



Universidad de Valladolid



Escuela de Ingenierías Industriales



TRABAJO FIN DE MÁSTER

**Estandarización de la recogida del
material utilizado para la formación
Justo a Tiempo Avanzado en la Escuela
Lean**

Autor:

de la Hera Criado, Natalia

Tutor:

Gento Municio, Ángel Manuel
Valladolid, Septiembre de 2019





AGRADECIMIENTOS

Dedicado a todos los alumnos que he formado en la Escuela Lean. Porque sean muchos más dentro y fuera de esta Escuela. También se lo dedico a aquellas personas que me han enseñado y han apostado por mí en el ámbito de la formación.

Espero que este proyecto sirva para dar un paso más en la Escuela Lean y así facilitar en la medida de lo posible el trabajo a todos los que allí dedican su tiempo.





Resumen y palabras clave

La Escuela Lean es un espacio formativo que simula un entorno industrial y que permite acercar a los alumnos al ambiente de trabajo que se crea en las organizaciones, así como a personas que trabajan ya en fábricas aprender en un entorno parecido.

La formación por excelencia en la Escuela Lean es la de Justo a Tiempo Avanzado. Por esta formación han pasado muchos grupos de personas de Renault, de otras empresas y alumnos de la UVa. Debido a la gran demanda que tiene esta formación, hay que ser muy ágiles al recolocar toda la Escuela Lean para la siguiente formación, además de por no invertir más tiempo del debido, puesto que es una tarea totalmente necesaria pero que no añade valor.

Por ello ha nacido este Trabajo Fin de Máster, ante la necesidad de optimizar al máximo la tarea de la recolocación de todo el material utilizado en la formación, tanto para iniciar la misma de nuevo, como para la tarea de guardar todo el material para iniciar una formación totalmente distinta. Además, cualquier persona desconocedora de la recogida de este material, será capaz de leer este documento y aprender a realizarlo, y, practicando y siendo riguroso será capaz de realizar esta tarea en un 30% menos de tiempo que el que sería empleado por cualquier persona que no siga un estándar de trabajo.

Palabras clave: Escuela Lean, estándar, Justo a Tiempo, formación, material (estanterías, mesas, cajas, producto, etc.).

Abstract

Lean School is a training place that simulates an industrial environment and allows to show to the students the work environment in the companies. It is useful for people who work in a factory too.

The main training of Lean School is the Just In Time Advanced. This training has been done by students of UVa, Renault workers or workers of other companies. Due to the demand of this, it is necessary to place the entire school quickly between trainings. In addition, trying not use more time than the necessary, due to is an operation which does not add value.

For this reason, this TFM has been created. Needing to optimize at maximum the placement of all the elements for restart this training or start another one. Finally, anyone who does not know how to save or place the elements will be able to do it following this file. Even if the instructions are tracking rigorously, the task will be done using a 30% less of time than a person who does not use a standard.

Keywords: Lean School, standard, Just In Time, training, elements (racks, tables, boxes, product).





Índice

Resumen y palabras clave	5
Abstract.....	5
Índice.....	7
Índice de Figuras.....	11
Índice de Tablas	19
Introducción	21
Antecedentes.....	21
Motivación	22
Objetivos y alcance.....	23
Estructura del documento	24
Abreviaturas	27
Capítulo 1. Escuela Lean.....	29
1.1. <i>Colaboración universidad empresa entre UVa y Renault- Nissan Consulting</i> 29	
1.1.1. Universidad de Valladolid	29
1.1.2. Renault	29
1.1.3. Renault-Nissan Consulting	30
1.1.4. Colaboración entre la universidad y la empresa.....	31
1.1.5. Colaboración entre Renault y la Universidad de Valladolid	32
1.2. <i>Qué es y qué objetivos tiene la Escuela Lean.....</i>	33
1.3. <i>Espacios cedidos y transformación hacia la actual Escuela Lean.....</i>	34
1.4. <i>Productos Escuela Lean.....</i>	38
1.4.1. Coche	38
1.4.2. Solectron	40
1.5. <i>Formación sobre Justo a Tiempo Avanzado</i>	43
1.5.1. Situación inicial.....	43
1.5.2. Primera producción	48
1.5.3. Segunda producción.....	50
1.5.4. Tercera producción.....	51



Capítulo 2. Estandarización	55
2.1. <i>Qué es el Lean Manufacturing</i>	56
2.1.1. Origen del Lean Manufacturing	56
2.2. <i>Los cinco principios del Lean Thinking</i>	60
2.3. <i>Los 7+2 despilfarros</i>	62
2.4. <i>Herramientas del Lean Manufacturing.....</i>	66
2.4.1. Las 5 S	66
2.4.2. Gestión visual	69
2.4.3. VSM.....	70
2.4.4. Cartografía.....	71
2.4.5. Flujograma.....	73
2.4.6. Aleas y frecuencias.....	73
2.5. <i>Qué es la estandarización</i>	74
2.5.1. Objetivos de la estandarización.....	74
2.5.2. Ventajas de la estandarización.....	75
2.5.3. Aspectos necesarios básicos para estandarizar adecuadamente	75
2.5.4. Factores que deben determinar una operación estándar	75
2.5.5. Principios de economía de movimientos	76
2.5.6. Formación en tres etapas	77
Capítulo 3. Estandarización en la Escuela Lean	79
3.1. <i>Causas de estandarizar las formaciones impartidas en la Escuela Lean..</i>	79
3.2. <i>Objetivos de estandarizar las formaciones impartidas en la Escuela Lean</i>	80
3.3. <i>Estandarización de la recogida del material utilizado en la formación Justo a</i> <i>Tiempo Avanzado</i>	80
3.3.1. Recoger el material	80
3.3.2. Colocar el material para ponerlo en producción inicial	97
3.3.3. Guardar el material en el almacén porque se va a impartir otra formación distinta	130
3.4. <i>Reducción del tiempo debido a la estandarización de la recogida del material</i> <i>utilizado para la formación de Justo a Tiempo Avanzado</i>	155
3.4.1. Resumen de las actividades a llevar a cabo en los dos casos que se pueden dar	156
3.4.2. Etapas principales y tiempos: Recoger el material	157



3.4.3. Etapas principales y tiempos: Colocar el material para ponerlo en primera producción.....	158
3.4.4. Etapas principales y tiempos: Guardar el material en el almacén porque se va a impartir otra formación distinta.....	159
3.4.5. Resultado de la optimización de tiempos	160
Capítulo 4. Estudio Económico	161
4.1. <i>Introducción</i>	161
4.2. <i>Jerarquía</i>	161
4.3. <i>Etapas de desarrollo</i>	162
4.4. <i>Estudio económico</i>	163
4.4.1. Horas efectivas anuales y tasas horarias de personal	164
4.4.2. Cálculo de amortizaciones para el equipo informático	165
4.4.3. Coste de material consumible	166
4.4.4. Costes indirectos	166
4.4.5. Horas de personal dedicadas a cada fase del proyecto	167
4.5. <i>Costes asignados a cada fase del proyecto</i>	167
4.5.1. Etapa cero: Necesidad encontrada	167
4.5.2. Etapa uno: Planificación inicial	168
4.5.3. Etapa dos: Recopilación de información	168
4.5.4. Etapa tres: Creación del proyecto	169
4.6. <i>Cálculo del coste total</i>	169
Conclusiones	171
Líneas futuras	172
Referencias	173





Índice de Figuras

Ilustración 1.1 Logo de la Universidad de Valladolid	29
Ilustración 1.2 Logo actual de la compañía Renault.....	30
Ilustración 1.3 Logo de la empresa Renault-Nissan Consulting	30
Ilustración 1.4 Aula Renault-Nissan Consulting	32
Ilustración 1.5 Aula Renault-Nissan Consulting	32
Ilustración 1.6 Sede Francisco Mendizábal	33
Ilustración 1.7 Situación inicial, vista dirección norte.....	35
Ilustración 1.8 Situación inicial, vista dirección oeste	35
Ilustración 1.9 Situación inicial, vista dirección oeste	35
Ilustración 1.10 Situación final, dirección sur	36
Ilustración 1.11 Escuela Lean	36
Ilustración 1.12 Almacén de la Escuela Lean.....	37
Ilustración 1.13 Estantería móvil de la Escuela Lean	37
Ilustración 1.14 Estantería fija de la Escuela Lean.....	38
Ilustración 1.15 Pick-up todoterreno verde	38
Ilustración 1.16 Monovolumen normal azul	39
Ilustración 1.17 Carteles seguridad	39
Ilustración 1.18 Piezas coche.....	40
Ilustración 1.19 Solectron	41
Ilustración 1.20 Base tipo A.....	41
Ilustración 1.21 Base tipo B.....	41
Ilustración 1.22 Capa 1 y 3 del Solectron	41
Ilustración 1.23 Capa 2 y 4 del Solectron	42
Ilustración 1.24 Piezas Solectron	42
Ilustración 1.25 Epsilon	44
Ilustración 1.26 Operaciones realizadas en los puestos de montaje	44
Ilustración 1.27 RecyClean	45
Ilustración 1.28 Máquina de mecanizado	45
Ilustración 1.29 Línea de montaje	46



Ilustración 1.30 Línea de reciclaje	46
Ilustración 1.31 Estantería de un puesto de trabajo de la Escuela Lean	47
Ilustración 1.32 Lavadora de la Escuela Lean.....	48
Ilustración 1.33 Ejemplo lotes	48
Ilustración 1.34 Nuevos colores	52
Ilustración 1.35 Lotes unitarios.....	53
Ilustración 1.36 Kit completo	53
Ilustración 2.1 Estándar, cuña de la mejora continua.....	55
Ilustración 2.2 Taiichi Ohno	57
Ilustración 2.3 Frederick Taylor	57
Ilustración 2.4 W.A. Shewart	58
Ilustración 2.5 Henry Ford	58
Ilustración 2.6 Shingeo Shingo.....	58
Ilustración 2.7 Sistema de Producción Toyota	59
Ilustración 2.8 Libro Lean Thinking.....	60
Ilustración 2.9 Siete despilfarros	62
Ilustración 2.10 El nivel de inventario y los despilfarros	65
Ilustración 2.11 5S en japonés y en español.....	67
Ilustración 2.12 El antes de la aplicación de 5S a parte del material de la Escuela Lean	68
Ilustración 2.13 El después de la aplicación de 5S a parte del material de la Escuela Lean	69
Ilustración 2.14 Tablero hora por hora	69
Ilustración 2.15 Ejemplo de gestión visual en la Escuela Lean	70
Ilustración 2.16 VSM formación JIT en la Escuela Lean	71
Ilustración 2.17 Cartografía de superficie de la formación JIT en la Escuela Lean	72
Ilustración 2.18 Cartografía de mantenimiento de la formación JIT en la Escuela Lean	72
Ilustración 2.19 Cartografía de producto de la formación JIT en la Escuela Lean	73
Ilustración 2.20 Flujograma de la formación JIT en la Escuela Lean	73
Ilustración 2.21 Análisis de operaciones no cíclicas en la formación JIT de la Escuela Lean	74
Ilustración 2.22 Ejemplo de operación estándar	76
Ilustración 3.1 Lay out de la tercera producción	81



Ilustración 3.2 Material sobrante en la tercera producción	81
Ilustración 3.3 Material sobrante en la tercera producción	82
Ilustración 3.4 Lavadora tras finalizar la tercera producción	82
Ilustración 3.5 Kit con las piezas correspondientes a un Solectron completo	83
Ilustración 3.6 Estanterías que representan el cliente.....	83
Ilustración 3.7 Bandeja de tres Solectrones	84
Ilustración 3.8 Lavadora utilizada en la tercera producción completa	84
Ilustración 3.9 Distribución de bacs con sectores en la lavadora de la tercera producción.....	85
Ilustración 3.10 Contenedores que contienen los kits con todos los kits guardados	85
Ilustración 3.11 Lay out de los contenedores que contienen los kits durante la tercera producción.....	86
Ilustración 3.12 Ubicación de los kits dentro del almacén	86
Ilustración 3.13 Bacs con los cuatro tipos de insertos (en orden: ovalados, rectangulares, hexagonales y circualres) y con tornillos	87
Ilustración 3.14 Destornilladores y tarjetas kanban en el almacén.....	87
Ilustración 3.15 Colocación ordenada de todos los sectores	88
Ilustración 3.16 Bac con cinco sectores y caja con dos sectores.....	89
Ilustración 3.17 Número total de sectores de cada tipo.....	89
Ilustración 3.18 Cajas con producto intermedio colocadas en la estantería	90
Ilustración 3.19 Cajas con producto intermedio	90
Ilustración 3.20 Caja con producto intermedio de reciclaje	91
Ilustración 3.21 Caja con producto intermedio de montaje.....	91
Ilustración 3.22 Bandeja con cuatro Solectrones	92
Ilustración 3.23 Clasificadores utilizados para almacenar las tarjetas identificadoras de producto	92
Ilustración 3.24 Estado de referencia de la colocación de las tarjetas en el tarjetero	93
Ilustración 3.25 Lavadora utilizada en las producciones uno y dos, después de ser utilizada en ambas producciones	93
Ilustración 3.26 Etiquetas de la lavadora.....	94
Ilustración 3.27 Lavadora utilizada en la producción uno y dos, completa	94
Ilustración 3.28 Distribución de bacs con sectores en la lavadora de la primera y segunda producción	95



Ilustración 3.29 Situación en el lay out de la lavadora utilizada en las producciones una y dos.....	95
Ilustración 3.30 Bacs con sectores ordenados y nivelados	96
Ilustración 3.31 Bacs vacíos de las líneas de montaje y reciclaje	97
Ilustración 3.32 Bacs con piezas y bacs vacíos. Suman el total de bacs utilizados en las líneas de montaje y reciclaje.....	97
Ilustración 3.33 Lay out de la línea de reciclaje.....	98
Ilustración 3.34 Lay out de la línea de montaje	99
Ilustración 3.35 Lay out de la primera producción	99
Ilustración 3.36 Lay out de la primera producción	100
Ilustración 3.37 Mesas utilizadas por los logísticos	100
Ilustración 3.38 Puesto de trabajo de la segunda producción	101
Ilustración 3.39 Puesto cinco de la línea de reciclaje	101
Ilustración 3.40 Puesto de mecanizado tras la tercera producción	102
Ilustración 3.41 Centro de mecanizado preparado para la producción uno	103
Ilustración 3.42 Mesa con material de entrada al mecanizado.....	103
Ilustración 3.43 Parte del stock de salida del centro de mecanizado	104
Ilustración 3.44 Todo el stock de salida del centro de mecanizado.....	104
Ilustración 3.45 Denominación de las cajas que contienen el stock de la salida del mecanizado	105
Ilustración 3.46 Denominación de las cajas que contienen el stock de la salida del mecanizado	105
Ilustración 3.47 Cajas con bases de las mesas utilizadas por los logísticos	106
Ilustración 3.48 Mesas utilizadas por los logísticos.....	106
Ilustración 3.49 Mesa con bases mecanizadas en la entrada de la línea de montaje	107
Ilustración 3.50 Mesa con bases utilizadas en la salida de la línea de reciclaje ..	107
Ilustración 3.51 Mesa con todo el producto intermedio correspondiente a la línea de montaje	108
Ilustración 3.52 Mesa con todo el producto intermedio correspondiente a la línea de reciclaje	108
Ilustración 3.53 Esquema de la colocación de las cajas de producto intermedio en las líneas de montaje y reciclaje.....	109
Ilustración 3.54 Producto intermedio de P4-P5 en la línea de montaje y de P1-P2 en la línea de reciclaje.....	109



Ilustración 3.55 Producto intermedio de P3-P4 en la línea de montaje y de P2-P3 en la línea de reciclaje.....	110
Ilustración 3.56 Producto intermedio de P2-P3 en la línea de montaje y de P3-P4 en la línea de reciclaje.....	110
Ilustración 3.57 Producto intermedio de P1-P2 en la línea de montaje y de P4-P5 en la línea de reciclaje.....	111
Ilustración 3.58 Sectores correspondientes al puesto dos de reciclaje	112
Ilustración 3.59 Sectores correspondientes al puesto tres de reciclaje	112
Ilustración 3.60 Puesto dos de reciclaje con el material correspondiente	113
Ilustración 3.61 Puesto tres de reciclaje con el material correspondiente	113
Ilustración 3.62 Sectores correspondientes al puesto cuatro de reciclaje	114
Ilustración 3.63 Sectores correspondientes al puesto cinco de reciclaje.....	114
Ilustración 3.64 Puesto cuatro de reciclaje con el material correspondiente	115
Ilustración 3.65 Puesto cinco de reciclaje con el material correspondiente.....	115
Ilustración 3.66 Sectores correspondientes al puesto uno de reciclaje	116
Ilustración 3.67 Sectores correspondientes al puesto dos de reciclaje	116
Ilustración 3.68 Puesto uno de montaje con el material correspondiente	117
Ilustración 3.69 Puesto dos de montaje con el material correspondiente.....	117
Ilustración 3.70 Sectores correspondientes al puesto tres de reciclaje	118
Ilustración 3.71 Sectores correspondientes al puesto cuatro de reciclaje	118
Ilustración 3.72 Puesto tres de montaje con el material correspondiente	119
Ilustración 3.73 Puesto cuatro de montaje con el material correspondiente	119
Ilustración 3.74 Bandeja con Solectrones en la entrada de la línea de reciclaje..	120
Ilustración 3.75 Los cuarenta bacs vacíos necesarios para las líneas de montaje y reciclaje	121
Ilustración 3.76 Bacs vacíos pertenecientes a los puestos uno y dos de la línea de montaje	121
Ilustración 3.77 Bacs vacíos pertenecientes a los puestos tres y cuatro de la línea de montaje.....	122
Ilustración 3.78 Bacs vacíos colocados en uno de los puestos de la línea de montaje	122
Ilustración 3.79 Bacs vacíos colocados en el puesto cuatro de la línea de montaje	123
Ilustración 3.80 Bacs vacíos en el último puesto de la línea de reciclaje	123
Ilustración 3.81 Sectores utilizados en los dos carros logísticos	124



Ilustración 3.82 Carro logístico de la entrada a la lavadora.....	124
Ilustración 3.83 Carro logístico de la salida a la lavadora	125
Ilustración 3.84 Gráfico con el estado de referencia de los tarjeteros en los carros logísticos para la primera producción.....	125
Ilustración 3.85 Tarjetas del último puesto de reciclaje	126
Ilustración 3.86 Gráfico con el estado de referencia de los tarjeteros de los puestos de trabajo de la línea de reciclaje para la primera producción	126
Ilustración 3.87 Estado de referencia de los puestos dos y cuatro de la línea de montaje	127
Ilustración 3.88 Estado de referencia de los puestos uno y tres de la línea de montaje	127
Ilustración 3.89 Estado de referencia de los puestos dos y cuatro de la línea de reciclaje	128
Ilustración 3.90 Estado de referencia de los puestos tres y cinco de la línea de reciclaje	128
Ilustración 3.91 Estado final de la línea de montaje	129
Ilustración 3.92 Estado final de la línea de reciclaje.....	129
Ilustración 3.93 Almacén de la Escuela Lean.....	130
Ilustración 3.94 Parte izquierda de la estantería del almacén	131
Ilustración 3.95 Parte derecha de la estantería del almacén.....	131
Ilustración 3.96 Bacs con sectores correspondientes al puesto dos de reciclaje .	132
Ilustración 3.97 Bacs con sectores correspondientes al puesto tres de reciclaje .	132
Ilustración 3.98 Bacs con sectores correspondientes a los puestos dos y tres de reciclaje, colocados en la estantería del almacén	133
Ilustración 3.99 Bacs con sectores correspondientes al puesto cuatro de reciclaje	133
Ilustración 3.100 Bacs con sectores correspondientes al puesto cinco de reciclaje	134
Ilustración 3.101 Bacs con sectores correspondientes al puesto uno de montaje	134
Ilustración 3.102 Bacs con sectores correspondientes al puesto dos de montaje	135
Ilustración 3.103 Bacs con sectores colocados en la estantería del almacén.....	135
Ilustración 3.104 Bacs con sectores correspondientes al puesto tres de montaje	136
Ilustración 3.105 Bacs con sectores correspondientes al puesto cuatro de montaje	136
Ilustración 3.106 Bacs con sectores colocados en la estantería del almacén.....	137



Ilustración 3.107 Conjunto de bacs que conforman el primer bloque colocado en la estantería del almacén	137
Ilustración 3.108 Conjunto de bacs que conforman el segundo bloque colocado en la estantería del almacén	138
Ilustración 3.109 Bacs con sectores correspondientes al carro logístico de salida	138
Ilustración 3.110 Bacs con sectores correspondientes al carro logístico de entrada	138
Ilustración 3.111 Bacs colocados en la estantería del almacén	139
Ilustración 3.112 Bacs colocados en la estantería del almacén	139
Ilustración 3.113 Bacs colocados en la estantería del almacén	140
Ilustración 3.114 Conjunto de bacs que conforman parte del tercer bloque colocado en la estantería del almacén	140
Ilustración 3.115 Bacs vacíos con etiquetas correspondientes a los puestos uno y dos de la línea de montaje	141
Ilustración 3.116 Bacs vacíos con etiquetas correspondientes a los puestos tres y cuatro de la línea de montaje	141
Ilustración 3.117 Bacs colocados en la estantería del almacén	142
Ilustración 3.118 Bacs colocados en la estantería del almacén	142
Ilustración 3.119 Bacs vacíos correspondientes a la línea de reciclaje	143
Ilustración 3.120 Etiquetas, fundas y carteles de todos los puestos de las líneas de montaje y reciclaje.....	143
Ilustración 3.121 Bacs colocados en la estantería del almacén	144
Ilustración 3.122 Estantería del almacén con todos los bacs correspondientes a las líneas de montaje y reciclaje	144
Ilustración 3.123 Cajas con producto intermedio de la línea de montaje	145
Ilustración 3.124 Cajas con producto intermedio de la línea de montaje	145
Ilustración 3.125 Cajas con producto intermedio colocadas en la estantería del almacén.....	146
Ilustración 3.126 Cajas con producto intermedio de la línea de reciclaje	146
Ilustración 3.127 Cajas con producto intermedio de la línea de reciclaje	147
Ilustración 3.128 Cajas con bases pertenecientes a la salida del mecanizado	147
Ilustración 3.129 Cajas con bases pertenecientes a la salida del mecanizado	148
Ilustración 3.130 Cajas con bases pertenecientes al puesto de entrada de montaje	148
Ilustración 3.131 Cajas con bases pertenecientes al puesto de salida de reciclaje y a los carros logísticos	149



Ilustración 3.132 Cajas con bases y producto intermedio colocadas en la estantería del almacén	149
Ilustración 3.133 Bases y producto intermedio y final colocadas en la estantería del almacén.....	150
Ilustración 3.134 Bacs pequeños vacíos y con insertos y tornillos.....	150
Ilustración 3.135 Bacs vacíos y con material, y tarjeteros llenos	151
Ilustración 3.136 Carteles de un puesto de la línea de montaje	151
Ilustración 3.137 Bacs con etiquetas y sus fundas.....	152
Ilustración 3.138 Material colocado en el medio de la estantería del almacén.....	152
Ilustración 3.139 Material colocado en el medio de la estantería del almacén.....	153
Ilustración 3.140 Todo el material correspondiente a la estantería del almacén ..	153
Ilustración 3.141 Cajas que contienen kits, situadas sobre la estantería del almacén	154
Ilustración 3.142 Lavadora de primera y segunda producción (primer plano) y lavadora de tercera producción (al fondo), dentro del almacén.....	154
Ilustración 3.143 Estanterías portabandejas y pizarras kanban, dentro del almacén	155
Ilustración 3.144 Resumen de los posibles caminos.....	156
Ilustración 3.145 Operación de recoger el material	157
Ilustración 3.146 Operación de colocar el material para ponerlo en producción inicial	158
Ilustración 3.147 Operación de guardar el material en el almacén porque se va a impartir otra formación	159
Ilustración 3.148 Porcentaje de ahorro de tiempo cuando hay que colocar el material para ponerlo en producción inicial.....	160
Ilustración 3.149 Porcentaje de ahorro de tiempo cuando hay que guardar el material en el almacén porque se va a impartir otra formación distinta	160



Índice de Tablas

Tabla 4.1 Horas efectivas anuales	164
Tabla 4.2 Semanas efectivas anuales.....	164
Tabla 4.3 Coste del Equipo de Proyecto	165
Tabla 4.4 Costes y amortización total y anual del equipo informático para la parte de desarrollo del proyecto	165
Tabla 4.5 Costes y amortización total y anual del equipo informático para la parte de edición del proyecto	166
Tabla 4.6 Cotes de material consumible	166
Tabla 4.7 Costes indirectos	167
Tabla 4.8 Horas de personal dedicadas a cada fase del proyecto.....	167
Tabla 4.9 Costes asociados a la Etapa cero del proyecto.....	167
Tabla 4.10 Costes asociados a la Etapa uno del proyecto.....	168
Tabla 4.11 Costes asociados a la Etapa dos del proyecto.....	168
Tabla 4.12 Costes asociados a la Etapa tres del proyecto.....	169
Tabla 4.13 Costes totales del proyecto	170





Introducción

La idea de realizar este trabajo fin de máster nace gracias a la necesidad de optimizar al máximo la recogida de todo el material y estructuras necesarias utilizadas en la formación que más demanda tiene en la Escuela Lean, que es, la formación de Justo a Tiempo Avanzado. Esta necesidad se debe a que al ser una formación muy demandada y con la que se tarda casi dos jornadas laborales en recolocar todo, se debe ser muy rápido. Con la estandarización del procedimiento de recogida se alcanzará reducir el tiempo utilizado para la recogida del material. También servirá de ayuda para cualquier persona futura que sea la encargada de recolocarlo.

Antecedentes

La Escuela Lean es un aula en el que se simula un entorno industrial de más de 300 m² en el que se imparten diversas formaciones relacionadas todas ellas con el Lean Manufacturing. Este espacio pertenece a la Cátedra Renault-Nissan Consulting, por lo que es un lugar de encuentro entre la Universidad de Valladolid y la empresa Renault-Nissan Consulting, donde profesores y consultores forman a alumnos de la UVa, de la Cámara de Comercio de Valladolid, a trabajadores de Renault, y a trabajadores de muchas empresas que solicitan los servicios.

La formación más destacada y que más empresas solicitan, es la de Justo a Tiempo Avanzado. Esto se debe a que es una formación muy práctica, en la que se persigue que el alumno “aprenda haciendo” para que a su vuelta a la fábrica pueda ser capaz de aplicar lo aprendido. En el caso de los alumnos universitarios pasa algo parecido. Cuando buscan trabajo se les valora enormemente el haber cursado la formación de Justo a Tiempo Avanzado, puesto que se aprenden conceptos y prácticas utilizadas en el día a día de cualquier fábrica.

Como cualquier fábrica de la que hablemos, debe dedicarse a fabricar un producto. En el caso de la formación de Justo a Tiempo Avanzado, existen dos fábricas distintas compuestas tan sólo por una línea productiva cada una de ellas. En una línea productiva se ensambla el producto que se quiere vender al cliente y en la otra línea se recicla el producto que llega. Otra forma de explicarlo es diciendo que hay una línea de montaje y otra línea de desmontaje del producto. El producto se denomina Solectron, y se compone de una base de aluminio y dieciséis sectores de colores que se colocan sobre la base.

Esta formación tan exitosa, por su practicidad, exige mucho por parte del profesorado, ya no sólo en el transcurso de la formación, sino previamente a la misma. Esto se debe a que, al imitar un entorno industrial, y al incitar a los alumnos a que “aprendan haciendo”, se les permite hacer todo lo que quieran con el material que encuentran en la Escuela Lean. Esto es lo que hace única esta formación, y lo que



permite que el transcurso de los cuatro días que dura sea siempre diferente con cada grupo de alumnos.

La desventaja, es que hay que perder mucho tiempo recolocando todo el material que los alumnos utilizan a su antojo. Y ya no son sólo materiales como el producto utilizado en las dos líneas productivas, sino que también se mueven doce estanterías, diez mesas grandes, y cinco mesas pequeñas.

Cada vez que finaliza una formación de este tipo, las dos opciones que se plantean siempre son: o bien recolocar todo para iniciar otra formación igual, o guardar todo en el almacén que tiene la Escuela Lean para realizar una formación totalmente distinta. Los recursos y el tiempo que se emplea en realizar estas tareas es el equivalente a casi dos jornadas laborales de una persona.

El problema que aparece es que por la gran demanda de formaciones en la Escuela Lean, muchas veces hay que reducir el tiempo dedicado a la colocación previa, puesto que hay que tener listo el espacio en pocas horas para la próxima formación. Muchas veces suele necesitarse la ayuda de una persona más para poder tener todo listo a tiempo. Por ello ha surgido la idea de este TFM, con el que se trata de optimizar al máximo las tareas de recogida y de guardado del material y elementos utilizados en la formación de Justo a Tiempo Avanzado, para que, a través de la estandarización de las tareas de la manera más óptima, la persona encargada de recoger todo sea capaz de reducir el tiempo empleado de trece a nueve horas una vez que sea experto en la utilización del método operatorio empleado indicado por el estándar aquí reflejado.

Motivación

Después de realizar durante meses la tarea de recogida del material y distintos elementos de la Escuela Lean para la posterior recolocación para la siguiente formación, me di cuenta de que era una tarea que no añadía en sí valor. Con esto quiero decir que el alumno, que en este caso es el cliente, no es consciente de todo el trabajo previo que existe antes de su llegada a la formación. Sí son tareas que añaden valor, en el sentido de que, sin ellas, la formación no sería posible. “Aprender haciendo” es la máxima de la Escuela Lean y lo que persigue con sus formaciones, y por ello sí añade valor el tener que recolocar todo previamente, puesto que cuanto más se tarda en colocar todo, significa que más libertad se ha dejado a los alumnos que han asistido a la última formación.

Por lo tanto, después de lo explicado, me parecía interesante acortar al máximo estas tareas, que definen las formaciones impartidas en la Escuela Lean, pero que no añaden un valor que se aprecie realmente. Esta fue una de mis motivaciones para la realización de este TFM.

Otra de mis motivaciones para la realización de esta optimización y estandarización de las tareas que se realizan fue el de sacar el máximo provecho a los meses que me dediqué a ordenar la Escuela Lean. En una fábrica el centro del universo, o el más conocedor de su trabajo es el operario que se encuentra en el terreno. Si queremos



mejorar un puesto de trabajo, no habrá que pasar por alto el valor que aportan los operarios que trabajan en ese puesto, ya que son los que pasan su día a día allí. Por ello decidí realizar este TFM, porque pienso que había que aprovechar toda mi dedicación en la Escuela Lean para facilitar el trabajo de otros que realizarán mi tarea posteriormente, aportando todas las ideas que tengo después de mi experiencia realizando este trabajo.

Además, al haber sido alumna, responsable de la colocación de la Escuela Lean y finalmente formadora, consideré que tenía una visión que abarcaba todo lo necesario para realizar este estándar de trabajo, que ayudará a los alumnos que por primera vez se enfrenten a esto, facilitará la tarea de las personas que me enseñaron todo sobre la Escuela Lean, y marcará el principio de un estándar que se irá mejorando con las futuras aportaciones.

Una motivación más es que es un trabajo físico a la vez que intelectual. Quería hacerlo más intelectual y menos físico, puesto que la apariencia es de un trabajo automático, pero continuamente pensaba la manera de optimizar más mis tareas, y de ese modo poder acabar antes para conseguir incluir más formaciones en el mismo horario del que se dispone. Gracias a esto, he conseguido realizar mis tareas en un total de cuatro horas menos (llegando a ser incluso mayor la reducción) cansándome físicamente menos y pudiendo invertir el resto de horas en mejoras y detalles para los que antes no había tiempo.

Como he nombrado en mi anterior motivación, la última sería la posibilidad de adaptarnos más al cliente, pudiendo ofrecerles formaciones en horarios que antes era imposible porque requeríamos de más tiempo. Así como también adaptarnos al cliente para otras formaciones u otras visitas a la Escuela Lean. La reducción del tiempo de trabajo dedicado a estas tareas permite no retrasar visitas y formaciones que en ocasiones se han tenido que aplazar por no tener el tiempo necesario para dejar la Escuela Lean en las condiciones necesarias.

Objetivos y alcance

Uno de los objetivos que persigue este Trabajo Fin de Máster es el de estandarizar las tareas que se realizan al recoger o al recolocar el material necesario para impartir la formación de Justo a Tiempo Avanzado en la Escuela Lean. Gracias a la realización de este estándar, existirá un documento que permitirá la mejora continua de este proceso, puesto que lo más difícil a la hora de estandarizar siempre es dar el paso de realizar el primer estándar. A partir de este momento, todas las personas participantes de este proceso, podrán realizar las tareas de la misma forma, y así, todos podrán proponer mejoras a partir de su propia experiencia, pero utilizando la misma forma de hacer las cosas que sus compañeros.

Otro objetivo que persigue este trabajo es el de conseguir reducir el tiempo empleado en dichas tareas. Gracias a la previa estandarización, este objetivo se cumplirá, puesto que la propia palabra “estandarización” implica que estoy documentando la mejor manera de hacer las cosas que se conoce hasta el día de hoy.



