



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

Curso Académico:



AGRADECIMIENTOS

Quiero aprovechar la ocasión para dedicar unas palabras de agradecimiento a todas aquellas personas cercanas y que han hecho posible este proyecto.

A mis padres, por transmitirme los valores de esfuerzo, dedicación y responsabilidad, por todas las oportunidades que me han brindado y por su apoyo constante durante mi etapa universitaria.

A mis amigos y compañeros, por los buenos momentos que hemos vivido juntos, y por los no tan buenos. Por las horas de estudio y trabajo, y por los ratos de diversión y fiesta.

A mis compañeros de trabajo durante las prácticas, en especial a mi padre y a Ignacio, por haber confiado en mi formación y por hacerme sentir importante desde el primer momento.

A la ETSII y la UPV, por el trabajo que se realiza para que aprovechemos al máximo nuestros estudios y por las oportunidades que se nos brindan para complementar nuestra formación.

A los profesores del master, por transmitirme su sabiduría, conocimiento y experiencia. Mención especial a los profesores de la especialidad de Organización y Gestión Industrial, por mostrarme los problemas reales que surgen en el día a día de las empresas y prepararme para afrontarlos y resolverlos.

Por último, pero no menos importante, a mi tutor Josepe. Por su forma disruptiva de dar clase, que la convierte en mucho más interesante. Por transmitirme su visión de la ingeniería y de los problemas a los que hace frente. Por todas las oportunidades que me ha dado. Por ser una fuente de inspiración y afán de superación. Gracias.

¡Gracias a todos por formar parte de esta apasionante etapa de mi vida!



RESUMEN

El presente documento recoge el Trabajo de Fin de Master realizado en una empresa fabricante de cerramientos exteriores de PVC y aluminio. Debido a la disminución de recursos sufrida por la empresa durante la pasada crisis económica, se plantea la ejecución de un proyecto de mejora que permita utilizar los recursos disponibles de manera eficiente. Además, como consecuencia de la nueva estrategia empresarial a medio y largo plazo, se decide focalizar el proyecto en la división de PVC, sin dejar de lado las posibles mejoras a nivel global.

En primer lugar, se realiza un análisis de la situación actual de la empresa. Se detallan las incidencias detectadas durante el análisis, que sirven como punto de partida para la propuesta de mejoras.

Seguidamente, se plantean las opciones de mejora detectadas. Se seleccionan aquellas que se llevarán a cabo y se prioriza la implantación de las mismas.

Finalmente, se planifica detalladamente el proyecto de mejora. Se describen las acciones de mejora seleccionadas. Se definen los recursos, los responsables y la temporización de las mismas. Por último, se muestran los resultados de la implementación que se ha llevado a cabo.

Palabras Clave: análisis, planificación, distribución en planta, mejora continua, factoría visual.



RESUM

El present document recull el Treball de Fi de Màster realitzar en una empresa fabricant de tancaments exteriors de PVC i alumini. Degut a la reducció de recursos soferta per l'empresa durant la passada crisi econòmica, es planteja l'execució d'un projecte de millora que permeta utilitzar els recursos disponibles de manera eficient. A més, com a conseqüència de la nova estratègia empresarial a mig y llarg termini, es decideix focalitzar el projecte en la divisió de PVC, sense deixar de costat les possibles millores a nivell global.

En primer lloc, es realitza un anàlisi de la situació actual de l'empresa. Es detallen les incidències detectades durant l'anàlisi, que serveixen com a punt de partida per a la proposta de millores.

Seguidament, es plantegen les opcions de millora detectades. Es seleccionen aquelles que es duran a terme i es prioritza la consecució de les mateixes.

Finalment, es planifica detalladament el projecte de millora. Es descriuen les accions de millora seleccionades. Es defineixen els recursos, els responsables y la temporització de les mateixes. Per últim, es mostren els resultats de la implementació duta a terme.

Paraules clau: anàlisi, planificació, distribució en planta, millora continua, factoria visual.



ABSTRACT

This document includes the Master's Thesis carried out in a company that manufactures exterior PVC and aluminum enclosures. Due to the decrease in resources suffered by the company during the last economic crisis, the implementation of an improvement project that allows to use the available resources efficiently is considered. In addition, as a consequence of the new business strategy in the medium and long term, it was decided to focus the project on the PVC division, without neglecting possible global improvements.

First, an analysis of the current situation of the company is made. The incidents detected during the analysis are detailed, which serve as a starting point for the improvement proposals.

Next, the improvement options detected are detailed. Those that will be carried out are selected and their implementation is prioritized.

Finally, the improvement project is planned. The selected improvement actions are described. The resources, the assigned responsible and the timing of each action are defined. Finally, the results of the implementation that has been carried out are shown.

Keywords: analysis, planning, layout, continuous improvement, visual factory.



ÍNDICE

ÍNDICE DE DOCUMENTOS

MEMORIA.....	19
ANEXOS	135

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1 INTRODUCCIÓN.....	21
1.1 OBJETO DEL TRABAJO	21
1.2 MOTIVACIÓN	21
1.3 ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO.....	22
2 DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DEL PROBLEMA	23
2.1 INTRODUCCIÓN	23
2.2 UNA APROXIMACIÓN A LA EMPRESA	23
2.2.1 <i>Modelo de Negocio</i>	23
2.2.2 <i>Misión, Visión y Valores</i>	24
2.2.3 <i>Organigrama</i>	25
2.2.4 <i>Productos</i>	25
2.2.5 <i>Procesos</i>	27
2.2.5.1 <i>Corte</i>	29
2.2.5.2 <i>Mecanizado</i>	29
2.2.5.3 <i>Soldadura y Limpieza</i>	29
2.2.5.4 <i>Ensamblaje de cuadros</i>	29
2.2.5.5 <i>Colocación de herrajes y gomas</i>	30
2.2.5.6 <i>Ensamblaje de la hoja en el marco</i>	30
2.2.5.7 <i>Colocación de accesorios</i>	30
2.2.5.8 <i>Acristalado</i>	30
2.2.5.9 <i>Paletizado y transporte</i>	30
2.2.6 <i>Cadena de Suministro</i>	31
2.2.6.1 <i>Clientes</i>	31
2.2.6.2 <i>Proveedores</i>	32
2.3 OBJETO DEL PROYECTO	32
2.3.1 <i>Procesos Involucrados en el Proyecto</i>	33
2.3.2 <i>Estructura Organizativa Afectada</i>	33
2.4 CONCLUSIONES	33

3 ANTECEDENTES TEÓRICOS	34
3.1 INTRODUCCIÓN	34
3.2 VALUE STREAM MAPPING (VSM)	34
3.3 KEY PERFORMANCE INDICATORS (KPIs)	34
3.3.1 Tiempo de Ciclo o Cycle Time (T/C)	34
3.3.2 Dock To Dock (DTD)	35
3.3.3 Takt Time	35
3.3.4 Productividad de la Mano de Obra	35
3.3.5 Overall Equipment Efficiency (OEE)	35
3.3.6 Build To Schedule (BTS)	36
3.4 HERRAMIENTAS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LA CAUSA RAÍZ DE UN PROBLEMA	37
3.4.1 Técnica Es/No Es	37
3.4.2 Diagrama de Ishikawa (Causa-Efecto)	37
3.4.3 Técnica de los 5 Por Qué (5s Why's)	38
3.5 DIAGRAMA PACE	38
3.6 SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING (SLP)	38
3.7 ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP)	40
3.8 CONCLUSIONES	40
4 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	41
4.1 INTRODUCCIÓN	41
4.2 VALUE STREAM MAP DE LA SITUACIÓN ACTUAL (VSM ESTADO ACTUAL)	41
4.2.1 Elección de la Familia de Productos Objeto de Estudio	41
4.2.2 Descripción de los Procesos de la Cadena de Producción	43
4.2.3 Representación del VSM Estado Actual	48
4.3 DESCRIPCIÓN DE LAS INCIDENCIAS Y SÍNTOMAS OBSERVADOS Y ANÁLISIS DE LAS CAUSAS RAÍZ	51
4.3.1 Incidencia: Falta de Planificación y Comunicación	52
4.3.1.1 Descripción de la Incidencia	52
4.3.1.2 Identificación de la Causa Raíz	53
4.3.2 Incidencia: Falta de Medición de Indicadores	54
4.3.2.1 Descripción de la Incidencia	54
4.3.2.2 Identificación de la Causa Raíz	55
4.3.3 Incidencia: Demasiados Operarios Caminando	56
4.3.3.1 Descripción de la Incidencia	56
4.3.3.2 Identificación de la Causa Raíz	57
4.3.4 Incidencia: Almacenaje de Materia Prima de la Ferretería por el Suelo	58
4.3.4.1 Descripción de la Incidencia	58
4.3.4.2 Identificación de la Causa Raíz	59
4.3.5 Incidencia: Layout Condicionado por Máquina ya Vendida	60
4.3.5.1 Descripción de la Incidencia	60
4.3.5.2 Identificación de la Causa Raíz	61
4.3.6 Incidencia: Doble Capa en el Almacén de Perfiles	62
4.3.6.1 Descripción de la Incidencia	62
4.3.6.2 Identificación de la Causa Raíz	63
4.3.7 Incidencia: Pasillos Obstaculizados	64
4.3.7.1 Descripción de la Incidencia	64
4.3.7.2 Identificación de la Causa Raíz	65
4.3.8 Incidencia: Desorganización en la División de Aluminio	66



4.3.8.1 Descripción de la Incidencia	66
4.3.8.2 Identificación de la Causa Raíz.....	67
4.4 ASOCIACIÓN DE POSIBLES MEJORAS A LAS INCIDENCIAS DETECTADAS	68
4.5 CONCLUSIONES	68
5 OPORTUNIDADES DE MEJORA Y PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO DE MEJORA	69
5.1 INTRODUCCIÓN	69
5.2 DESCRIPCIÓN DE LAS OPORTUNIDADES DE MEJORA	69
5.2.1 Opciones de Mejora Asociadas a la Dimensión: Planificación de la producción y mejora de la comunicación	71
5.2.2 Opciones de Mejora Asociadas a la Dimensión: Medición de KPIs	71
5.2.3 Opciones de Mejora Asociadas a la Dimensión: Factoría Visual.....	71
5.2.4 Opciones de Mejora Asociadas a la Dimensión: Mejora del Almacén Ferretería	71
5.2.5 Opciones de Mejora Asociadas a la Dimensión: Mejora del Almacén de Perfiles.....	71
5.2.6 Opciones de Mejora Asociadas a la Dimensión: Distribución en Planta.....	72
5.2.7 Tablas Descriptivas de las Opciones de Mejora.....	72
5.2.7.1 Detalle de la Opción de Mejora: Definición de Equipos de Mejora Continua	73
5.2.7.2 Detalle de la Opción de Mejora: Formación en la herramienta de planificación del ERP	74
5.2.7.3 Detalle de la Opción de Mejora: Formación en el uso del cuadro de mandos del ERP.....	75
5.2.7.4 Detalle de la Opción de Mejora: Creación de Hojas de Recolección de Datos para Medición de Indicadores	76
5.2.7.5 Detalle de la Opción de Mejora: Utilización de los Monitores para el Registro de Datos.....	77
5.2.7.6 Detalle de la Opción de Mejora: Formación	78
5.2.7.7 Detalle de la Opción de Mejora: Implementación de 5S en los Procesos Manuales	79
5.2.7.8 Detalle de la Opción de Mejora: Factoría Visual en la División de PVC	80
5.2.7.9 Detalle de la Opción de Mejora: Panel de Expediciones	81
5.2.7.10 Detalle de la Opción de Mejora: Incorporación de un Ayudante del Responsable de Almacén.....	82
5.2.7.11 Detalle de la Opción de Mejora: Compra del Módulo de Gestión de Almacén del ERP.....	83
5.2.7.12 Detalle de la Opción de Mejora: Reorganización de Ubicaciones en el Almacén Ferretería.....	84
5.2.7.13 Detalle de la Opción de Mejora: Limpieza del Almacén de perfiles	85
5.2.7.14 Detalle de la Opción de Mejora: Incorporación de un Nuevo Puente Grúa.....	86
5.2.7.15 Detalle de la Opción de Mejora: Compra de Plataformas con Ruedas para las Columnas del Almacén de Palés de Perfiles.....	87
5.2.7.16 Detalle de la Opción de Mejora: Cambio de Layout.....	88
5.2.7.17 Detalle de la Opción de Mejora: Diseño del Layout de la División de Aluminio	89
5.3 SELECCIÓN DE LAS OPCIONES DE MEJORA A DESARROLLAR.....	90
5.3.1.1 Opciones de Mejora Asociadas a la Dimensión: Planificación de la Producción y Mejora de la Comunicación.....	90
5.3.1.2 Opciones de Mejora Asociadas a la Dimensión: Medición de KPIs	90
5.3.1.3 Opciones de Mejora Asociadas a la Dimensión: Factoría Visual	90
5.3.1.4 Opciones de Mejora Asociadas a la Dimensión: Mejora del Almacén Ferretería.....	90
5.3.1.5 Opciones de Mejora Asociadas a la Dimensión: Mejora del Almacén de Perfiles.....	91
5.3.1.6 Opciones de Mejora Asociadas a la Dimensión: Distribución en Planta	91
5.4 PRIORIZACIÓN DE LAS OPCIONES DE MEJORA SELECCIONADAS	91
5.5 PLAN DE IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO DE MEJORA	92
5.5.1 Detalle del Subproyecto 1	94
5.5.1.1 Definición de Responsables y Participantes	94
5.5.1.2 Acciones de Mejora	94
5.5.1.3 Temporización.....	94
5.5.2 Detalle del Subproyecto 2	94
5.5.2.1 Definición de Responsables y Participantes	94

5.5.2.2 Acciones de Mejora	95
5.5.2.3 Temporización	95
5.6 CONCLUSIONES	95
6 DISEÑO DETALLADO E IMPLEMENTACIÓN INICIAL DEL SUBPROYECTO DE MEJORA 1 ASOCIADO A LA MEJORA DEL ALMACÉN DE PERFILES, DEL ALMACÉN FERRETERÍA Y A LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	96
6.1 INTRODUCCIÓN	96
6.2 ACCIÓN DE MEJORA 1.1: LIMPIEZA DEL ALMACÉN DE PERFILES	96
6.2.1 Breve Descripción de la Acción	96
6.2.2 Definición de Responsables y Participantes	96
6.2.3 Detalle de las Tareas Necesarias	96
6.2.4 Definición de los Recursos Asignados a las Tareas	97
6.2.5 Temporización	98
6.2.6 Implementación	98
6.3 ACCIÓN DE MEJORA 1.2: CAMBIO DE LAYOUT	99
6.3.1 Breve Descripción de la Acción	99
6.3.2 Definición de Responsables y Participantes	99
6.3.3 Detalle de las Tareas Necesarias	99
6.3.4 Definición de los Recursos Asignados a las Tareas	111
6.3.5 Temporización	111
6.3.6 Implementación	112
6.4 CONCLUSIONES	113
7 DISEÑO DETALLADO E IMPLEMENTACIÓN INICIAL DEL SUBPROYECTO DE MEJORA 2 ASOCIADO A LA PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y MEJORA DE LA COMUNICACIÓN, LA MEDICIÓN DE KPIS Y LA FACTORÍA VISUAL	114
7.1 INTRODUCCIÓN	114
7.2 ACCIÓN DE MEJORA 2.1: CREACIÓN DE HOJAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DE INDICADORES ...	114
7.2.1 Breve Descripción de la Acción	114
7.2.2 Definición de Responsables y Participantes	114
7.2.3 Detalle de las Tareas Necesarias	114
7.2.4 Definición de los Recursos Asignados a las Tareas	116
7.2.5 Temporización	117
7.2.6 Implementación	117
7.3 ACCIÓN DE MEJORA 2.2: FACTORÍA VISUAL EN LA DIVISIÓN DE PVC	118
7.3.1 Breve Descripción de la Acción	118
7.3.2 Definición de Responsables y Participantes	118
7.3.3 Detalle de las Tareas Necesarias	118
7.3.4 Definición de los Recursos Asignados a las Tareas	122
7.3.5 Temporización	123
7.3.6 Implementación	123
7.4 ACCIÓN DE MEJORA 2.3: DEFINICIÓN DE EQUIPOS DE MEJORA CONTINUA	124
7.4.1 Breve Descripción de la Acción	124
7.4.2 Definición de Responsables y Participantes	124
7.4.3 Detalle de las Tareas Necesarias	124
7.4.4 Definición de los Recursos Asignados a las Tareas	125
7.4.5 Temporización	126



7.4.6 Implementación.....	126
7.5 CONCLUSIONES	127
8 PRESUPUESTO.....	128
8.1 INTRODUCCIÓN	128
8.2 CONSIDERACIONES PREVIAS	128
8.3 PRESUPUESTOS PARCIALES.....	129
8.3.1 Mano de Obra	129
8.3.2 Materiales.....	132
8.4 RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	132
8.5 CONCLUSIONES	132
9 CONCLUSIONES.....	133
10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	134

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A. FICHA DE TALLER DE PERFIL10	137
ANEXO B. FICHA DE CORTE DE PERFIL10	138
ANEXO C. CURSOGRAMA ANALÍTICO DE LAS FAMILIAS DE PRODUCTOS C Y E	139
ANEXO D. HOJAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA LA REPRESENTACIÓN DEL VSM ESTADO ACTUAL.....	140
ANEXO E. VSM ESTADO ACTUAL	146

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 MODELO DE NEGOCIO DE LA EMPRESA PERFIL10 (FUENTE: CANVAS DE OSTERWALDER)	24
FIGURA 2 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA PERFIL10 (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	25
FIGURA 3 SECCIÓN DE LA SERIE VEKA SOFTLINE 70 (FUENTE: WWW.VEKA.ES).....	26
FIGURA 4 SECCIÓN DE LA SERIE VEKA SOFTLINE 82 (FUENTE: WWW.VEKA.ES).....	26
FIGURA 5 TIPOLOGÍA DE LA CARPINTERÍA DE PVC (FUENTE: WWW.VEKA.ES)	26
FIGURA 6 CARPINTERÍA DE ALUMINIO DE GRANDES DIMENSIONES; SERIE TECHNAL ESBELTA (FUENTE: WWW.TECHNAL.COM).....	27
FIGURA 7 MURO CORTINA DEL HOTEL SUITOPÍA EN CALPE (FUENTE: WWW.PERFIL10.ES)	27
FIGURA 8 FACHADA VENTILADA DEL COMPLEJO 9 DE OCTUBRE EN VALÈNCIA (FUENTE: WWW.PERFIL10.ES)	27
FIGURA 9 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA CARPINTERÍA DE PVC (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	28
FIGURA 10 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA CARPINTERÍA DE ALUMINIO (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	28
FIGURA 11 DIAGRAMA DE FLUJO DE MUROS CORTINA (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	28
FIGURA 12 DIAGRAMA DE FLUJO DE FACHADAS VENTILADAS (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	28
FIGURA 13 PALÉS DE MADERA PARA EL TRANSPORTE DE CARPINTERÍAS DE PVC Y ALUMINIO (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	31
FIGURA 14 MAPA DE DISTRIBUIDORES DE PERFIL10 (FUENTE: WWW.PERFIL10.ES).....	31
FIGURA 15 DEPARTAMENTOS DE LA EMPRESA AFECTADOS POR EL PROYECTO (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	33
FIGURA 16 VALOR DE BASE A EN MAGS (FUENTE: DIAPOSITIVAS: L01_DISTRIBUCIÓN EN PLANTA; ASIGNATURA: CONSTRUCCIÓN, ARQUITECTURA Y URBANISMO INDUSTRIAL).....	39

FIGURA 17 VALORES B, C, D, E EN MAGS (FUENTE: DIAPOSITIVAS: L01_DISTRIBUCIÓN EN PLANTA; ASIGNATURA: CONSTRUCCIÓN, ARQUITECTURA Y URBANISMO INDUSTRIAL)	39
FIGURA 18 ESQUEMA DEL MÉTODO AHP (FUENTE: WWW.RESEARCHGATE.NET)	40
FIGURA 19 MATRICES PESOS Y VALORACIONES DEL MÉTODO AHP (FUENTE: DIAPOSITIVAS DE DIRECCIÓN DE PROYECTOS DEL MII: 07.1 DECISION AHP-INTRODUCCION)	40
FIGURA 20 ANÁLISIS PRODUCTO-CANTIDAD DE LA CATEGORÍA CARPINTERÍA PVC (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	42
FIGURA 21 ALMACÉN DE BARRAS DE PERFIL (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	44
FIGURA 22 ALMACÉN INCONTROLADO 1 (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	45
FIGURA 23 CARRO METÁLICO CON PALOS PROCEDENTES DE LA OPERACIÓN DE CORTE (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	45
FIGURA 24 ALMACÉN INCONTROLADO 2 (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	45
FIGURA 25 OPERACIÓN DE SOLDADURA (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	46
FIGURA 26 ALMACÉN INCONTROLADO 4 (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	46
FIGURA 27 ALMACÉN INCONTROLADO 5 (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	46
FIGURA 28 RUEDA DE ALMACENAJE DE HOJAS DESPUÉS DE LA COLOCACIÓN DEL HERRAJE (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	47
FIGURA 29 ALMACÉN INCONTROLADO 6 (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	47
FIGURA 30 ALMACÉN INCONTROLADO 7. BANCO DE RODILLOS PARA LA COLOCACIÓN DE VENTANAS DESPUÉS DEL ENSAMBLAJE (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	47
FIGURA 31 ALMACÉN INCONTROLADO 8 (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	47
FIGURA 32 OPERACIÓN DE ACRISTALADO DE VENTANAS (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	48
FIGURA 33 OPERACIÓN DE PALETIZADO DE VENTANAS (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	48
FIGURA 34 ALMACÉN INCONTROLADO 9 (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	48
FIGURA 35 PLANTILLA DE LA HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA LA REPRESENTACIÓN DEL VSM (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	49
FIGURA 36 VSM ESTADO ACTUAL (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	50
FIGURA 37 LOS 5 POR QUÉ APLICADOS A LA INCIDENCIA: FALTA DE PLANIFICACIÓN Y COMUNICACIÓN (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	53
FIGURA 38 LOS 5 POR QUÉ APLICADOS A LA INCIDENCIA: FALTA DE MEDICIÓN DE INDICADORES (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA) ...	55
FIGURA 39 DIAGRAMA DE ISHIKAWA DE LA INCIDENCIA: DEMASIADOS OPERARIOS CAMINANDO (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA) ...	57
FIGURA 40 LOS 5 POR QUÉ APLICADOS A LA INCIDENCIA: ALMACENAJE DE MATERIA PRIMA DE LA FERRETERÍA POR EL SUELO (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	59
FIGURA 41 LOS 5 POR QUÉ APLICADOS A LA INCIDENCIA: LAYOUT CONDICIONADO POR MÁQUINA YA VENDIDA (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	61
FIGURA 42 DIAGRAMA DE ISHIKAWA DE LA INCIDENCIA: DOBLE CAPA EN EL ALMACÉN DE PERFILES (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	63
FIGURA 43 LOS 5 POR QUÉ APLICADOS A LA INCIDENCIA: PASILLOS OBSTACULIZADOS (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	65
FIGURA 44 DIAGRAMA DE ISHIKAWA DE LA INCIDENCIA: DESORGANIZACIÓN EN LA DIVISIÓN DE ALUMINIO (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	67
FIGURA 45 DIAGRAMA PACE DEL PROYECTO DE MEJORA (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	92
FIGURA 46 TEMPORIZACIÓN DEL PROYECTO DE MEJORA (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	93
FIGURA 47 DIAGRAMA DE GANTT DEL SUBPROYECTO 1 (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	94
FIGURA 48 DIAGRAMA DE GANTT DEL SUBPROYECTO 2 (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	95
FIGURA 49 DIAGRAMA DE GANTT DE LA ACCIÓN DE MEJORA 1.1 (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	98
FIGURA 50 COMPARATIVA ENTRE LA PLANIFICACIÓN Y LA IMPLEMENTACIÓN PARA LA ACCIÓN DE MEJORA 1.1 (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	98
FIGURA 51 LAYOUT ACTUAL DE LA EMPRESA (FUENTE: PERFIL10, S.L.).....	100
FIGURA 52 ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA ACTUAL (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	101
FIGURA 53 DIAGRAMA CRUZADO (DC) (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	101
FIGURA 54 DIAGRAMA RELACIONAL DE RECORRIDOS (DRR) (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	102



FIGURA 55 MATRIZ RELACIONAL DE ACTIVIDADES (MRA) (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	102
FIGURA 56 DIAGRAMA RELACIONAL DE ACTIVIDADES (DRA) (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	103
FIGURA 57 TABLA RELACIONAL COMBINADA BILATERAL (TRCB) (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	103
FIGURA 58 GRAFO PLANAR PONDERADO MAXIMAL (GPPM) Y GRAFO DUAL (GD) (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	103
FIGURA 59 ALTERNATIVA 1 DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	105
FIGURA 60 ALTERNATIVA 2 DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	106
FIGURA 61 ALTERNATIVA 3 DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	107
FIGURA 62 ALTERNATIVA 4 DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	108
FIGURA 63 FORMULARIO DE EVALUACIÓN DE CRITERIOS (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	109
FIGURA 64 MATRIZ DE EVALUACIÓN DE CRITERIOS Y VECTOR DE PESOS DE LOS CRITERIOS (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	109
FIGURA 65 FORMULARIO DE VALORACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS EN FUNCIÓN DE CADA CRITERIO (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	109
FIGURA 66 MATRICES Y VECTORES DE VALORACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	110
FIGURA 67 CÁLCULO DEL VECTOR PRIORIZACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	110
FIGURA 68 DIAGRAMA DE GANTT DE LA ACCIÓN DE MEJORA 1.2 (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	112
FIGURA 69 COMPARATIVA ENTRE LA PLANIFICACIÓN Y LA IMPLEMENTACIÓN PARA LA ACCIÓN DE MEJORA 1.2 (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	112
FIGURA 70 HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS (HRD) PARA LA MEDICIÓN DE INDICADORES (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	116
FIGURA 71 DIAGRAMA DE GANTT DE LA ACCIÓN DE MEJORA 2.1 (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	117
FIGURA 72 PLANTILLA GAP PVC (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	119
FIGURA 73 PLANTILLA EVOLUCIÓN SEMANAL DE INDICADORES (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	119
FIGURA 74 PLANTILLA PDCA (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	120
FIGURA 75 PLANTILLA ACTAS REUNIONES TOP5 (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	120
FIGURA 76 PLANTILLA IDEA DE MEJORA (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	120
FIGURA 77 PLANTILLA ACTAS REUNIONES TOP5 (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	121
FIGURA 78 UBICACIÓN DEL PANEL DE FACTORÍA VISUAL EN LA DIVISIÓN DE PVC (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	122
FIGURA 79 DIAGRAMA DE GANTT DE LA ACCIÓN DE MEJORA 2.2 (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	123
FIGURA 80 ORGANIGRAMA DEL EQUIPO DE MEJORA CONTINUA (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	124
FIGURA 81 DIAGRAMA DE GANTT DE LA ACCIÓN DE MEJORA 2.3 (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	126
FIGURA 82 EJEMPLO DE FICHA DE TALLER DE PERFIL10 (FUENTE: ERP PERFIL10, S.L.)	137
FIGURA 83 EJEMPLO DE FICHA DE CORTE DE PERFIL10 (FUENTE: ERP PERFIL10, S.L.)	138
FIGURA 84 CURSOGRAMA ANALÍTICO DE LAS FAMILIAS DE PRODUCTOS C Y E (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	139
FIGURA 85 HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL PROCESO DE CORTE (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	140
FIGURA 86 HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL PROCESO DE MECANIZADO (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	140
FIGURA 87 HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL PROCESO DE SOLDADURA DE LAS HOJAS (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	141
FIGURA 88 HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL PROCESO DE SOLDADURAS DE LOS MARCOS (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	141
FIGURA 89 HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL PROCESO DE LIMPIEZA DE LAS HOJAS (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	142
FIGURA 90 HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL PROCESO DE LIMPIEZA DE LOS MARCOS (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	142
FIGURA 91 HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL PROCESO DE COLOCACIÓN DE HERRAJES EN LAS HOJAS (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	143
FIGURA 92 HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL PROCESO DE COLOCACIÓN DE HERRAJES EN LOS MARCOS (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	143
FIGURA 93 HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL PROCESO DE ENSAMBLAJE (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	144
FIGURA 94 HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL PROCESO DE COLOCACIÓN DE ACCESORIOS (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	144
FIGURA 95 HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL PROCESO DE COLOCACIÓN DE ACRISTALADO/PALETIZADO (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	145
FIGURA 96 HOJA-RESUMEN DE LOS INDICADORES GLOBALES DEL VSM ESTADO ACTUAL (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	145
FIGURA 97 VSM ESTADO ACTUAL (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	146

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 PROVEEDORES DE PERFIL10 SEGÚN LA MATERIA PRIMA QUE APROVISIONAN (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	32
TABLA 2 PRODUCTOS DE LA CATEGORÍA CARPINTERÍA PVC OBJETO DE ESTUDIO (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	42
TABLA 3 ANÁLISIS PRODUCTO-RUTA DE LA CATEGORÍA CARPINTERÍA PVC (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	43
TABLA 4 AGRUPACIÓN DE PRODUCTOS CON LA MISMA RUTA Y VOLUMEN TOTAL DE LOS MISMOS (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA) ..	43
TABLA 5 DESCRIPCIÓN DE LA INCIDENCIA: FALTA DE PANIFICACIÓN Y COMUNICACIÓN (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	52
TABLA 6 TÉCNICA Es/NO ES APLICADA A LA INCIDENCIA: FALTA DE PLANIFICACIÓN Y COMUNICACIÓN (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	53
TABLA 7 DESCRIPCIÓN DE LA INCIDENCIA: FALTA DE MEDICIÓN DE INDICADORES (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	54
TABLA 8 TÉCNICA Es/NO ES APLICADA A LA INCIDENCIA: FALTA DE MEDICIÓN DE INDICADORES (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	55
TABLA 9 DESCRIPCIÓN DE LA INCIDENCIA: DEMASIADA GENTE CAMINANDO (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	56
TABLA 10 TÉCNICA Es/NO ES APLICADA A LA INCIDENCIA: DEMASIADOS OPERARIOS CAMINANDO (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	57
TABLA 11 DESCRIPCIÓN DE LA INCIDENCIA: ALMACENAJE DE MATERIA PRIMA POR EL SUELO (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	58
TABLA 12 TÉCNICA Es/NO ES APLICADA A LA INCIDENCIA: ALMACENAJE DE MATERIA PRIMA DE LA FERRETERÍA POR EL SUELO (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	59
TABLA 13 DESCRIPCIÓN DE LA INCIDENCIA: LAYOUT CONDICIONADO POR MÁQUINA YA VENDIDA (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA) ..	60
TABLA 14 TÉCNICA Es/NO ES APLICADA A LA INCIDENCIA: LAYOUT CONDICIONADO POR MÁQUINA YA VENDIDA (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	61
TABLA 15 DESCRIPCIÓN DE LA INCIDENCIA: SOBRESTOCK EN EL ALMACÉN DE PERFILES (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	62
TABLA 16 TÉCNICA Es/NO ES APLICADA A LA INCIDENCIA: DOBLE CAPA EN EL ALMACÉN DE PERFILES (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	63
TABLA 17 DESCRIPCIÓN DE LA INCIDENCIA: PASILLOS OBSTACULIZADOS (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	64
TABLA 18 TÉCNICA Es/NO ES APLICADA A LA INCIDENCIA: PASILLOS OBSTACULIZADOS (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	65
TABLA 19 DESCRIPCIÓN DE LA INCIDENCIA: DESORGANIZACIÓN EN LA DIVISIÓN DE ALUMINIO (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	66
TABLA 20 TÉCNICA Es/NO ES APLICADA A LA INCIDENCIA: DESORGANIZACIÓN EN LA DIVISIÓN DE ALUMINIO (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	67
TABLA 21 CLASIFICACIÓN DE LAS INCIDENCIAS Y ASOCIACIÓN DE LAS POSIBLES MEJORAS PLANTEADAS (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	68
TABLA 22 OPORTUNIDADES DE MEJORA ASOCIADAS A LAS INCIDENCIAS DETECTADAS (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	70
TABLA 23 DETALLE DE LA OPCIÓN DE MEJORA: DEFINICIÓN DE EQUIPOS DE MEJORA CONTINUA (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	73
TABLA 24 DETALLE DE LA OPCIÓN DE MEJORA: FORMACIÓN EN LA HERRAMIENTA DE PLANIFICACIÓN DEL ERP (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	74
TABLA 25 DETALLE DE LA OPCIÓN DE MEJORA: FORMACIÓN EN EL USO DEL CUADRO DE MANDOS DEL ERP (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	75
TABLA 26 DETALLE DE LA OPCIÓN DE MEJORA: CREACIÓN DE HOJAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA MEDICIÓN DE INDICADORES (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	76
TABLA 27 DETALLE DE LA OPCIÓN DE MEJORA: UTILIZACIÓN DE LOS MONITORES PARA EL REGISTRO DE DATOS (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	77
TABLA 28 DETALLE DE LA OPCIÓN DE MEJORA: FORMACIÓN (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	78
TABLA 29 DETALLE DE LA OPCIÓN DE MEJORA: IMPLEMENTACIÓN DE 5S EN LOS PROCESOS MANUALES (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	79
TABLA 30 DETALLE DE LA OPCIÓN DE MEJORA: FACTORÍA VISUAL EN LA DIVISIÓN DE PVC (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	80
TABLA 31 DETALLE DE LA OPCIÓN DE MEJORA: PANEL DE EXPEDICIONES (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	81
TABLA 32 DETALLE DE LA OPCIÓN DE MEJORA: INCORPORACIÓN DE UN AYUDANTE DEL RESPONSABLE DE ALMACÉN (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	82



TABLA 33 DETALLE DE LA OPCIÓN DE MEJORA: COMPRA DEL MÓDULO DE GESTIÓN DE ALMACÉN DEL ERP (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	83
TABLA 34 DETALLE DE LA OPCIÓN DE MEJORA: REORGANIZACIÓN DE UBICACIONES EN ALMACÉN FERRETERÍA (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	84
TABLA 35 DETALLE DE LA OPCIÓN DE MEJORA: LIMPIEZA DEL ALMACÉN DE PERFILES (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	85
TABLA 36 DETALLE DE LA OPCIÓN DE MEJORA: INCORPORACIÓN DE UN NUEVO PUENTE GRÚA (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	86
TABLA 37 DETALLE DE LA OPCIÓN DE MEJORA: COMPRA DE PLATAFORMAS CON RUEDAS PARA LAS COLUMNAS DEL ALMACÉN DE PALÉS DE PERFILES (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	87
TABLA 38 DETALLE DE LA OPCIÓN DE MEJORA: CAMBIO DE LAYOUT (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	88
TABLA 39 DETALLE DE LA OPCIÓN DE MEJORA: DISEÑO DEL LAYOUT DE LA DIVISIÓN DE ALUMINIO (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	89
TABLA 40 OPCIONES DE MEJORA PRIORIZADAS	92
TABLA 41 RESPONSABLES Y PARTICIPANTES DEL SUBPROYECTO 1 (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	94
TABLA 42 ACCIONES DE MEJORA INCLUIDAS EN EL SUBPROYECTO 1 (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	94
TABLA 43 RESPONSABLES Y PARTICIPANTES DEL SUBPROYECTO 2 (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	95
TABLA 44 ACCIONES DE MEJORA INCLUIDAS EN EL SUBPROYECTO 2 (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	95
TABLA 45 RESPONSABLES Y PARTICIPANTES DE LA ACCIÓN DE MEJORA 1.1 (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	96
TABLA 46 RECURSOS ASIGNADOS A LAS TAREAS DE LA ACCIÓN DE MEJORA 1.1 (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	97
TABLA 47 RESPONSABLES Y PARTICIPANTES DE LA ACCIÓN DE MEJORA 1.2 (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	99
TABLA 48 CÓDIGO DE COLORES (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	104
TABLA 49 RECURSOS ASIGNADOS A LAS TAREAS DE LA ACCIÓN DE MEJORA 1.2 (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	111
TABLA 50 RESPONSABLES Y PARTICIPANTES DE LA ACCIÓN DE MEJORA 2.1 (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	114
TABLA 51 RECURSOS ASIGNADOS A LAS TAREAS DE LA ACCIÓN DE MEJORA 1.1 (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	116
TABLA 52 ESTADO DE LAS TAREAS DE LA ACCIÓN DE MEJORA 2.1 (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	117
TABLA 53 RESPONSABLES Y PARTICIPANTES DE LA ACCIÓN DE MEJORA 2.2 (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	118
TABLA 54 RECURSOS ASIGNADOS A LAS TAREAS DE LA ACCIÓN DE MEJORA 1.1 (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	122
TABLA 55 ESTADO DE LAS TAREAS DE LA ACCIÓN DE MEJORA 2.2 (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	123
TABLA 56 RESPONSABLES Y PARTICIPANTES DE LA ACCIÓN DE MEJORA 2.3 (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	124
TABLA 57 RECURSOS ASIGNADOS A LAS TAREAS DE LA ACCIÓN DE MEJORA 1.1 (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	125
TABLA 58 ESTADO DE LAS TAREAS DE LA ACCIÓN DE MEJORA 2.3 (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	126

ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1 CÁLCULO DEL DOCK TO DOCK	35
ECUACIÓN 2 CÁLCULO DEL TAKT TIME	35
ECUACIÓN 3 CÁLCULO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA MO	35
ECUACIÓN 4 CÁLCULO DEL OEE	35
ECUACIÓN 5 CÁLCULO DE LA DISPONIBILIDAD DE LA MÁQUINA	35
ECUACIÓN 6 CÁLCULO DE LA EFICIENCIA DE LA MÁQUINA	36
ECUACIÓN 7 CÁLCULO DEL FTT O RATIO DE CALIDAD	36
ECUACIÓN 8 CÁLCULO DEL FTT GLOBAL DE TODO EL PROCESO PRODUCTIVO	36
ECUACIÓN 9 CÁLCULO DEL BTS	36
ECUACIÓN 10 CÁLCULO DEL RENDIMIENTO DEL VOLUMEN	36
ECUACIÓN 11 CÁLCULO DEL RENDIMIENTO DEL MIX	37
ECUACIÓN 12 CÁLCULO DEL RENDIMIENTO DE LA SECUENCIA	37
ECUACIÓN 13 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DEL DIAGRAMA CRUZADO DEL SLP	38



ECUACIÓN 14 CÁLCULO DE LA CUENTA MAG ASOCIADA A CADA PRODUCTO	39
ECUACIÓN 15 CÁLCULO DE LA TABLA RELACIONAL COMBINADA	39
ECUACIÓN 16 CÁLCULO DE LA TABLA RELACIONAL COMBINADA BILATERAL	39



MEMORIA

Análisis de Situación, Propuesta e Implementación Inicial de un Proyecto de Mejora en una Empresa de Fabricación de Cerramientos Exteriores de PVC y Aluminio

Autor: Vicent Asensio Molina
Tutor: José Pedro García Sabater
Escuela Técnica Superior Ingenieros
Industriales
Master Universitario en Ingeniería
Industrial

1 Introducción

Este proyecto se presenta como Trabajo de Fin de Master (TFM) del Master en Ingeniería Industrial, realizado en la Universidad Politècnica de Valencia, UPV. Como parte de la especialidad de Organización y Gestión Industrial, se llevaron a cabo unas prácticas en la empresa Perfil10, S.L., durante las cuales se planificó e implementó este proyecto.

1.1 Objeto del Trabajo

El objeto del Trabajo de Fin de Master es realizar el análisis de la situación actual de la empresa y proponer e implementar un plan de mejora para hacer frente a las incidencias detectadas durante la fase de análisis. La empresa fabrica carpinterías exteriores de PVC y aluminio.

El proyecto de mejora se justifica por la situación actual de la empresa, perteneciente al sector de las carpinterías exteriores, auxiliar al sector de la construcción. Este último, fue uno de los más afectados por la crisis económica iniciada en el segundo semestre del año 2007. Esta crisis provocó una notable disminución de los recursos financieros de la empresa, a causa de la escasez de trabajo en el sector y de los numerosos impagos de algunos clientes. Además, la financiación bancaria destinada al sector de la construcción y sus auxiliares decayó considerablemente.

Actualmente, las perspectivas de futuro son esperanzadoras. La construcción se ha reactivado, se ha relanzado la promoción de viviendas y la renovación de edificios antiguos. Además, las políticas de sostenibilidad energética llevadas a cabo por el gobierno promueven la financiación del remplazo de las carpinterías exteriores de las viviendas, una de las principales fuentes de pérdida de energía de las mismas. Se pretende favorecer el cambio de las ventanas por unas de mayores prestaciones térmicas y acústicas, para cumplir las especificaciones del Código Técnico de la Edificación (CTE).

Por este motivo, la estrategia a medio y largo plazo de la empresa es la captación y/o apertura de nuevos puntos de venta (clientes de Distribución) por todo el territorio nacional. Todo ello, sin renunciar a la realización de proyectos de nueva construcción o renovación para constructoras o promotoras. El principal objetivo es acaparar parte de la cuota del mercado de la renovación realizada por los propietarios de las viviendas. En el mercado de la renovación efectuada por particulares se venden, principalmente, carpinterías de PVC, ya que el precio es inferior al de las carpinterías de aluminio de prestaciones equivalentes. Esto es debido a la mayor automatización del proceso productivo de los productos de PVC.

Así pues, la empresa requiere el estudio focalizado en su división de productos de PVC. No obstante, no se descartan mejoras a nivel general de la planta de producción. Además, es necesario mejorar la eficiencia de los recursos disponibles y la eficacia de la forma de trabajar.

1.2 Motivación

La motivación que ha impulsado a la consecución del presente proyecto se divide en tres ámbitos: el académico, el profesional y el personal.

En el ámbito académico, poder aplicar los conocimientos adquiridos durante el master en una empresa real es el complemento ideal a la formación recibida en la universidad.

En el ámbito profesional, es un reto y una responsabilidad poder mejorar la situación actual de una PYME, ejerciendo como ingeniero de organización y gestión industrial y aportando una visión diferente a la que se da habitualmente en la empresa.

En el ámbito personal, el hecho de intentar mejorar la empresa familiar es suficiente motivación como para dar lo mejor de mí mismo.

1.3 Estructura del Documento

El presente documento se estructura de la siguiente forma. En primer lugar, se describe detalladamente el problema y su entorno, es decir, la empresa en la que se lleva a cabo el proyecto de mejora. Se definen, también, los objetivos que se pretenden alcanzar durante la ejecución del mismo. A continuación, en el capítulo 3, se explican las bases teóricas en las que se sustenta el proyecto.

