediseñar el almacén donde se encuentran presentes se debe de contemplar el suministro final a la línea de pintura.

El **flujo actual** está definido de la siguiente manera:

- Consumo de bastidores en la cadena de pintura
- El carretillero de inyección los transporta hasta la entrada de la planta
- Los deposita en la entrada en una zona delimitada

- El carretillero de Solyman (contratado por la subcontrata de Infase) es el encargado de retirar y suministrar
- Debe de venir desde Solyman con un bastidor limpio
- Deja el limpio y se lleva el sucio
- Vuelta a Solyman
- Los deposita en el pasillo exterior lateral formando una cola
- El horno es el cuello de botella en este ciclo, marca el ritmo de limpieza
- Debido a que es un proceso lento, se ha creado un buffer sobredimensionado el cual permite tener stock suficiente como para no notar el cuello de botella
- Cuando el operario de infase no está realizando viajes de suministro y retirada está trabajando en el horno
- Los viajes los hace cuando el horno está lleno

Las **modificaciones** en este flujo son las siguientes:

- El carretillero de inyección no va a moverse con carretilla sino con apilador eléctrico
- La estructura del bastidor es un condicionante para la elección del tipo de carretilla, dado que un apilador con rodillos en el suelo no podría levantarlo
- Las zonas de transferencia deben de ser adecuadas para dicha operación
- El software debe de contemplar dichos pedidos para hacer eficientes los desplazamientos de los operarios (no es lo mismo recorrer 100 metros en la nave montado en una carretilla para comprobar si hay algún bastidor que llevar, que hacer los mismos 100 metros andando)
- Modificación del lugar donde se almacenan los bastidores
- Modificación de la forma de suministro y retirada

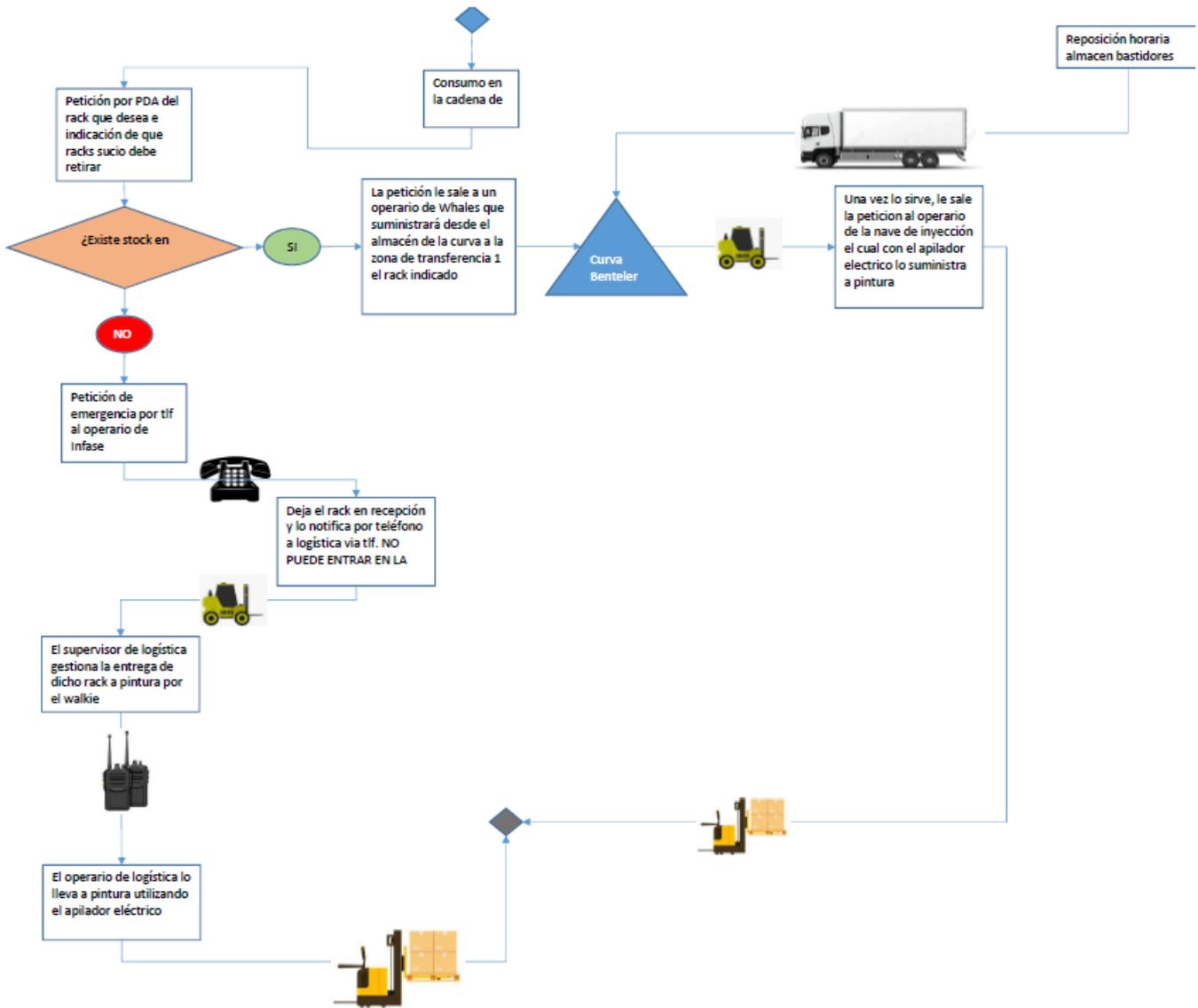


Ilustración 51. Diagrama de flujo del nuevo modelo de suministro. - Fuente: elaboración propia

En este nuevo flujo se incorporan 2 partes que suponen un cambio en la manera de trabajar significativas. La primera de ellas es el uso de un camión para el suministro de 11 racks desde la nave externa a planta. De esta manera se eliminan viajes en busca de liberar al operario de Infase para que realice actividades logísticas. Por otro lado, debido a que en el proyecto se cuenta con la premisa de que no entren carretillas frontales a la nave de inyección, debe haber una transferencia al medio de mantenimiento que haya en planta dentro de dicha área.

5.5 Suministro a planta mediante lanzadera

La lanzadera es un camión que une al almacén externo AZA con Plastic Omnium. Actualmente desde AZA se expide todo lo que o va directamente a Ford Almusafes, esto contempla recambios, envíos a Norte América, devolución de embalaje vacíos, etc. Cualquier movimiento que involucre a AZA, además del precio del almacenaje, cuesta

dinero a PLASTIC OMNIUM. Así pues, se determina que se necesita ahorrar dinero y una de las formas, como ya se ha comentado es ahorrar dinero sacando referencias de AZA y quitando movimientos de ciertas referencias. Las referencias elegidas son las ya enumeradas anteriormente, Dogbones, Styling Kit, granza... el suministro actualmente lo realiza la lanzadera a petición de PLASTIC OMNIUM mediante Kanban o unos smartts implementados en el software almacén convencional.

5.5.1 Análisis del software del camión lanzadera

Para conocer lo que se debe de suministrar y determinar su flujo se crea una base de datos en función al histórico para conocer cuáles son los servicios a los que se debe de hacer frente. Dicha base de datos se obtiene de un software que lleva implementado el camión abordo, la cual registra los desplazamientos, horarios y tiempos de espera. Un reflejo de un día aleatorio sería el siguiente:

ID	Camión	Muelle	Llegada	Salida	Tiempo Muelle
76163	Lanzadera_AZA	PO	09/03/2021 06:17	09/03/2021 07:36	01:18:40
76165	Milkrun_15H	MATRIDOS	09/03/2021 06:35	09/03/2021 07:38	01:03:21
76171	Lanzadera_AZA	AZA	09/03/2021 07:47	09/03/2021 08:46	00:58:54
76178	Lanzadera_AZA	PO	09/03/2021 08:57	09/03/2021 09:54	00:57:10
76182	Milkrun_15H	FAPERIN_IBI	09/03/2021 09:23	09/03/2021 10:05	00:42:00
76185	Lanzadera_AZA	AZA	09/03/2021 10:05	09/03/2021 10:48	00:43:16
76192	Lanzadera_AZA	PO	09/03/2021 10:59	09/03/2021 11:29	00:29:43
76197	Milkrun_15H	FACIL	09/03/2021 11:36	09/03/2021 11:50	00:13:31
76198	Lanzadera_AZA	AZA	09/03/2021 11:41	09/03/2021 12:46	01:05:23
76202	Milkrun_15H	PO	09/03/2021 12:07	09/03/2021 12:55	00:47:31
76206	Lanzadera_AZA	PO	09/03/2021 13:00	09/03/2021 14:50	01:49:19
76208	Milkrun_15H	AZA	09/03/2021 13:06	09/03/2021 13:40	00:34:29
76221	Milkrun_15H	NOVATEC	09/03/2021 14:48	09/03/2021 15:38	00:49:14
76222	Lanzadera_AZA	AZA	09/03/2021 15:01	09/03/2021 15:57	00:55:37
76229	Milkrun_15H	SRG_LLIRIA	09/03/2021 16:07	09/03/2021 16:52	00:44:48
76230	Lanzadera_AZA	PO	09/03/2021 16:09	09/03/2021 17:39	01:29:29
76239	Milkrun_15H	TECNICARTON_RIBARROJA	09/03/2021 17:30	09/03/2021 18:11	00:41:03
76243	Lanzadera_AZA	AZA	09/03/2021 17:50	09/03/2021 18:35	00:44:51
76249	Milkrun_15H	AZA	09/03/2021 18:45	09/03/2021 19:15	00:30:10
76250	Lanzadera_AZA	PO	09/03/2021 18:46	09/03/2021 19:29	00:43:22
76254	Milkrun_15H	PO	09/03/2021 19:25	10/03/2021 06:11	10:46:04
76257	Lanzadera_AZA	AZA	09/03/2021 19:41	10/03/2021 06:01	10:20:09

Ilustración 52. Desglose de los viajes de la lanzadera, parte 1. - Fuente: AZA (2021)

USUARIO: RCARMONA CERRAR SESIÓN			
09/03/2021 23:14 <input type="button" value="Filtrar"/> <input type="button" value="Limpiar"/> <input type="button" value="Excel"/>			
Tiempo Muelle	Minutos Max. Muelle	Propietario	Observaciones
01:18:40	75	PLASTIC OMNIUM	
01:03:21	90	PLASTIC OMNIUM	!
00:58:54	60	PLASTIC OMNIUM	
00:57:10	75	PLASTIC OMNIUM	!
00:42:00	60	PLASTIC OMNIUM	!
00:43:16	60	PLASTIC OMNIUM	
00:29:43	75	PLASTIC OMNIUM	!
00:13:31	30	PLASTIC OMNIUM	
01:05:23	60	PLASTIC OMNIUM	
00:47:31	75	PLASTIC OMNIUM	
01:49:19	75	PLASTIC OMNIUM	!
00:34:29	60	PLASTIC OMNIUM	
00:49:14	75	PLASTIC OMNIUM	!
00:55:37	60	PLASTIC OMNIUM	!
00:44:48	40	PLASTIC OMNIUM	!
01:29:29	75	PLASTIC OMNIUM	!
00:41:03	60	PLASTIC OMNIUM	!
00:44:51	60	PLASTIC OMNIUM	!
00:30:10	60	PLASTIC OMNIUM	
00:43:22	75	PLASTIC OMNIUM	!
10:46:04	75	PLASTIC OMNIUM	!
10:20:09	60	PLASTIC OMNIUM	

Ilustración 53. Desglose de los viajes de la lanzadera, parte 2. - Fuente: AZA (2021)

La aplicación de la web contempla apartados especiales como las observaciones donde se refleja la ocupación del camión por lo que se puede comprobar los huecos que quedan y por tanto la eficiencia de dichos desplazamientos:

ID: 76165 Observaciones			
70 /00			
<input type="button" value="Cerrar"/>			
09/03/2021 17:50	09/03/2021 18:35	00:44:51	60

Ilustración 54. Detalle del volumen ocupado del camión en ese viaje. - Fuente: AZA (2021)

En la anterior imagen se puede observar el porcentaje de carga que se obtuvo en uno de los viajes reflejados en el anterior gráfico.

De este modo se pasó a Excel distintos días para crear un histórico, filtrando tan solo por un camión (Lanzadera_AZA).

Camión	Muelle	Llegada	Salida	Tiempo Muelle (min)	Tiempo viajes entre PO y AZA (min)
Lanzadera_AZA	PO	17/05/2021 06:47	17/05/2021 07:50	62	
Lanzadera_AZA	AZA	17/05/2021 08:01	17/05/2021 09:09	67	11
Lanzadera_AZA	PO	17/05/2021 09:22	17/05/2021 10:20	58	13
Lanzadera_AZA	AZA	17/05/2021 10:34	17/05/2021 13:57	202	14
Lanzadera_AZA	AZA	17/05/2021 13:57	17/05/2021 14:23	26	*
Lanzadera_AZA	PO	17/05/2021 14:35	17/05/2021 16:05	90	12
Lanzadera_AZA	AZA	17/05/2021 16:21	17/05/2021 17:20	60	16
Lanzadera_AZA	PO	17/05/2021 17:35	17/05/2021 19:38	120	15
		Nº viajes	7	74,90	13,39

Tabla 14. Resumen de los tiempo y trayectos de la lanzadera. - Fuente: elaboración propia

Camión	Muelle	Llegada	Salida	Tiempo Muelle	Tiempo viajes entre PO y AZA (min)
Lanzadera_AZA	PO	14/05/2021 06:36	14/05/2021 07:30	54	
Lanzadera_AZA	AZA	14/05/2021 07:37	14/05/2021 07:37	*	7
Lanzadera_AZA	AZA	14/05/2021 07:42	14/05/2021 08:39	58	5
Lanzadera_AZA	PO	14/05/2021 08:52	14/05/2021 09:59	66	14
Lanzadera_AZA	AZA	14/05/2021 10:10	14/05/2021 11:05	54	11
Lanzadera_AZA	COPOVI	14/05/2021 11:16	14/05/2021 12:13	56	11
Lanzadera_AZA	PO	14/05/2021 12:22	14/05/2021 13:38	75	9
Lanzadera_AZA	AZA	14/05/2021 13:50	14/05/2021 14:50	60	12
Lanzadera_AZA	PO	14/05/2021 15:03	14/05/2021 16:17	74	13
Lanzadera_AZA	AZA	14/05/2021 16:31	14/05/2021 17:30	59	14
Lanzadera_AZA	PO	14/05/2021 17:42	14/05/2021 19:34	120	12
Lanzadera_AZA	AZA	14/05/2021 19:41	17/05/2021 06:32	*	7
		Nº viajes	8	67,02328186	9,98066837

Tabla 15. Resumen de los tiempos y trayectos de la lanzadera. - Fuente: elaboración propia

Los días aleatorios representan los siguientes datos:

Media llegadas a PO (nº veces)	7,4
Media tiempo de desplazamiento (min)	12,0
Media tiempo en muelle (min)	62,2

Tabla 16. Conclusiones en cuanto a los parámetros más trascendentes para ciclar la lanzadera. - Fuente: elaboración propia

5.5.2 Confección de la ventana temporal del camión lanzadera

Ahora se organiza una ventana temporal sin ninguna restricción a priori, para después restringir en función de las necesidades.