La mejor manera de hacer las cosas siempre tendrá que ser una forma optimizada de hacerlas, es decir, una manera en la que se eliminen los máximos desperdicios. Esto es muy beneficioso, puesto que las tareas de recogida y orden de material no aportan valor (aunque son totalmente necesarias). Además, la reducción del tiempo empleado, afectará directamente sobre los recursos, los cuales serán menores, evitando la necesidad de contar con otra persona más para agilizar el proceso. También podrán impartirse más formaciones debida a la reducción del tiempo empleado en la recogida al finalizar cada formación, puesto que no habrá que esperar tanto para impartir la siguiente formación.

Por último, otro de los objetivos perseguidos es el de facilitar la tarea de aprendizaje de las personas que en un futuro ocupen el puesto de responsable de la colocación de la Escuela Lean, ya que con este documento podrán observar fotos de los estados de referencia de cada paso que deban realizar, así como las explicaciones oportunas. A su vez, esto facilitará la tarea de los responsables de la Escuela Lean tanto a nivel de Renault- Nissan Consulting como a nivel de la Universidad de Valladolid, puesto que podrán apoyar su enseñanza en un documento, no frenando así el aprendizaje de la persona que comience estas tareas, debido a que siempre existirá el apoyo de este documento en caso de tener dudas y no tener la oportunidad de consultarlo con los responsables.

El alcance de este TFM pasa por conocer primeramente qué es la Escuela Lean y el porqué de su importancia, seguidamente pasa por explicar qué es estandarizar, cuál es su utilidad, cómo realizar una correcta estandarización, y cómo la importancia está en la mejora continua que se realice a partir de la creación del primer documento.

Seguidamente, se llega hasta la optimización máxima conocida hasta ahora del proceso de recogida del material utilizado en la formación Justo a Tiempo Avanzado impartida en la Escuela Lean. Esta optimización se refleja a través de la estandarización de las tareas, indicando con estados de referencia, a través de imágenes, cuáles son los pasos que hay que ir realizando hasta completar todo el proceso, el cual reducirá su duración más de un 30% con respecto a una persona que trabaje según como considere sin seguir ninguna indicación.

Para finalizar también se detalla el coste que hubiera supuesto este trabajo si hubiera sido contratada su realización.

Estructura del documento

En este Trabajo Fin de Máster se encuentra la información necesaria para realizar la colocación de todo el material que se necesita de la Escuela Lean para poder impartir la formación Justo a Tiempo Avanzado y la información necesaria para conocer los pasos que se deben dar para guardar todo el material utilizado en la misma formación en el almacén que se encuentra dentro de la Escuela Lean.

Primeramente, se encuentra un resumen del TFM con las palabras clave del mismo.



Seguidamente, los antecedentes que me indican las condiciones ideales para realizar este proyecto, lo que me ha motivado para realizar este trabajo, los objetivos que persigo con el mismo y el alcance que quiero lograr.

Después, aparece el primer capítulo, en el que se habla sobre la Escuela Lean. En concreto sobre qué es, qué se hace allí, qué objetivos tiene, cuál es la formación más demandada y se explica de forma resumida en qué consiste esa formación tan exitosa.

Lo siguiente es el segundo capítulo. En éste, se habla sobre la estandarización: qué es, los objetivos que persigue cumplir, las ventajas de estandarizar los procesos, y algunos consejos para realizar una estandarización más óptima.

Después, en el tercer capítulo se habla sobre la estandarización realizada del proceso de recogida del material de la formación Justo a Tiempo Avanzada. Se estandarizan los dos casos posibles: cuando finaliza una formación de Justo a Tiempo y comienza otra vez una formación de Justo a Tiempo, y cuando finaliza una formación de JAT y hay que guardar todo el material en el almacén porque va a realizarse una formación totalmente distinta.

Finalmente, aparece un estudio económico reflejando los gastos que se hubieran llevado a cabo si se hubiera realizado por personal contratado, las conclusiones que se obtienen con la realización de este trabajo, así como los pasos futuros que nacen a través de este proyecto.





Abreviaturas

EII: Escuela de Ingenierías Industriales

JAT: Justo a Tiempo

PDCA: Plan, Do, Check, Act

RNC: Renault-Nissan Consulting

RNCE: Renault-Nissan Consulting España

SMED: Single Minute Exchange of Die

TPS: Toyota Production System

UVa: Universidad de Valladolid

VSM: Value Stream Mapping





Capítulo 1. Escuela Lean

1.1. Colaboración universidad empresa entre UVa y Renault- Nissan Consulting

1.1.1. Universidad de Valladolid

La Universidad de Valladolid, fue fundada en el siglo XIII. Hoy en día es conocida por ser uno de los Centros de Enseñanza Superior Público más destacados en España, así como por ser partícipe de muchas actividades de investigación. Actualmente, esta universidad posee siete campus distribuidos por toda Castilla y León. En la ilustración 1.1 se puede observar el logo de la Universidad de Valladolid.

(UVa, 2015) (EcuRed, 2010)



Universidad de Valladolid

Ilustración 1.1 Logo de la Universidad de Valladolid

1.1.2. Renault

Renault se fundó en 1898 a manos de tres hermanos: Louis, Marcel y Fernand Renault. Estos inicios se dieron físicamente en los alrededores de París, donde tuvieron mucho éxito con su primer vehículo, del cual recibían pedidos de una media de 12 coches al año.

Pocos años después, en 1905, tras su exitoso inicio y ante un pedido de 250 taxis, se tomó la determinación de pasar a producir en serie en las fábricas de las que ya disponía esta empresa, puesto que se estaba volviendo inviable satisfacer a los clientes.



En 1913, Louis Renault apostó por una organización del trabajo tayloriana en sus fábricas para así aumentar el control de las actividades que realizaban los trabajadores asegurando así un aumento de la productividad y el satisfacer a su cada vez mayor número de clientes.

Poco después, durante la Primera Guerra Mundial, Renault destacó por la fabricación de numerosos camiones, carros, ambulancias e incluso camillas utilizados para dicha causa.

En 1929 la compañía se extendió, situándose en 49 países distintos.

Unos 60 años después, tras haber sufrido y superado una crisis debido a elevados costes de producción, Renault consigue apostar por la calidad total para no caer de nuevo en una crisis similar. Además, destaca el inicio de la preocupación de la empresa por el medio ambiente.

Renault cuenta con diversas empresas en España: Renault España, Renault España Comercial, Renault Retail Group, Sodicom, RCI y Renault-Nissan Consulting.

En la ilustración 1.2 se puede observar el actual logo de Renault.

(Groupe Renault, 2019), (Renault España, 2018), (Francisco Mieres Fernández, 2018), (Attac España, 2011)



Ilustración 1.2 Logo actual de la compañía Renault

1.1.3. Renault-Nissan Consulting

Como se acaba de indicar, una de las empresas pertenecientes al Grupo Renault es Renault-Nissan Consulting. En concreto, esta empresa es la consultora de la Alianza Renault-Nissan-Mitsubishi y se encuentra repartida en varios países: Francia, Inglaterra, Brasil, Rumanía, Japón, India y España. En la ilustración 1.3 se puede ver el actual logo de Renault-Nissan Consulting.



Ilustración 1.3 Logo de la empresa Renault-Nissan Consulting



RNC enfoca su trabajo en la consultoría tanto de estrategia como operacional, así como en una sólida formación hacia las distintas empresas que depositan su confianza en ellos. De esta forma, RNC es capaz de ayudar a forjar una cultura de empresa personalizada y basada en la mejora continua. Además, tiene una gran experiencia en sistemas de producción Lean, logística, concepción de producto-proceso, estrategia de empresas, Six Sigma, Lean Service y sistemas de gestión de calidad.

(EuropaPress, 2019) (Renault-Nissan Consulting, 2018)

1.1.4. Colaboración entre la universidad y la empresa

La colaboración entre las universidades y las empresas existe, aunque el acercamiento entre las mismas para el crecimiento de ambas y para la inclusión al mercado laboral de los alumnos universitarios no es el suficiente.

Algunas de las distintas colaboraciones son las prácticas en empresa por parte de los alumnos, ofertas de empleo en las que las empresas buscan dentro de la universidad alumnos finalizando sus estudios para captarlos, la formación de cátedras, las actividades de investigación y el alquiler de aulas por parte de la universidad a las empresas.

Con respecto a las prácticas en empresa realizadas por parte de los alumnos, el primer paso lo da la universidad y la empresa. Es necesaria una aceptación por ambas partes para incluir una empresa a la “bolsa” de prácticas de empresa de una universidad. Seguidamente, debe existir un acuerdo entre el alumno y la empresa para que éste realice las prácticas en dicha empresa.

Las ofertas de empleo que llegan a la universidad es otro medio para captar posibles trabajadores, sobre todo cuando las empresas están interesadas en captar alumnos recién titulados.

La creación de cátedras de empresa es una de las mejores formas de colaboración entre la universidad y la empresa, debido a acuerdos que nacen entre ambas instituciones, basados en la formación y la investigación. La cátedra contará con una Comisión compuesta por diversos miembros de la universidad (entre los que se encontrará un profesor de la universidad el cual será director de la Cátedra) y varios representantes de la empresa.

Las actividades de investigación favorecen la transferencia del conocimiento, poniéndose la universidad a disposición de las empresas y facilitándolas el fruto de las investigaciones para su utilización.

En conclusión, todas las formas existentes de colaboración entre la universidad y la empresa serán beneficiosas para la educación, la investigación y la innovación, facilitando así la unión entre el mundo empresarial y el académico.

(Redtrasfer, 2019), (UVa, 2018), (UPC, 2017), (UDIMA, 2019), (Cámara de Comercio de España, 2015)



1.1.5. Colaboración entre Renault y la Universidad de Valladolid

Como ya se ha indicado, RNC es una empresa perteneciente al Grupo Renault. En sus inicios, Renault-Nissan Consulting se denominaba Instituto Renault, pasando por la denominación Renault Consulting, hasta llegar a su actual denominación.

El inicio de la colaboración entre Renault y la UVa se dio en el 2004, cuando se creó el Aula Instituto Renault. Actualmente esta aula tiene la denominación de Aula Renault-Nissan Consulting (ilustración 1.4 e ilustración 1.5).



Ilustración 1.4 Aula Renault-Nissan Consulting



Ilustración 1.5 Aula Renault-Nissan Consulting



Más adelante, en el 2007, surge una nueva colaboración con la que se crea la “Cátedra Renault Consulting de excelencia industrial y empresarial”. A través del convenio de colaboración creado entre ambas instituciones gracias a la creación de esta Cátedra, se acordó que el Aula Instituto Renault (el cual ya se denominaba Aula Renault Consulting) debía ser utilizado para la realización de diversas actividades programadas por esta Cátedra.

En el 2012, se crea el programa “Renault Experience”. En dicho programa se seleccionan estudiantes de la UVA los cuales serán formados en diversas competencias. Finalizadas dichas formaciones, se seleccionan varios de estos estudiantes para realizar prácticas remuneradas con el Grupo Renault. Este programa de prácticas sigue teniendo éxito en la actualidad.

Hasta el día de hoy, la última colaboración conocida se da en el 2014 con la creación de la Escuela Lean invirtiéndose más de 400000 euros. Esta Escuela es un espacio de enseñanza que simula una fábrica, donde el lema es “learning by doing”, o lo que es lo mismo: aprender haciendo. Las formaciones que se imparten en esta fábrica-escuela están totalmente relacionadas con el Lean Manufacturing y con la búsqueda de la excelencia operacional a través de la mejora continua.

1.2. Qué es y qué objetivos tiene la Escuela Lean

Como se acaba de comentar, la Escuela Lean es una simulación de un entorno industrial de más de 300m² en el que se imparten diversas formaciones relacionadas todas ellas con el Lean Manufacturing. Concretamente se encuentra en la tercera planta del edificio Francisco Mendizábal (ilustración 1.6), el cual pertenece a la Escuela de Ingenierías Industriales de la UVA.



Ilustración 1.6 Sede Francisco Mendizábal



Uno de los objetivos de esta Escuela es el de formar en la metodología del Justo a tiempo a todos los Jefes de Unidad, Jefes de Taller y Responsables de Departamento del grupo Renault, así como de cualquier otro cargo superior a los nombrados.

La mayoría de los trabajadores de Renault España han acudido a recibir la formación que tiene la Escuela Lean por excelencia: Justo a tiempo avanzado.

Otro objetivo es crear un puente a los alumnos de la UVa hacia lo que será su día a día. En la Escuela Lean los alumnos universitarios podrán, de una manera divertida, observar los problemas que surgen a diario en las fábricas. Además, aprenderán y pondrán en práctica diversas herramientas empleadas en el Lean Manufacturing y obtendrán una visión de la importancia de la búsqueda de la mejora continua a través de las distintas formaciones que se imparten en la Escuela.

También, uno de sus objetivos es enseñar bajo la metodología “learning by doing”, la cual destaca por encima de las metodologías convencionales en las que el Lean se enseña en un aula de forma teórica. Esta metodología de “aprender haciendo” se basa en aprender poniendo en práctica casos reales. Ésta es la mejor forma de aprender, así como la más rápida y entretenida.

En conclusión, RNCE observó con su día a día en distintas industrias el desconocimiento que tenían las empresas y los alumnos universitarios sobre el valor de la búsqueda de la excelencia operacional a través de la mejora continua y la utilización de diversas herramientas Lean. Conociendo de primera mano la importancia de estas habilidades en cualquier industria que quiera ser competitiva, observó la gran posibilidad que existía con la creación de esta Escuela para formar tanto a sus compañeros del Grupo Renault, como a todos los alumnos que futuramente trabajarán en distintas fábricas, sin olvidarnos de cualquier empresa que desee aprender el camino para ser más eficiente en su actividad.

(Escuela Lean, 2014), (Europa Press, 2014), (Renault Consulting, 2014) (Escuela de Ingenierías Industriales, 2019)

1.3. Espacios cedidos y transformación hacia la actual Escuela Lean

El espacio que se cedió por parte de la UVa hacia RNCE fue el correspondiente al Departamento de Ingeniería Química y Tecnologías del Medioambiente (puede observarse en las ilustraciones 1.7, 1.8 y 1.9), con una superficie de unos 340 m². Como ya se ha comentado anteriormente, este espacio se encuentra en la tercera planta de la Sede Francisco Mendizábal, perteneciente a la EII la cual a su vez forma parte de la UVa.



Ilustración 1.7 Situación inicial, vista dirección norte



Ilustración 1.8 Situación inicial, vista dirección oeste



Ilustración 1.9 Situación inicial, vista dirección oeste

Como se puede imaginar, transformar un laboratorio de química en un ambiente industrial, no fue tarea fácil. Hubo que retirar todas las mesas, material de laboratorio, ordenadores, etc. En definitiva, se tuvo que vaciar todo el departamento, para pasar seguidamente a nivelar los suelos, colocar el falso techo y las luminarias, así como a



Estandarización de la recogida del material utilizado para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean

pintar y darle el aspecto final. El aspecto final después de las obras es el que se aprecia en la figura 1.10.



Ilustración 1.10 Situación final, dirección sur

La actual Escuela Lean (ilustración 1.11) es un espacio rectangular, luminoso y diáfano, con tres paredes con vistas a la calle y donde sólo se diferencian tres áreas.



Ilustración 1.11 Escuela Lean

Una de las áreas es un pequeño almacén donde se encuentran distintas tallas de calzado, guantes y batas para los alumnos (ilustración 1.12).



Escuela Lean



Ilustración 1.12 Almacén de la Escuela Lean

Otra área es un despacho donde sólo tienen permiso para entrar los profesores, puesto que aquí se encuentra parte del material utilizado en las distintas formaciones. No se debe olvidar que en estas formaciones los alumnos son los protagonistas y los encargados de poner soluciones ante los diversos problemas que irá teniendo su empresa. Por ello es interesante que los alumnos cumplan con esta restricción, puesto que observando el material podrían desvelar parte de las ideas que ellos mismos deberán aportar.

Por último, un gran espacio el cual ocupa la gran parte de los más de 300 m². En esta zona se encontrará la fábrica en la que trabajarán los alumnos y en la cual realizarán mejoras durante toda la formación. Como una simulación de una fábrica que es, se observan estanterías móviles (ilustración 1.13) para los puestos de trabajo las cuales actuarían de almacén para el operario, estanterías fijas (ilustración 1.14) con material representando los almacenes, y mesas de diversos tamaños para almacenar y mover stock y para realizar las tareas de cada puesto de trabajo. También hay una parte reservada para reuniones en las que se indicarán los objetivos que tiene la dirección de la fábrica, se explicarán herramientas que podrán ser utilizadas y donde se discutirá qué acciones deberán ser tomadas.



Ilustración 1.13 Estantería móvil de la Escuela Lean



Ilustración 1.14 Estantería fija de la Escuela Lean

1.4. Productos Escuela Lean

En la Escuela Lean se realizan formaciones con dos tipos de productos distintos: el coche L34N y el Solectron. Aunque cada producto tiene una finalidad distinta sobre el alumno, tanto el coche como el Solectron persiguen crear un ambiente similar al de una fábrica, en el que existe un cliente que nos solicita estos productos y los alumnos deben entregárselos. Como en la vida real, irán surgiendo problemas, los cuales tendrán que combatir y eliminar a la vez que se encuentran con un cliente cada día más exigente.

1.4.1. Coche

Como su propio nombre indica, el coche es un producto que se asemeja a un coche, sólo que muy pequeño. El cliente podrá elegir entre un monovolumen o un pick-up, de color verde o azul, y todoterreno o normal (ilustraciones 1.15 y 1.16). Está compuesto por distintas piezas, tales como: puertas delanteras, puertas traseras, puerta del maletero, tubo de escape, base, ruedas, techo, asientos, salpicadero, parachoques delantero y trasero y matrícula, así como tornillería y perfiles metálicos.



Ilustración 1.15 Pick-up todoterreno verde



Ilustración 1.16 Monovolumen normal azul

El monovolumen y el pick-up son dos coches muy distintos. Sin embargo, la diferencia entre todoterreno y normal no es tan sencilla de ver. Se diferencian en las ruedas y en algunas piezas de tornillería.

Las formaciones realizadas con el coche persiguen que el alumno sepa individualmente en cada puesto de trabajo cuál es aquello que aporta valor al producto que el cliente pide. Por ello, aprenderá a encontrar el valor en el puesto, así como a eliminar todo lo que no es necesario y ordenar de manera visual lo que sí gracias al conocimiento de los despilfarros y al uso de herramientas como las 5S y la gestión visual. El alumno también aprenderá la importancia de la estandarización, y será consciente de que podrá mejorar todos los días, comenzando a crear el hábito de la mejora continua.

Se forjarán en el alumno las bases de un sistema productivo en el que conocerá que lo más importante es la seguridad, haciéndole participe de ella cumpliendo las normas de seguridad impuestas en la simulada fábrica (ilustración 1.17).



Ilustración 1.17 Carteles seguridad

También conocerá lo que es la ergonomía y se concienciará de la importancia de la misma, así como sabrá que después de la seguridad lo más importante es dar el producto al cliente con la calidad que quiere. Y, por último, en tercer lugar, realizar la producción demandada por el cliente, es decir, en las cantidades que nos demanda y en el tiempo que nos lo pide. Cabe recalcar, que no nos sirve producir las cantidades



Estandarización de la recogida del material utilizado para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean

que el cliente quiere y en el tiempo que quiere si no se le entrega con la calidad solicitada. Esto se debe a que sólo serviría para crear despilfarros tales como el retrabajo y la chatarra.

Otra de las herramientas que aprenderá el alumno con el coche es la del SMED o cambio rápido de utillaje. El cambio de herramientas para realizar un modelo u otro de coche ralentiza mucho el trabajo que realiza el operario en su puesto. La herramienta SMED ayuda a entender esto y a buscar soluciones para que el cambio de útil sea rápido. En este ejemplo del cambio de útil para realizar un modelo u otro, se pasa de tener cuatro planchas distintas sobre las que trabajar a tener una sola con las marcas de las otras cuatro.

Como se puede observar, son formaciones centradas en el puesto de trabajo del operario. Concretamente, en la búsqueda de valor en cada puesto de trabajo de la fábrica y en la eliminación de todo aquello que no aporte este valor al producto final.

En la Ilustración 1.18 se pueden observar piezas de la base del coche como el tubo de escape y diversa tornillería. Además, se señalan muchos puntos clave en la construcción del coche. Es sencillo construir el coche, pero hacerlo de acuerdo a las condiciones que el cliente quiere no si no disponemos de las herramientas y conocimientos adecuados para obtener los juegos entre piezas deseados.

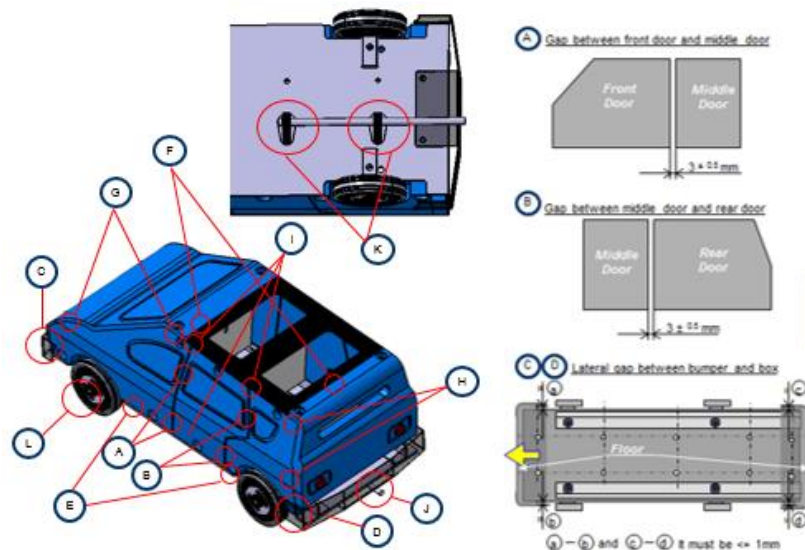


Ilustración 1.18 Piezas coche

1.4.2. Solectron

El Solectron (ilustración 1.19) es un producto similar a un puzzle en 3D. Está compuesto por una base de aluminio sobre la que se atornillan cuatro capas de piezas. Estas bases pueden ser de tipo A (ilustración 1.20) o de tipo B (ilustración 1.21). Cada capa del Solectron será de un color y estará formada por cuatro piezas de distinta morfología que encajarán a la perfección formando un anillo.



Ilustración 1.19 Solectron

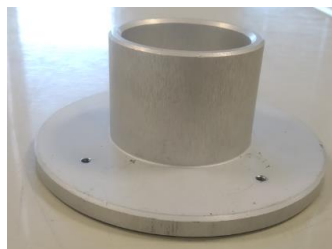


Ilustración 1.20 Base tipo A

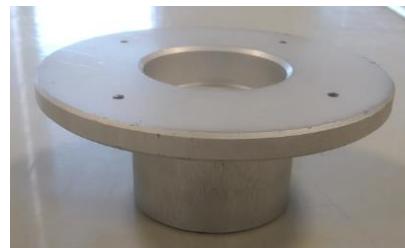


Ilustración 1.21 Base tipo B

De las cuatro capas que conforma un Solectron, las capas uno y tres son iguales entre sí (ilustración 1.22). Lo mismo ocurre con las capas dos y cuatro (ilustración 1.23).

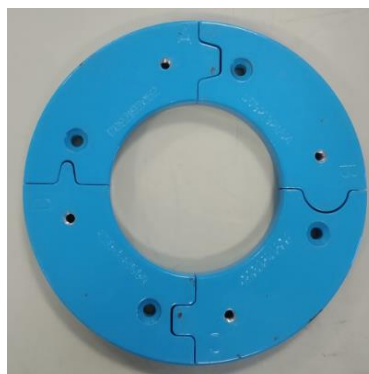


Ilustración 1.22 Capa 1 y 3 del Solectron



Ilustración 1.23 Capa 2 y 4 del Solectron

Por lo tanto, tan sólo habrá dos tipos de capas. Una capa está formada por cuatro piezas las cuales se denominan sectores. Estas piezas solamente tienen taladros en los que irán insertados los tornillos. El otro tipo de capa está formada también por cuatro piezas. Sin embargo, además de esos taladros, éstas presentan un orificio con una forma poligonal o circular. En este orificio irán atornillados los que se denominan insertos. En la ilustración 1.24 se pueden observar las distintas piezas que compone un Solectron completo.



Ilustración 1.24 Piezas Solectron

De manera distinta a lo que ocurre con el coche, con el Solectron se pretende que el alumno aprenda a encontrar el flujo de valor. Es decir, sin centrarse en solamente el valor que hay en cada puesto de trabajo, averiguando todos los macro despilfarros que a diario se producen por toda la fábrica.

Son formaciones más complejas, donde se da por entendido todo lo que se enseña en las formaciones donde se utiliza el coche (a excepción de una formación denominada "Máster Gold" donde se unifican todas las posibles formaciones utilizando



solamente el coche). Por ello es tan útil el Solectron, porque es un producto mucho más sencillo que el coche, donde el alumno coge agilidad en su montaje y desmontaje rápidamente. Esto nos sirve para sentir que el puesto es sencillo y eliminar así una visión individual del mismo, pasando a pensar en algo global como es una línea de montaje compuesta por varios puestos de trabajo.

A continuación, se va a explicar la formación de Justo a tiempo avanzada. Ésta es la formación por excelencia en la Escuela Lean y el producto utilizado es el Solectron.

1.5. Formación sobre Justo a Tiempo Avanzado

En esta formación, como ya se ha dicho, se utiliza el producto denominado Solectron.

Uno de los objetivos que tiene esta formación es la de enseñar a realizar un diagnóstico del sistema industrial actual a través del estudio de flujos y de la identificación de despilfarros. También tiene por objetivo enseñar la importancia de la reducción de los stocks con el consiguiente aumento del free cash flow, es decir, entender la pérdida del coste de oportunidad.

El justo a tiempo significa fabricar y entregar los productos demandados por el cliente, en el momento necesario y en las cantidades exactas. Como se puede observar, la calidad no se nombra porque se da por supuesta. Como se comentó anteriormente, lo principal en un sistema industrial es la seguridad, seguida de la calidad y por último por la productividad. En el justo a tiempo queda demostrado que se piensa así al obviar la calidad.

La formación se divide en tres producciones reales fabricando el producto Solectron.

1.5.1. Situación inicial

Cuando los alumnos llegan a la Escuela Lean se encuentran con dos líneas productivas. Realmente representan dos fábricas distintas.

Una primera fábrica se denomina Epsilon (ilustración 1.25). Esta fábrica está compuesta por tan sólo una línea productiva. Dicha línea la forman cinco puestos distintos en los que trabajarán cinco operarios.



Estandarización de la recogida del material utilizado para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean



Ilustración 1.25 Epsilon

En esta fábrica se montan los Solectrones. Al inicio de la línea llegan las bases de aluminio. En el primer puesto de trabajo el operario monta la primera capa al Solectron. El resto de las capas son montadas en los puestos dos, tres y cuatro, completando así el producto (ilustración 1.26). El quinto puesto de trabajo se dedica a comprobar la calidad del Solectron completo y a rectificar cualquier posible error de calidad.



Ilustración 1.26 Operaciones realizadas en los puestos de montaje

La otra fábrica se denomina RecyClean (ilustración 1.27). Está compuesta también por cinco puestos de trabajo. En esta fábrica se desmontan los Solectrones. El primer puesto de trabajo en este caso comprobará la calidad, para asegurar que el Solectron viene de la fábrica Epsilon como debería. Los otros cuatro puestos de trabajo realizan el desmontaje de una capa completa del Solectron. De esta forma, al final de la línea de trabajo, llegarán bases de aluminio vacías, sin ninguna pieza.



Ilustración 1.27 RecyClean

Además de estas dos líneas productivas, se encuentra una máquina de mecanizado (ilustración 1.28). Ésta está situada entre las dos líneas de trabajo. En esta máquina se mecanizan las bases del Solectron, las cuales irán directas al inicio de la línea de Epsilon. Pero no sólo llegan bloques de aluminio que se mecanizan formando las bases, sino que también llegan las bases de la línea de RecyClean, puesto que éstas pueden volver a la línea de Epsilon siempre y cuando se mecanicen previamente para así asegurar las tolerancias que exige el cliente.



Ilustración 1.28 Máquina de mecanizado



Estandarización de la recogida del material utilizado para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean

En las ilustraciones 1.29 y 1.30 se resume de forma gráfica el comportamiento de la línea de montaje y de reciclaje.

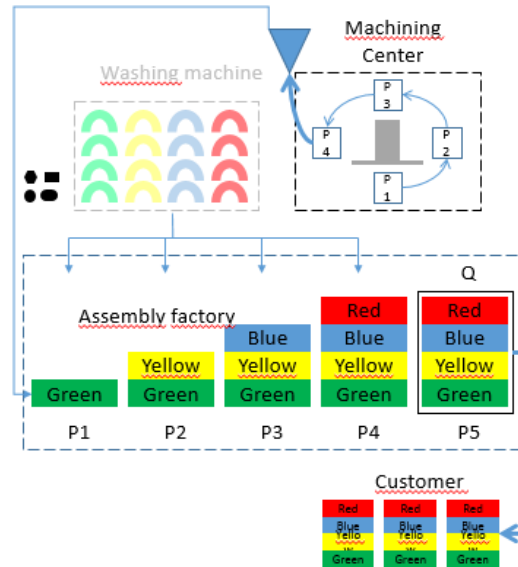


Ilustración 1.29 Línea de montaje

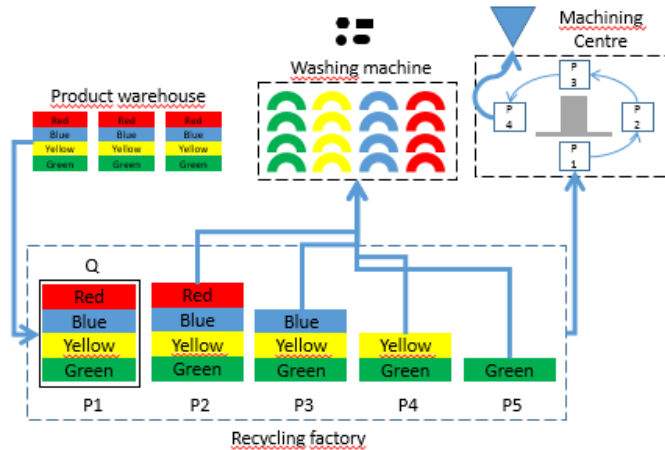


Ilustración 1.30 Línea de reciclaje

Cabe destacar, que en la línea de mecanizado se encuentran siempre once bases circulando, donde cuatro se encuentran en los cuatro puestos donde existe valor añadido: mecanizado, fresado, puesta de tapa para prueba de estanqueidad y eliminación de la tapa. El resto de las bases se encuentran en la cinta transportadora. Pese a tener siempre bases que mecanizar, el rendimiento operacional del mecanizado es de sólo un 47,3%. Esto se debe a las paradas funcionales que se producen a causa del cambio de ráfaga. Este cambio de ráfaga se produce cuando se pasa de fabricar bases tipo A a bases tipo B o viceversa.



En esta primera configuración, los operarios tendrán una estantería en cada puesto de trabajo (ilustración 1.31). Estas estanterías actuarán a modo de almacén, de modo que los operarios cogerán el material necesario de su propio puesto de trabajo. Además, tendrán que dejar las cajas vacías de material en la misma estantería, para así no ensuciar su mesa de trabajo. Existirá también el papel de los logísticos, los cuales proveerán las estanterías con el material necesario en cada puesto y se llevarán las cajas vacías para llenarlas de material.



Ilustración 1.31 Estantería de un puesto de trabajo de la Escuela Lean

Los distintos sectores que son desatornillados en la línea de RecyClean se deben lavar en una lavadora-secadora especial (ilustración 1.32) para realimentar la línea Epsilon con los mismos, puesto que pueden volver a ser utilizados.

Una vez comprendida la configuración inicial de la Escuela Lean, se pasa a practicar y a realizar la primera producción.



Ilustración 1.32 Lavadora de la Escuela Lean

1.5.2. Primera producción

La primera producción parte del estado de referencia marcado en la situación inicial. Sólo sabemos que el cliente compra a Epsilon Solectrones y que Epsilon entrega lotes. Dichos lotes siempre son de tamaño dos, tres y cuatro, repitiéndose esta secuencia en toda la jornada (ilustración 1.33). Esta producción carece de diversidad, los Solectrones son todos iguales: primera capa verde, segunda amarilla, tercera azul y cuarta roja.



Ilustración 1.33 Ejemplo lotes

Si al finalizar la primera producción se analizan ambas líneas productivas de forma aislada, es decir, observando los puestos de trabajo de forma independiente, se observa que existe un gran desequilibrio entre el trabajo que realizan los operarios de



los puestos uno y tres en comparación con los de los puestos dos y cuatro. Esto causa despilfarros como las esperas y los stocks.

Sin embargo, si se analizan ambas líneas de forma global, es decir, observando la línea productiva completa, se ve que no existe una sincronización de ningún tipo entre la línea de montaje y la de reciclado. Esto se debe a que los puestos de reciclado son menos complejos que los de montaje, por lo que los operarios requieren menos tiempo de trabajo. De esta forma, al analizar la línea de reciclado globalmente, se observa que se produce de manera bastante más rápida que en la línea de montaje. Este desequilibrio entre líneas causa que los logísticos no sean capaces de seguir una actividad cíclica para aprovisionar a todos los operarios de ambas líneas por igual.