Seguidamente, en el capítulo 4, se realiza un análisis de la situación actual de la empresa, mediante el uso del VSM Estado actual. De igual forma, se detallan las incidencias detectadas. En el capítulo 5, se plantean las diferentes opciones de mejora con las que se pretende paliar las incidencias encontradas durante el análisis. Se seleccionan las mejoras a implementar y se prioriza la consecución de las mismas gracias al uso del diagrama PACE. Además, se planifica el proyecto de mejora, dividido en dos subproyectos, con las acciones de mejora prioritarias. Se establecen los responsables, los recursos y la temporización de cada subproyecto.

A continuación, en el capítulo 6 y el capítulo 7, se definen las acciones de mejora del primer y segundo subproyecto, respectivamente. Se detallan las tareas incluidas en cada acción de mejora, la temporización de las mismas y los resultados de su implementación. Seguidamente, el capítulo 8 contiene el presupuesto del proyecto.

El capítulo 9 alberga las conclusiones globales que se han alcanzado durante el proyecto. Finalmente, el capítulo 10 detalla las referencias bibliográficas utilizadas en la consecución del trabajo.

2 Descripción del Entorno del Problema

2.1 Introducción

En este capítulo, se lleva a cabo una descripción del entorno del problema. Se realiza una aproximación a la empresa en la que se ha llevado a cabo el proyecto y se define el objeto del mismo. De esta forma, se contextualiza el problema y se establecen los objetivos que se pretenden alcanzar con la consecución del proyecto.

En primer lugar, se describe el entorno global de la empresa Perfil10, S.L. Se detalla su actividad principal, su modelo de negocio y la misión, visión y valores de la misma. Seguidamente, se representa el organigrama organizacional, se detallan los productos ofrecidos y los procesos necesarios para la fabricación de los mismos. Finalmente, se describe la cadena de suministro de que dispone la empresa, es decir, tanto sus proveedores como sus clientes.

En segundo lugar, se establece el objeto del proyecto. Se presentan los objetivos que se pretenden alcanzar con la consecución del proyecto y los procesos afectados por el mismo. Además, se especifican los departamentos del organigrama organizacional involucrados en el proyecto.

2.2 Una Aproximación a la Empresa

La empresa objeto de estudio es “Perfil10, S.L.” (a partir de ahora se mencionará como Perfil10). Se trata de una empresa dedicada a la fabricación y montaje de cerramientos exteriores tales como ventanas, puertas, muros cortina y fachadas ventiladas. Su sede (oficinas y planta de producción) se sitúa en el Polígono Industrial El Regadiu, en la localidad de Bocairent (Valencia). La empresa está localizada a 97 km al sur de Valencia y a 17 km de la autovía A-7 a su paso por la localidad de Ontinyent.

En dicha planta, entran las materias primas y salen los productos acabados después del proceso de producción. Se trata de una planta industrial de 4.500m² de superficie. La empresa consta de 37 trabajadores y tiene un volumen de facturación de alrededor de 4 millones de euros (datos del año 2017).

2.2.1 Modelo de Negocio

Para detallar el modelo de negocio de Perfil10, se ha utilizado el lienzo Canvas representado en la Figura 1. La empresa pretende aportar valor a sus clientes mediante la producción y montaje de cerramientos exteriores, de gran fiabilidad, durabilidad y calidad. Para ello, necesita materias primas acordes con la calidad de sus productos y, por ello, se considera a sus proveedores como socios clave. Además, se pretende establecer un posicionamiento por calidad, de forma que sus clientes paguen por el elevado valor aportado por sus productos. Para llegar a dichos clientes, se establecen como canales de venta: los comerciales de la empresa, los puntos de venta (considerados también socios clave), la venta *on-line* y los contactos realizados durante la consecución de proyectos. Estos canales pretenden atacar a los segmentos de clientes siguientes: los proyectos de nueva construcción, la distribución mediante los puntos de venta fidelizados y la exportación. Cabe destacar que, debido al posicionamiento por calidad elegido por la empresa y a sus actividades principales, los principales costes que soporta la misma son la compra de materias primas y los costes generados durante la instalación de los productos en grandes proyectos.

<p>Socios clave </p> <ul style="list-style-type: none"> - Proveedores clave: Materias primas - Puntos de venta: Distribución producto 	<p>Actividades clave </p> <p>Act 1. Producción asociada al negocio Act 2. Montaje producto acabado Act 3. Fidelización de los puntos de venta</p> <p>Recursos clave </p> <p>Proveedores materia prima e instaladores</p>	<p>Propuestas de valor </p> <p>Perfil10 ataca una necesidad de dotarse de elementos clave en toda construcción. Cerramientos exteriores, fiables, duraderos y de calidad.</p>	<p>Relaciones con clientes </p> <p>Selección del tipo de canal adecuado según el perfil del cliente. POSICIONAMIENTO POR CALIDAD</p> <p>Canales </p> <ul style="list-style-type: none"> - Comerciales - Puntos de venta - Venta on-line (web Perfil10) - Contactos por experiencia 	<p>Segmentos de cliente </p> <ul style="list-style-type: none"> - Proyectos para constructoras - Distribución (puntos de venta) - Exportación
<p>Estructura de costes </p> <p>Costes Relevantes: Materias primas + instalación</p>		<p>Fuentes de ingresos </p> <p>Los clientes pagarán por el valor generado por nuestros productos</p>		

Figura 1 Modelo de negocio de la empresa Perfil10 (Fuente: Canvas de Osterwalder)

2.2.2 Misión, Visión y Valores

A continuación, se muestran la misión, la visión y los valores de la empresa, redefinidos durante el desarrollo del proyecto:

Misión

“Fabricar ventanas respetuosas con el medio ambiente para mejorar los hogares de nuestros clientes. Por ello trabajamos día a día para garantizar altos niveles de aislamiento térmico y acústico en todos nuestros productos.”

Visión

“Consolidar nuestra posición como referente nacional en el sector de los cerramientos para seguir ofreciendo calidad y servicio a cada uno de nuestros clientes. Establecer relaciones comerciales internacionales que aporten valor y visibilidad a nuestra marca.”

Valores

Compromiso y dedicación

“En nuestro modelo de negocio situamos a nuestros clientes y colaboradores en el centro de nuestras prioridades. Es por ello que el trato profesional es una constante en cada una de nuestras intervenciones, desde la elaboración de los proyectos, hasta el servicio posventa.”

Responsabilidad social

“La conciencia ambiental y el cuidado de nuestros empleados y clientes son primordiales para nuestra empresa. La separación selectiva de nuestros productos y la colaboración de todos nuestros

empleados en materia medioambiental, justifican la implantación reciente de la ISO 14001, cosa que demuestra la mentalización total de la empresa en conservar y proteger el medioambiente.”

Comunicación

“En Perfil10 consideramos la comunicación, no solamente interna sino también con nuestros clientes y proveedores, como un aspecto fundamental de nuestra política de empresa. Esto nos permite establecer relaciones de confianza con cada uno de nuestros colaboradores.”

2.2.3 Organigrama

La Figura 2 representa el organigrama organizacional de Perfil10. Se pueden ver los diferentes departamentos en los que se divide la empresa actualmente. Cabe destacar la importancia del departamento de Operaciones, del cual depende la gestión de la cadena productiva, la planificación del transporte de los productos tanto a los puntos de venta como a las obras y la organización del montaje de los productos en los diferentes proyectos.

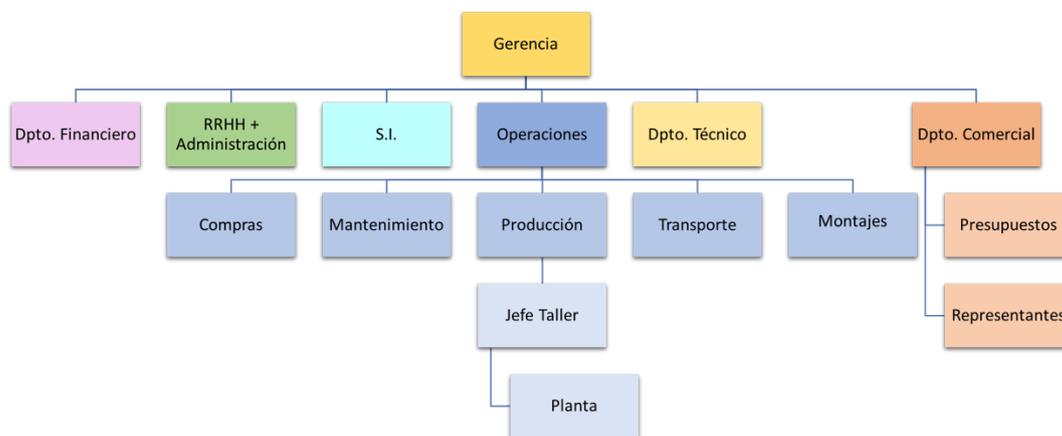


Figura 2 Organigrama de la empresa Perfil10 (Fuente: Elaboración propia)

2.2.4 Productos

La empresa realiza actividades englobadas en el CNAE 2512: Fabricación de carpintería metálica. Las principales categorías de productos que fabrica Perfil10 son: carpintería de PVC, carpintería de aluminio, muros cortinas y fachadas ventiladas.

Carpintería de PVC

Los productos que conforman esta categoría son puertas y ventanas de PVC. La empresa utiliza, principalmente, dos series de perfiles de PVC diferentes para fabricar los productos personalizados para cada cliente. Éstas son: Veka softline 70 y Veka softline 82 (Figura 3 y Figura 4, respectivamente). La diferencia reside en la anchura del marco de la ventana (70 mm y 82 mm, respectivamente), hecho que cambia las prestaciones térmicas y acústicas del producto final. Así, se pueden fabricar diferentes tipos de productos según las necesidades del cliente, tal y como se muestra en la Figura 5:

- Ventana fija
- Ventana pivotante
- Ventana practicable-oscilobatiente
- Ventana deslizante

- Ventana plegable
- Puertas de calle o balconeras
- Puertas interiores
- Combinaciones de diferentes tipos de ventanas en un mismo módulo
- Elevadoras

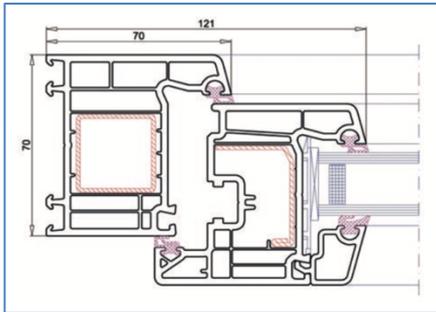


Figura 3 Sección de la serie Veka softline 70 (Fuente: www.veka.es)

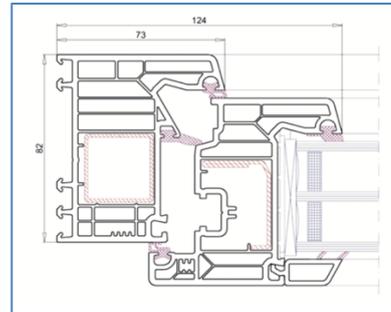


Figura 4 Sección de la serie Veka softline 82 (Fuente: www.veka.es)

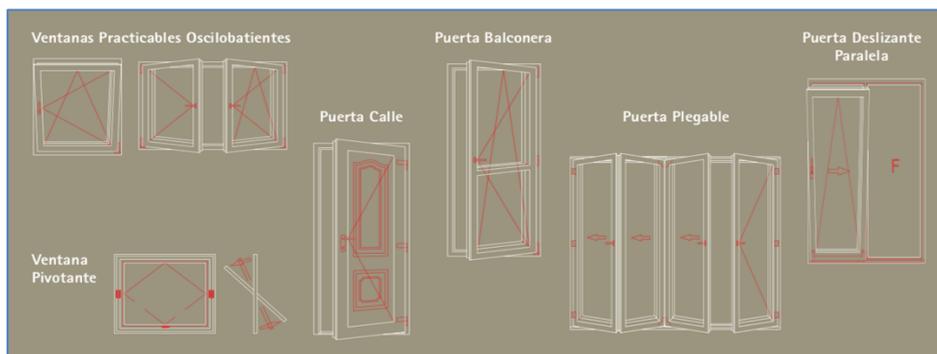


Figura 5 Tipología de la carpintería de PVC (Fuente: www.veka.es)

Carpintería de aluminio

Esta categoría de productos también está formada por puertas y ventanas de aluminio. No obstante, en este caso existen multitud de series diferentes que se pueden escoger para la fabricación del producto final. Algunas de las diferencias entre las series son: anchura del marco de la ventana, prestaciones térmicas y acústicas, existencia o no de rotura del puente térmico, estética del perfil, etc. La mayoría de las series permiten fabricar la misma tipología de productos que con las series de PVC. Cabe destacar que, debido a la mayor inercia proporcionada por los perfiles de aluminio, se pueden fabricar ventanas de mayores dimensiones, permitiendo la mayor entrada de luz, como se muestra en la Figura 6.



Figura 6 Carpintería de aluminio de grandes dimensiones; serie Technal esbelta (Fuente: www.technal.com)

Muros cortina y Fachadas ventiladas

Los muros cortina (ver Figura 7) son productos que se fabrica también con perfiles de aluminio. En este caso, se utilizan perfiles tubulares, cuadrados o rectangulares, según las características del mismo. Este tipo de producto tiene un proceso de fabricación simple, basado en el corte y mecanizado de los perfiles para su posterior montaje en obra.

Las fachas ventiladas (ver Figura 8) están formadas por perfiles de aluminio de los que se cuelgan paneles composite y que se atornillan a la pared mediante el uso de omegas (accesorios de sujeción). Este producto tampoco requiere una gran complejidad en el proceso productivo.

El montaje en obra es la parte más importante de estas categorías de productos. Por este motivo, este proyecto no se centra en el estudio de los mismos.



Figura 7 Muro cortina del hotel Suitopía en Calpe (Fuente: www.perfil10.es)



Figura 8 Fachada ventilada del complejo 9 de octubre en Valencia (Fuente: www.perfil10.es)

2.2.5 Procesos

A continuación, se presentan los diferentes procesos productivos que se emplean para la fabricación de los productos mencionados anteriormente. Las materias primas utilizadas por la empresa son, principalmente, barras de perfil tanto de PVC como de aluminio, de entre 6 y 7 metros de longitud. Además, se utilizan diferentes perfiles de refuerzos de acero, también recibidos en barras de esa longitud, para reforzar las ventanas de PVC.

Cada categoría de productos mencionada anteriormente posee un proceso de fabricación diferente, detallados en la Figura 9, Figura 10, Figura 11 y Figura 12. Cabe destacar que el proceso productivo de la carpintería de PVC está monitorizado. Se dispone de pantallas en cada etapa del proceso que indican a los trabajadores las operaciones a realizar una vez escaneado el código de barras correspondiente. En el caso de las categorías de productos de aluminio, se utilizan fichas de taller impresas (ver Anexo A). Las operaciones a realizar las detalla el responsable de producción de la empresa.



Figura 9 Diagrama de flujo de la carpintería de PVC
(Fuente: Elaboración propia)

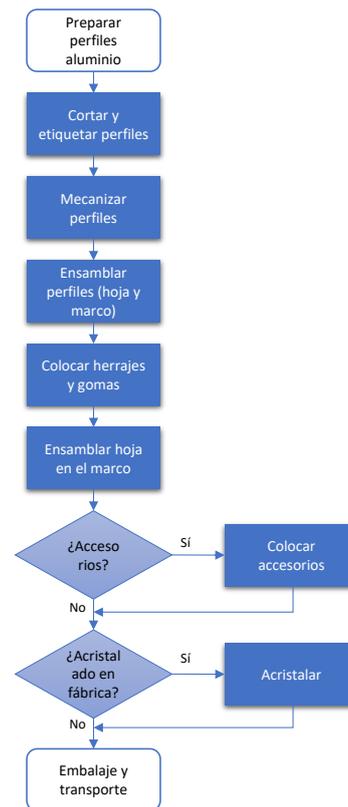


Figura 10 Diagrama de flujo de la carpintería de aluminio
(Fuente: Elaboración propia)



Figura 11 Diagrama de flujo de muros cortina
(Fuente: Elaboración propia)



Figura 12 Diagrama de flujo de fachadas ventiladas
(Fuente: Elaboración propia)

2.2.5.1 Corte

La primera etapa del proceso productivo es el corte de las barras de materia prima. Este proceso se lleva a cabo para todas las categorías de productos. Se cortan los diferentes tipos de perfiles, tanto de PVC como de aluminio, necesarios para conformar la carpintería a las medidas requeridas por el cliente. Las máquinas utilizadas para realizar este proceso son centros de corte.

Por otro lado, los refuerzos de acero se cortan en una tronzadora de cinta. En este caso, se cortan a medidas estándar según las necesidades de fabricación de ventanas. Según el tipo y la longitud del perfil de PVC, se reforzará con un tipo de refuerzo y una longitud estándar determinada, respectivamente.

Una vez realizado el corte de los perfiles se etiqueta cada uno de ellos para identificar el perfil en todo momento.

2.2.5.2 Mecanizado

La segunda fase del proceso productivo es el mecanizado. Este proceso se realiza de forma automatizada mediante el uso de centros de mecanizado. Estos centros permiten fresar los vierteaguas y las cavidades necesarias para albergar los herrajes, atornillar los refuerzos, taladrar los perfiles, etc.

En el caso del PVC, el operario introduce el refuerzo correspondiente en el perfil y escanea el código de barras de la etiqueta para que el centro de mecanizado realice las operaciones que necesita dicho perfil.

En el caso del aluminio, el operario introduce el perfil en el centro y elige el mecanizado que le corresponde a la pieza en cuestión. Por otro lado, el mecanizado de los perfiles de aluminio también incluye el troquelado y retestado de los mismos, en caso de ser necesario.

2.2.5.3 Soldadura y Limpieza

Estos procesos se realizan solamente para la categoría de productos del PVC. La soldadura consiste en la unión química de los perfiles que conforman el cuadro de la carpintería, bien sea la hoja o el marco de la misma. Esta unión se realiza mediante el uso de soldadoras de cuatro cabezales, aunque se dispone de soldadoras de uno y dos cabezales para carpinterías especiales. El operario introduce los perfiles que conforman el cuadro en la máquina. La soldadora posee resistencias térmicas en cada uno de sus cabezales que derriten unos milímetros de cada pareja de perfiles para llevar a cabo la unión entre ellos.

Una vez realizado este proceso, se procede a la limpieza de las rebabas obtenidas durante la soldadura. Los centros de limpieza son los encargados de realizar este proceso de forma automática.

2.2.5.4 Ensamblaje de cuadros

Este proceso se realiza para la categoría de productos de carpintería de aluminio. Consiste en la unión mecánica de los perfiles que conforman el cuadro de la carpintería (hoja o marco), mediante el uso de escuadras. Además, algunos productos requieren la introducción de un producto químico (resina bicomponente) para reforzar dicha unión mecánica.

2.2.5.5 Colocación de herrajes y gomas

Tanto la categoría de carpintería de PVC como la de aluminio necesitan llevar a cabo este proceso. Se colocan los herrajes correspondientes tanto a las hojas como a los marcos de las diferentes carpinterías. Este proceso se realiza de forma manual. En el caso del PVC, se escanea la etiqueta para que aparezcan en el monitor los herrajes a colocar. En el caso del aluminio, se utilizan fichas de taller impresas para realizar este proceso. Además, se procede a la colocación de las gomas. Este paso se realiza principalmente en la carpintería de aluminio puesto que los perfiles de PVC suelen llevar la goma coextrusionada.

2.2.5.6 Ensamblaje de la hoja en el marco

Este proceso se realiza tanto para la carpintería de PVC como para la de aluminio. Se ensambla la hoja en el marco correspondiente mediante el uso de las bisagras, colocadas en el proceso de colocación de herrajes. Posteriormente, se ajusta la hoja para que funcione correctamente, sin rozaduras.

2.2.5.7 Colocación de accesorios

La colocación de accesorios difiere en función de si se trata de carpinterías o muros cortinas y fachadas ventiladas. No obstante, se trata de un proceso manual realizado por los operarios.

En cuanto a las carpinterías tanto de PVC como de aluminio, los principales accesorios que se pueden colocar son la persiana o *monoblock* y la mosquitera. En relación a los muros cortina y fachadas ventiladas, los accesorios son, entre otros, gomas y almohadillas para las uniones. El resto de accesorios como, por ejemplo, las tapetas, se colocan durante el montaje en obra.

2.2.5.8 Acristalado

El acristalado depende notablemente del cliente al que se le va a suministrar el producto. En el caso de la Distribución, normalmente la carpintería se acristala antes del envío a las tiendas. En cuanto a los Proyectos para constructoras y Exportación, tanto las carpinterías como los muros cortina se acristalan directamente en obra una vez colocadas.

2.2.5.9 Paletizado y transporte

Una vez acabado el proceso productivo, los diferentes productos se paletizan para garantizar la protección durante el envío, bien sea a las tiendas o a la obra.

Las carpinterías de PVC y aluminio se trasladan con el uso de palés de madera, como se muestra en la Figura 13. Por su parte, los montantes y travesaños de los muros cortina y fachadas ventiladas, se trasladan mediante euro palés de madera. Todos estos productos se protegen con tacos de *foam* o de madera, cartón, film y precinto.



Figura 13 Palés de madera para el transporte de carpinterías de PVC y aluminio (Fuente: Elaboración propia)

El transporte de los productos se realiza con la flota de camiones de Perfil10. En algunos casos, se utilizan agencias de envío para llevar a cabo el transporte (por ejemplo, a las tiendas localizadas en las Islas Baleares).

2.2.6 Cadena de Suministro

2.2.6.1 Clientes

Perfil10 divide sus clientes en tres segmentos principalmente: Distribución, Proyectos para constructoras y Exportación.

Distribución

Se trata de la venta de productos a tiendas especializadas en carpintería o reformistas. Por tanto, Perfil10 fabrica y envía el producto a las tiendas mientras que la venta y montaje del producto la realizan las mismas. En la Figura 14, se puede ver la red de distribución de la empresa, concentrada principalmente en la parte oriental del país. Actualmente, se pretende aumentar la red de distribución mediante la captación y/o apertura de tiendas especializadas.



Figura 14 Mapa de distribuidores de Perfil10 (Fuente: www.perfil10.es)

Proyectos para Constructoras

En este caso, el cliente de la empresa son las mismas constructoras y/o promotoras. Se realizan proyectos de nueva construcción o rehabilitación de viviendas antiguas. Las principales constructoras y/o promotoras con las que se trabaja son: ECISA, Construcciones Amenábar, Avintia, Grupo San José, Ferrovial, ACR y Bertolín, entre otras.

Exportación

La empresa considera la exportación como otro segmento de sus clientes, aunque se trate de proyectos de nueva construcción realizados para constructoras y/o promotoras. La empresa ha realizado proyectos en países como, por ejemplo, Méjico, Francia, Argelia, Holanda y Marruecos.

2.2.6.2 Proveedores

Perfil10 dispone de diferentes tipos de proveedores que se clasifican según la materia prima que abastecen. La categorización es la siguiente:

Tabla 1 Proveedores de Perfil10 según la materia prima que aprovisionan (Fuente: Elaboración propia)

Materia prima	Proveedores principales
Perfiles de PVC	Veka
Perfiles de aluminio	Tehcnal y Strugal
Herrajes	Procomsa
Vidrio	Tvitec
Refuerzo acero para carpintería PVC	Gebhardt Stahl GmbH
Persianas y mosquiteras	Giménez Ganga

2.3 Objeto del Proyecto

Como consecuencia de la crisis económica sufrida en España durante los últimos años, la empresa ha visto reducida su capacidad de financiación y, por tanto, sus recursos. Por este motivo, la dirección se plantea la consecución de un proyecto de mejora a escala global que sea capaz de conseguir mejores resultados con los recursos actuales de la empresa. Es decir, la estrategia global de Pefil10 es mejorar la eficiencia de sus recursos, tanto en la planta de producción como en las oficinas. No obstante, el marco de este proyecto se limita al análisis y mejora de la planta de producción de la empresa, especialmente de la división de PVC.

Los objetivos que se pretenden alcanzar en dicho proyecto son los siguientes:

- Mejorar el **aprovechamiento del espacio** en planta
- Aumentar la **eficiencia** en la utilización de los recursos actuales de la empresa
- Implementar una filosofía de **mejora continua** en el día a día de la empresa

2.3.1 Procesos Involucrados en el Proyecto

Para poder llevar a cabo el proyecto, se analizan los procesos involucrados en la cadena productiva. Estos procesos se han detallado en el apartado 2.2.5 de este documento.

2.3.2 Estructura Organizativa Afectada

Este proyecto afecta, principalmente, a los departamentos de la empresa marcados en la Figura 15. No obstante, la consecución del proyecto supondrá ciertos cambios en la filosofía de trabajo que podrán afectar a los demás departamentos de la empresa.

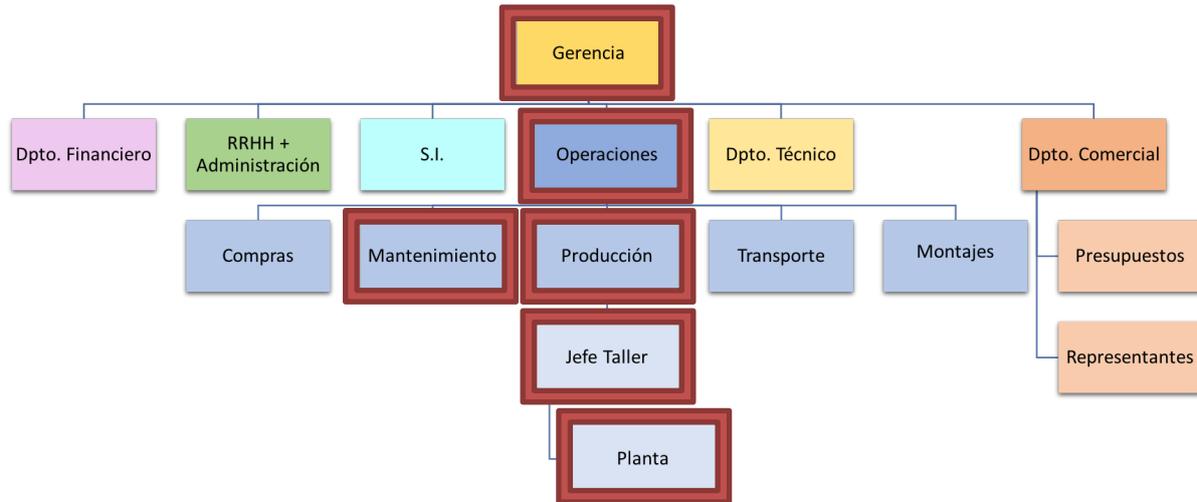


Figura 15 Departamentos de la empresa afectados por el proyecto (Fuente: Elaboración propia)

2.4 Conclusiones

En este capítulo se ha descrito el entorno en el que se realiza este proyecto, es decir, la empresa Perfil10. Se ha realizado una aproximación a la empresa, detallando el sector al que pertenece, el modelo de negocio que aplica y la misión, visión y valores de la misma. Se ha representado el organigrama organizacional y se han explicado los productos que ofrece la empresa, los procesos que se llevan a cabo para fabricarlos y la cadena de suministro de la misma. Finalmente, se ha descrito el objeto del proyecto, especificando los objetivos que se pretenden alcanzar con la consecución del mismo, los procesos que se verán involucrados y la estructura organizativa afectada.

En el siguiente capítulo, se describen las bases teóricas sobre las que se sustenta el proyecto en cuestión. Se explican teóricamente las herramientas y métodos utilizados tanto en la fase de análisis, como en las fases de planificación e implementación.

3 Antecedentes Teóricos

3.1 Introducción

En este capítulo, se describen las bases teóricas en las que se sustenta el proyecto de mejora. Se explican teóricamente las diferentes herramientas, técnicas, metodologías e indicadores que se han utilizado a lo largo del proyecto. De esta forma, se define el marco teórico del proyecto.

En cada apartado, se incluyen las referencias consultadas en la elaboración del proyecto. Dichas referencias se detallan tanto en el pie de página como en el capítulo 10 de este documento.

3.2 Value Stream Mapping (VSM)

El *Value Stream Mapping* (VSM), también conocido como Mapa de Cadena de Valor, es una herramienta que permite definir de forma gráfica los diferentes procesos de la cadena productiva, así como los flujos de información y materiales que intervienen en la misma.¹

Para ello, se dibuja el proceso productivo con diferentes símbolos y se complementa con información como KPIs, número de operarios en cada proceso, el tipo y frecuencia de transmisión de información con los clientes y proveedores, los *buffers* existentes en la cadena de producción, etc.

En un primer lugar, se realiza un análisis de los productos que se fabrican para definir la familia a analizar. Una vez definida dicha familia, se representa el estado inicial en el que se encuentra la empresa, que recibe el nombre de VSM Estado actual. Esta representación inicial sirve para detectar problemas y actividades que no añaden valor al producto y que, por tanto, deben de ser eliminadas o reducidas mediante diferentes técnicas tales como, por ejemplo, 5S, TPM o SMED.

3.3 Key Performance Indicators (KPIs)

Los *Key Performance Indicators* (KPIs) son indicadores clave que permiten medir el rendimiento de una empresa. Según el área de la empresa que se quiera analizar, se utilizan diferentes KPIs.²

En este documento, se utilizan KPIs para analizar el rendimiento del proceso productivo de Perfil10. El cálculo de los mismos se detalla a continuación.

3.3.1 Tiempo de Ciclo o *Cycle Time* (T/C)

Se trata del tiempo que transcurre entre el inicio y el fin de un proceso, operación o tarea. También se puede definir como el tiempo que transcurre desde que sale una pieza hasta que sale la siguiente en un proceso. Se mide en segundos (seg).

¹ Mike Rother and John Shook, *Learning to See: Value-Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*, A Lean Tool Kit Method and Workbook (Cambridge: Lean Enterprise Inst, 2009).

² Rother and Shook.

3.3.2 Dock To Dock (DTD)

El *Dock To Dock* es el tiempo que transcurre desde que entran las materias primas a la empresa hasta que sale el producto acabado, es decir, desde el muelle de descarga de materia prima hasta el muelle de carga de producto acabado. Se mide en horas (h), tal y como se muestra en la Ecuación 1.

$$DTD = \text{Inventario MP} + \text{Inventario Obra en Curso} + \text{Tiempo Producción} + \text{Inventario Producto Terminado}$$

Ecuación 1 Cálculo del Dock To Dock

3.3.3 Takt Time

El *Takt Time* es el ritmo al que se debe producir para satisfacer la demanda del cliente. Se mide en segundos por unidad (seg/ud), como se muestra en la Ecuación 2.

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tiempo disponible (turno,día,semana o mes)}}{\text{Nº de Unidades demandadas por el cliente (turno,día,semana o mes)}}$$

Ecuación 2 Cálculo del Takt Time

3.3.4 Productividad de la Mano de Obra

Este indicador mide el número de unidades producidas por cada hora de mano de obra trabajada. Tal y como se muestra en la Ecuación 3, se mide en unidades por hora (uds/h).

$$\text{Productividad de la MO} = \frac{\text{Nº de Unidades producidas (turno,día,semana o mes)}}{\text{Horas de MO trabajadas (turno,día,semana o mes)}}$$

Ecuación 3 Cálculo de la Productividad de la MO

3.3.5 Overall Equipment Efficiency (OEE)

El OEE mide la capacidad que tiene una máquina para realizar una operación de acuerdo con los estándares de calidad, en la frecuencia deseada y sin interrupciones. Se multiplica la disponibilidad de la máquina, su eficiencia y el ratio de calidad (FTT), como se muestra en la Ecuación 4. Se mide en porcentaje (%).

$$OEE = \text{Disponibilidad} * \text{Eficiencia} * \text{FTT}$$

Ecuación 4 Cálculo del OEE

Disponibilidad

Mide la relación entre el Tiempo Disponible Neto (horas disponibles por turno menos las paradas contempladas en el contrato como descansos, comidas...) y el Tiempo Operativo (Tiempo Disponible Neto menos las paradas controladas como averías, puesta a punto y ajustes, mantenimiento programado, ...) de la máquina. Se mide en porcentaje (%), tal y como se muestra en la Ecuación 5.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo Operativo}}{\text{Tiempo Disponible Neto}}$$

Ecuación 5 Cálculo de la Disponibilidad de la máquina

Eficiencia

Es la relación entre el Tiempo Operativo y el tiempo que necesitaría la máquina para fabricar todas las piezas entrantes, calculado como la multiplicación del Tiempo de Ciclo Ideal y las unidades entrantes, como se muestra en la Ecuación 6. El Tiempo de Ciclo Ideal es el menor de los tiempos siguientes: el tiempo de ciclo de diseño de la máquina, el mejor tiempo de ciclo alcanzado y mantenido o una estimación basada en la experiencia con equipos similares. Se mide en porcentaje (%).

$$Eficiencia = \frac{N^{\circ} \text{ de Unidades entrantes} * \text{Tiempo de Ciclo Ideal}}{\text{Tiempo Operativo}}$$

Ecuación 6 Cálculo de la Eficiencia de la máquina

First Time Through (FTT) o Ratio de Calidad

El FTT representa el porcentaje de unidades que se producen y cumplen las especificaciones de calidad bien a la primera; sin ser reprocesadas, reparadas fuera de la línea, devueltas o desechadas como chatarra. Se mide en porcentaje (%), tal y como se muestra en la Ecuación 7.

$$FTT = \frac{N^{\circ} \text{ de Unidades entrantes en el proceso} - (\text{retrabajos} + \text{reparaciones fuera de línea} + \text{chatarra})}{N^{\circ} \text{ de Unidades entrantes en el proceso}}$$

Ecuación 7 Cálculo del FTT o Ratio de Calidad

$$FTT \text{ Global} = \prod FTT_{\text{proceso}}$$

Ecuación 8 Cálculo del FTT global de todo el proceso productivo

3.3.6 Build To Schedule (BTS)

Este indicador mide la desviación de la producción real que se ejecuta con respecto a los planes de producción que se deberían llevar a cabo para fabricar los volúmenes correctos, en el día correcto y en el mix o secuencia correctos. Se mide en porcentaje (%).

$$BTS = \text{Rendimiento del Volumen} * \text{Rendimiento del Mix} * \text{Rendimiento de la Secuencia}$$

Ecuación 9 Cálculo del BTS

Como se muestra en la Ecuación 9, el BTS se calcula multiplicando el Rendimiento del Volumen, el Rendimiento del Mix y el Rendimiento de la Secuencia.

Rendimiento del Volumen

El Rendimiento del Volumen indica el porcentaje de unidades que se han producido con respecto a las que se deberían haber producido, tal y como se muestra en la Ecuación 10.

$$\text{Rendimiento del Volumen} = \frac{N^{\circ} \text{ de Unidades producidas}}{N^{\circ} \text{ de Unidades programadas}}$$

Ecuación 10 Cálculo del Rendimiento del Volumen

Rendimiento del Mix

El Rendimiento del *Mix* mide las unidades que se producen y que se corresponden con el programa de producción (sin incluir la sobreproducción), como se muestra en la Ecuación 11.

$$\text{Rendimiento del Mix} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de Unidades producidas para el Mix}}{\text{N}^\circ \text{ de Unidades producidas}}$$

Ecuación 11 Cálculo del Rendimiento del Mix

Rendimiento de la Secuencia

El Rendimiento de la Secuencia mide las unidades que se han producido en el orden correcto según el plan de producción. Sólo se contabilizan aquellas piezas fabricadas antes o en el momento en que estaban programadas.

$$\text{Rendimiento de la Secuencia} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de Unidades producidas para la Secuencia}}{\text{N}^\circ \text{ de Unidades producidas para el Mix}}$$

Ecuación 12 Cálculo del Rendimiento de la Secuencia

3.4 Herramientas para la Identificación de la Causa Raíz de un Problema

Cuando se detectan síntomas, incidencias o problemas en el proceso productivo de una empresa, cabe analizar e identificar la causa raíz de los mismos. Para ello, existen diferentes técnicas o herramientas que facilitan dicha identificación. Las técnicas empleadas son el diagrama causa-efecto o diagrama de Ishikawa, la técnica Es/No Es y los 5 Por qué, detalladas a continuación.

3.4.1 Técnica Es/No Es

La primera herramienta utilizada para el análisis de las incidencias detectadas es la técnica Es/No Es. Ésta, permite acotar el problema de manera más detallada ya que identifica qué supone un problema y qué no se incluye en el estudio actual.³

3.4.2 Diagrama de Ishikawa (Causa-Efecto)

Otra de las herramientas empleadas para el estudio de la causa raíz es el Diagrama de Ishikawa, Diagrama Causa-Efecto o Diagrama de espina de pez, este último proviene del hecho que el diagrama recuerda a una espina de pez una vez finalizado. Este diagrama consiste en representar gráficamente las relaciones causa-efecto de las variables que intervienen en el proceso analizado.⁴

Se dibuja una línea central en cuyo extremo se coloca el efecto o problema. De esta línea, emergen 'espinas' que identifican los factores de análisis de la incidencia, que pueden variar según el problema considerado. Finalmente, se clasifican las diferentes causas identificadas del problema según los factores considerados.

³ Roderick A. Munro, Govindarajan Ramu, and Daniel J. Zrymiak, *The Certified Six Sigma Green Belt Handbook, Second Edition* (ASQ Quality Press, 2015).

⁴ Jens J. Dahlgaard, Ghopal K. Khanji, and Kai Kristensen, *Fundamentals of Total Quality Management* (Routledge, 2008).

3.4.3 Técnica de los 5 Por Qué (5s Why's)

La última técnica empleada en el análisis de la causa raíz es los 5 Por qué (también conocido como escalera de porqués). Dicha metodología, está basada en la realización de preguntas (concretamente, la pregunta por qué) de forma consecutiva para descubrir las relaciones causa-efecto del problema, realizando un recorrido 'aguas arriba', hasta encontrar la causa raíz.⁵

Se trata de un proceso para descubrir dicha causa raíz del problema objeto de análisis. Cabe destacar que se deben realizar tantas preguntas como sea necesario, hasta llegar al origen del problema. No es obligatorio preguntar cinco veces por qué, aunque sí insistir para llegar a la causa raíz.

3.5 Diagrama PACE

El diagrama PACE es una herramienta que sirve para priorizar problemas, las causas de dichos problemas o las soluciones a implementar, en base a unos criterios establecidos.⁶

Se trata de un diagrama bidimensional compuesto por dos ejes perpendiculares en los cuales se sitúan los criterios elegidos. El diagrama PACE recibe su nombre del hecho que se divide en cuatro zonas: la zona de priorizar, la zona de actuar pronto, la zona de comprobar y la zona de eliminar. De esta forma, se consigue asignar prioridades a los problemas, causas o soluciones analizadas.

3.6 Systematic Layout Planning (SLP)

El *Systematic Layout Planning (SLP)* (Planificación Sistemática de la Distribución en Planta), es una metodología que persigue resolver el problema del diseño de la distribución en planta, independientemente de cual sea el origen de dicho problema.⁷

Esta metodología tiene en cuenta los elementos que intervienen en el sistema para resolver de forma racional y óptima el problema. Estos son: Producto, Cantidad, Recorrido, Servicios y Tiempo.

En primer lugar, se lleva a cabo un análisis Producto-Cantidad para conocer los productos que se fabrican y los volúmenes de producción, en un tiempo concreto.

En segundo lugar, se realiza el análisis de los recorridos de los productos. Este determina la secuencia de los movimientos de materiales a lo largo del proceso. Existen tres formas de realizar dicho análisis, aunque en este documento se utiliza el diagrama cruzado. El diagrama cruzado (DC) es una matriz donde se detallan los procesos que se llevan a cabo y las intensidades asociadas a los materiales intercambiados entre estos procesos. Dichas intensidades se calculan según la Ecuación 13.

$$\text{Intensidad} = N^{\circ} \text{ productos intercambiados} * \text{MAG del producto}$$

Ecuación 13 Cálculo de la Intensidad del Diagrama Cruzado del SLP

⁵ John Bicheno and Matthias Holweg, *The Lean Toolbox: The Essential Guide to Lean Transformation*, 4. ed (Buckingham: PICSIE Books, 2009).

⁶ Joint Commission Resources, Inc, ed., *Advanced Lean Thinking: Proven Methods to Reduce Waste and Improve Quality in Health Care* (Oak Brook, IL: Joint Commission Resources, 2008).

⁷ Richard Muther and Lee Hales, *Systematic Layout Planning* (Marietta, GA: Management & Industrial Research Publications, 2015).

Por su parte, el MAG de cada producto se calcula mediante la fórmula de la Ecuación 14. En esta ecuación, la A es el valor de base que varía según el volumen del producto, calculado según la Figura 16. Los valores de B, C, D y E son factores de corrección asociados a la densidad, forma, peligro de desgaste y estado del producto, que se calculan según la Figura 17.

$$MAG = A + \frac{A}{4}(B + C + D + E)$$

Ecuación 14 Cálculo de la cuenta MAG asociada a cada producto



Figura 16 Valor de base A en MAGs (Fuente: Diapositivas: L01_Distribución en Planta; Asignatura: Construcción, Arquitectura y Urbanismo Industrial)

	(B) VOLUMEN, DENSIDAD	(C) FORMA	(D) PELIGRO DE DESGASTE	(E) ESTADO
-3		Muy plano y muy fácilmente apilable (hoja de papel o de metal)		
-2	Muy ligero y sin carga (hoja de metal, forma agrupada)	Fácil de amontonar (bloques de papel, tazas)	No susceptible de ser aplastado (fundición)	
-1	Ligero y macizo (caja rellena con cartón ondulado)	Bastante fácil de amontonar (libro, taza de té)	Susceptible de sufrir desgastes sin importancia (forjados compactos)	
0	Razonablemente sólido (bloque de madera seca)	Forma aproximadamente cuadrada y capaz de ser puesta en montones (bloque de madera)	Susceptible de quedar un poco lastimado (trozo de madera cortado a medida)	Limpio, estable y firme (bloque de madera)
+1	Bastante pesado y denso (pieza modelada a mano)	Largo, redondeado o un poco irregular (saco de harina, barra corta)	Susceptible de quedar lastimado por aplastamiento, rotura o rayado (objetos pintados)	Oleoso, inconsistente, inestable, difícil de coger (virutas grasientas)
+2	Pesado y denso (objeto forjado, pieza modelada maciza)	Muy largo, esférico o irregular (teléfono de oficina)	Susceptible de quedar muy lastimado (tubo TV)	Cubierto de grasa, caliente, muy inconsistente o resbaladizo. Muy difícil de coger.
+3	Muy pesado y muy denso (plomo, matrices)	Curvado, extremadamente largo o irregular (vigüeta de acero)	Sujeto a desgastes muy importantes o muy frecuentes (cristal)	Superficie pegajosa
+4		Curvado, extremadamente largo y especialmente irregular (tubos macizos, sillones de madera)	Sujeto a desastres peligrosos (botellas con ácidos, explosivos)	Acero en fundición

Figura 17 Valores B, C, D, E en MAGs (Fuente: Diapositivas: L01_Distribución en Planta; Asignatura: Construcción, Arquitectura y Urbanismo Industrial)

Seguidamente, se detallan las relaciones existentes entre las actividades o secciones mediante el uso de la tabla relacional de actividades (TRA). En ella se especifica el tipo de relación entre actividades o secciones y los motivos de dicha relación.