Muelle	Llegada	Salida	Tiempo Muelle (min)	Tiempo viajes entre destinos (min)	Contenido
Solyman	6:30	7:30	1:00	0:10	Sin carga
PO	7:40	8:40	1:00	0:13	Bastidores
AZA	8:53	10:03	1:10	0:13	Recambios/Vacios
PO	10:16	11:16	1:00	0:13	Pedidos
AZA	11:29	12:39	1:10	0:13	Recambios/Vacios
PO	12:52	13:52	1:00	0:13	Pedidos
AZA	14:05	15:15	1:10	0:13	Recambios/Vacios
PO	15:28	16:28	1:00	0:13	Eurobines
Solyman	16:41	17:26	0:45	0:10	Dogbones/Granza/Polytec
PO	17:36	18:36	1:00	0:13	Pedidos
AZA	18:49	19:59	1:10	0:13	Recambios/Vacios

Tabla 17. Hipótesis sobre un posible itinerario de la lanzadera. - Fuente: elaboración propia

De la que se extrae el siguiente resumen:

Recambios / vacios	4
Bastidores, vacios	2
Media muelle	1:01:49
Media desplz	0:12:24

Tabla 18. Resumen del itinerario de la tabla 17. - Fuente - elaboración propia

En cuanto a las restricciones hay que considerar las 14 horas del servicio de la lanzadera, que se cumple debido a que todo el itinerario supone 13:29:00 horas. Por otro lado, hay un concepto a considerar y es la saturación del patio.

5.5.3 Análisis horario de entrada de camiones a planta

Para decidir en qué momento del día sería mejor comenzar dicha operación se va a proceder a estudiar las entradas y salidas de los camiones en el patio. En primer lugar, se va a intentar poner al camión en el momento que o bien el patio esté vacío, o esté tan saturado que sería ilógico tenerlo en planta parado. Portería recoge las entradas de los camiones durante todas las jornadas, la muestra sobre la que se va a hacer la simplificación es de 9 días. El reporte que facilita portería es similar al siguiente:

20/04/2021		
Horaent1	Horasalida2	transportes
3:37:00	5:48:00	AZA
6:11:00	6:38:00	SRG
5:14:00	7:12:00	VENDING
6:58:00	7:14:00	BASF
7:21:00	7:23:00	BALMO
7:24:00	7:32:00	JIT 39
6:46:00	9:32:00	AZA
9:31:00	9:41:00	EDUARDO Y LUIS
9:32:00	10:14:00	DUISBURG
9:50:00	10:25:00	TW
9:01:00	11:32:00	JIT2
11:04:00	11:32:00	XPO
10:26:00	11:32:00	RENAULT
10:18:00	11:32:00	V5
9:33:00	11:33:00	AZA
11:34:00	14:18:00	TW
11:33:00	14:18:00	AZA
13:02:00	14:18:00	CROSS-DOCKIN
13:08:00	14:18:00	AZA
15:16:00	16:53:00	AZA
15:28:00	17:23:00	TW
18:21:00	18:37:00	AZA
18:14:00	18:54:00	CROSS DOCKING
19:02:00	20:00:00	AZA
20:29:00	22:28:00	BASELL
21:54:00	2:12:00	CROSSDOCKING

Tabla 19. Análisis de los camiones totales que ingresan en PLASTIC OMNIUM en un día. - Fuente: elaboración propia

En rojo están los nombres de los transportes, destacar que existe un AZA que no está en rojo debido a que no es el camión lanzadera, sino que es un transporte de urgencias desde dicho almacén. De la muestra se extraen las siguientes conclusiones para una media de 23.92 camiones al día

Mañana	Tarde	Noche	Total
113	80	26	219
52%	37%	12%	100%

Tabla 20. Porcentaje de camiones totales diarios según turno. - Fuente: elaboración propia

Pese a que los camiones se centran en la mañana, el 52% de los camiones de todo el día se concentran en la ventana de 6 a 14 de, hay que ver la disponibilidad de los carretilleros para hacer coincidir esa llegada. En concreto la franja horaria a evitar es de 12 a 15 horas.

5.5.4 Cubicaje del camión

Una vez se han estimado los viajes de los camiones, lo siguiente es dimensionar las cargas de dicho camión en cada una de sus paradas y la disponibilidad de volumen que presente. Para ello el primer paso es enumerar los distintos embalajes que va a transportar y luego añadir sus medidas:

	Alto (m)	Largo (m)	Ancho (m)	Volumen	Superficie suelo
Rack S.K.	1,45	2	1,2	3,48	2,4
Rack Dogbone	1,05	2	0,8	1,68	1,6
Octavín	2	1,2	1,2	2,88	1,44
Eurobín	*	1,2	1	*	1,2
Camión	2,9	13,5	2,5	97,85	33,75

Tabla 21. Medidas de los embalajes propuestos para suministrar mediante lanzadera. - Fuente: elaboración propia

Una vez están sus medidas, se multiplica por el número de componentes que ha de llevar en función de la media estipulada previamente según el histórico. Tomando las medias de servicios en días anteriores, se procede a componer el servicio de un día normal:

	Dogbone	Styling-kit	GRANZA	Vacío
Nº racks al día	8	4	2	
Volumen	27,84	6,72	5,76	
Suelo cubierto	9,6	3,2	2,88	
Suelo camión	28%	9%	9%	
Volumen camión	28%	7%	6%	59%

Tabla 22. Ocupación del camión. Fuente: elaboración propia

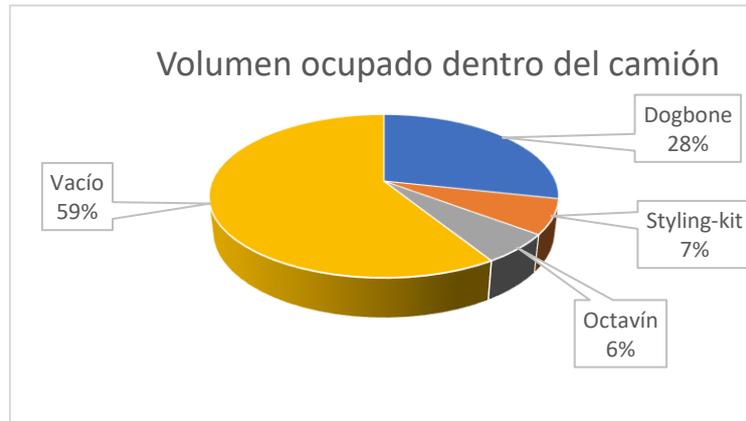


Ilustración 55. Ocupación del camión mediante gráfico. - Fuente: elaboración propia.

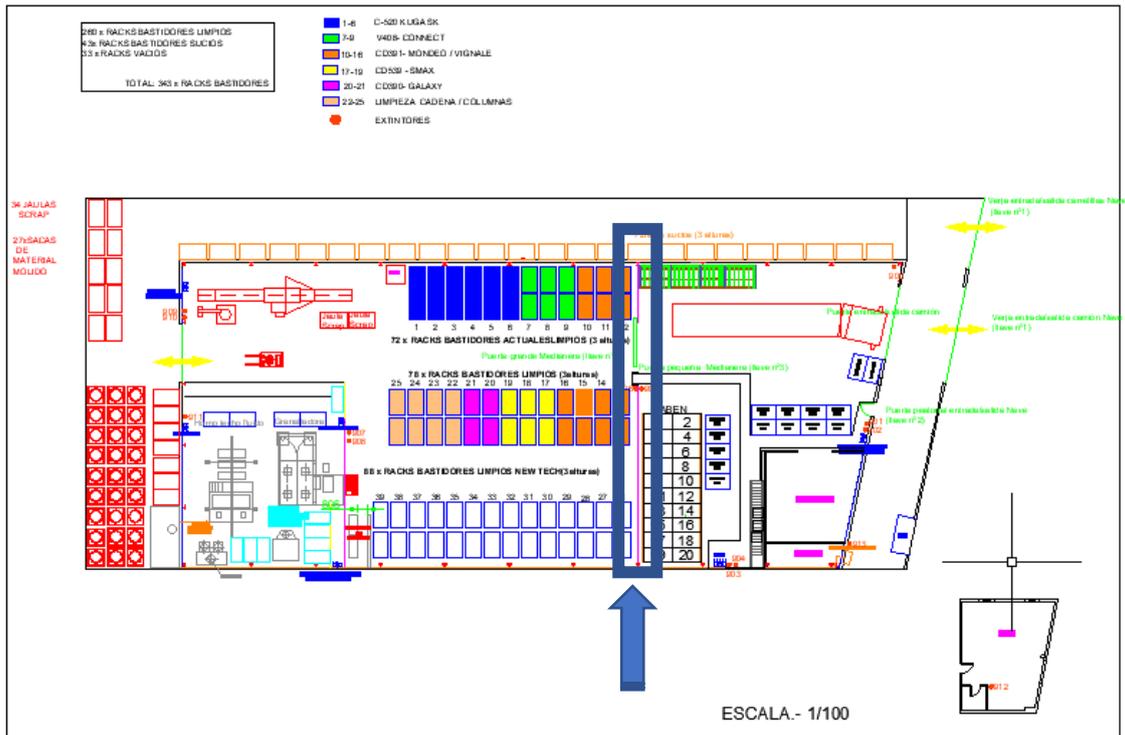
Se determina pues que dicho volumen es asumible y cabe en el camión. De hecho, como sobra hueco se confirma la hipótesis de modificar el itinerario y que venga del almacén externo a Solyman, buscando un 100% de ocupación. Después de cargar en Solyman, que llegue a planta y se descargue lo que viene desde AZA sumado a todo lo de Solyman.

5.6 Adecuación Solyman

En este punto se van a tratar todos los temas que afectan a la nave que se va a utilizar como área únicamente logística. A lo largo de esta parte del capítulo se mostrarán los cambios progresivos para el aprovechamiento del espacio interior de la nave y las modificaciones en la entrada. Concretamente, los temas que se analizan son los siguientes:

1. Aplicación de las 5s en una nave infrautilizada.
2. Porcentaje de ocupación de una nave en función del límite legal de la carga de fuego.
3. Planificación de obra para la entrada de un camión por una entrada estrecha.

Para cometer todos los cambios que se desean, la nave de cumplir unos requisitos que en el momento 0 del proyecto son inviables. El espacio es insuficiente y las medidas de seguridad están por determinar, debido a que el flujo es incierto. En este punto se va a exponer la evolución que sufrió la nave hasta el momento en que se convierte centro logístico. Debajo se muestra el layout inicial de la nave con la leyenda de los componentes que tiene:



260 x RACKS BASTIDORES LIMPIOS
43x RACKS BASTIDORES SUCIOS
33 x RACKS VACIOS
TOTAL: 343 x RACKS BASTIDORES

- 1-6 C-520 KUGA SK
- 7-9 V408- CONNECT
- 10-16 CD391- MONDEO / VIGNALE
- 17-19 CD539 - SMAX
- 20-21 CD390- GALAXY
- 22-25 LIMPIEZA CADENA / COLUMNAS
- EXTINTORES

Ilustración 56. Nave de Solyman en el escenario inicial. - Fuente: PLASTIC OMNIUM (2021)

El coste de las obras del muro de la entrada corre a cargo de PLASTIC OMNIUM. En cambio, la modificación de la pared interior separadora corre a cargo del propietario de la nave, que no es PLASTIC OMNIUM. Por otro lado, hay que destacar que el muro de la entrada no permite entrar a los camiones de una forma cómoda y debido a este hecho, se precisa una modificación. En el plano anterior se señala la posición inicial de la pared separadora interior.

Así pues, se determinan los cambios que se deben de realizar en la nave de Solyman, sin embargo, se exige un ahorro para hacer frente a este nuevo coste. Al hilo de los costes que se van a acometer en Inyección, los costes de la nave son un añadido que se debe de contemplar en el ahorro total del final del proyecto. En el capítulo del presupuesto se describirán los costes y se enumerarán los ahorros.

5.6.1 Las 5s

Para la modificación de la pared interior se debe de comenzar por aplicar las 5s, debido a que en Solyman, no se respetan. En la obra de la pared interior debía entrar

maquinaria pesada que no tenía cabida debido a que en el suelo había muchos materiales y herramientas que dificultaban la entrada. Para convertir la nave en un centro logístico el primero de los pasos fue hacer una limpieza y luego aplicar las 5s para tener un lugar adecuado de trabajo. El primero de los pasos fue listar todos los materiales de la nave, debido a que había cosas de todas las áreas. Se facilitó la información a los responsables de cada área para que se pronunciasen si se procedía a hacer scrap dichos objetos o se les daba un lugar en planta, ya sea oficina o almacén.