Todo esto produce un Lead time muy elevado, es decir, el producto pasa mucho tiempo en la fábrica. Y eso no es interesante para una empresa, puesto que significa que pasará mucho tiempo como stock. Todo ese stock conllevará un coste de oportunidad para la empresa al no invertir ese dinero en algo beneficioso para la misma.

Después de todo lo observado, se podrá realizar una búsqueda de oportunidades de mejora. A continuación, se enumeran las más destacables.

- Ambas líneas productivas se encuentran muy alejadas entre ellas y a su vez alejadas del mecanizado (el cual no se puede mover del sitio en la actualidad). Todo esto produce despilfarros como los desplazamientos. Se realizan cartografías de superficie, producto y mantenimiento para ver de qué estado partimos. La superficie ocupada en la Escuela Lean por la actual fábrica es muy grande (ilustración 1.34) con respecto a lo que se conseguirá al final de la formación.

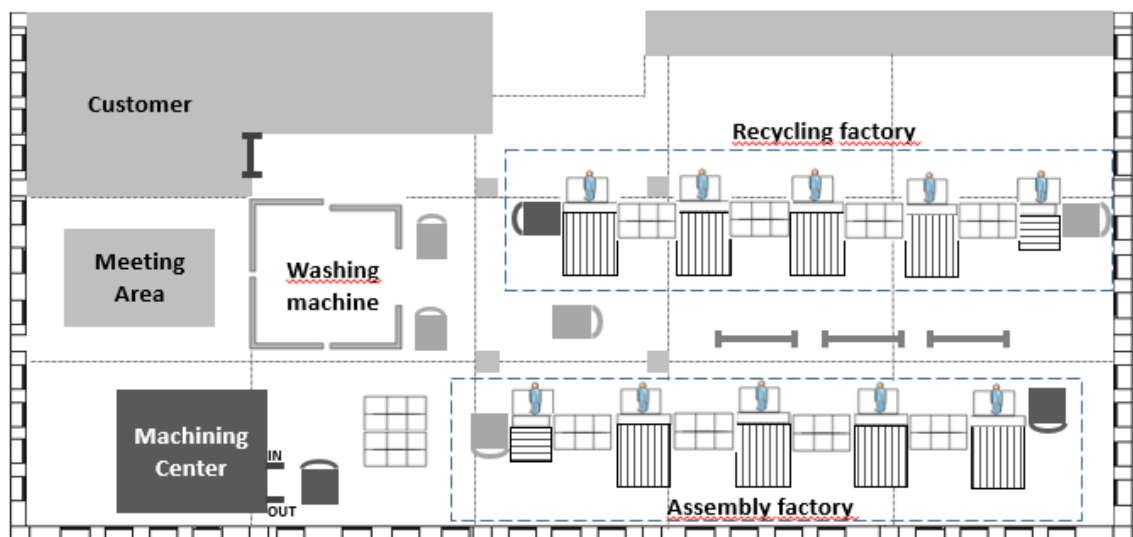


Ilustración 1.30 Lay out primera producción

- Se observan Lead times muy elevados en ambas líneas productivas debido a los grandes stocks.
- Se observa un desequilibrio total entre los distintos puestos de trabajo.



Estandarización de la recogida del material utilizado para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean

- Número elevado de transportes y stocks. En la ilustración 1.35 pueden observarse 38 transportes (representados con una flecha) y 27 stocks (representados con un triángulo invertido). El cuadrado representa puntos de control de calidad y el círculo puntos de transformación del producto.

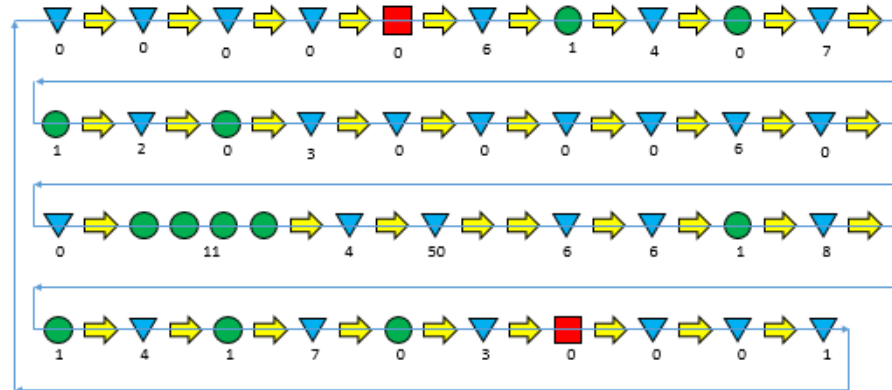


Ilustración 1.31 Flujograma primera producción.

1.5.3. Segunda producción

Primeramente, se atacan los problemas que se han observado tras la realización de la primera producción.

En la segunda producción ambas líneas productivas se aproximarán lo máximo posible al mecanizado y entre ellas (ilustración 1.36), con una posición cómoda para los logísticos. La lavadora quedará colocada también más cerca de ambas líneas.

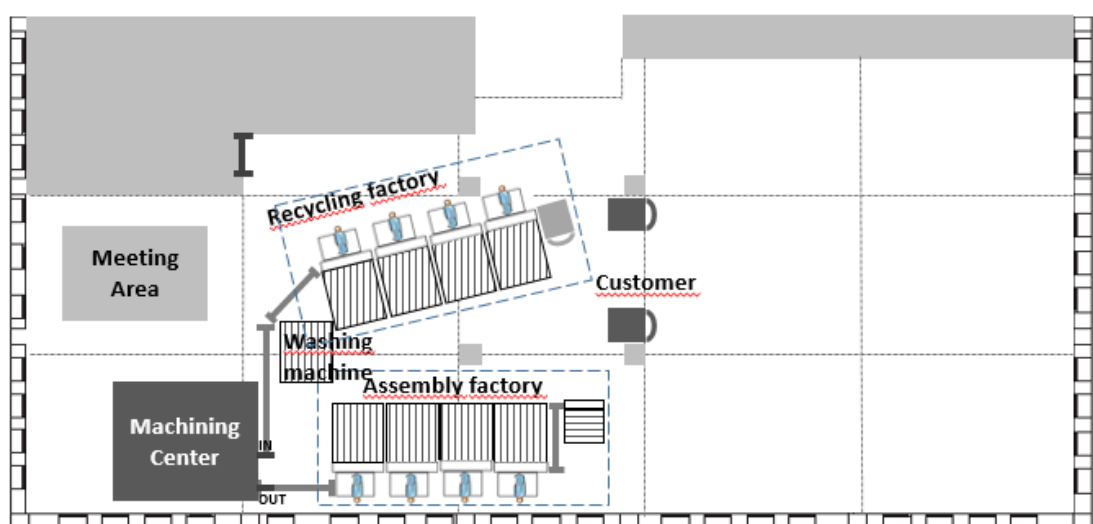


Ilustración 1.32 Lay out segunda producción



Las mesas de las líneas productivas que se encontraban entre los puestos, las cuales almacenaban producto intermedio, se eliminarán. El stock de piezas con el que contaba cada operario en la configuración inicial se reducirá al máximo.

Debido al desequilibrio existente entre los distintos puestos de trabajo, se realiza un reequilibrado de los puestos para eliminar estas diferencias y así reducir stocks y esperas.

Como consecuencia de las mejoras aplicadas, la superficie industrial se reducirá, y los pasos realizados el propio producto también. Sin embargo, los pasos realizados por los logísticos en su jornada laboral aumentan.

Los transportes (21) y los stocks (13) se reducen notablemente con respecto a la primera producción (ilustración 1.37).

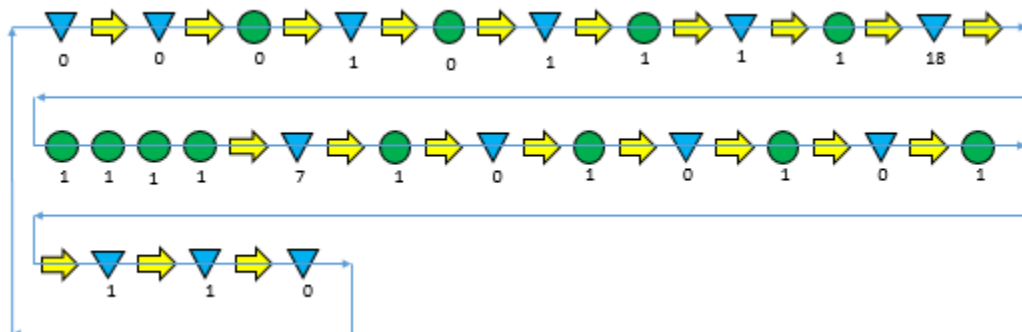


Ilustración 1.33 Flujograma segunda producción

También se da un paso más, concienciando a los operarios sobre la importancia de hacer calidad. Por ello, se eliminan los puestos de control de calidad, debido a que la calidad se comprueba en cada puesto de trabajo. De esta forma: no se aceptan, no se hacen y no se pasan defectos; una manera eficiente de detectar cualquier error al momento.

Tras la segunda producción, se observa cómo ha afectado positivamente el reequilibrado de los puestos de trabajo. La carga para todos los operarios será parecida. Así conseguimos que como máximo haya un stock intermedio entre puestos de un solo Solectron.

Además, se puede ver cómo el Lead time disminuye.

Sin embargo, pese a todas las mejoras, el rendimiento del mecanizado sigue siendo muy bajo. Esto se debe a que el tiempo que se dedica cada vez que hay un cambio de ráfaga es muy elevado. Actualmente, en el mecanizado, si todo funciona a la perfección sale una pieza de la línea cada 0,5 minutos. En el siguiente apartado se va a ver cómo reaccionar ante este rendimiento tan bajo.

1.5.4. Tercera producción

Lo primero que se trata en la tercera producción es el rendimiento del mecanizado. Se persigue un objetivo de un 80%. ¿Cómo se puede conseguir eso?



Estandarización de la recogida del material utilizado para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean

Primeramente, se estudia el tiempo total que se dedica al cambio de ráfaga. El total son 46 minutos. Se observa a qué actividades se dedican esos minutos y se llega a reducir esos minutos a 13 en total, puesto que las actividades se iban realizando de una en una, y hay varias que pueden realizarse de forma solapada o en tiempos muertos. Es una cuestión de aprovechamiento del tiempo.

Al reducir el tiempo de cambio, se obtendrán más piezas por minuto. Esto tampoco es interesante puesto que se crean stocks innecesarios. Realmente, lo que nos interesa es reducir la velocidad de la máquina. ¿Qué significa esto?

Si en la segunda producción salía una pieza cada 0,5 minutos cuando todo el proceso funcionaba a la perfección, ahora nos interesa que salga una pieza cada más tiempo. Puesto que como se dijo al inicio del apartado 1.5, lo que interesa es producir exactamente lo que el cliente pide. El cliente de la máquina de mecanizado es la línea de producción Epsilon. Dicha línea productiva requiere una pieza cada 1 minuto. Por lo tanto, la solución es que las piezas del mecanizado salgan cada más tiempo. Para conseguir esta reducción de velocidad, se eliminan las bases que se encontraban circulando por la cinta transportadora. De esta forma, los procesos del mecanizado seguirán operando a su ritmo, pero en ocasiones se encontrarán con una pieza de aluminio y en otras ocasiones trabajarán en vacío. Así se conseguirá que salga una pieza de aluminio cada minuto.

En esta tercera producción, el cliente se ha vuelto mucho más exigente solicitando muchas más variantes de Solectron. Debido a esto, se añaden otros cuatro colores distintos (ilustración 1.38), con lo que esto conlleva. Habrá que producir en lotes unitarios (ilustración 1.39).



Ilustración 1.34 Nuevos colores



Ilustración 1.35 Lotes unitarios

Debido a estos cambios, habría que aumentar el tamaño de las estanterías para que cupieran todas las referencias nuevas. Pero esto es imposible puesto que el trabajador tendría que desplazarse mucho y además aumentaría la superficie de la fábrica. La solución será trabajar con kits (ilustración 1.40) en vez de con estanterías.



Ilustración 1.36 Kit completo

La introducción de kits en el proceso obliga a crear un nuevo papel, el del kitter. Éste será el encargado de preparar los kits individuales con todo el material necesario para la fabricación de un solo Solectron.

Cuando finaliza la producción se observa una reducción de la superficie industrial (ilustración 1.41), de los pasos realizados por los logísticos, de los pasos realizados por el producto, del Lead time, una gran reducción de stock (6) y transportes (14) (ilustración 1.42), y una sincronización muchísimo mayor entre todos, pudiendo llegar al cliente la gran variedad de producto que exige.



Estandarización de la recogida del material utilizado
para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean

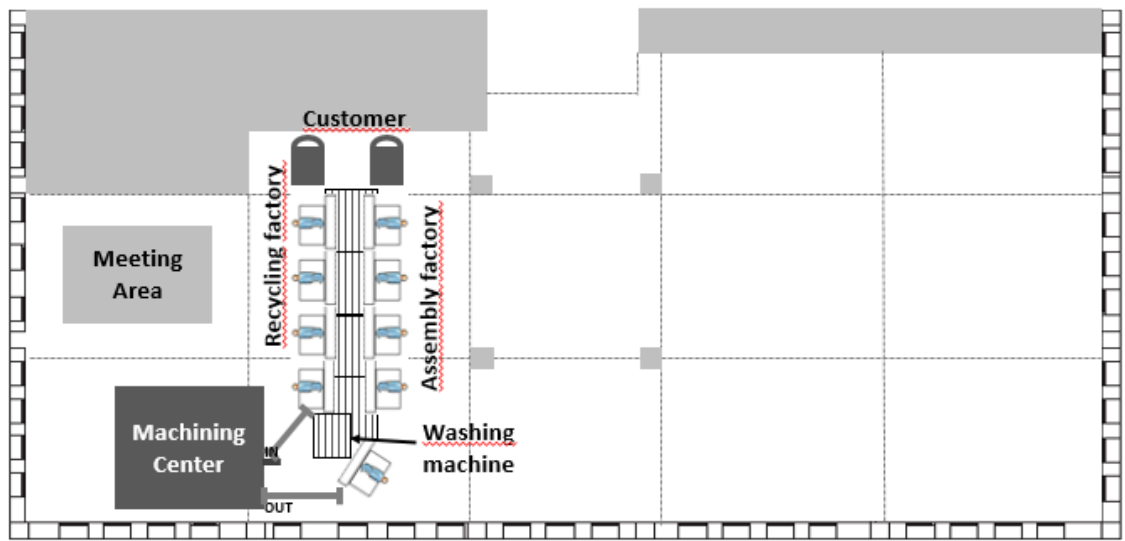


Ilustración 1.36 Lay out tercera producción

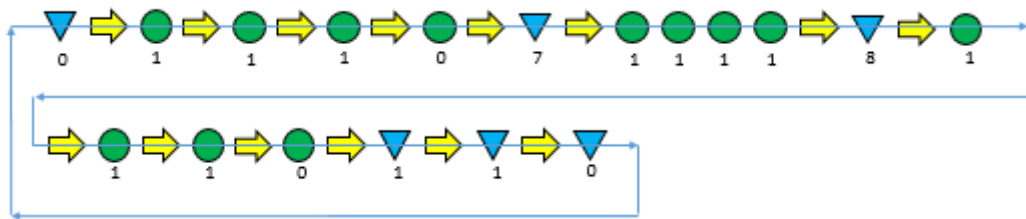


Ilustración 1.37 Flujo grama tercera producción



Capítulo 2. Estandarización

La estandarización está muy ligada al Lean Manufacturing, puesto que esta metodología Lean necesita apoyarse siempre en unos estándares.

Cuando no existen estándares de trabajo no podemos cuestionar la forma de trabajo de nuestros compañeros, puesto que verdaderamente en ese momento no está definida una forma de hacer las cosas. Esto sucede porque no tenemos ningún documento que explique cuál es la forma más adecuada de realizar una tarea a día de hoy y además no hay nada con qué comparar lo que un trabajador realiza en cada momento. Por ello, para exigir, hay que basarse en hechos.

Además, la estandarización es la base de la mejora continua. La mejora continua nos dice que siempre se puede mejorar y siempre hay que buscar la excelencia operacional. Para ser líderes empresariales hay que apostar por la mejora continua puesto que en cuanto una empresa se confía y deja de mejorar, es adelantada por otras compañías.

Como se puede observar en la ilustración 2.1., el estándar es la cuña que sustenta la mejora para evitar así retroceder tras lo ya avanzado en la empresa. En muchas ocasiones, cuando se quiere realizar un cambio cultural hacia el Lean en una fábrica, y éste no está sustentando con la estandarización de los procesos, al cabo de un tiempo la empresa vuelve al punto del que partía. Esto sucede porque crear una cultura de empresa es un proceso muy largo y no se conseguirá sin “cuñas” que frenen la caída gracias a aportar hechos documentados de lo que está sucediendo en cada momento. (J.M. Vives, 2019)

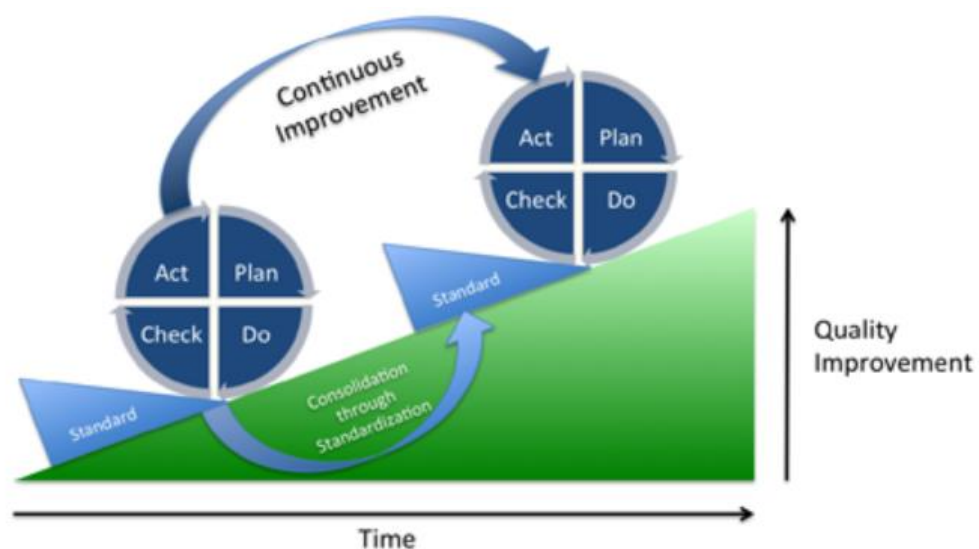


Ilustración 2.1 Estándar, cuña de la mejora continua



Por eso, si no tenemos documentada una forma de trabajo, muy difícil va a ser mejorarla y muchísimo más difícil será crear la cultura de la mejora continua. De ahí la clave de la importancia de la estandarización.

2.1. Qué es el Lean Manufacturing

Para entender lo que es el Lean manufacturing se debe comenzar por comprender ambos términos que forman la expresión por separado. Lean significa magro, sin grasa, esbelto. Manufacturing significa producción. Por lo tanto, Lean manufacturing significa producción esbelta, es decir, eliminar en los procesos productivos todos los despilfarros. También puede describirse como una serie de dinámicas que sirven para obtener procesos de creación de valor añadido y sin despilfarros.

Pero el Lean no comprende solamente un gran conjunto de herramientas que ayudan a eliminar los despilfarros, ni tampoco es solamente una gran base necesaria para alcanzar la calidad total, sino que el Lean es toda una filosofía de empresa. Cualquier compañía que no tenga arraigada una filosofía Lean, necesita una verdadera transformación cultural si quiere asentar las bases del Lean Manufacturing, puesto que para que una empresa sea competitiva no es cuestión solamente de aplicar herramientas Lean, sino de que esta filosofía cale en todos los trabajadores.

Cuando en una compañía se aplican herramientas Lean sin que la cultura Lean haya convencido a sus trabajadores, tras unos meses de auge gracias a las mejoras, la empresa volverá al mismo sitio del que se partió. Esto es algo que las empresas tienen que tener claro a la hora de implementar herramientas de Lean Manufacturing puesto que si tras un tiempo implantando mejoras, dejan de realizar una mejora continua, el fallo no lo tiene la filosofía Lean, sino la empresa, que no ha interiorizado como propias estas metodologías hasta convertirlas en un hábito.

En muchas ocasiones se entiende el Lean como una forma de justificar la reducción del número de trabajadores en las empresas, así como la reducción de niveles burocráticos, para así aumentar la eficiencia y rentabilidad. Debe quedar claro que el Lean es una filosofía que no busca eliminar personal en nombre de la eficiencia. Es más, persigue reubicar al personal que se pretende eliminar.

(apd, 2019), (evaluandoerp, 2019), (cpm formación, 2019)

2.1.1. Origen del Lean Manufacturing

El origen del Lean data de finales del siglo XX, concretamente al finalizar la segunda guerra mundial en 1945. La persona más destacada relacionada con este término es el ingeniero mecánico japonés Taiichi Ohno (ilustración 2.2). Este ingeniero trabajaba en una fábrica de telares perteneciente a la familia Toyoda (fundadores de la compañía Toyota). Esta fábrica era famosa por el gran nivel de automatización de los telares, los cuales permitían crear telas a altas velocidades. El mayor problema que tenían era lo fácil que resultaba que un hilo se rompiera. Cuando esto sucedía, normalmente no se daban cuenta hasta muchos metros de tela construidos después.



(L. Promotor, 2019)



Ilustración 2.2 Taiichi Ohno

Los Toyoda plantearon una solución a este gran problema. Crearon un sistema automático en los telares para que cuando un hilo se rompía la máquina parara automáticamente. Gracias a este cambio, el tiempo que se perdía con las paradas se redujo enormemente, así como la chatarra creada debida a telas que se creaban y resultaban no tener la calidad esperada. Desde ese momento, todo lo que se creaba en la fábrica se creaba bien y no había lugar a crear nada erróneo. Quedó demostrado que era mayor la pérdida de tiempo y dinero debida a producir telas defectuosas (aunque se crearan muchas a gran velocidad), que el tiempo perdido en parar y solucionar el problema cada vez que un hilo se rompía en un telar.

Cuando finalizó la segunda guerra mundial, Taiichi Ohno viajó a Estados Unidos después de haberse dado cuenta de que la productividad en las fábricas estadounidenses era mucho mayor que la de las japonesas. Allí mantuvo contacto con personas destacadas en el ámbito industrial en aquella época como fueron Frederick Taylor (ilustración 2.3), W.A. Shewart (ilustración 2.4) y Henry Ford (ilustración 2.5). (Biografías y Vidas, 2019)



Ilustración 2.3 Frederick Taylor



Ilustración 2.4 W.A. Shewart

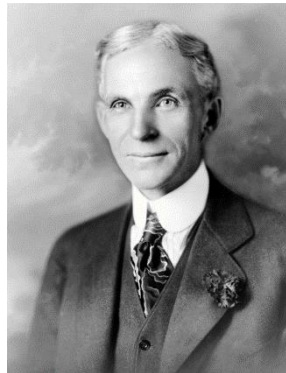


Ilustración 2.5 Henry Ford

Seguidamente, Ohno junto al ingeniero Shingeo Shingo (ilustración 2.6) estudiaron las técnicas de producción utilizadas por Henry Ford, así como los conocimientos aprendidos de los demás destacados en el campo de la industria con los que trataron, consiguiendo así dar forma a lo que se conoce como “Toyota Production System” o TPS.

(R. Sejzer, 2016)



Ilustración 2.6 Shingeo Shingo



En esta casa del TPS que aparece en la ilustración 2.7, se representan los fundamentos de la filosofía del Lean Manufacturing. (L. I. Institute, 2019)

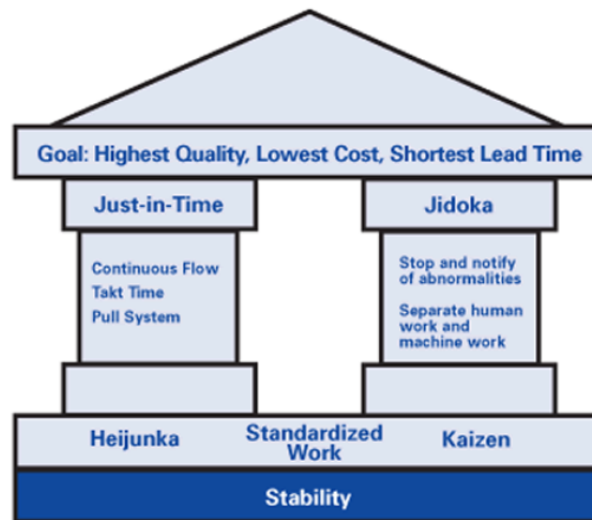


Ilustración 2.7 Sistema de Producción Toyota

En los cimientos se encuentra el Heijunka, que significa nivelación de la producción. Esto quiere decir tener capacidad de adaptación de la producción a los volúmenes que los clientes quieran, puesto que no siempre serán los mismos.

El trabajo estandarizado es otro de los cimientos. Y el último cimiento es el Kaizen, o lo que es lo mismo, la mejora continua, la cual es básica en cualquier empresa que pretenda ser competitiva.

En los pilares se encuentran el Justo a tiempo y el Jidoka. El Just in time o Justo a tiempo significa producir lo que se nos pide, en las cantidades que se solicitan y en el momento que lo quiere el cliente. La calidad no se nombra porque se sobreentiende que va implícita al Justo a tiempo, debido a que sin calidad no se cumplirían ninguna de las otras tres cosas.

El Jidoka es una metodología que consiste en eliminar el control de calidad final de un producto, pasando a realizarse un control de calidad en cada puesto de trabajo para eliminar así cualquier defecto en el momento, evitando aceptar defectos, crearlos y pasarlos.

En el tejado del TPS aparecen los términos máxima calidad, mínimo coste y mínimo lead time. Del único que no se ha hablado aún es del mínimo coste. Está claro que queremos tener los mínimos costes posibles para así obtener los máximos beneficios. Esto ayudará a la empresa a ser más competitiva, puesto que, teniendo unos costes muy bajos, podremos vender el producto más barato que las empresas que sean competencia ganando un gran número de clientes.

(Universidad Politécnica de Valencia, 2017), (Progressa Lean, 2017), (Lean Six Sigma definition, 2019)



2.2. Los cinco principios del Lean Thinking

En 1996 se publicó un libro llamado “Lean Thinking” (ilustración 2.8). En éste se definieron cinco principios básicos de la filosofía Lean.

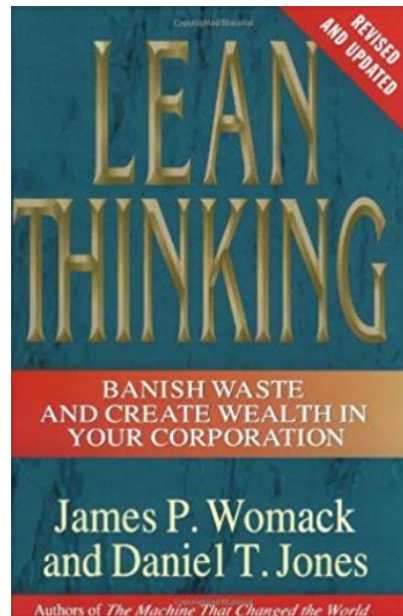


Ilustración 2.8 Libro Lean Thinking

Lo primero de lo que habla este libro es sobre el término “muda”. Es una palabra japonesa que significa despilfarro. Más adelante se definirán todos los despilfarros que se encuentran en las fábricas hoy en día. Pero como la propia palabra indica, despilfarro es cualquier actividad que se realiza en una empresa con la idea de crear valor y que resulta no crearlo, además de producir un gasto económico.

A continuación, se van a explicar los cinco principios básicos Lean:

- Valor: el valor es aquello por lo que el cliente está dispuesto a pagar (un bien o un servicio). Por lo tanto, el valor sólo puede definirlo el consumidor final. Las empresas en ocasiones piensan que el valor está en otras cosas, como por ejemplo en la utilización de maquinaria de última generación. Con esta visión, piensan que el cliente estará dispuesto a pagar más dinero por el producto que quiere si se le informa sobre los sofisticados procesos utilizados para la realización del producto. Al cliente no le importa qué maquinaria, o qué fórmulas se utilizan. El cliente quiere el producto con la calidad que exige, en el plazo que lo necesita y al precio más bajo del mercado. Si varias empresas ofrecen un producto idéntico, será la que lo ofrezca más barato la más competitiva.

Un ejemplo donde no se aportaba valor es el de las aerolíneas de los años 90. se preocupaban por entretener a los pasajeros con diversas actividades, dotándoles incluso con salas para los ejecutivos en los aeropuertos. De esta forma buscaban la forma más barata de volar para el pasajero, pero haciéndole perder muchas más horas. Las aerolíneas pensaban que, si entretenían al



pasajero, no le importaría esperar tantas horas para llegar a su destino puesto que así su vuelo era más barato. Esto se debió a que no tenían un enfoque en el cliente, puesto que no se dieron cuenta que lo que querían era llegar cuanto antes a su destino, sin necesidad de salas y entretenimiento.

Un ejemplo actual es el del Renault Captur bitono, en el que el techo está pintado dos veces. Una primera vez del tono del coche y otra segunda del tono que se quiere que tenga el techo. El cliente paga por tener el techo del coche de un determinado color y no le importa el color que tenga debajo. Debido a esto, hay un gran despilfarro de pintura.

- Flujo de valor: es necesario conocer todo lo que se realiza en una empresa desde la concepción del diseño de un producto hasta que el producto final sale de la fábrica donde se produce. Todo este recorrido será el denominado flujo de valor. Desgraciadamente, no todo este recorrido aporta valor al producto final. De ahí lo interesante de conocer el flujo de valor, para así eliminar los enormes despilfarros existentes por el camino.

La observación del flujo de valor del producto permite tener una visión panorámica de la empresa. Principalmente se detectarán: acciones donde es evidente que se añaden valor al producto final, acciones donde claramente no se añade valor al producto y se pueden eliminar al momento y acciones donde no se añade valor, pero hay que estudiar si se pueden eliminar puesto que en ocasiones no es posible.

Hay que tener en cuenta, que el flujo de valor debería analizarse no solamente en una línea de una fábrica donde se da forma al producto final, sino que hay que observar al cliente final, a los proveedores, a la logística, etc. Con esto lo que se pretende es que todos conozcan paso a paso la actividad llevada a cabo por cada parte de este gran flujo, para así amoldarse todos a su cliente directo.

- Flujo continuo: una vez que se ha localizado el flujo de valor y se han eliminado los despilfarros evidentes, hay que buscar que todo este proceso fluya, sin atascarse en temas burocráticos, en desacuerdos entre departamentos, en falta de información, etc. Mentalmente tendemos a trabajar en lotes y se debe cambiar la mentalidad hacia el trabajo unitario, puesto que el cliente quiere un producto específico y distinto al del cliente anterior y al del siguiente. Por esto es muy importante la existencia de un flujo continuo en el que todos estemos coordinados.
- Flujo tirado: o lo que es lo mismo, flujo pull. Todavía hoy en día hay empresas que trabajan con un flujo push, o lo que es lo mismo, se fabrica lo que se considera o lo que se cree que va a ser vendido y se saca a la venta. Para ser Lean y evitar grandes despilfarros se debe pasar del flujo push al pull, en el que el cliente realiza un pedido y es entonces cuando empieza a fabricarse lo que éste quiere. De esta forma se asegurará fabricar solamente lo que el cliente quiere, evitando así stocks y obsolescencia.
- Búsqueda de la perfección: si se quiere mantener todo el progreso realizado a través de los otros cuatro pasos, se debe tener una mentalidad que persiga



siempre la búsqueda de la perfección, o lo que es lo mismo, apostar por la mejora continua. Se sabe que la perfección es algo inalcanzable, porque siempre se va a poder mejorar más. Pero está claro que, sin perseguirla, nunca se mejoraría y cualquier empresa se estancaría. Al poner en marcha los otros cuatro principios, enseguida se irán observando nuevos despilfarros y nuevas oportunidades de mejora, por lo que es un proceso que nunca acaba.

(Rubén Apaza, 2019), (D. T. Womack, 1996), (Pablo Lledó, 2017)

2.3. Los 7+2 despilfarros

Las mudas o despilfarros (ilustración 2.9) en las empresas, son todas aquellas acciones que conllevan una pérdida de recursos, tiempo y dinero. (G. Menéndez, 2014)



Ilustración 2.9 Siete despilfarros

Estas pérdidas son analizadas desde el punto de vista de la búsqueda de valor añadido hacia el cliente final. A continuación, se explica cada uno de los despilfarros que se pueden encontrar en cualquier empresa:

- **Defectos:** cualquier característica del producto final que cause el rechazo del cliente que va a comprarlo será un defecto. Hay dos tipos de defectos, los que pueden rectificarse y los que no. El producto que tiene defectos los cuales no pueden corregirse y por lo tanto lo hacen invendible, se denomina chatarra.