A continuación, se calcula la tabla relacional combinada (TRC) según la Ecuación 15, resultado de combinar las tablas de recorridos y relaciones, siendo $V(TRA_{ij})$ la transformación de escala cuantitativa a numérica para TRA_{ij} . Posteriormente, se calcula la tabla relacional combinada bilateral (TRCB) según la Ecuación 16, que sólo posee valores en la parte superior de la diagonal principal. Se dibuja el diagrama relacional de recorridos y/o actividades, en función de si se combinan el diagrama cruzado y la tabla relacional de actividades o no. Este diagrama es un primer boceto de la futura distribución en planta ya que coloca las actividades o secciones en función de su relación.

$$TRC_{ij} = \alpha * DC_{ij} + \beta * V(TRA_{ij})$$

Ecuación 15 Cálculo de la Tabla Relacional Combinada

$$TRCB_{ij} = TRC_{ij} + TRC_{ji}$$

Ecuación 16 Cálculo de la Tabla Relacional Combinada Bilateral

Una vez obtenido el diagrama relacional de recorrido y/o actividades, se calculan las necesidades de espacio para cada sección y se analizan las limitaciones prácticas y los factores que influyen en la distribución en planta. Así, se pueden generar diferentes alternativas del *layout*. Finalmente, se evalúan dichas alternativas en función de los criterios convenientes y se instala la opción escogida.

3.7 Analytic Hierarchy Process (AHP)

El *Analytic Hierarchy Process* (AHP) es un método de ayuda a la toma de decisión que prioriza las alternativas existentes en función de unos criterios de evaluación predefinidos.^{8,9} En la Figura 18, se muestra la estructura jerárquica que define este proceso.

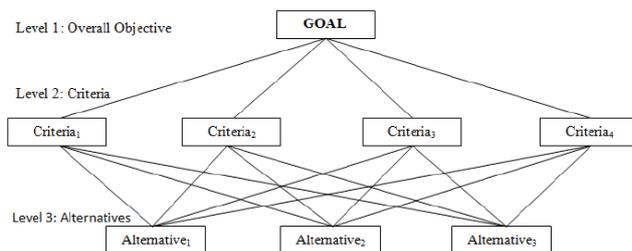


Figura 18 Esquema del método AHP (Fuente: www.researchgate.net)

	C_1	C_2	...	C_j	...	C_n	Criterios
	w_1	w_2	...	w_j	...	w_n	
A_1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1j}	...	a_{1n}	Valoraciones
A_2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2j}	...	a_{2n}	
\vdots							
A_i	a_{i1}	a_{i2}	...	a_{ij}	...	a_{in}	
\vdots							
A_m	a_{m1}	a_{m2}	...	a_{mj}	...	a_{mn}	

Figura 19 Matrices pesos y valoraciones del método AHP (Fuente: Diapositivas de Dirección de Proyectos del MII: 07.1 DECISION AHP-INTRODUCCION)

El objetivo de este método es conocer la alternativa que mejor se adapte a los criterios establecidos. Para ello, se establecen los diferentes criterios de evaluación de las alternativas. Una vez definidos, se evalúan dichos criterios entre sí, mediante comparación dos a dos (*pairwise comparison*), gracias al uso de un formulario de evaluación. De esta forma, se obtiene la matriz de comparación de criterios que permitirá el cálculo del peso de cada criterio (vector pesos de la Figura 19).

Una vez evaluados los criterios, se comparan las diferentes alternativas dos a dos en función de cada criterio. De esta forma, se obtiene una matriz de valoración de alternativas para cada criterio establecido (matriz valoraciones de la Figura 19). De cada una de estas matrices se calcula el vector de valoraciones de las alternativas. El conjunto de estos vectores forma la matriz de valoración asociada a las alternativas. Finalmente, se multiplica el vector pesos de los criterios por la matriz de valoraciones para obtener la priorización de las alternativas.

3.8 Conclusiones

En este capítulo, se han presentado las bases teóricas en las que se basa el proyecto. Se han descrito las diferentes metodologías, herramientas, técnicas e indicadores utilizados durante la consecución del proyecto.

En el siguiente capítulo, se procede al análisis de la situación actual de la empresa.

⁸ R. W. Saaty, "The Analytic Hierarchy Process—What It Is and How It Is Used," *Mathematical Modelling* 9, no. 3 (January 1, 1987): 161–76, [https://doi.org/10.1016/0270-0255\(87\)90473-8](https://doi.org/10.1016/0270-0255(87)90473-8).

⁹ Thomas L. Saaty, "How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process," *Interfaces* 24, no. 6 (December 1, 1994): 19–43, <https://doi.org/10.1287/inte.24.6.19>.

4 Análisis de la Situación Actual de la Empresa

4.1 Introducción

En este capítulo, se analiza la situación actual en la que se encuentra la empresa Perfil10. Para ello, se describe brevemente la evolución del entorno macroeconómico de la empresa en los últimos años y se explican las perspectivas de futuro a corto plazo del mismo. Dicho análisis permite detectar los problemas que sufre la empresa y buscar las causas raíz de los mismos.

La crisis económica sufrida durante los últimos años ha provocado la notable disminución de los recursos, tanto económicos como materiales de la empresa, como se ha explicado en el apartado 1.1 de este documento. Además, la estrategia empresarial a medio y largo plazo es la captación y/o apertura de puntos de venta para aumentar la cuota de mercado destinada a pequeñas reformas en viviendas. Por tanto, es necesario mejorar la eficiencia de los recursos disponibles y la eficacia de la forma de trabajar actual de la empresa.

Así pues, la empresa requiere centrar el estudio en la división de productos de PVC, sin descartar mejoras a nivel global en la planta. Para llevarlo a cabo, se procede a realizar un *Value Stream Mapping (VSM)* de la cadena de producción de PVC, previa elección de una familia representativa de productos. Posteriormente, se detallan las incidencias detectadas durante el análisis y se identifican y acotan las causas raíz asociadas a cada problema. Además, se proponen posibles mejoras asociadas a cada incidencia.

4.2 Value Stream Map de la situación actual (VSM Estado actual)

El *Value Stream Map* permite detallar la situación actual del proceso productivo de la empresa, tanto el flujo de materiales como el de información. A continuación, se justifica la elección de la familia de productos objeto de estudio y se muestra el VSM Estado actual de Perfil10.

4.2.1 Elección de la Familia de Productos Objeto de Estudio

La familia de productos que permite dibujar el VSM Estado actual cumple las características o condiciones que siguen:

- Es representativa, es decir, pasa por los principales procesos de la empresa
- El volumen de ventas es importante
- La producción perdurará en el tiempo
- Existe actualmente

Además, la empresa requiere el estudio de los productos de la categoría Carpintería de PVC, detallada en el apartado 2.2.4.

Los productos de esta categoría que se van a estudiar son los detallados en la Tabla 2. Cabe destacar que cada uno de estos productos es personalizable a la medida y características deseadas por el cliente. Por ejemplo, el producto A puede variar en sus medidas, número de huecos a acristalar, tipo de herraje a colocar y los accesorios a incorporar (persiana y mosquitera).

Tabla 2 Productos de la categoría Carpintería PVC objeto de estudio (Fuente: Elaboración propia)

Producto	Descripción
A	Ventanas fijas serie softline 70
B	Ventanas fijas serie softline 82
C	Ventana oscilo-batiente serie softline 70
D	Ventana oscilo-batiente serie softline 82
E	Ventana corredera serie ekosol 70
F	Ventana corredera serie ekosol 82
G	Ventana oscilo-paralela serie softline 70
H	Ventana oscilo-paralela serie softline 82
I	Ventana elevable serie softline 70
J	Ventana elevable serie softline 82
K	Puerta de calle serie softline 70
L	Puerta de calle serie softline 82
M	Ventana pivotante serie softline 70
N	Ventana pivotante serie softline 82

Con estos productos, se ha realizado un análisis Producto-Cantidad. Los resultados se detallan en la Figura 20. Se puede observar que los productos C y E suponen un 87% de la producción total de la empresa durante el año 2017.

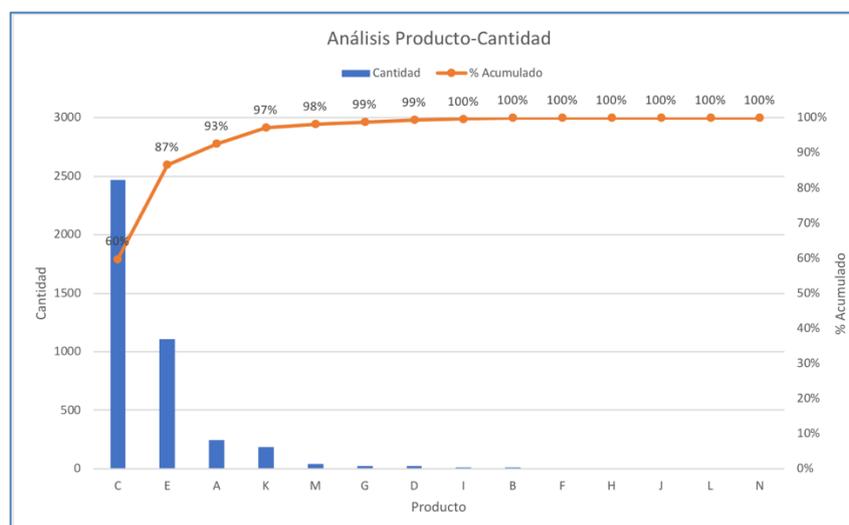


Figura 20 Análisis Producto-Cantidad de la categoría Carpintería PVC (Fuente: Elaboración propia)

Finalmente, se realiza el análisis Producto-Ruta de los diferentes productos. Los resultados de este análisis se detallan en la Tabla 3. Cabe destacar que los procesos de Colocación persiana, Colocación mosquitera y Acrisolado son opcionales (x), dependiendo del producto concreto demandado por el cliente.

Tabla 3 Análisis Producto-Ruta de la categoría Carpintería PVC (Fuente: Elaboración propia)

Producto	Cantidad	Corte	Mecanizado	Soldadura	Limpieza	Colocación herrajes	Ensamblaje	Colocación persiana	Colocación mosquitera	Acristalado	Paletización
C	2469	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
E	1107	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
A	248	x	x	x	x	x		x	x	x	x
K	188	x	x	x	x	x				x	x
M	43	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
G	25	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
D	23	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
I	14	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
B	12	x	x	x	x	x		x	x	x	x
F	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
H	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
J	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
L	0	x	x	x	x	x				x	x
N	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Además, se han agrupados los productos que siguen la misma ruta y se ha calculado el volumen total de producción en dicha ruta, tal y como se muestra en Tabla 4.

Tabla 4 Agrupación de productos con la misma ruta y volumen total de los mismos (Fuente: Elaboración propia)

Productos con la misma ruta	Volumen total
C, E, M, G, D, I, F, H, J y N	3681 uds
A y B	260 uds
K y L	188 uds

Por tanto, una vez realizados los análisis pertinentes, se va a considerar la familia de productos C y E. Se va a analizar un lote de producción en el que se fabriquen productos que pasen por todos los procesos detallados en la Tabla 3.

4.2.2 Descripción de los Procesos de la Cadena de Producción

A continuación, se explica cada uno de los procesos de la cadena de producción para una mejor comprensión de la misma.

Recepción de Pedidos de Clientes

En el caso de la Distribución, las tiendas realizan pedidos de forma diaria. El responsable de producción revisa los pedidos recibidos y lanza los lotes de producción agrupados por colores.

En cuanto a los proyectos, la recepción de pedidos depende de la labor del departamento comercial de la empresa. Este departamento se encarga de la visita a los jefes de obra y del

presupuestado de la misma. Una vez se consigue firmar un proyecto, el responsable de producción revisa el pedido y lo divide en varios lotes de producción.

Compra de Materia Prima

La compra a los diferentes proveedores depende del tipo de materia prima que se desee comprar. En el caso de las barras de perfil, se distingue entre los colores estándar y colores especiales. Los perfiles de colores estándar se compran semanalmente y por palés enteros de producto. Los perfiles de colores especiales se compran también semanalmente, pero, en este caso, se piden únicamente las barras necesarias según la optimización de corte calculada por el ERP. Los proveedores de perfiles realizan un envío por semana de materia prima. Las barras de perfil se clasifican en el almacén que se muestra en la Figura 21.



Figura 21 Almacén de barras de perfil (Fuente: Elaboración propia)

En cuanto a los vidrios y complementos (persianas y mosquiteras), la compra la realiza el responsable de producción una vez revisa los pedidos y lanza los lotes de producción. Esto se debe a que estas dos materias primas se piden a medida para cada producto. Los proveedores envían las materias primas una o dos veces por semana según el volumen de los pedidos.

Finalmente, los herrajes se compran diariamente según las necesidades de material que indica el ERP. El envío por parte de los proveedores se realiza mediante agencias de transporte.

Operación de Corte

El operario que realiza la operación de corte recibe las órdenes de corte del responsable de producción mediante el uso de fichas de corte (Anexo B). El ERP calcula dichas fichas de corte, optimizando el despunte que se genera. El operario recoge las barras de perfil necesarias en el lote de producción del almacén, con el uso de un palé con ruedas (almacén incontrolado 1, Figura 22). Esta preparación de materia prima requiere unos 20 minutos. Una vez realizada, el operario introduce la barra de perfil y la medida del corte en la máquina, siguiendo la ficha de corte. Se corta el palo a medida y se etiqueta para su identificación durante todo el proceso de fabricación. El palo a medida se coloca en el hueco del carro metálico que indica el ERP, como se muestra en la Figura 23. Esto permite agrupar los palos correspondientes a cada cuadro a soldar. La barra de perfil restante se utiliza para los siguientes cortes hasta su finalización.



Figura 22 Almacén incontrolado 1 (Fuente: Elaboración propia)



Figura 23 Carro metálico con palos procedentes de la operación de corte (Fuente: Elaboración propia)

La sección de corte está integrada por un operario cuyo horario de trabajo es de un turno de 8 horas, de lunes a viernes. No se poseen indicadores por lo que se procedió a la toma de datos para su cálculo. Se observa que el operario invierte tiempo en la preparación de los perfiles que ha de cortar.

Operación de Mecanizado

El operario de mecanizado recoge los carros metálicos con los palos a medida identificados con códigos de barras. Se prepara un carro y se cogen los perfiles siguiendo la numeración de los huecos. El operario escanea el perfil e introduce el refuerzo correspondiente. Una vez introducido el refuerzo, se mecaniza el perfil en el centro de mecanizado (las operaciones de mecanizado las transmite el ERP al centro de mecanizado) y se coloca en un nuevo carro metálico (almacén incontrolado 2, Figura 24).



Figura 24 Almacén incontrolado 2 (Fuente: Elaboración propia)

La sección de mecanizado está formada por un operario que trabaja a un turno de 8 horas, 5 días a la semana. No se poseen indicadores por lo que se procedió a la toma de datos para su cálculo.

Operación de Soldadura

El operario responsable de la soldadura recoge el carro con los palos mecanizados. La sección de soldadura está formada por dos máquinas soldadoras, una destinada al soldado de hojas y la otra al soldado de marcos. El operario introduce en la soldadora los cuatro palos correspondientes al cuadro que se va a soldar, identificándolos mediante las etiquetas, y activa la soldadora (las medidas del

cuadro las transmite el ERP directamente a la soldadora). Una vez soldado, el cuadro se arrastra automáticamente a la siguiente operación del proceso, la limpieza, generando almacenes incontrolados.



Figura 25 Operación de soldadura (Fuente: Elaboración propia)

La sección de soldadura está formada por un operario que trabaja a un turno de 8 horas, 5 días a la semana. No se poseen indicadores por lo que se procedió a la toma de datos para su cálculo.

Operación de Limpieza

Esta operación está completamente automatizada. Las máquinas de limpieza recogen los cuadros soldados, bien sean hojas o marcos, y realizan la limpieza de las rebabas generadas en la operación de soldadura. La máquina reconoce el tipo de perfil a limpiar gracias al escaneado del código de barras en la soldadura (el ERP transmite directamente el tipo de perfil al centro de limpieza). Una vez se ha limpiado el cuadro completo, la máquina distribuye el cuadro a las líneas de colocación de herrajes según sean hojas o marcos (almacenes incontrolados 4 y 5, Figura 26 y Figura 27).



Figura 26 Almacén incontrolado 4 (Fuente: Elaboración propia)



Figura 27 Almacén incontrolado 5 (Fuente: Elaboración propia)

La empresa dispone de dos máquinas de limpieza trabajando a un turno de 8 horas, de lunes a viernes. No se poseen indicadores por lo que se procedió a la toma de datos para su cálculo.

Operación de Colocación de Herrajes

Esta operación se divide en dos líneas de colocación de herrajes, una para hojas y otra para marcos. En cada línea trabaja un operario en un turno de 8 horas durante 5 días a la semana. No se poseen indicadores por lo que se procedió a la toma de datos para su cálculo.

Los operarios recogen los cuadros distribuidos por la máquina de limpieza para proceder a la colocación de herrajes. Se escanea el código de barras de cada cuadro para conocer los herrajes a colocar (aparecen en el monitor, ERP). En el caso de las hojas, una vez colocados los herrajes, se almacenan en el hueco designado por el ERP de la rueda que se muestra en la Figura 28. En cuanto a los marcos, se arrastran por los bancos de montaje hasta la operación de ensamblaje (almacén incontrolado 6, Figura 29).



Figura 28 Rueda de almacenaje de hojas después de la colocación del herraje (Fuente: Elaboración propia)



Figura 29 Almacén incontrolado 6 (Fuente: Elaboración propia)

Operación de Ensamblaje

El operario encargado del ensamblaje recoge el marco proveniente de la colocación de herrajes y escanea el código de barras. En el monitor, aparece la ubicación de la/s hoja/s a ensamblar en el marco, situadas en la rueda de almacenaje de la Figura 28, y las operaciones de ajuste a realizar. Una vez terminada la operación, el monitor indica si incluye accesorios o no. En caso afirmativo, el ERP indica el hueco del *buffer* donde se debe colocar la ventana. En caso negativo, se coloca en el banco de rodillos, tal y como se muestra en la Figura 30 (almacén incontrolado 7).



Figura 30 Almacén incontrolado 7. Banco de rodillos para la colocación de ventanas después del ensamblaje (Fuente: Elaboración propia)



Figura 31 Almacén incontrolado 8 (Fuente: Elaboración propia)

El ensamblaje se lleva a cabo por un operario que trabaja a un turno de 8 horas, de lunes a viernes. No se poseen indicadores por lo que se procedió a la toma de datos para su cálculo.

Operación de Colocación de Accesorios

Esta operación es opcional ya que no todas las ventanas llevan accesorios, es decir, persianas y mosquiteras. El operario recoge la ventana del hueco del *buffer* y escanea el código de barras. El monitor indica los accesorios que se deben colocar a la ventana. Una vez finalizada la operación, el operario traslada la ventana finalizada a un banco de rodillos (almacén incontrolado 8, Figura 31). La colocación la realizan dos operarios que trabajan a un turno de 8 horas durante 5 días a la semana. No se poseen indicadores por lo que se procedió a la toma de datos para su cálculo.

Operación de Acrisolado y Paletizado

Los operarios de acristalado y paletizado reciben la información del responsable de operaciones de los pedidos a expedir durante la jornada, vía teléfono o en persona. Una vez conocidos dichos pedidos, se buscan las ventanas a paletizar en los *buffers* procedentes de las operaciones de ensamblaje o de colocación de accesorios. Se procede a acristalar las ventanas en caso de que sea necesario, tal y como se muestra en la Figura 32. Una vez finalizado el acristalado (si es necesario), se paletizan las ventanas en palés de madera, como se muestra en la Figura 33. Se almacenan palés completos, generando el almacén incontrolado 9, mostrado en la Figura 34.



Figura 32 Operación de acristalado de ventanas
(Fuente: Elaboración propia)



Figura 33 Operación de paletizado de ventanas
(Fuente: Elaboración propia)



Figura 34 Almacén incontrolado 9
(Fuente: Elaboración propia)

El acristalado y paletizado lo realizan dos operarios que trabajan a un turno de 8 horas durante 5 días a la semana. No se poseen indicadores por lo que se procedió a la toma de datos para su cálculo.

4.2.3 Representación del VSM Estado Actual

El VSM Estado actual del proceso productivo se representa en la Figura 36. Se detalla tanto el flujo de materiales como el flujo de información en las diferentes etapas. Cabe destacar que la toma de datos para la realización del mismo se hizo desde la expedición hacia el muelle de descarga, es decir, “aguas arriba” tal y como indica la teoría.

El *Takt Time* varía dependiendo de la operación en la que nos encontramos puesto que, aunque las horas de trabajo sean las mismas, las unidades demandadas en cada operación son diferentes. Esto es debido a que las unidades varían en función del proceso, es decir, las unidades del proceso de corte son palos a medida mientras que después del proceso de soldadura son cuadros y en la colocación de

accesorios son ventanas. Además, las carpinterías varían en función del pedido del cliente, es decir, pueden tener una o varias hojas, llevar o no accesorios, etc. Por tanto, no se puede asociar un número determinado de palos a medida o de cuadros a las ventanas. Por otro lado, para el cálculo del *Takt Time* de cada proceso se ha analizado la demanda semanal promedio, calculada como la demanda mensual dividida por el número de semanas. De esta forma, se obtiene la cadencia a la que debería ir la línea sin tener en cuenta las fluctuaciones de demanda entre semanas.

Para la recolección de datos necesaria para la representación del VSM, se ha creado una plantilla, mostrada en la Figura 35. Las hojas de recolección de datos rellenas para cada proceso explicado anteriormente se adjuntan en el Anexo C. Además, en el Anexo E se adjunta una copia del dibujo del VSM Estado actual.

Hoja de Recolección de Datos para Procesos en VSM		
Proceso	Takt Time:	min/ud
Nombre del proceso:		
Demanda semana:		uds
Turnos día:		turno
Horas día:		horas
Nº Operarios:		op.
Indicadores		
Productividad MO:		uds/h
Unidades producidas (semana):		uds
Horas trabajadas (semana):		horas
Tiempo de ciclo ideal:	ud/h	min/ud
Tiempo de ciclo real:	ud/h	min/ud
Tiempo de cambio de lote ideal:	h	min
Tiempo de cambio de lote real:	h	min
Mantenimiento programado:		min
Averías última semana:	h	min
Tiempo de puesta en marcha:	h	min
FTT (comprobar si se dispone):	No	
OEE (comprobar si se dispone):	N/A	
BTS (comprobar si se dispone):	N/A	
Inventario en proceso antes:		uds
Inventario en proceso después:		uds
Flujo de Información		
Cómo se programa la producción (secuenciado/manual/kanban):		
Periodicidad del programa (diario/semanal):		
Cómo llega dicha información (ERP, teléfono, ...):		
Proceso siguiente:		

T/C Real	
Tiempo toma de datos	min
Uds producidas	uds

OEE	
<i>Disponibilidad</i>	%
Tiempo Disponible	h
Tiempo Operativo	h
<i>Eficiencia</i>	%
Tiempo de Ciclo Ideal	seg/ud
Unidades entrantes en el proceso	uds
<i>Ratio de calidad (FTT)</i>	%

FTT	
Nº Unidades entrantes en el proceso	uds
Nº Retrabajos	uds
Nº Reparaciones fuera de línea	uds
Nº Unidades de chatarra	uds

BTS	
	%

Figura 35 Plantilla de la hoja de recolección de datos para la representación del VSM (Fuente: Elaboración propia)

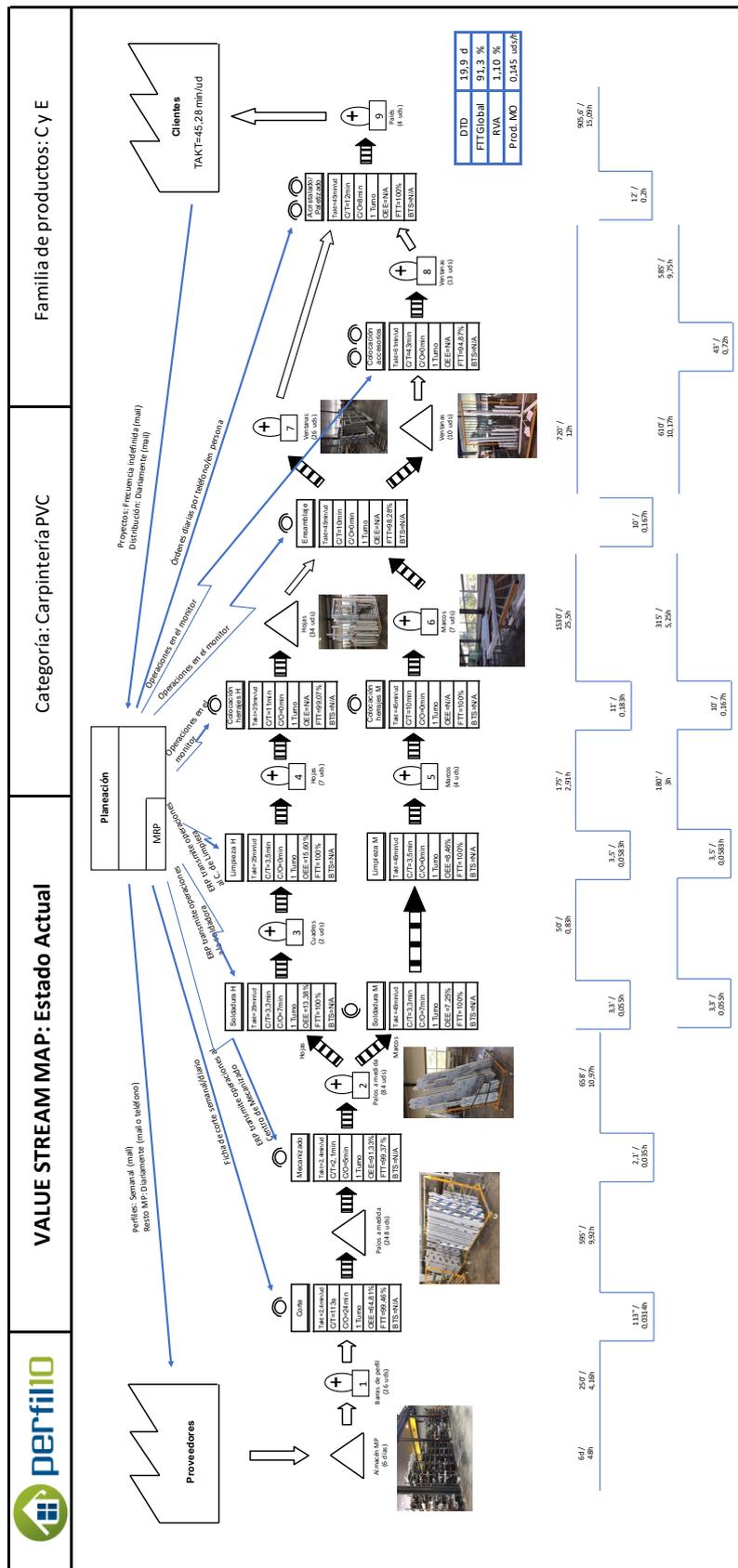


Figura 36 VSM Estado actual (Fuente: Elaboración propia)



4.3 Descripción de las Incidencias y Síntomas Observados y Análisis de las Causas Raíz

Una vez detallado el proceso productivo, se describen las incidencias y síntomas observados durante el análisis del mismo. Se ha utilizado una plantilla modelo para describir detalladamente cada una de estas incidencias o síntomas.

Cabe destacar que algunas de las incidencia y síntomas observados derivan del VSM Estado actual. Otras de éstas se han identificado durante el análisis de la planta de producción en su totalidad, tanto de la división de PVC como de la de aluminio.

De cada una de las incidencias y síntomas, se analiza la causa raíz mediante diferentes técnicas de análisis como el diagrama de Ishikawa, los 5 porqués y la herramienta Es/No Es. Además, se proponen posibles opciones de mejora asociadas a cada incidencia.

4.3.1 Incidencia: Falta de Planificación y Comunicación

4.3.1.1 Descripción de la Incidencia

Tabla 5 Descripción de la incidencia: Falta de planificación y comunicación (Fuente: Elaboración propia)

<p>Título de la incidencia o síntoma</p> <p>Falta de planificación y comunicación</p>	
<p>Observación</p> <p>Constantes discusiones entre los responsables de operaciones, producción, jefe de taller y montajes sobre los pedidos a fabricar, la fecha de entrega al cliente, fecha de entrega en obras, etc. Actualmente, se 'apagan fuegos' constantemente, es decir, se van solucionando los requerimientos de los clientes según surgen en vez de planificar y estimar fechas de entrega de pedidos.</p>	
<p>Fuente primaria de información</p> <p>Visto en primera persona en oficinas y planta</p>	<p>Dibujo o Fotografía</p>
<p>Departamento implicado</p> <p>Operaciones, Producción y Montajes</p>	
<p>Lugar donde se observó o percibió</p> <p>Oficinas</p>	
<p>Valoración de la Importancia que le atribuye la empresa</p> <p>Muy importante. No existe ni planificación ni coordinación entre los diferentes departamentos de producción. Cuando el cliente son las tiendas (Distribución), la dirección considera que se debería notificar la fecha de entrega del pedido al cliente una vez confirmado el pedido. Cuando se trata de envío de productos a obras, también es importante planificar las expediciones para organizar a los transportistas y a los montadores en obra. Siempre se fabrica con prisas lo cual acarrea horas extra.</p>	
<p>Valoración de la importancia que tú le atribuyes</p> <p>Es muy importante la planificación y comunicación entre los diferentes departamentos de la empresa para el correcto funcionamiento de la cadena productiva, para mejorar la imagen de la empresa y para reducir los costes en horas extra.</p>	
<p>Área de conocimiento implicada</p> <p>Planificación, Equipos de mejora continua y KPI</p>	<p>Impacto preliminar observado</p> <p>Caro en horas extra y pérdida de imagen corporativa</p>
<p>Posibles Acciones de Mejora</p> <p>Implementación de equipos de mejora para facilitar la comunicación, medición de indicadores en los que basar la planificación, uso de las herramientas existentes en el ERP para planificación.</p>	<p>Cómo medir la incidencia</p> <p>Nº de horas extra no planificadas Nº de entregas de producto acabado a tiempo</p>

4.3.1.2 Identificación de la Causa Raíz

Una vez determinada la primera incidencia en la empresa, se procede a analizar las posibles causas raíz del problema. Para ello, se utiliza en primer lugar la técnica Es/No Es, detallada en la Tabla 6.

Tabla 6 Técnica Es/No Es aplicada a la incidencia: Falta de planificación y comunicación (Fuente: Elaboración propia)

	ES	NO ES
¿Qué?	Falta de planificación y comunicación	Secuenciación
¿Quién? ¿Dónde?	Responsables de operaciones, producción, jefe de taller y montajes	
¿Cuándo?	Semanalmente	
¿Cuánto?	Todos los lotes de producción	
¿Cómo se detecta o produce?	Discusiones constantes entre los mismos	

Seguidamente, se procede a aplicar la técnica de los 5 Por qué. En la Figura 37, se detalla el resultado de la misma.

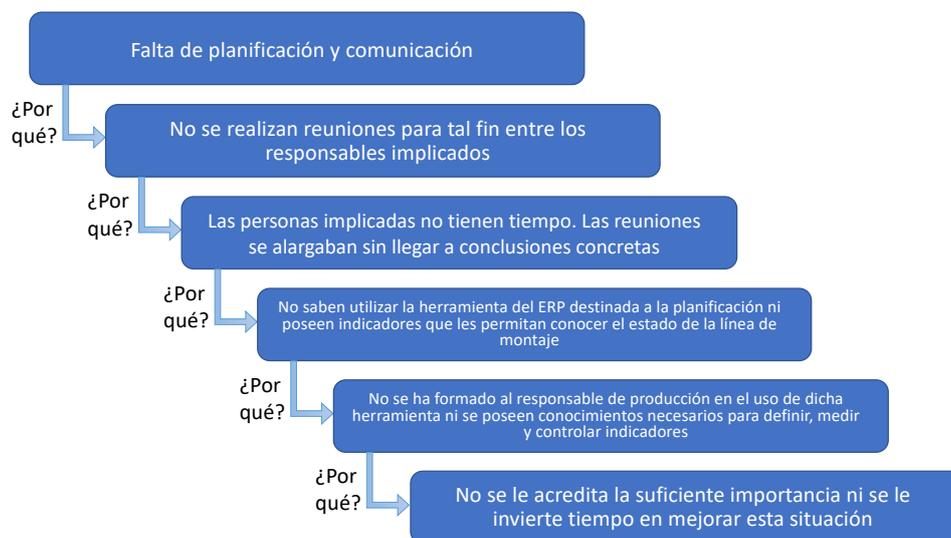


Figura 37 Los 5 Por qué aplicados a la incidencia: Falta de planificación y comunicación (Fuente: Elaboración propia)

Se puede considerar que la causa principal de esta incidencia es que no se proporciona suficiente importancia a la planificación de la producción y la comunicación entre los responsables implicados en dicho proceso.

Una vez identificada la causa raíz, se proponen oportunidades de mejora para esta incidencia. Algunas de ellas son la implementación de equipos de mejora para facilitar la comunicación, la medición de indicadores en los que basar la planificación y/o el uso de las herramientas existentes en el ERP para planificación

4.3.2 Incidencia: Falta de Medición de Indicadores

4.3.2.1 Descripción de la Incidencia

Tabla 7 Descripción de la incidencia: Falta de medición de indicadores (Fuente: Elaboración propia)

Título de la incidencia o síntoma Falta de medición de indicadores	
Observación Aunque el ERP que utiliza la empresa registra ciertos datos relacionados con la producción, actualmente nadie en la empresa realiza la medición, el cálculo y el seguimiento de indicadores de desempeño.	
Fuente primaria de información Responsables de departamentos. Director de Operaciones.	Dibujo o Fotografía
Departamento implicado Operaciones	
Lugar donde se observó o percibió Sección de PVC de la planta	
Valoración de la Importancia que le atribuye la empresa Muy importante. Se necesitan indicadores que midan el rendimiento de la empresa para poder tomar decisiones que favorezcan la mejora continua.	
Valoración de la importancia que tú le atribuyes Es imprescindible medir indicadores de rendimiento de la empresa. No se puede conocer el impacto de las mejoras si no se tienen indicadores. Tampoco se puede llevar a cabo la mejora continua.	
Área de conocimiento implicada Mejora continua y KPIs	Impacto preliminar observado Falta de conocimiento del rendimiento de la cadena de producción
Posibles Acciones de Mejora Definición de KPIs y Factoría Visual para el seguimiento de los mismos	Cómo medir la incidencia Nº de indicadores creados

4.3.2.2 Identificación de la Causa Raíz

Para la identificación de la causa raíz de este problema, se ha utilizado en primer lugar la técnica Es/No Es. Los resultados se observan en la Tabla 8.

Tabla 8 Técnica Es/No Es aplicada a la incidencia: Falta de medición de indicadores (Fuente: Elaboración propia)

	ES	NO ES
¿Qué?	Falta de medición de indicadores de desempeño en la división de PVC	Falta de análisis de los datos del ERP y falta de indicadores en la sección de aluminio
¿Quién? ¿Dónde?	Personas implicadas en la división de producción de PVC	Personas implicadas en la división de producción de aluminio
¿Cuándo?	Diariamente	
¿Cuánto?	No están cuantificados puesto que no existen indicadores actualmente	
¿Cómo se detecta o produce?	Imposibilidad de analizar la línea y realizar talleres de mejora	

Una vez obtenidos los resultados de la técnica Es/No Es, se utiliza la herramienta de los 5 Por qué cuyo resultado se detalla en la Figura 38.

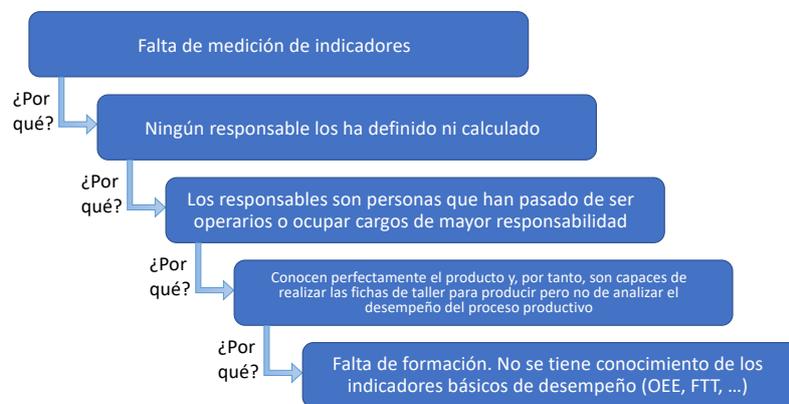


Figura 38 Los 5 Por qué aplicados a la incidencia: Falta de medición de indicadores (Fuente: Elaboración propia)

En este caso, la causa raíz de la incidencia parece ser la falta de formación y conocimiento de las personas responsables del proceso productivo de los indicadores básicos de desempeño.

Como se han analizado las causas del problema, se plantean oportunidades de mejora para resolver el mismo. Por ejemplo, la definición y medición de KPIs y la implantación de factoría visual para mostrar la evolución de dichos KPIs.

4.3.3 Incidencia: Demasiados Operarios Caminando

4.3.3.1 Descripción de la Incidencia

Tabla 9 Descripción de la incidencia: Demasiada gente caminando (Fuente: Elaboración propia)

Título de la incidencia o síntoma	
Demasiados operarios caminando	
Observación	
Los operarios abandonan la línea de producción en busca de herramientas/materiales necesarios para la realización de sus operaciones.	
Fuente primaria de información	Dibujo o Fotografía
Visto en primera persona en planta	
Departamento implicado	
Producción	
Lugar donde se observó o percibió	
Planta	
Valoración de la importancia que le atribuye la empresa	
Muy importante. Los operarios no deberían abandonar su puesto en búsqueda de herramientas/material. El aprovisionamiento del material a la línea lo debe realizar el encargado del almacén. Además, cada puesto de trabajo debería tener las herramientas necesarias para llevar a cabo las operaciones.	
Valoración de la importancia que tú le atribuyes	
Es muy importante que los operarios no abandonen su lugar de trabajo. La cadencia de la línea de producción puede verse alterada. El operario debería disponer de las herramientas y materiales necesarios en su lugar de trabajo sin necesidad de desplazarse.	
Área de conocimiento implicada	Impacto preliminar observado
5S y Planificación de la producción	Pérdidas de tiempo y productividad
Posibles Acciones de Mejora	Cómo medir la incidencia
Implementar 5S	Nº de veces que un operario abandona su lugar de trabajo para buscar herramientas/materiales

4.3.3.2 Identificación de la Causa Raíz

Se detallan, en la Tabla 10, los resultados de la aplicación de la técnica Es/No Es para la incidencia de demasiados operarios caminando.

Tabla 10 Técnica Es/No Es aplicada a la incidencia: Demasiados operarios caminando (Fuente: Elaboración propia)

	ES	NO ES
¿Qué?	Falta de medición de indicadores de desempeño en la división de PVC	Falta de indicadores en la sección de aluminio
¿Quién? ¿Dónde?	Personas implicadas en la división de producción de PVC	Personas implicadas en la división de producción de aluminio
¿Cuándo?	Diariamente	
¿Cuánto?	No están cuantificados puesto que no existen indicadores actualmente	
¿Cómo se detecta o produce?	Imposibilidad de analizar la línea y realizar talleres de mejora	

Una vez aplicada la técnica anterior, se representa el diagrama de Ishikawa en la Figura 39. En este caso, se utiliza dicho diagrama para analizar, de forma más detallada, las diferentes dimensiones del problema y sus causas raíz.

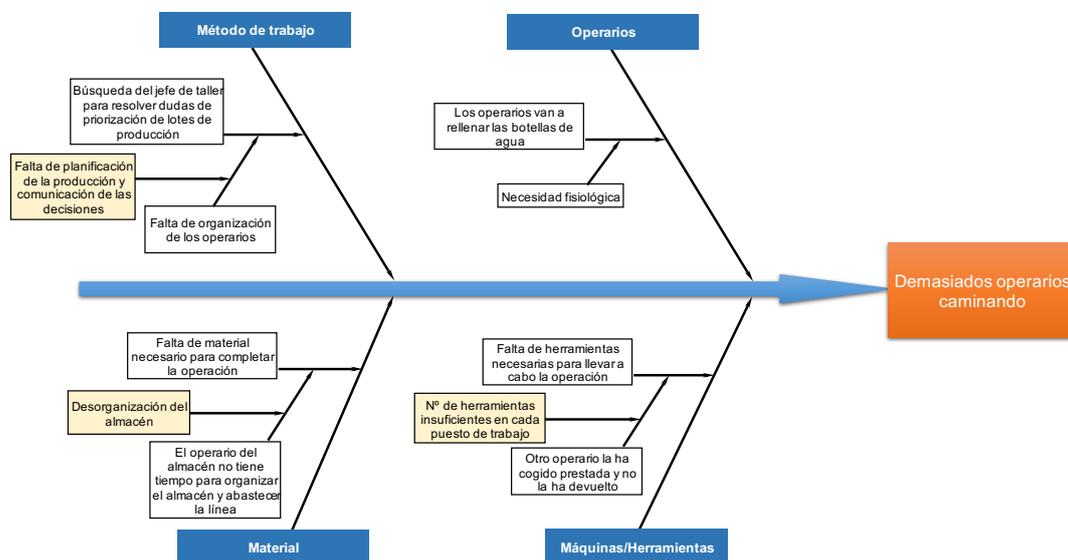


Figura 39 Diagrama de Ishikawa de la incidencia: Demasiados operarios caminando (Fuente: Elaboración propia)

La falta de planificación y la desorganización del almacén parecen ser las principales causas de que los operarios caminen demasiado. También cabe destacar la falta de herramientas necesarias en algunos procesos de producción manuales.