Ilustración 57. Nave previa a la aplicación de las 5s. - Fuente: elaboración propia

Y así una larga lista de materiales, contenedores y palets que debían de ser tirados a la basura o reubicados.

También existían una serie de calibres de baja rotación a los cuales acudía calidad cada semana con una frecuencia muy baja. Para estos componentes se destinan unas estanterías del proveedor Mecalux para almacenar los calibres en altura, 3 pisos concretamente. El método para trabajar con ellos es recurrir a una carretilla (matriculada porque sale de la nave de PLASTIC OMNIUM) bajar el calibre en cuestión, trabajar con él y con la pieza que se desea comprobar y volver a subirlo. Esta operación es laboriosa y se tarda algo de tiempo, sin embargo, ahorra mucho espacio.



Ilustración 58. Nave después de limpiar y organizar los materiales. - Fuente: elaboración propia

5.6.2 Carga de fuego y coeficiente de ocupación

Una vez despejada la nave y acometida la obra, se procede pues a dimensionar el volumen de materiales que podemos ubicar en ella en función a las hipótesis realizadas anteriormente. Debido a que ya se conocen los elementos que se van a expedir desde este almacén, es sencillo calcular la carga de fuego que poseen.

Se va a constatar en este capítulo la superficie y la carga de fuego de los materiales determinados. En primer lugar, se trabajará sobre la ocupación, pues se desea convertir la nave en un centro puramente logístico que respete el siguiente plano:

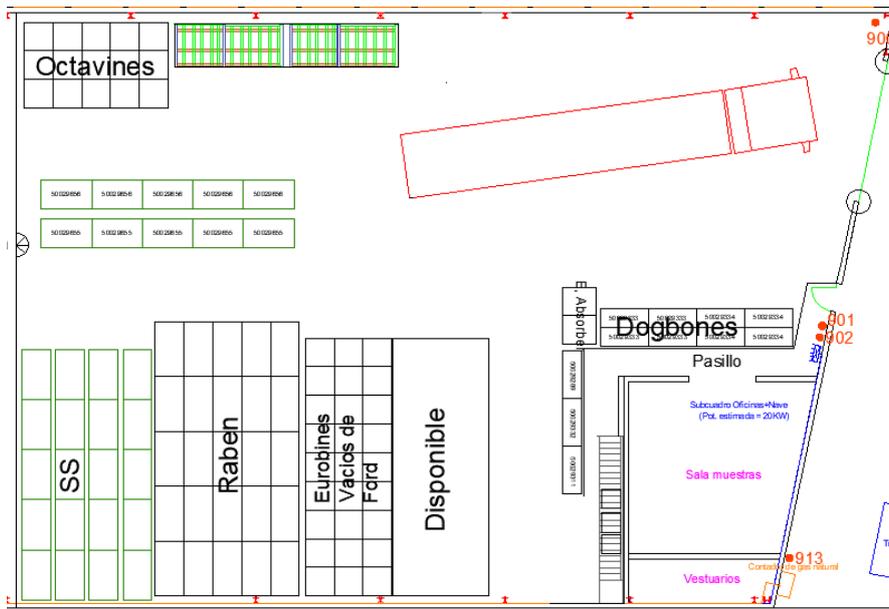


Ilustración 59. Layout que se pretende implementar en la nave Solyman. - Fuente: elaboración propia

Dicha superficie ocupada se corresponde con ocupar 290,175 metros cuadrados medidos sobre el programa AutoCad, que sobre el total de 551,6 metros cuadrados supone un 52 %. Sin embargo, el dato puede resultar engañoso, debido a que sobre ese espacio se le deben de restar el área que utiliza el camión para maniobrar y los pasillos de 3 metros para que opere una carretilla frontal sin dificultades. Resultando el espacio libre que se puede ocupar de 75,13 metros cuadrados sobre el total disponible, lo que se traduce en un 86.38% de ocupación de la nave respetando los volúmenes de acopio permitidos por la ley.

Los volúmenes que se comentan son los siguientes:

Referencia	Peso por unidad	Unidades por embalaje	Cantidad de embalajes	Total kgs	Material
Octavines	1100	1	13	14300	Plástico
SS	5	30	20	3000	Plástico
Raben	15	4	20	1200	Plástico
Dogbone	0.4	30	15	150	Plástico
Energy Absorber	0.4	140	6	252	Plástico
Eurobins	15	1	150	2250	Plástico
Raben	4	2	27	216	Cartón
Pallet	10	1	27	270	Madera

Tabla 23. Cálculos sobre el volumen de carga de fuego permitido. - Fuente: elaboración propia

Suponiendo una carga de fuego de:

- 21182 kgs para el plástico/granza
- 486 kgs para la madera/cartón

Ambos valores se encuentran por debajo de lo estipulado como máximo por la ley, que vienen recogidos en el siguiente documento:

VISADO
 COITIG

 VA1002714
 2021/05/27/14

FAURECIA AUTOMOTIVE EXTERIORS ESPAÑA, S.A. Instalación Contraincendios

En aplicación de la expresión anterior, y en base a los valores establecidos en las tablas 1.1, 1.2 y 1.4 del apéndice 1 que le sean de aplicación, la Carga de Fuego ponderada y corregida del sector de incendio objeto del estudio será la siguiente:

MATERIAL	Peso(Kg)	Q.(Mcal/Kg)	C _i	Σ(P _i Q _i C _i)
- Granza (zona granalladora)	22.000	10,000	1,0	220.000
- Papel y cartón	500	4,000	1,0	2.000
* TOTAL =				601.820

$Q_t = (222.000 \cdot 1,0) / 1.355,00 = 163,84 \text{ Mcal/m}^2$

El riesgo intrínseco de incendio es por lo tanto BAJO grado 2 ($100 < Q_p < 200$), según lo establecido en la tabla 1.3 del apéndice 1.

Ilustración 60. Carga de fuego permitida en PLASTIC OMNIUM. - Fuente: Documentación interna de la empresa (2021)

5.6.3 Maniobra

A continuación, se va a realizar la segunda de las modificaciones de la nave después de desplazar la pared interior. Dicha obra se corresponde con adecuar la maniobra camión al espacio requerido. Como la idea es utilizar la nave como centro de expediciones, el camión debe de entrar de una manera rápida y sencilla, para ello, se debe modificar la entrada.

La nave desde un inicio sí que contemplaba que entrasen camiones, sin embargo, dado que la carretera está de una manera oblicua con la acera se dificulta la entrada. Se podría entrar con camiones en la nave sin necesidad de obra, sin embargo, no es lo idóneo para organizar un flujo con frecuencia alta, que es lo que se contempla.

La situación de la puerta respecto de la carretera era la siguiente:

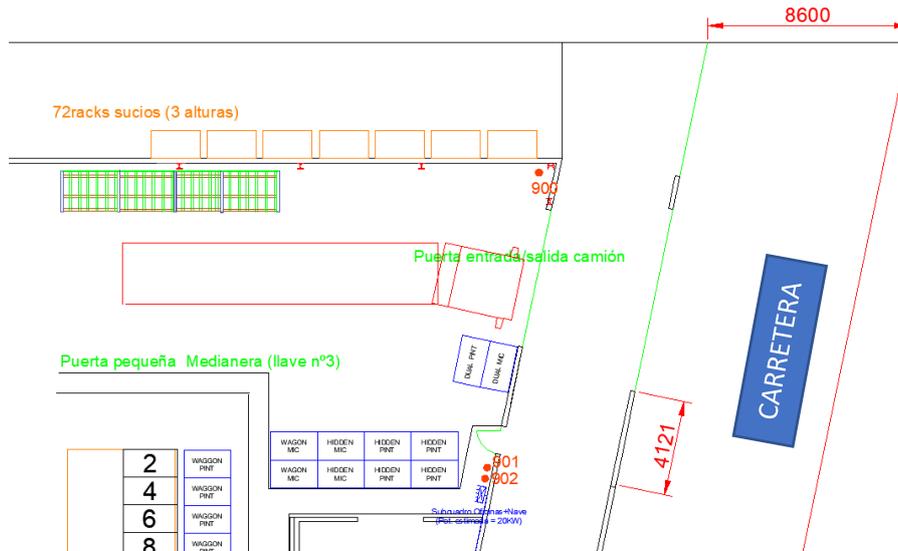


Ilustración 61. Plano previo a cualquier modificación de la entrada de la nave de Solyman. - Fuente: elaboración propia

La distancia es de 8 metros y 60 centímetros desde la puerta hasta la mediana. Para comprobar la validez de dicha situación se probó in situ con un camión, al cual le costó realizar la maniobra y en ciertos momentos saturó la calle y se subió a la mediana. El siguiente paso fue plasmar el ejercicio realizado en Cad y sacar las necesidades a partir de dichos planos:

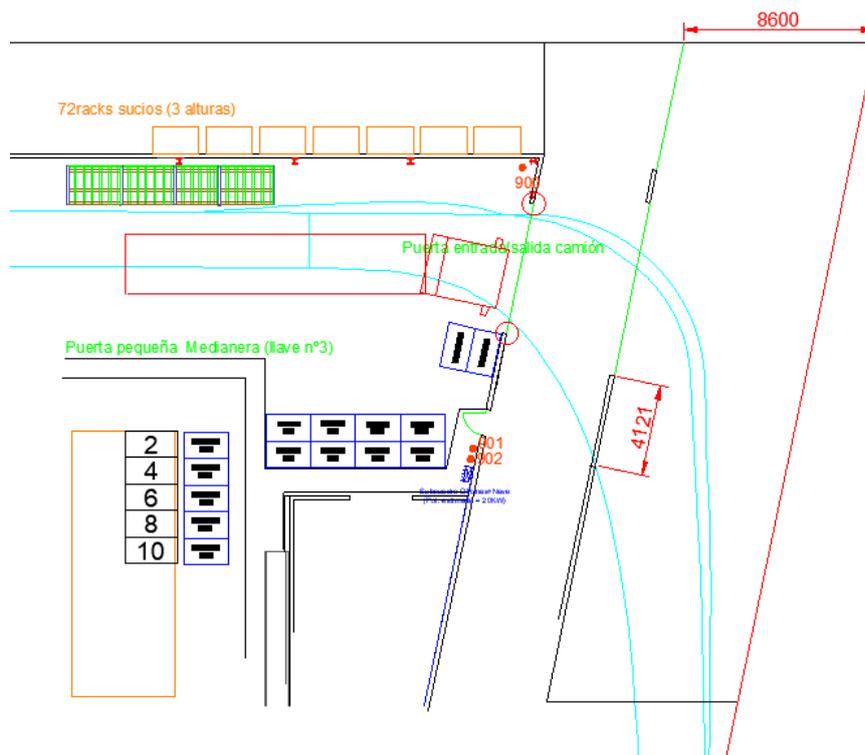


Ilustración 62. Plano con el giro del camión y la necesidad de metros que presenta. - Fuente: elaboración propia

En este dibujo se puede ver la necesidad de desplazar el muro de la entrada la distancia indicada, 4, 12 metros. Para ello se utilizó un giro prediseñado por AutoCad, en el que se contemplan las distancias, medias y ángulos de un camión como los que se prevé que vayan a entrar. La distancia del contenedor es de 13,5 metros, por lo que se precisa bastante espacio para realizar la maniobra.

Dada la presencia de contadores de luz en la zona, la empresa que iba a realizar dicha obra presupuestó la siguiente modificación, sin contemplar lo que se les pidió en cuanto a longitud modificada.

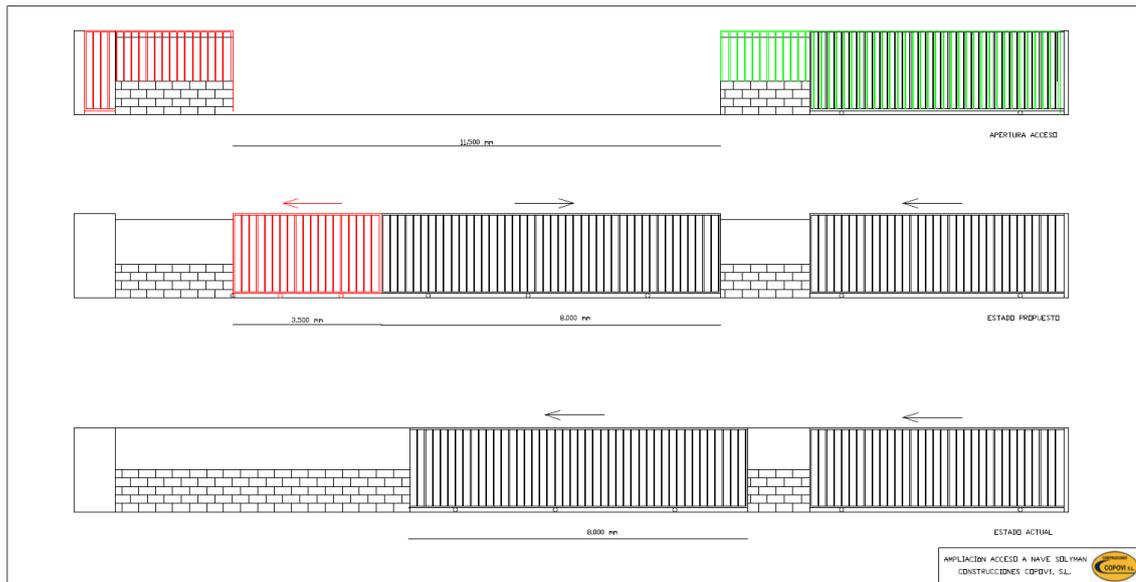


Ilustración 63. Modificación que presenta el proveedor. - Fuente: Construcciones Copoví (2021)

Debido a que dicha modificación contempla tan solo el desplazamiento de 3 metros y medio, el giro del camión sería insuficiente, por lo que chocaría con alguno de los laterales o se vería obligado a realizar muchas maniobras. Por lo que se le pidió a la empresa constructora un redimensionado del presupuesto.