Quando el producto tiene defectos que se pueden solventar para la venta al cliente, entonces nos encontramos ante un retrabajo. Como su propio nombre indica, es una pérdida de tiempo y de recursos al realizar acciones correctivas sobre un producto aparentemente ya terminado debido a fallos en parte del proceso.



Un ejemplo claro entre la diferencia entre chatarra y retrabajo es el de una pizzería. Si una pizza se quema, será imposible venderla, y por lo tanto se convertirá en chatarra. Sin embargo, si en una pizza tengo que echar champiñones y se me olvida hacerlo, será un retrabajo, puesto que podré volver a introducir la pizza en el proceso y añadirlo.

- Sobreprocesamiento: como ya se ha comentado, el valor de un producto es aquello por lo que el cliente está dispuesto a pagar. Todo aquello extra en el producto (siempre y cuando no altere negativamente ninguna de las demás características por las que el cliente paga) que se entregue al cliente sin que éste lo busque será un sobreprocesamiento, y por ello, una pérdida de tiempo y de recursos.

Un ejemplo claro de sobreprocesamiento es el anteriormente caso comentado del Renault Captur bitono. Como ya se explicó, este coche tiene el techo de un color distinto al resto de la carrocería. Si el cliente ha pedido la carrocería blanca y el techo negro, al cliente le da igual que debajo del techo negro si levanta la pintura aparezca pintura blanca. Por ello es un sobreprocesamiento, porque se está gastando pintura blanca cuando para el cliente eso no aporta ningún valor.

- Movimientos: todos aquellos movimientos innecesarios o con mala ergonomía realizados por los trabajadores serán despilfarros. Un ejemplo de movimiento innecesario sería un operario que trabaja sobre una mesa y tiene que girarse cada vez que coge un destornillador que utilizada cada cinco segundos. Un ejemplo de mala ergonomía se da cuando un trabajador requiere ponerse de puntillas para realizar una tarea.

Estos despilfarros en forma de movimientos se deben normalmente a una mala organización de los puestos de trabajo. Cuando en el puesto de trabajo no se han realizado unas 5S, normalmente aparecen movimientos innecesarios, puesto que no se ha eliminado lo innecesario del área de trabajo y no se ha ordenado el material utilizado en función del uso y de las personas que trabajan allí. Otro inconveniente de la realización de movimientos innecesarios es que provocan cansancio en los trabajadores.

- Transporte: todos los desplazamientos del producto que son innecesarios son considerados despilfarros de este tipo. El producto lo transportará una persona, un AGV, la gravedad, etc. La forma más óptima de observar los desplazamientos que realiza el producto es a través de la realización de una cartografía de producto y de un flujo físico. En la cartografía se observan los pasos que da el producto, y en el flujo físico se enumeran las veces que el producto se mueve.

Una de las mayores razones por las que se producen muchos desplazamientos del producto es por una mala distribución en planta. Las empresas crecen, e incluso la fábrica más pequeña sufre modificaciones en el lay out. Es frecuente que se vayan realizando estos cambios sin tener en cuenta los desplazamientos del producto, formándose circuitos con multitud de despilfarros de transporte de producto.



- **Espera:** todo el tiempo en el que una persona o un producto está parado es una espera. Estas esperas provocan aumentos de stocks y pérdidas de tiempo y están provocadas normalmente por desequilibrios entre los distintos puestos de trabajo. Cuando la carga de trabajo de los distintos operarios difiere, se producen estas esperas, puesto que habrá operarios que terminen su tarea muy rápido y se queden sin piezas aguas arriba, y por otro lado habrá operarios que tarden mucho en realizar su tarea y no envíen productos aguas abajo.

También puede suceder, y de hecho es muy común, que sí exista un equilibrio entre los distintos puestos de trabajo de una línea productiva, pero analizando cada puesto individualmente se observe que existen esperas. Un ejemplo de esto se da cuando el operario trabaja con máquinas en las que tiene que introducir el producto y esperar a que salga. Es muy probable que se puedan recolocar las tareas que realiza en su puesto para que el operario esté ocupado en lo que, por ejemplo, introduce una pieza en un molde y espera a que salga, en vez de estar parado ese tiempo.

- **Stock:** el stock lo forma el conjunto de productos o partes de productos que se fabrican en una compañía y que se encuentran parados.

Es el despilfarro más importante y al que primero hay que atacar, puesto que cuando en una empresa hay stocks da la sensación de que no se tiene ningún problema. Esto se debe a que cuando una pieza sale defectuosa, un producto no se termina a tiempo para el cliente, el proveedor no llega a tiempo, etc, se soluciona el problema cogiendo las piezas necesarias de los stocks. Por lo tanto, el stock lo que hace es ocultar los verdaderos problemas o despilfarros de una empresa.

Primeramente, hay que comprender que el stock provoca un coste de oportunidad. Si nos paramos a pensar, todo el stock es dinero invertido en productos que todavía no ha pedido el cliente. Esto significa que hay un montón de dinero parado en forma de stock que podría estar siendo invertido en cualquier otra actividad más beneficiosa para la empresa. Además, hay que tener en cuenta que no todo el producto que se encuentra en stock va a poder ser utilizado, puesto que corre el riesgo de ser dañado o de quedarse obsoleto o caducar. En este caso hablaríamos de una pérdida monetaria.

La mejor forma de explicar la importancia de la eliminación de los stocks es a través del siguiente ejemplo. Como se puede observar en la ilustración 2.10, el stock se representa como el nivel del agua. El nivel del agua sube o baja dependiendo del día, al igual que el stock. El fondo del mar está cubierto de rocas, las cuales no se ven debido a que el nivel del agua es elevado. Como no se observan estas rocas, no es algo que le preocupe a nadie. Estas rocas representan los distintos despilfarros encontrados en cualquier empresa. El barco representa la empresa. Este barco navega tranquilamente puesto que como el nivel de stocks es elevado, nunca va a tener problemas. Pero, ¿qué sucede cuando de repente baja el nivel de stocks? La empresa choca contra los despilfarros, los cuales no esperaba encontrarse. Y es entonces cuando la



empresa se plantea eliminar rápidamente esos despilfarros. (A. L. Martínez, 2014).

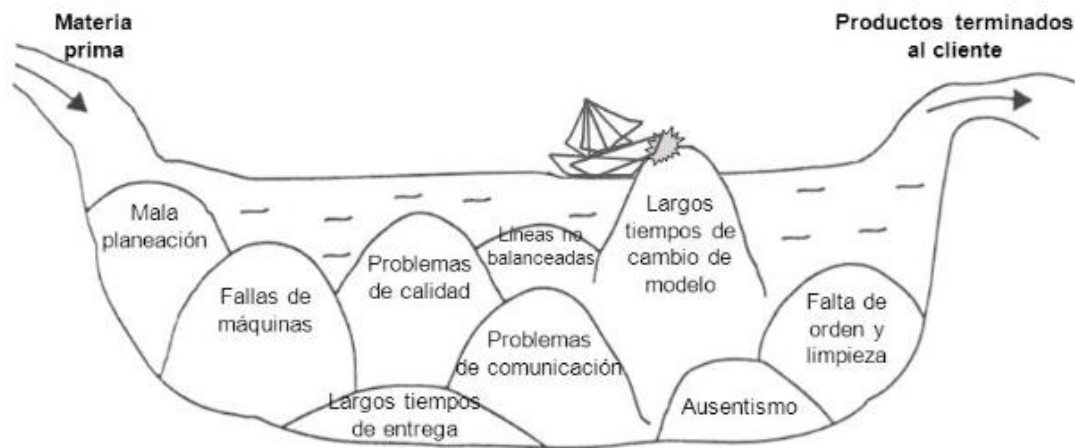


Ilustración 2.10 El nivel de inventario y los despilfarros

Esta imagen nos demuestra la importancia de eliminar los stocks. Aunque esto es prácticamente imposible, y en la realidad se suele mantener un mínimo de stock, la tendencia debería ser a perseguir lograr tener los stocks a cero. Y, ¿por qué es tan importante? Porque si una empresa no tiene stocks significa que no tiene esas rocas o despilfarros donde chocarse, y que sabe actuar al momento ante cualquier posible problema.

En resumen, los stocks esconden todos los despilfarros que tiene la empresa, que se traducen en poca flexibilidad y poca capacidad de adaptación.

- **Sobreproducción:** se da cuando se produce más cantidad de la que se va a vender. Esto producirá stocks y puede que obsolescencia o que caduque el producto. Por ello hay que cambiar el concepto de producción y enfocarlo hacia el cliente y hacia un sistema pull.

La sobreproducción aparece por los “por si acaso” y crea stocks en las empresas. Es importante señalar, que la sobreproducción afecta sobre los demás despilfarros en una empresa, puesto que cuando se produce un despilfarro de cualquier otro tipo como por ejemplo movimientos, transportes o defectos, estará afectando también a todos los productos que se hayan creado de más. Así aumentarán los despilfarros de una empresa, aumentando las pérdidas de tiempo, de dinero y de recursos.

- **Mala utilización del talento:** muchas son las empresas que no conocen a sus empleados. También son muchas las empresas que echan a trabajadores sin plantearse en qué otro puesto podría encajar. Una empresa debe preocuparse por conocer a todos sus trabajadores y saber si les gusta el trabajo que realizan o si preferirían otro, además de saber qué otras cualidades o conocimientos tienen, puesto que sino se está desaprovechando el talento de las personas. En



ocasiones una reubicación de un empleado en otro puesto, puede aportar beneficios para la empresa, puesto que quizás esté más motivado y tenga un gran talento para la tarea en cuestión.

- ***Resistencia al cambio:*** un gran despilfarro que se encuentra en la mayoría de las empresas es la resistencia al cambio. Cuando cualquier trabajador de una compañía se niega a cambiar algo para mejorar, deja de remar a favor de la empresa, provocando grandes retrasos y problemas para el crecimiento de la misma. Las personas tienen costumbres y muchas veces se sienten intimidadas ante cualquier cambio, puesto que salen de su zona de confort y piensan que esto puede provocar que dejen de realizar su trabajo tan bien como hasta ahora e incluso llegar a ser echado por la empresa. Realmente es, al contrario. La empresa que no apuesta por la mejora continua, la cual implica cambios a diario, es una empresa que deja de ser competitiva. Por lo tanto, las personas que se resisten a los cambios beneficiosos, son problemáticas para la empresa.

(Hugo Robledo, 2016)

2.4. Herramientas del Lean Manufacturing

2.4.1. Las 5 S

Las 5S es una herramienta básica en cualquier empresa que pretende crear una cultura Lean. Sin 5S será imposible estandarizar los puestos de trabajo, y por ello, tampoco será posible crear una cultura basada en el Lean Manufacturing.

Es importante aplicar esta herramienta para conseguir organizar cualquier puesto de trabajo, y así de esta forma poder realizar una mejora continua sobre el mismo para alcanzar la perfección que siempre se busca.

Cabe destacar, que las 5S no es un fin en sí, sino que permite alcanzar los objetivos del puesto de trabajo. Es decir, no se basa solamente en lo que se va a explicar a continuación, que son cinco pasos distintos con los que lograremos un orden en el puesto de trabajo, sino que es la clave para alcanzar los objetivos que se persiguen en el puesto. Al final, la metodología 5S tiene como objetivo desarrollar comportamientos que se interioricen volviéndose naturales y aplicándose a diario. Para realizar unas 5S adecuadas, hay que tener en cuenta a todos los trabajadores que operen en ese puesto de trabajo donde se vayan a aplicar.

El nombre de 5S viene dado porque los cinco pasos que debemos dar para aplicar esta herramienta son cinco palabras japonesas las cuales empiezan todas por la letra s: seire, seiton, seiso, seiketsu y shitsuke. En español pueden traducirse como: seleccionar, ordenar, limpiar, estandarizar y practicar para mejorar (ilustración 2.11).



Ilustración 2.11 5S en japonés y en español

Las 5S funcionan según un esquema 3+2. Los tres primeros pasos son acciones inmediatas y los dos últimos son acciones de management.

Las dos últimas acciones permiten mantener en el tiempo las tres primeras. Cuando se realizan 5S y se saltan los dos últimos pasos, entonces el puesto de trabajo volverá a desordenarse y a dejar de ser de ayuda para el trabajador y para alcanzar los objetivos del puesto. Es necesario estandarizar y mejorar para mantener en el tiempo el trabajo realizado con las tres primeras acciones.

A continuación, se va a explicar cada una de estas acciones.

- Seleccionar: es suprimir todo lo inútil del puesto de trabajo y su entorno. Para ello hay que conocer qué es lo útil, es decir, hay que observar el puesto para ver qué es lo que se utiliza. También hay que definir una zona para cada cosa útil. Y, por último, hay que eliminar el material inútil comprobando si se puede utilizar en otro sector o si se puede reciclar.
- Ordenar: cada cosa tiene su sitio y hay un sitio para cada cosa. En este paso hay que definir concretamente el lugar de cada útil. Habrá que tener en cuenta criterios como los principios de economía de movimientos en el que se dice que se deben reducir el número de movimientos, realizarlos al mismo tiempo, acortar las distancias y facilitar los movimientos. Un ejemplo de la utilización de la economía de movimientos sería la utilización de la gravedad en vez de la fuerza muscular, el mantener materiales y herramientas en frente del trabajador, y organizar los mismos en el orden de utilización.
- Limpiar: este concepto realmente no significa eliminar los restos de suciedad de un sitio. En las 5S el término limpiar consiste en dejar de manchar. Para dejar de manchar primeramente se necesita encontrar las fuentes que provocan la suciedad y seguidamente localizar las causas raíces de porqué se producen estas anomalías para así suprimirlas.



Estandarización de la recogida del material utilizado para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean

- ***Estandarizar***: para crear un estándar adecuado, primeramente, hay que realizar un estado de referencia del puesto de trabajo ayudándose con la gestión visual. A través de la estandarización, se formalizarán las actividades a realizar para mantener las tres primeras S. El documento que se cree para definir el estándar debe ser lo más visual posible, y si es posible, que ocupe una sola cara de un folio.
- ***Practicar para mejorar***: esto se realiza aplicando los estándares para así mantener el estado de referencia, comprobando que los estándares se aplican adecuadamente y permitiendo a los operarios que sean autónomos para así estudiar cualquier desvío que se produzca estándar para tenerlo en cuenta en un posible nuevo estándar.

A continuación, se puede observar la ilustración 2.11 donde aparece parte del material utilizado en las formaciones impartidas en la Escuela Lean antes de aplicar 5S. Herramientas de distintos tipos estaban mezcladas en cajas, de tal forma que cada vez que se necesitaba una de ellas, era necesario perder tiempo hasta encontrarlo. En la ilustración 2.12 se pueden ver las mismas herramientas tras aplicar 5S. Desde ese momento no sólo se logró organizar las herramientas, sino que se asignó a cada caja su lugar para que esta mejora se mantuviera en el tiempo con ayuda de gestión visual.



Ilustración 2.12 El antes de la aplicación de 5S a parte del material de la Escuela Lean

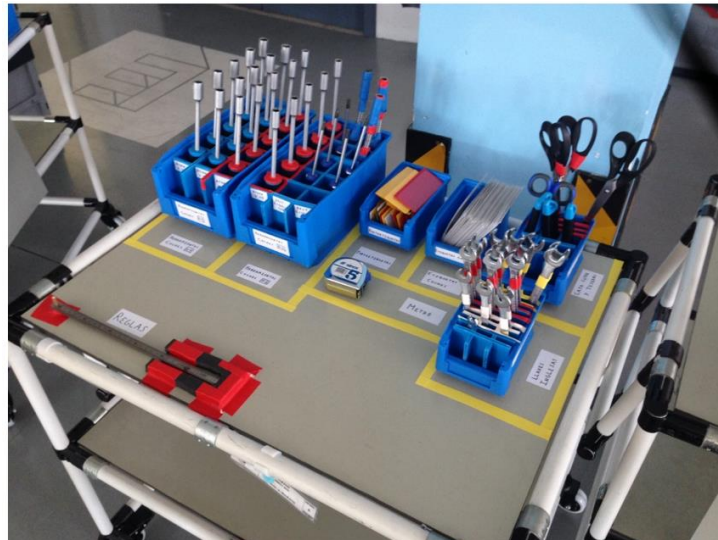


Ilustración 2.13 El después de la aplicación de 5S a parte del material de la Escuela Lean

(Renault Nissan Consulting, 2018), (B. Castro, 2015), (Johana Chuquino, 2019), (Walter Gianpierre Silva Robles, 2016)

2.4.2. Gestión visual

Entre el 70 y el 95% de la información que recibimos es a través de la vista. Por ello, un alto porcentaje de la memoria se basa en la información que se obtiene visualmente. Debido a esto es tan importante el uso de la gestión visual.

La gestión visual es una herramienta muy utilizada en las 5S, la cual ayuda a eliminar la ambigüedad y evita que haya posibles distintas interpretaciones por parte de los diferentes trabajadores. Consiste en utilizar distintos colores, gráficos, etc, que faciliten el trabajo evitando al trabajador leer información, pensar, y, en definitiva, perder tiempo y aumentar las posibilidades de cometer un error.

Un ejemplo de gestión visual sería el trabajar con dos colores distintos en la realización de un tablero hora por hora como el de la ilustración 2.14. La línea de color azul indica la producción que se desea realizar y la línea morada la realmente producida. Gracias a la combinación de colores, de un solo vistazo se puede observar que no se está consiguiendo en ningún momento la producción exigida.

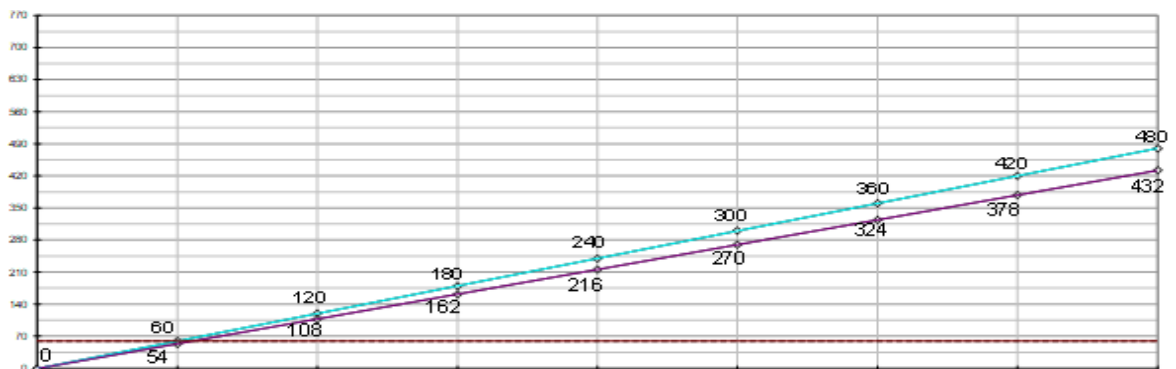


Ilustración 2.14 Tablero hora por hora



Estandarización de la recogida del material utilizado para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean

En la ilustración 2.14 se puede ver un ejemplo de gestión visual. Cada guante, dependiendo la talla, tiene un borde de color rojo, verde, negro o blanco. Para facilitar el devolver los guantes al sitio adecuado, se utilizan tarjetas donde pone la talla del guante con fondo del color del guante y pegatinas del color del guante. De esta forma las personas ahorran tiempo ordenando y, además, se consigue mantener un orden que antes de la ayuda de la gestión visual era imposible, puesto que cada alumno depositaba los guantes en cualquier caja.



Ilustración 2.15 Ejemplo de gestión visual en la Escuela Lean

(Renault Nissan Consulting, 2017), (Renault Nissan Consulting, 2018), (Renault Nissan Consulting, 2019), (Netmind, 2015)

2.4.3. VSM

El VSM o Value Stream Mapping es una herramienta que utiliza iconos para mostrar la secuencia que sigue la información (ilustración 2.15), el material o las distintas operaciones que componen la cadena de valor. Esta cadena de valor son los pasos, actividades u operaciones que son necesarias para fabricar un producto o prestar un servicio desde los proveedores hasta el cliente final. Cada empresa realizará su propio VSM de acuerdo a los parámetros más importantes para la misma.



Estandarización

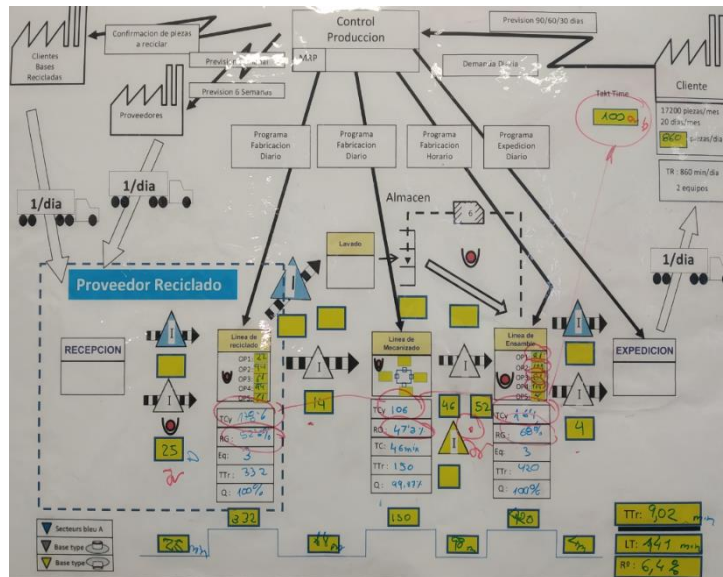


Ilustración 2.16 VSM formación JIT en la Escuela Lean

Gracias al VSM se consigue comprender los flujos de material y la información más global de la empresa en la actualidad para así desarrollar una visión lean a través de la definición de acciones para mejorar los resultados actuales.

Dos importantes ventajas de la realización del VSM son la localización de macrodespilfarros y el servir de punto de partida para fijar una estrategia de mejora.

(Renault Nissan Consulting, 2018), (LeanManufacturing10, 2019), (Leanmanufacturingtools, 2015)

2.4.4. Cartografía

Se pueden diferenciar tres tipos de cartografías: de superficie, de mantenimiento y de producto. Las tres nos sirven para localizar microdespilfarros en la empresa.

En la cartografía de superficie (ilustración 2.16) se pinta con distintos colores las superficies donde se añade valor al producto final, donde hay stock de piezas y donde hay espacio libre.



Estandarización de la recogida del material utilizado
para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean

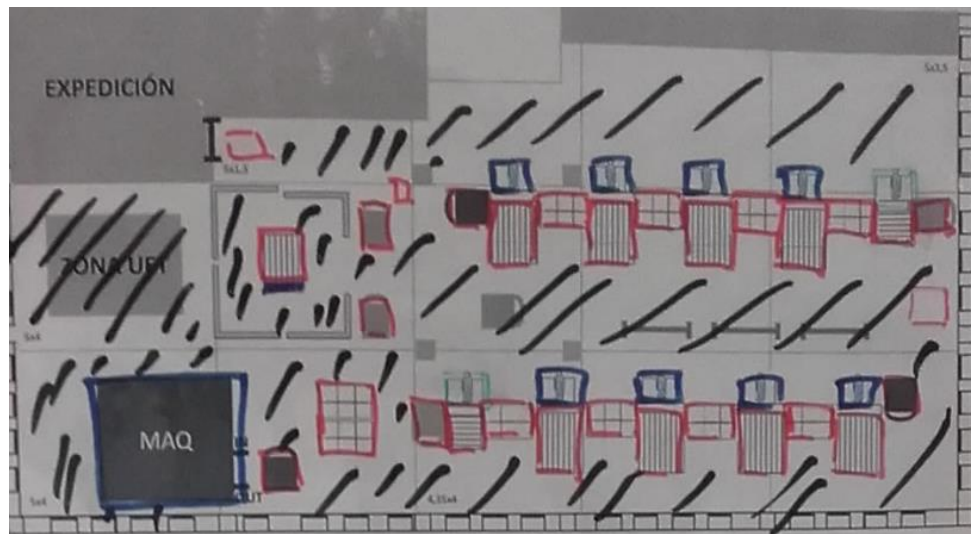


Ilustración 2.17 Cartografía de superficie de la formación JIT en la Escuela Lean

En la cartografía de mantenimiento se marca con una línea el circuito que realizan los trabajadores logísticos, además de contarse los pasos que realizan.

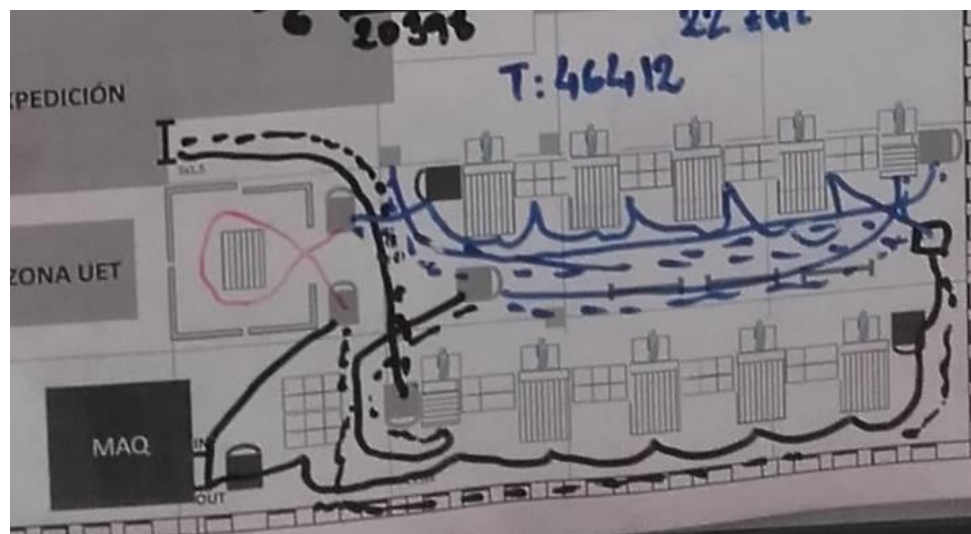


Ilustración 2.18 Cartografía de mantenimiento de la formación JIT en la Escuela Lean

Por último en la cartografía de producto se marca con una línea el flujo que sigue el producto y se cuentan los pasos reales humanos que realizaría el producto.



Estandarización de la recogida del material utilizado para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean

sólo que no suceden en todos los ciclos, y por ello se denominan así, para ser diferenciadas. Por lo tanto, son tiempos que sí somos conscientes que van a ser gastados en esas acciones determinadas.

En la ilustración 2.20, se puede ver cómo después de estudiar un puesto de trabajo durante muchos ciclos de trabajo, hay tiempos de ciclo mucho mayores al tiempo medio de ciclo. Todos estos valores serán consecuencia de aleas y frecuenciales.

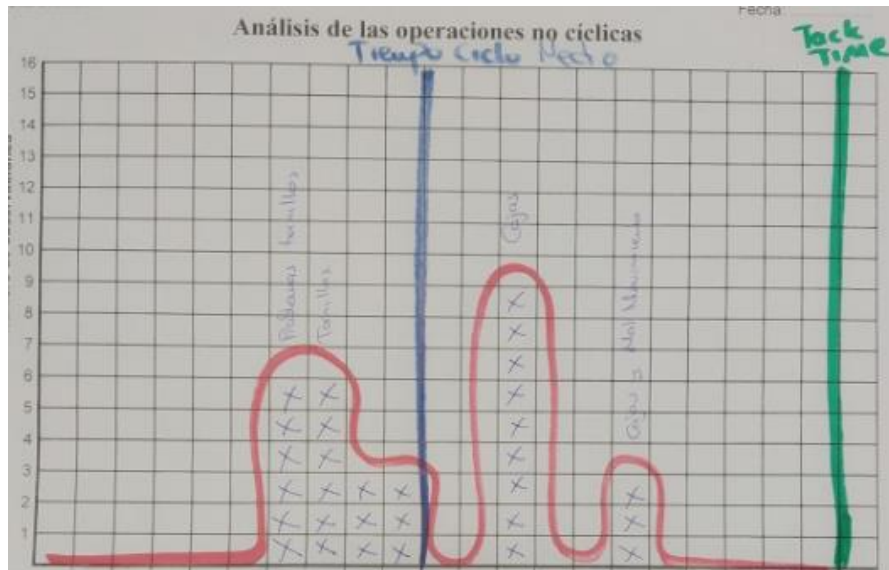


Ilustración 2.21 Análisis de operaciones no cíclicas en la formación JIT de la Escuela Lean

2.5. Qué es la estandarización

Una operación estándar es la mejor práctica del momento. Debido a esto no hay ningún motivo por el que esta mejor práctica deba permanecer en el tiempo, puesto que a diario en una empresa muchas cosas cambian, y con ello debería adaptarse la estandarización, ya que los problemas de producción se deben mayoritariamente a una estandarización inadecuada.

2.5.1. Objetivos de la estandarización

Uno de los objetivos de la estandarización es la formalización de las mejores prácticas del momento, lo cual será tomado de estado de referencia para, a partir de ahí, mejorar lo considerado a día de hoy como estándar.

Otro objetivo es la reducción de la dispersión, es decir, la estandarización ayudará a que el trabajo que se realiza en un puesto de trabajo se realice siempre en un rango de tiempo mucho más pequeño que sin existir un estándar adecuado.

El tercer objetivo es la aplicación y la mejora del estándar a través de ciclos PDCA (Plan, Do, Check, Act). El ciclo PDCA se puede decir que es la explicación desglosada de la mejora continua. El soporte que sustenta este ciclo y que ayuda a no dar pasos



hacia atrás en la mejora continua, permitiendo un progreso continuado de una empresa, es la estandarización.

2.5.2. Ventajas de la estandarización

Muchas veces nos referimos a la estandarización pensando en un puesto de trabajo de una línea de producción. Realmente se puede aplicar a cualquier ámbito de la vida y a cualquier empresa o lugar. Una gran ventaja de la estandarización, y la más importante, es que aporta la máxima seguridad conocida hasta el momento para las personas que realizan ese trabajo y por lo tanto las que tienen que ser conocedoras de ello.

Otra gran ventaja es que gracias a los estándares, el nivel de calidad aumenta sin pensar en retrabajos ni controles de calidad.

También enseña un modo de realizar la tarea ergonómico y más económico puesto que afecta directamente sobre la reducción de despilfarros.

Por otro lado, ayuda a cumplir con el tiempo de entrega del producto o servicio.

(Kyocera, 2017), (SalesUp, 2017)

2.5.3. Aspectos necesarios básicos para estandarizar adecuadamente

Cualquier estándar debe ser común para todas las personas que realicen o vayan a realizar esa operación o servicio. También debe ser claro, detallado y racional, para no dar lugar a duda o a posibles distintas interpretaciones.

Los estándares podrán ser interiorizados y realizados perfectamente a través de la práctica y serán utilizados tanto para las personas veteranas en el trabajo como para las personas que llegan nuevas.

Cabe destacar la necesidad de participación por parte de las personas que utilizarán este estándar aportando sus ideas, puesto que no hay mayor conocimiento sobre una tarea que el que puede aportar quien la realiza durante ocho horas al día.

(Contactopyme, 2017), (Revista Daena, 2009)

2.5.4. Factores que deben determinar una operación estándar

- El procedimiento de la operación: debe quedar claro el modo operatorio. Si es posible se añadirán imágenes que faciliten la comprensión de la operación. El tamaño ideal de un estándar sería el de una hoja tamaño A4 para cada operación estándar, para así poder ver la operación completa con un solo vistazo.
- Los puntos clave para su ejecución: se deben incluir puntos clave para asegurar la seguridad, la calidad y para facilitar la ejecución.



Estandarización de la recogida del material utilizado para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean

- El tiempo en el que se debe realizar la operación: deben anotarse los tiempos que se requieren para realizar cada una de las operaciones.
- El stock estándar: se tiene que anotar en el estándar el stock mínimo necesario para asegurar el flujo continuo de la actividad.

Hoja de Operación Estándar (seguimiento)

Nº de FOP: _____ FOS:/..... Página:2../3..

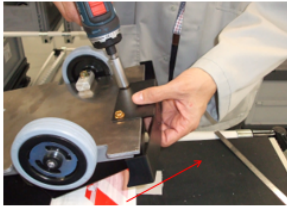
Nº	Análisis de la operación	Tiempo	Etapa principal	Punto clave	Razón del punto clave. Dibujo explicativo. Reglas operatorias y otras.
16	coger con mano izquierda el salpicadero, por la parte superior, enfrentando los agujeros a los tornillos M6 y verificando que los controles del mismo quedan al lado derecho del operario				<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">para asegurar la distancia entre ptas. y parachoques</div> 
17	coger tuercas M6 con cada mano y preapriete manual hasta fondo de los tornillos M6				
18	coger el coche con las dos manos y girarlo 180º hacia el operario y dejarlo apoyado sobre el útil boca abajo		10. montaje salpicadero y parachoques delantero		
19	Tirar del paragolpes con la mano izquierda hacia afuera suavemente para alinearlos y simultáneamente con la mano derecha apretar con la pistola de M6			tirar del paragolpes al realizar el apriete	

Ilustración 2.22 Ejemplo de operación estándar

(Renault Nissan Consulting, 2015), (Kailean consultores, 2017)

2.5.5. Principios de economía de movimientos

Existen cuatro principios que se deben tener en cuenta para realizar un estándar adecuado. Estos principios son los que aparecen a continuación:

- Reducir el número de movimientos: se deben eliminar todos aquellos movimientos que sean innecesarios. Estos movimientos pueden deberse a mala ergonomía o a una falta del estudio del puesto de trabajo. Además, habrá que reducir el número de movimientos al mínimo puesto que producen fatiga al trabajador y además no añaden valor.
- Ejecutar los movimientos al mismo tiempo: hay que procurar realizar operaciones ambas manos de manera simultánea puesto que es más sencillo realizar tareas de forma simétrica.
- Disminuir las distancias de los movimientos: Las distancias de los movimientos deben ser las mínimas, tanto por ergonomía, como por eliminar pérdidas de tiempo.
- Hacer que los movimientos sean más fáciles: hay que aprovechar la gravedad y eliminar movimientos que impliquen el uso de la fuerza. De esta forma los movimientos serán más sencillos de realizar, cansarán menos a los trabajadores y se evitarán problemas de seguridad y de calidad.