Una vez analizadas las causas raíz, se propone la aplicación de las 5S como mejora para paliar esta incidencia.

4.3.4 Incidencia: Almacenaje de Materia Prima de la Ferrería por el Suelo

4.3.4.1 Descripción de la Incidencia

Tabla 11 Descripción de la incidencia: Almacenaje de materia prima por el suelo (Fuente: Elaboración propia)

Título de la incidencia o síntoma Almacenaje de materia prima de la Ferrería por el suelo	
Observación En la zona donde se ubicaba una máquina ya vendida, se almacenan de forma temporal materias primas antes de ubicarlas en su lugar en la Ferrería (almacén de herrajes, tornillería, siliconas, etc). También se almacenan materias primas inservibles o obsoletas.	
Fuente primaria de información Visto en primera persona en planta	Dibujo o Fotografía 
Departamento implicado Producción	
Lugar donde se observó o percibió Zona de ubicación de la máquina vendida	
Valoración de la Importancia que le atribuye la empresa Importante. Las materias primas se deberían clasificar una vez realizada la recepción de la misma. Los productos obsoletos o inservibles ocupan espacio innecesario y, por tanto, se debería eliminar.	
Valoración de la importancia que tú le atribuyes Es importante clasificar las materias primas entrantes en su lugar correspondiente del almacén Ferrería ya que se puede dañar. Las materias primas obsoletas o inservibles se deben eliminar.	
Área de conocimiento implicada Gestión de stocks	Impacto preliminar observado Fuente de desperfectos y desperdicios. Pérdida de espacio útil.
Posibles Acciones de Mejora Reorganización del almacén Incorporación de un nuevo operario	Cómo medir la incidencia Nº de productos almacenados en el suelo

4.3.4.2 Identificación de la Causa Raíz

El primer paso para la identificación de la causa raíz es la aplicación de la técnica Es/No Es, cuyo resultado se detalla en la Tabla 12.

Tabla 12 Técnica Es/No Es aplicada a la incidencia: Almacenaje de materia prima de la Ferrería por el suelo (Fuente: Elaboración propia)

	ES	NO ES
¿Qué?	Almacenaje de materia prima de la Ferrería por el suelo	Materia prima en el suelo situada en la zona de recepción de materiales
¿Quién? ¿Dónde?	Lugar que ocupaba una máquina vendida	Zona de recepción de materiales
¿Cuándo?	Diariamente	Momento de la recepción de materiales
¿Cuánto?	Número importante de palés	
¿Cómo se detecta o produce?	Problemas de circulación por la planta	

Seguidamente, se llevan a cabo los 5 Por qué para acotar el problema. Los resultados de la aplicación se muestran en Figura 40.



Figura 40 Los 5 Por qué aplicados a la incidencia: Almacenaje de materia prima de la Ferrería por el suelo (Fuente: Elaboración propia)

La falta de recursos económicos para la contratación de un ayudante en el almacén provoca la desorganización del mismo y, por tanto, que se almacenen temporalmente materias primas por el suelo cerca de la zona de descargas.

La identificación de las causas permite proponer, como opciones de mejora para solucionar esta incidencia, la reorganización del almacén Ferrería y la incorporación de un nuevo operario de soporte en el almacén.

4.3.5 Incidencia: *Layout* Condicionado por Máquina ya Vendida

4.3.5.1 Descripción de la Incidencia

Tabla 13 Descripción de la incidencia: *Layout* condicionado por máquina ya vendida (Fuente: Elaboración propia)

<p>Título de la incidencia o síntoma</p> <p>Layout condicionado por máquina ya vendida</p>	
<p>Observación</p> <p>El diseño del layout actual de la empresa está condicionado por la ubicación de una máquina notablemente grande que actualmente se ha vendido. Las máquinas de corte están centralizadas en medio de la fábrica por lo que impiden el paso de la carretilla elevadora de la puerta de descarga a la zona de carga (la carretilla elevadora circula en contradirección por el polígono industrial).</p>	
<p>Fuente primaria de información</p> <p>Plános del layout actual</p>	<p>Dibujo o Fotografía</p> <p>Layout of the ground plant. Dimensions (in meters) and nomenclature of objects.</p>
<p>Departamento implicado</p> <p>Operaciones</p>	
<p>Lugar donde se observó o percibió</p> <p>Planta</p>	
<p>Valoración de la Importancia que le atribuye la empresa</p> <p>Muy importante. Se necesita reaprovechar el espacio que ocupaba dicha máquina para reorganizar el almacén y la maquinaria de corte. Es imprescindible disponer de un pasillo interno entre las puertas de carga y descarga de la planta. Además, es peligroso para el carretillero circular en contradirección por le polígono industrial.</p>	
<p>Valoración de la importancia que tú le atribuyes</p> <p>La máquina ha dejado un notable espacio desaprovechado y que es fuente de suciedad y desorden. Es muy peligroso circular en contradirección con la carretilla elevadora.</p>	
<p>Área de conocimiento implicada</p> <p>Layout</p>	<p>Impacto preliminar observado</p> <p>Pérdida de espacio útil. Peligroso para las persona. Fuente de desperdicios.</p>
<p>Posibles Acciones de Mejora</p> <p>Cambio de layout</p>	<p>Cómo medir la incidencia</p> <p>Nº de veces que la carretilla elevadora circula en sentido contrario</p>

4.3.5.2 Identificación de la Causa Raíz

Para la identificación de la causa raíz, primero se utiliza la técnica de Es/No Es. El resultado de la aplicación se detalla en la Tabla 14.

Tabla 14 Técnica Es/No Es aplicada a la incidencia: *Layout condicionado por máquina ya vendida* (Fuente: Elaboración propia)

	ES	NO ES
¿Qué?	Layout actual condicionado por una máquina vendida	Layout de las oficinas y de la zona de exposición
¿Quién? ¿Dónde?	Planta de producción	Oficinas
¿Cuándo?	Actualmente	
¿Cuánto?	Condiciona el almacén, la sección de corte y parte de la división de aluminio	
¿Cómo se detecta o produce?	Ocupación del espacio liberado con materia prima o productos obsoletos	

Además de la técnica de Es/No Es, se aplica la metodología de los 5 Por qué, cuyo resultado se detalla en la Figura 41.

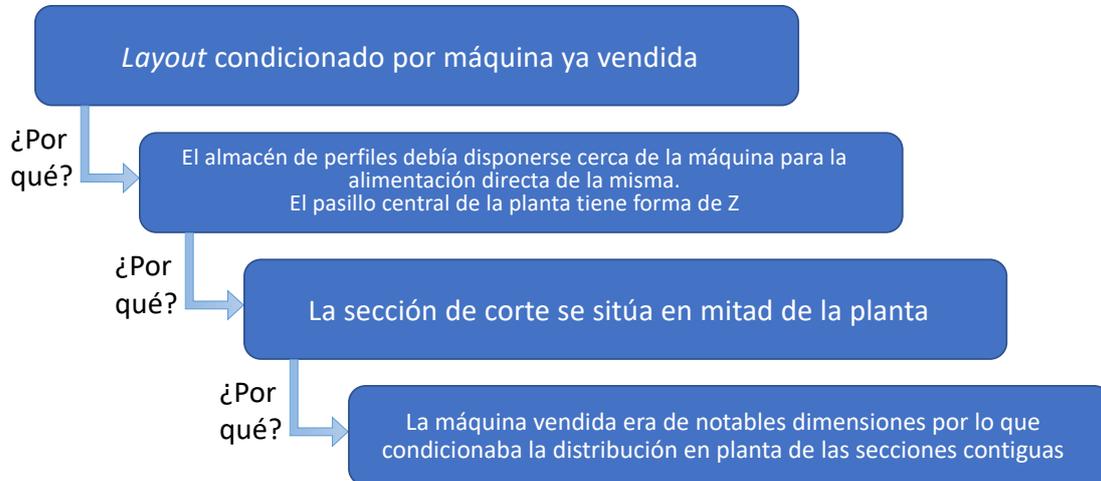


Figura 41 Los 5 Por qué aplicados a la incidencia: *Layout condicionado por máquina ya vendida* (Fuente: Elaboración propia)

Parece ser que el motivo por el cual el *layout* actual de la planta está condicionado son las notables dimensiones de la máquina vendida.

La identificación del problema permite proponer oportunidades de mejora. En este caso, se propone la modificación del *layout* como opción de mejora para solucionar esta incidencia.

4.3.6 Incidencia: Doble Capa en el Almacén de Perfiles

4.3.6.1 Descripción de la Incidencia

Tabla 15 Descripción de la incidencia: Sobrestock en el almacén de perfiles (Fuente: Elaboración propia)

Título de la incidencia o síntoma Doble capa en el almacén de perfiles	
Observación En el almacén de perfiles se poseen perfiles obsoletos (de series antiguas y/o que ya no se fabrican). El almacén parece estar sobredimensionado para dar cabida a estos perfiles y a los retales que se generan en el proceso de corte. Se genera una 'doble capa' de almacén que impide el acceso a los perfiles situados en la capa posterior.	
Fuente primaria de información Visto en primera persona en planta	Dibujo o Fotografía 
Departamento implicado Operaciones	
Lugar donde se observó o percibió Almacén de perfiles	
Valoración de la Importancia que le atribuye la empresa Muy importante. Se debería poseer únicamente los perfiles necesarios para la fabricación rutinaria de la empresa. Los retales se deberían almacenar en otra ubicación, próxima al proceso de corte.	
Valoración de la importancia que tú le atribuyes Es importante eliminar los perfiles que no se utilizan del almacén redefinir el almacenaje de los perfiles que realmente se necesitan.	
Área de conocimiento implicada Diseño de almacén	Impacto preliminar observado Caro en capital inmovilizado (stock)
Posibles Acciones de Mejora Definición del almacén de perfiles Incorporación de un nuevo operario	Cómo medir la incidencia Nº palés en almacén con perfiles no utilizados

4.3.6.2 Identificación de la Causa Raíz

En primer lugar, se aplica la técnica de Es/No Es, cuyo resultado se detalla en Tabla 16.

Tabla 16 Técnica Es/No Es aplicada a la incidencia: Doble capa en el almacén de perfiles (Fuente: Elaboración propia)

	ES	NO ES
¿Qué?	Existencia de una doble capa en el almacén de perfiles	Doble capa en la ferretería (almacén de herrajes)
¿Quién? ¿Dónde?	Almacén de perfiles de PVC y aluminio	
¿Cuándo?	Se agrava con la recepción de materia prima para proyectos	
¿Cuánto?	Numerosos palés de perfiles	
¿Cómo se detecta o produce?	Se detecta de manera visual, cuando se reciben o preparan perfiles	

Seguidamente, se utiliza el diagrama de Ishikawa para el análisis de las causas raíz de la incidencia. La representación del mismo se detalla en la Figura 42. En este caso, se utiliza dicho diagrama debido a la complejidad de la incidencia, por lo que se requiere un análisis más detallado de la misma.

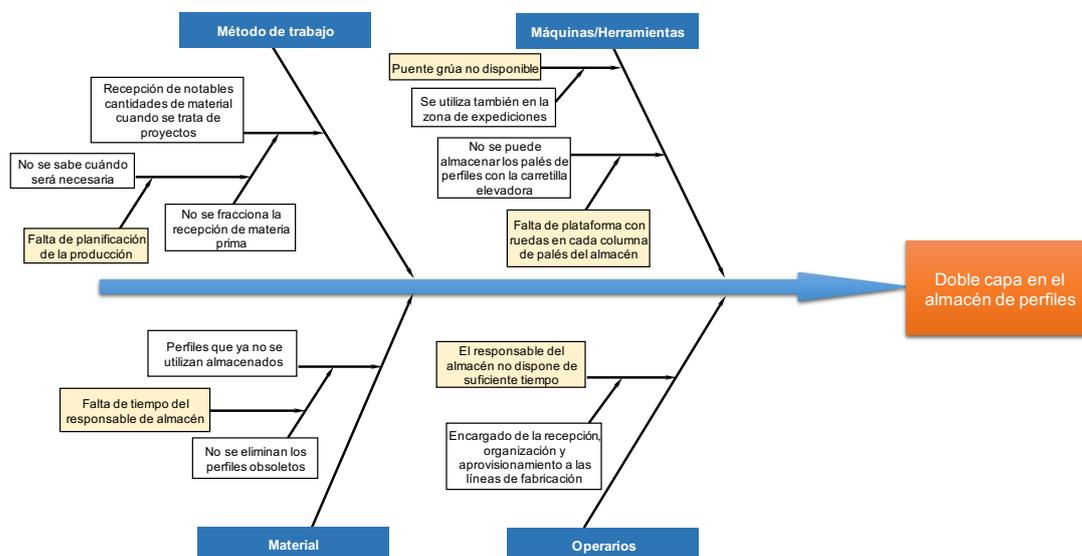


Figura 42 Diagrama de Ishikawa de la incidencia: Doble capa en el almacén de perfiles (Fuente: Elaboración propia)

La falta de tiempo del responsable del almacén parece ser una de las causas raíz de esta incidencia. También cabe destacar la falta de planificación de la producción y la indisponibilidad de herramientas que faciliten la manutención de los palés de perfiles de 6 metros de longitud.

Una vez analizadas las diferentes causas de la incidencia, se proponen como posibles mejoras la definición de dicho almacén de perfiles y la incorporación de un nuevo operario de soporte en los almacenes de materia prima.

4.3.7 Incidencia: Pasillos Obstaculizados

4.3.7.1 Descripción de la Incidencia

Tabla 17 Descripción de la incidencia: Pasillos obstaculizados (Fuente: Elaboración propia)

Título de la incidencia o síntoma Pasillos obstaculizados	
Observación El pasillo central que divide la división de aluminio y la PVC se encuentra obstaculizado con palés de materia prima	
Fuente primaria de información Visto en primera persona en planta	Dibujo o Fotografía 
Departamento implicado Operaciones	
Lugar donde se observó o percibió Planta	
Valoración de la importancia que le atribuye la empresa Muy importante. Se debería organizar la materia prima en el almacén correspondiente una vez se recibe la misma. No se debería obstaculizar el pasillo central de la planta nunca.	
Valoración de la importancia que tú le atribuyes El pasillo central de la planta se transita frecuentemente para la distribución de productos y materias primas por lo que debería estar totalmente despejado. Además, obstaculizarlo puede provocar accidentes.	
Área de conocimiento implicada Layout y Diseño de almacén	Impacto preliminar observado Pérdida de espacio útil.
Posibles Acciones de Mejora Definición del almacén de perfiles y cambio de layout Incorporación de un nuevo operario	Cómo medir la incidencia Nº de veces que se obstaculiza el pasillo central

4.3.7.2 Identificación de la Causa Raíz

Se aplica, primeramente, la técnica Es/No Es cuyo resultado se especifica en la Tabla 18.

Tabla 18 Técnica Es/No Es aplicada a la incidencia: Pasillos obstaculizados (Fuente: Elaboración propia)

	ES	NO ES
¿Qué?	Pasillo central obstaculizado por materia prima de perfiles	Perfiles en espera situados delante de máquinas
¿Quién? ¿Dónde?	Pasillo central de la planta	Zonas de ubicación de WIP
¿Cuándo?	Se agrava con la recepción de materia prima para proyectos	
¿Cuánto?	Algunos palés de perfiles	
¿Cómo se detecta o produce?	Impedimento de paso con la carretilla elevadora	

Una vez aplicada la técnica Es/No Es, se utiliza la herramienta de los 5 Por qué. Los resultados de la aplicación se detallan en la Figura 43.

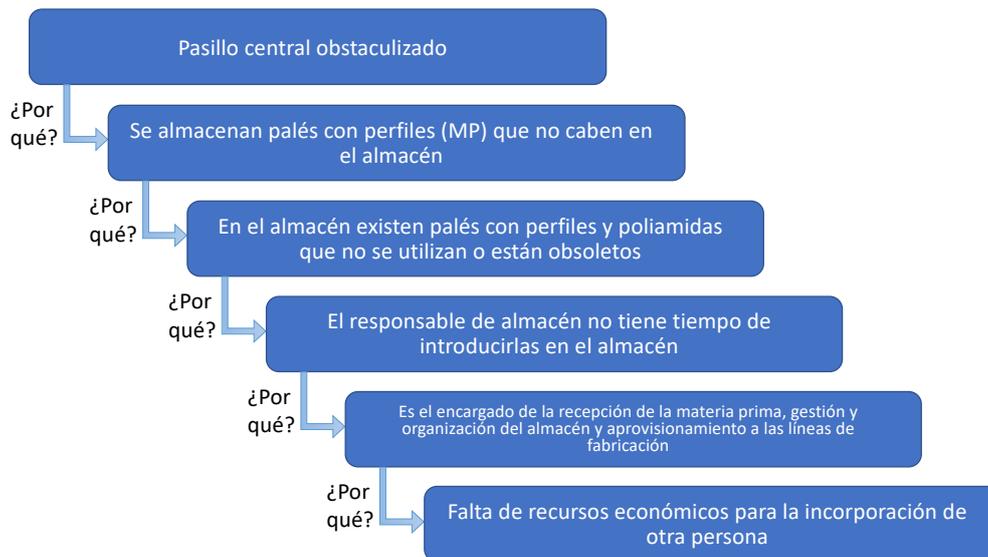


Figura 43 Los 5 Por qué aplicados a la incidencia: Pasillos obstaculizados (Fuente: Elaboración propia)

El responsable del almacén tiene asignadas numerosas tareas que es incapaz de realizar durante el transcurso de la jornada laboral. Por ello, se almacenan temporalmente palés con materia prima en el pasillo central de la planta, obstaculizando la libre circulación por el mismo.

En este caso, se proponen, como oportunidades de mejora asociada a esta incidencia, la definición del almacén de perfiles, el cambio de *layout* y la incorporación de un nuevo operario de soporte en los diferentes almacenes de materia prima.

4.3.8 Incidencia: Desorganización en la División de Aluminio

4.3.8.1 Descripción de la Incidencia

Tabla 19 Descripción de la incidencia: Desorganización en la división de aluminio (Fuente: Elaboración propia)

Título de la incidencia o síntoma Desorganización en la división de aluminio	
Observación En la sección de la planta destinada a la fabricación de productos de aluminio, no existe una delimitación de espacio para cada proceso. Las mesas de trabajo están repartidas aleatoriamente, sin ningún orden lógico.	
Fuente primaria de información Pláños del layout actual. Visto en primera persona en planta.	Dibujo o Fotografía
Departamento implicado Operaciones	
Lugar donde se observó o percibió Planta	
Valoración de la importancia que le atribuye la empresa Importante. Se deberían tener bien delimitadas las zonas en las que se llevan a cabo los diferentes procesos. Se debería conformar una cadena de montaje como en la división de PVC.	
Valoración de la importancia que tú le atribuyes Es muy importante ubicar las mesas de trabajo de manera lógica y diseñar una cadena de montaje semejante a la existente en la división de PVC.	
Área de conocimiento implicada Layout	Impacto preliminar observado Pérdidas de tiempo y productividad
Posibles Acciones de Mejora Cambio de layout	Cómo medir la incidencia Nº de cambios de ubicación de un proceso en la división de aluminio

4.3.8.2 Identificación de la Causa Raíz

Para el análisis de la causa raíz de la última incidencia, se ha aplicado en primer lugar la técnica Es/No Es. Los resultados de la misma se detallan en la Tabla 20.

Tabla 20 Técnica Es/No Es aplicada a la incidencia: Desorganización en la división de aluminio (Fuente: Elaboración propia)

	ES	NO ES
¿Qué?	Desorganización en la división de aluminio	Desorganización en la división de PVC
¿Quién? ¿Dónde?	Sección de aluminio	Sección de PVC
¿Cuándo?	Actualmente	
¿Cuánto?	No se puede cuantificar	
¿Cómo se detecta o produce?	La empresa no diseñó la cadena cuando empezó producir productos de aluminio	

Una vez aplicada la técnica Es/No Es, se realiza el diagrama de Ishikawa. Los resultados de el mismo se pueden observar en la Figura 44. Se utiliza dicho diagrama debido a la dimensión e importancia de la incidencia. Por tanto, se exige un análisis más detallado de la misma.

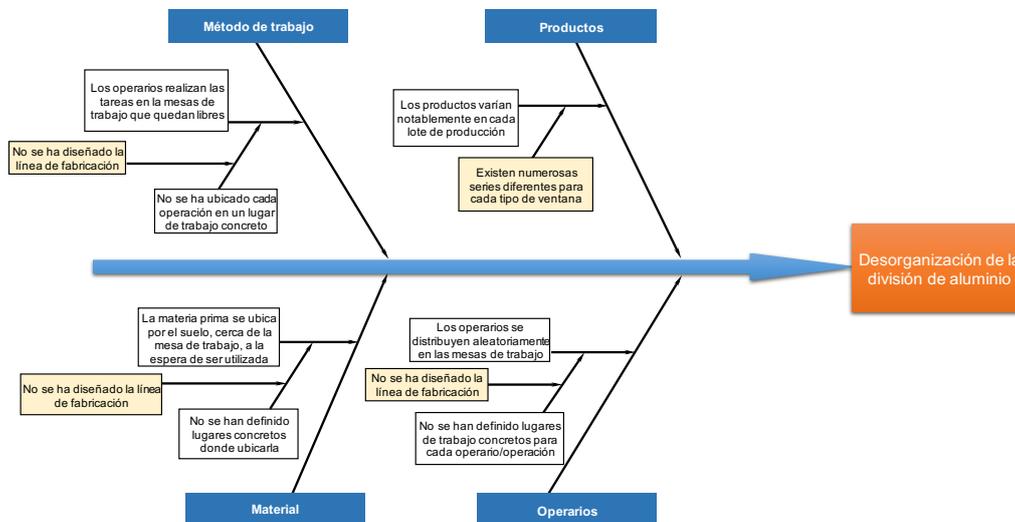


Figura 44 Diagrama de Ishikawa de la incidencia: Desorganización en la división de aluminio (Fuente: Elaboración propia)

El problema principal de la desorganización en la división de aluminio parece ser la variabilidad de productos que se fabrican en esta sección debido a las numerosas series existentes. Esto provoca que no se haya diseñado la línea de fabricación. Cabe destacar que el lanzamiento de productos de aluminio se hizo en una fase posterior y en gran parte como consecuencia de la crisis económica sufrida. Se incorporaron estos productos como vía de captación de nuevos proyectos.

Analizadas las causas raíz de la incidencia, se plantea el cambio de *layout* de la división de aluminio como oportunidad de mejora.

4.4 Asociación de Posibles Mejoras a las Incidencias Detectadas

Una vez detalladas las incidencias detectadas, se asocian las posibles mejoras listadas anteriormente a cada una de ellas, tal y como se muestra en la Tabla 21.

Tabla 21 Clasificación de las incidencias y asociación de las posibles mejoras planteadas (Fuente: Elaboración propia)

Incidencia	Posibles mejoras planteadas
1) Falta de planificación y comunicación	<ul style="list-style-type: none">· Implementación de equipos de mejora· Medición de indicadores en los que basar la planificación· Uso de las herramientas existentes en el ERP para planificación
2) Falta de medición de indicadores	<ul style="list-style-type: none">· Definición de KPIs· Factoría Visual para el seguimiento de KPIs
3) Demasiados operarios caminando	<ul style="list-style-type: none">· Implementar 5S
4) Almacenaje de materia prima de la Ferretería por el suelo	<ul style="list-style-type: none">· Reorganización del almacén Ferretería· Incorporación de un nuevo operario
5) Layout condicionado por máquina ya vendida	<ul style="list-style-type: none">· Cambio de <i>layout</i>
6) Doble capa en el almacén de perfiles	<ul style="list-style-type: none">· Definición del almacén de perfiles· Incorporación de un nuevo operario
7) Pasillos obstaculizados	<ul style="list-style-type: none">· Definición del almacén de perfiles· Cambio de <i>layout</i>· Incorporación de un nuevo operario
8) Desorganización en la división de aluminio	<ul style="list-style-type: none">· Cambio de <i>layout</i>

4.5 Conclusiones

En este capítulo, se ha representado gráficamente el proceso productivo de la división de PVC mediante el *Value Stream Mapping* Estado actual. Para ello, se ha realizado un análisis producto-cantidad y producto-proceso para seleccionar las familias de productos más representativas. A continuación, se han explicado las diferentes etapas, procesos y operaciones del proceso productivo y se ha dibujado el VSM Estado actual.

Una vez representada la línea de producción actual, se han detallado las incidencias o síntomas detectados durante el proceso de análisis de la empresa. Se ha utilizado una plantilla para detallar los problemas detectados. Seguidamente, se han identificado las causas raíz de cada uno de ellos mediante el uso de las técnicas Es/No Es, los 5 Por qué y el diagrama de Ishikawa. Además, se han propuesto posibles mejoras para cada incidencia detectada. Finalmente, se han asociado las posibles mejoras a dichas incidencias.

En el siguiente capítulo, se proponen oportunidades de mejora basadas en las posibles mejoras descritas anteriormente. Estas opciones de mejora pretenden corregir las incidencias detalladas y se prioriza la consecución de las mismas.

5 Oportunidades de Mejora y Planificación del Proyecto de Mejora

5.1 Introducción

En este capítulo, se generan opciones de mejora a partir de las posibles mejoras planteadas anteriormente, que pretenden hacer frente a las incidencias detectadas durante el análisis. Dichas opciones de mejora se agrupan según las dimensiones detectadas en el capítulo anterior. Se seleccionan las opciones de mejora más convenientes para la empresa para realizar una priorización de las mismas. Además, se define el proyecto de mejora con dichas opciones de mejora. Se explica la división del proyecto en subproyectos y las acciones de mejora adoptadas en cada uno de ellos.

De esta forma, se pretende obtener soluciones potenciales a los problemas detectados durante el análisis presentado anteriormente. Además, la planificación del proyecto permite determinar la implementación de dichas soluciones en la empresa.

En primer lugar, se asocian las opciones de mejora planteadas a las incidencias detectadas durante el análisis. Acto seguido, se utiliza una plantilla para presentar y detallar las opciones de mejora detectadas. Seguidamente, se describen las reuniones llevadas a cabo con los responsables implicados en cada mejora que permiten la selección de dichas opciones. Se detalla la priorización de las opciones escogidas mediante el uso del diagrama PACE. A continuación, para definir el proyecto de mejora, se especifican los responsables de la ejecución del mismo, las acciones de mejora a realizar en cada subproyecto, los recursos requeridos para llevarlas a cabo y la temporización del proyecto. Cabe destacar que el presupuesto del proyecto se detalla en el capítulo 8.

5.2 Descripción de las Oportunidades de Mejora

En este apartado, se presentan y describen las diferentes oportunidades de mejora propuestas y que permiten suprimir las incidencias detectadas.

En este caso, las diferentes opciones de mejora se han agrupado en cinco dimensiones diferentes que pretenden contrarrestar las diferentes causas raíz detectadas durante el análisis de las incidencias. Éstas se detallan en la Tabla 22, donde se asocian a dichas incidencias.

Así pues, se procede a detallar, en los siguientes apartados, cada una de las oportunidades de mejora asociadas a cada dimensión. Posteriormente, se seleccionan aquellas que se pretende desarrollar y se prioriza la ejecución de las mismas mediante el uso del diagrama PACE.

Tabla 22 Oportunidades de mejora asociadas a las incidencias detectadas (Fuente: Elaboración propia)

Dimensión	Oportunidad de Mejora	Incidencia
Planificación de la producción y mejora de la comunicación	A) Definición de equipos de mejora continua	1) Falta de planificación y comunicación 3) Demasiados operarios caminando
	B) Formación en la herramienta de planificación del ERP	1) Falta de planificación y comunicación 3) Demasiados operarios caminando 6) Doble capa en el almacén de perfiles
	C) Formación en el uso del cuadro de mandos del ERP	1) Falta de planificación y comunicación
Medición de KPIs	D) Creación de hojas de recolección de datos para medición de indicadores	2) Falta de medición de indicadores
	E) Utilización de los monitores para el registro de datos	2) Falta de medición de indicadores
	F) Formación	2) Falta de medición de indicadores
Factoría Visual	G) Implementación de 5S en los procesos manuales	3) Demasiados operarios caminando
	H) Factoría visual en la división de PVC	1) Falta de planificación y comunicación
	I) Panel de expediciones	1) Falta de planificación y comunicación
Mejora del Almacén Ferrería	J) Incorporación de un ayudante del responsable de almacén	3) Demasiados operarios caminando 4) Almacenaje de materia prima de la Ferrería por el suelo 6) Doble capa en el almacén de perfiles 7) Pasillos obstaculizados
	K) Compra del módulo de gestión de almacén del ERP	3) Demasiados operarios caminando 4) Almacenaje de materia prima de la Ferrería por el suelo 6) Doble capa en el almacén de perfiles 7) Pasillos obstaculizados
	L) Reorganización de ubicaciones en el almacén Ferrería	3) Demasiados operarios caminando 4) Almacenaje de materia prima de la Ferrería por el suelo 6) Doble capa en el almacén de perfiles 7) Pasillos obstaculizados
Mejora del Almacén de perfiles	M) Limpieza del almacén de perfiles	6) Doble capa en el almacén de perfiles 7) Pasillos obstaculizados
	N) Incorporación de un nuevo puente grúa	6) Doble capa en el almacén de perfiles 7) Pasillos obstaculizados
	O) Compra de plataformas con ruedas para las columnas del almacén de palés de perfiles	6) Doble capa en el almacén de perfiles 7) Pasillos obstaculizados
Distribución en planta	P) Cambio de <i>layout</i>	4) Almacenaje de materia prima de la Ferrería por el suelo 5) <i>Layout</i> condicionado por la máquina ya vendida 6) Doble capa en el almacén de perfiles 7) Pasillos obstaculizados
	Q) Diseño del <i>layout</i> de la división de aluminio	8) Desorganización de la división de aluminio

5.2.1 Opciones de Mejora Asociadas a la Dimensión: Planificación de la producción y mejora de la comunicación

En primer lugar, se procede a detallar las opciones de mejora asociadas a la dimensión de Planificación de la producción y mejora de la comunicación.

En este caso, se han identificado tres opciones de mejora. La primera opción de mejora detectada es la Definición de equipos de mejora continua, detallada en la Tabla 23. La segunda opción de mejora es la Formación en la herramienta de planificación del ERP, detallada en la Tabla 24. Por último, la Tabla 25 detalla la tercera opción de mejora asociada a esta dimensión que es la Formación en el uso del cuadro de mandos del ERP.

5.2.2 Opciones de Mejora Asociadas a la Dimensión: Medición de KPIs

En segundo lugar, se procede a detallar las opciones de mejora que se han propuesto para la dimensión de Medición de KPIs.

Al igual que la dimensión anterior, se presentan tres opciones de mejora. En primer lugar, la Tabla 26 muestra el detalle de la opción de mejora Creación de hojas de recolección de datos para la medición de indicadores. La segunda opción de mejora es la Utilización de los monitores para el registro de datos, tal y como se detalla en la Tabla 27. Finalmente, la tercera opción de mejora es la Formación, detallada en la Tabla 28.

5.2.3 Opciones de Mejora Asociadas a la Dimensión: Factoría Visual

En tercer lugar, se detallan las opciones de mejora propuestas que se asocian a la dimensión de Factoría visual.

En este caso, también son tres las mejoras detalladas. La primera de ellas es la Implementación de las 5S en los procesos manuales de la línea de fabricación de PVC, tal y como se detalla en la Tabla 29. En segundo lugar, se describe la opción de mejora de Factoría visual en la división de PVC, como se muestra en la Tabla 30. Finalmente, la tercera mejora propuesta es el Panel de expediciones, cuya descripción se detalle en la Tabla 31.

5.2.4 Opciones de Mejora Asociadas a la Dimensión: Mejora del Almacén Ferretería

En este apartado, se especifican las opciones de mejora relacionadas con la dimensión de Mejora del almacén Ferretería.

La primera opción de mejora es la Incorporación de un ayudante del responsable de almacén, detallada en la Tabla 32. En segundo lugar, la Tabla 33 muestra el detalle de la mejora Compra del módulo de gestión de almacén del ERP. Finalmente, la tercera opción de mejora planteada es la Reorganización de ubicaciones en el almacén Ferretería, detallada en la Tabla 34.

5.2.5 Opciones de Mejora Asociadas a la Dimensión: Mejora del Almacén de Perfiles

En quinto lugar, se especifican las opciones de mejora asociadas a la dimensión Mejora del almacén de perfiles.

En este caso, se propone tres mejoras. La primera es la Limpieza del almacén de perfiles, detallada en la Tabla 35. La segunda opción de mejora propuesta es la Incorporación de un nuevo puente grúa, descrita en la Tabla 36. Por último, la Tabla 37 detalla la tercera mejora que es la Compra de plataformas con ruedas para las columnas del almacén de palés de perfiles.

5.2.6 Opciones de Mejora Asociadas a la Dimensión: Distribución en Planta

En último lugar, se listan y especifican las opciones de mejoras asociadas a la dimensión de Distribución en planta.

En este caso, se proponen dos opciones de mejora. La primera es el Cambio de *layout*, detallado en la Tabla 38. En segundo lugar, se detalla la opción de Diseño del *layout* de la división de aluminio, mostrada en la Tabla 39.

5.2.7 Tablas Descriptivas de las Opciones de Mejora

Este apartado recoge todas las tablas con la descripción y detalle de las opciones de mejora mencionadas en los apartados anteriores.

5.2.7.1 Detalle de la Opción de Mejora: Definición de Equipos de Mejora Continua

Tabla 23 Detalle de la opción de mejora: Definición de equipos de mejora continua (Fuente: Elaboración propia)

Nombre de la Opción de Mejora	Dimensión a la que pertenece
Definición de equipos de mejora continua	Planificación de la producción y mejora de la comunicación
<p>Descripción de la opción</p> <p>Consiste en definir equipos de mejora continua entre los diferentes implicados en el proceso productivo del área piloto escogida para implementar la mejora. De esta forma, se pretende mejorar la comunicación entre ellos y facilitar la mejora continua de todos los procesos que se llevan a cabo. Para ello, se realizarán reuniones TOP5/TOP60 y se creará un buzón de sugerencia en dicha área</p>	
<p>Incidencias abarcadas</p> <p>1) Falta de planificación y comunicación 3) Demasiados operarios caminando</p>	
<p>Coste estimado de ejecución</p> <p>El coste estimado de ejecución se debe al tiempo empleado en la definición de los equipos de mejora y a la incorporación de un buzón de sugerencias de mejora</p>	
<p>Duración estimada de ejecución</p> <p>La duración estimada de ejecución es de 1 día para la elección del área piloto, 3 días para la definición de los equipos de mejora, 2 día para la formación de los empleados en reuniones TOP5/TOP60 y 7 días para el entrenamiento en dichas reuniones</p>	
<p>Personal implicado en la ejecución</p> <p>Responsable de operaciones, responsable de producción, responsable de montajes y jefe de taller</p>	
<p>Conocimientos teóricos necesarios</p> <p>Dependen del contenido de las reuniones. Normalmente, se deben conocer los KPIs</p>	
<p>Ventajas</p> <p>Mejora la comunicación y la coordinación del equipo Bajo coste Facilita la detección de problemas</p>	<p>Inconvenientes</p> <p>Pérdida de tiempo de producción Inservible sin implicación de los involucrados</p>
<p>A quien va a afectar</p> <p>Operarios de la división de PVC, jefe de taller, responsables de operaciones, producción y montajes</p>	
<p>Críticas recibidas por los afectados</p> <p>Los operarios son reacios a los cambios aunque parece que están dispuestos a implicarse en la mejora</p>	

5.2.7.2 Detalle de la Opción de Mejora: Formación en la herramienta de planificación del ERP

Tabla 24 Detalle de la opción de mejora: Formación en la herramienta de planificación del ERP (Fuente: Elaboración propia)

Nombre de la Opción de Mejora	Dimensión a la que pertenece
Formación en la herramienta de planificación del ERP	Planificación de la producción y mejora de la comunicación
Descripción de la opción Se pretende hacer uso de la herramienta de planificación de la producción existente en el ERP. Para ello, se requiere formar al responsable de producción en el uso de dicha herramienta	
Incidencias abarcadas 1) Falta de planificación y comunicación 3) Demasiados operarios caminando 6) Doble capa en el almacén de perfiles	
Coste estimado de ejecución El coste estimado de ejecución corresponde al curso de formación del responsable de producción	
Duración estimada de ejecución La duración estimada de ejecución corresponde al tiempo de realización del curso por parte del responsable de producción (unas 2 semanas) y al tiempo de prueba de la herramienta (4 semanas)	
Personal implicado en la ejecución Responsable de producción y empresa facilitadora del ERP	
Conocimientos teóricos necesarios Conceptos relacionados con la planificación de la producción	
Ventajas Facilita la toma de decisiones Mejora la coordinación de la planta Mejora la planificación de expediciones Mejora la imagen de la empresa	Inconvenientes Requiere la participación de la empresa facilitadora del ERP
A quien va a afectar Responsable de producción	
Críticas recibidas por los afectados El responsable de producción piensa que la herramienta no sirve de nada	

5.2.7.3 Detalle de la Opción de Mejora: Formación en el uso del cuadro de mandos del ERP

Tabla 25 Detalle de la opción de mejora: Formación en el uso del cuadro de mandos del ERP (Fuente: Elaboración propia)

Nombre de la Opción de Mejora	Dimensión a la que pertenece
Formación en el uso del cuadro de mandos del ERP	Planificación de la producción y mejora de la comunicación
Descripción de la opción	
El ERP permite acceder al cuadro de mandos integral de la empresa el cual no se utiliza para analizar el proceso productivo y planificar la producción	
Incidencias abarcadas	
1) Falta de planificación y comunicación	
Coste estimado de ejecución	
El coste estimado de ejecución es el correspondiente a la formación en el uso del cuadro de mandos del ERP	
Duración estimada de ejecución	
La duración estimada de ejecución es de 2 semanas de formación	
Personal implicado en la ejecución	
Responsable de operaciones y responsable de producción	
Conocimientos teóricos necesarios	
Conceptos relacionados con la planificación de la producción	
Ventajas	Inconvenientes
Facilita la toma de decisiones Mejora la coordinación de la planta Mejora la planificación de expediciones Mejora la imagen de la empresa	Requiere la introducción de datos correcta durante el proceso productivo Requiere la participación de la empresa facilitadora del ERP para la formación
A quien va a afectar	
Responsable de producción y responsable de operaciones	
Críticas recibidas por los afectados	
El análisis de los datos existentes en el cuadro de mandos es una pérdida de tiempo	

5.2.7.4 Detalle de la Opción de Mejora: Creación de Hojas de Recolección de Datos para Medición de Indicadores

Tabla 26 Detalle de la opción de mejora: Creación de hojas de recolección de datos para medición de indicadores (Fuente: Elaboración propia)

Nombre de la Opción de Mejora	Dimensión a la que pertenece
Creación de hojas de recolección de datos para medición de indicadores	Medición de KPIs
Descripción de la opción Se pretende crear una hoja de recolección de los datos necesarios para el cálculo de indicadores en cada proceso de la cadena de producción. Los operarios de cada proceso deberán rellenar esta hoja para el posterior cálculo de KPIs por parte del responsable de producción	
Incidencias abarcadas 2) Falta de medición de indicadores	
Coste estimado de ejecución Este coste corresponde al tiempo invertido en la creación de las hojas de recolección de datos	
Duración estimada de ejecución La duración estimada de ejecución es el tiempo empleado en la creación de las hojas de recolección de datos (2 semanas) y el tiempo invertido en explicar a los operarios como rellenarla (2 semanas)	
Personal implicado en la ejecución Responsable de operaciones y responsable de producción	
Conocimientos teóricos necesarios Conocimientos relacionados con KPIs	
Ventajas Conocimiento del desempeño de la línea Facilita la toma de decisiones Facilita la mejora continua Facilita la identificación de problemas Bajo coste	Inconvenientes Registro manual de los datos Requiere implicación de los operarios
A quien va a afectar Operarios de la división de PVC y responsable de producción y operaciones	
Críticas recibidas por los afectados Es muy costoso el registro de datos	

5.2.7.5 Detalle de la Opción de Mejora: Utilización de los Monitores para el Registro de Datos

Tabla 27 Detalle de la opción de mejora: Utilización de los monitores para el registro de datos (Fuente: Elaboración propia)

Nombre de la Opción de Mejora Utilización de los monitores para el registro de datos	Dimensión a la que pertenece Medición de KPIs
Descripción de la opción Se pretende añadir el registro de los datos necesarios para la medición de indicadores en el ERP. Este registro se realizará de manera automática en alguno casos y de forma manual en otros, requiriendo la intervención de los operarios	
Incidencias abarcadas 2) Falta de medición de indicadores	
Coste estimado de ejecución El coste estimado de ejecución corresponde a la programación del registro de datos en los monitores por parte de la empresa que proporciona el ERP	
Duración estimada de ejecución La duración estimada de ejecución es el tiempo necesario para programar los cambios en el ERP (3 semanas) y comunicar a los operarios el nuevo registro de datos (1 semana)	
Personal implicado en la ejecución Responsable de operaciones, responsable de producción e informático de la empresa	
Conocimientos teóricos necesarios Conocimientos relacionados con KPIs	
Ventajas Conocimiento del desempeño de la línea de producción Facilita la toma de decisiones Facilita la mejora continua Facilita la identificación de problemas	Inconvenientes Inversión financiera necesaria Implicación de los operarios en el nuevo uso del ERP
A quien va a afectar Operarios de la división de PVC y responsable de producción y operaciones	
Críticas recibidas por los afectados Actualmente ya existen algunos registro de datos en el ERP y no sirven porque los operarios no utilizan correctamente los monitores	

5.2.7.6 Detalle de la Opción de Mejora: Formación

Tabla 28 Detalle de la opción de mejora: Formación (Fuente: Elaboración propia)