Por otro lado, se estableció una alternativa a dicha modificación: dejar la puerta sin valla y cerrar los laterales formando pasillos.

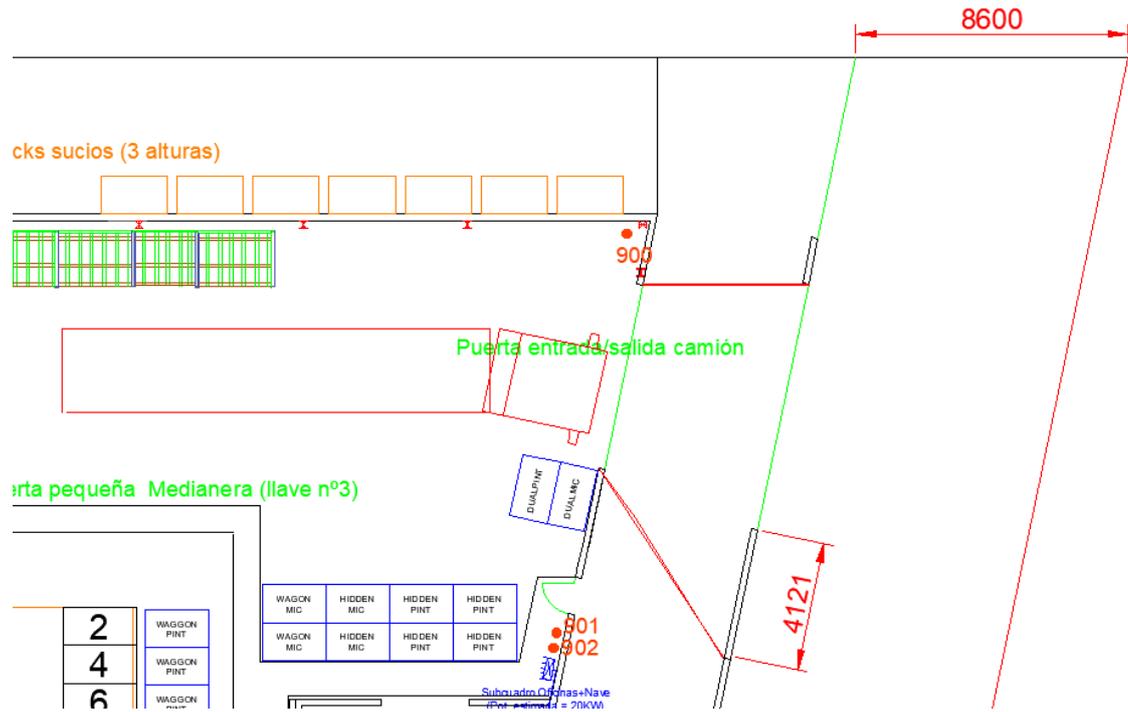


Ilustración 64. Alternativa al pasillo lateral. - Fuente: elaboración propia

Esta alternativa surge de la imposibilidad de guardar las vallas en los laterales debido a la presencia de otros elementos (los contadores mencionados anteriormente).

5.7 Elección nuevos apiladores

En el siguiente punto de este capítulo se deja de lado la nave y se adecua para pasar a una decisión trascendente en el proyecto, se va a tratar la elección del nuevo medio de mantenimiento, la cual resultó ser más fácil de lo esperado debido a que pocos medios de mantenimiento cumplían lo que se le exigía. A modo de resumen de los capítulos anteriores, una vez desestimada la opción de las plataformas y determinado que el operario debía de ir andando, los medios de mantenimiento debían de ser apiladores con horquillas, o bien retractiles o bien contrapesados.

Algunos de los requisitos que se le pedían al nuevo apilador además de los esenciales que ya hemos comentado anteriormente:

- Desplazamiento lateral de horquilla
- Dirección asistida
- Inclinación de horquillas
- Batería de plomo para el cambio rápido lateral

El nuevo apilador iba a ser elegido en función de si cumple o no los requerimientos de seguridad y de logística. Así pues, se determinó una lista de apiladores y se fueron descartando alternativas en función de las características que cumplían o no. Las 2 premisas esenciales eran las siguientes:

- Debía de ser un hombre andando el que lo condujese
- Debía de poseer horquillas sin rodillos para coger embalaje cerrado

Así pues, después de una búsqueda y de contactar con los proveedores se expuso la existencia de unos apiladores contrapesados que cumplían las restricciones y ofrecían un funcionamiento exacto a las necesidades de Plastic Omnium.

Surgieron alternativas desde los proveedores de Still, Linde y Toyota, ninguno de ellos ofrecía un producto para poder probarlo en planta. Ambas alternativas eran muy similares con la única ventaja de que Still ya había servido un apilador de estas características a otra planta de PLASTIC OMNIUM en España.

Plastic Omnium contactó con las otras plantas de España y coincidió que en Tudela tenían un medio de manutención como el que se comenta el cual era utilizado para el uso de calibres de calidad. Se pidió entonces que facilitasen un video el cual demostrase la valía del nuevo apilador para las necesidades que tenía la planta en valencia:



Ilustración 65. Apilador Still en planta de Plastic Omnium, parte 1. - Fuente: Documentación interna de la empresa (2021)



Ilustración 66. Apilador Still en planta de Plastic Omnium, parte 2- Fuente: Documentación interna de la empresa (2021)

5.7.1 Still

Debido a que se conocía las características que debían de tener los equipos como se ha comentado anteriormente, se exploraron los proveedores para ver que equipos podían ofrecer similares a esto. Las especificaciones en la oferta desde el proveedor eran las siguientes:

OFERTA N°: OFV21-00893

PROPUESTA ECONOMICA APILADOR ELECTRONICO STILL CON HORQUILLA LIBRE SERIE EXV- CB

Modelo:	EXV-CB-12/T-2015
Capacidad:	1.200 Kgs.
Tipo Mástil:	TELESCOPICO
Altura construcción:	2.015 mm.
Altura de elevación:	2.844 mm.
Elevación libre:	140 mm.
Capacidad residual:	1000 Kgs. C.G. 600 mm.
Pasillo de trabajo:	Según carga.
EQUIPAMIENTO:	Abajo indicado



INCLINACION DE MASTIL	INCLUIDO
DESPLAZADOR ATERAL DE MÁSTIL	INCLUIDO
ANCHO DE PALTO PORTA HOQUILLAS 1000 mm.....	INCLUIDO
LONGITUD DE HOQUILLAS 1.200 mm.....	INCLUIDO
RAQUETA PROTECCION DE CARGA 1000 mm.....	INCLUIDO
BATERIA DE LITIO DE 10KV	INCLUIDO
CARGADOR AUTOMATICO DE LITO ULTRA RAPIDO	INCLUIDO
INDICADOR DESCARGA DE BATERIA	INCLUIDO
RODILLOS TANDEM DE POLIURETANO	INCLUIDO
GESTOR DE FLOTAS INCLUIDO EN LA FLOTA ACTUAL	INCLUIDO

Ilustración 67. Oferta Still. - Fuente: Still (2021)

5.7.2 Toyota

Por otro lado, la alternativa del proveedor Toyota, difería de la recientemente mostrada debido a que su apilador era algo más corto que el de Still. El mástil era retráctil y el hueco que presenta el apilador de Still para el contrapeso, en este segundo proveedor, era inexistente. Se trataba pues de una máquina mucho más reducida de tamaño que cuando debía operar con embalaje cerrado desplazaba hacia adelante el mástil. El resumen de esta segunda alternativa se podría concretar en que acomete las mismas funciones presentando unas dimensiones más reducidas.



Ilustración 68. Oferta Toyota. - Fuente: Toyota (2021)

En último lugar se presenta la alternativa del proveedor Linde, que difiere en muy pocos aspectos técnicos o de funcionamiento de la del proveedor Still.

5.7.2 Linde



Apilador -> L12 AC

Referencia: 21154188/1000

MODELO	MÁSTIL
L12 AC Cantidad 4	1924 / 1515 / 150 mm
CARGA	HORQUILLAS
PH ISO2B, ancho 900 m	1100 x 80 x 40
BATERÍA	CARGADOR
Mesa estática cambio para 2 Baterías Batería 24V 4PzS 500Ah Relleno por gravedad 24V 2 unidades	Cargador 24V 160A 8kW
EQUIPAMIENTO ADICIONAL	
Arranque mediante código PIN Placa Linde Documentación técnica español Color RAL 2002 Vermillion	

Ilustración 69. Oferta Linde. - Fuente: Linde (2021)

Así pues, la determinación de la alternativa quedaba en manos de un tema meramente económico, debido a que, en cuanto a requisitos logísticos, todas eran aptas. De cara a la elección, logística sugirió contratar un alquiler con el proveedor Still, debido a que casi la totalidad de la flota que hay en planta, es de esa marca. Muchas de las carretillas y apiladores cuentan con un software que registra su actividad, incidencias y movimientos. Contar que este software en las nuevas máquinas sería interesante y no se debería de acudir a 2 webs distintas para consultarlo, debido a que ni Linde ni Toyota cuentan con dicho software, poseen uno distinto.

Determinada la elección se calculó el payback y se comprobó el ahorro. Destacar que una vez se contactó con Still, comunicaron que el plazo de suministro de los nuevos

medios de manutención era de 4 meses ya que es una máquina que pocas plantas cuentan con ella, el plazo de entrega de los otros proveedores era incluso mayor.

5.8 Software como medida de mejora

La última solución a los problemas de las saturaciones existentes en el comienzo. Ya se le ha quitado parte de la saturación debido a que las tareas de suministro del flujo del Dogbone y del Styling Kit, pasan a ser suministrados en lanzadera al patio y el carretillero del patio lo desplaza pocos metros hasta la zona de transferencia, no como antes. El software busca optimizar la saturación sin dichas tareas con el fin de hacer eficientes los desplazamientos y dirigir a los operarios en función de las necesidades de las inyectoras.

El desarrollo del software ha sido por parte del área de IT, sin ser ajeno a logística, ya que era esta la que definía el flujo y no otra área. Es un flujo simple donde se concatenan las órdenes desde unos medios (las táctiles de las inyectoras) a otros (pistola o tablet con el software del almacén convencional). El software en el lapso donde se realiza el presente TFG se encontraba en periodo de implantación, por lo que su implantación no era del 100%.

Más allá de los dos ejemplos que se van a dar, existen aprovisionamientos más difíciles, tales como los que son desde el patio o lo que tienen que ver con los bastidores de pintura. Los aprovisionamientos desde el patio se tratan como si proviniesen desde el almacén convencional, sin embargo, existen unas inyectoras que presentan particularidades.

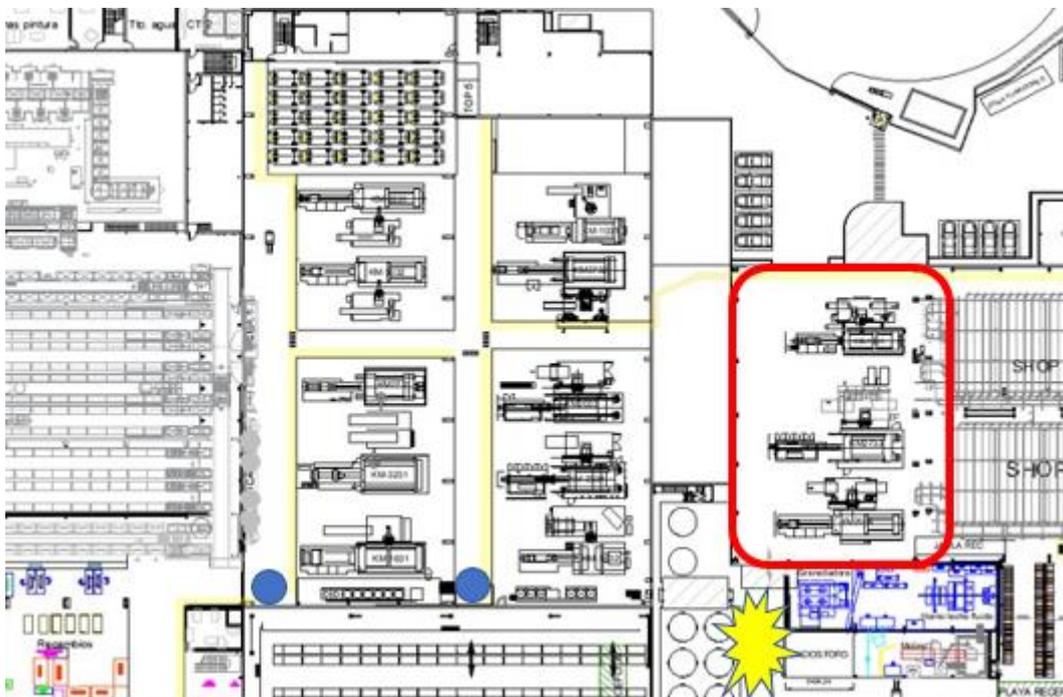


Ilustración 70. Zonas conflictivas donde el software debe derivar a otras zonas de transferencia. - Fuente: Documentación interna de la empresa (2021)

La zona amarilla se corresponde con el aprovisionamiento de las maquinas inyectoras de la nave 3 desde el patio, zona que en ocasiones es ocupada por camiones del patio, ya sea por descargar materia prima, por estar haciendo la maniobra, por estar rellenando los silos con granza, etc.

Este hecho hace que sea necesaria una implementación en el software de una posibilidad de cambiar la zona de transferencia, en este caso, desviarlo hacia las entradas del almacén convencional marcadas en azul en el plano superior.

5.8.1 Manejo de las tablets

La tablet esta programada para que arranque sin pedir usuario o contraseña. Aun asi, al estar dentro de la maqueta de Plastic Omnium, puede que en algún momento lancen actualizaciones y en algún momento concreto haya que introducir el usuario y la contraseña.