(CEUPE, 2019) (divulgación ciencia y tecnología, 2017)



2.5.6. Formación en tres etapas

Tras la estandarización de cualquier procedimiento o puesto de trabajo, es necesario formar a las personas que utilizarán dicho estándar. Un método para llevar a cabo esta tarea es la formación en tres etapas.

La primera etapa es la llamada “I do”, donde la persona que conoce el estándar realiza las operaciones explicándolas al detalle.

La segunda etapa se denomina “We do”. En esta etapa, la persona a la que estás enseñando realizará las tareas aplicando el estándar y con la presencia del formador, el cual corregirá inmediatamente cualquier desviación del estándar. Se repetirá este proceso hasta que la persona que está aprendiendo lo haya interiorizado a la perfección.

En última etapa, conocida como “You do”, la persona que estaba aprendiendo es capaz de realizar todas las operaciones siguiendo el estándar. En este momento estará preparado para realizar la actividad de manera autónoma, e incluso de formar a otras personas.

(Renault Nissan Consulting, 2017)



Estandarización de la recogida del material utilizado
para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean





Capítulo 3. Estandarización en la Escuela Lean

3.1. Causas de estandarizar las formaciones impartidas en la Escuela Lean

Las causas que llevan a iniciar la estandarización de las formaciones impartidas en la Escuela Lean tanto a nivel de las enseñanzas transmitidas a los alumnos como a nivel de los preparativos previos y posteriores a cada formación (e incluso a preparativos necesarios entre sesiones de una misma formación) son las siguientes:

- Cada formador, o persona participante del proceso de formación en la Escuela Lean (sea de la manera que sea su participación) realiza las tareas de distinta forma, puesto que no existe un estándar en el que basarse.
- Las actividades duran más tiempo del que se puede conseguir dando un orden lógico y óptimo de las mismas a través de la estandarización de las mismas.
- Varios formadores, o personas participantes del proceso de formación, desconocen la ubicación de diversos materiales, documentación, lo cual causa un desorden debido a la desinformación.
- Varios formadores, o personas participantes del proceso de formación, desconocen la importancia de las tareas previas y posteriores a la formación. Creando un estándar, se le otorgará la importancia que merecen dichas tareas básicas para la impartición de las formaciones, pudiendo incluso contabilizar el tiempo empleado en cada tarea, y pudiendo observar fácilmente el tiempo estándar total empleado, que, en muchas ocasiones en la actualidad, no es fácil verlo reflejado.
- En ocasiones hay que cancelar formaciones solicitadas por clientes porque no hay recursos suficientes para reordenar la Escuela Lean de la debida manera. Esto provoca o la necesidad de utilizar más recursos (más personas recolocando la Escuela Lean) o el retrasar al cliente su petición. El riesgo es perder clientes por los retrasos ocasionados cuando no se encuentran más recursos. Esto afectará directamente sobre los beneficios obtenidos a través de las formaciones.



3.2. Objetivos de estandarizar las formaciones impartidas en la Escuela Lean

Los objetivos que se quieren conseguir estandarizando las formaciones son los que caracterizan las ventajas de utilizar la estandarización:

- Todas las personas que participen impartiendo la formación, recogiendo el material, y, en definitiva, todas las personas implicadas en este proceso, trabajarán de la misma forma.
- Se conocerá la mejor forma, hasta el momento, de realizar este proceso. Al estar la misma documentada, será más fácil estudiar entre distintas ideas posibles mejoras, al poder comparar lo existente con las nuevas versiones.
- Cuando cualquier persona ajena al proceso comience a formar parte de él, será mucho más sencillo que obtenga el conocimiento necesario si existen estándares donde tanto sus formadores como la misma persona, puedan apoyarse.
- Gran reducción del tiempo empleado en realizar estas tareas que no aportan valor a lo que es la propia formación en sí (aunque son tareas imprescindibles). Esto reducirá los recursos necesarios, que en este caso son personas.
- Aumento del tiempo libre en la agenda de actividades de la Escuela Lean, el cual se puede utilizar para realizar mejoras en la Escuela Lean, y, por supuesto, para poder impartir más formaciones de las que se puede a día de hoy.

3.3. Estandarización de la recogida del material utilizado en la formación Justo a Tiempo Avanzado

Ahora que ya se ha explicado en el capítulo dos en qué consiste la formación Justo a Tiempo Avanzado, y que en el inicio del capítulo tres se ha justificado el porqué es positiva la estandarización de las formaciones impartidas en la Escuela Lean, se puede pasar a crear un estándar lo más óptimo posible hasta el día de hoy de la recogida del material utilizado en la formación. Cuando terminan los cuatro días de formación, hay dos opciones: recoger todo el material para ponerlo en producción inicial o recogerlo para guardarlo dentro del almacén porque se va a impartir una formación distinta en la que se utilizará otro material. Ambas opciones tienen una parte común: la recogida del material. En el punto 3.3.1 se especifica a qué hacen referencia estos primeros pasos comunes.

3.3.1. Recoger el material

Como se acaba de comentar, recoger el material comprende la parte común que es previa tanto a colocar el material para volver a realizar la formación, así como guardar el material en el almacén porque se va a realizar una formación diferente.

Siempre se parte de la tercera y última producción realizada en la formación.



Estandarización en la Escuela Lean

El aspecto del lay out de la tercera producción es el que se puede observar en la ilustración 3.1. Como se ha comentado anteriormente, y, además, como se puede observar en esta ilustración, el espacio ocupado por las líneas productivas ha quedado reducido muy considerablemente.



Ilustración 3.1 Lay out de la tercera producción

Sin embargo, como se puede ver en las ilustraciones 3.2 y 3.3, más de un tercio de la superficie de la Escuela Lean está ocupada por todas las estanterías y mesas que han sido desechadas en esta última producción.



Ilustración 3.2 Material sobrante en la tercera producción



Estandarización de la recogida del material utilizado para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean



Ilustración 3.3 Material sobrante en la tercera producción

➤ LLENAR LA LAVADORA UTILIZADA EN LA TERCERA PRODUCCIÓN

La primera acción a llevar a cabo es rellenar la lavadora utilizada en la tercera producción con las piezas correspondientes. El aspecto al finalizar la tercera producción es variante dependiendo de la demanda del cliente durante la actividad. Una posible opción de encontrarse la lavadora se muestra en la ilustración 3.4. Se puede ver que está casi vacía. Es una situación muy normal, puesto que la mayoría del material estará en los kits de trabajo utilizados en esta última producción.



Ilustración 3.4 Lavadora tras finalizar la tercera producción



Estandarización en la Escuela Lean

Para completar la lavadora habrá que desmontar todos los Solectrones necesarios para llenar de piezas los bacs azules. Para ser más óptimos, se desmontarán los Solectrones que se encuentran junto a la lavadora utilizada en la tercera producción, en la propia línea de producción. En el kit, se encuentran todas las piezas necesarias para la construcción de un Solectron completo.

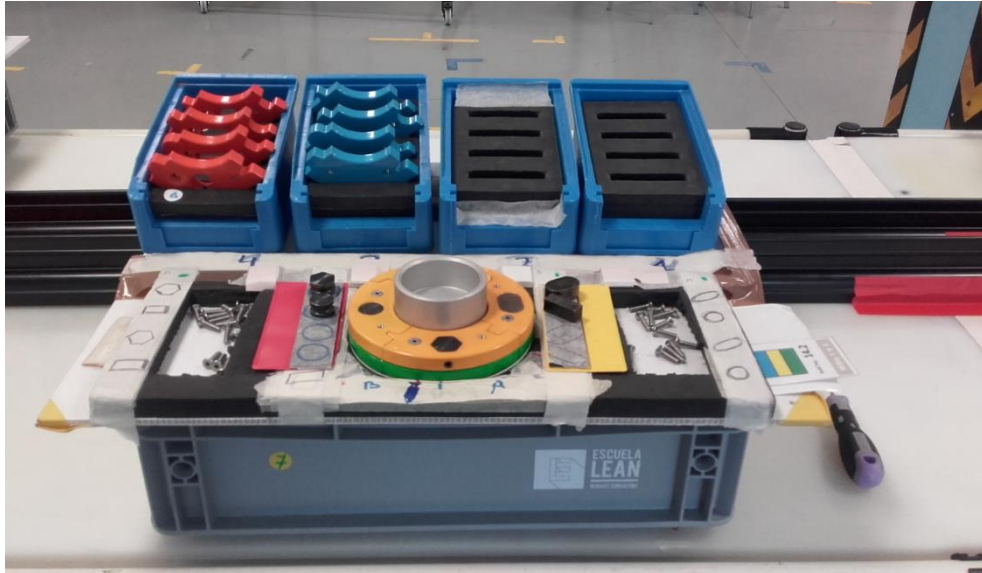


Ilustración 3.5 Kit con las piezas correspondientes a un Solectron completo

Los Solectrones también pueden encontrarse en la estantería que representa el cliente (ilustración 3.6) sobre bandejas de dos, tres o cuatro Solectrones, puesto que son los posibles lotes que se le entregan.



Ilustración 3.6 Estanterías que representan el cliente



Estandarización de la recogida del material utilizado
para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean

Un ejemplo de una bandeja de tres Solectrones que está en proceso de llenado para entregarse al cliente puede verse en la ilustración 3.7.

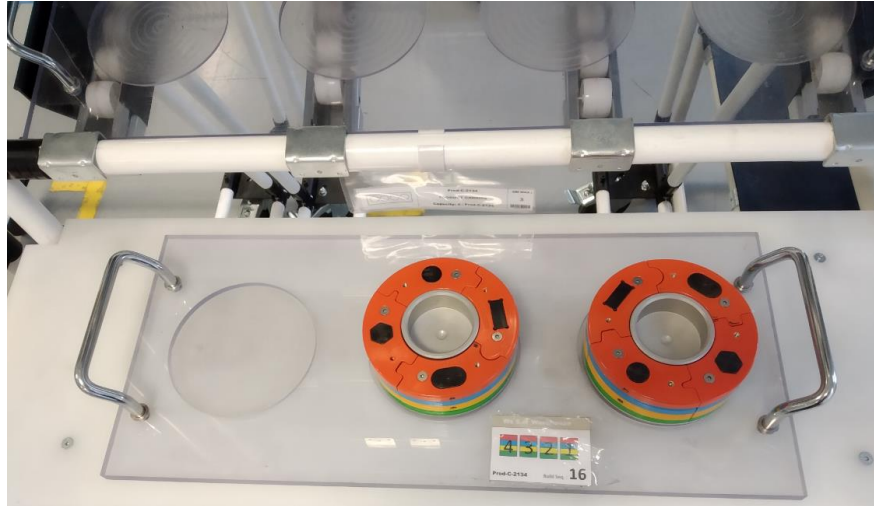


Ilustración 3.7 Bandeja de tres Solectrones

En cuanto a cuál sería el aspecto final de la lavadora, éste puede verse en la ilustración 3.8, donde se muestra cómo debe quedar la lavadora preparada para guardarse en el almacén (puesto que sólo se utiliza en la tercera y última producción).



Ilustración 3.8 Lavadora utilizada en la tercera producción completa



La forma de alcanzar el estado de referencia final de esta lavadora, se muestra a continuación en la ilustración 3.9. En la primera fila habrá dos líneas de bacs con sectores rojos y dos líneas de bacs con sectores azules. En la segunda fila habrá dos líneas de bacs con sectores amarillos y dos líneas de bacs con sectores verdes. En la cuarta fila habrá una línea con sectores rosas, otra con sectores granates, otra con sectores azules claros y finalmente otra con sectores marrones. Todas las líneas contendrán seis bacs con sectores, como se indica gráficamente en la ilustración. La distribución de los sectores en los bacs será en el orden que se muestra en la ilustración: A, B, C y D.



Ilustración 3.9 Distribución de bacs con sectores en la lavadora de la tercera producción

Una vez que la lavadora esté completa, significa que todas las cajas grises, las cuales representan los kits, estarán sin Solectrones, listas para guardarse en dos contenedores grandes (ilustraciones 3.10 y 3.11).



Ilustración 3.10 Contenedores que contienen los kits con todos los kits guardados



Estandarización de la recogida del material utilizado para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean

En la ilustración 3.11 se puede observar el lay out correspondiente a las cajas que contienen los kits. Durante la producción tres se sacan del almacén estas cajas y se tapan por encima para que los alumnos no sepan qué se encuentra dentro de las mismas.



Ilustración 3.11 Lay out de los contenedores que contienen los kits durante la tercera producción

Como se acaba de comentar, los kits no se utilizan hasta la producción tres, así que serán guardados en el almacén en la ubicación que puede observarse en la ilustración 3.12. En concreto, sobre la estantería que se encuentra al fondo nada más entrar.



Ilustración 3.12 Ubicación de los kits dentro del almacén



Estandarización en la Escuela Lean

En los kits también se encuentran tornillos, insertos, destornilladores y tarjetas kanban. Los tornillos y los cuatro tipos de insertos se guardarán en bacs azules pequeños como se puede ver en la ilustración 3.13.



Ilustración 3.13 Bacs con los cuatro tipos de insertos (en orden: ovalados, rectangulares, hexagonales y circulares) y con tornillos

Los destornilladores y las tarjetas kanban se guardarán dentro del almacén como aparece en la ilustración 3.14.



Ilustración 3.14 Destornilladores y tarjetas kanban en el almacén

La lavadora de la que estamos hablando, como se ha indicado, se guardará en el almacén, pero será una de las últimas tareas a realizar, puesto que previamente hay que guardar casi todo el material de la formación en la estantería del almacén.



➤ **APILAR EN BACS AZULES GRANDES LOS SECTORES DE MANERA ORDENADA**

Se apilan por colores y letras los distintos sectores. Como hay cuatro colores y cuatro letras, habrá un total de dieciséis columnas de bacs azules con sectores. Se puede observar en la ilustración 3.15.

Habrà que sacar la etiqueta identificativa de producto de aquellos bacs que contengan una, puesto que esta acción trata de unificar todas las cajas con todos los sectores para seguidamente distribuirlos ordenadamente. Por ello, se deben sacar todas las etiquetas identificativas y juntarlas ordenadamente, para más adelante colocarlas en los bacs que las necesiten. En puntos posteriores se explicará más detalladamente.

En la ilustración 3.15 se puede observar que el número de bacs de cada tipo y color de letra no es el mismo. Este suceso es algo normal. Ha habido muchos movimientos en las dos lavadoras y en general de montaje y desmontaje de Solectrones en las producciones durante la formación. De hecho, el caso que se puede ver en la ilustración, es muy favorable.



Ilustración 3.15 Colocación ordenada de todos los sectores

Todos los bacs de cada uno de los dieciséis tipos contendrán seis sectores. Menos un back que contendrá cinco y otro back que contendrá dos (ilustración 3.16). Siempre será así, puesto que para la recolocación de la primera producción se necesitan esos dos bacs de esa forma. Lo único que no siempre se obtendrán estos resultados en este momento, puesto que si a las cajas que contienen los productos intermedios les falta algún Solectron, habrá un número desigual de sectores de cada tipo. Esto es algo que



no debe preocupar. Este paso solamente consiste en recolectar todos los sectores y clasificarlos en los distintos tipos existentes.



Ilustración 3.16 Bac con cinco sectores y caja con dos sectores

Finalmente, cuando las lavadoras y las cajas de producto intermedio estén llenas, y tan sólo quede colocar las cajas que son necesarias para la primera producción, se tendrán exactamente las cajas que aparecen en la ilustración 3.17. Por lo que, dicho de otra forma, esta ilustración contiene las cajas totales que hay que colocar en las líneas de montaje y reciclaje de la producción uno.

	D	C	B	A	D	C	B	A	D	C	B	A	D	C	B	A
Caja*no piezas	5*6	5*6	5*6	5*6	5*6	5*6	5*6	5*6	5*6	5*6	5*6	5*6	5*6	5*6	5*6	5*6
Caja*no piezas	1*5	1*5	1*5	1*5	1*5	1*5	1*5	1*5	1*5	1*5	1*5	1*5	1*5	1*5	1*5	1*5
Caja*no piezas	1*2	1*2	1*2	1*2	1*2	1*2	1*2	1*2	1*2	1*2	1*2	1*2	1*2	1*2	1*2	1*2
Total	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37

Ilustración 3.17 Número total de sectores de cada tipo

➤ LLENAR CAJAS DE PRODUCTO INTERMEDIO

El siguiente paso es preparar las cajas que contendrán el producto intermedio entre los distintos puestos de trabajo de nuestra fábrica. En la ilustración 3.18 se observan todas las cajas necesarias para colocar en las distintas mesas que contendrán el producto intermedio. Como se ha visto en esta ilustración, las cajas deberán colocarse en la estantería que aparece en la foto.



Estandarización de la recogida del material utilizado
para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean



Ilustración 3.18 Cajas con producto intermedio colocadas en la estantería

En cada mesa situada entre dos puestos de trabajo habrá siempre tres cajas: dos de ellas con producto intermedio y una vacía. Como puede verse en la ilustración 3.19, las cajas que contienen producto intermedio contendrán exactamente tres Solectrones.



Ilustración 3.19 Cajas con producto intermedio



Todo lo necesario para completar las cajas de producto intermedio se encuentra en ese tercio de Escuela Lean que fue ocupado por todo el material que sobraba al pasar de la producción dos a la producción tres.

En las ilustraciones 3.20 y 3.21 se puede observar que aparecen pegatinas como ayuda visual en las cajas que contienen el producto intermedio. La letra M significa que son cajas de producto intermedio que corresponderán a la línea de Montaje. La letra R significa que son cajas con producto intermedio que corresponderán a la línea de Reciclaje. A su vez hay pegatinas de color: verde, blanco, azul y rojo, las cuales hacen referencia a entre qué puestos debe situarse el producto intermedio. Por ejemplo, la pegatina roja que se observa en la ilustración 3.20, significa que es el producto intermedio necesario entre los puestos cuatro y cinco.

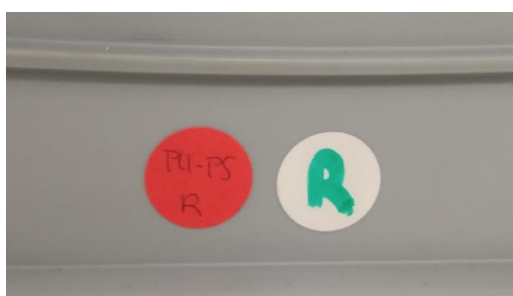


Ilustración 3.20 Caja con producto intermedio de reciclaje

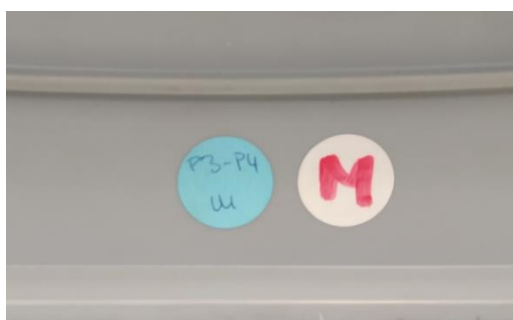


Ilustración 3.21 Caja con producto intermedio de montaje

Para la acción de llenado de cajas con producto intermedio, puede que nos sobren Solectrones (completos o con una, dos o tres capas) o piezas de algunos Solectrones (capas completas o piezas concretas), o puede que nos falten Solectrones o capas de algún Solectron y se tenga que recurrir a coger sectores de los que se colocaron por colores y letras en columnas, para poder completar el producto intermedio necesario.

➤ **RESERVAR O CONSTRUIR CUATRO SOLECTRONES COMPLETOS**

Es necesario una vez que se hayan completado con Solectrones todas las cajas de producto intermedio, si han sobrado Solectrones completos reservar cuatro, o construirlos si no los encontramos ya hechos. Estos cuatro Solectrones se almacenarán en una bandeja como la que se observa en la ilustración 3.22.



Estandarización de la recogida del material utilizado para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean



Ilustración 3.22 Bandeja con cuatro Solectrones

➤ RECOPIRAR TODAS LAS TARJETAS UTILIZADAS PARA DEFINIR EL PRODUCTO

Se recopilarán todas las tarjetas que sirven para describir el producto que va dentro de cada bac. Se diferencian tarjetas con fondo verde (utilizadas en la línea de reciclado) y tarjetas con fondo blanco (utilizadas en la línea de montaje). Las tarjetas de fondo blanco se colocarán en un tarjetero distinto a las de fondo verde como se muestra en la ilustración 3.23.



Ilustración 3.23 Clasificadores utilizados para almacenar las tarjetas identificadoras de producto

Además de esto, tanto las tarjetas de fondo verde como las de fondo blanco irán colocadas siempre de la misma forma. Primero las que representan los sectores de color verde, después el color amarillo, seguido del azul y finalmente el rojo. Y dentro de la clasificación por colores, en el siguiente orden: D, C, B, A. En la ilustración 3.24 se muestra de una forma más gráfica.



A	A
B	B
C	C
D	D
A	A
B	B
C	C
D	D
A	A
B	B
C	C
D	D
A	A
B	B
C	C
D	D

Ilustración 3.24 Estado de referencia de la colocación de las tarjetas en el tarjetero

➤ **LLENAR LA LAVADORA UTILIZADA EN LA PRIMERA Y SEGUNDA PRODUCCIÓN**

La siguiente acción es llenar la otra lavadora (ilustración 3.25), que es la que se utiliza en las producciones uno y dos. Dicha lavadora debe contener cuatro bacs azules de cada tipo de sector. En cada bac debe haber seis sectores.



Ilustración 3.25 Lavadora utilizada en las producciones uno y dos, después de ser utilizada en ambas producciones



Estandarización de la recogida del material utilizado para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean

Las etiquetas que aparecen en la lavadora, indicando qué tipo de bac debe introducirse en ese carril, se encontrarán con una pegatina como las de la ilustración 3.26 en el caso de los sectores amarillos, para facilitar al logístico la tarea de introducir los bacs en la lavadora.

El paso siguiente sería dar la vuelta al envoltorio de plástico que recubre las etiquetas para que la pegatina quede oculta para la siguiente formación, y seguidamente dar la vuelta a la propia etiqueta, quedando finalmente como se puede apreciar también en la misma ilustración pero en este caso con los sectores verdes.



Ilustración 3.26 Etiquetas de la lavadora

Finalmente, la lavadora quedará como se puede ver en la ilustración 3.27.



Ilustración 3.27 Lavadora utilizada en la producción uno y dos, completa



Estandarización en la Escuela Lean

En la ilustración 3.28 se puede observar de una forma más gráfica el número de cajas que deben ir colocadas en cada fila, con las cuatro líneas bien diferenciadas que representan las letras D, C, B y A, y el número de bacs por cada tipo de sector, que como se puede ver, son cuatro en todos los casos. También se puede observar el número de sectores que se encontrarán en cada bac.

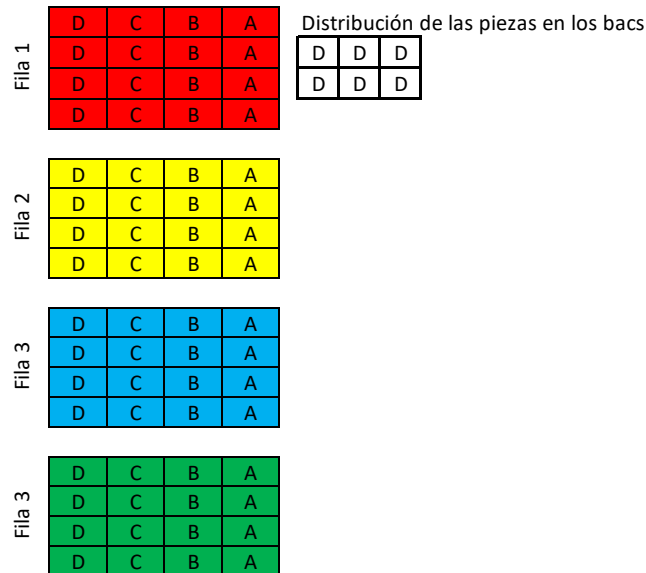


Ilustración 3.28 Distribución de bacs con sectores en la lavadora de la primera y segunda producción

La situación que tendrá esta lavadora en el lay out será la que se muestra en la ilustración 3.29.



Ilustración 3.29 Situación en el lay out de la lavadora utilizada en las producciones una y dos



Estandarización de la recogida del material utilizado para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean

Tras haber rellenado esta lavadora, los bacs que se colocaron en el suelo con todos los sectores de los distintos tipos, estarán nivelados. Es decir, se encontrará el mismo número de sectores de cada tipo de sector al haber sido rellenada la lavadora, rellenas las cajas de producto intermedio y reservado cuatro Solectrones completos. En concreto, como se comentó anteriormente, se encontrarán cinco cajas con seis sectores cada una, una caja con cinco sectores y una caja con dos sectores. Un total de siete cajas por tipo de sector con un total de treinta y siete sectores de cada tipo. Esto se puede observar en la ilustración 3.30 y anteriormente en la ilustración 3.17.



Ilustración 3.30 Bacs con sectores ordenados y nivelados

➤ **ORDENAR BACS VACÍOS**

Además de todos los bacs que se han colocado por tipología de sector para más adelante recolocar el nuevo lay out, hay que recoger todos los bacs vacíos que son necesarios utilizar más adelante.

En la línea de montaje se necesitan ocho bacs vacíos por cada puesto de trabajo, por lo que se necesitarán un total de treinta y dos para esa línea.

En la línea de reciclaje se necesitan dos bacs vacíos por cada puesto de trabajo, por lo que se necesitarán un total de ocho.

Por lo tanto, serán necesarios cuarenta bacs vacíos. Se recogerán por toda la Escuela Lean un total de cuarenta bacs vacíos azules grandes. Para ello se utilizará una mesa pequeña y se colocarán como se puede apreciar en la ilustración 3.31.



Ilustración 3.31 Bacs vacíos de las líneas de montaje y reciclaje

Quando se hayan recogido los cuarenta bacs, se colocarán junto a los bacs que contienen piezas como se observa en la ilustración 3.32.



Ilustración 3.32 Bacs con piezas y bacs vacíos. Suman el total de bacs utilizados en las líneas de montaje y reciclaje

3.3.2. Colocar el material para ponerlo en producción inicial

Previamente a todas las acciones que se van a enumerar a continuación para colocar el material de nuevo, habría que realizar todas las acciones descritas en el punto 3.2.1.



➤ **COLOCAR LAS ESTANTERÍAS Y MESAS SIGUIENDO EL LAY OUT CORRESPONDIENTE**

Siguiendo las marcas amarillas que se encuentran en el suelo, se colocan todas las estanterías y mesas de producto intermedio formando el lay out correspondiente a la producción uno. Se reservará una mesa libre sin colocar para poder transportar todo el material que debe rellenar estanterías y mesas.

Habrán cajas grises con bases y cajas grises vacías. Todas estas cajas se colocarán una vez terminada la colocación del nuevo lay out.

En la ilustración 3.33 se puede observar el aspecto final de la colocación del lay out de la línea de reciclaje.



Ilustración 3.33 Lay out de la línea de reciclaje

En la ilustración 3.34 se puede ver el aspecto final de la colocación del lay out de la línea de montaje.



Estandarización en la Escuela Lean



Ilustración 3.34 Lay out de la línea de montaje

En las ilustraciones 3.35, 3.36 y 3.37 se puede observar otra visión de las líneas de montaje, reciclaje y del resto de componentes de la fábrica, como las mesas utilizadas por los logísticos (aparecen en la ilustración 3.37), la lavadora y los paneles utilizados por los formadores y los alumnos para representar datos y gráficos de la evolución de las producciones.

Como se puede ver, falta incluir el material en todas las mesas y estanterías.



Ilustración 3.35 Lay out de la primera producción



Estandarización de la recogida del material utilizado
para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean



Ilustración 3.36 Lay out de la primera producción



Ilustración 3.37 Mesas utilizadas por los logísticos



➤ RECOLOCAR LAS ETIQUETAS DE LAS ESTANTERÍAS

Las estanterías se encontrarán con etiquetas que hacen referencia a los distintos tipos de sectores que se utilizaron en los puestos de trabajo de la segunda producción. Un ejemplo es el de la ilustración 3.38, donde se pueden apreciar etiquetas correspondientes a sectores rojos y a sectores azules. También se pueden observar pegatinas indicando el color y la letra del sector correspondiente para facilitar así la tarea de los logísticos y de los operarios.



Ilustración 3.38 Puesto de trabajo de la segunda producción

Esto en la primera producción nunca pasará. Todas las estanterías de esta primera producción contienen solamente las cuatro etiquetas correspondientes a un mismo color, es decir: etiquetas D, C, B y A del mismo color. Además, no aparecerán pegatinas que faciliten el trabajo. Puede verse un ejemplo en la ilustración 3.39 con el caso de la estantería perteneciente a reciclado y en concreto el puesto cinco. Todas las estanterías deben quedar así, con las etiquetas correspondientes a sólo un color. Estas etiquetas irán colocadas tanto en la parte delantera como en la parte trasera de cada estantería.

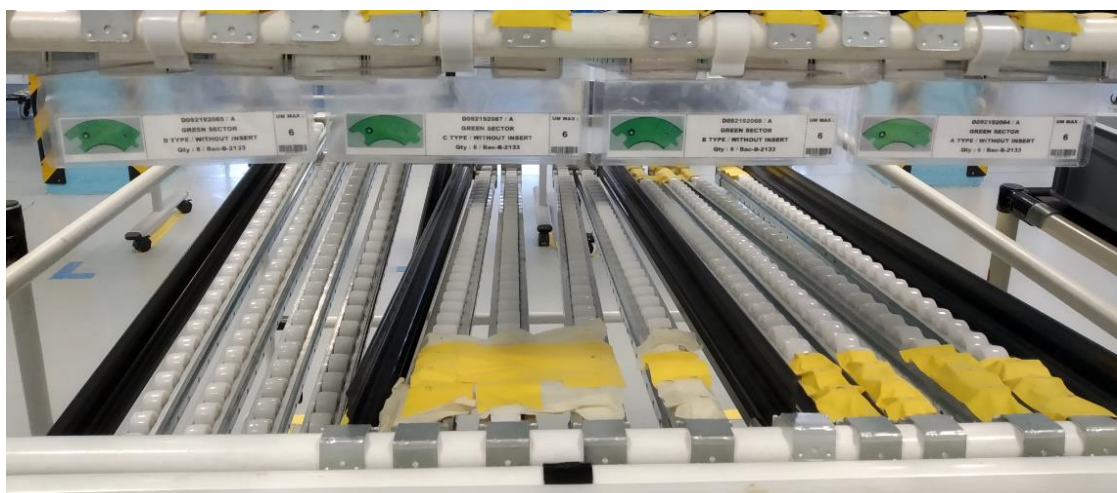


Ilustración 3.39 Puesto cinco de la línea de reciclaje



➤ LLENAR CAJAS CON BASES Y COLOCARLAS EN LAS MESAS CORRESPONDIENTES

Hay que colocar cajas grises que contendrán bases del Solectron a la entrada de la línea de montaje, a la salida de la línea de reciclaje, dentro de la máquina de mecanizado, a la entrada de la máquina de mecanizado, a la salida de la máquina de mecanizado, y en las dos mesas utilizadas para hacer los recorridos logísticos.

Para realizar de la manera más óptima este proceso, se deben colocar en la mesa que hemos reservado para hacer los viajes con material por la Escuela Lean, todas las cajas grises y todas las bases e ir recorriendo el lay out y colocando las cajas en su sitio.

Primeramente, se colocan las bases necesarias dentro del mecanizado. Tiene que haber once bases en total.

El aspecto inicial del centro de mecanizado es el que se puede observar en la ilustración 3.40.



Ilustración 3.40 Puesto de mecanizado tras la tercera producción

Una vez colocadas las once bases en el centro de mecanizado, el aspecto que tomará el mismo será el que se observa en la ilustración 3.41. Como se puede ver, también se dejarán bases en la entrada del mecanizado. Un total de cuatro como se puede observar en la ilustración 3.42.