Nombre de la Opción de Mejora Formación	Dimensión a la que pertenece Medición de KPIs
Descripción de la opción Consiste en formar al responsable de producción en la medición y control de los KPIs más relevantes para el proceso productivo de la empresa	
Incidencias abarcadas 2) Falta de medición de indicadores	
Coste estimado de ejecución El coste estimado de ejecución corresponde al tiempo invertido en la formación del responsable de producción	
Duración estimada de ejecución La duración estimada de ejecución es de aproximadamente 2 semanas, tiempo necesarios para la formación	
Personal implicado en la ejecución Responsable de producción	
Conocimientos teóricos necesarios Conceptos relacionados con KPIs	
Ventajas Facilita la definición, medición y control de KPIs del proceso productivo Facilita la toma de decisiones para la planificación de producción Aumenta las competencias del responsable de producción	Inconvenientes Incertidumbre en el resultado Requiere la participación de terceros en la formación
A quien va a afectar Operarios de la división de PVC y responsable de producción y operaciones	
Críticas recibidas por los afectados La formación en KPIs es una pérdida de tiempo	

5.2.7.7 Detalle de la Opción de Mejora: Implementación de 5S en los Procesos Manuales

Tabla 29 Detalle de la opción de mejora: Implementación de 5S en los procesos manuales (Fuente: Elaboración propia)

Nombre de la Opción de Mejora Implementación de 5S en los procesos manuales	Dimensión a la que pertenece Factoría Visual
Descripción de la opción Se pretende implementar las 5S en los procesos manuales de: colocación de herrajes, ensamblaje y colocación de accesorios. De esta forma, se busca mejorar el lugar de trabajo de los operarios y también conocer las herramientas que les faltan para llevar a cabo las diferentes operaciones	
Incidencias abarcadas 3) Demasiados operarios caminando	
Coste estimado de ejecución El coste estimado de ejecución es el tiempo que se invierte en la realización de las 5S y los materiales necesarios para llevarlas a cabo. También la compra de herramientas para completar el panel (en caso de ser necesario)	
Duración estimada de ejecución La duración estimada de ejecución es de 6 semanas para cada proceso	
Personal implicado en la ejecución Responsable de operaciones y jefe de taller	
Conocimientos teóricos necesarios Conocimientos relacionados con las 5S	
Ventajas Reducción de recorridos en busca de herramientas/materiales por parte de los operarios Mayor visibilidad	Inconvenientes Requiere implicación de los responsables Inversión en herramientas
A quien va a afectar Operarios de los procesos de colocación de herrajes, ensamblaje y colocación de accesorios de la división de PVC	
Críticas recibidas por los afectados Es muy complicado saber exactamente las herramientas que se utilizan en cada puesto de trabajo	

5.2.7.8 Detalle de la Opción de Mejora: Factoría Visual en la División de PVC

Tabla 30 Detalle de la opción de mejora: Factoría visual en la división de PVC (Fuente: Elaboración propia)

Nombre de la Opción de Mejora	Dimensión a la que pertenece
Factoría visual en la división de PVC	Factoría Visual
Descripción de la opción Consiste en el diseño y la elaboración de un panel de factoría visual en el que incluir indicadores de flujo, calidad y seguridad	
Incidencias abarcadas 1) Falta de planificación y comunicación	
Coste estimado de ejecución El coste estimado de ejecución es el correspondiente al tiempo invertido en el diseño del panel y los materiales necesarios para elaborarlo	
Duración estimada de ejecución La duración estimada de ejecución corresponde al tiempo necesario para el diseño del panel (1 semana) y el tiempo de fabricación del mismo (2 semanas)	
Personal implicado en la ejecución Responsable de operaciones, responsable de producción y jefe de taller	
Conocimientos teóricos necesarios Conocimientos relacionados con factoría visual y KPIs	
Ventajas Facilita la comunicación en las reuniones TOP5 Mejora la coordinación del equipo Mejora la visibilidad de los indicadores de desempeño	Inconvenientes Requiere la definición y medición de KPIs Requiere reuniones TOP5
A quien va a afectar Operarios de la división de PVC, jefe de taller y responsables de producción y operaciones	
Críticas recibidas por los afectados No entienden para qué sirve un panel así hoy en día con las herramientas informáticas de las que se dispone	

5.2.7.9 Detalle de la Opción de Mejora: Panel de Expediciones

Tabla 31 Detalle de la opción de mejora: Panel de expediciones (Fuente: Elaboración propia)

Nombre de la Opción de Mejora Panel de expediciones	Dimensión a la que pertenece Factoría Visual
Descripción de la opción Consiste en elaborar un panel Ruta-Cliente en la zona de expediciones. En el panel se colgarán los pedidos a enviar a cada cliente	
Incidencias abarcadas 1) Falta de planificación y comunicación	
Coste estimado de ejecución El coste estimado de ejecución corresponde al tiempo invertido en el diseño del panel y a los materiales necesarios para la elaboración del mismo	
Duración estimada de ejecución La duración estimada de ejecución corresponde al diseño del panel (1 semana aproximadamente) y la elaboración material del mismo (1 semana)	
Personal implicado en la ejecución Responsable de operaciones y jefe de taller	
Conocimientos teóricos necesarios Conocimientos relacionados en factoría visual	
Ventajas Facilita la comunicación y la coordinación de las expediciones Mejora la visibilidad en la sección de expediciones Facilita la carga de camiones	Inconvenientes Requiere la definición de rutas de entrega
A quien va a afectar Jefe de taller, operarios de expediciones y chófers de la empresa	
Críticas recibidas por los afectados No hace falta fabricar el panel puesto que los operarios de expediciones ya tienen en mente los envíos a realizar. Además, se dispone de un monitor de expediciones aunque no funciona	

5.2.7.10 Detalle de la Opción de Mejora: Incorporación de un Ayudante del Responsable de Almacén

Tabla 32 Detalle de la opción de mejora: Incorporación de un ayudante del responsable de almacén (Fuente: Elaboración propia)

Nombre de la Opción de Mejora	Dimensión a la que pertenece
Incorporación de un ayudante del responsable de almacén	Almacén Ferrería
<p>Descripción de la opción</p> <p>Esta opción consiste en contratar a un nuevo operario que ayude al responsable del almacén en su mantenimiento. Se pretende repartir las tareas de recepción de materia prima, clasificación en el almacén y aprovisionamiento a línea que actualmente recaen sobre el responsable del almacén.</p>	
<p>Incidencias abarcadas</p> <p>3) Demasiados operarios caminando 4) Almacenaje de materia prima por el suelo 6) Doble capa en el almacén de perfiles 7) Pasillos obstaculizados</p>	
<p>Coste estimado de ejecución</p> <p>El coste estimado de ejecución de esta opción de mejora es el salario correspondiente al operario</p>	
<p>Duración estimada de ejecución</p> <p>La duración estimada de ejecución es el tiempo que se tarde en buscar y contratar al operario</p>	
<p>Personal implicado en la ejecución</p> <p>Responsable de recursos humanos y responsable de almacén</p>	
<p>Conocimientos teóricos necesarios</p> <p>Conocimientos relacionados con la contratación de personal</p>	
<p>Ventajas</p> <p>Mejora la visibilidad en el almacén Repartición de tareas Aumento de espacio útil en la planta</p>	<p>Inconvenientes</p> <p>Coste elevado Necesidad de formación inicial</p>
<p>A quien va a afectar</p> <p>Responsable del almacén y operarios de la planta</p>	
<p>Críticas recibidas por los afectados</p> <p>Se debe invertir demasiado tiempo en la formación del empleado para poder dividir las tareas. Además, se puede destinar un operario de la línea a ayudar temporalmente en el almacén</p>	

5.2.7.11 Detalle de la Opción de Mejora: Compra del Módulo de Gestión de Almacén del ERP

Tabla 33 Detalle de la opción de mejora: Compra del módulo de gestión de almacén del ERP (Fuente: Elaboración propia)

Nombre de la Opción de Mejora	Dimensión a la que pertenece
Compra del módulo de gestión de almacén del ERP	Almacén Ferretería
Descripción de la opción	
Consiste en comprar el módulo de gestión de almacén a la empresa que proporciona el ERP. De esta forma, se facilita la introducción de nuevas referencias y se evitan duplicidades en las bases de datos	
Incidencias abarcadas	
3) Demasiados operarios caminando 4) Almacenaje de materia prima por el suelo 6) Doble capa en el almacén de perfiles 7) Pasillos obstaculizados	
Coste estimado de ejecución	
El coste estimado de ejecución es el correspondiente a la compra del módulo de gestión de almacenes del ERP actual	
Duración estimada de ejecución	
La duración estimada de ejecución corresponde al tiempo de instalación del módulo, que es aproximadamente de dos semanas. También es necesario un periodo de formación del responsable de almacén en el uso del nuevo módulo (3 semana aproximadamente)	
Personal implicado en la ejecución	
Gerente, responsable de operaciones y responsable financiero	
Conocimientos teóricos necesarios	
Conocimientos de gestión de inventario y de uso del módulo	
Ventajas	Inconvenientes
Mayor visibilidad en el almacén Aumento de espacio útil en la planta Mayor facilidad en la incorporación de referencias	Inversión muy elevada
A quien va a afectar	
Responsable del almacén y operarios de la planta	
Críticas recibidas por los afectados	
La inversión es muy elevada y ya se dispone de un sistema de gestión del almacén	

5.2.7.12 Detalle de la Opción de Mejora: Reorganización de Ubicaciones en el Almacén Ferretería

Tabla 34 Detalle de la opción de mejora: Reorganización de ubicaciones en almacén Ferretería (Fuente: Elaboración propia)

Nombre de la Opción de Mejora	Dimensión a la que pertenece
Reorganización de ubicaciones en el almacén Ferretería	Almacén Ferretería
Descripción de la opción	
Se pretende reasignar ubicaciones en el almacén Ferretería y facilitar la localización visual de las mismas para que se localicen las materias primas en el menor tiempo posible	
Incidencias abarcadas	
3) Almacenaje de materia prima por el suelo	
4) Demasiados operarios caminando	
6) Doble capa en el almacén de perfiles	
7) Pasillos obstaculizados	
Coste estimado de ejecución	
Este coste se corresponde a la asignación de ubicaciones y reorganización del almacén	
Duración estimada de ejecución	
La duración estimada de ejecución es de 1 semana para el análisis de los productos del almacén Ferretería, 2 semanas para la asignación de ubicaciones y 4 semanas para la reorganización de las materias primas	
Personal implicado en la ejecución	
Responsable de operaciones y responsable del almacén	
Conocimientos teóricos necesarios	
Gestión de stocks y diseño de almacenes	
Ventajas	Inconvenientes
Mayor visibilidad en el almacén	Incertidumbre en la liberación de tiempo del responsable de almacén
Aumento de espacio útil en la planta	Necesita invertir tiempo en la reorganización
Facilita la localización de las materias primas	
A quien va a afectar	
Responsable del almacén y operarios de la planta	
Críticas recibidas por los afectados	
Supone una inversión notable de tiempo del responsable del almacén y no se sabe bien si el tiempo que le libera será suficiente	

5.2.7.13 Detalle de la Opción de Mejora: Limpieza del Almacén de perfiles

Tabla 35 Detalle de la opción de mejora: Limpieza del almacén de perfiles (Fuente: Elaboración propia)

Nombre de la Opción de Mejora Limpieza del almacén de perfiles	Dimensión a la que pertenece Almacén de perfiles
Descripción de la opción Se trata de eliminar los perfiles y poliamidas obsoletos o que ya no se utilizan	
Incidencias abarcadas 6) Doble capa del almacén de perfiles 7) Pasillos obstaculizados	
Coste estimado de ejecución El coste estimado de ejecución es la inversión de tiempo necesaria para eliminar los perfiles y poliamidas obsoletos y/o inutilizados	
Duración estimada de ejecución La duración estimada de ejecución es de aproximadamente 3 semanas	
Personal implicado en la ejecución Responsable de almacén	
Conocimientos teóricos necesarios Los conocimientos necesarios son de gestión de stocks	
Ventajas Liberación de espacio en el almacén de perfiles Mejora en el control de los perfiles del almacén	Inconvenientes Requiere tiempo en la implementación por parte del responsable del almacén
A quien va a afectar Responsable del almacén	
Críticas recibidas por los afectados El responsable de almacén se queja de falta de tiempo para limpiar el almacén	

5.2.7.14 Detalle de la Opción de Mejora: Incorporación de un Nuevo Puente Grúa

Tabla 36 Detalle de la opción de mejora: Incorporación de un nuevo puente grúa (Fuente: Elaboración propia)

Nombre de la Opción de Mejora	Dimensión a la que pertenece
Incorporación de un nuevo puente grúa	Almacén de perfiles
Descripción de la opción Consiste en incorporar un nuevo puente grúa en la nave en la que se sitúa los muelles de carga y descarga. De esta forma, se dispondrá de un puente grúa para descargas y otro para cargas	
Incidencias abarcadas 6) Doble capa del almacén de perfiles 7) Pasillos obstaculizados	
Coste estimado de ejecución El coste estimado de ejecución corresponde a la compra e instalación del nuevo puente grúa	
Duración estimada de ejecución La duración estimada de ejecución es de aproximadamente 12 semanas, correspondiente a la compra, transporte e instalación del puente grúa	
Personal implicado en la ejecución Gerente, responsable de operaciones, responsable de compras y responsable financiero	
Conocimientos teóricos necesarios Conceptos relacionados herramientas de mantenimiento de almacenes	
Ventajas Disponibilidad de un puente grúa para cargas y otro para descargas Reduce los tiempos de espera de disponibilidad del puente grúa	Inconvenientes Inversión muy elevada Incertidumbre en la rentabilidad de la inversión
A quien va a afectar Responsable del almacén	
Críticas recibidas por los afectados La inversión es muy elevada para las posibilidades financieras actuales de la empresa	

5.2.7.15 Detalle de la Opción de Mejora: Compra de Plataformas con Ruedas para las Columnas del Almacén de Palés de Perfiles

Tabla 37 Detalle de la opción de mejora: Compra de plataformas con ruedas para las columnas del almacén de palés de perfiles (Fuente: Elaboración propia)

<p>Nombre de la Opción de Mejora</p> <p>Compra de plataformas con ruedas para las columnas del almacén de palés de perfiles</p>	<p>Dimensión a la que pertenece</p> <p>Almacén de perfiles</p>
<p>Descripción de la opción</p> <p>Consiste en la compra de plataformas con ruedas para cada una de las columnas de palés existentes en el almacén de perfiles. De esta forma, las columnas de palés pasan a ser móviles</p>	
<p>Incidencias abarcadas</p> <p>6) Doble capa del almacén de perfiles 7) Pasillos obstaculizados</p>	
<p>Coste estimado de ejecución</p> <p>El coste estimado de ejecución es el relacionado con la compra de las plataformas con ruedas</p>	
<p>Duración estimada de ejecución</p> <p>La duración estimada de ejecución es la correspondiente a la medición, compra, transporte y colocación de las plataformas (aproximadamente 9 semanas)</p>	
<p>Personal implicado en la ejecución</p> <p>Gerente, responsable de operaciones, responsable de compras, responsable de almacén y responsable financiero</p>	
<p>Conocimientos teóricos necesarios</p> <p>Conceptos relacionados herramientas de mantenimiento de almacenes</p>	
<p>Ventajas</p> <p>Posibilita la utilización de la carretilla elevadora para la manutención de los palés de perfiles Reduce el tiempo de organización de los palés de perfiles</p>	<p>Inconvenientes</p> <p>Inversión elevada Incertidumbre en la operativa Necesidad de espacio notable para la manutención</p>
<p>A quien va a afectar</p> <p>Responsable del almacén</p>	
<p>Críticas recibidas por los afectados</p> <p>El suelo del almacén debe estar perfectamente plano para que las plataformas se deslicen con facilidad y sin peligro de desestabilización</p>	

5.2.7.16 Detalle de la Opción de Mejora: Cambio de Layout

Tabla 38 Detalle de la opción de mejora: Cambio de layout (Fuente: Elaboración propia)

Nombre de la Opción de Mejora	Dimensión a la que pertenece
Cambio de <i>layout</i>	Distribución en planta
Descripción de la opción	
Modificar el <i>layout</i> actual de la planta para aprovechar el espacio de la máquina ya vendida	
Incidencias abarcadas	
4) Almacenaje de materias primas del almacén Ferretería por el suelo 5) Layout condicionado por máquina ya vendida 6) Doble capa en el almacén de perfiles 7) Pasillos obstaculizados	
Coste estimado de ejecución	
El coste estimados de ejecución corresponde al tiempo invertido en el diseño de la nueva distribución y al tiempo invertido en realizar los cambios necesarios para obtenerla	
Duración estimada de ejecución	
La duración estimada de ejecución corresponde al tiempo de diseño de la nueva distribución, de 5 semanas y al tiempo necesario para realizar los cambios oportunos, de 3 semanas	
Personal implicado en la ejecución	
Responsable de operaciones, responsable de producción y jefe de taller	
Conocimientos teóricos necesarios	
Conocimientos relacionados con la distribución en planta	
Ventajas	Inconvenientes
Mejor aprovechamiento del espacio disponible Creación de un pasillo central interior recto entre el muelles de descarga y el de carga para el paso de la carretilla elevadora Separación de las divisiones de PVC y aluminio	Necesidad de limpieza previa del almacén de perfiles Cambios de ubicación de maquinaria a realizar fuera del horario laboral
A quien va a afectar	
Responsable del almacén y operarios de la planta	
Críticas recibidas por los afectados	
El cambio de distribución puede dificultar la localización de perfiles en el almacén	

5.2.7.17 Detalle de la Opción de Mejora: Diseño del Layout de la División de Aluminio

Tabla 39 Detalle de la opción de mejora: Diseño del layout de la división de aluminio (Fuente: Elaboración propia)

Nombre de la Opción de Mejora	Dimensión a la que pertenece
Diseño del layout de la división de aluminio	Distribución en planta
Descripción de la opción Se pretende diseñar la distribución en planta de los diferentes procesos de la línea de producción de productos de aluminio	
Incidencias abarcadas 8) Desorganización en la división de aluminio	
Coste estimado de ejecución El coste estimado de ejecución es el correspondiente al tiempo invertido en el diseño de la distribución y la implementación de la misma	
Duración estimada de ejecución La duración estimada de ejecución corresponde al diseño de la distribución (aproximadamente 6 semanas) y la implementación de la misma (4 semanas)	
Personal implicado en la ejecución Responsable de operaciones y responsable de producción	
Conocimientos teóricos necesarios Conocimientos relacionados con la distribución en planta	
Ventajas Diseño de una línea de fabricación definida Delimitación de un espacio para cada proceso de la línea de producción de aluminio Mejora la coordinación del equipo	Inconvenientes Reduce la flexibilidad de la división de aluminio Resistencia al cambio por parte de los operarios
A quien va a afectar Jefe de taller y operarios de la división de aluminio	
Críticas recibidas por los afectados La variabilidad de productos de aluminio impide el establecimiento de una línea de fabricación definida	

5.3 Selección de las Opciones de Mejora a Desarrollar

En este apartado, se seleccionan aquellas opciones de mejora que se consideran convenientes a desarrollar e implementar. Para ello, se llevan a cabo reuniones en las que participan los responsables de la empresa implicados en cada dimensión de mejora a analizar.

5.3.1.1 Opciones de Mejora Asociadas a la Dimensión: Planificación de la Producción y Mejora de la Comunicación

En primer lugar, se seleccionan las opciones de mejora detectadas para la dimensión Planificación de la producción y mejora de la comunicación. Estas opciones no son excluyentes, por tanto, se seleccionan todas ellas, A), B) y C). Posteriormente, se procederá a la priorización de las mismas mediante el uso del diagrama PACE.

5.3.1.2 Opciones de Mejora Asociadas a la Dimensión: Medición de KPIs

En esta dimensión, se debe decidir cómo realizar la recolección de datos para la medición de indicadores de desempeño, es decir, se debe escoger entre la opción de mejora D) Creación de hojas de recolección de datos para medición de indicadores y la E) Utilización de los monitores para el registro de datos.

Tras mantener una reunión con el responsable de operaciones, el responsable de producción, el jefe de taller y el informático de la empresa, se decide seleccionar la opción de mejora D) Creación de hojas de recolección de datos. Esto es debido al hecho de que la modificación del *software* ERP es más costosa y longeva. Por tanto, se propone implementar en primer lugar la opción D) y, una vez asegurado el funcionamiento y detallados los datos necesarios a captar para el cálculo de indicadores, habilitar la captación de los mismos mediante los monitores. Por otro lado, la opción de mejora F) se considera necesaria para la medición y seguimiento de los indicadores.

Por tanto, de la dimensión de Medición de KPIs se seleccionan las opciones de mejora D) y F).

5.3.1.3 Opciones de Mejora Asociadas a la Dimensión: Factoría Visual

En cuanto a la selección de las opciones de mejora asociadas a la dimensión Factoría Visual, se pretende implementar todas y cada una de las mejoras planteadas. Se considera que no son excluyentes, por tanto, se deberían desarrollar todas ellas. Así pues, se seleccionan la G), H) e I).

5.3.1.4 Opciones de Mejora Asociadas a la Dimensión: Mejora del Almacén Ferretería

En este caso, se realiza una reunión con los responsables de operaciones, almacén, financiero y el informático de la empresa para detallar las opciones de mejora que se pueden desarrollar.

En cuanto a la Compra del módulo de gestión de almacén del ERP, se considera que la empresa no se encuentra en disposición de realizar una inversión de dicho calibre. Además, ya se posee un *software* de gestión del almacén vinculado a una PDA que facilita el control del mismo. Por tanto, esta opción de mejora queda descartada.

La Reorganización de ubicaciones en el almacén Ferretería es de notable interés para facilitar la ubicación y localización de las materias primas de dicho almacén. Por tanto, se selecciona esta opción de mejora.

Finalmente, la Incorporación de un ayudante del responsable de almacén se considera excesiva. No obstante, sí será necesario incorporar temporalmente a un ayudante en la Ferretería una vez realizada la reorganización de las ubicaciones para recolocar las materias primas en su sitio. Así pues, se descarta esta opción de mejora aunque se incluye de forma temporal en la opción anterior.

Por tanto, de la dimensión Mejora del almacén Ferretería se escoge la opción de mejora L).

5.3.1.5 Opciones de Mejora Asociadas a la Dimensión: Mejora del Almacén de Perfiles

En primer lugar, la opción de mejora de Limpieza del almacén de perfiles se considera necesaria para la mejora en la gestión de dicho almacén y, en consecuencia, se selecciona.

Para la selección de las opciones de mejora restantes, se realiza una reunión con el responsable de operaciones, responsable del almacén y responsable financiero.

En cuanto a la Incorporación de un nuevo puente grúa, se considera una inversión desmesurada e injustificada puesto que se suele priorizar el uso del puente grúa en la zona del almacén de perfiles. Así pues, se descarta.

En relación a la Compra de plataformas con ruedas para las columnas del almacén de palés de perfiles, se decide seleccionarla aunque no se considera de vital importancia. Se mantiene como propuesta a ejecutar a largo plazo.

Por tanto, se seleccionan las opciones de mejora M) y O).

5.3.1.6 Opciones de Mejora Asociadas a la Dimensión: Distribución en Planta

Para la selección de las opciones de mejora asociadas a la dimensión de Distribución en planta, se lleva a cabo una reunión con los responsables de operaciones, producción, almacén y jefe de taller.

El Cambio de *layout* como consecuencia de la venta de la máquina se considera necesario y, por tanto, se selecciona.

En cuanto al Diseño del layout de la división de aluminio, se considera importante y se selecciona. No obstante, se priorizan las opciones de mejora relacionadas con la división de PVC puesto que la nueva estrategia empresarial enfocada hacia la Distribución prevé una mayor carga de trabajo en esta división.

Por tanto, se seleccionan las dos opciones de mejora propuestas, es decir, la mejora P) y la Q).

5.4 Priorización de las Opciones de Mejora Seleccionadas

Una vez seleccionadas las diferentes opciones de mejora asociadas a cada dimensión, se procede a priorizar las mismas. Para ello, se utiliza el diagrama PACE.

La Figura 45, muestra el diagrama PACE del plan de mejora. Como se puede observar, las opciones de mejora cuya ejecución se prioriza son la A), D), H), M) y P), detalladas en la Tabla 40.

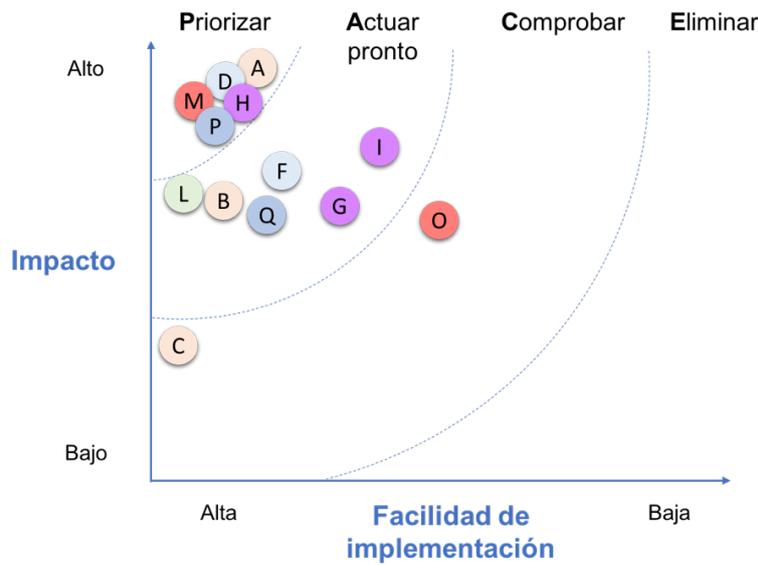


Figura 45 Diagrama PACE del proyecto de mejora (Fuente: Elaboración propia)

Tabla 40 Opciones de mejora priorizadas

ID	Opción de mejora
A)	Definición de equipos de mejora continua
D)	Creación de hojas de recolección de datos para la medición de indicadores
H)	Factoría visual en la división de PVC
M)	Limpieza del almacén de perfiles
P)	Cambio de layout

5.5 Plan de Implantación del Proyecto de Mejora

En este apartado, se especifica la estructuración del plan de mejora planteado. La base de este plan son las opciones de mejora seleccionadas y priorizadas, que surgen durante el estudio de las incidencias detectadas durante el análisis de la situación actual de la empresa.

El plan de implantación del proyecto propuesto se divide en dos subproyectos donde se agrupan las oportunidades de mejora relacionadas entre sí. Por un lado, el subproyecto 1 engloba las opciones de mejora asociadas a las dimensiones de Mejora del Almacén de Perfiles, del Almacén Ferrería y a la Distribución en Planta. Así pues, las opciones desarrolladas en el plan de implantación para dicho subproyecto son la Reorganización de ubicaciones en el almacén Ferrería y el Cambio de *layout*. Estas opciones se agrupan por estar relacionadas con los almacenes de materia prima de la empresa.

Por otro lado, el subproyecto 2 abarca las dimensiones asociadas a la Planificación de la producción y Mejora de la Comunicación, la Medición de KPIs y la Factoría Visual. Por tanto, las opciones de mejora incluidas en este subproyecto son la Creación de hojas de recolección de datos para la medición de indicadores, la Factoría visual en la división de PVC y la Definición de equipos de mejora continua. Estas opciones de mejora se agrupan en este subproyecto debido a que están relacionadas al control de la línea de producción y a la mejora continua de la misma.

La Figura 46, muestra la temporización completa del proyecto de mejora planteado.

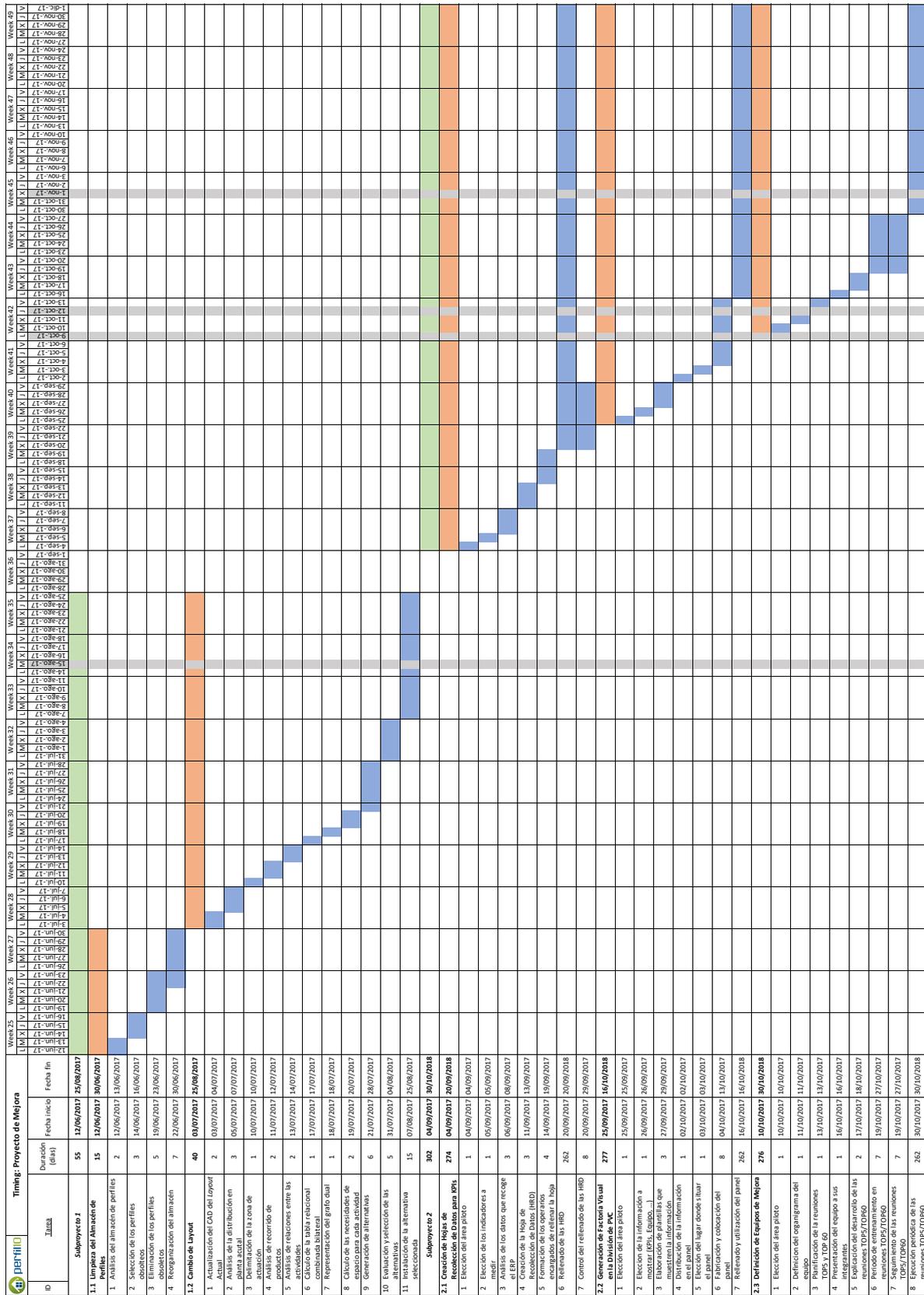


Figura 46 Temporización del proyecto de mejora (Fuente: Elaboración propia)

5.5.1 Detalle del Subproyecto 1

En este apartado, se detallan las acciones de mejora incluidas en el subproyecto 1. Además, se definen los responsables y participantes y se representa la temporización del mismo.

5.5.1.1 Definición de Responsables y Participantes

Los responsables y participantes del subproyecto 1 se detallan en la Tabla 41.

Tabla 41 Responsables y participantes del subproyecto 1 (Fuente: Elaboración propia)

Responsable 1	Director de Operaciones
Responsable 2	Ingeniero de Organización
Responsable 3	Responsable de Producción
Responsable 4	Jefe de Taller
Participante 1	Responsable de Almacén
Participante 2	Operario de Paletizado (ayudante temporal)

5.5.1.2 Acciones de Mejora

Las acciones de mejora incluidas en el subproyecto 1 se detallan en la Tabla 42. Se trata de las oportunidades de mejora M y P.

Tabla 42 Acciones de mejora incluidas en el subproyecto 1 (Fuente: Elaboración propia)

ID	Acción de Mejora
1.1	Limpieza del almacén de perfiles (M)
1.2	Cambio de layout (P)

5.5.1.3 Temporización

El diagrama de Gantt del subproyecto 1 se muestra en la Figura 47.

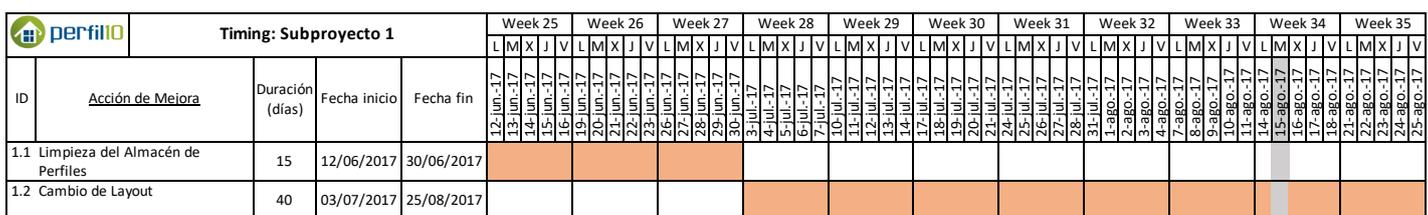


Figura 47 Diagrama de Gantt del subproyecto 1 (Fuente: Elaboración propia)

5.5.2 Detalle del Subproyecto 2

En este apartado, se detallan las acciones de mejora incluidas en el subproyecto 2. Además, se definen los responsables y participantes y se representa la temporización del mismo.

5.5.2.1 Definición de Responsables y Participantes

Los responsables y participantes del subproyecto 2 se detallan en la Tabla 43.

Tabla 43 Responsables y participantes del subproyecto 2 (Fuente: Elaboración propia)

Responsable 1	Director de Operaciones
Responsable 2	Ingeniero de Organización
Responsable 3	Responsable de Producción
Participante 1	Jefe de Taller
Participante 2	Operarios división PVC

5.5.2.2 Acciones de Mejora

La Tabla 44 muestra las acciones de mejora incluidas en el subproyecto 2. En este caso, se trata de las oportunidades de mejora A, D y H.

Tabla 44 Acciones de mejora incluidas en el subproyecto 2 (Fuente: Elaboración propia)

ID	Acción de Mejora
2.1	Creación de hojas de recolección de datos para la medición de indicadores (D)
2.2	Factoría visual en la división de PVC (H)
2.3	Definición de equipos de mejora continua (A)

5.5.2.3 Temporización

La distribución temporal de las diferentes acciones de mejora se detalla mediante el uso del diagrama de Gantt, como se muestra en la Figura 48.

perifilto		Timing: Subproyecto 2				Week 37	Week 38	Week 39	Week 40	Week 41	Week 42	Week 43	Week 44	Week 45	Week 46				
ID	Acción de Mejora	Duración (días)	Fecha inicio	Fecha fin	L	M	X	J	V	L	M	X	J	V	L	M	X	J	V
2.1	Creación de Hojas de Recolección de Datos para KPIs	382	04/09/2017	20/09/2018															
2.2	Generación de Factoría Visual en la División de PVC	387	25/09/2017	16/10/2018															
2.3	Definición de Equipos de Mejora	386	10/10/2017	30/10/2018															

Figura 48 Diagrama de Gantt del subproyecto 2 (Fuente: Elaboración propia)

5.6 Conclusiones

En este capítulo, se han presentado las diferentes opciones de mejora obtenidas tras el análisis de incidencias presentado en el capítulo anterior. Se han agrupado según las dimensiones detectadas durante dicho análisis. Se ha utilizado una plantilla para detallar las mismas. A continuación, se han seleccionado las opciones de mejora más convenientes para la empresa. Mediante el uso del diagrama PACE, se han priorizado las diferentes opciones de mejora seleccionadas. Seguidamente, se ha presentado el plan de implementación del proyecto de mejora asociado a las mejoras seleccionadas. Se ha explicado la división del proyecto en dos subproyectos en los que se agrupan las oportunidades de mejora relacionadas entre sí. Por último, se ha detallado de cada subproyecto, los responsables y participantes en el mismo, las acciones de mejora incluidas y se ha representado la temporización de dichas acciones mediante diagramas de Gantt.

6 Diseño Detallado e Implementación Inicial del Subproyecto de Mejora 1 Asociado a la Mejora del Almacén de Perfiles, del Almacén Ferretería y a la Distribución en Planta

6.1 Introducción

En este capítulo, se detalla el diseño del subproyecto de mejora asociado a las dimensiones de Mejora del almacén de perfiles, Mejora del almacén Ferretería y a la dimensión de la Distribución en planta. De esta forma, se define la implementación en la empresa de las acciones de mejora asociadas a dichas dimensiones.

En primer lugar, se describen las diferentes acciones de mejora incluidas en el subproyecto. Seguidamente, se realiza una breve descripción de cada una de ellas, se definen los responsables y participantes, se detallan las tareas necesarias y los recursos asignados a las mismas. Finalmente, se incluye la temporización de la acción de mejora y la implementación inicial llevada a cabo.

6.2 Acción de Mejora 1.1: Limpieza del Almacén de Perfiles

6.2.1 Breve Descripción de la Acción

Esta acción de mejora persigue eliminar los perfiles obsoletos que están ocupando espacio en dicho almacén. De esta forma, se pretende utilizar el espacio existente en dicho almacén de manera más eficiente.

Para llevar a cabo esta limpieza, se deben seleccionar los perfiles obsoletos que actualmente forman parte del almacén. Seguidamente, se procederá a eliminarlos y a reorganizar los perfiles que sí son necesarios.

6.2.2 Definición de Responsables y Participantes

Los responsables y participantes de la presente acción de mejora se detallan en la Tabla 45.

Tabla 45 Responsables y participantes de la acción de mejora 1.1 (Fuente: Elaboración propia)

Responsable 1	<i>Director de Operaciones</i>
Responsable 2	<i>Ingeniero de Organización</i>
Participante 1	<i>Responsable de almacén</i>
Participante 2	<i>Operario de Paletizado (ayudante temporal)</i>

6.2.3 Detalle de las Tareas Necesarias

A continuación, se detallan las tareas necesarias para la realización de esta acción de mejora.

1 Análisis del almacén de perfiles

Este almacén está compuesto por columnas de palés donde se ubican los diferentes perfiles. Consta de 38 columnas de palés. Cada columna dispone de entre 4 a 6 alturas, es decir, de 4 a 6 palés de perfiles apilados. En total, se dispone de un total de 192 ubicaciones ocupadas. Cabe destacar que

existen 2 columnas con 6 alturas de palés en las que cada ubicación se dividen en 4 sub-huecos. Estas columnas se utilizan para almacenar los perfiles llamados junquillos, debido a su reducida anchura (de entre 2 y 5 cm).

2 Selección de los perfiles obsoletos

La selección de los perfiles obsoletos se realiza mediante la ayuda del ERP de la empresa. De esta forma, se pueden conocer todas aquellas referencias que ya no se utilizan en el proceso productivo y que aún están almacenadas en el almacén. Cabe destacar que el conjunto de poliamidas almacenado está obsoleto puesto que los perfiles de aluminio con rotura de puente térmico se compran directamente ensamblados.

3 Eliminación de los perfiles obsoletos

Una vez seleccionados los perfiles obsoletos, se procede a eliminarlos. Mediante la ayuda del puente grúa, se extraen los palés con dichos productos del almacén y se vacían.

De esta forma, se liberan huecos en el almacén. En este caso, se han eliminado 10 columnas de palés, creado un total de 51 huecos.

4 Reorganización del almacén

Gracias a la liberación de ubicaciones en el almacén de perfiles, se puede proceder a la reorganización del mismo.

En este caso, se pretende limitar las alturas de cada columna de palés a 4. Por tanto, se reservan las 2 alturas restantes de cada columna para el almacenaje de palés completos de perfiles destinados a la realización de proyectos. Esto se debe a que el proceso de compra de perfiles difiere dependiendo del tipo de cliente. Para la distribución, se compran los perfiles semanalmente según las indicaciones del ERP. Sin embargo, para proyectos, se piden ofertas a los proveedores por compras de cantidades elevadas por lo que se reciben palés enteros de perfiles.

Limitando a 4 alturas el almacén, se necesitan un total de 32 columnas de palés para ubicar todos los perfiles existentes y en uso.

Por otro lado, cabe destacar que las 6 alturas de las 2 dos columnas de palés destinadas al almacenaje de junquillos se mantienen. Además, se mantienen también la agrupación existente por tipo de material (PVC y aluminio) y tipo de perfil (marco, hoja, travesaño, batiente, junquillo, etc.).

6.2.4 Definición de los Recursos Asignados a las Tareas

En la Tabla 46, se muestran los recursos asignados a las tareas de esta acción de mejora.

Tabla 46 Recursos asignados a las tareas de la acción de mejora 1.1 (Fuente: Elaboración propia)

ID Tarea	Recursos humanos	Recursos materiales
1	Un ingeniero y responsable almacén (dos días)	Soporte informático
2	Un ingeniero (tres días)	Soporte informático e impresora
3	Un ingeniero y operarios almacén (cinco días)	Puente grúa y material impreso
4	Un ingeniero y operarios almacén (seis días)	Puente grúa y material impreso

6.2.5 Temporización

La temporización de las tareas contenidas en la acción de mejora de limpieza del almacén de perfiles se representa mediante el diagrama de Gantt detallado en la Figura 49.

		Timing: Limpieza del Almacén de Perfiles				Week 25				Week 26				Week 27					
						L	M	X	J	V	L	M	X	J	V	L	M	X	J
ID	Tarea	Duración (días)	Fecha inicio	Fecha fin	12-jun.-17	13-jun.-17	14-jun.-17	15-jun.-17	16-jun.-17	19-jun.-17	20-jun.-17	21-jun.-17	22-jun.-17	23-jun.-17	26-jun.-17	27-jun.-17	28-jun.-17	29-jun.-17	30-jun.-17
1	Análisis del almacén de perfiles	2	12/06/2017	13/06/2017	█														
2	Selección de los perfiles obsoletos	3	14/06/2017	16/06/2017		█	█												
3	Eliminación de los perfiles obsoletos	5	19/06/2017	23/06/2017						█	█	█							
4	Reorganización del almacén	7	22/06/2017	30/06/2017									█	█	█	█	█		

Figura 49 Diagrama de Gantt de la acción de mejora 1.1 (Fuente: Elaboración propia)

6.2.6 Implementación

Esta acción de mejora supone el comienzo de la implementación del plan de mejora diseñado. Se ha completado en su totalidad, obteniendo los siguientes resultados:

- Se han eliminado los perfiles obsoletos del almacén de perfiles
- Se ha reducido el número de columnas necesarias, pasando de 38 columnas a 32
- Se ha reservado un espacio para los palés completos de perfiles destinados a proyectos
- Se ha mantenido la agrupación de perfiles por tipo de material y tipo de perfil

Comparativa entre la planificación y la ejecución de la tarea

La Figura 50, muestra la comparativa entre la temporización planificada para la tarea y la llevada a cabo durante el proceso de implementación de la misma. Se puede observar que, para esta tarea, se han cumplido los plazos estipulados en la planificación.