Ilustración 71. Posición de la tablet embarcada. - Fuente: elaboración propia

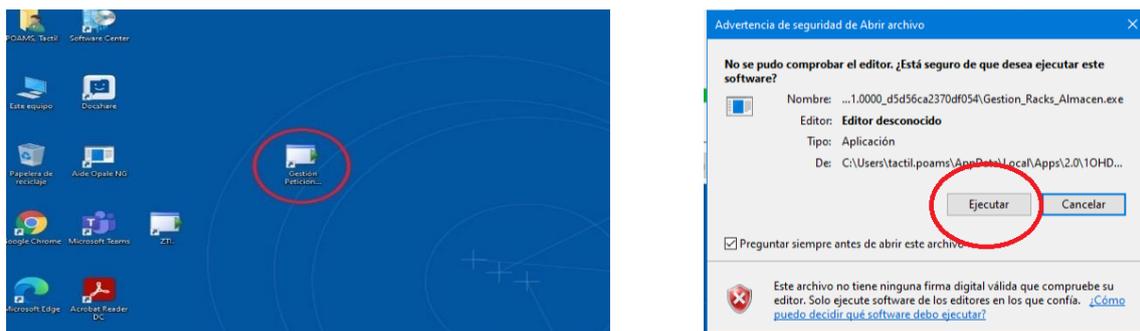


Ilustración 72. Primeros pasos para iniciar el software en la tablet. - Fuente: software tablets (2021)

Mediante estas 2 pantallas se hace funcionar el software para comenzar.

La aplicación se compone de dos apartados, uno para la petición de componentes y otra para las peticiones de racks. Tanto los componentes como los racks, son peticiones generadas por el operario de inyección desde su táctil.

Peticiónes Racks Sin Asignar		Peticiónes Racks Asignadas		Peticiónes Componentes Sin Asignar		Peticiónes Componentes			
0		0		14		0			
PETICIONES COMPONENTES PENDIENTES ASIGNACIÓN									
Inyectora	Cantidad	U Medida	Referencia	Zona Transferencia	Pedido Táctiles	Servido Whales	Asignación		
KM3231	1	PDEF	20022570	1	01/06/21 07:22	01/06/2021 7:54:04	✓		
KM2032	1	Caja	20017221	2	01/06/21 05:57	01/06/2021 6:36:05	✓		
KM2032	1	Caja	20017222	2	01/06/21 05:57	01/06/2021 6:36:05	✓		
KM2032	1	Caja	20017222	2	01/06/21 05:00	01/06/2021 6:38:03	✓		
KM2032	1	Caja	20017221	2	01/06/21 05:00	01/06/2021 6:38:03	✓		
PETICIONES COMPONENTES ASIGNADOS A ESTE TERMINAL									
Desasignar	Inyectora	Cantidad	U Medida	Referencia	Zona Transferencia	Pedido Táctiles	Servido Whales	Fecha Asignación	Asignado a
LISTADO ÚLTIMAS PETICIONES COMPONENTES PROCESADAS DESDE ESTE TERMINAL									
Inyectora	Cantidad	U Medida	Referencia	Zona Transferencia	Pedido Táctiles	Fecha Asignación	Asignado a	Fecha Recepción	Recepcionado por
KM2033	4	KL T4315	B990001528	2	20/05/2021 22:05:27	21/05/2021 12:04:53	tactil poams	21/05/2021 12:05:11	tactil poams
KM2031	2	FLC1210	50039300	1	20/05/2021 23:22:17	21/05/2021 12:04:52	tactil poams	21/05/2021 12:05:10	tactil poams
KM2033	3	KL T4315	B990001528	2	21/05/2021 6:15:36	21/05/2021 12:04:45	tactil poams	21/05/2021 12:05:09	tactil poams
KM2033	1	PDEF	20022554	2	20/05/2021 22:05:51	21/05/2021 12:04:51	tactil poams	21/05/2021 12:05:07	tactil poams
KM2033	2	KL T4315	B990001531	2	21/05/2021 3:45:52	21/05/2021 12:04:49	tactil poams	21/05/2021 12:05:06	tactil poams

Ilustración 73. Interfaz donde se muestran las peticiónes. - Fuente: software tablets (2021)

En la aplicación, dependiendo de donde se pulse se abrirá la pantalla de peticiónes o la pantalla de los componentes. En todo momento aparecerá un tick azul para señalar en que pantalla nos encontramos.

Peticiónes Racks Sin Asignar	Peticiónes Racks Asignadas	Peticiónes Componentes Sin Asignar	Peticiónes Componentes
0	0	14	0

Ilustración 74. Ventanas donde se muestran las pestañas accesibles según petición. - Fuente: software tablets (2021)

Desde ambas pantallas aparecerán peticiónes. Para seleccionar una petición y con ello asignarla al operario en cuestión, hay que pulsar en el tick verde (asignación). Una vez asignas una petición, nadie más va a poder hacerlo a no ser que la canceles porque no la puedes hacer o por simple equivocación.

En el caso que haya un error al asignar una petición o simplemente quiera cederla a un compañero, se clicará sobre el tick rojo (desasignar) y entonces esta petición volverá a aparecer en las peticiónes pendientes.

PETICIONES COMPONENTES ASIGNADOS A ESTE TERMINAL									
Desasignar	Inyectora	Cantidad	U Medida	Referencia	Zona Transferencia	Pedido Táctiles	Servido Whales	Fecha Asignación	Asignado a
✖	KM3231	1	PDEF	20022570	1	01/06/2021 7:22:13	01/06/2021 7:54:04	01/06/2021 8:28:59	tactil poams

Ilustración 75. Manera de aceptar y auto asignarse las peticiónes. - Fuente: software tablets (2021)

Por el contrario, una vez descargue en la inyectora el rack o los componentes que el operario haya decidido asignarse, habrá que clicar sobre el icono del camión para terminar con la petición. Al terminar la petición, ésta se entiende que se ha ejecutado

y hasta que el operario pida otro rack, otra recogida de rack o componentes, ya no volverá a aparecer nada para esta máquina.

PETICIONES COMPONENTES ASIGNADOS A ESTE TERMINAL										
Desasignar	Inyectora	Cantidad	U Medida	Referencia	Zona Transferencia	Pedido Táctiles	Servido Whales	Fecha Asignación	Asignado a	
	KM3231	1	PDEF	20022570	1	01/06/2021 7:22:13	01/06/2021 7:54:04	01/06/2021 8:28:59	tactil.poams	

Ilustración 76. Manera de indicar que se ha terminado de servir dicha petición. - Fuente: software tablets (2021)

5.8.2 Peticiones desde las táctiles

También hay que realizar un trabajo sobre las pantallas táctiles de los operarios de inyección para que contemplen las modificaciones en el software y la nueva forma de pedir.



Ilustración 77. Ordenador táctil por donde se generan las peticiones. - Fuente: elaboración propia

Como siempre, con el operario de inyección registrado, se deben de seguir los siguientes pasos:

Para acceder a la pantalla de las peticiones, se seleccionará el icono de "Racks Almacén" y después pedirá que operario quiere pedir un rack, por lo que se seleccionará a él mismo y se avanzará a la pantalla de peticiones.

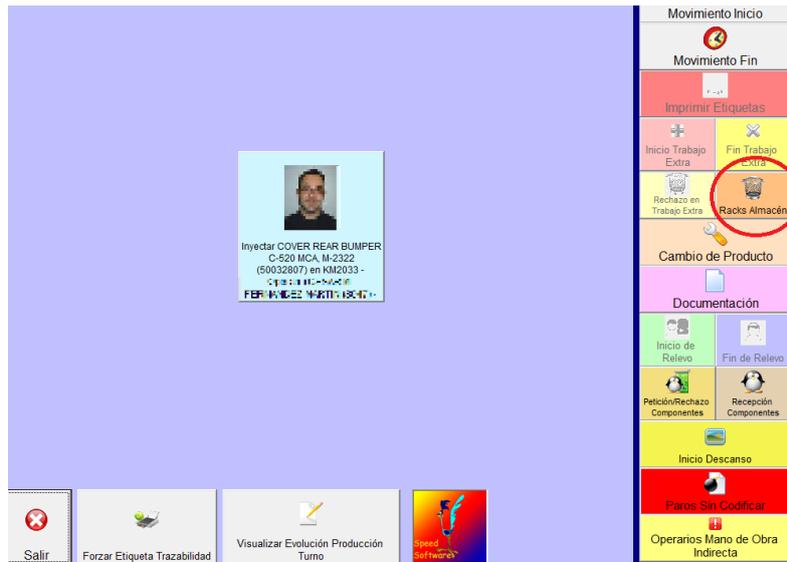


Ilustración 78. Petición de rack mediante táctil. - Fuente: software táctiles (2021)

Una vez dentro de la pantalla de peticiones, hay que hacer lo siguiente: petición de rack, recogida de rack o petición + recogida de rack.

Normalmente, se utilizará a utilizar siempre la opción de **Petición + Recogida de Rack**, ya que siempre se quiere que se lleven el rack lleno y traigan uno vacío. En cualquier caso, si se desea que traigan otro rack, o recojan uno sin traer otro, ambas opciones están disponibles

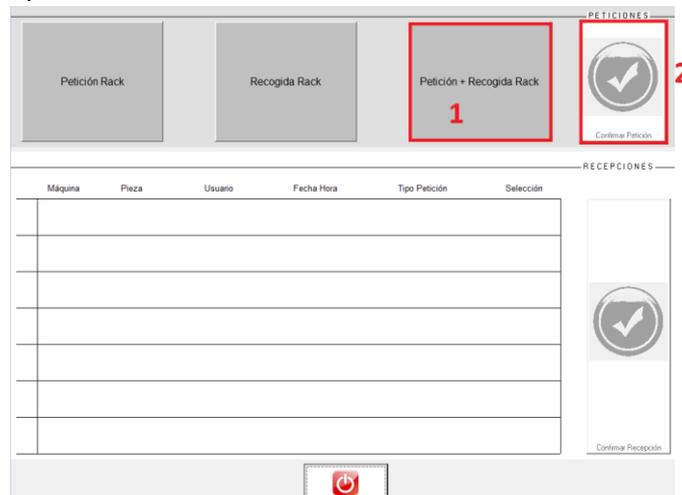


Ilustración 79. Pasos a seguir para indicar que se necesita un rack vacío y otro lleno. - Fuente: software táctiles (2021)

Ahora en la lista de peticiones aparecerá la que se acaba de generar, se pueden hacer tantas como racks nos hagan falta.

	Máquina	Pieza	Usuario	Fecha Hora	Tipo Petición	Selección
1	KM2033	50032807	0000	2021-06-02 08:27:53	P + R	

Ilustración 80. Petición que salta en el software. - Fuente: software táctiles (2021)

En el listado aparece información como la máquina, la hora de la petición y también el tipo de petición. Ahora, tocará esperar que el carretillero se lleve nuestro rack lleno y traiga otro vacío para poder continuar trabajando.

Una vez el carretillero ya ha terminado la petición, será el operario de la máquina el que finalice la petición. Desde la misma pantalla de antes, en el listado de peticiones, seleccionaremos el botón de selección (paso 1 en la imagen) y seguido de confirmar recepción (paso 2 en la imagen).

RECEPCIONES						
	Máquina	Pieza	Usuario	Fecha Hora	Tipo Petición	Selección
1	KM2033	50032807	0000	2021-06-02 08:27:53	P + R	

1



2

Confirma Recepción

Ilustración 81. Manera en la que el operario indica que se ha recibido la petición. - Fuente: software táctiles (2021)

5.8.3 Zona de transferencia intermedia (zti)

En ocasiones se precisa una zona de transferencia intermedia la cual nos ayude a mover el material adecuadamente por las distintas zonas sin interrumpir otros flujos.

En esta aplicación simplemente aparecerán las peticiones de componentes que se generan desde las táctiles de inyección.

Y, parecido a la lista de peticiones que tienen en la táctil de inyección, aparecerá: La máquina, código o la zona de transferencia entre otras cosas. Dependiendo de si hay camión o no, tendrá peticiones para la zona intermedia.



Ilustración 82. Imagen del software de la zona de transferencia intermedia. - Fuente: software táctiles (2021)

Es muy importante que la aplicación siempre esté en marcha. Cuando no hay peticiones ésta se cierra y aparece una ventana roja con un contador. Cuando haya camión y haya algo en la zona intermedia, volverá a hacerse grande indicando que existe de nuevo una petición.

Ésta es la ventan que aparecerá cuando la aplicación esté en Stand-by:



Ilustración 83. Detalle de la aplicación de la zona de trasferencia intermedia cuando está en stand-by. - Fuente: software PDA (2021)

Paralelo a la función anterior, se ha implementado un cambio en el software de las PDA de los operarios de almacén. Esta modificacion tiene como objetivo informar si hay un camion en la nave 3 de inyección, lo que derivará peticiones a las zonas de transferencia 3 o 4.

Desde la PDA se arrancará la nueva aplicación, ejecutará y pedirá número de operario y contraseña como hasta ahora.

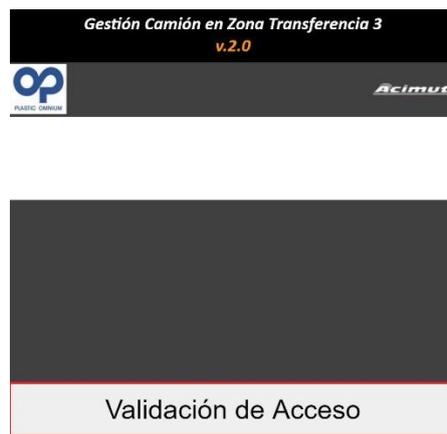


Ilustración 84. Aplicación para indicar si existe un camión que derive las zonas de trasferencia. - Fuente: software PDA (2021)

Una vez validados con el número de operario, ya se pasa dentro de la aplicación. El icono del camión mostrar una "X" indicando que no hay camión en la nave 3 de inyección. Cuando realmente exista o se compruebe visualmente que hay camión, simplemente habrá que pinchar encima del icono e inmediatamente se quitará la "X" indicando la existencia del mismo.