Ilustración 3.41 Centro de mecanizado preparado para la producción uno

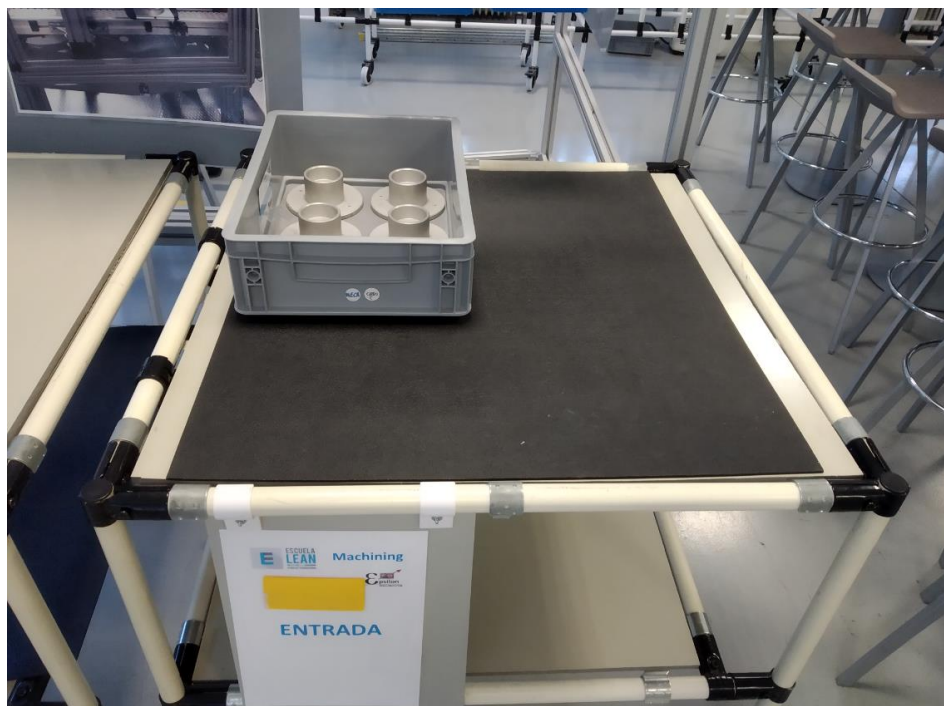


Ilustración 3.42 Mesa con material de entrada al mecanizado

Seguidamente, se prepararán las dos mesas que contendrán todas las bases que conforman el stock a la salida del mecanizado. Estas mesas se podrán preparar en la zona a la que fueron trasladadas antes de la producción tres, puesto que la mayoría de



Estandarización de la recogida del material utilizado para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean

cajas pertenecientes a esas mesas se encuentran físicamente ahí. En la ilustración 3.43 puede verse una de las dos mesas de mecanizado después de haber sido preparada.



Ilustración 3.43 Parte del stock de salida del centro de mecanizado

Una vez preparadas las dos mesas correspondientes con el stock de la salida de mecanizado, se moverán hasta la salida de mecanizado para quedar como se puede ver en la ilustración 3.44.



Ilustración 3.44 Todo el stock de salida del centro de mecanizado



Las cajas grises correspondientes a estas dos mesas son las denominadas: meca carro A (ilustración 3.45) y meca carro B (ilustración 3.46). Se denominan así porque contienen el stock de mecanizado. El carro A es el que aparece a la derecha en la ilustración 3.44, y el carro B el que aparece a la izquierda.



Ilustración 3.45 Denominación de las cajas que contienen el stock de la salida del mecanizado



Ilustración 3.46 Denominación de las cajas que contienen el stock de la salida del mecanizado

Ahora se prepararán las cajas que contienen las bases que transportan los logísticos en sus dos mesas. Las cajas utilizadas para transportar las bases son las denominadas: carros Salida Lv y carros Salida Lv (ilustración 3.47). Significa carros de salida y de entrada a la lavadora. Hace referencia a la lavadora utilizada en la primera y segunda producción.



Estandarización de la recogida del material utilizado para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean

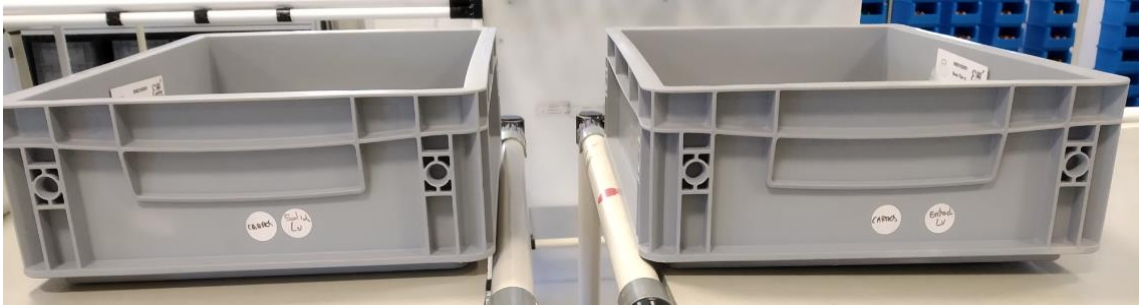


Ilustración 3.47 Cajas con bases de las mesas utilizadas por los logísticos

A continuación, se pueden observar las mesas de los logísticos con las cajas con bases correspondientes en la ilustración 3.48. Las mesas no se encuentran según el estado de referencia. Esto se debe a que no es el momento. Es un paso posterior puesto que estas mesas están siendo utilizadas para mover material de manera cómoda.



Ilustración 3.48 Mesas utilizadas por los logísticos

Por último, se prepararán las cajas que contienen las bases de entrada a la línea de mecanizado (ilustración 3.49) y de salida de la línea de reciclado (ilustración 3.50).



Ilustración 3.49 Mesa con bases mecanizadas en la entrada de la línea de montaje



Ilustración 3.50 Mesa con bases utilizadas en la salida de la línea de reciclaje



Estandarización de la recogida del material utilizado para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean

➤ COLOCAR LAS CAJAS DE PRODUCTO INTERMEDIO

Como se vio anteriormente, las cajas que contienen producto intermedio quedaron colocadas para facilitar su posterior ubicación.

Se utilizará una de las mesas reservadas para mover el material para transportar todo el producto intermedio de la línea de montaje, como puede verse en la ilustración 3.51.

Lo mismo sucederá con la forma de mover el producto intermedio de la línea de reciclaje, lo cual puede observarse en la ilustración 3.52.

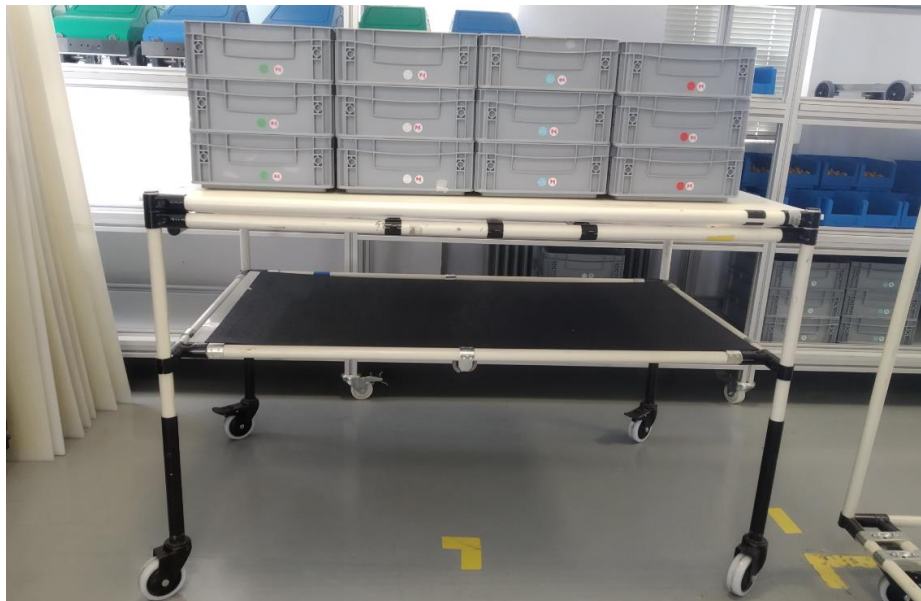


Ilustración 3.51 Mesa con todo el producto intermedio correspondiente a la línea de montaje



Ilustración 3.52 Mesa con todo el producto intermedio correspondiente a la línea de reciclaje



Estandarización en la Escuela Lean

La colocación de las cajas será la que aparece en la ilustración 3.53. Como se comentó anteriormente, entre cada dos puestos se encontrarán tres cajas con producto intermedio. En el caso de la línea de montaje, puede observarse que entre los puestos uno y dos se colocarán tres cajas con producto intermedio con su capa superior de color verde. A continuación, entre los puestos dos y tres, se situarán tres cajas con producto intermedio con la capa superior de color amarillo, y así sucesivamente. La primera caja siempre aparece en color gris, puesto que se coloca vacía, sin producto intermedio. Los números representados hacen referencia al número de Solectrones que se deben colocar en cada caja de producto intermedio.

Número=nº Solectrones
Color=capa superior

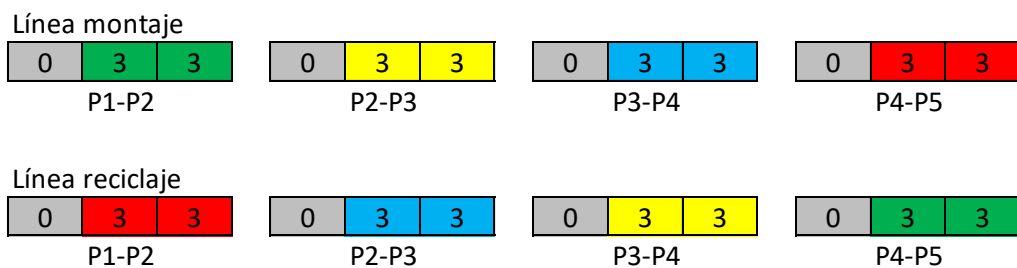


Ilustración 3.53 Esquema de la colocación de las cajas de producto intermedio en las líneas de montaje y reciclaje

Se colocará el producto intermedio como el de la ilustración 3.54 entre los puestos cuatro y cinco de la línea de montaje y entre los puestos uno y dos de la línea de reciclaje.



Ilustración 3.54 Producto intermedio de P4-P5 en la línea de montaje y de P1-P2 en la línea de reciclaje



Estandarización de la recogida del material utilizado
para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean

Se colocará el producto intermedio como el de la ilustración 3.55 entre los puestos tres y cuatro de la línea de montaje y entre los puestos dos y tres de la línea de reciclaje.

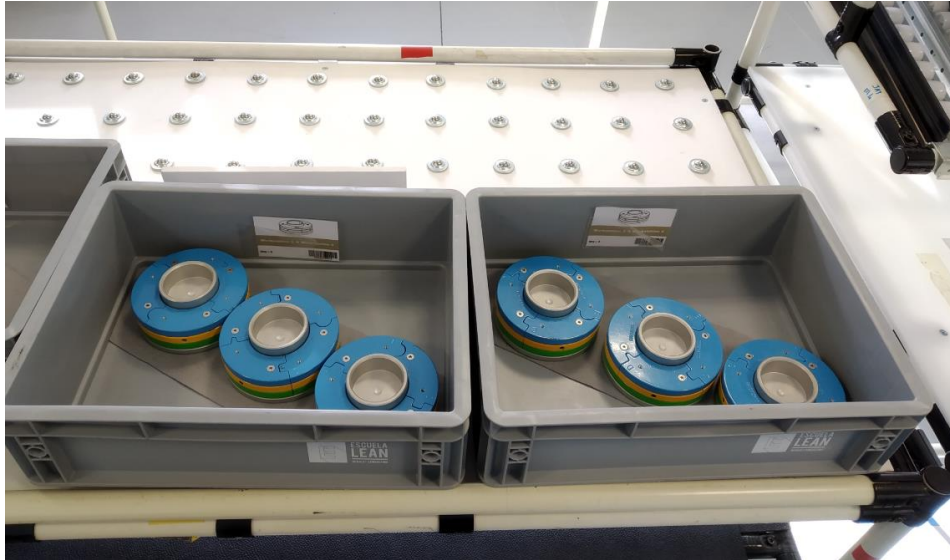


Ilustración 3.55 Producto intermedio de P3-P4 en la línea de montaje y de P2-P3 en la línea de reciclaje

Se colocará el producto intermedio como el de la ilustración 3.56 entre los puestos dos y tres de la línea de montaje y entre los puestos tres y cuatro de la línea de reciclaje.

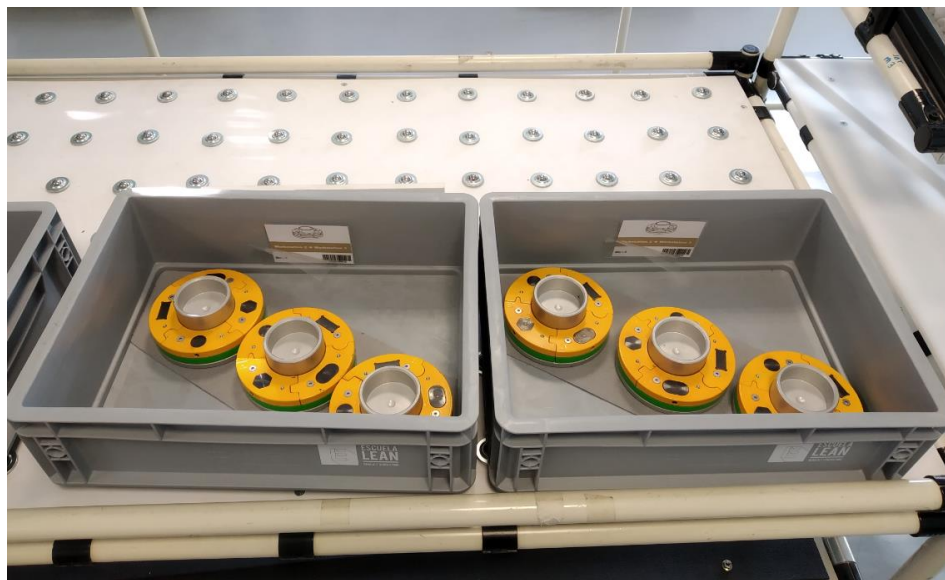


Ilustración 3.56 Producto intermedio de P2-P3 en la línea de montaje y de P3-P4 en la línea de reciclaje

Se colocará el producto intermedio como el de la ilustración 3.57 entre los puestos uno y dos de la línea de montaje y entre los puestos cuatro y cinco de la línea de reciclaje.



Ilustración 3.57 Producto intermedio de P1-P2 en la línea de montaje y de P4-P5 en la línea de reciclaje

➤ COLOCAR LOS BACS CON PIEZAS Y TARJETAS

Después de haber almacenado y ordenado todos los bacs y las tarjetas identificativas, el siguiente paso es colocarlo según el estado de referencia existente. A continuación, se va a explicar qué bacs y qué tarjetas identificativas son necesarias colocar en cada puesto de cada línea.

○ Línea de reciclaje

En cuanto a la línea de reciclaje, el segundo puesto es un puesto con piezas rojas y el segundo contiene piezas azules. De cada tipo de sector (D, C, B y A) habrá que colocar dos bacs completos (contienen seis piezas) y uno con sólo dos piezas. En una mesa de las que se reservaron para colocar los elementos necesarios, se pondrán, en el mismo orden que marca el estado de referencia de los puestos de la línea de reciclaje, dos cajas completas y una con dos sectores. Las etiquetas que se colocarán, en este caso tendrán el fondo verde, debido a que se está colocando la línea de reciclaje. En la ilustración 3.58 puede observarse cómo quedaría la colocación en la mesa.



Estandarización de la recogida del material utilizado
para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean



Ilustración 3.58 Sectores correspondientes al puesto dos de reciclaje

Por el otro lado de la mesa que se utiliza para transportar los sectores, se colocarán, de la misma manera, los sectores correspondientes al puesto tres de reciclaje. Se puede observar en la ilustración 3.59.



Ilustración 3.59 Sectores correspondientes al puesto tres de reciclaje



Estandarización en la Escuela Lean

A continuación, se llevaría la mesa a los puestos correspondientes para colocar todo el material según el estado de referencia que marcan los puestos de trabajo. Esta colocación se puede observar en los ilustraciones 3.60 y 3.61.

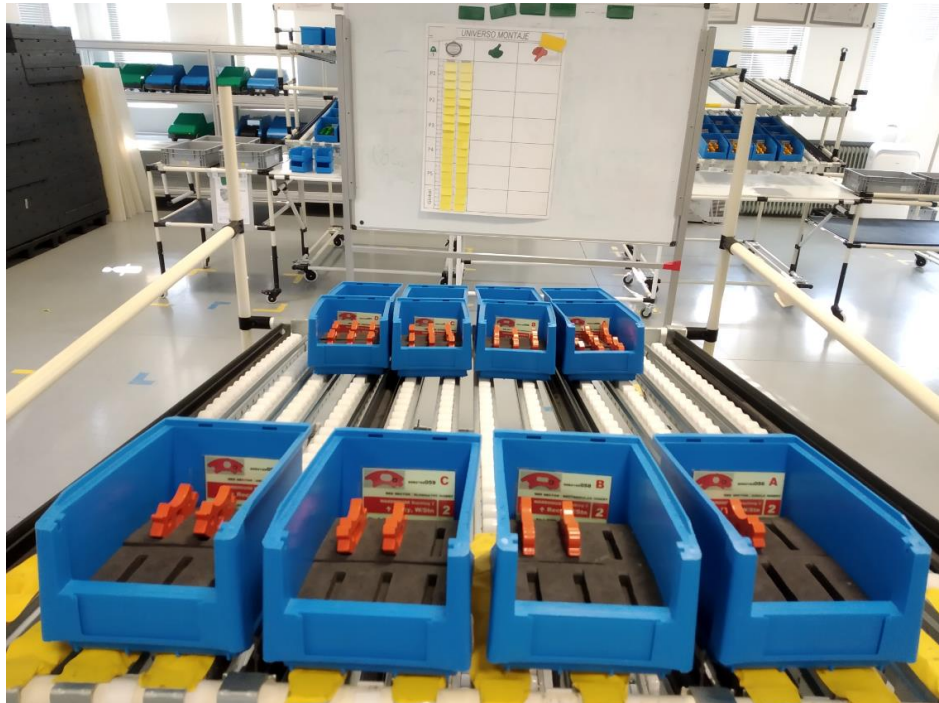


Ilustración 3.60 Puesto dos de reciclaje con el material correspondiente



Ilustración 3.61 Puesto tres de reciclaje con el material correspondiente



Estandarización de la recogida del material utilizado para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean

En cuanto a los otros dos puestos que componen la línea de reciclaje, se debe operar de la misma forma. Las imágenes del trabajo resultante se pueden observar en las ilustraciones 3.62, 3.63, 3.64 y 3.65.



Ilustración 3.62 Sectores correspondientes al puesto cuatro de reciclaje



Ilustración 3.63 Sectores correspondientes al puesto cinco de reciclaje



Estandarización en la Escuela Lean



Ilustración 3.64 Puesto cuatro de reciclaje con el material correspondiente



Ilustración 3.65 Puesto cinco de reciclaje con el material correspondiente



Estandarización de la recogida del material utilizado para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean

○ Línea de montaje

En el caso de la línea de montaje, el procedimiento es muy similar al de la línea de reciclaje. Una diferencia es que las tarjetas que identifican el producto que va dentro del bac, tienen el fondo blanco en vez de verde. Otra diferencia es que se utilizan dos cajas con seis sectores y una caja con cinco sectores (en vez de dos cajas con seis sectores y una caja con dos). En cuanto al estado de referencia, la mejor forma de verlo es a través de las ilustraciones que aparecerán a continuación.

A continuación, en las ilustraciones 3.66 y 3.67, se encuentra la mesa con los bacs que se transportarán a los dos primeros puestos de la línea de montaje.



Ilustración 3.66 Sectores correspondientes al puesto uno de reciclaje



Ilustración 3.67 Sectores correspondientes al puesto dos de reciclaje



Estandarización en la Escuela Lean

En las ilustraciones 3.68 y 3.69 se observan los estados de referencia de los dos primeros puestos de la línea desmontaje.



Ilustración 3.68 Puesto uno de montaje con el material correspondiente



Ilustración 3.69 Puesto dos de montaje con el material correspondiente



Estandarización de la recogida del material utilizado para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean

En las ilustraciones 3.70 y 3.71 se observa de nuevo la mesa que transportará los bacs, en este caso, para colocar el material de los últimos puestos de la línea de montaje.



Ilustración 3.70 Sectores correspondientes al puesto tres de reciclaje



Ilustración 3.71 Sectores correspondientes al puesto cuatro de reciclaje



Estandarización en la Escuela Lean

Y, por último, en las ilustraciones 3.72 y 3.73, los estados de referencia de los últimos puestos de la línea de montaje.



Ilustración 3.72 Puesto tres de montaje con el material correspondiente



Ilustración 3.73 Puesto cuatro de montaje con el material correspondiente



➤ COLOCAR SOLECTRONES EN LA ENTRADA DE LA LÍNEA DE RECICLAJE

Como se observa en la ilustración 3.74, se deben dejar colocados cuatro Solectrones completos en la entrada de la línea de reciclaje. En la bandeja que contiene los Solectrones, se debe colocar la tarjeta que se puede ver en la ilustración. Esta tarjeta indica que es el pedido número uno del cliente y que el lote debe contener cuatro Solectrones con las capas de los colores que aparecen en la imagen.

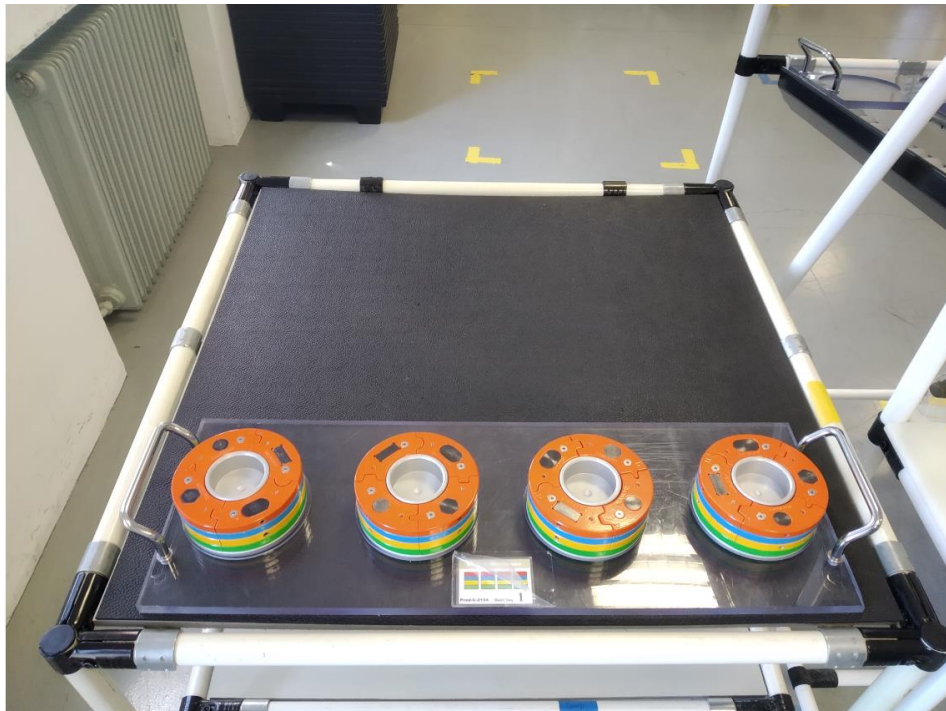


Ilustración 3.74 Bandeja con Solectrones en la entrada de la línea de reciclaje

➤ COLOCAR LOS BACS VACÍOS

Primeramente, se recogen los bacs vacíos que estaban en el suelo preparados para ser colocados en las líneas. Como en la línea de montaje se necesitan ocho bacs en cada puesto, el total requerido será de treinta y dos bacs. En la línea de reciclaje, se necesitan tan sólo dos bacs vacíos por puesto, que serán un total de ocho. Por ello, en total, sumarán cuarenta bacs vacíos, que se subirán en una mesa, como se puede ver en la ilustración 3.75, para facilitar las tareas de colocación de las etiquetas para la línea de montaje.



Ilustración 3.75 Los cuarenta bacs vacíos necesarios para las líneas de montaje y reciclaje

○ **En la línea de montaje**

En cada puesto de montaje se necesitan ocho bacs vacíos con su etiqueta identificativa correspondiente. Como se observa en la ilustración 3.75, se colocan dos cajas con la identificación de la letra D, otras dos con la letra C, B y A. Primeramente se colocarán los bacs correspondientes al puesto uno y seguidamente al puesto dos. Puede entenderse de manera más sencilla al observar la ilustración 3.75.



Ilustración 3.76 Bacs vacíos pertenecientes a los puestos uno y dos de la línea de montaje



Estandarización de la recogida del material utilizado para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean

En una sola mesa caben todas las cajas vacías necesarias para la línea de montaje. Por ello, como se puede ver en la ilustración 3.76, por el otro lado de la mesa, se colocan los bacs vacíos correspondientes a los puestos tres y cuatro de la línea de montaje, siguiendo la misma metodología que en los puestos uno y dos. Se colocarán dos bacs para la letra D, y así sucesivamente con el resto de letras del color azul, para seguidamente realizar lo mismo con el color rojo.



Ilustración 3.77 Bacs vacíos pertenecientes a los puestos tres y cuatro de la línea de montaje

A continuación, se colocarán los bacs en cada puesto siguiendo el estado de referencia del colocado de dichos bacs, que variará dependiendo del puesto.

En las imágenes 3.77 y 3.78 se puede ver el ejemplo de cómo deben quedar colocados los bacs en los puestos de montaje.



Ilustración 3.78 Bacs vacíos colocados en uno de los puestos de la línea de montaje



Ilustración 3.79 Bacs vacíos colocados en el puesto cuatro de la línea de montaje

- **En la línea de reciclaje**

En el caso de la línea de reciclaje, se necesitan dos bacs vacíos y sin etiqueta identificativa en cada puesto de trabajo. Por lo tanto, se necesitarán un total de ocho bacs vacíos.

En la ilustración 3.80 se pueden observar los dos bacs vacíos sin etiquetas de uno de los puestos de la línea de reciclaje.



Ilustración 3.80 Bacs vacíos en el último puesto de la línea de reciclaje



➤ RELLENAR LOS CARROS LOGÍSTICOS

Los carros logísticos contienen los sectores que se pueden observar en la ilustración 3.81. Los bacs se colocarán como se observa en la ilustración, puesto que es el estado de referencia que tendrán en los carros logísticos. Se colocará un bac por cada tipo de letra. Las letras C y D tendrán tarjeta identificativa con fondo verde. Los bacs con la letra C se colocará sobre los bacs con la letra D. Las letras A y B, en cambio, tendrán las tarjetas identificativas con fondo blanco. Los bacs con la letra B se colocarán sobre los bacs con la letra A. El orden de colores para ambos carros será: verde, amarillo, azul y rojo.



Ilustración 3.81 Sectores utilizados en los dos carros logísticos

En las ilustraciones 3.82 y 3.83 se pueden observar los carros logísticos correspondientes a la entrada y a la salida de la lavadora correspondientemente.



Ilustración 3.82 Carro logístico de la entrada a la lavadora



Ilustración 3.83 Carro logístico de la salida a la lavadora

Como se ha podido observar en las ilustraciones anteriores, se colocarán los tarjeteros, cada uno en un carro logístico. Uno contendrá tarjetas con fondo blanco y otro tarjetas con fondo verde. A continuación, en la ilustración 3.84 se puede ver exactamente las tarjetas y la posición que ocuparán dentro del propio tarjetero. Los huecos blancos sin letra significa que no habrá ninguna tarjeta en esa ubicación. Los número uno significa que tan sólo habrá que introducir una tarjeta de ese tipo en el hueco.

		B	1
		A	1
		B	1
		A	1
		B	1
		A	1
		B	1
		A	1
1	D		
1	C		
1	D		
1	C		
1	D		
1	C		
1	D		
1	C		

Ilustración 3.84 Gráfico con el estado de referencia de los tarjeteros en los carros logísticos para la primera producción



➤ **COLOCAR LAS TARJETAS IDENTIFICATIVAS EN LA LÍNEA DE RECICLAJE**

Como se puede ver en la ilustración 3.85, habrá que colocar dos tarjetas de cada tipo (D, C, B y A) en cada puesto de trabajo. Todas las tarjetas tendrán fondo verde, puesto que sólo se colocarán en la línea de reciclaje.



Ilustración 3.85 Tarjetas del último puesto de reciclaje

En la ilustración 3.86 se puede observar la distribución de tarjetas a lo largo de cada puesto de la línea de reciclaje. El número dos indica el número de tarjetas que se deben colocar en cada tarjetero.

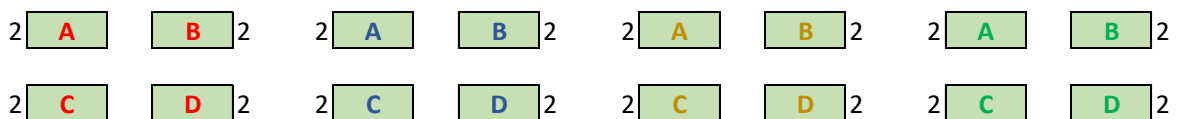


Ilustración 3.86 Gráfico con el estado de referencia de los tarjeteros de los puestos de trabajo de la línea de reciclaje para la primera producción

➤ **COLOCAR BACS AZULES PEQUEÑOS CON TORNILLOS E INSERTOS, Y DESTORNILLADORES EN LOS PUESTOS DE TRABAJO**

La última tarea consiste en subir los tablones que conforman las mesas de apoyo donde se trabajará en los puestos de trabajo. Estas mesas tienen su estado de referencia. Estos estados de referencia pueden observarse en las ilustraciones que aparecen a continuación: 3.87, 3.88, 3.89 y 3.90. En todas estas ilustraciones aparecen



Estandarización en la Escuela Lean

bacs con insertos de los utilizados en los puestos de trabajo, tornillos y siempre un destornillador, que pertenecerá al operario cuando comiencen su tarea (no al puesto de trabajo).