		Timing: Limpieza del Almacén de Perfiles				Week 25				Week 26				Week 27					
						L	M	X	J	V	L	M	X	J	V	L	M	X	J
ID	Tarea	Duración (días)	Fecha inicio	Fecha fin	12-jun.-17	13-jun.-17	14-jun.-17	15-jun.-17	16-jun.-17	19-jun.-17	20-jun.-17	21-jun.-17	22-jun.-17	23-jun.-17	26-jun.-17	27-jun.-17	28-jun.-17	29-jun.-17	30-jun.-17
1	Análisis del almacén de perfiles	2	12/06/2017	13/06/2017	█	█													
2	Selección de los perfiles obsoletos	3	14/06/2017	16/06/2017		█	█												
3	Eliminación de los perfiles obsoletos	5	19/06/2017	23/06/2017						█	█	█							
4	Reorganización del almacén	7	22/06/2017	30/06/2017									█	█	█	█	█		

Figura 50 Comparativa entre la planificación y la implementación para la acción de mejora 1.1 (Fuente: Elaboración propia)

6.3 Acción de Mejora 1.2: Cambio de *Layout*

6.3.1 Breve Descripción de la Acción

Esta acción de mejora pretende aprovechar el espacio liberado por la venta de una máquina inutilizada. La reorganización y redistribución afecta al almacén de perfiles, a ciertas secciones de las líneas de fabricación tanto de PVC como de aluminio (notablemente, las secciones de corte y mecanizado) y a la sección de máquinas auxiliares.

Para efectuar esta acción de mejora, es necesario aplicar la Acción de Mejora 1.1 descrita anteriormente. Una vez finalizada, se realizará un análisis de la distribución en planta actual y se aplicará el método SLP (*Systematic Layout Planning*) para la definición del nuevo *layout*.

6.3.2 Definición de Responsables y Participantes

Los responsables y participantes de la acción de mejora 1.2 se detallan en la Tabla 47.

Tabla 47 Responsables y participantes de la acción de mejora 1.2 (Fuente: Elaboración propia)

Responsable 1	<i>Director de Operaciones</i>
Responsable 2	<i>Ingeniero de Organización</i>
Responsable 3	<i>Responsable de Producción</i>
Participante 1	<i>Jefe de Taller</i>
Participante 2	<i>Responsable del almacén</i>

6.3.3 Detalle de las Tareas Necesarias

1 Actualización del CAD del *Layout* actual

Esta tarea consiste en la revisión y actualización del archivo CAD que posee la empresa. De esta forma, se podrá analizar la distribución actual real de la cadena productiva puesto que el documento actual posee ciertos errores.

2 Análisis de la distribución en planta actual

El análisis de la distribución en planta actual tiene como objetivo conocer las diferentes secciones y divisiones establecidas a lo largo de la cadena productiva.

En la Figura 51, se muestra la distribución en planta actual. En ella, se diferencia la división de PVC, dibujada en azul y la división de aluminio, pintada en negro.

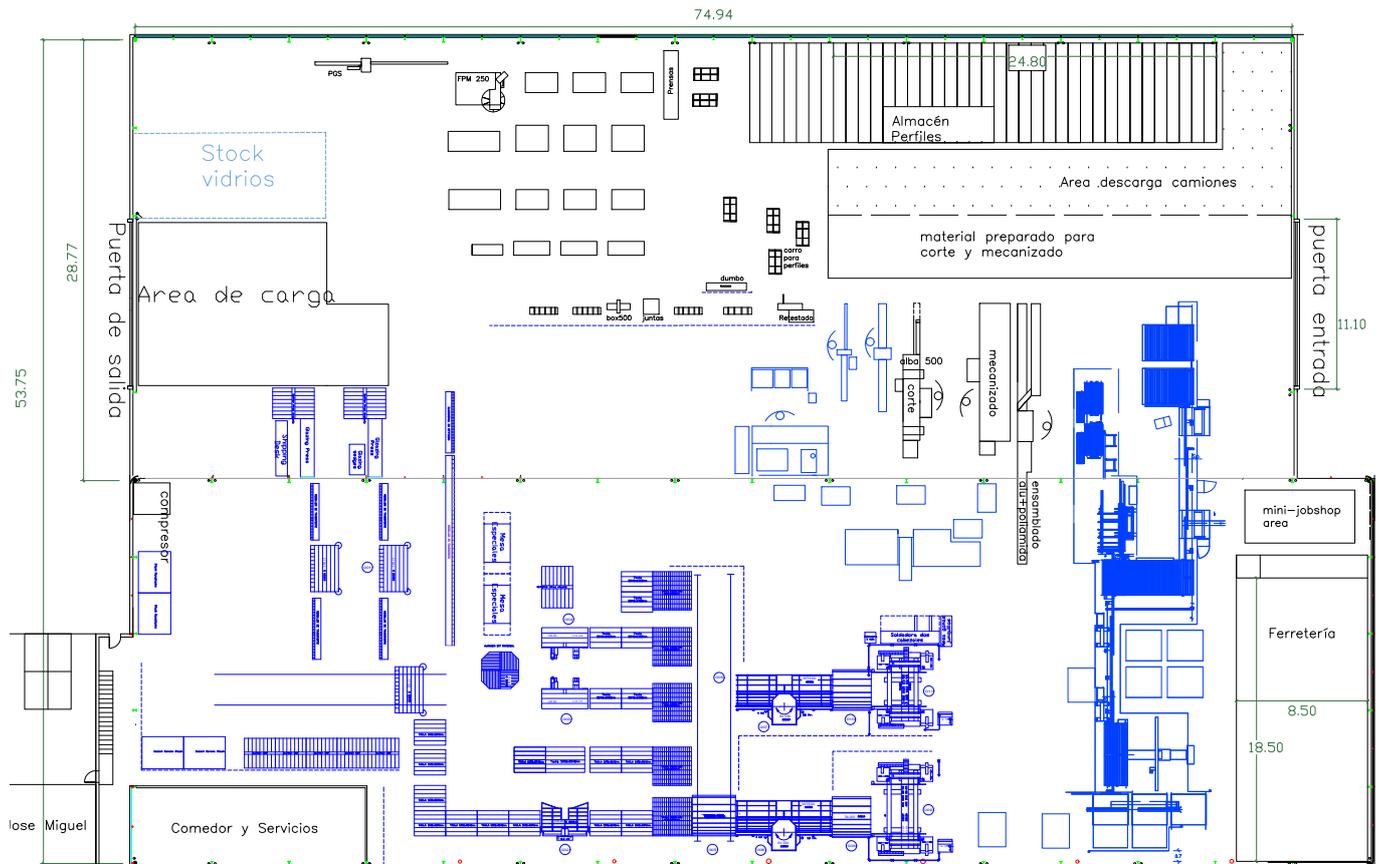


Figura 51 Layout actual de la empresa (Fuente: Perfil10, S.L.)

3 Delimitación de la zona de actuación

Una vez analizadas las diferentes divisiones y secciones de la cadena productiva, se procede a delimitar la zona de actuación, es decir, el área que se pretende reorganizar. Esto se debe a que el objetivo de esta acción de mejora es reutilizar el espacio liberado por la máquina vendida.

Como se muestra en la Figura 52, el cambio de *layout* afecta a la zona donde se encontraba la máquina vendida y las secciones adyacentes a la misma. Se evita alterar notablemente la cadena de producción de PVC, que ya fue diseñada anteriormente. Las secciones afectadas por el cambio de distribución son las siguientes:

- Recepción del material (Área descarga camiones)
- Almacén de perfiles
- Máquina de soporte
- División PVC: sección de corte y de mecanizado
- División aluminio: sección de corte, mecanizado, troquelado y retestado

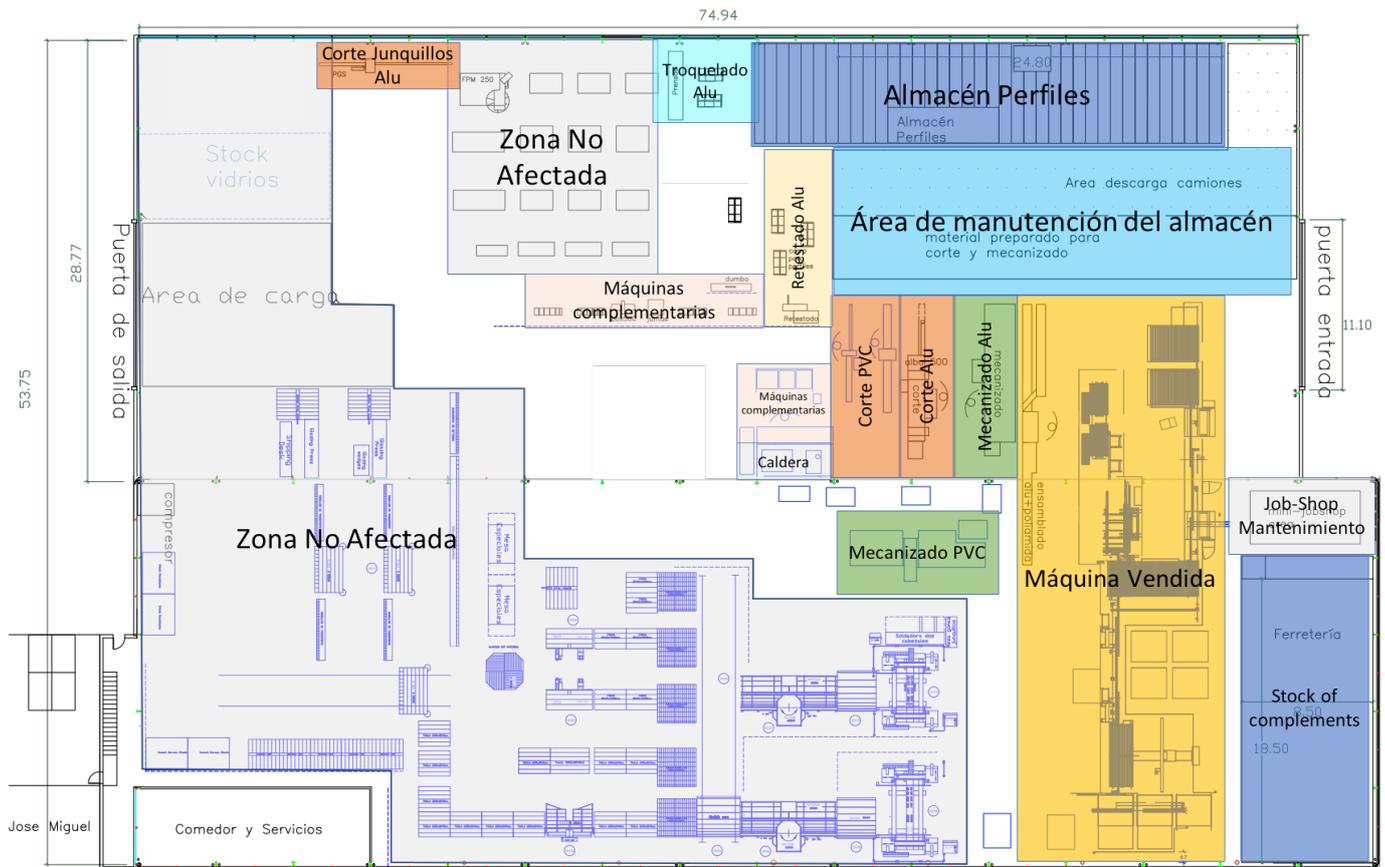


Figura 52 Análisis de la distribución en planta actual (Fuente: Elaboración propia)

4 Análisis de recorrido de productos

Una vez delimitada la zona de actuación, se analizan los recorridos de los productos. En este caso, se utiliza el diagrama cruzado. En él, se indican las intensidades de los recorridos entre secciones, calculadas según las ecuaciones detalladas en el apartado 3.6 *Systematic Layout Planning (SLP)* de este documento.

Para calcular dichas intensidades, se establecen el número de unidades intercambiadas entre las secciones y el MAG de cada tipo de unidad intercambiada. En este caso, se calculan dos MAGs, el primero para las barras de perfiles de 6 metros de longitud y el segundo para los palos de perfil cortados a medida. Cabe destacar que las unidades intercambiadas con la división de aluminio son aproximadas puesto que dicha división no dispone de monitores de control como la de PVC. En la Figura 53, se muestran los resultados del cálculo y el diagrama cruzado (DC).

DIAGRAMA CRUZADO					Nº uds intercambiadas					MAG							
	Recepción material	Almacén perfiles	División PVC	División Aluminio	Máquinas de soporte	Recepción material	Almacén perfiles	División PVC	División Aluminio	Máquinas de soporte	MAG	A	B	C	D	E	
Recepción material		18000	0	0	0	Recepción material		600	0	0	Barra de perfil de 6m	30	20	0	2	0	0
Almacén perfiles			9000	6000	600	Almacén perfiles			300	200	Palos cortados a medida	15	12	0	1	0	0
División PVC				0	1050	División PVC				0							
División Aluminio					1200	División Aluminio											
Máquinas de soporte						Máquinas de soporte											

Figura 53 Diagrama cruzado (DC) (Fuente: Elaboración propia)

Seguidamente, se representa el diagrama de recorridos con las intensidades detalladas en el diagrama cruzado. En la Figura 54 se muestra dicho diagrama.

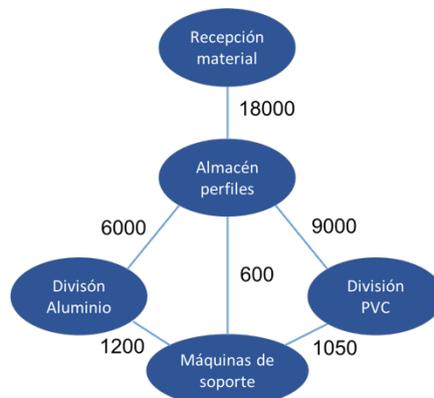


Figura 54 Diagrama Relacional de Recorridos (DRR) (Fuente: Elaboración propia)

5 Análisis de relaciones entre las actividades

Una vez terminado el análisis de recorridos, se procede a realizar el análisis de relaciones. Este análisis permite conocer qué secciones se deben situar cerca de otras y cuales no.

La Figura 55, muestra la matriz relacional de las actividades (MRA) afectadas por el cambio de distribución en planta. Se puede observar que el Almacén de perfiles tiene una relación absolutamente necesaria con la zona de Recepción de material porque el personal implicado en ambas secciones es el mismo. Por otro lado, dicho almacén guarda una relación especialmente importante con las dos divisiones de montaje puesto que los perfiles utilizados en las cadenas de montaje se extraen del almacén para ir a la sección de corte (secuencia del flujo de trabajo). Finalmente, las máquinas de soporte tienen una relación importante con el almacén puesto que hay ciertos perfiles auxiliares que pasan directamente del almacén a dichas máquinas para ser tratados (secuencia del flujo de trabajo).

	Recepción de material	Almacén perfiles	División PVC	División Aluminio	Máquinas de soporte
Recepción de material		A / 2	U	U	U
Almacén perfiles			E / 6	E / 6	I / 6
División PVC				X / 9	I / 4
División Aluminio					I / 4
Máquinas de soporte					

Código	Relación	Color
A	Absolutamente necesaria	Rojo
E	Especialmente importante	Amarillo
I	Importante	Verde
O	Ordinaria	Azul
U	Sin importancia	Blanco
X	Rechazable	Blanco

Código	Razón
1	Misma información
2	Mismo personal
3	Mismo espacio
4	Contacto personal
5	Contacto a través de documentos escritos
6	Secuencia de flujo de trabajo
7	Trabajo similar
8	Mismo equipo
9	Diferentes espacios

Figura 55 Matriz Relacional de Actividades (MRA) (Fuente: Elaboración propia)

Una vez definida la matriz relacional de las actividades, se representa el diagrama relacional de actividades en la Figura 56.

Como se puede observar, el Almacén de perfiles se debe situar muy cerca de la zona de Recepción de material. Además, dicho almacén debe situarse cerca de las divisiones de PVC y aluminio. Por último, las Máquinas de soporte también guardan cierta relación con el almacén y las dos divisiones de la empresa, aunque se trata de una relación de menor peso.



Figura 56 Diagrama Relacional de Actividades (DRA) (Fuente: Elaboración propia)

6 Cálculo de la tabla relacional combinada bilateral (TRCB)

La tabla relacional combinada bilateral se calcula según el procedimiento detallado en el apartado *Systematic Layout Planning (SLP)* de este documento. Se utilizan los valores de 2,5 y 1 en la Ecuación 15 para α y β , respectivamente. Así, se obtiene la tabla mostrada en la Figura 57 donde se detallan los valores de la función $V(\text{TRC})$.

	Recepción de material	Almacén perfiles	División PVC	División Aluminio	Máquinas de soporte	alpha	2,5
						beta	1
Recepción de material		63000	0	0	0	V(A)	18000
Almacén perfiles			36000	28500	10500	V(I)	9000
División PVC				-18000	11625	V(O)	4500
División Aluminio					12000	V(U)	0
Máquinas de soporte						V(X)	-18000

Figura 57 Tabla Relacional Combinada Bilateral (TRCB) (Fuente: Elaboración propia)

7 Representación del grafo dual

A partir de la tabla relacional combinada bilateral, se obtiene el Grafo Planar Ponderado Maximal (GPPM) para, posteriormente obtener el Grafo Dual (GD). Estos grafos, representados en la Figura 58, supone una primera aproximación a la distribución en planta futura.

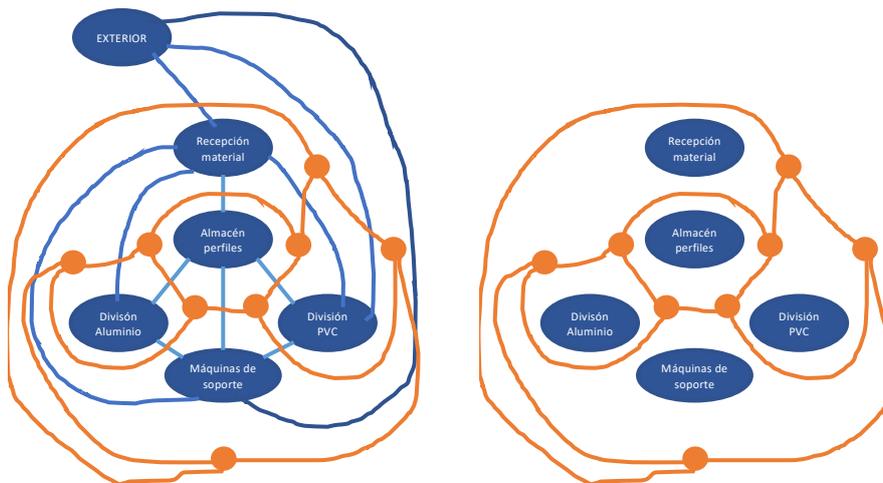


Figura 58 Grafo Planar Ponderado Maximal (GPPM) y Grafo Dual (GD) (Fuente: Elaboración propia)

8 Cálculo de las necesidades de espacio para cada actividad

Una vez obtenido el primer boceto de la distribución en planta, se calculan las necesidades de espacio para cada actividad.

En este caso, se han mantenido e incluso ampliado las superficies dedicadas a cada sección, a excepción del almacén de perfiles. Esto es gracias a la acción de mejora detallada anteriormente, que ha permitido pasar de 38 columnas de palés a 32 en dicho almacén.

9 Generación de alternativas

Esta tarea consiste en concebir diferentes alternativas de distribución en planta, siempre teniendo en cuenta el grafo dual obtenido anteriormente. Además, la empresa requiere la incorporación de un pasillo central que conecte los muelles de carga y descarga por el que pueda circular la carretilla elevadora.

Se han planteado 4 alternativas, detalladas a continuación. En todas ellas, se utiliza el código de colores mostrado en la Tabla 48.

Tabla 48 Código de colores (Fuente: Elaboración propia)

Color	Descripción
	Almacén de perfiles
	Máquinas división PVC
	Máquinas división aluminio
	Máquinas complementarias
	Carros y cintas de transporte
	Stock WIP

- Alternativa 1

La **Alternativa 1** incorpora el pasillo central de 3 metros de ancho requerido por la empresa. Además, mantiene el almacén de perfiles en la misma ubicación. No obstante, se reorganizan las secciones de corte, mecanizado, troquelado y retestado de la división de aluminio en forma de U. Esto favorece la versatilidad en el tratamiento de perfiles. Si bien cabe destacar que la máquina de corte de junquillos de aluminio se separa de la sección de corte y se sitúa al final de la línea productiva. Esto supone una ventana puesto que los junquillos se cortan a medida una vez ensamblado el cuadro de aluminio, en la fase final del proceso productivo.

Por otro lado, se sitúan las máquinas de corte de PVC en paralelo dentro de la división de PVC, dejando el espacio necesario en la parte de alimentación de las mismas para situar los palés de perfiles. A continuación, se ubica el centro de mecanizado.

Finalmente, se ubican las máquinas complementarias en la parte central de la nave para facilitar el acceso a las mismas desde las dos divisiones e incluso el almacén de perfiles.

La Figura 59 muestra esta alternativa.

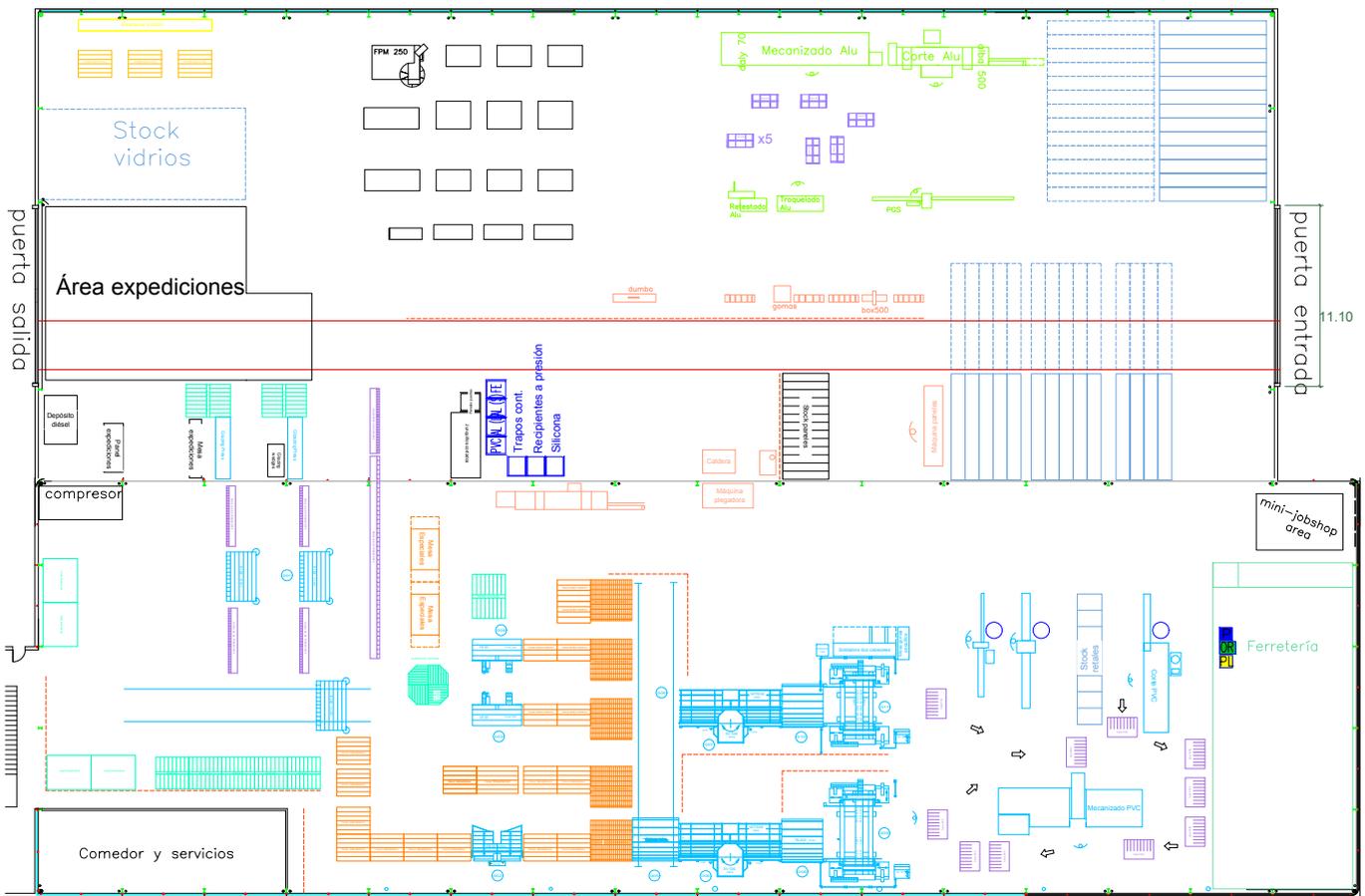


Figura 61 Alternativa 3 de la distribución en planta (Fuente: Elaboración propia)

- **Alternativa 4**

La **Alternativa 4** recupera la configuración del almacén dividido en la misma dirección con las 32 filas de columnas a 4 niveles. Además, se mantiene la propuesta del pasillo central de 3 metros de ancho.

En cuanto a la división de aluminio, se propone una configuración en L de la máquina de corte y el centro de mecanizado. La máquina de corte de junquillos se traslada al final de la línea de montaje. Por último, se ubican las prensas (sección de troquelado) y la retestadora (sección de retestado) en serie entre sí mismas y en paralelo a la sección de corte. Esto elimina la posibilidad de choque con el centro de mecanizado al troquelar o retestar barras de larga longitud.

La división de PVC mantiene la misma configuración que la alternativa anterior. Cabe destacar el flujo de entrada y salida del mismo, detallado en la Figura 62.

Por último, la sección de máquinas complementarias recupera la ubicación en la parte central de la planta, a excepción de la línea de embalaje.

Esta alternativa se representa en la Figura 62.

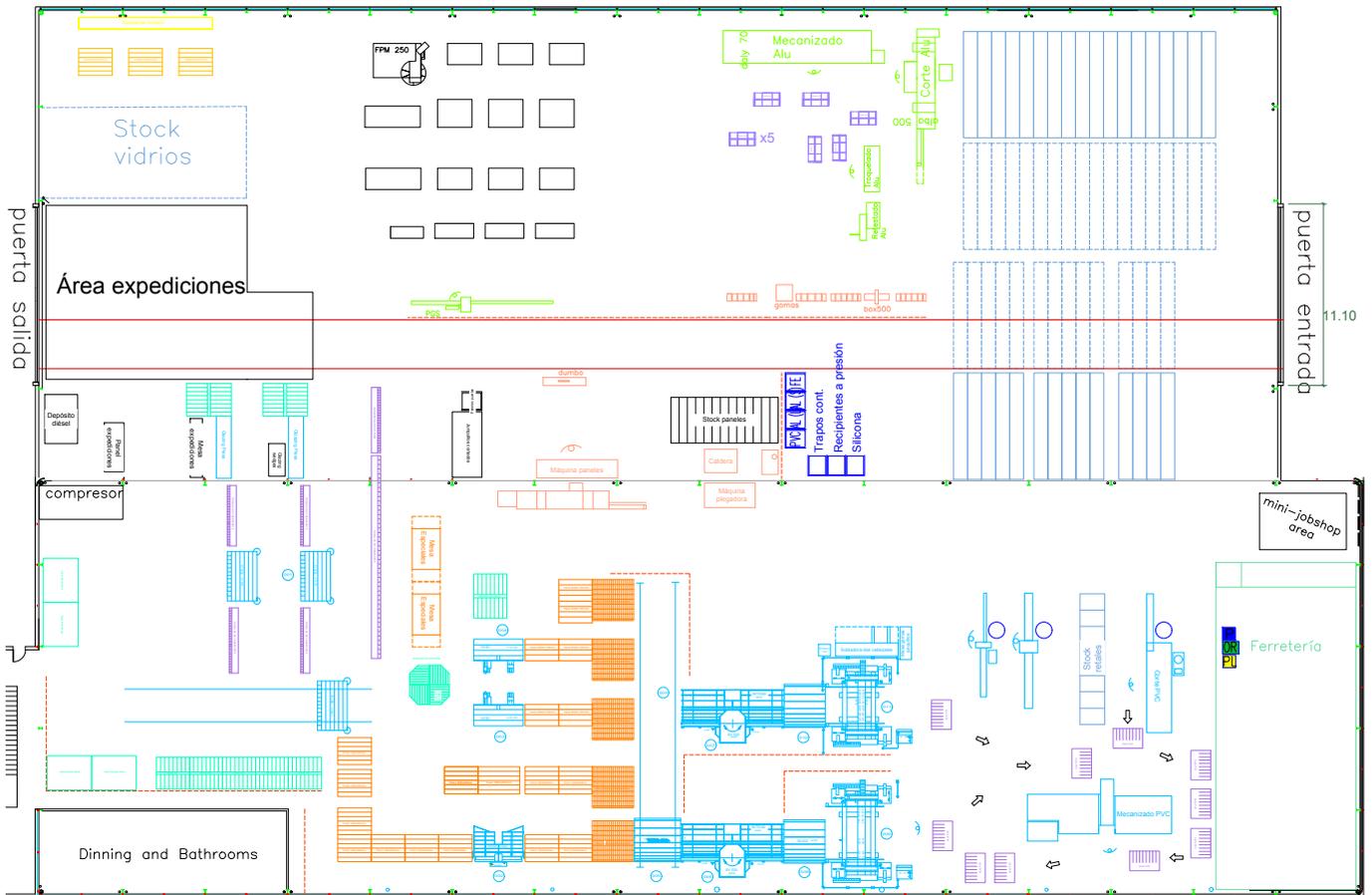


Figura 62 Alternativa 4 de la distribución en planta (Fuente: Elaboración propia)

10 Evaluación y selección de las alternativas

Para llevar a cabo la selección de la mejor alternativa, se utiliza el método AHP explicado en el apartado 3.7 *Analytic Hierarchy Process* (AHP) de este documento.

En primer lugar, se definen los criterios de evaluación de las alternativas. Estos son los siguientes:

- A. Manutención del almacén: este criterio persigue evaluar la facilidad en la manutención del almacén de perfiles con las herramientas actualmente disponibles (puente grúa y carretilla elevadora)
- B. Aprovisionamiento de las secciones de corte: este criterio evalúa la facilidad de aprovisionamiento de perfiles a las máquinas de corte, es decir, si existe un espacio reservado para el material a cortar delante de las mismas.
- C. Flujo de materiales: este criterio pretende evaluar si la disposición de las diferentes máquinas favorece la creación de flujo ya que dichas máquinas tienen una dirección de entrada de material definida.
- D. Seguridad en el tratamiento de perfiles: existe la posibilidad de tratar perfiles de larga longitud por lo que este criterio evalúa la seguridad en el tratamiento de los mismos, es

decir, si existe la posibilidad de choques con máquinas, golpes a operarios, etc., al procesar dichos perfiles.

- E. Implementación: se evalúa la facilidad en la implementación de cada alternativa.
- F. Incorporación de nueva maquinaria: este criterio persigue evaluar la facilidad en la incorporación de nueva maquinaria, concretamente de un centro de corte automático en la división de PVC que la empresa tiene previsto incorporar.

Una vez definidos los criterios de evaluación, se procede a la evaluación de los mismos. Dicha evaluación se realiza completando un formulario de evaluación de criterios durante la reunión con los responsables de operaciones y producción. El resultado se muestra en la Figura 63.

CRITERIO	Absolutamente más importante	Mucho más importante	Más importante	Ligeramente más importante	Igualmente importante	Ligeramente menos importante	Menos importante	Mucho menos importante	Absolutamente menos importante	CRITERIO
A		X								B
A				X						C
A			X							D
A		X								E
A	X									F
B								X		C
B							X			D
B						X				E
B				X						F
C			X							D
C		X								E
C	X									F
D				X						E
D			X							F
E				X						F

Figura 63 Formulario de evaluación de criterios (Fuente: Elaboración propia)

A partir del formulario de criterios, se obtiene la matriz de evaluación de criterios que permite calcular el vector pesos de los criterios. Dicho vector se muestra en la Figura 64.

	A	B	C	D	E	F	VECTOR PROPIO
A	1	7	3	5	7	9	0,4445
B	1/7	1	1/7	1/5	1/3	3	0,0411
C	1/3	7	1	5	7	9	0,3061
D	1/5	5	1/5	1	3	5	0,1204
E	1/7	3	1/7	1/3	1	3	0,0624
F	1/9	1/3	1/9	1/5	1/3	1	0,0255
CR	9,42%	< 10%					1,0000

Figura 64 Matriz de evaluación de criterios y vector de pesos de los criterios (Fuente: Elaboración propia)

Una vez obtenidos los pesos de cada criterio, se procede a valorar las alternativas en función de cada uno de dichos criterios. Para ello, se utiliza el formulario mostrado en la Figura 65.

CRITERIO										
ALTERNATIVA	Absolutamente mejor	Mucho mejor	Mejor	Ligeramente mejor	Indiferente	Ligeramente peor	Peor	Mucho peor	Absolutamente peor	ALTERNATIVA
A										B
A										C
A										D
B										C
B										D
C										D

Figura 65 Formulario de valoración de las alternativas en función de cada criterio (Fuente: Elaboración propia)

Así pues, se obtiene una matriz de valoración y, por tanto, un vector de valoración por cada uno de los criterios. La Figura 66, muestra los resultados de este proceso de valoración de las alternativas.

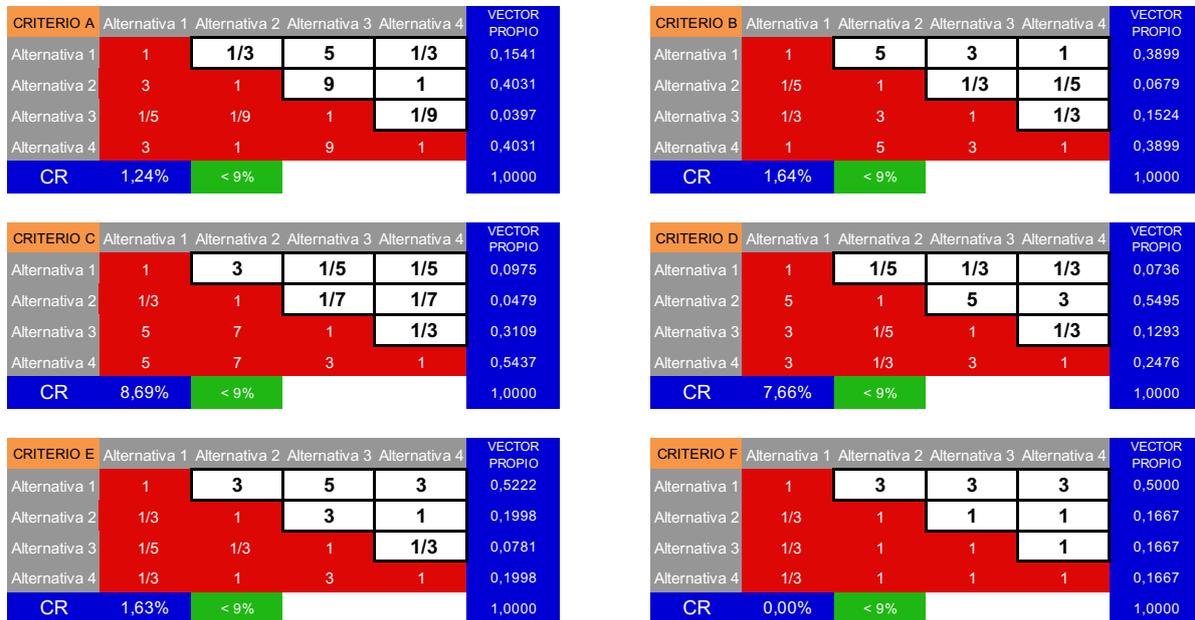


Figura 66 Matrices y vectores de valoración de las alternativas (Fuente: Elaboración propia)

Finalmente, se multiplica el vector pesos de los criterios por la matriz resultante de unir los vectores con las valoraciones de las alternativas, es decir, la matriz de valoraciones. La Figura 67, muestra el resultado de dicho cálculo.

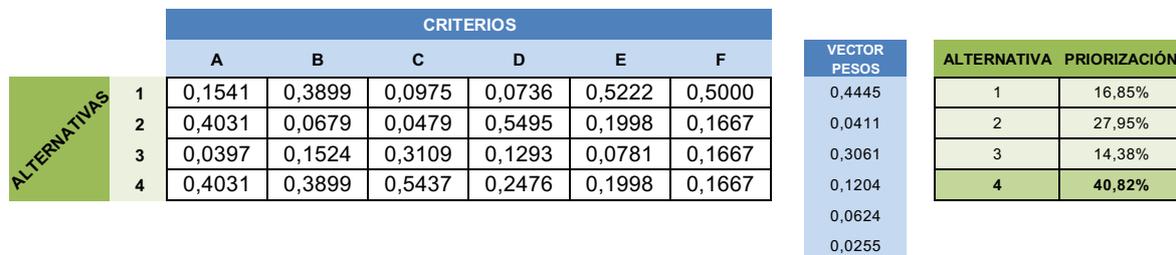


Figura 67 Cálculo del vector priorización de las alternativas (Fuente: Elaboración propia)

Por tanto, la alternativa seleccionada es la **Alternativa 4**.

11 Instalación de la alternativa seleccionada

Una vez seleccionada la alternativa, se procede a instalar la misma. Para ello, se requiere la participación conjunta del ingeniero, responsable de planta, responsable de mantenimiento y dos operarios. Los cambios de ubicación tanto del almacén de perfiles como de las diferentes máquinas afectadas se realizan fuera del horario laboral de la empresa. De esta forma, se evita parar la producción de las líneas de montaje.

Por otro lado, a continuación, se muestra la secuenciación de los movimientos que se pretende realizar:

- I División de PVC
 - A) Sección de mecanizado
 - B) Sección de corte
- II Almacén de perfiles
- III División de aluminio
 - C) Sección de corte (salvo máquina de corte de junquillos)
 - D) Sección de mecanizado
 - E) Sección de troquelado
 - F) Sección de retestado
- IV Máquinas complementarias
 - G) Máquina de corte de paneles y almacén paneles
 - H) Desbarbadora
 - I) Línea de embalaje
- V División de aluminio
 - J) Máquina de corte de junquillos

6.3.4 Definición de los Recursos Asignados a las Tareas

En la Tabla 49, se muestran los recursos asignados a las tareas de esta acción de mejora.

Tabla 49 Recursos asignados a las tareas de la acción de mejora 1.2 (Fuente: Elaboración propia)

ID Tarea	Recursos humanos	Recursos materiales
1	Un ingeniero (dos días)	Soporte informático
2	Un ingeniero (tres días)	Soporte informático
3	Un ingeniero (un día)	Soporte informático
4	Un ingeniero (dos días)	Soporte informático
5	Un ingeniero (dos días)	Soporte informático
6	Un ingeniero (un día)	Soporte informático
7	Un ingeniero (un día)	Soporte informático
8	Un ingeniero (dos días)	Soporte informático y herramientas de medición
9	Un ingeniero (seis días)	Soporte informático, papel, post-its
10	Un ingeniero y responsables de operaciones y producción (cinco días)	Soporte informático e impresora
11	Un ingeniero, responsable de planta, responsable mantenimiento y 2 operarios (quinze días)	Material impreso, puente grúa, carretilla elevadora

6.3.5 Temporización

El diagrama de Gantt representado en la Figura 68 detalla la temporización de las tareas a realizar en esta acción de mejora.



6.4 Conclusiones

En este capítulo, se ha detallado el primer subproyecto de mejora asociado a las dimensiones de Mejora del almacén de perfiles, Mejora del almacén Ferretería y a la dimensión de la Distribución en planta. Se han explicado las dos acciones de mejora que se han llevado a cabo: se han descrito brevemente, se han especificado las tareas asociadas a cada acción y se ha establecido la temporización de las mismas. Finalmente, se ha comparado la implementación y la planificación inicial de las mismas.

Este subproyecto de mejora ha permitido reducir el *stock* del almacén de perfiles y mejorar la organización y control del mismo. Además, se ha mejorado el aprovechamiento del espacio en planta gracias al cambio de *layout*.

En el siguiente capítulo, se detalla el segundo subproyecto de mejora asociado al proyecto de mejora global de la empresa.

7 Diseño Detallado e Implementación Inicial del Subproyecto de Mejora 2 Asociado a la Planificación de la producción y Mejora de la Comunicación, la Medición de KPIs y la Factoría Visual

7.1 Introducción

En este capítulo, se detalla el diseño del subproyecto de mejora asociado a las dimensiones de Planificación de la producción y mejora de la comunicación, la Medición de KPIs y la Factoría visual. De esta forma, se define la implementación en la empresa de las acciones de mejora asociadas a dichas dimensiones.

Primeramente, se describen las diferentes acciones de mejora incluidas en el subproyecto. A continuación, se realiza una breve descripción de cada una de ellas, se definen los responsables y participantes, se detallan las tareas necesarias y los recursos asignados a las mismas. Finalmente, se incluye la temporización de la acción de mejora y la implementación inicial llevada a cabo.

7.2 Acción de Mejora 2.1: Creación de Hojas de Recolección de Datos para la Medición de Indicadores

7.2.1 Breve Descripción de la Acción

La primera acción de mejora de este subproyecto es la creación de hojas de recolección de datos para poder medir indicadores. Crear y definir estas hojas va a permitir medir y controlar ciertos indicadores de rendimiento.

Para poder llevar a cabo esta acción de mejora, en primer lugar, se debe seleccionar el área piloto en la que se van a rellenar dichas hojas. A continuación, se seleccionan los indicadores que se pretenden medir y se crean dichas hojas. Finalmente, se debe realizar una formación a los operarios para que rellenen las hojas de forma correcta.

7.2.2 Definición de Responsables y Participantes

Los responsables y participantes de la acción de mejora 2.1 se detallan en la Tabla 50.

Tabla 50 Responsables y participantes de la acción de mejora 2.1 (Fuente: Elaboración propia)

Responsable 1	<i>Director de Operaciones</i>
Responsable 2	<i>Ingeniero de Organización</i>
Responsable 3	<i>Responsable de Producción</i>
Responsable 4	<i>Jefe de Taller</i>
Participante 1	<i>Operarios división PVC</i>

7.2.3 Detalle de las Tareas Necesarias

A continuación, se detallan las tareas necesarias para la realización de esta acción de mejora.