Camión en nave 3:



Ilustración 85. Lo que se observa en la aplicación si existe un camión en la zona de transferencia. - software PDA (2021)

Nave 3 libre:



Ilustración 86. Lo que se observa en la aplicación si no existe un camión en la zona de transferencia. - Fuente software PDA (2021)

Una vez terminado el proceso, pulsar el botón para finalizar la sesión que lleva ese mismo nombre, finalizar sesión.

Resumen por pasos del funcionamiento del software:

1. La máquina inyectora tiene una necesidad, supongamos que un rack del almacén automático
2. Lo indica en la pantalla táctil que existe en las propias inyectoras
3. La petición salta en el software, concretamente en las tablets embarcadas en los apiladores eléctricos
4. El operario debe aceptar la orden de abastecimiento
5. Una vez es asignada, al otro operario en inyección no le da la opción de aceptarla
6. Se dirige al lugar de donde sale el rack de manera sincronizada con la petición de la táctil, en este caso el almacén automático



Ilustración 87. Proceso donde el operario toma el rack del almacén automático. - Fuente: elaboración propia

7. Lo toma y se dirige a la inyectora para aprovisionar
8. Una vez entregado, cierra la petición y esta pasa al registro.

Operario	Materia Prima	Pedido	Fecha Pedido	Tipo	Asignado	Fecha Asignación	Reasignado	Fecha Reasignación
AK4211	50030430	0000	21/05/2021 11:08:51	P=U	rack posame	21/05/2021 11:11:21	rack posame	21/05/2021 13:14:18
AK4211	50030430	0000	21/05/2021 12:50:58	P=U	rack posame	21/05/2021 13:00:43	rack posame	21/05/2021 13:13:20
AK4211	50030430	0000	21/05/2021 13:04:18	P=U	rack posame	21/05/2021 13:06:09	rack posame	21/05/2021 13:10:08
AK4211	50030430	0000	21/05/2021 13:52:29	P=U	rack posame	21/05/2021 13:56:13	rack posame	21/05/2021 13:57:35
AK4211	50030430	0000	21/05/2021 12:51:34	P=U	rack posame	21/05/2021 12:53:13	rack posame	21/05/2021 12:56:18
AK4211	50030430	0000	21/05/2021 14:43:23	P=U	rack posame	21/05/2021 14:47:55	rack posame	21/05/2021 12:54:14

Ilustración 88. Resumen del historial de servicio que se ha registrado en el software. - Fuente: software tablets (2021)

Funcionamiento del Software para componentes del almacén convencional:

1. La máquina inyectora tiene una necesidad al igual que en el escenario anterior, esta vez un componente del almacén de materias primas
2. Lo indica en la pantalla inyectora de la misma manera que anteriormente
3. La petición salta en el software, al contrario que antes, salta en la pistola del operario del almacén convencional, el cual debe de servir dicha petición a la zona de transferencia prevista para ello.

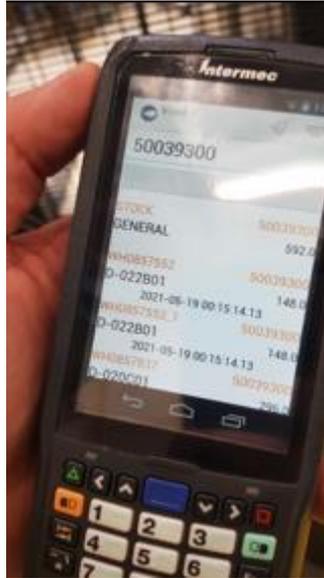


Ilustración 89. Petición de la inyectora en las PDA de los operarios del almacén. - Fuente: elaboración propia

4. Pistolea la referencia regularizando el stock que queda en dicha ubicación y deposita en la zona de transferencia
5. Como esta implementada la opción de auto entrega, no debe avisar al operario de inyección ya que la orden le sale de manera automática
6. El operario de inyección debe aceptar la orden de abastecimiento
7. Una vez es asignada, al otro operario en inyección no le da la opción de aceptarla
8. Se dirige al lugar donde han depositado el componente, previsiblemente la zona de transferencia desde el almacén convencional.
9. Lo toma y se dirige a la inyectora para aprovisionar
10. Una vez entregado, cierra la petición y esta pasa al registro.

La prueba se realizó en un entorno controlado y con peticiones reales. Es importante destacar que el medio de manutención no es el definitivo y que el que se utilizó es un apilador eléctrico con rodillos. Para la fase final del proyecto dicho apilador no debe de ser el medio de manutención utilizado a diario. En la prueba se derivó (al operario de la carretilla frontal) una petición en concreto debido a que era de un embalaje cerrado y no se podía manipular con el apilador.

5.8.4 Diagrama de flujo del software de inyección

A continuación, se va a exponer el diagrama de flujo representativo del software para 2 peticiones desde inyección. Una de ellas podría equivaler a un componente del almacén convencional (una caja de tornillos, por ejemplo), mientras que el otro camino representa una petición al almacén automático (solicitar un rack para los deflectores del Kuga por ejemplo). Ambos comparten el aceptar y cerrar la orden y servir a la zona de transferencia indicada, ya sea mediante la PDA o la Tablet.

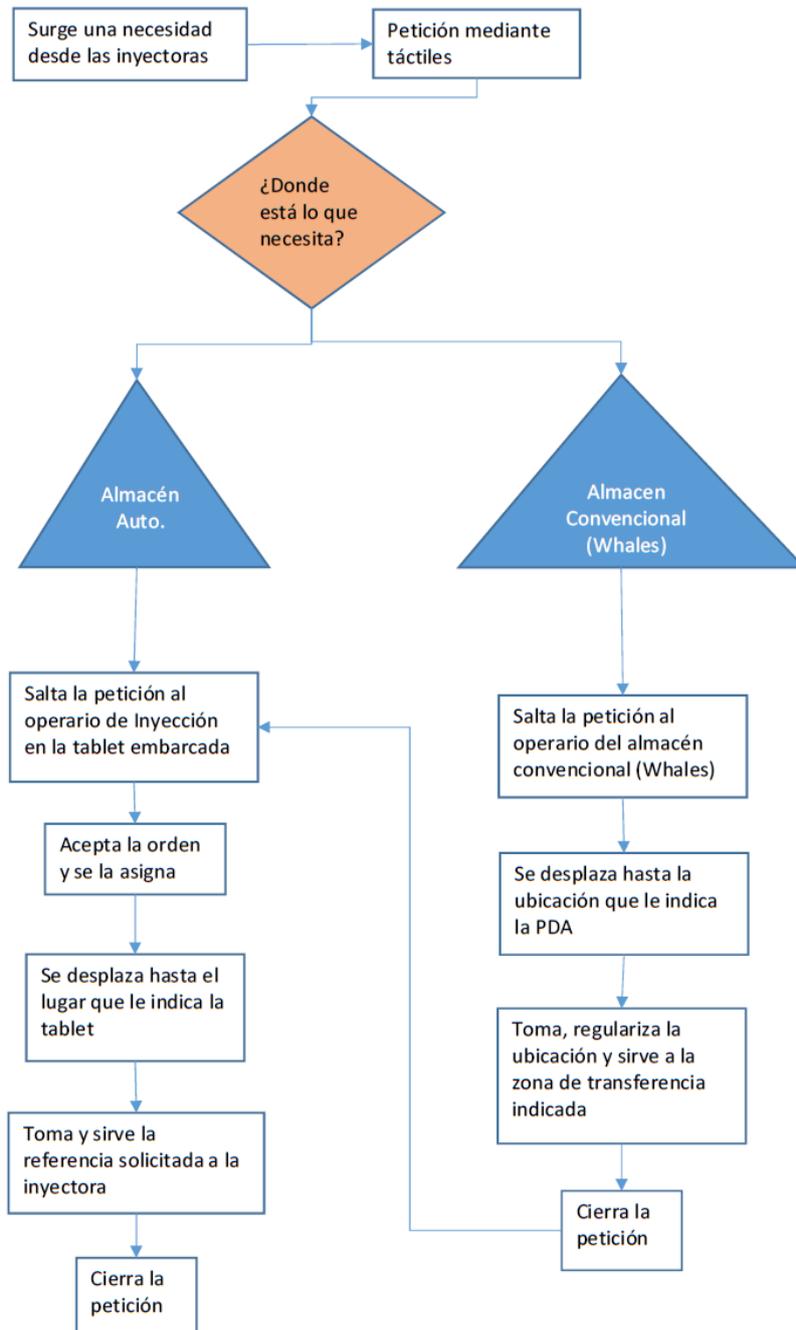


Ilustración 90. Diagrama resumen del funcionamiento del software. - Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO 6. ANÁLISIS ECONÓMICO

6.1 Objetivo

Este capítulo tiene por objetivo plasmar los costes que han afectado al proyecto en todas sus etapas, su procedencia y los argumentos que les respaldan para haberse acometido. Algunos de estos costes son los materiales de las zonas de transferencia, el prototipo de las plataformas o los costes que supone modificar un flujo.

Una vez enumerado todos, se realizará un payback donde proceda o una argumentación del ahorro donde sea necesario con motivo de justificar la inversión.

6.2 Costes de personal y de materiales

Las modificaciones que se han llevado a cabo durante el proyecto son extensas; compra de materiales, cambio de alquileres, obras, prototipos, etc. Así pues, se procede a determinar los más significativos para el proyecto. Por otro lado, se va a analizar la participación del personal de la organización en dicho proyecto.

El personal involucrado en este TFG consta de varias personas de distintos departamentos de la empresa.

- Manager de logística, seguridad e inyección
- Supervisores de almacén
- Becario de logística
- Operarios de logística

Puesto	Nº personas	€/hora	Nº horas	Total €
Manager logística	1	22	60	1320 €
Manager de Seguridad	1	22	25	550 €
Manager IT	1	22	25	550 €
Supervisor almacén	1	15	60	900 €
Becario logística	1	4	1200	4800 €
Operarios de logística	2	10	300	3000 €
TOTAL				11120 €

Tabla 24. Resumen costes del personal. - Fuente: elaboración propia

A continuación, se expondrán los distintos costes y ahorros separado según el material. Al final del presente capítulo se hará un resumen de todos los costes que ha acometido el departamento de logística, debido a que cada área ha sido responsable de distintos costes económicos.

En primer lugar, se analizan los costes en materiales para adecuar la nave de inyección a los requerimientos de los nuevos flujos y los nuevos medios de manutención.

6.3 Costes en material para adecuar la nave de inyección a los nuevos medios de manutención

En este apartado se van a tratar dos conceptos importantes: la adquisición de plataformas y los materiales que se usarán en las zonas de transferencia. Por un lado, las plataformas se plantearon en un inicio para evitar la compra de apiladores y poder probar con los que actualmente se tienen en planta. Por otro lado, los materiales para proteger el suelo eran muy caros por eso se decidió investigar alternativas.

6.3.1 Plataformas

El primero de los costes que se van a analizar es el coste de las plataformas que se utilizaron para intentar no cambiar de medio de manutención y adaptar los que se tenían.

La primera parte en el desarrollo del coste que suponen las plataformas es conceptuarlas como una única inversión al inicio del proyecto la cual se amortizará a menudo que pasen los días. El *payback* de dicho componente radica en la diferencia de no contratar nuevos medios de manutención y mantener los originales.

Las características de las plataformas ya se han detallado en la parte superior del trabajo donde se hablaba en particular sobre ellas. Dichas características hacen que cada plataforma cueste alrededor de 900 euros, como se puede ver en la oferta que facilitó el proveedor a continuación:

“Fabricación de 1 plataforma prototipo para transpaleta Inyección:

El trabajo consistirá en la fabricación de 1 plataforma Prototipo para la colocación de los 4 embalajes standard en Inyección y manejo de plataforma mediante transpalet eléctrico

Partidas que incluye esta oferta:

- 1- Fabricación en acero electrosoldado*
- 2- Medidas totales aprox de 1250 x 2150 mm*
- 3- Suelo superior en chapa estriada para dejar racks encima*
- 4- Sistema Poka-Yoke para tomar transpaleta-eléctrica por parte inferior*
- 5- Suplementos en esquinas para evitar caída de racks*
- 6- Pintura al horno de toda la plataforma S/RAL indicado*

Importe Total...885,0€”

Calcular el **payback** de dicha alternativa es sencillo, puesto que trabajar con apiladores en vez de con carretillas frontales es más barato:

- 2 apiladores (propuesta de Still) = 1100 € mensuales por el alquiler.
- 2 carretillas frontales (escenario inicial) = 1480 € mensuales por el alquiler.

De lo que se extrae un ahorro mensual de 380 €, pero la necesidad de invertir en plataformas. Las opciones que se barajaron fueron 4 o 6 plataformas:

1. Opción de 4 plataformas

$$\text{Payback} = \frac{4 * 885}{380} = 9 \text{ meses aproximadamente}$$

Ecuación 3. Cálculo del payback en la opción de 4 plataformas. - Fuente: elaboración propia

2. Opción de 6 plataformas

$$\text{Payback} = \frac{6 * 885}{380} = 14 \text{ meses aproximadamente}$$

Ecuación 4. Cálculo del payback en la opción de las 6 plataformas. - Fuente: elaboración propia

6.3.2 Zonas de transferencia

Se trata del punto donde más debate se generó. El objetivo de las zonas de transferencia es evitar el desgaste el cual se genera de dejar los componentes o su embalaje en contacto directo con el suelo. Para evitar dicho efecto se deben de cubrir las zonas de transferencia con materiales que aguanten el trabajo a compresión, golpes y tensión.