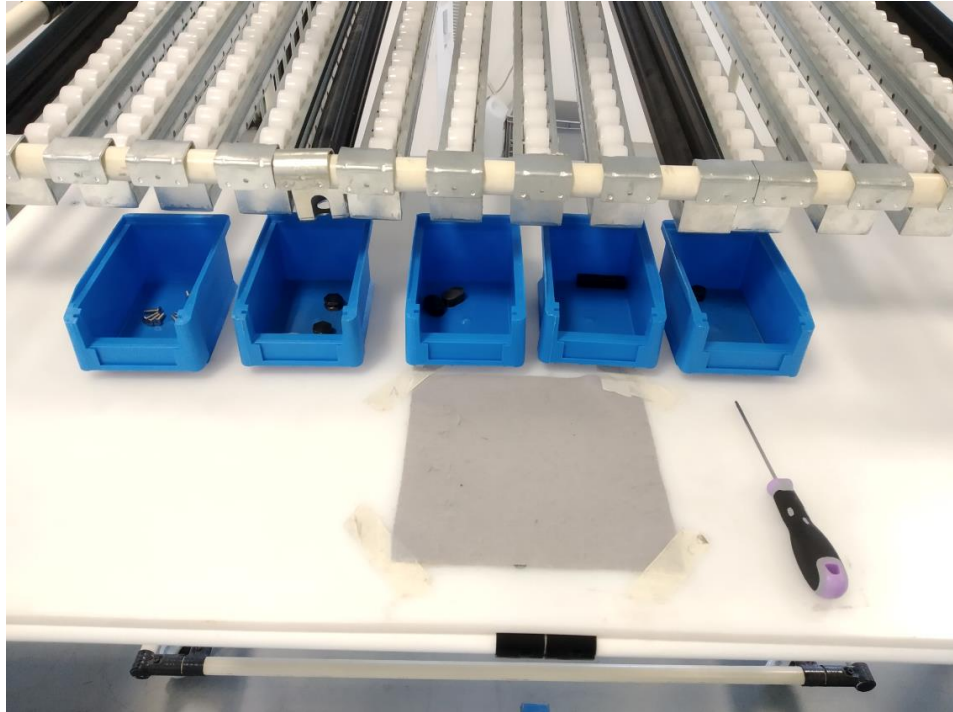


Ilustración 3.87 Estado de referencia de los puestos dos y cuatro de la línea de montaje

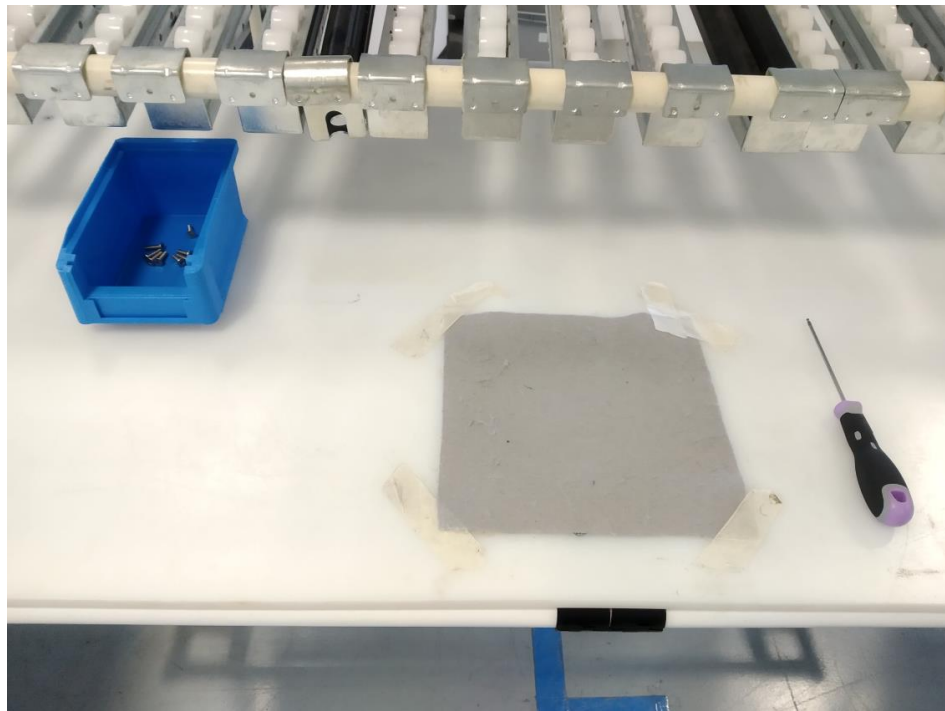


Ilustración 3.88 Estado de referencia de los puestos uno y tres de la línea de montaje



Estandarización de la recogida del material utilizado
para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean

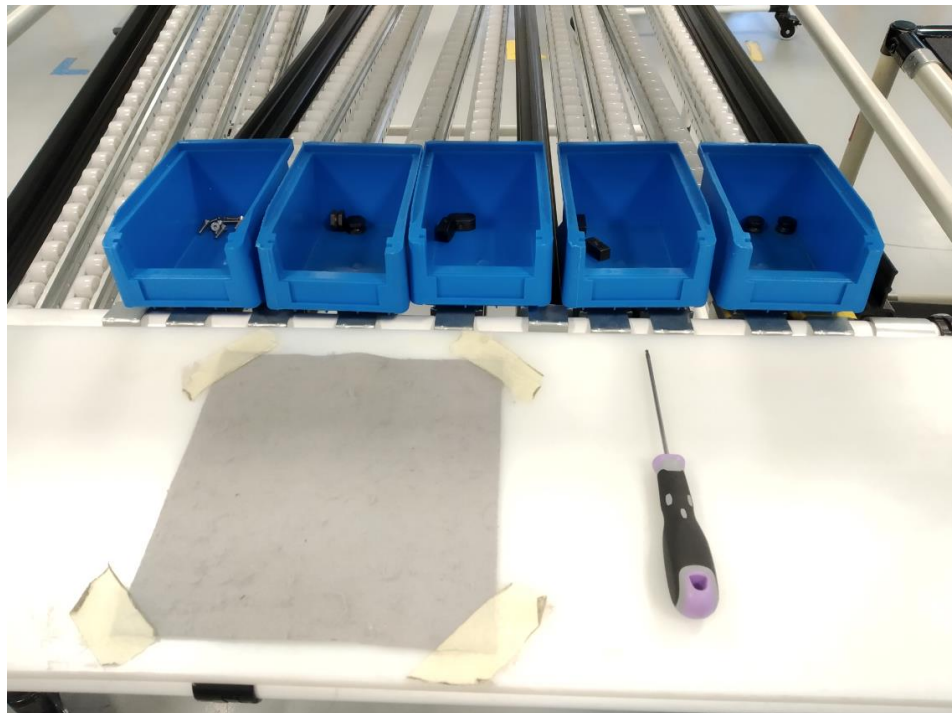


Ilustración 3.89 Estado de referencia de los puestos dos y cuatro de la línea de reciclaje

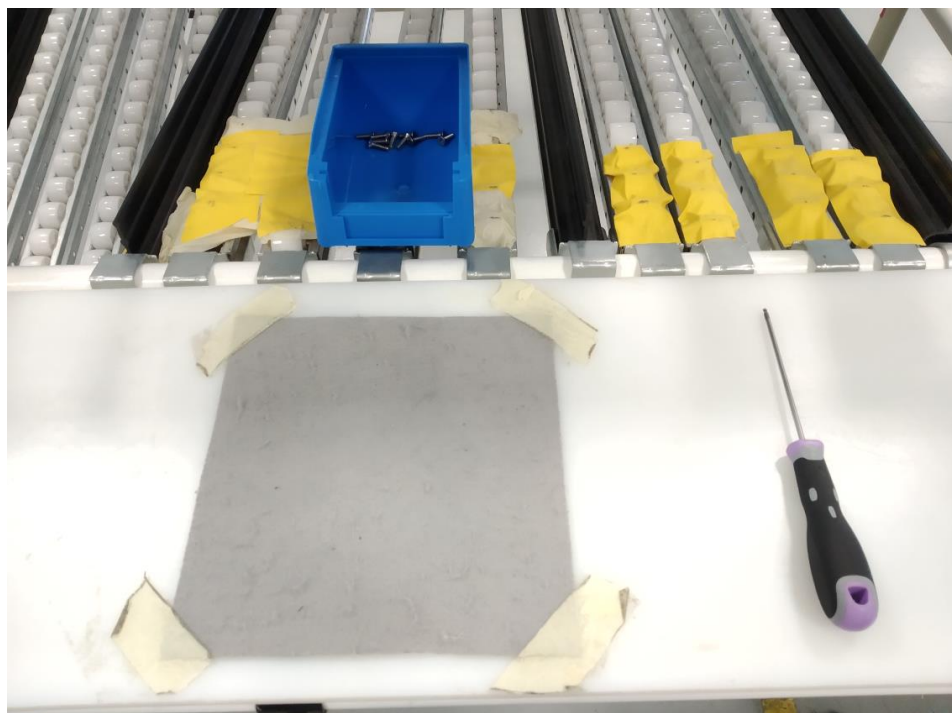


Ilustración 3.90 Estado de referencia de los puestos tres y cinco de la línea de reciclaje



La imagen final de las dos líneas de trabajo se puede observar en las ilustraciones 3.91 y 3.92.



Ilustración 3.91 Estado final de la línea de montaje



Ilustración 3.92 Estado final de la línea de reciclaje

Llegado a este punto, ya estaría todo el material listo para realizar la primera producción de la formación Justo a Tiempo Avanzado en la Escuela Lean.



3.3.3. Guardar el material en el almacén porque se va a impartir otra formación distinta

Cuando hay que recoger todo el material porque se va a impartir una formación distinta, se utiliza el almacén para guardar todo lo utilizado en la formación de Justo a Tiempo.

El almacén es el espacio representado en la ilustración 3.93. La estantería que se observa en esta ilustración tiene dos espacios bien diferenciados según se observa la imagen: uno a la derecha y otro a la izquierda. El espacio central, ocupado, como se puede ver por material de la misma formación, será completado con carteles de los puestos de trabajo, clasificadores y portaetiquetas de plástico con sus etiquetas.

El espacio de la izquierda de la estantería se puede observar más de cerca en la ilustración 3.94. En este lugar se colocarán todos los sectores y cajas vacías utilizados en la formación.

El espacio de la derecha de la estantería se puede observar más ampliado en la ilustración 3.95. Aquí irán colocadas todas las cajas que contienen bases y Solectrones (tanto producto intermedio como completos).



Ilustración 3.93 Almacén de la Escuela Lean

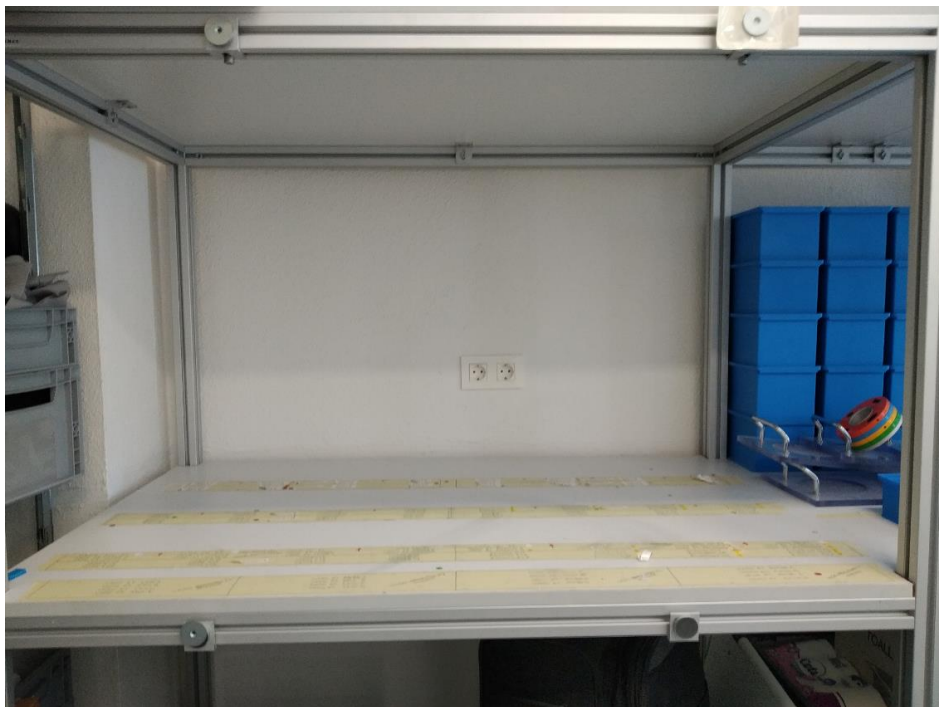


Ilustración 3.94 Parte izquierda de la estantería del almacén

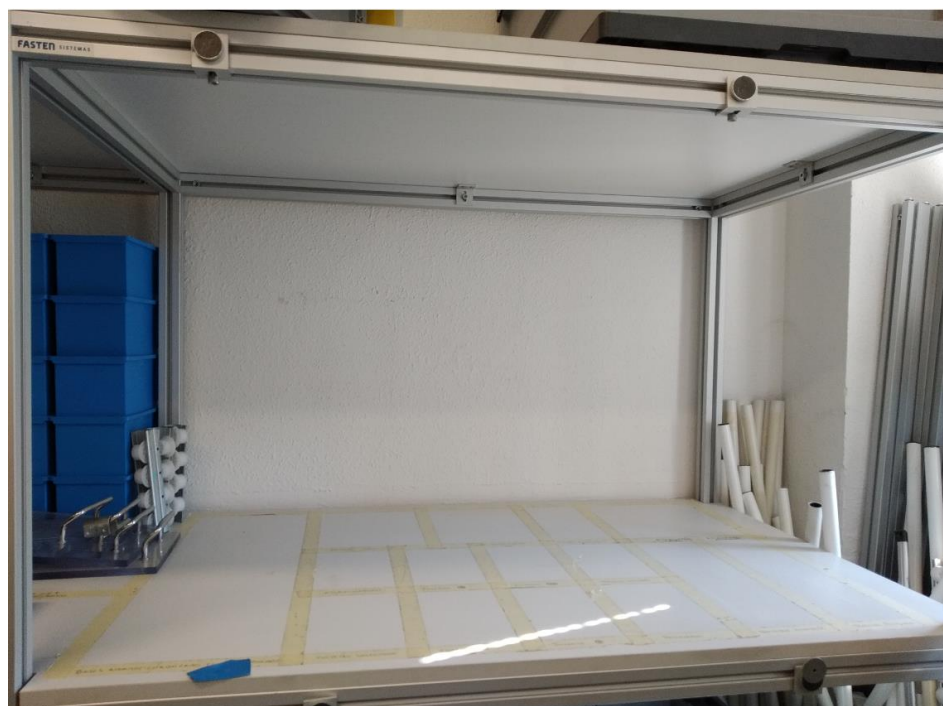


Ilustración 3.95 Parte derecha de la estantería del almacén

Previamente a todas las acciones que se van a enumerar a continuación para guardar el material en el almacén, habría que realizar todas las acciones descritas en el punto 3.2.1.



Estandarización de la recogida del material utilizado
para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean

➤ **COLOCAR EN LA ESTANTERÍA LOS BACS CON SECTORES**

Primeramente, se colocarán los bacs que contengan los sectores rojos y azules de los puestos de reciclaje en la posición en la que se observa en las ilustraciones 3.96 y 3.97. De esta forma se transportarán hacia el almacén.



Ilustración 3.96 Bacs con sectores correspondientes al puesto dos de reciclaje



Ilustración 3.97 Bacs con sectores correspondientes al puesto tres de reciclaje

En el almacén, se colocarán los sectores rojos en el orden D, C, B y A, para seguidamente colocar contiguamente los sectores azules de la misma forma.



Ilustración 3.98 Bacs con sectores correspondientes a los puestos dos y tres de reciclaje, colocados en la estantería del almacén

Después se volverán a repetir las mismas operaciones para los sectores amarillos y verdes también de la línea de reciclaje como se puede ver en las ilustraciones 3.99 y 3.100.



Ilustración 3.99 Bacs con sectores correspondientes al puesto cuatro de reciclaje



Estandarización de la recogida del material utilizado
para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean



Ilustración 3.100 Bacs con sectores correspondientes al puesto cinco de reciclaje

Seguidamente se colocarán, delante de los bacs de reciclaje, los bacs de montaje. El procedimiento es el mismo, lo único que cambia es el orden en el que se guardan los colores. Esto se debe simplemente al orden en el que es más óptimo sacar y colocar los bacs. En este caso, primeramente se colocarán los bacs verdes, seguidos de los amarillos, y encima de éstos, se colocarán los azules y los rojos. Todo el procedimiento puede verse en las ilustraciones 3.101, 3.102, 3.103, 3.104, 3.105 y 3.106.



Ilustración 3.101 Bacs con sectores correspondientes al puesto uno de montaje



Ilustración 3.102 Bacs con sectores correspondientes al puesto dos de montaje



Ilustración 3.103 Bacs con sectores colocados en la estantería del almacén



Estandarización de la recogida del material utilizado
para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean



Ilustración 3.104 Bacs con sectores correspondientes al puesto tres de montaje



Ilustración 3.105 Bacs con sectores correspondientes al puesto cuatro de montaje



Ilustración 3.106 Bacs con sectores colocados en la estantería del almacén

En la ilustración 3.107, se puede observar gráficamente la colocación del primer bloque de bacs. Con las casillas de color verde se quiere indicar que los bacs contendrán etiqueta de fondo verde (es decir, de reciclaje). Con las letras de colores se indica precisamente el tipo de sector que irá incluido en cada bac. Con el número que aparece en cada fila se muestra el total de sectores que deberán colocarse en cada bac.

2	D	C	B	A	D	C	B	A
6	D	C	B	A	D	C	B	A
6	D	C	B	A	D	C	B	A
2	D	C	B	A	D	C	B	A
6	D	C	B	A	D	C	B	A
6	D	C	B	A	D	C	B	A

Ilustración 3.107 Conjunto de bacs que conforman el primer bloque colocado en la estantería del almacén

A continuación, en la ilustración 3.108, se podrá observar también de manera gráfica el segundo bloque de bacs colocados en la estantería del almacén. El fondo blanco de las casillas significa que las etiquetas que contienen los bacs son de fondo blanco, o lo que es lo mismo, pertenecen a la línea de montaje.



Estandarización de la recogida del material utilizado para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean

5	D	C	B	A	D	C	B	A
6	D	C	B	A	D	C	B	A
6	D	C	B	A	D	C	B	A
5	D	C	B	A	D	C	B	A
6	D	C	B	A	D	C	B	A
6	D	C	B	A	D	C	B	A

Ilustración 3.108 Conjunto de bacs que conforman el segundo bloque colocado en la estantería del almacén

Delante de todos estos bacs, se colocarán los correspondientes a los carros logísticos. En la ilustración 3.109 y 3.110 se observan los bacs colocados debidamente para ser guardados en el almacén.



Ilustración 3.109 Bacs con sectores correspondientes al carro logístico de salida



Ilustración 3.110 Bacs con sectores correspondientes al carro logístico de entrada



Estandarización en la Escuela Lean

En el almacén, primero se guardan los sectores correspondientes al carro logístico de salida de la lavadora como se puede ver en la ilustración 3.111.



Ilustración 3.111 Bacs colocados en la estantería del almacén

En la ilustración 3.112 se puede ver cómo va quedando la estructura de bacs en la estantería.



Ilustración 3.112 Bacs colocados en la estantería del almacén



Estandarización de la recogida del material utilizado para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean

A continuación, se colocan los bacs correspondientes al carro logístico de entrada a la lavadora. Esto se puede observar en la ilustración 3.113.



Ilustración 3.113 Bacs colocados en la estantería del almacén

Al igual que anteriormente, se puede observar de manera gráfica los bacs que se colocan a continuación en este bloque en la ilustración 3.114. Como en lo que se acaba de comentar algo más arriba, el fondo blanco indica tarjeta perteneciente a montaje y el fondo verde tarjeta perteneciente a reciclaje. Aunque en este caso concreto, como son los bacs pertenecientes a los carros logísticos, se colocarán justamente en esos carros.

Toda la colocación de este material en el almacén de la Escuela Lean, como puede comprobarse, no es casual. Está siendo guardado de la manera más óptima pensando en su futura recolocación en el espacio formativo.

6	B	B	C	C
6	A	A	D	D
6	B	B	C	C
6	A	A	D	D

Ilustración 3.114 Conjunto de bacs que conforman parte del tercer bloque colocado en la estantería del almacén



➤ **COLOCAR EN LA ESTANTERÍA LOS BACS VACÍOS**

Seguidamente, se colocan los treinta y dos bacs vacíos con etiquetas descriptivas pertenecientes a la línea de montaje en una mesa, para ser transportados al almacén. Esto puede verse en las ilustraciones 3.115 y 3.116.



Ilustración 3.115 Bacs vacíos con etiquetas correspondientes a los puestos uno y dos de la línea de montaje



Ilustración 3.116 Bacs vacíos con etiquetas correspondientes a los puestos tres y cuatro de la línea de montaje



Estandarización de la recogida del material utilizado
para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean

En las ilustraciones 3.117 y 3.118 se podrá ver la colocación de estos bacs en la estantería del almacén.



Ilustración 3.117 Bacs colocados en la estantería del almacén



Ilustración 3.118 Bacs colocados en la estantería del almacén



Estandarización en la Escuela Lean

Los otros ocho bacs vacíos correspondientes a la línea de reciclaje, se llevan al almacén (ilustración 3.119) y se colocan encima de los bacs vacíos con etiquetas (3.121).

Aprovechando el viaje que realizamos con la mesa para transportar los bacs vacíos, se transportan también todos los carteles que se encuentran en las estanterías de las dos líneas, así como todas las etiquetas y porta etiquetas que se utilizan en las partes delantera y trasera de cada estantería. Esto puede observarse en la ilustración 3.120. Este material se dejará en el almacén a la espera de colocar previamente otros elementos.



Ilustración 3.119 Bacs vacíos correspondientes a la línea de reciclaje



Ilustración 3.120 Etiquetas, fundas y carteles de todos los puestos de las líneas de montaje y reciclaje



Estandarización de la recogida del material utilizado
para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean



Ilustración 3.121 Bacs colocados en la estantería del almacén

El aspecto del almacén, hasta este momento, sería el representado en la ilustración 3.122.



Ilustración 3.122 Estantería del almacén con todos los bacs correspondientes a las líneas de montaje y reciclaje



➤ **COLOCAR EN LA ESTANTERÍA LAS CAJAS CON PRODUCTO INTERMEDIO Y LAS CAJAS CON BASES**

Seguidamente, se procederá a colocar en la parte derecha de la estantería del almacén, las cajas que contienen bases. Primeramente, se colocarán las cajas pertenecientes a montaje. Aparecen en las ilustraciones 3.123 y 3.124.



Ilustración 3.123 Cajas con producto intermedio de la línea de montaje



Ilustración 3.124 Cajas con producto intermedio de la línea de montaje



Estandarización de la recogida del material utilizado
para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean

La forma de colocar estas cajas se puede observar en la ilustración 3.125.



Ilustración 3.125 Cajas con producto intermedio colocadas en la estantería del almacén

Justo encima de estas cajas, se colocarán, de la misma forma, las cajas pertenecientes a reciclaje (ilustraciones 3.126 y 3.127).



Ilustración 3.126 Cajas con producto intermedio de la línea de reciclaje



Estandarización en la Escuela Lean



Ilustración 3.127 Cajas con producto intermedio de la línea de reciclaje

Después se colocarán a la derecha del todo las cajas correspondientes a los carros A, B y C de la salida de mecanizado. Pueden apreciarse en las ilustraciones 3.128 y 3.129.



Ilustración 3.128 Cajas con bases pertenecientes a la salida del mecanizado



Estandarización de la recogida del material utilizado
para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean



Ilustración 3.129 Cajas con bases pertenecientes a la salida del mecanizado

Más adelante, se colocarán las bases correspondientes a la entrada de montaje, que se pueden apreciar en la ilustración 3.130 con pegatinas amarillas.



Ilustración 3.130 Cajas con bases pertenecientes al puesto de entrada de montaje

A su vez, se colocarán las cajas con bases pertenecientes a la salida de reciclaje (se pueden apreciar en la ilustración 3.131 con unas pegatinas amarillas), así como las cajas con bases pertenecientes a los dos carros logísticos (se pueden ver también en la ilustración 3.131).



Estandarización en la Escuela Lean



Ilustración 3.131 Cajas con bases pertenecientes al puesto de salida de reciclaje y a los carros logísticos

El aspecto final de esta parte de la estantería se puede ver en la ilustración 3.132.



Ilustración 3.132 Cajas con bases y producto intermedio colocadas en la estantería del almacén



Estandarización de la recogida del material utilizado para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean

➤ **COLOCAR UNA BANDEJA CON CUATRO SOLECTRONES**

Los cuatro Solectrones que se reservaron con su bandeja correspondiente, se colocarán como se observa en la ilustración 3.133.



Ilustración 3.133 Bases y producto intermedio y final colocadas en la estantería del almacén

➤ **COLOCAR EN LA ESTANERÍA TORNILLOS, INSERTOS, ETIQUETAS Y ESTADOS DE REFERENCIA**

Ahora habrá que colocar en el hueco que ha quedado en el medio de la estantería, todo lo que falta guardar y quepa ahí. En concreto serán tornillos, insertos, etiquetas (tanto las que llevan las estanterías como las que llevan los bacs, así como las etiquetas kanban) y los estados de referencia que se colocan en cada puesto de trabajo.

En la ilustración 3.134 se observa cómo se colocan todos los insertos, tornillos y cajas vacías necesarias para la formación para ser transportados al almacén.



Ilustración 3.134 Bacs pequeños vacíos y con insertos y tornillos



Estandarización en la Escuela Lean

La ilustración 3.135 muestra la misma mesa que la ilustración anterior, pero desde este ángulo se puede ver que también se trasladarán para ser guardados los cajetines que transportan las tarjetas identificadoras de producto. De un solo vistazo se puede ver que los dos cajetines contienen las tarjetas de los carros logísticos. Pero hay un detalle distinto. El cajetín que contiene tarjetas verdes, contiene además todas las tarjetas verdes que serán colocadas en la producción uno en la línea de reciclaje en los cajetines que contienen los propios puestos de trabajo.



Ilustración 3.135 Bacs vacíos y con material, y tarjeteros llenos

En la ilustración 3.136 se pueden observar los carteles que contiene una de las estanterías. Todos los carteles de las estanterías de las dos líneas que conforman esta fábrica, se quitarán y guardarán también en el almacén.

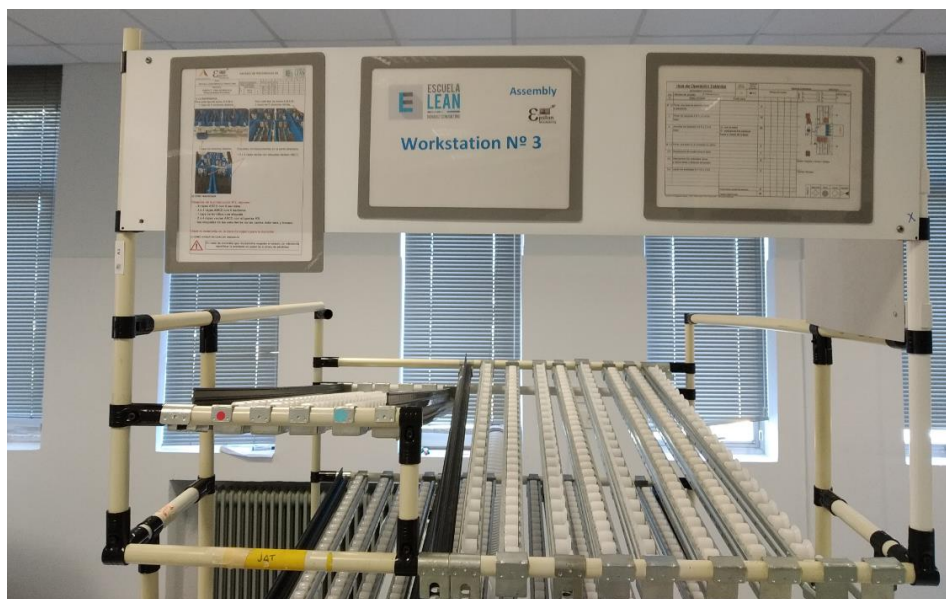


Ilustración 3.136 Carteles de un puesto de la línea de montaje



Estandarización de la recogida del material utilizado para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean

En la ilustración 3.137 se observan las etiquetas con sus fundas que provienen, como se ha comentado anteriormente, de todos los puestos de trabajo.



Ilustración 3.137 Bacs con etiquetas y sus fundas

El aspecto final de la colocación de los carteles, los cajetines, las cajas con las etiquetas, los imanes, los destornilladores y las tarjetas kanban, se puede observar en la ilustración 3.138.



Ilustración 3.138 Material colocado en el medio de la estantería del almacén



Estandarización en la Escuela Lean

Los veinticuatro bacs azules pequeños, correspondientes a todos los bacs necesarios en las líneas de montaje y reciclaje para almacenar insertos y tornillos, se guardan, como se puede ver en la ilustración 3.139, junto a las cajas grises que contienen bases. Los que faltan se encuentran con insertos y tornillos debajo de los destornilladores y las tarjetas kanban.



Ilustración 3.139 Material colocado en el medio de la estantería del almacén

Finalmente, la estantería tomará un aspecto como el mostrado en la ilustración 3.140.



Ilustración 3.140 Todo el material correspondiente a la estantería del almacén



➤ **COLOCAR EN LA ESTANTERÍA LAS CAJAS CON LOS KITS**

Las cajas con los kits que estaban fuera, en la Escuela Lean, se suben encima de la estantería, colocándolos como se ve en la ilustración 3.141.



Ilustración 3.141 Cajas que contienen kits, situadas sobre la estantería del almacén

➤ **GUARDAR EN EL ALMACÉN LAS DOS LAVADORAS**

A continuación, se introducen las lavadoras en el almacén, colocándolas como muestra la ilustración 3.142.



Ilustración 3.142 Lavadora de primera y segunda producción (primer plano) y lavadora de tercera producción (al fondo), dentro del almacén



➤ **GUARDAR EN EL ALMACÉN LAS DOS ESTANTERÍAS CON BANDEJAS Y LOS PANELES KANBAN**

Y, por último, se introducen en el almacén las dos estanterías que contienen bandejas y los dos paneles utilizados para el sistema kanban. Esto puede observarse en la ilustración 3.143.



Ilustración 3.143 Estanterías portabandejas y pizarras kanban, dentro del almacén

Llegando a este punto, ya estaría guardado todo el material perteneciente a la formación de Justo a Tiempo Avanzado en el almacén de la Escuela Lean.

3.4. Reducción del tiempo debido a la estandarización de la recogida del material utilizado para la formación de Justo a Tiempo Avanzado

Pese a que ya se han nombrado unos objetivos que se han cumplido tras la realización y puesta en marcha de este proyecto, hay un objetivo que es más tangible y que se pueden materializar en el documento. Dicho objetivo es el del tiempo. En este apartado se concretará el tiempo empleado en cada actividad después de la estandarización, y se comparará con el tiempo empleado previamente a la misma.

Parte de la reducción de este tiempo, consiste en haber encontrado un 50% de actividades comunes cuando hay que enfrentarse a la recogida del material, puesto que como ya sabemos hay dos opciones que se pueden plantear. Esto es un primer



Estandarización de la recogida del material utilizado para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean

beneficio, puesto que para la persona encargada de la realización de las tareas es más sencillo realizar el 50% del trabajo siempre de la misma forma.

3.4.1. Resumen de las actividades a llevar a cabo en los dos casos que se pueden dar

A continuación, se va a mostrar un esquema con los caminos que se pueden tomar, independientemente del punto final al que se deba llegar, y los pasos necesarios en ambos casos, para así servir de ayuda a cualquier persona que utilice este documento. En el esquema simplemente aparecerán los caminos posibles.

Como se puede observar y se ha comentado anteriormente, siempre habrá que realizar la recogida del material. Seguidamente o bien la colocación en producción inicial, o bien guardar el material en el almacén.

Recoger el material:

- Llenar la lavadora utilizada en la tercera producción
- Apilar en bacs azules grandes los sectores de manera ordenada
- Llenar cajas de producto intermedio
- Reservar o construir cuatro Solelectrones completos
- Recopilar todas las tarjetas utilizadas para definir el producto
- Llenar la lavadora utilizada en la primera y segunda producción
- Ordenar bacs vacíos

Colocar el material para ponerlo en producción inicial:

- Colocar las estanterías y mesas siguiendo el lay out correspondiente
- Recolocar las etiquetas de las estanterías
- Llenar cajas con bases y colocarlas en las mesas correspondientes
- Colocar las cajas de producto intermedio
- Colocar los bacs con piezas y tarjetas
- Colocar Solelectrones en la entrada de la línea de reciclaje
- Colocar los bacs vacíos
- Rellenar los carros logísticos
- Colocar las tarjetas identificativas en la línea de reciclaje
- Colocar bacs azules pequeños con tornillos e insertos y destornilladores en los puestos de trabajo

Guardar el material en el almacén porque se va a impartir otra formación distinta:

- Colocar en la estantería los bacs con sectores
- Colocar en la estantería los bacs vacíos
- Colocar en la estantería las cajas con producto intermedio y las cajas con bases
- Colocar una bandeja con cuatro Solelectrones
- Colocar en la estantería tornillos, insertos, etiquetas y estados de referencia
- Colocar en la estantería las cajas con los kits
- Guardar en el almacén las dos lavadoras
- Guardar en el almacén las dos estanterías con bandejas y los paneles kanban

Ilustración 3.144 Resumen de los posibles caminos



3.4.2. Etapas principales y tiempos: Recoger el material

A continuación, se van a mostrar las etapas principales y los tiempos que se deben dedicar a cada una de estas etapas, así como el tiempo necesario para aprender a realizar la operación de recoger el material.

Nombre de la operación: Recoger el material	Plazo de aprendizaje	4h
----------------------------------------------------	----------------------	----

Nº	Etapas principales	Tiempo (min)	
1.	Llenar la lavadora utilizada en la tercera producción	0	120
2.	Apilar en bacs azules grandes los sectores de manera ordenada	0	120
3.	Llenar cajas de producto intermedio	0	120
4.	Reservar o construir cuatro Solectrones completos	0	10
5.	Recopilar todas las tarjetas utilizadas para definir el producto	0	10
6.	Llenar la lavadora utilizada en la primera y segunda producción	0	10
7.	Ordenar bacs vacíos	0	15

Tiempo total de las etapas	6,75 h
----------------------------	--------

Ilustración 3.145 Operación de recoger el material



3.4.3. Etapas principales y tiempos: Colocar el material para ponerlo en primera producción

Seguidamente, se van a mostrar las etapas principales y los tiempos que se deben dedicar a cada una de estas etapas, así como el tiempo necesario para aprender a realizar la operación de colocar el material para ponerlo en primera producción.

Nombre de la operación: Colocar el material para ponerlo en producción inicial	Plazo de aprendizaje	4h
---------------------------------------------------------------------------------------	----------------------	----

Nº	Etapas principales	Tiempo (min)	
1.	Colocar las estanterías y mesas siguiendo el lay out correspondiente	0	15
2.	Recolocar las etiquetas de las estanterías	0	10
3.	Llenar cajas con bases y colocarlas en las mesas correspondientes	0	20
4.	Colocar las cajas de producto intermedio	0	10
5.	Colocar los bacs con piezas y tarjetas	0	20
6.	Colocar Solectrones en la entrada de la línea de reciclaje	0	2
7.	Colocar los bacs vacíos	0	10
8.	Rellenar los carros logísticos	0	10
9.	Colocar las tarjetas identificativas en la línea de reciclaje	0	2
10.	Colocar bacs azules pequeños con tornillos e insertos y destornilladores en los puestos de trabajo	0	10

Tiempo total de las etapas	1,82 h
----------------------------	--------

Ilustración 3.146 Operación de colocar el material para ponerlo en producción inicial



3.4.4. Etapas principales y tiempos: Guardar el material en el almacén porque se va a impartir otra formación distinta

Por último, se van a mostrar las etapas principales y los tiempos que se deben dedicar a cada una de estas etapas, así como el tiempo necesario para aprender a realizar la operación de guardar el material en el almacén porque se va a impartir otra formación distinta.