1 Elección del área piloto

La primera tarea de esta acción de mejora es la elección del área piloto en la que se pretende medir los indicadores.

En este caso, se ha seleccionado como área piloto de división de PVC. Esta elección está basada en varias razones, detalladas a continuación:

- La estrategia empresarial concede mayor importancia a esta división
- La cadena de producción está más automatizada y monitorizada por el ERP
- El catálogo de productos es inferior al de la división de productos (aunque el producto se fabrica a medida, se utiliza un número inferior de series de perfiles por lo que la variabilidad de perfiles es mucho menor)
- La división de PVC es más antigua, por tanto, se posee un mayor *know-how*

2 Elección de los indicadores a medir

Una vez seleccionada el área piloto donde se va a aplicar la acción de mejora, se procede a elegir los indicadores que se pretende medir y controlar.

En este caso, se han considerado importantes los siguientes indicadores:

- Tiempo de Ciclo
- OEE
- FTT

Cabe destacar que se pretende medir estos indicadores de cada una de las operaciones realizadas en la cadena de montaje de PVC.

3 Análisis de los datos que recoge el ERP

La división de PVC destaca por su elevada automatización y monitorización de las operaciones gracias al ERP del que dispone la empresa. Sin embargo, la información captada en la mayoría de los casos es errónea puesto que los operarios no utilizan los monitores correctamente por falta de formación. Además, ningún responsable analiza dichos datos ya que son conocedores de que no representan la realidad. Cabe destacar también que el ERP mide los tiempos de operación, pero no contempla la introducción de ciertos datos como, por ejemplo, los tiempos y motivos de averías y/o mantenimientos.

Por este motivo, se plantea, en un principio, la recolección manual de datos para la medición de indicadores, mediante hojas de recolección de datos. Posteriormente, se planteará dicha recolección mediante el uso de los monitores correspondientes, adaptando el software y formando a los operarios.

4 Creación de la Hoja de Recolección de Datos (HRD)

Para la recolección manual de datos, se diseña una Hoja de Recolección de Datos (HRD) estándar que servirá para todas las operaciones de la cadena de producción de PVC.

La HRD se detalla en la Figura 70. Para calcular el tiempo de ciclo, los operarios deberán introducir las unidades producidas, generalmente, el número de cuadros producidos. Así, conociendo las horas

3	Un ingeniero (tres días)	Soporte informático
4	Un ingeniero (tres días)	Soporte informático
5	Un ingeniero y operarios división PVC (cuatro días)	Material impreso
6	Operarios división PVC (todos los días)	Material impreso
7	Un ingeniero y jefe de taller (ocho días)	Material impreso

7.2.5 Temporización

La distribución temporal de las tareas incluidas en la presente acción de mejora se representa mediante el uso del diagrama de Gantt, detallado en la Figura 71.

perfilio		Timing: Creación de Hojas de Recolección de Datos para la Medición de Indicadores				Week 37		Week 38		Week 39		Week 40		Week 41		Week 42		Week 43		Week 44																												
ID	Tarea	Duración (días)	Fecha inicio	Fecha fin	4-sep-17	5-sep-17	6-sep-17	7-sep-17	8-sep-17	11-sep-17	12-sep-17	13-sep-17	14-sep-17	15-sep-17	18-sep-17	19-sep-17	20-sep-17	21-sep-17	22-sep-17	25-sep-17	26-sep-17	27-sep-17	28-sep-17	29-sep-17	3-oct-17	4-oct-17	5-oct-17	6-oct-17	9-oct-17	10-oct-17	11-oct-17	12-oct-17	13-oct-17	16-oct-17	17-oct-17	18-oct-17	19-oct-17	20-oct-17	23-oct-17	24-oct-17	25-oct-17	26-oct-17	27-oct-17					
1	Elección del área piloto	1	04/09/2017	04/09/2017	█																																											
2	Elección de los indicadores a medir	1	05/09/2017	05/09/2017		█																																										
3	Análisis de los datos que recoge el ERP	3	06/09/2017	08/09/2017			█	█																																								
4	Creación de la Hoja de Recolección de Datos (HRD)	3	11/09/2017	13/09/2017						█	█																																					
5	Formación de los operarios encargados de rellenar la hoja	4	14/09/2017	19/09/2017																																												
6	Rellenado de las HRD	365	20/09/2017	20/09/2018																																												
7	Control del relleno de las HRD	8	20/09/2017	29/09/2017																																												

Figura 71 Diagrama de Gantt de la acción de mejora 2.1 (Fuente: Elaboración propia)

7.2.6 Implementación

Esta acción de mejora supone el comienzo de la implementación del segundo subproyecto de mejora. Se han llevado a cabo algunas de las tareas asociadas a la misma, es decir, se ha completado parcialmente esta acción de mejora.

La Tabla 52, muestra las tareas de la acción de mejora que se han completado durante la concepción y planificación del proyecto.

Tabla 52 Estado de las tareas de la acción de mejora 2.1 (Fuente: Elaboración propia)

ID	Tarea	Estado
1	Elección del área piloto	Completada
2	Elección de los indicadores a medir	Completada
3	Análisis de los datos que recoge el ERP	Completada
4	Creación de la Hoja de Recolección de Datos (HRD)	Completada
5	Formación de los operarios encargados de rellenar la hoja	Pendiente
6	Rellenado de las HRD	Pendiente
7	Control del relleno de las HRD	Pendiente

7.3 Acción de Mejora 2.2: Factoría Visual en la División de PVC

7.3.1 Breve Descripción de la Acción

Esta acción de mejora tiene como objetivo diseñar un panel de factoría visual que servirá para mostrar la información necesaria para llevar a cabo las reuniones TOP5. Además, se crea un buzón de sugerencias para que los operarios puedan plantear ideas de mejora.

Para llevar a cabo el diseño del panel, se elige el área piloto de actuación, se elaboran plantillas para mostrar la información deseada y se diseña la distribución de dicha información en el panel. Finalmente, se elige el lugar de la planta donde ubicar el panel y se construye el mismo.

7.3.2 Definición de Responsables y Participantes

Los responsables y participantes de la acción de mejora 2.2 se detallan en la Tabla 53.

Tabla 53 Responsables y participantes de la acción de mejora 2.2 (Fuente: Elaboración propia)

Responsable 1	Director de Operaciones
Responsable 2	Ingeniero de Organización
Responsable 3	Responsable de Producción
Participante 1	Jefe de Taller
Participante 2	Operarios división PVC

7.3.3 Detalle de las Tareas Necesarias

A continuación, se detallan las tareas necesarias para la realización de esta acción de mejora.

1 Elección del área piloto

Esta tarea tiene como objetivo elegir el área piloto en la que se va a aplicar la acción de mejora. En este caso, el área piloto escogida es la división de PVC por los mismos motivos explicados en la acción de mejora 2.1. Además, elegir la misma área de actuación permite dar continuidad al proyecto y constatar más fácilmente el impacto global del subproyecto.

2 Elección de la información a mostrar (KPIs, Equipo, ...)

Esta tarea implica seleccionar la información que se pretende mostrar en el panel. En este caso, se pretende mostrar la siguiente información:

- Integrantes del Grupo Autónomo de Producción (GAP)
- Indicadores diarios: Tiempo de Ciclo, OEE, FTT
- Evolución semanal indicadores: Tiempo de Ciclo, OEE, FTT
- *Plan, Do, Check, Act* (PDCA) de las reuniones TOP60
- Actas reuniones TOP5

Finalmente, se incluirá en el panel el Buzón de Sugerencias, donde los operarios podrán plantear sus ideas de mejora.

3 Elaboración de plantillas que muestren la información

Una vez seleccionada la información, se crean plantillas para mostrar dicha información en el panel de factoría visual.

En primer lugar, se ha creado la plantilla que muestra los integrantes del GAP. Dicha plantilla se muestra en la Figura 72.

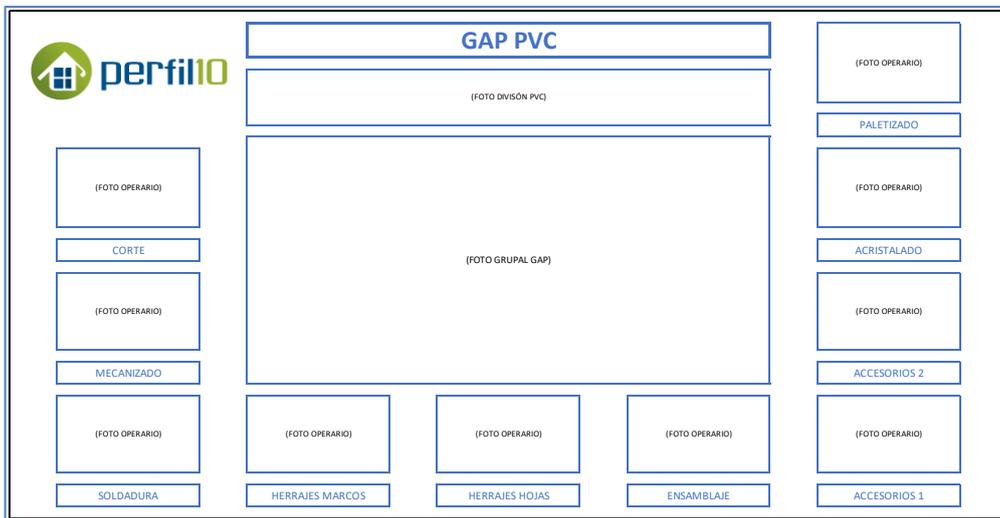


Figura 72 Plantilla GAP PVC (Fuente: Elaboración propia)

En segundo lugar, se ha creado la plantilla para mostrar la evolución semanal de los indicadores para cada operación. La Figura 73, muestra esta plantilla, aplicada a la operación de corte. Cabe destacar que los objetivos a alcanzar para cada indicador se irán adaptando según vaya evolucionando la recolección de datos mediante las HRD propuesta en la anterior acción de mejora.

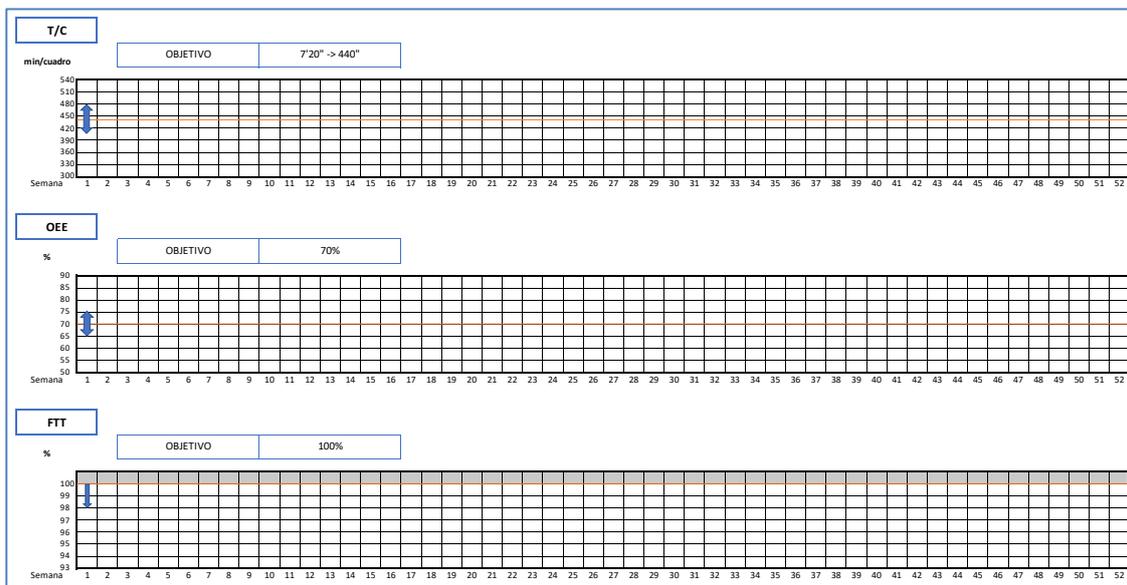


Figura 73 Plantilla evolución semanal de indicadores (Fuente: Elaboración propia)

A continuación, se ha diseñado la plantilla con el ciclo PDCA, a completar durante las reuniones TOP60. Esta plantilla se muestra en la Figura 74.

perfilio PDCA TOP60 PVC											
Nº	Fecha propuesta	Área	Problema	Acción	Responsable	Plazo	Fecha ejecución	Desviación	Comentarios	Estado	
1		PVC									NO INICIADA
2		PVC									EN CURSO
3		PVC									REALIZADA
4		PVC									
5		PVC									
6		PVC									
7		PVC									
8		PVC									
9		PVC									
10		PVC									
11		PVC									
12		PVC									
13		PVC									
14		PVC									
15		PVC									
16		PVC									
17		PVC									
18		PVC									
19		PVC									
20		PVC									
21		PVC									
22		PVC									
23		PVC									
24		PVC									
25		PVC									

Figura 74 Plantilla PDCA (Fuente: Elaboración propia)

Finalmente, en la Figura 75 se muestra la plantilla creada para las actas de las reuniones TOP5 y en la Figura 76, la plantilla creada para las ideas de mejora.

perfilio ACTA REUNIÓN TOP5 - PRODUCCIÓN		Semana: _____ Sección: _____					
ACCIONES				Estado			
Nº	Acción	Resp.	Fecha prop.	Fecha ejec.	NO INICIADA	EN CURSO	REALIZADA
1							
2							
3							
4							
5							

Fecha actualización acciones: _____

COMENTARIOS (indicadores, ideas mejora, incidencias, etc)	
Lunes:	Firma líder GAP
Martes:	Firma líder GAP
Miércoles:	Firma líder GAP
Jueves:	Firma líder GAP
Viernes:	Firma líder GAP

Figura 75 Plantilla actas reuniones TOP5 (Fuente: Elaboración propia)

perfilio IDEA DE MEJORA Nº _____	
Fecha:	
Nombre o equipo:	
GAP:	
TEMA	
<input type="checkbox"/> Seguridad	<input type="checkbox"/> Costes
<input type="checkbox"/> Calidad	<input type="checkbox"/> Administración/Organización
<input type="checkbox"/> Producto/proceso	<input type="checkbox"/> Medio ambiente
<input type="checkbox"/> Puesto y entorno de trabajo	
PROBLEMA	ACCIÓN PROPUESTA
RESPUESTA: <input type="checkbox"/> aceptada <input type="checkbox"/> no aceptada Fecha: _____	
COMENTARIOS: _____	
Resp. Realización:	Plazo: _____

Figura 76 Plantilla idea de mejora (Fuente: Elaboración propia)

4 Distribución de la información en el panel

Finalizada la creación de plantillas para mostrar la información seleccionada, se procede a diseñar el panel de factoría visual que contendrá dicha información. La Figura 77, muestra el diseño final del panel.

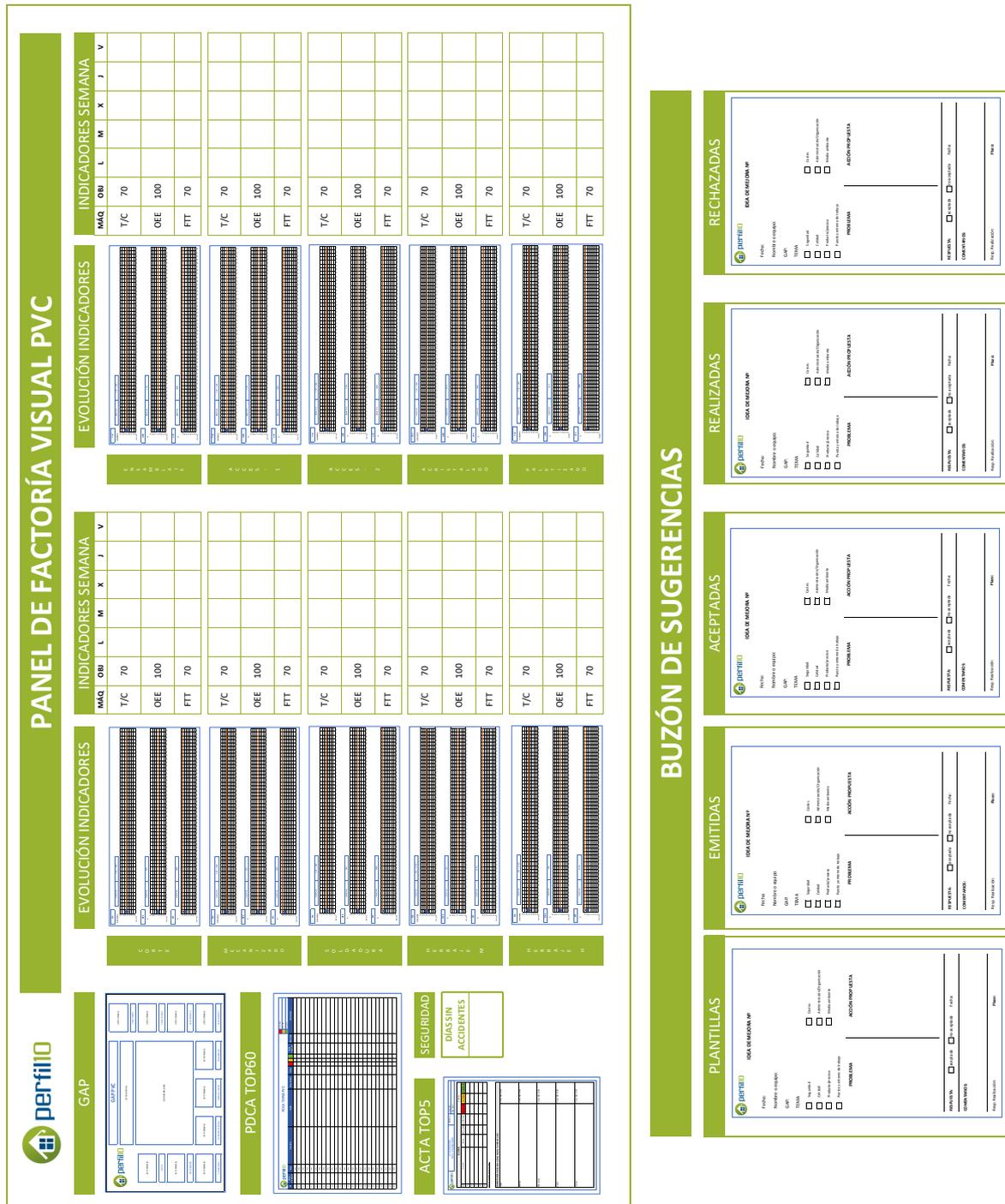


Figura 77 Plantilla actas reuniones TOP5 (Fuente: Elaboración propia)

5 Elección del lugar donde ubicar el panel

Una vez definido el diseño del panel, se debe elegir la ubicación del mismo en la planta. Como el área piloto escogida es la división de PVC, el panel debe colocarse dentro de dicha zona. Además, se debe dejar cierto espacio enfrente del panel para poder albergar las reuniones TOP5.

En este caso, la ubicación elegida es la mostrada en la Figura 78. Se ha elegido esta ubicación puesto que se trata del pasillo de acceso a la división de PVC y dispone de una valla para colgar el panel y espacio para albergar las reuniones.

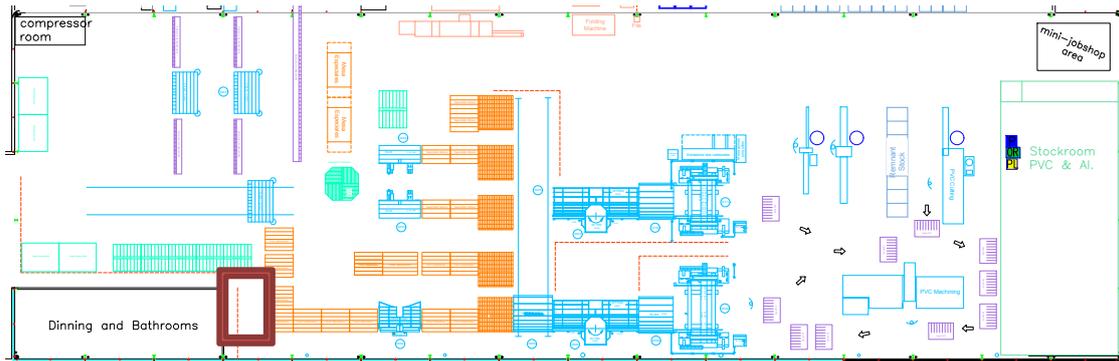


Figura 78 Ubicación del panel de factoría visual en la división de PVC (Fuente: Elaboración propia)

6 Fabricación y colocación del panel

Para la fabricación del panel, se ha elegido un material ferromagnético que permita colgar tanto hojas como etiquetas mediante el uso de imanes. Además, se pretende forrar dicho material con un vinilo blanco en el que se rotularán las diferentes secciones del panel. Este vinilo permitirá escribir, con rotuladores de tinta borrable, los diferentes valores de los indicadores a lo largo de la semana en las casillas correspondientes. Por otro lado, se pegarán fundas de plástico transparentes que contendrán las plantillas mostradas anteriormente, rellenas con los valores correspondientes.

7 Rellenado y utilización del panel

Finalmente, se rellenará el panel diariamente y se actualizarán las diferentes plantillas de forma semanal. Además, se utilizará durante las reuniones TOP5, como ya se ha explicado anteriormente.

7.3.4 Definición de los Recursos Asignados a las Tareas

En la Tabla 54, se muestran los recursos asignados a las tareas de esta acción de mejora.

Tabla 54 Recursos asignados a las tareas de la acción de mejora 2.2 (Fuente: Elaboración propia)

ID Tarea	Recursos humanos	Recursos materiales
1	Un ingeniero y responsables de operaciones y de producción (un día)	
2	Un ingeniero y responsables de operaciones y de producción (un día)	Soporte informático
3	Un ingeniero (tres días)	Soporte informático
4	Un ingeniero (un día)	Material impreso

5	Un ingeniero y jefe de taller (un día)	
6	Un ingeniero y jefe de taller (ocho días)	Material impreso, panel ferromagnético, vinilo rotulado, fundas de plástico, rotuladores y borrador, herramientas de colocación
7	Jefe de taller y operarios PVC (todos los días)	Material impreso

7.3.5 Temporización

La temporización de las tareas incluidas en esta acción de mejora se representa en el diagrama de Gantt de la Figura 79.

perfilio					Timing: Factoría Visual en la División PVC																							
ID	Tarea	Duración (días)	Fecha inicio	Fecha fin	Week 40				Week 41				Week 42				Week 43				Week 44				Week 45			
					L	M	X	J	L	M	X	J	L	M	X	J	L	M	X	J	L	M	X	J	L	M	X	J
1	Elección del área piloto	1	25/09/2017	25/09/2017																								
2	Elección de la información a mostrar (KPIs, Equipo, ...)	1	26/09/2017	26/09/2017																								
3	Elaboración de plantillas que muestren la información	3	27/09/2017	29/09/2017																								
4	Distribución de la información en el panel	1	02/10/2017	02/10/2017																								
5	Elección del lugar donde situar el panel	1	03/10/2017	03/10/2017																								
6	Fabricación y colocación del panel	8	04/10/2017	13/10/2017																								
7	Rellenado y utilización del panel	262	16/10/2017	16/10/2018																								

Figura 79 Diagrama de Gantt de la acción de mejora 2.2 (Fuente: Elaboración propia)

7.3.6 Implementación

Esta acción de mejora se ha completado parcialmente, es decir, se han completado algunas de las tareas asociadas a la misma.

La Tabla 55, muestra las tareas de la acción de mejora que se han completado durante la concepción y planificación del proyecto.

Tabla 55 Estado de las tareas de la acción de mejora 2.2 (Fuente: Elaboración propia)

ID	Tarea	Estado
1	Elección del área piloto	Completada
2	Elección de la información a mostrar (KPIs, Equipo, ...)	Completada
3	Elaboración de plantilla que muestren la información	Completada
4	Distribución de la información en el panel	Completada
5	Elección del lugar donde situar el panel	Completada
6	Fabricación y colocación del panel	Pendiente
7	Rellenado y utilización del panel	Pendiente

7.4 Acción de Mejora 2.3: Definición de Equipos de Mejora Continua

7.4.1 Breve Descripción de la Acción

Esta acción de mejora persigue el objetivo de definir equipos que promuevan la mejora continua en la empresa. Para ello, se elige el área piloto donde aplicar la acción de mejora, se define el organigrama del equipo y se planifican las reuniones que se llevarán a cabo.

7.4.2 Definición de Responsables y Participantes

Los responsables y participantes de la acción de mejora 2.3 se detallan en la Tabla 56.

Tabla 56 Responsables y participantes de la acción de mejora 2.3 (Fuente: Elaboración propia)

Responsable 1	Director de Operaciones
Responsable 2	Ingeniero de Organización
Responsable 3	Responsable de Producción
Participante 1	Jefe de Taller
Participante 2	Operarios división PVC

7.4.3 Detalle de las Tareas Necesarias

A continuación, se detallan las tareas necesarias para la realización de esta acción de mejora.

1 Elección del área piloto

Esta acción de mejora tiene como objetivo elegir el área piloto en la que se va a aplicar la acción de mejora. En este caso, el área piloto escogida es la división de PVC por los mismos motivos explicados en la acción de mejora 2.1. Además, elegir la misma área de actuación permite dar continuidad al proyecto y constatar más fácilmente el impacto global del subproyecto.

2 Definición del organigrama del equipo

Se define el organigrama del equipo de mejora continua, detallado en la Figura 80. Como se puede observar, se divide la cadena de producción de PVC en tres grupos autónomos de producción (GAPs). Esto se debe a la relación existente entre dichas secciones, tanto por su ubicación en planta como por el tipo de operaciones y las herramientas utilizadas en las mismas.



Figura 80 Organigrama del equipo de mejora continua (Fuente: Elaboración propia)

3 Planificación de las reuniones TOP5 y TOP60

En cuanto a la planificación de las reuniones, se plantea llevar a cabo reuniones TOP5 diariamente (al inicio de la jornada laboral) de cada uno de los GAPS, enfrente del panel de factoría visual. Por otro lado, se plantea una reunión semanal TOP60 en las oficinas en la que participarán el Jefe de Taller, como responsable de los GAPS, y los responsables de las funciones soporte de la Unidad Autónoma de Producción (UAP).

4 Presentación del equipo a sus integrantes

Esta tarea consiste en reunir a los integrantes del equipo piloto de mejora continua y explicar el organigrama del mismo, la finalidad de la mejora continua y las reuniones que se llevarán a cabo.

5 Explicación del desarrollo de las reuniones TOP5 y TOP60

Una vez realizada la presentación del equipo, se procede a explicar el desarrollo de las reuniones TOP5 y TOP60. Las reuniones TOP5 se llevan a cabo por los diferentes GAPS y sirven para comentar las incidencias, los indicadores de rendimiento y el trabajo a realizar durante la jornada. En cuanto a las TOP60, sirven para revisar la evolución de los indicadores seleccionados, previa actualización de los mismos con los datos recogidos durante la semana. Se planifica y coordina con Compras, Montajes y Mantenimiento la producción de la semana siguiente. Por último, se revisa la planificación PDCA y se valora las nuevas ideas de mejora propuestas por los operarios.

6 Periodo de entrenamiento en reuniones TOP5 y TOP60

Este periodo sirve para explicar el funcionamiento de las reuniones a los implicados en las mismas. Se trata de explicar e implementar la nueva filosofía de trabajo, mostrando la importancia y el impacto de la nueva metodología.

7 Seguimiento de las reuniones TOP5 y TOP60

Esta tarea consiste en el seguimiento de las reuniones durante un periodo de tiempo determinando para asegurar el correcto funcionamiento de las mismas y la implicación de los empleados implicados en las mismas.

8 Ejecución periódica de las reuniones TOP5 y TOP60

Finalmente, se ejecutan las reuniones de forma rutinaria según la planificación estipulada.

7.4.4 Definición de los Recursos Asignados a las Tareas

En la Tabla 57, se muestran los recursos asignados a las tareas de esta acción de mejora.

Tabla 57 Recursos asignados a las tareas de la acción de mejora 2.3 (Fuente: Elaboración propia)

ID Tarea	Recursos humanos	Recursos materiales
1	Un ingeniero y responsables de operaciones y de producción (un día)	
2	Un ingeniero y responsables de operaciones y de producción (un día)	Soporte informático
3	Un ingeniero (un día)	Soporte informático
4	Un ingeniero (un día)	Soporte informático

5	Un ingeniero (dos días)	Soporte informático
6	Un ingeniero, jefe de taller y operarios división PVC (siete días)	Material impreso y panel factoría visual
7	Un ingeniero y responsables de operaciones y de producción (siete días)	Material impreso y panel factoría visual
8	Jefe de taller y operarios división PVC (todos los días)	Material impreso y panel factoría visual

7.4.5 Temporización

El diagrama de Gantt de la Figura 81 representa la temporización de las tareas incluidas en la presente acción de mejora.

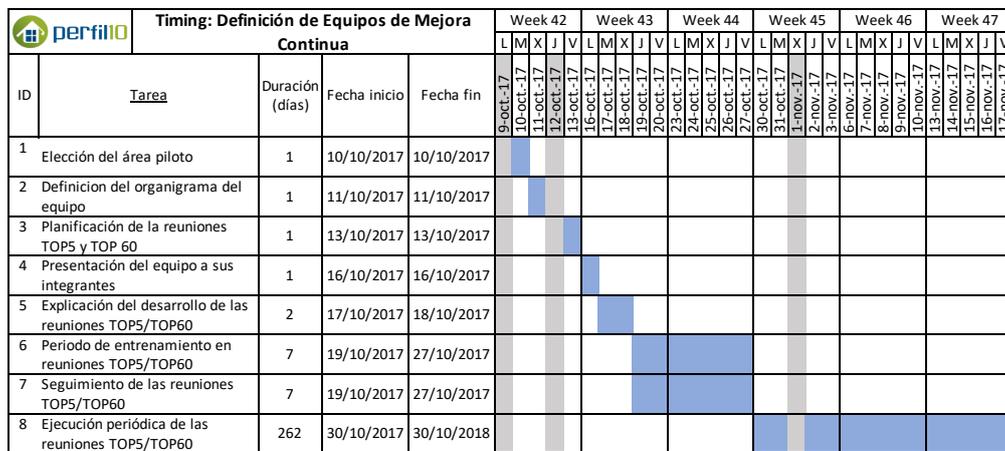


Figura 81 Diagrama de Gantt de la acción de mejora 2.3 (Fuente: Elaboración propia)

7.4.6 Implementación

En esta acción de mejora, se han llevado a cabo algunas de las tareas asociadas a la misma, es decir, se ha completado parcialmente esta acción de mejora.

La Tabla 58, muestra las tareas de la acción de mejora que se han completado durante la concepción y planificación del proyecto.

Tabla 58 Estado de las tareas de la acción de mejora 2.3 (Fuente: Elaboración propia)

ID	Tarea	Estado
1	Elección del área piloto	Completada
2	Definición del organigrama del equipo	Completada
3	Planificación de las reuniones TOP5 y TOP60	Completada
4	Presentación del equipo a sus integrantes	Pendiente
5	Explicación del desarrollo de las reuniones TOP5/TOP60	Pendiente
6	Periodo de entrenamiento en reuniones TOP5/TOP60	Pendiente
7	Seguimiento de las reuniones TOP5/TOP60	Pendiente
8	Ejecución periódica de las reuniones TOP5/TOP60	Pendiente



7.5 Conclusiones

En este capítulo, se ha detallado el segundo subproyecto de mejora asociado a las dimensiones de Planificación de la producción y Mejora de la Comunicación, la Medición de KPIs y la Factoría Visual. Se han explicado las tres acciones de mejora que se han llevado a cabo: se han descrito brevemente, se han especificado las tareas asociadas a cada acción y se ha establecido la temporización de las mismas. Finalmente, se han detallado las tareas completadas durante la redacción de dicho proyecto.

Este subproyecto de mejora tiene como objetivo la implementación de la mejora continua como filosofía de trabajo de la empresa. Para ello, se han seleccionado los indicadores de rendimiento a controlar y se ha propuesto un método de recolección de datos, que se utilizarán para la medición de dichos indicadores. Se pretende mostrar dichos indicadores a los operarios de la cadena de producción mediante el panel de factoría visual, para que sean partícipes del rendimiento de la misma y puedan aportar ideas de mejora al buzón de sugerencias. Finalmente, se establece un equipo de mejora continua y se planifican reuniones diarias y semanales de sus integrantes para llevar a cabo el ciclo PDCA.

En el siguiente capítulo, se presenta el presupuesto del proyecto de mejora presentado en los apartados anteriores.

8 Presupuesto

8.1 Introducción

En este capítulo, se detalla el presupuesto asociado al proyecto de mejora presentado en los apartados anteriores. Dicho presupuesto sirve para conocer la valoración económica del proyecto y que la empresa pueda evaluar la viabilidad y rentabilidad del mismo.

En primer lugar, se listan las consideraciones previas establecidas para la realización del presupuesto. A continuación, se muestran los presupuestos parciales del mismo, en los que se detalla la mano de obra y los materiales necesarios para la consecución del proyecto. Finalmente, se presenta el resumen del presupuesto.

8.2 Consideraciones Previas

Este documento contempla el presupuesto asociado al proyecto de mejora descrito en los apartados anteriores. Se trata de un proyecto de consultoría, ya que se ha realizado un análisis de la situación de la empresa y se han planteado e implementado una serie de mejoras. Por tanto, los principales costes se deben a la mano de obra de los ingenieros participantes en el proyecto. Además, se contemplan los costes de los trabajadores de la empresa implicados en el mismo y los costes de los materiales que se deben utilizar.

El presupuesto que se detalla a continuación, se ha elaborado teniendo en cuenta las siguientes consideraciones previas:

- **Gastos Generales:** se considera un **13%** del Presupuesto de Ejecución Material. Se incluyen en dichos gastos, los siguientes costes:
 - Electricidad
 - Teléfono
 - Internet
 - Fotocopias
 - Consumibles (tinta de impresora, folios, bolígrafos, etc.)
 - Cámara fotográfica
- **Beneficio Industrial:** se considera el **6%** del Presupuesto de Ejecución Material.
- **I.V.A.:** se considera el **21%** del Presupuesto de Contrata.

8.3 Presupuestos Parciales

8.3.1 Mano de Obra

Fase	Código	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
A		Análisis de la Situación Actual de la Empresa			1.399,00 €
A.1		<u>Estudio del entorno y recopilación de información inicial</u>			
	MOII-J	h Ingeniero Industrial Junior	16,00 h	16,00 €	256,00 €
	MOII-S	h Ingeniero Industrial Senior	1,00 h	35,00 €	35,00 €
				Coste Total:	291,00 €
A.2		<u>Preparación plantilla para la obtención de datos del VSM y toma de datos</u>			
	MOII-J	h Ingeniero Industrial Junior	12,50 h	16,00 €	200,00 €
	MOII-S	h Ingeniero Industrial Senior	2,00 h	35,00 €	70,00 €
				Coste Total:	270,00 €
A.3		<u>Representación del VSM As-Is</u>			
	MOII-J	h Ingeniero Industrial Junior	14,00 h	16,00 €	224,00 €
	MOII-S	h Ingeniero Industrial Senior	1,00 h	35,00 €	35,00 €
				Coste Total:	259,00 €
A.4		<u>Caracterización de las incidencias detectadas durante el análisis</u>			
	MOII-J	h Ingeniero Industrial Junior	18,00 h	16,00 €	288,00 €
	MOII-S	h Ingeniero Industrial Senior	1,00 h	35,00 €	35,00 €
				Coste Total:	323,00 €
A.5		<u>Redacción de la fase de análisis</u>			
	MOII-J	h Ingeniero Industrial Junior	16,00 h	16,00 €	256,00 €
				Coste Total:	256,00 €
B		Propuesta de las Oportunidades de Mejora			681,00 €
B.1		<u>Identificación de las oportunidades de mejora</u>			
	MOII-J	h Ingeniero Industrial Junior	14,00 h	16,00 €	224,00 €
	MOII-S	h Ingeniero Industrial Senior	2,00 h	35,00 €	70,00 €
				Coste Total:	294,00 €
B.2		<u>Descripción de las oportunidades de mejora, selección y priorización de las mismas</u>			
	MOII-J	h Ingeniero Industrial Junior	12,50 h	16,00 €	200,00 €
	MOII-S	h Ingeniero Industrial Senior	1,00 h	35,00 €	35,00 €
				Coste Total:	235,00 €
B.3		<u>Redacción de la fase de propuesta de las oportunidades de mejora</u>			
	MOII-J	h Ingeniero Industrial Junior	9,50 h	16,00 €	152,00 €
				Coste Total:	152,00 €

Fase	Código	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
C		Planificación del proyecto de mejora			267,00 €
C.1		<u>Identificación de responsables, tareas a realizar, recursos necesarios y temporización</u>			
	MOII-J	h Ingeniero Industrial Junior	6,50 h	16,00 €	104,00 €
	MOII-S	h Ingeniero Industrial Senior	1,00 h	35,00 €	35,00 €
				Coste Total:	139,00 €
C.2		<u>Redacción de la fase de planificación del proyecto</u>			
	MOII-J	h Ingeniero Industrial Junior	8,00 h	16,00 €	128,00 €
				Coste Total:	128,00 €
D		Detalle del subproyecto de mejora 1			14.779,00 €
D.1		<u>Detalle de las tareas a realizar, los recursos necesarios y la temporización de la acción de mejora 1.1</u>			
	MOII-J	h Ingeniero Industrial Junior	18,00 h	16,00 €	288,00 €
	MOII-S	h Ingeniero Industrial Senior	1,00 h	35,00 €	35,00 €
				Coste Total:	323,00 €
D.2		<u>Implementación de la acción de mejora 1.1</u>			
	MOII-J	h Ingeniero Industrial Junior	128,00 h	16,00 €	2.048,00 €
	MOII-S	h Ingeniero Industrial Senior	6,00 h	35,00 €	210,00 €
	MORA	h Responsable Almacén	16,00 h	14,50 €	232,00 €
	MOOA	h Operario Almacén	176,00 h	10,50 €	1.848,00 €
				Coste Total:	4.338,00 €
D.3		<u>Detalle de las tareas a realizar, los recursos necesarios y la temporización de la acción de mejora 1.2</u>			
	MOII-J	h Ingeniero Industrial Junior	28,00 h	16,00 €	448,00 €
	MOII-S	h Ingeniero Industrial Senior	3,00 h	35,00 €	105,00 €
				Coste Total:	553,00 €
D.4		<u>Ejecución de la acción de mejora 1.2</u>			
	MOII-J	h Ingeniero Industrial Junior	320,00 h	16,00 €	5.120,00 €
	MOII-S	h Ingeniero Industrial Senior	12,00 h	35,00 €	420,00 €
	MORO	h Responsable de Operaciones	20,00 h	28,00 €	560,00 €
	MORP	h Responsable de Producción	20,00 h	22,00 €	440,00 €
	MOJT	h Jefe de Taller	45,00 h	18,00 €	810,00 €
	MORM	h Responsable de Mantenimiento	45,00 h	22,00 €	990,00 €
	MOOP	h Operario Operario de Planta	90,00 h	10,50 €	945,00 €
				Coste Total:	9.285,00 €
D.5		<u>Redacción de la fase de detalle del subproyecto de mejora 1</u>			
	MOII-J	h Ingeniero Industrial Junior	17,50 h	16,00 €	280,00 €
				Coste Total:	280,00 €

Fase	Código	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
E		Detalle del suproyecto de mejora 2			5.158,00 €
E.1		<u>Detalle de las tareas a realizar, los recursos necesarios y la temporización de la acción de mejora 2.1</u>			
	MOII-J	h Ingeniero Industrial Junior	14,00 h	16,00 €	224,00 €
	MOII-S	h Ingeniero Industrial Senior	1,00 h	35,00 €	35,00 €
				Coste Total:	259,00 €
E.2		<u>Implementación de la acción de mejora 2.1</u>			
	MOII-J	h Ingeniero Industrial Junior	160,00 h	16,00 €	2.560,00 €
	MOII-S	h Ingeniero Industrial Senior	8,00 h	35,00 €	280,00 €
	MORO	h Responsable de Operaciones	8,00 h	28,00 €	224,00 €
	MORP	h Responsable de Producción	8,00	22,00 €	
	MOJT	h Jefe de Taller	32,00 h	18,00 €	576,00 €
	MOOP	h Operarior Operario de Planta	20,00 h	10,50 €	210,00 €
				Coste Total:	3.850,00 €
E.3		<u>Detalle de las tareas a realizar, los recursos necesarios y la temporización de la acción de mejora 2.2</u>			
	MOII-J	h Ingeniero Industrial Junior	18,00 h	16,00 €	288,00 €
	MOII-S	h Ingeniero Industrial Senior	1,00 h	35,00 €	35,00 €
				Coste Total:	323,00 €
E.4		<u>Implementación de la acción de mejora 2.2</u>			
	MOII-J	h Ingeniero Industrial Junior	120,00 h	16,00 €	1.920,00 €
	MOII-S	h Ingeniero Industrial Senior	6,00 h	36,00 €	216,00 €
	MORO	h Responsable de Operaciones	8,00 h	28,00 €	224,00 €
	MORP	h Responsable de Producción	8,00 h	22,00 €	176,00 €
	MOJT	h Jefe de Taller	12,00 h	18,00 €	216,00 €
				Coste Total:	2.752,00 €
E.5		<u>Detalle de las tareas a realizar, los recursos necesarios y la temporización de la acción de mejora 2.3</u>			
	MOII-J	h Ingeniero Industrial Junior	21,00 h	16,00 €	336,00 €
	MOII-S	h Ingeniero Industrial Senior	2,00 h	35,00 €	70,00 €
				Coste Total:	406,00 €
E.6		<u>Implementación de la acción de mejora 2.3</u>			
	MOII-J	h Ingeniero Industrial Junior	160,00 h	16,00 €	2.560,00 €
	MOII-S	h Ingeniero Industrial Senior	6,00 h	35,00 €	210,00 €
	MORO	h Responsable de Operaciones	14,00 h	28,00 €	392,00 €
	MORP	h Responsable de Producción	4,00 h	22,00 €	88,00 €
	MOJT	h Jefe de Taller	14,00 h	18,00 €	252,00 €
	MOOP	h Operarior Operario de Planta	10,00 h	10,50 €	105,00 €
				Coste Total:	3.607,00 €
E.7		<u>Redacción de la fase de detalle del subyecto de mejora 2</u>			
	MOII-J	h Ingeniero Industrial Junior	20,00 h	16,00 €	320,00 €
				Coste Total:	320,00 €

8.3.2 Materiales

Fase	Código	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
F		Material para la implementación del proyecto de mejora			261,10 €
	F.1	Paquete folios DIN A4	1,00 ud	3,00 €	3,00 €
	F.2	Paquete post-its	6,00 ud	0,90 €	5,40 €
	F.3	Panel ferromagnético 2x1,5m	1,00 ud	127,00 €	127,00 €
	F.4	Vinilo rotulado 2x1,5m	1,00 ud	36,00 €	36,00 €
	F.5	Rotulador tinta borrable	4,00 ud	1,40 €	5,60 €
	F.6	Borrador	1,00 ud	5,50 €	5,50 €
	F.7	Paquete fundas de plástico DIN A4	1,00 ud	8,00 €	8,00 €
	F.8	Accesorios de colocación panel	1,00 ud	20,00 €	20,00 €
	F.9	Buzón de sugerencias	4,00 ud	12,00 €	48,00 €
	F.10	Caja pinzas de pala abatible	1,00 ud	2,60 €	2,60 €
Coste Total:					261,10 €

8.4 Resumen del Presupuesto

Fase	Descripción	%	Importe
A	Análisis de la Situación Actual de la Empresa		1.399,00 €
B	Propuesta de las Oportunidades de Mejora		681,00 €
C	Planificación del proyecto de mejora		267,00 €
D	Detalle del suproyecto de mejora 1		14.779,00 €
E	Detalle del suproyecto de mejora 2		5.158,00 €
F	Material para la implementación del proyecto de mejora		261,10 €
	Presupuesto de Ejecución Material (PEM)		22.545,10 €
+	Gastos Generales	13%	2.930,86 €
+	Beneficio Industrial	6%	1.352,71 €
	Presupuesto de Contrata		26.828,67 €
+	I.V.A.	21%	5.634,02 €
Presupuesto Total			28.181,38 €
VEINTE Y OCHO MIL CIENTO OCHENTA Y UN EUROS CON TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS			

8.5 Conclusiones

En este capítulo, se ha presentado el presupuesto asociado al proyecto de mejora descrito en los apartados anteriores. Se han listado las consideraciones previas que se han tenido en cuenta en la elaboración del presupuesto. Seguidamente, se han mostrado los presupuestos parciales correspondientes a la mano de obra y los materiales necesarios para la consecución del proyecto. Finalmente, se detalla el resumen del presupuesto.