Las alternativas son las siguientes:

1. Chapas metálicas en zona de transferencia.
2. Losetas de PVC industriales.

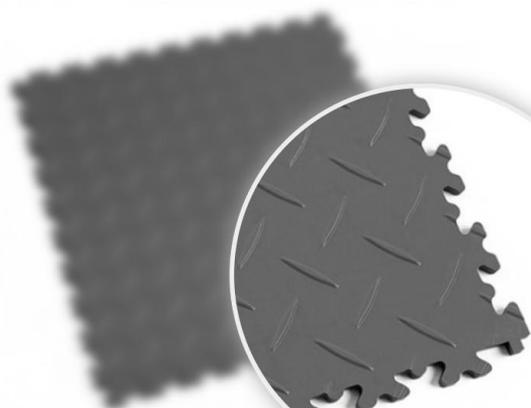
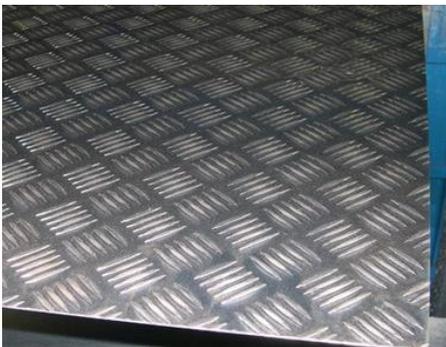


Ilustración 91. La primera imagen se corresponde con las chapas estriadas metálicas mientras que la segunda es de las losetas de PVC. - Fuente: Fortelock (2021)

Las discrepancias surgieron cuando para suplir los mismos metros cuadrados, el presupuesto de las chapas metálicas doblaba al de las losetas de PVC. Fue entonces cuando se decidió hacer una prueba que comparase las ventajas y desventajas de ambos materiales. Por un lado, Plastic Omnium ya contaba con chapas metálicas para sus zonas de transferencia, conocía su desempeño, instalación y mantenimiento. Por otro lado, las losetas de PVC venían recomendadas desde otra planta del grupo Plastic Omnium.

Era el momento de pedir al proveedor de las losetas de PVC una muestra para comprobar cómo se sujetaban al suelo, como se comportaban con una carretilla, consejos de montaje y desmontaje, mantenimiento y lo más importante vida útil.

Descripción de la oferta de la chapa metálica por parte del proveedor Gaequip:

“Fabricación y Montaje de Planchas para 9 Zonas Transferencia Racks:

- *El trabajo consistirá en el suministro y montaje de chapas estriadas en suelo para el transfer de Racks de Naves de inyección a exterior*
- *La superficie a cubrir sería de:*
 - *Longitud: 4.200 mm.*
 - *Ancho: 3.500 mm.*

Partidas que incluye esta oferta:

- 1- *Suministro de 4 chapas estriadas zincadas en formato 3.000 x 1.500 mm. y espesor 3/5*
- 2- *Tratamiento galvanizado plata de chapas para evitar corrosión*
- 3- *Taladrar y avellanar chapas*
- 4- *Mecanizado de taladros avellanados cada 400 mm. Aprox.*
- 5- *Suministro de espirros con tornillos avellanados para montaje de chapas*
- 6- *Montaje de chapas mediante tornillos espirrados al suelo*
- 7- *Ajuste y aseo de chapas “*

Descripción Coste	Importe
Importe Material	1.381,50 €
Importe Instalación + Tornillería	316,00 €
Importe TOTAL	1.697,50 €/Zona
Importe TOTAL GENERAL	15.277,50 €

Tabla 25. Coste oferta chapas metálicas. - Fuente: Gaequip (2021)

Descripción de la oferta de las losetas de PVC por parte del proveedor Fortelock mediante el intermediario Juvalcesa:

Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal	Imp. %	Total
Loseta fortelock 2020 gris precio mt2	135,5	33,15 €	4491,83 €	IVA 21%	5435,11 €
Rampa color amarillo acabado reciclado	135	6,30 €	850,50 €	IVA 21%	1029,11 €
Esquinera color negro acabado piel	18	6,40 €	115,20 €	IVA 21%	139,39 €
Esquinera color amarillo acabado piel	18	6,70 €	120,60 €	IVA 21%	154,93 €
Rampa color negro acabado reciclado	135	3,45 €	870,75 €	IVA 21%	1053,61 €

Tabla 26. Desglose coste oferta losetas PVC. - Fuente: Juvalcesa (2021)

Base imponible	Impuesto %	Base Impuesto	Cuota Impuesto	Total
6448,88 €	IVA 21 %	6448,88 €	1354,26 €	7803,14 €

Tabla 27. Coste total losetas PVC. - Fuente: Juvalcesa (2021)

Después de conocer los materiales y sus prestaciones, se decide confiar en el proveedor de losetas de PVC debido principalmente a dos factores:

- Precio más económico.
- Mantenimiento más sencillo.
- Posibilidad de cambiar las losetas de una manera muy sencilla.

Con el dimensionado y la oferta se compró un lote que presentaba las losetas con un acabado de cuero, tan sólo faltaba la cola que se necesitaba para realizar la unión del material con el suelo y ya se podrían montar las zonas de transferencia.

El **payback** de este apartado es una estimación debido a que se realizaría en función de las veces que se reparase la zona afectada, lo cual no es un término fácilmente determinable. Este hecho es debido a la magnitud de la reparación, no es lo mismo cambiar la pintura del suelo que ha saltado que cimentar de nuevo porque el cemento se encuentra deteriorado. Así pues y de modo estimativo, se dimensiona un payback hipotético en el que las superficies se debiesen pintar 1 vez al año de pintura industrial azul, la cual tiene un precio de aproximadamente 150 € para 15 kilogramos (catalizador, rodillos y cubetas incluidos).

De este modo, para reparar 9 zonas, se necesitarían 4 botes de pintura (600 € en materiales) más las horas de mantenimiento necesarias (8 horas a 10 € la hora 80€), lo que supondría 680 € anuales. Este supuesto es sin contemplar problemas que pudiesen ocasionar los racks en el cemento, lo que supondría realizar una obra en planta e inutilizar dicho paso.

Dividiendo el total del precio de las losetas (7800 €) entre el dinero de pintar anualmente (680 €), se obtendría un payback teórico de aproximadamente 11 años. Estos cálculos son aproximados debido a que mantenimiento no guarda un historial de reparaciones sobre los conceptos de los que se está hablando. Cabe destacar que, si alguna zona de transferencia sufriese algún golpe más importante y se debiese recurrir a obra, el payback se vería considerablemente reducido.

6.4 Ahorro que suponen las modificaciones en la nave externa Solyman

En primer lugar, se van a desglosar las modificaciones, obras y cambios que se han llevado a cabo en la nave. Después, se enumerarán los materiales y el ahorro que supone la modificación de su lugar de stock o sus nuevos flujos. Se comienza pues por los costes:

➔ Costes

- Obra de modificación de la pared interior para liberar espacio.

- Modificación de la rampa.
- Modificación del muro y valla de la entrada para facilitar la entrada al camión.

Los costes de dicha obra, como se ha comentado anteriormente, los acomete el propietario, debido a que Plastic Omnium no es propietario de la nave. Sin embargo, la modificación del muro exterior, debe de hacerla la empresa y ocuparse de sus costes.

La obra de modificación de dicha nave supuso un desembolso cercano a 15.000 €, los cuales pasarían a formar parte del presente proyecto como un concepto de coste.

Mientras que el ahorro se analiza en el siguiente punto del presente capítulo 6.

6.5 Explicación y desglose factura AZA

El ahorro viene de retirar m2 del almacén externo, lo cual ahorra alquiler de espacio y las operaciones de entrada y salida. El almacén externo, AZA, cobra por metro cuadrado almacenado y por movimientos, tanto de entrada como de salida. Para dicho análisis se va a utilizar una factura mensual, en concreto del mes de febrero, el cual reportó un total de coste de almacenaje de casi 12.000 euros, sumando un total de más de 54.000 huecos (AZA contempla como hueco cada 1.2x1 metros, tanto en suelo como en altura). Para sacar el importe, es necesario conocer que cada hueco supone un coste de almacenaje diario de 0,22 € al día.

Mes	Fecha	Tipo	Huecos	Importe €
202102	2021-02-01	A	2540	558,8
202102	2021-02-02	A	2426	533,72
202102	2021-02-03	A	2271	499,62
202102	2021-02-04	A	2192	482,24
202102	2021-02-05	A	2040	448,8
202102	2021-02-06	A	2032	447,04
202102	2021-02-07	A	2032	447,04
202102	2021-02-08	A	2195	482,9
202102	2021-02-09	A	2057	452,54
202102	2021-02-10	A	2084	458,48
202102	2021-02-11	A	1968	432,96
202102	2021-02-12	A	1947	428,34
202102	2021-02-13	A	1878	413,16
202102	2021-02-14	A	1886	414,92
202102	2021-02-15	A	2085	458,7
202102	2021-02-16	A	2165	476,3
202102	2021-02-17	A	1993	438,46
202102	2021-02-18	A	1938	426,36
202102	2021-02-19	A	1930	424,6
202102	2021-02-20	A	1784	392,48
202102	2021-02-21	A	1800	396
202102	2021-02-22	A	1822	400,84

202102	2021-02-23	A	1774	390,28
202102	2021-02-24	A	1890	415,8
202102	2021-02-25	A	1973	434,06
202102	2021-02-26	A	1805	397,1
202102	2021-02-27	A	1658	364,76
Total			54165	11.916,30 €

Tabla 28. Factura AZA. - Fuente: AZA (2021)

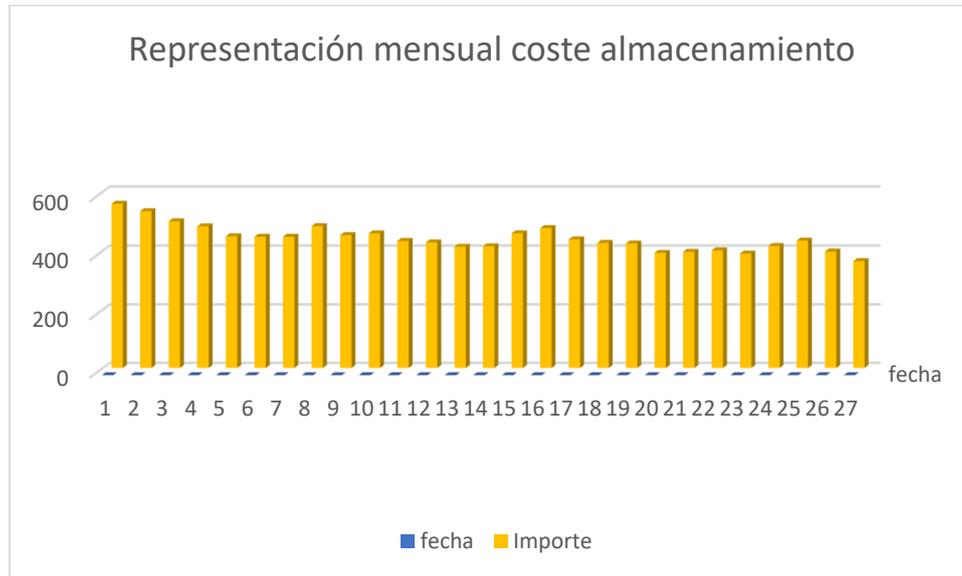


Tabla 29. Desglose factura AZA por días dentro del mes. - Fuente: AZA (2021)

Con un promedio de 411, 35 € al día.

Posteriormente se unirán los ahorros en metros cuadrados y movimientos con los materiales, a continuación, se exponen los materiales que formarán parte de la nave además de los componentes ya enumerados (Dogbone y Styling Kit), debido ellos solos no saturan la nave.

6.6 Búsqueda de materiales para almacenar en Solyman

Utilizando la factura de AZA para realizar un análisis de los materiales que se pueden sacar del almacén, se permite mediante los filtros “UltimaEntrada” y “UltimaSalida” filtrar los elementos sin rotación. Dicho filtro resultó ser un movimiento más de 5s y no de optimización de espacio, dado que los materiales que encontramos se correspondían con material o componentes obsoletos.

Posterior a la utilización de los filtros, se acudió a filtrar por movimientos, encontrando así una granza la cual tiene mucha rotación y ocupa mucho espacio. Una vez se decidió mover dicha referencia, apareció el problema de si moverla en su totalidad o sólo parcialmente. El tema de que la misma referencia comparta ubicaciones desde el punto de vista del control de stock es negativo, debido a que se deben de visitar distintos

lugares cuando se desea inventariar. Así pues, si se desea mover la granza debe de ser la totalidad de ella para que no comparta ubicaciones.

La granza Citsalp (nombre del proveedor) se utiliza en muchos componentes actualmente, de hecho, cada semana se recibe en octavines la cantidad de aproximadamente 15 / 20 toneladas. En el futuro se introducirá en silos, pero en el marco temporal de este trabajo esta opción no es viable.

6.6.1 Listado por material

Partiendo del dato del volumen total de acopio que se ha comentado arriba que soporta legalmente la nave, se va a dimensionar respecto al espacio y a la carga de fuego la cantidad de materiales a almacenar.

Para ello contamos con los siguientes materiales que se cambian de almacén. En la nave de Solyman habrá más materiales pero que no vienen de AZA, sino que alguno pasan de ubicarse en planta a ubicarse en Solyman.

- Granza: se comienza a almacenar en Solyman para generar un ahorro en AZA. Ocupa mucho volumen y genera un coste excesivo ya que se sirve a planta de una manera casi diaria.
- Componentes (Dogbones y SK): al liberar tareas de la saturación de los operarios de inyección y ante la imposibilidad de servicio por parte de otro operario, sumado al poco o nulo espacio en planta, se rediseña el flujo y se deben almacenar en Solyman. De una manera indirecta se genera un ahorro en AZA considerable.
- Stock de seguridad del Mondeo: ubicado actualmente en planta pasa a ubicarse en Solyman
- Eurobines suministrados por Ford, se liberará espacio en el patio y en AZA para almacenar en Solyman, de esta manera se genera un ahorro siempre y cuando se pueda cumplir el flujo de suministro a planta sin crear una rotura de stock.
- Expedición de Raben, traslados de material desde PLASTIC OMNIUM Valencia a un almacén en Duisburg con intención de vender recambios en Europa.
- Mover cosas desde planta como el Styling Kit crea un hueco que se va a organizar para la expedición y gestión del embalaje vacío por parte de Ford, que en el momento del análisis lo gestionaba Ford. Dicho ahorro se considera parte del proyecto también, dado que se pasará a gestionar los 2 camiones diarios desde planta en vez de desde el almacén externo.