Nombre de la operación: Guardar el material en el almacén porque se va a impartir otra formación	Plazo de aprendizaje	4h
---------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------	----

Nº	Etapas principales	Tiempo (min)	
1.	Colocar en la estantería los bacs con sectores	0	20
2.	Colocar en la estantería los bacs vacíos	0	15
3.	Colocar en la estantería las cajas con producto intermedio y las cajas con bases	0	15
4.	Colocar una bandeja con cuatro Solectrones	0	2
5.	Colocar en la estantería tornillos, insertos, etiquetas y estándares	0	15
6.	Colocar en la estantería las cajas con los kits	0	5
7.	Guardar en el almacén las dos lavadoras	0	5
8.	Guardar en el almacén las dos estanterías con bandejas y los paneles kanban	0	5

Tiempo total de las etapas	1,37 h
----------------------------	--------

Ilustración 3.147 Operación de guardar el material en el almacén porque se va a impartir otra formación



3.4.5. Resultado de la optimización de tiempos

Como resultado de la optimización de tiempos, se ha conseguido reducir el tiempo que dedica un trabajador, de 13 horas a 8,57 horas, lo que supone una reducción del 34% de las horas del trabajo dedicadas a la actividad de recoger y colocar el material para ponerlo en producción inicial. Puede observarse en la ilustración 3.148.

Recoger el material	6,75 h
Colocar el material para ponerlo en producción inicial	1,82 h
Tiempo total	8,57 h
<hr/>	
Tiempo empleado anteriormente	13,00 h
<hr/>	
Ahorro de tiempo	4,43 h
% ahorro de tiempo	34%

Ilustración 3.148 Porcentaje de ahorro de tiempo cuando hay que colocar el material para ponerlo en producción inicial

Como se puede apreciar en la ilustración 3.149, sucede parecido al caso anterior. Cuando se trata de recoger y guardar el material de la formación Justo a Tiempo porque se va a impartir una formación distinta, la reducción es de un 32%.

Recoger el material	6,75 h
Guardar el material en el almacén porque se va a impartir otra formación distinta	1,37 h
Tiempo total	8,12 h
<hr/>	
Tiempo empleado anteriormente	12,00 h
<hr/>	
Ahorro de tiempo	3,88 h
% ahorro de tiempo	32%

Ilustración 3.149 Porcentaje de ahorro de tiempo cuando hay que guardar el material en el almacén porque se va a impartir otra formación distinta



Capítulo 4. Estudio Económico

4.1. Introducción

El objetivo de este proyecto es conseguir la estandarización de la recogida del material utilizado para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean.

En concreto este proyecto, al ir destinado a la Escuela Lean, no necesita el alquiler o compra de ningún local. Al no deberse tampoco a un proyecto del área electrónica, mecánica o eléctrica, no es necesaria la adquisición de materiales específicos para el desarrollo del mismo. Puesto que, además, todo el proyecto se desarrolla con el material ya existente en la Escuela Lean y es un material que no se pretende deteriorar ni destruir con su uso, el coste a nivel de material es más reducido.

Donde sí habrá que tener en cuenta gastos será a nivel de material en cuanto a lo que ordenadores se refiere y a los programas necesarios que se requiere utilizar.

Por supuesto, hay que tener en cuenta el total de las horas empleadas tanto en el diseño como en la creación de cada una de las fases que suman el total de este proyecto.

4.2. Jerarquía

Las personas que han participado en el proyecto serán nombradas a continuación, acompañadas de sus correspondientes responsabilidades.

- **Director del proyecto**

El Director del proyecto es la persona encargada de detectar una necesidad e intentar llevar a cabo la resolución de la misma. Por ello, el Director es el encargado de dar la idea del proyecto. Como responsable del proyecto, deberá planificar las distintas tareas que serán necesarias, así como llevar un seguimiento del cumplimiento o retraso de las mismas, para poder replanificarlas y cumplir con los plazos.

También deberá realizar el estudio económico del proyecto, y, como todo director de cualquier proyecto, será el responsable de que salga adelante, por lo que deberá guiar a las distintas personas que intervienen en el mismo.



- **Ingeniero**

El Ingeniero, será el encargado de la realización del proyecto como tal. Contará con la ayuda, como se comenta más adelante, del Auxiliar Administrativo. Pero tendrá una gran carga correspondiente a documentarse con respecto al problema planteado, estudio del mismo problema, búsqueda de la solución más óptima, puesta en práctica de la solución planteada, así como la comprobación de que es la solución más óptima posible hasta ese momento (acorde a los objetivos que se planteen al inicio del proyecto).

- **Responsable de Departamento**

El Responsable de Departamento será la persona que tendrá el deber de mantener informado al equipo ante cualquier noticia que afecte o pueda afectar al proyecto. Sería interesante que realizara una gestión de riesgos junto al equipo para poder gestionar llegado el momento cualquier posible problema.

- **Auxiliar Administrativo**

El Auxiliar Administrativo, será el responsable de colaborar ayudando en el proyecto al Ingeniero. Su gran aporte se dará en la colaboración con la elaboración de la memoria.

4.3. Etapas de desarrollo

Las diferentes etapas de las que consta el proyecto se nombran y explican a continuación. Estas etapas podrían llevarse a cabo en cualquier proyecto de otro ámbito.

- Etapa cero: **Necesidad encontrada** (petición del cliente)

Como siempre sucede, un proyecto nace de una necesidad que la empresa, universidad, centro o incluso persona particular encuentra, ya sea ante la petición de un cliente o ante algo que puede resultar beneficioso, aunque aún no haya sido solicitado por ningún cliente. Esto dependerá tanto de la actividad a la que nos dediquemos como a lo arriesgados que seamos en nuestro negocio.

En nuestro caso, el proyecto resulta de una necesidad que el Director del Proyecto ha detectado. Éste a su vez es el cliente del Ingeniero encargado de realizar el proyecto.



- Etapa uno: **Planificación inicial**

Primeramente, se analiza el problema a nivel general para indicar las ideas generales del mismo. Una tarea compleja e importante para ayudar a no desviarse del proyecto en cuestión, es marcarse los objetivos. Después de esto, será más fácil con qué personal se requiere contar. Cuando el equipo está formado, se entra en más profundidad en el proyecto, planificando con fechas de entrega y responsables todas las tareas a realizar entre los participantes.

- Etapa dos: **Recopilación de información**

La recopilación de información es muy importante, para así estudiar qué existe en el mercado, cómo de ambiciosos queremos y podemos ser, y estudiar el tema en gran profundidad, puesto que tenemos que hacernos expertos del terreno que abarque el proyecto.

- Etapa tres: **Creación del proyecto**

Realmente esta etapa es muy densa puesto que podría a su vez subdividirse en distintas etapas. La creación del proyecto no será un trabajo en línea recta si se quiere alcanzar el éxito con el mismo y la satisfacción del cliente. Se requiere una forma de trabajo circular, en la que continuamente se realice un ciclo de mejora continua PDCA. En este caso en particular, tras la recopilación de información, se estudiará la manera más óptima de guardar todo el material utilizado en la formación (estudios previos de distintas formas de guardar el material, pruebas de guardado del material, entrevistas con trabajadores de la Escuela Lean y toda la documentación revisada de la formación). A continuación, se documentarán todos los pasos con imágenes y explicaciones lo más concretas posibles.

4.4. Estudio económico

En este apartado se desarrollará con detalle el estudio económico de este proyecto. Se realizará una valoración de los costes de cada actividad realizada hasta la obtención del proyecto final.

La manera de desglosar el estudio económico se realizará relacionándolo con las etapas del proyecto, para así observar en qué porcentaje afecta cada etapa con respecto al coste total. En concreto, se calcularán las horas de personal que son dedicadas a cada etapa.

También se realizará el cálculo de las horas efectivas anuales y de las tasas por hora de cada salario. El segundo paso es el cálculo de las amortizaciones correspondientes a los bienes como en este caso, los ordenadores.



Gracias a este desglose, se podrá obtener el verdadero coste por hora y persona de los materiales consumibles y de los costes indirectos.

4.4.1. Horas efectivas anuales y tasas horarias de personal

Para el cálculo de las horas efectivas anuales hay que eliminar todos aquellos días que no se trabaja anualmente que evidentemente afecten a nuestro proyecto.

En la tabla 4.1 se refleja el total de horas que son efectivas en un año en el entorno concreto donde se desarrollará este proyecto.

Concepto	Días / horas
Año medio (365,25)	365,25
Sábados y domingos (365 * 2/7)	-104,36
Días efectivos de vacaciones	-23
Días festivos reconocidos	-12
Media de días perdidos por enfermedad	-10
Cursillos de formación, etc.	-8
Total estimado días efectivos	208
Total horas/año efectivas (8 horas/día)	1.664

Tabla 4.1 Horas efectivas anuales

A continuación, en la tabla 4.2 se calcularán las semanas equivalentes a las horas estimadas en la tabla anterior.

Concepto	Días / horas
Año medio (semanas)	52
Vacaciones y festivos	-5
Enfermedad	-1
Cursos de formación	-1
Total semanas	45

Tabla 4.2 Semanas efectivas anuales

Seguidamente, se calcularán los sueldos de los trabajadores participantes de este proyecto, así como lo que corresponde a la Seguridad Social en la tabla 4.3.

Concepto	Director Proyecto	Ingeniero	Responsable Departamento	Auxiliar Administrativo
Sueldo	51.687 €	23.139 €	18.632 €	11.119 €
Seguridad Social (35%)	18.090 €	8.099 €	6.521 €	3.892 €
Total	69.777 €	31.238 €	25.153 €	15.011 €



Coste horario	41,93 €	18,77 €	15,12 €	9,02 €
Coste Semanal	1.550,61 €	694,17 €	558,96 €	333,57 €

Tabla 4.3 Coste del Equipo de Proyecto

4.4.2. Cálculo de amortizaciones para el equipo informático

En cuanto al equipo informático, se considera un período de amortización de cinco años. Este equipo informático se utilizará para la recopilación de información, documentación y realización del estándar, que podrá denominarse la parte de desarrollo. También se utilizará para editar el documento final y podrá denominarse la parte de edición. Por ello el equipo informático tendrá dos fines, el desarrollo y la edición del proyecto.

En la tabla 4.4 se pueden ver los costes y la amortización del equipo informático pertenecientes a la parte dedicada al desarrollo del proyecto.

Concepto		Coste	Cantidad	Coste total anual
Portátil HP 15-cs2023ns con i7, 16GB, 1TB + 256GB, MX250 2GB, 39,62 cm - 15,6"		999 €	1	999 €
Software de desarrollo	Microsoft Windows 10	145 €	1	145 €
	Microsoft Word 2016	135 €	1	135 €
	Microsoft Excel 2016	135 €	1	135 €
Total a amortizar				1.414 €
		Tipo	Amortización total	Amortización anual
		Diaria	3,87 €	0,77 €
		Semanal	27,12 €	5,42 €
		Horaria	0,48 €	0,10 €

Tabla 4.4 Costes y amortización total y anual del equipo informático para la parte de desarrollo del proyecto

En la tabla 4.5 se pueden observar los costes y la amortización del equipo informático pertenecientes a la parte dedicada a la edición del proyecto.

Concepto		Coste	Cantidad	Coste total anual
Portátil HP 15-db0067ns con A4, 8GB, 1TB, 39,62 cm - 15,6"		279 €	1	279 €
Escáner HP 5200		275 €	1	275 €
Impresora HP LaserJet 4M Plus		755 €	1	755 €
Software de desarrollo:	Microsoft Windows 10	145 €	1	145 €
	Microsoft Word 2016	135 €	1	135 €



Estandarización de la recogida del material utilizado
para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean

	Microsoft Excel 2016	135 €	1	135 €
Total a amortizar				1.724 €
	Tipo	Amortización total	Amortización anual	
	Diaria	4,72 €	0,94 €	
	Semanal	33,06 €	6,61 €	
	Horaria	0,59 €	0,12 €	

Tabla 4.5 Costes y amortización total y anual del equipo informático para la parte de edición del proyecto

4.4.3. Coste de material consumible

En la tabla 4.6 se puede ver el coste anual total medio por persona y hora en cuanto a lo que material consumible se refiere.

Concepto	Coste
Papeles de impresora	60 €
Suministros para impresora	200 €
Dispositivos de almacenamiento	200 €
Otros	200 €
Coste total anual	660 €
Coste anual total por persona	165 €
Coste horario por persona	0,10 €

Tabla 4.6 Costes de material consumible

4.4.4. Costes indirectos

Como se puede observar en la tabla 4.7, los costes indirectos son aquellos que no están relacionados directamente con la actividad en cuestión, como es el teléfono, la electricidad, la calefacción, si fuera necesario algún tipo de alquiler (aunque no sucede en este caso), etc.

A continuación, se muestra el coste anual total medio por persona y hora en cuanto a lo que costes indirectos se refiere.

Concepto	Coste
Teléfono	90 €
Electricidad	120 €
Otros	330 €
Coste total anual	540 €
Coste anual por persona	135 €
Coste horario por persona	0,08 €



Tabla 4.7 Costes indirectos

4.4.5. Horas de personal dedicadas a cada fase del proyecto

En la tabla 4.8 se pueden observar los tiempos dedicados en cada etapa del proyecto. Además, se ha desglosado por trabajador del equipo, para así ver qué dedicación sobre cada fase del proyecto ocupa a cada trabajador.

Personal	Etapas			
	0	1	2	3
Director de proyecto	16	8	40	20
Ingeniero	0	40	200	400
Responsable de Departamento	0	5	16	20
Auxiliar administrativo	0	5	40	160
TOTAL	16	58	296	600

Tabla 4.8 Horas de personal dedicadas a cada fase del proyecto

4.5. Costes asignados a cada fase del proyecto

A continuación, se van a calcular los costes asignados a cada fase del proyecto. Para ello se calcularán los costes asignados a las horas de ocupación por etapa de cada persona implicada en el proyecto en cuanto a salarios y amortización se refiere, así como los costes de material consumible y los costes indirectos correspondientes.

4.5.1. Etapa cero: Necesidad encontrada

En la tabla 4.9 se pueden ver los costes asociados a la etapa de la necesidad encontrada o la petición del cliente.

Concepto		Horas	C.H.	Coste total
Personal	Director de proyecto	16	41,93 €	670,94 €
	Ingeniero	0	18,77 €	0,00 €
	Responsable de Departamento	0	15,12 €	0,00 €
	Auxiliar administrativo	0	9,02 €	0,00 €
Amortización	Equipo de desarrollo	0	0,10 €	0,00 €
	Equipo de edición	0	0,12 €	0,00 €
Material consumible	Varios	16	0,10 €	1,60 €
Costes indirectos		0	0,08 €	0,00 €
COSTE TOTAL				672,54 €

Tabla 4.9 Costes asociados a la Etapa cero del proyecto



4.5.2. Etapa uno: Planificación inicial

En la tabla 4.10 se pueden ver los costes asociados a la etapa de la planificación inicial del proyecto.

Concepto		Horas	C.H.	Coste total
Personal	Director de proyecto	8	41,93 €	335,47 €
	Ingeniero	40	18,77 €	750,91 €
	Responsable de Departamento	5	15,12 €	75,58 €
	Auxiliar administrativo	5	9,02 €	45,10 €
Amortización	Equipo de desarrollo	40	0,10 €	3,87 €
	Equipo de edición	5	0,12 €	0,59 €
Material consumible	Varios	103	0,10 €	10,30 €
Costes indirectos		103	0,08 €	8,24 €
COSTE TOTAL				1.230,06 €

Tabla 4.10 Costes asociados a la Etapa uno del proyecto

4.5.3. Etapa dos: Recopilación de información

En la tabla 4.11 se muestran los costes asociados a la de búsqueda de información y documentación del proyecto.

Concepto		Horas	C.H.	Coste total
Personal	Director de proyecto	40	41,93 €	1.677,34 €
	Ingeniero	200	18,77 €	3.754,53 €
	Responsable de Departamento	16	15,12 €	241,86 €
	Auxiliar administrativo	40	9,02 €	360,83 €
Amortización	Equipo de desarrollo	200	0,10 €	19,37 €
	Equipo de edición	40	0,12 €	4,72 €
Material consumible	Varios	536	0,10 €	53,60 €
Costes indirectos		536	0,08 €	42,88 €
COSTE TOTAL				6.155,13 €

Tabla 4.11 Costes asociados a la Etapa dos del proyecto



4.5.4. Etapa tres: Creación del proyecto

En la tabla 4.12 se pueden ver los costes asociados a la etapa de creación del proyecto.

Concepto		Horas	C.H.	Coste total
Personal	Director de proyecto	20	41,93 €	838,67 €
	Ingeniero	400	18,77 €	7.509,05 €
	Responsable de Departamento	20	15,12 €	302,32 €
	Auxiliar administrativo	160	9,02 €	1.443,33 €
Amortización	Equipo de desarrollo	400	0,10 €	38,74 €
	Equipo de edición	160	0,12 €	18,89 €
Material consumible	Varios	1160	0,10 €	116,00 €
Costes indirectos		1160	0,08 €	92,80 €
COSTE TOTAL				10.359,81 €

Tabla 4.12 Costes asociados a la Etapa tres del proyecto

4.6. Cálculo del coste total

En la tabla 4.13 se pueden observar los costes totales correspondientes a cada fase del proyecto, así como los costes totales del proyecto sumando todas las fases. A estos costes habría que aplicarlos el Margen Comercial y los Impuestos Indirectos (IVA, recargo de equivalencia, etc).

Como se puede observar, la etapa tres es la etapa que más coste supone. Es algo que tiene sentido, puesto que es la etapa de creación del proyecto, y es la que más tiempo de dedicación requiere.

Seguida a la etapa tres, la que más coste supone es la etapa dos. Esto también es lógico, puesto que la documentación, búsqueda de información, entrevistas con distintas personas, pruebas, etc., es una parte que requiere también de bastante dedicación.

La etapa uno, que es la de planificación inicial y la etapa cero que es la de la petición del cliente, es lógico que ocupen muchas menos horas, puesto que son dos etapas que están en continua revisión a lo largo de todo el proyecto. Esto se debe a que, si se quieren obtener buenos resultados y la satisfacción del cliente, se debe tener en cuenta a lo largo de todas las etapas al cliente. Por el mismo motivo, también se debe replanificar y revisar la planificación continuamente a lo largo de todas las etapas del proyecto. Por ello, las horas pueden representarse mucho más reducidas que las otras etapas, puesto que es algo inicial, pero en las etapas dos y tres se incluye parte de planificación y de contacto con el cliente.

Como conclusión del estudio económico realizado, decir que el coste total del proyecto ascendería a un total de 17.745 €.



Estandarización de la recogida del material utilizado
para la formación de Justo a Tiempo en la Escuela Lean

Actividad	Horas	Euros
Etapa 0	16	672,54 €
Etapa 1	58	1.230,06 €
Etapa 2	296	6.155,13 €
Etapa 3	600	10.359,81 €
COSTE TOTAL	1263	17.745,00 €

Tabla 4.13 Costes totales del proyecto



Conclusiones

Como principal conclusión, hay que comentar que al inicio de este Trabajo Fin de Máster se marcaron unos objetivos concretos, y todos ellos se han cumplido tras la realización y puesta en marcha de este proyecto.

Un objetivo era la estandarización de las tareas de recogida o recolocación del material necesario para impartir la formación de Justo a Tiempo. Esta estandarización ha sido realizada, y con ello, ha permitido el inicio de la mejora continua de este proceso, recogiendo la mejor forma, hasta el momento, de realizar esta actividad. Además, la estandarización fuerza a que todas las personas que participen de este proceso, trabajen de la misma forma.

Otro objetivo era el de conseguir reducir el tiempo empleado en estas tareas, puesto que son tareas que no añaden valor, aunque son totalmente necesarias. El tiempo se ha reducido notablemente, en alrededor de un 30%. Este 30% era tiempo que hace unos meses se despilfarraba casi cada vez que se impartía una formación. Ahora es un tiempo que puede dedicarse a realizar mejoras en la Escuela Lean, a mejorar este estándar, a impartir más formaciones, y, en definitiva, un tiempo del que no se dependerá de más recursos para realizar estas tareas.

Hasta el día de hoy, las mejores prácticas en estas tareas concretas realizadas en la Escuela Lean se concentran en este documento. A partir de ahora, si se es riguroso, tan sólo hay cabida a mejorar, consiguiendo incluso reducir aún más el tiempo empleado.

El último objetivo era el de facilitar la tarea de las personas que en un futuro se encarguen del trabajo que yo realizaba. Con este material, tendrá un apoyo para no depender de nadie y así seguir con su trabajo hasta que aprendan a ejecutarlo.

Detrás de este proyecto ha habido un aprendizaje previo exhaustivo sobre la formación de Justo a Tiempo Avanzado. Primeramente, realicé la formación como alumna. Como es lógico, comienzas a tener conocimientos, pero no es posible profundizar. Posteriormente, realicé la formación varias veces, ya con otra perspectiva, la de analizar bien el proceso a seguir en la formación, de qué forma se descolocan los materiales, qué materiales son los que se mueven por más zonas de la Escuela Lean, qué materiales quedan casi intactos desde el inicio hasta el final de la formación, etc.

Después de varias formaciones como observadora y a su vez reordenando todo el material tras cada formación, fui formando y probando distintas ideas. Tras cada formación y recolocación del material, surgían nuevas ideas que se probaban. Finalmente tuve la suerte de poder impartir esta formación y la visión que me ha ofrecido el haberme dedicado durante meses a la tarea de recolocación o de guardado del material en el almacén, me ha sido de gran ayuda, puesto que en todo momento era capaz de tener controlado todo el material que alberga la Escuela Lean, de tal forma que, ante cualquier imprevisto, en un minuto o menos tenía solucionado cualquier problema. Puede parecer extraño que puedan surgir problemas, pero como en



cualquier formación, surgen, y más en una de este tipo, en la que todo se mueve al gusto de los alumnos por una superficie de más de 300 m². Se rompen materiales, se mueven y no se sabe dónde se pusieron, y como la formación es impartida por varios profesores, no puedes tener todo bajo control. Gracias a este TFM, he sido capaz de tener todo bajo control y beneficiarme de las mejoras resultantes en mi día a día.

Espero que este TFM ayude a la Escuela Lean y me alegra saber que esta Escuela sigue apostando por proyectos totalmente relacionados con las enseñanzas que imparte.

Líneas futuras

De cara a próximos pasos, el primero será el de mantener en el ciclo de la mejora continua este estándar. Eso significa la auditoría del mismo, es decir, la revisión periódica para así aplicar las mejoras que se puedan obtener. De esta forma, siempre se trabajará con la mejor forma conocida hasta el momento.

Otro paso posible sería el de realizar un estándar por tareas. Con esto quiero decir, que en vez de realizar un estándar con las tareas principales (las cuales engloban muchas tareas pequeñas), se realice un estándar detallado con cada una de las pequeñas tareas. De esta forma se podrán medir los tiempos exactos de cada pequeña actividad en vez de medir el tiempo global. Sería una forma de eliminar aún más despilfarros.

Otra idea posible, sería la de realizar una optimización del espacio a través del uso de cartografías como las que se mostraron en el capítulo dos. Con la cartografía de superficie se podría observar en cada momento sobre qué área nos estamos moviendo para procurar reducirlo (quizás acercando a una misma área todo lo que se vaya a utilizar). Es algo que habría que estudiar. Mucho más útil en este caso sería la cartografía de mantenimiento, puesto que se podrían medir los pasos que realiza una persona dedicada a esta tarea. Sería una muy buena forma de eliminar pasos innecesarios. Aunque en el actual documento hay mucho fundamento en intentar precisamente reducir el número de pasos, se ha hecho con lógica y practicándolo, pero sin realizar un estudio completo. De esta forma reduciríamos aún más los despilfarros.

También se podría realizar un estudio para ver si hay posibilidad de que alguno de los formadores, pueda realizar tareas de recogida de material en tiempos muertos, para agilizar la tarea de después y ahorrar aún más tiempo.

Por último, otra opción de cara a futuro, podría ser la de organizar una formación a partir del desastre final que aparece cuando se termina la formación de Justo a Tiempo. Es algo que nunca se había pensado, pero quizás fuera una posibilidad de aprender a aplicar 5S, puesto que son situaciones que se encuentran en muchas fábricas, la de entrar y tener la sensación de que no se pone orden en ningún sitio. Para llegar a sacar el valor de todo ese alboroto, hay que hacer un equipo, repartir las tareas, mantener el contacto para resolver dudas, gestionarlo de manera ágil, gestionar los stocks, gestionar el gasto de realizar esas tareas, ver la repercusión en el día a día, etc.



Referencias

- Apd. (2019). Recuperado el 7 de abril de 2019, de <http://www.apd.es/lean-manufacturing-que-es/>
- Attac España. (2011). Recuperado el 22 de enero de 2019, de <http://www.attac.es/2013/10/18/el-taylorismo-y-el-fordismo/>
- Biografías y Vidas. (2019). Recuperado el 7 de abril de 2019, de https://www.biografiasyvidas.com/biografia/t/taylor_frederick.htm
- Cámara de Comercio de España. (2015). Recuperado el 23 de enero de 2019, de https://www.camara.es/sites/default/files/publicaciones/nuevas_formas_de_cooperacion_entre_universidades_y_empresas.pdf
- Castro, B. (2015). Recuperado el 19 de abril de 2019, de <https://www.emprendices.co/la-metodologia-las-5s-cuales-beneficios/>
- CEUPE. (2019). Recuperado el 8 de abril de 2019, de <https://www.ceupe.com/blog/que-es-la-economia-de-movimientos.html>
- Contactopyme. (2017). Recuperado el 4 de marzo de 2019, de http://www.contactopyme.gob.mx/Cpyme/archivos/metodologias/P2007-1323/dos_presentaciones_capaciatacion/elemento3/estandarizacion.pdf
- Cpm formación. (2019). Recuperado el 7 de abril de 2019, de <https://cpmformaciongmp.com/que-es-lean-manufacturing/>
- Divulgación ciencia y tecnología. (2017). Recuperado el 8 de abril de 2019, de <http://divulgacioncienciaytecnologia.com/reglas-economia-movimientos-del-trabajador-puesto-trabajo/>
- EcuRed. (2010). Recuperado el 18 de enero de 2019, de [https://www.ecured.cu/Universidad_de_Valladolid_\(Espa%C3%B1a\)](https://www.ecured.cu/Universidad_de_Valladolid_(Espa%C3%B1a))



- Escuela de Ingenierías Industriales. (2019). Recuperado el 24 de enero de 2019, de <https://eii.uva.es/escuela/index.php>
- Escuela Lean. (2014). Recuperado el 24 de enero de 2019, de <http://escuela-lean.es/>
- Europa Press. (2014). Recuperado el 24 de enero de 2019, de <http://www.europapress.es/motor/sector-00644/noticia-renault-consulting-abrevalladolid-primera-escuela-lean-20140129130720.html>
- Europa Press. (2019). Recuperado el 23 de enero de 2019, de <https://www.europapress.es/motor/coches-00640/noticia-renault-nissan-consulting-firma-acuerdo-ingenieros-industriales-madrid-20190111165256.html>
- Evaluandoerp. (2019). Recuperado el 7 de abril de 2019, de <https://www.evaluandoerp.com/que-es-lean-manufacturing-o-manufactura-esbelta/>
- Facultad de Derecho. (2015). Recuperado el 18 de enero de 2019, de <http://www.der.uva.es/historia-de-la-uva.html>
- Groupe Renault. (2019). Recuperado el 22 de enero de 2019, de <https://group.renault.com/groupe/histoire/au-commencement>
- Grupo Andrade. (2018). Recuperado el 22 de enero de 2019, de <http://grupoandradeautomotriz.com/francisco-mieres-fernandez-grupo-andrade/>
- Hugo Robledo. (2016). Recuperado el 7 de abril de 2019, de <http://leansixsigmamexico.blogspot.com/2016/01/las-7-2-formas-de-desperdicio-lean.html>
- Institute, L. I. (2019). Recuperado el 7 de abril de 2019, de <https://www.lean.org/lexicon/toyota-production-system>
- Johana Chuquino. (2019). Recuperado el 18 de febrero de 2019, de <http://johanachuquino.com/visual-management-gestion-visual/>



- Kailean consultores. (2017). Recuperado el 5 de marzo de 2019, de <http://kailean.es/estandarizar-trabajar-de-forma-organizada-y-controlada/>
- Kyocera. (2017). Recuperado el 4 de marzo de 2019, de <https://smarterworkspaces.kyocera.es/blog/la-estandarizacion-procesos-una-ventaja-competitiva/>
- Leanmanufacturingtools. (2015). Recuperado el 3 de marzo de 2019, de <https://leanmanufacturingtools.org/598/creating-your-ideal-and-future-state-value-stream-map/>
- LeanManufacturing10. (2019). Recuperado el 3 de marzo de 2019, de <https://leanmanufacturing10.com/vsm-value-stream-mapping>
- Lean Six Sigma definition. (2019). Recuperado el 7 de abril de 2019, de <http://leansixsigmadefinition.com/glossary/toyota-production-system/>
- LeanSolutions. (2019). Recuperado el 18 de abril de 2019, de <https://www.leansolutions.com/esp/>
- Martínez, A. L. (2014). INTI Mar del Plata. Recuperado el 7 de abril de 2019, de <https://www.inti.gob.ar/mardelplata/index.php?seccion=laboratorio>
- Menéndez, G. (2014). PrevenBlog. Recuperado el 7 de abril de 2019, de <http://prevenblog.com/las-7-mudas/>
- Netmind. (2015). Recuperado el 3 de marzo de 2019, de <https://www.netmind.es/knowledge-center/visual-management-la-importancia-en-la-gestion/>
- Pablo Lledó. (2017). Recuperado el 4 de febrero de 2019, de <http://pablolledo.com/content/articulos/05-10-26-Lean-Thinking-Lledo.pdf>
- Progressa Lean. (2017). Recuperado el 7 de abril de 2019, de <http://www.progressalean.com/origen-y-evolucion-del-lean-manufacturing>



- Promotor, L. (2019). Lean Production. Recuperado el 7 de abril de 2019, de <http://www.leanproduction.co/noticias-lean-manufacturing/100-anos-del-nacimiento-de-taiichi-ohno-creador-tps.html>
- Redtransfer. (2019). Recuperado el 23 de enero de 2019, de <http://www.redtransfer.org/blog/la-colaboracion-universidad-empresa-en-europa-analisis-de-14-paises/>
- Renault Consulting. (2014). Recuperado el 24 de enero de 2019, de <http://www.renault-consulting.es/blog/lean/1304/>
- Renault España. (2018). Recuperado el 22 de enero de 2019, de <http://www.renault.es/descubre-renault/grupo-renault-espana/empresas-grupo.jsp>
- Renault España. (2018). Recuperado el 22 de enero de 2019, de <https://www.renault.es/descubre-renault/grupo-renault-espana/historia-grupo.jsp>
- Renault Nissan Consulting. (2017). Estandarización del Puesto de Trabajo. Recuperado el 4 de marzo de 2019.
- Renault Nissan Consulting. (2017). Las 5S, Gestión Visual. Recuperado el 3 de marzo de 2019.
- Renault Nissan Consulting. (2018). 5S Operario. Recuperado el 20 de febrero de 2019.
- Renault Nissan Consulting. (2018). VSM. Recuperado el 3 de marzo de 2019.
- Renault-Nissan Consulting. (2018). Recuperado el 23 de enero de 2019, de <http://rnconsulting.es/>
- Revista Daena. (2009). Impacto de la capacitación interna en la productividad y estandarización de procesos productivos: un estudio de caso. Recuperado el 6 de marzo de 2019.



- Rubén Apaza. (2019). Recuperado el 31 de enero de 2019, de <https://www.rubenapaza.com/2018/07/filosofia-lean-y-los-5-principios-del.html>
- SalesUp. (2017). Recuperado el 4 de marzo de 2019, de <https://www.salesup.com/crm-online/cc-importancia-de-estandarizar-operaciones-en-tu-empresa.shtml>
- Sejzer, R. (2016). Calidad Total. Recuperado el 7 de abril de 2019, de <http://ctcalidad.blogspot.com/2016/07/shigeo-shingo-y-el-cero-control-de.html>
- udim. (2019). Recuperado el 23 de enero de 2019, de <https://www.udima.es/es/catedras-universidad-empresa.html>
- Universidad Politécnica de Cataluña. (2017). Recuperado el 23 de enero de 2019, de <https://www.upc.edu/upc21/es/upc-21>
- Universidad Politécnica de Valencia. (2017). Recuperado el 7 de abril de 2019, de <http://www.upv.es/visorv/media/0027d1bf-2154-f441-8e94-5fe12e98726f/c>
- UVa. (2018). Recuperado el 23 de enero de 2019, de <http://www.uva.es/export/sites/uva/5.empresaeinstituciones/>
- Vives, J. M. (2019). ALTACUNCTA. Recuperado el 7 de abril de 2019, de <https://altacuncta.wordpress.com/2013/11/27/7-consejos-para-hacer-pdca-o-pdsa-y-obtener-beneficios/>
- Walter Gianpierre Silva Robles. (2016). Recuperado el 3 de marzo de 2019, de <http://dorganizacionaluni.blogspot.com.es/2016/06/las-5-s.html>
- Womack, D. T. (1996). Lean Thinking. Recuperado el 4 de febrero de 2019