6.6.2 Componentes, Códigos 5

La descripción de los componentes que se van a llevar a Solyman, a los que anteriormente se ha hecho referencia como Dogbone o Extensiones, son los siguientes:

- 50029289: CVR REAR BUMPER EXT SEDAN MIC DOGBONE HIDDEN
- 50029311: CVR REAR BUMPER EXT WAGON MIC DOGBONE
- 50029332: CVR REAR BUMPER EXT SEDAN PAINTED DOGBONE HIDDEN
- 50029333: CVR REAR BUMPER EXT SEDAN PAINTED DOGBONE DUAL

- 50029334: CVR REAR BUMPER EXT WAGON PAINTED DOGBONE
- 50029655: REAR.BMPR.LWR.SDN.HIDEN.MIC-DS7317A894J
- 50029656: REAR.BMPR.LWR.SDN.HIDEN.MIC-DS7317A894S
- 50039564: INY LM2B 17E898 AB FR FSC ENER ABSO

Mediante la factura de AZA se expone el desglose de los costes que suponen en función del hueco ocupado en 1 mes:

Referencia para mes 1	Precio	Referencia para mes 2	Precio
50029289	0,22 €	50029289	15,84 €
50029311	0,44 €	50029307	5,94 €
50029332	22,00 €	50029311	12,10 €
50029333	0,22 €	50029332	35,64 €
50029334	119,46 €	50029333	11,88 €
50029655	197,12 €	50029334	81,18 €
50029656	159,28 €	50029655	169,18 €
50039564	0,88 €	50029656	259,60 €
Total	499,62 €	Total	591,36 €

Tabla 30. Desglose de costes por almacenaje en AZA de los componentes del rediseño de flujos. - Fuente: AZA (2021)

Dado que se ha expuesto el coste que suponen 2 meses aleatorio se va a realizar una media de ambos antes de continuar con los cálculos. La media del almacenaje de las referencias que se han estipulado anteriormente es de 545,49 €. Como se puede observar, en los dos meses no existen las mismas referencias almacenadas, dado que algunas se ensamblan en vehículos low-runner los cuales no tienen mucha demanda. Debido a este hecho, tanto el molde de inyección como las piezas que se ensamblan en las pieles de los parachoques, no se encuentran en fábrica mucho tiempo, sino que aparecen tan solo los meses que hay producción.

El coste de AZA viene del almacenaje unido a la salida y entrada de los materiales, se trata de un coste conjunto del que se deben analizar todas las partes. Exposición de las entradas y las salidas:

Análisis de 1 entrada al mes:

Fecha	Unidades	Importe	Origen
2021-04-13	1	1,28	PLASTIC OMNIUM BARCELONA
2021-04-13	4	5,12	PLASTIC OMNIUM BARCELONA
2021-04-13	18	23,04	PLASTIC OMNIUM BARCELONA
Total	23	29,44 €	

Tabla 31. Análisis del importe que suponen las entradas mensuales. - Fuente: AZA (2021)

Se prolonga para lo que serían 2 o 3 como máximo salidas al mes:

1 pedido al mes	29,44 €
2 pedidos al mes	58,88 €

3 pedidos al mes	88,32 €
-------------------------	----------------

Tabla 32. Extrapolación del coste mensual según pedidos. - Fuente: elaboración propia

Para las salidas se supone la media de 4 reposiciones a planta diarias como así se ha visto en los datos recopilados para el itinerario:

	Frecuencia diaria	Euros	Coste mensual (30 días)
Recepción diaria	4	1,28 €	153,6 €

Tabla 33. Coste según salida. - Fuente: AZA (2021)

Ahorro mensual	728,53 €
Ahorro mensual 2 pedidos	757,97 €
Ahorro mensual 3 pedidos	787,41 €

Tabla 34. Ahorro que supone mover dichos materiales a Solyman. - Fuente: elaboración propia

6.6.3 Gestión de vacíos

El desglose de la factura de AZA mensual recoge la gestión de vacíos diaria, por lo que no es necesario calcular ningún dato, pues ellos lo reportan mensualmente. Para dimensionar el ahorro se van a recoger varios meses y generar una media debido a que los vacíos dependen directamente de la demanda y su variabilidad.

Etiqueta de la fila	Suma de cantidades
S	589
E	805
Total general mes 1	1394 €

Tabla 35. Desglose factura sobre la gestión de vacíos, mes A. - Fuente: AZA (2021)

Etiqueta de la fila	Suma de cantidades
S	614
E	385
Total general mes 2	999 €

Tabla 36. Desglose factura sobre la gestión de vacíos, mes B. - Fuente: AZA (2021)

Lo que comporta una media mensual de 1196,5 €

6.6.4 Expedición Duisburg

El proceso con las expediciones a Alemania se debe de analizar de una manera más complicada debido a que los movimientos no venían desglosados en la factura y se encontraban implícitos respecto del total. Para comenzar se listaron todos los materiales que actualmente se envían al almacén situado en Duisburg:

Ref	Cantidad	Ud x embalaje	Pallet
40057494	12	4	3
40057495	8	4	2
40057496	4	4	1
40057497	4	4	1
40057500	8	4	2

40057504	12	4	3
40057505	16	4	4
40057506	20	4	5

Tabla 37. Resumen de la lista de materiales que se envían a Alemania. - Fuente: Documentación interna de la empresa (2021)

Esta tabla se trata de una muestra de todo el análisis, debido a que son muchos no se adjunta la tabla entera. La columna cantidad supone el número de piezas que ponen en el pedido que se sirve mensualmente, la columna unidad por embalaje se trata del número de piezas que caben por cada embalaje y la columna pallet supone el total de bultos que supone el envío de dicha referencia al mes.

El número total de pallets es de 157 unidades, ahora se procede a cuantificar el coste según su manipulación partiendo de la base de que almacenar un bulto de estas características suponen 0,13 € y expedirlo o darle entrada son 1,28 €.

- $157 \cdot 1.28 = 200,96$ € aproximadamente de expedir.
- $157 \cdot 1.28 = 200,96$ € aproximadamente de entrada.
- $157 \cdot 0.13 = 20,41$ € aproximadamente de almacenar.

Total=440 €

Suponiendo un ahorro total al derivar dichos materiales de un almacén externo como es AZA a uno propio como es Solyman de:

$757 + 1196 + 440 = 2393$ € mensuales

Por último, se va a realizar un resumen de los costes acometidos por logística, cabe destacar que no es un coste total del proyecto debido a que no se han compartido los valores económicos del software. También destacar que los cambios acometidos en la nave de Solyman suman una cifra que no se hizo pública por parte del departamento de Ingeniería.

Concepto	Valor	Descripción
Prototipo Plataforma	885 €	Coste
Obra Solyman	15000€	Coste
Zonas de transferencia	7803 €	Coste
Apiladores	1100 € / mes	Coste

Tabla 38. Resumen costes enumerados anteriormente. - Fuente: elaboración propia

Es importante comentar que, pese a que los apiladores suponen 1100 € al mes, sustituyen a las carretillas frontales de las que PLASTIC OMNIUM se va a deshacer del alquiler, quedando un balance final positivo (+ 380 €), puesto a que, al principio del proyecto, con las frontales en inyección, se pagaban 1480 € de alquiler mensual.

Si se suma el ahorro que suponen los apiladores al ahorro que se ha generado al remodelar la nave de Solyman y aprovecharla, se obtiene una cifra de: 3317 €. Teniendo unos costes de prácticamente 23.000 €, el payback resultante sería de casi 7 años. Cabe destacar que en dicho payback no se incluyen los costes que podrían haber llegado a ocasionar los desperfectos generados en el suelo por las zonas de transferencia.

Pese a que el payback es muy grande, se gana en seguridad de una manera significativa, lo que se traduce en confianza en los trabajadores hacia la empresa, esto se verá repercutido en su eficiencia y motivación.

Las conclusiones de acometer este proyecto no deben de ser puramente económicas, debido que lo que ha motivado principalmente este cambio es un motivo de seguridad. Para ninguna empresa la seguridad debe de tener precio, sin embargo, para sustentar los costes que conlleva este cambio, Plastic Omnium ha buscado ahorrar en almacenes exteriores y mediante un rediseño de los flujos.

El desarrollo del software, las horas de programación, el material de las zonas de transferencia y demás desembolsos que ha realizado la empresa, no van a recibir un payback directo y tangible, sin embargo, no tener un accidente por culpa de un medio de mantenimiento adecuado, no tiene precio. El crear un escenario de trabajo mucho más seguro se verá reflejado en la confianza de los trabajadores en la empresa, debido a que se puede ver como ha hecho un gran esfuerzo buscando su seguridad.

CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES

El Trabajo Fin de Grado ha sido realizado dentro de las instalaciones de la empresa Plastic Omnium Valencia, en dicho trabajo se ha hecho un análisis del escenario logístico inicial en la nave de inyección, para después de implementar unos cambios a nivel de seguridad, intentar mejorar las ineficiencias creadas.

El presente trabajo ha estado enfocado a atenuar los cambios que ha impuesto el departamento de seguridad a nivel logístico. Dichos cambios han afectado a aumento de saturación de los operarios, cambio de medios de manutención y rediseño de flujos de abastecimiento y almacenamiento.

Previamente al análisis de los problemas iniciales que impulsaban el cambio, se ha hecho una introducción de la empresa en cuanto a historia, clientes y productos. Luego se han enumerado sus almacenes y determinado el flujo de productos y mercancías que soportan en el escenario inicial.

El rediseño del flujo ha supuesto un aprovechamiento del espacio exhaustivo o una utilización de los movimientos tanto de los camiones que suministraban como de los medios de manutención cercano al 100%, hecho los cuales antes no eran tan trascendentes.

El tiempo de desarrollo del TFG ha coincidido, además de con la pandemia del COVID-19, con un paro en Ford hasta el nivel de quitar indefinidamente uno de sus tres turnos diarios, el de la noche. Estos hechos hacían que el presupuesto, ahorro y payback del proyecto cobrasen una importancia mayor debido a la incertidumbre futura. La realización del presente TFG es fruto de los años de estudio del Grado de Ingeniería en Organización Industrial sumado al tiempo en prácticas en la empresa Plastic Omnium.

Mediante los estudios de la UPV los cuales han supuesto conocimiento, herramientas o métodos de trabajo se han podido analizar las problemáticas de ambos escenarios, tanto el inicial como el final, pudiendo dar solución a problemas como el de la elección del medio de manutención y la problemática del embalaje cerrado o la percepción de los riesgos laborales en la planta de inyección, así como el rediseño de abastecimiento de componentes desde otra nave.

Cualquier aspecto teórico debe de constatarse en la realidad, en este caso, los conocimientos han servido de base para afrontar los problemas que ha podido presentar el sector de la automoción en una empresa como Plastic Omnium. La experiencia sobre el trabajo con fechas límites o contrarreloj, la toma de decisiones en lapsos de tiempo muy cortos, el ser capaz de anticiparse a problemas antes de implementar cualquier cambio son conceptos que completan la formación teórica de la UPV.

Se ha mostrado durante el TFG la trascendencia de un cambio implantado desde el departamento de seguridad. El autor ha debido de conceptualizar el problema y parametrizarlo para, paralelamente, buscar soluciones a un cambio inminente. Se han

realizado cálculos de saturaciones mediante toma de datos durante semanas, se ha plasmado el aprovechamiento y ocupación del espacio de un almacén, rediseño de flujos con nuevos medios de manutención o distribución de componentes desde otra nave como si se tratase de un proveedor más. Todas las decisiones nacían del departamento de logística respaldadas por todo el equipo y una vez se había llegado a un consenso, para después exponerla a los demás departamentos y finalmente al manager de planta.

Por otro lado, el análisis económico no se ha realizado sobre ningún elemento que vaya a reportar unos beneficios económicos directos, más allá del payback hipotético de las plataformas. Es un cambio dirigido plenamente a la seguridad de los operarios y trabajadores, donde se han realizado inversiones dirigidas, principalmente, a conseguir una eficiencia necesaria al poseer un medio de manutención más lento. En cierto modo, el funcionamiento perfecto del software puede traducirse en no contratar a un operario más en inyección, debido a que el software consigue no tener una saturación superior al 200 % (al superar el 200%, 2 operarios no darían servicio).

En lo que atañe a la empresa, se plasman los cambios que han ocurrido, los costes de implantación y las nuevas formas de trabajar mediante órdenes de trabajo o creación de nuevos flujos de trabajo. Era un proyecto que se estaba viendo demorado en el tiempo y que ha supuesto una inversión económica considerable en plena crisis del sector.

CAPÍTULO 8. BIBLIOGRAFÍA

- AZA (2021). **Consultas almacén externo**. Consultado 11 de Marzo de 2021 en <https://www.azalogistics.es>
- Cardós Carboneras, M (2021). **Apuntes de Diseño y Gestión del Almacenes**. Universitat Politècnica de València.
- Lewin, K (1947). **Diagrama campo de fuerzas represoras**. Consultado el 9 de Marzo de 2021 en <https://www.cerem.es/blog/las-fuerzas-de-kurt-lewin>
- Fortelock (2021). **Losetas industriales de PVC**. Consultado el 23 de Marzo de 2021 en <https://www.fortelock.es>
- Mauleón Torres, M. (2003) **Sistemas de almacenaje y picking**. Madrid, España: Díaz de Santos.
- Mira, J. y Soler, D. (2016). **Manual del transporte de mercancías**. Madrid, España: Marge books.
- Plastic Omnium (2021). Consultas de documentación interna de la empresa.
- Still (2021). **Apilador eléctrico**. Consultado el 23 de Marzo de 2021 en <https://www.still.es>
- Toyota (2021). **Apilador eléctrico**. Consultado el 24 de Marzo de 2021 en <https://toyota-forklifts.es>