En el siguiente capítulo, se detallan las conclusiones globales del Trabajo de Fin de Master.

9 Conclusiones

En este capítulo, se resume el trabajo realizado y se detallan las conclusiones alcanzadas en la consecución del proyecto de mejora continua en la empresa Perfil10.

En primer lugar, se ha descrito la empresa en la que se ha realizado el proyecto, es decir, Perfil10, S.L. Se ha detallado el sector al que pertenece, el modelo de negocio y la misión, visión y valores de la misma. Se han descrito los productos que ofrece y los procesos de fabricación de la planta de producción, detallando la cadena de suministro que posee la empresa. Además, se han especificado los objetivos a alcanzar, que son: el **aprovechamiento del espacio** en planta, la **eficiencia** en la utilización de los recursos y la implantación de la filosofía de **mejora continua**.

Una vez detallado el entorno del problema y los objetivos del proyecto, se han descrito las bases teóricas que sustentan el trabajo realizado. Todas las herramientas, técnicas, metodologías e indicadores utilizados en el proyecto, se han explicado teóricamente. Se han incluido, también, las referencias consultadas.

Después de haber establecido las bases teóricas del proyecto, se ha realizado el análisis de la situación actual de la empresa. Se ha representado el *Value Stream Mapping* de la cadena productiva de PVC. Además, se han descrito las incidencias detectadas durante el análisis y se ha detallado la causa raíz de cada una de ellas. Seguidamente, se han descrito las oportunidades de mejora asociadas a las incidencias detectadas, se han seleccionado las que se requiere aplicar y se ha priorizado la implementación de las mismas.

Dicha priorización indica las oportunidades de mejora que se deben aplicar y, por tanto, pasan a considerarse acciones de mejora. En consecuencia, se ha realizado la planificación del proyecto de mejora, dividido en dos subproyectos, detallando los recursos, los responsables involucrados y la temporización de los mismos.

El primer subproyecto de mejora se ha asociado a las dimensiones de Mejora del almacén de perfiles, Mejora del almacén Ferretería y a la dimensión de la Distribución en planta. Se han descrito las dos acciones de mejora incluidas en el mismo, detallando las tareas y su temporización. Se han descrito los resultados de la implementación de este subproyecto, que son los siguientes: la **reducción del stock** del almacén de perfiles y la **mejora en la organización** del mismo, gracias a la primera acción de mejora; la mejora del **aprovechamiento del espacio** en planta, gracias a la segunda acción de mejora.

El segundo subproyecto se ha asociado a las dimensiones de Planificación de la producción y Mejora de la Comunicación, la Medición de KPIs y la Factoría Visual. Al igual que en el caso anterior, se han descrito las tres acciones de mejora de este subproyecto. En este caso, no se ha llegado a la implementación completa de las acciones de mejora, aunque el objetivo final del subproyecto es la adopción de la filosofía de **mejora continua** en la empresa.

Por tanto, como trabajo futuro, se contempla la terminación del segundo subproyecto. Además, cabe destacar que algunas de las acciones de mejora implementadas implican un seguimiento continuo. Finalmente, se pretende seguir implementando las oportunidades de mejora siguientes según el orden de priorización establecido por el diagrama PACE.

10 Referencias Bibliográficas

- Bicheno, John, and Matthias Holweg. *The Lean Toolbox: The Essential Guide to Lean Transformation*. 4. ed. Buckingham: PICSIE Books, 2009.
- Dahlgaard, Jens J., Ghopal K. Khanji, and Kai Kristensen. *Fundamentals of Total Quality Management*. Routledge, 2008.
- Feld, William M. *Lean Manufacturing: Tools, Techniques, and How to Use Them*. Boca Raton, FL : Alexandria, VA: St. Lucie Press ; APICS, 2001.
- García Sabater, José Pedro. "Como Estructurar y Escribir Un Proyecto Fin de Carrera, Trabajo Fin de Grado o Una Tesina Fin de Master," 2015.
http://jpgarcia.webs.upv.es/?page_id=34%20[Accessed%20February%205,%202015].
- García Sabater, José Pedro. "CONSEJOS PARA LA ESCRITURA DE PROYECTOS, TESIS Y TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN.," 2014, 6.
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/18355/Consejos%20de%20Escriturav6.pdf?sequence=5>
- Joint Commission Resources, Inc, ed. *Advanced Lean Thinking: Proven Methods to Reduce Waste and Improve Quality in Health Care*. Oak Brook, IL: Joint Commission Resources, 2008.
- Munro, Roderick A., Govindarajan Ramu, and Daniel J. Zrymiak. *The Certified Six Sigma Green Belt Handbook, Second Edition*. ASQ Quality Press, 2015.
- Muther, Richard, and Lee Hales. *Systematic Layout Planning*. Marietta, GA: Management & Industrial Research Publications, 2015.
- Rother, Mike, and John Shook. *Learning to See: Value-Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. A Lean Tool Kit Method and Workbook. Cambridge: Lean Enterprise Inst, 2009.
- Saaty, R. W. "The Analytic Hierarchy Process—What It Is and How It Is Used." *Mathematical Modelling* 9, no. 3 (January 1, 1987): 161–76. [https://doi.org/10.1016/0270-0255\(87\)90473-8](https://doi.org/10.1016/0270-0255(87)90473-8).
- Saaty, Thomas L. "How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process." *Interfaces* 24, no. 6 (December 1, 1994): 19–43. <https://doi.org/10.1287/inte.24.6.19>.



ANEXOS

Anexo A. Ficha de Taller de Perfil10

Hoja de Trabajo

3/4/2018

Presupuesto nº 157.586/5 Opt. nº 7.110 Pedido nº 39.540
Ciclo de Producción: 1

Cliente: 290006
Obra: CRISTIAN
Responsable: Joan Perigüell Sempere

Código: 200EKS
Nomenclatura: V1

Ventana PVC 2 hojas deslizantes

- * SENSE GARRES
- * GROS 138 mm.
- * MANILLA FRESADA EN FULLA PASSIVA
- * MONOBLOCK EURODECOR AMB GUIA 108099
- * MONOBLOCK RECTE I RECOLLIDOR EMPOTRAT MARC

Pos.: 1 Cantidad: 1 Color: **BLANCO** Fecha de entrega: **10/04/2018**

Referencia	Descripción	Cant.	C.Total	Longitud	Altura	Pos.	Corte A	Corte B
1 Perfiles								
105321 190192	Hoja deslizante (puerta) 90,5 mm	4	4	604,00		H	45,00	45,00
105321 190192	Hoja deslizante (puerta) 90,5 mm	4	4	1.979,00		V	45,00	45,00
105351 190102	Marco deslizante 70 mm	2	2	1.226,00		H	45,00	45,00
105351 190102	Marco deslizante 70 mm	2	2	2.091,00		V	45,00	45,00
2 Refuerzos								
113002 000000	Refuerzo 25x30x1,5mm	2	2	1.975,00		V	90,00	90,00
113035 200000	Refuerzo hoja 105321 J	4	4	1.808,00		V	90,00	90,00
3 Herrajes								
79019	FELPUDO SCHLEGEL PB-48x700-3PB NEGRO	4	4	2.085,00				
6-28072-29-0-7	MANIL.DIRIG.CUADRA 7*29 MM	1	1					
CB400-BLANCO	CIERRE EMBUTIR C.LINEA	1	1					
E-12569-19-0-1	1000UDS.TOR.B2 3.9*19 P.BROCA	52	52					
E-13880-06-0-1	CERRAD.CORRED.LINEA PATILLA 6M	6	6					
E-18196-00-0-1	SEGURO ANTIELEVACION COR.LINEA	2	2					
G-13954-18-0-1	CREM.CORRED.LINEA L:1800 E:15	2	2					
K-GT-1004-28,8	Tandem regulable 70 Kg Ekosol para 105321	4	4					
4 Persianas								
108099 103712	Guía Dx	2	2	2.085,00		0°	90,00	90,00
Altura_Cajon_185	Altura de Cajon 185	1	1					
EmpoMarco16 19010	Recogedor Empotrado Marco con cinta de 16 mm	1	1					
EuroDecor4x4_E45	Cajon PVC Eurodecor y paño E45	1	1	1.220,00	2.270,00			
INC 33	Incr. Compactos sin guías (se descontara)	1	1	1.220,00	2.270,00			
5 Auxiliares								
104047 000000	Guía alu	2	2	1.092,00		H	90,00	90,00
105315 190102	Tapa lateral	2	2	1.909,00		V	90,00	90,00
105350 190106	Enganche central	2	2	1.969,00		V	90,00	90,00
109043 190106	Taparranuras marco	2	2	1.092,00		H	90,00	90,00
109043 190106	Taparranuras marco	4	4	1.957,00		V	90,00	90,00
0001	Garra ondulada 20*0.8	4	4					
0185284135	TORN. PVC ZN RCA. ESP. 4.1X35 MM	12	12					
0207683938	AUTOP.FEBOS PLUS AVELL.ZN 3.9X38	20	20					
141008 000700	Tornillo cabeza plana para enganche central	10	10					

página 1

Figura 82 Ejemplo de Ficha de Taller de Perfil10 (Fuente: ERP Perfil10, S.L.)

Anexo B. Ficha de Corte de Perfil10

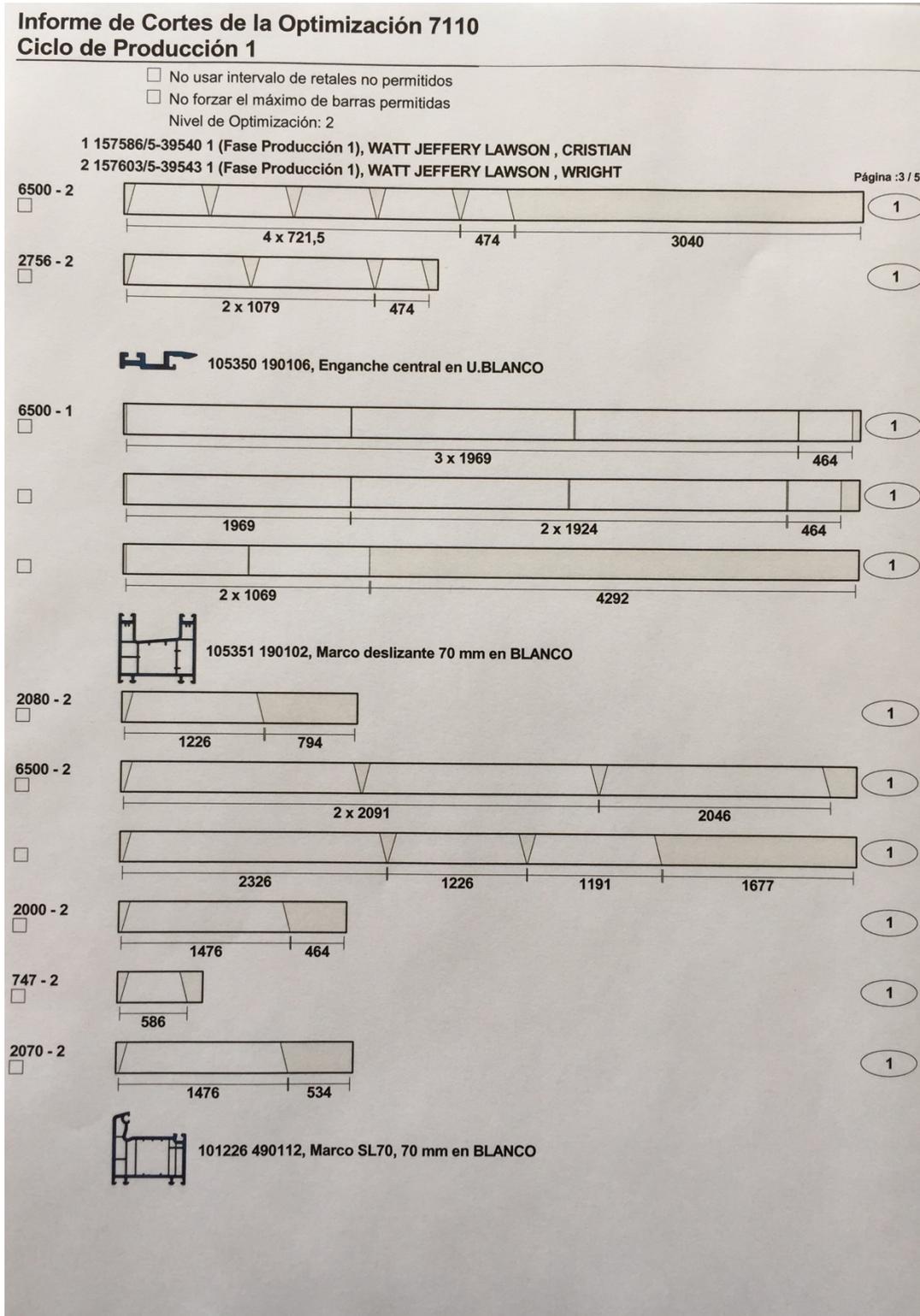


Figura 83 Ejemplo de Ficha de Corte de Perfil10 (Fuente: ERP Perfil10, S.L.)

Anexo C. Cursograma Analítico de las Familias de Productos C y E

		Cursograma analítico		Familias C y E					
Diagrama Num: 1		Hoja Núm 1 de 1		Resumen					
Objeto: Identificar el recorrido de las familias C y E de productos		Actividad		Actual		Propuesta			
Actividad: Producción familias productos C y E		Operación		8					
Método: (Actual/Propuesto) Actual		Inspección		10					
Fecha: jueves, 15 de septiembre de 2017		Espera		5					
Lugar: Planta Perfil10 (Bocairent)		Transporte		2					
		Almacenamiento		4					
		Distancia (m)		104					
		Tiempo (min)		7825,9					
		Compuesto por: Vicent Asensio Molina Aprobado por: Ignacio Pérez García							
ID	Actividad/Descripción	Tiempo (min)	Distancia (m)	Símbolo				Observaciones	
1	Comprobación pedido materia prima	10		○	□	▭	▷	▽	
2	Traslado materia prima a almacén	5	20						
3	Almacenamiento materia prima	2880							
4	Traslado materia prima a operación de corte	24	10						
5	Espera de MP antes de ser procesada	250							La espera varía en función de la cantidad de MP necesaria en el lote
6	Operación de corte	1,88							
7	Almacenamiento WIP en carros	595							La cantidad de WIP almacenada depende del lote de producción
8	Traslado WIP a operación de mecanizado	5	8						
9	Operación de mecanizado	2,1							
10	Espera WIP en carros	658							La cantidad de WIP en espera depende del lote de producción
11	Traslado WIP a operación de soldadura	7	6						
12	Operación de soldadura	3,3							
13	Espera WIP de soldadura a limpieza	50							La espera varía dependiendo del lote de producción
14	Traslado WIP a operación de limpieza	0,1	4						Realizado automáticamente por la máquina
15	Operación de limpieza	3,5							
16	Traslado WIP a colocación de herrajes	2	10						Realizado automáticamente por la máquina
17	Espera WIP antes de colocación de herrajes	180							La espera varía en función de si son hojas o marcos y del lote de prod.
18	Operación de colocación de herrajes	11							
19	Traslado a almacén de hojas	2	3						
20	Almacenamiento WIP en rueda	1530							
21	Operación de ensamblaje	10							
22	Traslado a almacén ventanas ensambladas	5	10						El almacén varía según si es producto con/sin accesorios
23	Almacenamiento WIP en buffer	610							
24	Operación de colocación de accesorios	43							Solo si el producto lleva accesorios
25	Traslado a buffer acristalado/paletizado	5	15						
26	Operación de acristalado/paletizado	12							
27	Traslado a zona expediciones	8	18						
28	Espera de producto acabado para expedición	905							
29	Comprobación pedido cliente/Expedición	8							
Total		7826	104	8	2	5	10	4	

Figura 84 Cursograma analítico de las familias de productos C y E (Fuente: elaboración propia)

Anexo D. Hojas de Recolección de Datos para la Representación del VSM Estado actual

Hoja de Recolección de Datos para Procesos en VSM		
Proceso	Takt Time:	2,43 min/ud
Nombre del proceso:	Corte	
Demanda semana:	987 uds	
Turnos día:	1 turno	
Horas día:	8 horas	
Nº Operarios:	1 op.	
Indicadores		
Productividad MO:	27,58 uds/h	
Unidades producidas (semana):	1103 uds	
Horas trabajadas MO (semana):	40 horas	
Tiempo de ciclo ideal:	42,35 ud/h	85 seg/ud
Tiempo de ciclo real:	32,00 ud/h	113 seg/ud
Tiempo de cambio de lote ideal:	0,13 h	8 min
Tiempo de cambio de lote real:	0,33 h	20 min
Mantenimiento programado:	Fuera de horas de trabajo	
Averías última semana:	0,33 h	20 min
Tiempo de puesta en marcha:	0,08 h	5 min
FTT (comprobar si se dispone):	No	
OEE (comprobar si se dispone):	No	
BTS (comprobar si se dispone):	No	
Inventario en proceso antes:	(barras de 6m de perfil)	26 uds
Inventario en proceso después:	(palos a medida)	248 uds
Flujo de Información		
Cómo se programa la producción (secuenciado/manual/kanban):	Manual	
Periodicidad del programa (diario/semanal):	Semanal	
Cómo llega dicha información (ERP, teléfono, ...):	Ficha de corte	
Proceso siguiente:	Mecanizado	

T/C Real	
Tiempo toma de datos	15 min
Uds producidas	8 uds

OEE	
OEE	64,81% %
Disponibilidad	80,63% %
Tiempo Disponible	40 h
Tiempo Operativo	32,25 h
Eficiencia	80,83% %
Tiempo de Ciclo Ideal	85 seg/ud
Unidades entrantes en el proceso	1104 uds
Ratio de calidad (FTT)	99,46% %

FTT	
FTT	99,46% %
Nº Unidades entrantes en el proceso	1104 uds
Nº Retrabajos	5 uds
Nº Reparaciones fuera de línea	0 uds
Nº Unidades de chatarra	1 uds

BTS	
BTS	N/A %

Figura 85 Hoja de recolección de datos del proceso de corte (Fuente: Elaboración propia)

Hoja de Recolección de Datos para Procesos en VSM		
Proceso	Takt Time:	2,43 min/ud
Nombre del proceso:	Mecanizado	
Demanda semana:	987 uds	
Turnos día:	1 turno	
Horas día:	8 horas	
Nº Operarios:	1 op.	
Indicadores		
Productividad MO:	27,58 uds/h	
Unidades producidas (semana):	1103 uds	
Horas trabajadas MO (semana):	40 horas	
Tiempo de ciclo ideal:	30,00 ud/h	2 min/ud
Tiempo de ciclo real:	28,00 ud/h	2,1 min/ud
Tiempo de cambio de lote ideal:	0,07 h	4 min
Tiempo de cambio de lote real:	0,08 h	5 min
Mantenimiento programado:	Fuera de horas de trabajo	
Averías última semana:	1,75 h	105 min
Tiempo de puesta en marcha:	0,10 h	6 min
FTT (comprobar si se dispone):	No	
OEE (comprobar si se dispone):	No	
BTS (comprobar si se dispone):	No	
Inventario en proceso antes:	(palos a medida)	248 uds
Inventario en proceso después:	(palos a medida)	84 uds
Flujo de Información		
Cómo se programa la producción (secuenciado/manual/kanban):	Manual	
Periodicidad del programa (diario/semanal):	Semanal	
Cómo llega dicha información (ERP, teléfono, ...):	ERP	
Proceso siguiente:	Soldadura	

T/C Real	
Tiempo toma de datos	30 min
Uds producidas	14 uds

OEE	
OEE	91,33% %
Disponibilidad	92,88% %
Tiempo Disponible	40 h
Tiempo Operativo	37,15 h
Eficiencia	98,97% %
Tiempo de Ciclo Ideal	120 seg/ud
Unidades entrantes en el proceso	1103 uds
Ratio de calidad (FTT)	99,37% %

FTT	
FTT	99,37% %
Nº Unidades entrantes en el proceso	1103 uds
Nº Retrabajos	0 uds
Nº Reparaciones fuera de línea	5 uds
Nº Unidades de chatarra	2 uds

BTS	
BTS	N/A %

Figura 86 Hoja de recolección de datos del proceso de mecanizado (Fuente: Elaboración propia)

Hoja de Recolección de Datos para Procesos en VSM		
Proceso	Takt Time:	25,26 min/ud
Nombre del proceso:	Soldadura Hojas	
Demanda semana:	95 uds	
Turnos día:	1 turno	
Horas día:	8 horas	
Nº Operarios:	0,66 op.	
Indicadores		
Productividad MO:	4,05 uds/h	
Unidades producidas (semana):	107 uds	
Horas trabajadas (semana):	26,4 horas	
Tiempo de ciclo ideal:	20,00 ud/h	3 min/ud
Tiempo de ciclo real:	18,00 ud/h	3,3 min/ud
Tiempo de cambio de lote ideal:	0,08 h	5 min
Tiempo de cambio de lote real:	0,12 h	7 min
Mantenimiento programado:	Fuera de horas de trabajo min	
Averías última semana:	1,67 h	100 min
Tiempo de puesta en marcha:	0,20 h	12 min
FTT (comprobar si se dispone):	No	
OEE (comprobar si se dispone):	No	
BTS (comprobar si se dispone):	No	
Inventario en proceso antes:	(palos a medida)	84 uds
Inventario en proceso después:	(cuadros)	2 uds
Flujo de Información		
Cómo se programa la producción (secuenciado/manual/kanban):	Manual	
Periodicidad del programa (diario/semanal):	Semanal	
Cómo llega dicha información (ERP, teléfono, ...):	ERP	
Proceso siguiente:	Limpieza	

T/C Real	
Tiempo toma de datos	30 min
Uds producidas	9 uds

OEE	
Disponibilidad	13,38% %
Tiempo Disponible	90,67% %
Tiempo Operativo	40 h
Eficiencia	36,27 h
Tiempo de Ciclo Ideal	14,75% %
Unidades entrantes en el proceso	180 seg/ud
Ratio de calidad (FTT)	107 uds
	100,00% %

FTT	
Nº Unidades entrantes en el proceso	100,00% %
Nº Retrabajos	107 uds
Nº Reparaciones fuera de línea	0 uds
Nº Unidades de chatarra	0 uds

BTS	
	N/A %

Figura 87 Hoja de recolección de datos del proceso de soldadura de las hojas (Fuente: Elaboración propia)

Hoja de Recolección de Datos para Procesos en VSM		
Proceso	Takt Time:	45,28 min/ud
Nombre del proceso:	Soldadura Marcos	
Demanda semana:	53 uds	
Turnos día:	1 turno	
Horas día:	8 horas	
Nº Operarios:	0,33 op.	
Indicadores		
Productividad MO:	4,39 uds/h	
Unidades producidas (semana):	58 uds	
Horas trabajadas (semana):	13,2 horas	
Tiempo de ciclo ideal:	20,00 ud/h	3 min/ud
Tiempo de ciclo real:	18,00 ud/h	3,3 min/ud
Tiempo de cambio de lote ideal:	0,08 h	5 min
Tiempo de cambio de lote real:	0,12 h	7 min
Mantenimiento programado:	Fuera de horas de trabajo min	
Averías última semana:	2,17 h	130 min
Tiempo de puesta en marcha:	0,20 h	12 min
FTT (comprobar si se dispone):	No	
OEE (comprobar si se dispone):	No	
BTS (comprobar si se dispone):	No	
Inventario en proceso antes:	(palos a medida)	84 uds
Inventario en proceso después:	(cuadros)	0 uds
Flujo de Información		
Cómo se programa la producción (secuenciado/manual/kanban):	Manual	
Periodicidad del programa (diario/semanal):	Semanal	
Cómo llega dicha información (ERP, teléfono, ...):	ERP	
Proceso siguiente:	Limpieza	

T/C Real	
Tiempo toma de datos	30 min
Uds producidas	9 uds

OEE	
Disponibilidad	7,25% %
Tiempo Disponible	89,42% %
Tiempo Operativo	40 h
Eficiencia	35,77 h
Tiempo de Ciclo Ideal	8,11% %
Unidades entrantes en el proceso	180 seg/ud
Ratio de calidad (FTT)	58 uds
	100,00% %

FTT	
Nº Unidades entrantes en el proceso	100,00% %
Nº Retrabajos	58 uds
Nº Reparaciones fuera de línea	0 uds
Nº Unidades de chatarra	0 uds

BTS	
	N/A %

Figura 88 Hoja de recolección de datos del proceso de soldaduras de los marcos (Fuente: Elaboración propia)

Hoja de Recolección de Datos para Procesos en VSM			
Proceso	Takt Time:	25,26	min/ud
Nombre del proceso:	Limpieza Hojas		
Demanda semana:	95 uds		
Turnos día:	1 turno		
Horas día:	8 horas		
Nº Operarios:	op.		
Indicadores			
Productividad MO:	uds/h		
Unidades producidas (semana):	107 uds		
Horas trabajadas (semana):	40 horas		
Tiempo de ciclo ideal:	17,14 ud/h	3,5 min/ud	
Tiempo de ciclo real:	17,14 ud/h	3,5 min/ud	
Tiempo de cambio de lote ideal:	0,00 h	0 min	
Tiempo de cambio de lote real:	0,00 h	0 min	
Mantenimiento programado:	Fuera de horas de trabajo min		
Averías última semana:	0,00 h	0 min	
Tiempo de puesta en marcha:	0,10 h	6 min	
FTT (comprobar si se dispone):	No		
OEE (comprobar si se dispone):	No		
BTS (comprobar si se dispone):	No		
Inventario en proceso antes:	(cuadros)	2 uds	
Inventario en proceso después:	(cuadros)	7 uds	
Flujo de Información			
Cómo se programa la producción (secuenciado/manual/kanban):	Manual		
Periodicidad del programa (diario/semanal):	Semanal		
Cómo llega dicha información (ERP, teléfono, ...):	ERP		
Proceso siguiente:	Colocación Herrajes		

T/C Real	
Tiempo toma de datos	14 min
Uds producidas	4 uds

OEE	15,60% %
Disponibilidad	99,75% %
Tiempo Disponible	40 h
Tiempo Operativo	39,90 h
Eficiencia	15,64% %
Tiempo de Ciclo Ideal	210 seg/ud
Unidades entrantes en el proceso	107 uds
Ratio de calidad (FTT)	100,00% %

FTT	100,00% %
Nº Unidades entrantes en el proceso	107 uds
Nº Retrabajos	0 uds
Nº Reparaciones fuera de línea	0 uds
Nº Unidades de chatarra	0 uds

BTS	N/A %
-----	-------

Figura 89 Hoja de recolección de datos del proceso de limpieza de las hojas (Fuente: Elaboración propia)

Hoja de Recolección de Datos para Procesos en VSM			
Proceso	Takt Time:	45,28	min/ud
Nombre del proceso:	Limpieza Marcos		
Demanda semana:	53 uds		
Turnos día:	1 turno		
Horas día:	8 horas		
Nº Operarios:	op.		
Indicadores			
Productividad MO:	uds/h		
Unidades producidas (semana):	58 uds		
Horas trabajadas (semana):	40 horas		
Tiempo de ciclo ideal:	17,14 ud/h	3,5 min/ud	
Tiempo de ciclo real:	17,14 ud/h	3,5 min/ud	
Tiempo de cambio de lote ideal:	0,00 h	0 min	
Tiempo de cambio de lote real:	0,00 h	0 min	
Mantenimiento programado:	Fuera de horas de trabajo min		
Averías última semana:	0,00 h	0 min	
Tiempo de puesta en marcha:	0,10 h	6 min	
FTT (comprobar si se dispone):	No		
OEE (comprobar si se dispone):	No		
BTS (comprobar si se dispone):	No		
Inventario en proceso antes:	(cuadros)	0 uds	
Inventario en proceso después:	(cuadros)	4 uds	
Flujo de Información			
Cómo se programa la producción (secuenciado/manual/kanban):	Manual		
Periodicidad del programa (diario/semanal):	Semanal		
Cómo llega dicha información (ERP, teléfono, ...):	ERP		
Proceso siguiente:	Colocación Herrajes		

T/C Real	
Tiempo toma de datos	14 min
Uds producidas	4 uds

OEE	8,46% %
Disponibilidad	99,75% %
Tiempo Disponible	40 h
Tiempo Operativo	39,90 h
Eficiencia	8,48% %
Tiempo de Ciclo Ideal	210 seg/ud
Unidades entrantes en el proceso	58 uds
Ratio de calidad (FTT)	100,00% %

FTT	100,00% %
Nº Unidades entrantes en el proceso	58 uds
Nº Retrabajos	0 uds
Nº Reparaciones fuera de línea	0 uds
Nº Unidades de chatarra	0 uds

BTS	N/A %
-----	-------

Figura 90 Hoja de recolección de datos del proceso de limpieza de los marcos (Fuente: Elaboración propia)

Hoja de Recolección de Datos para Procesos en VSM		
Proceso	Takt Time:	25,26 min/ud
Nombre del proceso:	Colocación Herrerajes Hojas	
Demanda semana:	95 uds	
Turnos día:	1 turno	
Horas día:	8 horas	
Nº Operarios:	1 op.	
Indicadores		
Productividad MO:	2,68 uds/h	
Unidades producidas (semana):	107 uds	
Horas trabajadas (semana):	40 horas	
Tiempo de ciclo ideal:	6,00 ud/h	10 min/ud
Tiempo de ciclo real:	5,45 ud/h	11 min/ud
Tiempo de cambio de lote ideal:	0,00 h	0 min
Tiempo de cambio de lote real:	0,00 h	0 min
Mantenimiento programado:	Fuera de horas de trabajo min	
Averías última semana:	0,00 h	0 min
Tiempo de puesta en marcha:	N/A h	N/A min
FTT (comprobar si se dispone):	No	
OEE (comprobar si se dispone):	N/A	
BTS (comprobar si se dispone):	N/A	
Inventario en proceso antes:	(cuadros)	7 uds
Inventario en proceso después:	(cuadros)	34 uds
Flujo de Información		
Cómo se programa la producción (secuenciado/manual/kanban):	Manual	
Periodicidad del programa (diario/semanal):	Semanal	
Cómo llega dicha información (ERP, teléfono, ...):	ERP	
Proceso siguiente:	Ensamblado	

T/C Real	
Tiempo toma de datos	33 min
Uds producidas	3 uds

OEE	
Disponibilidad	N/A %
Tiempo Disponible	N/A h
Tiempo Operativo	N/A h
Eficiencia	N/A %
Tiempo de Ciclo Ideal	N/A seg/ud
Unidades entrantes en el proceso	N/A uds
Ratio de calidad (FTT)	99,07% %

FTT	
Nº Unidades entrantes en el proceso	107 uds
Nº Retrabajos	1 uds
Nº Reparaciones fuera de línea	0 uds
Nº Unidades de chatarra	0 uds

BTS	
	N/A %

Figura 91 Hoja de recolección de datos del proceso de colocación de herrajes en las hojas (Fuente: Elaboración propia)

Hoja de Recolección de Datos para Procesos en VSM		
Proceso	Takt Time:	45,28 min/ud
Nombre del proceso:	Colocación Herrerajes Marcos	
Demanda semana:	53 uds	
Turnos día:	1 turno	
Horas día:	8 horas	
Nº Operarios:	1 op.	
Indicadores		
Productividad MO:	1,45 uds/h	
Unidades producidas (semana):	58 uds	
Horas trabajadas (semana):	40 horas	
Tiempo de ciclo ideal:	7,06 ud/h	8,5 min/ud
Tiempo de ciclo real:	6,21 ud/h	10 min/ud
Tiempo de cambio de lote ideal:	0,00 h	0 min
Tiempo de cambio de lote real:	0,00 h	0 min
Mantenimiento programado:	Fuera de horas de trabajo min	
Averías última semana:	0,00 h	0 min
Tiempo de puesta en marcha:	N/A h	N/A min
FTT (comprobar si se dispone):	No	
OEE (comprobar si se dispone):	N/A	
BTS (comprobar si se dispone):	N/A	
Inventario en proceso antes:	(cuadros)	4 uds
Inventario en proceso después:	(cuadros)	7 uds
Flujo de Información		
Cómo se programa la producción (secuenciado/manual/kanban):	Manual	
Periodicidad del programa (diario/semanal):	Semanal	
Cómo llega dicha información (ERP, teléfono, ...):	ERP	
Proceso siguiente:	Ensamblado	

T/C Real	
Tiempo toma de datos	29 min
Uds producidas	3 uds

OEE	
Disponibilidad	N/A %
Tiempo Disponible	N/A h
Tiempo Operativo	N/A h
Eficiencia	N/A %
Tiempo de Ciclo Ideal	N/A seg/ud
Unidades entrantes en el proceso	N/A uds
Ratio de calidad (FTT)	100,00% %

FTT	
Nº Unidades entrantes en el proceso	58 uds
Nº Retrabajos	0 uds
Nº Reparaciones fuera de línea	0 uds
Nº Unidades de chatarra	0 uds

BTS	
	N/A %

Figura 92 Hoja de recolección de datos del proceso de colocación de herrajes en los marcos (Fuente: Elaboración propia)

Hoja de Recolección de Datos para Procesos en VSM		
Proceso	Takt Time:	45,28 min/ud
Nombre del proceso:	Ensamblado	
Demanda semana:	53 uds	
Turnos día:	1 turno	
Horas día:	8 horas	
Nº Operarios:	1 op.	
Indicadores		
Productividad MO:	1,45 uds/h	
Unidades producidas (semana):	58 uds	
Horas trabajadas (semana):	40 horas	
Tiempo de ciclo ideal:	7,06 ud/h	8,5 min/ud
Tiempo de ciclo real:	6,00 ud/h	10 min/ud
Tiempo de cambio de lote ideal:	0,00 h	0 min
Tiempo de cambio de lote real:	0,00 h	0 min
Mantenimiento programado:	Fuera de horas de trabajo min	
Averías última semana:	0,00 h	0 min
Tiempo de puesta en marcha:	N/A h	N/A min
FTT (comprobar si se dispone):	No	
OEE (comprobar si se dispone):	N/A	
BTS (comprobar si se dispone):	N/A	
Inventario en proceso antes:	(cuadros)	41 uds
Inventario en proceso después:	(prod. ensamblado)	36 uds
Flujo de Información		
Cómo se programa la producción (secuenciado/manual/kanban):	Manual	
Periodicidad del programa (diario/semanal):	Semanal	
Cómo llega dicha información (ERP, teléfono, ...):	ERP	
Proceso siguiente:	Colocación Accesorios, Acristalado/Paletizado	

T/C Real	
Tiempo toma de datos	20 min
Uds producidas	2 uds

OEE	
Disponibilidad	N/A %
Tiempo Disponible	N/A h
Tiempo Operativo	N/A h
Eficiencia	N/A %
Tiempo de Ciclo Ideal	N/A seg/ud
Unidades entrantes en el proceso	N/A uds
Ratio de calidad (FTT)	98,28% %

FTT	
Nº Unidades entrantes en el proceso	58 uds
Nº Retrabajos	1 uds
Nº Reparaciones fuera de línea	0 uds
Nº Unidades de chatarra	0 uds

BTS	
	N/A %

Figura 93 Hoja de recolección de datos del proceso de ensamblaje (Fuente: Elaboración propia)

Hoja de Recolección de Datos para Procesos en VSM		
Proceso	Takt Time:	61,54 min/ud
Nombre del proceso:	Colocación Accesorios	
Demanda semana:	39 uds	
Turnos día:	1 turno	
Horas día:	8 horas	
Nº Operarios:	2 op.	
Indicadores		
Productividad MO:	0,49 uds/h	
Unidades producidas (semana):	39 uds	
Horas trabajadas (semana):	80 horas	
Tiempo de ciclo ideal:	2,40 ud/h	25 min/ud
Tiempo de ciclo real:	1,38 ud/h	43 min/ud
Tiempo de cambio de lote ideal:	0,00 h	0 min
Tiempo de cambio de lote real:	0,00 h	0 min
Mantenimiento programado:	Fuera de horas de trabajo min	
Averías última semana:	0,00 h	45 min
Tiempo de puesta en marcha:	N/A h	N/A min
FTT (comprobar si se dispone):	No	
OEE (comprobar si se dispone):	N/A	
BTS (comprobar si se dispone):	N/A	
Inventario en proceso antes:	(prod. ensamblado)	10 uds
Inventario en proceso después:	(prod. con accesorios)	13 uds
Flujo de Información		
Cómo se programa la producción (secuenciado/manual/kanban):	Manual	
Periodicidad del programa (diario/semanal):	Semanal	
Cómo llega dicha información (ERP, teléfono, ...):	ERP	
Proceso siguiente:	Acristalado/Paletizado	

T/C Real	
Tiempo toma de datos	130 min
Uds producidas	3 uds

OEE	
Disponibilidad	N/A %
Tiempo Disponible	N/A h
Tiempo Operativo	N/A h
Eficiencia	N/A %
Tiempo de Ciclo Ideal	N/A seg/ud
Unidades entrantes en el proceso	N/A uds
Ratio de calidad (FTT)	94,87% %

FTT	
Nº Unidades entrantes en el proceso	39 uds
Nº Retrabajos	0 uds
Nº Reparaciones fuera de línea	2 uds
Nº Unidades de chatarra	0 uds

BTS	
	N/A %

Figura 94 Hoja de recolección de datos del proceso de colocación de accesorios (Fuente: Elaboración propia)

Hoja de Recolección de Datos para Procesos en VSM		
Proceso	Takt Time:	45,28 min/ud
Nombre del proceso:	Acristalado/Paletizado	
Demanda semana:	53 uds	
Turnos día:	1 turno	
Horas día:	8 horas	
Nº Operarios:	2 op.	
Indicadores		
Productividad MO:	0,66 uds/h	
Unidades producidas (semana):	53 uds	
Horas trabajadas (semana):	80 horas	
Tiempo de ciclo ideal:	6,00 ud/h	10 min/ud
Tiempo de ciclo real:	5,00 ud/h	12 min/ud
Tiempo de cambio de lote ideal:	0,13 h	8 min
Tiempo de cambio de lote real:	0,13 h	8 min
Mantenimiento programado:	Fuera de horas de trabajo	min
Averías última semana:	0,00 h	45 min
Tiempo de puesta en marcha:	N/A h	N/A min
FTT (comprobar si se dispone):	No	
OEE (comprobar si se dispone):	N/A	
BTS (comprobar si se dispone):	N/A	
Inventario en proceso antes:	(prod. acabado)	39 uds
Inventario en proceso después:	(palés)	9 uds
Flujo de Información		
Cómo se programa la producción (secuenciado/manual/kanban):	Manual	
Periodicidad del programa (diario/semanal):	Semanal	
Cómo llega dicha información (ERP, teléfono, ...):	Teléfono / En persona	
Proceso siguiente:	Expedición	

T/C Real	
Tiempo toma de datos	60 min
Uds producidas	5 uds

OEE	
Disponibilidad	N/A %
Tiempo Disponible	N/A h
Tiempo Operativo	N/A h
Eficiencia	N/A %
Tiempo de Ciclo Ideal	N/A seg/ud
Unidades entrantes en el proceso	N/A uds
Ratio de calidad (FTT)	100,00% %

FTT	
Nº Unidades entrantes en el proceso	53 uds
Nº Retrabajos	0 uds
Nº Reparaciones fuera de línea	0 uds
Nº Unidades de chatarra	0 uds

BTS	
	N/A %

Figura 95 Hoja de recolección de datos del proceso de colocación de acristalado/paletizado (Fuente: Elaboración propia)

Hoja de Recolección de Datos para Procesos en VSM		
Resumen Línea PVC	Takt Time:	2716,98 seg/ud
	Takt Time:	45,28 min/ud
Demanda semana:	53 uds	
Turnos día:	1 turno	
Horas día:	8 horas	
Nº Operarios:	10 op.	
Indicadores		
Productividad MO:	0,145 uds/h	
Unidades producidas (semana):	58 uds	
Horas MO trabajadas (semana):	400 horas	
FTT Global	91,28 %	
DTD	19,91 días	159 h
Tiempo Valor Añadido	1,73 h	
Tiempo Sin Valor Añadido	157,6 h	
RVA	1,10 %	
Flujo de Información		
Cómo se programa la producción (secuenciado/manual/kanban):	Manual	
Periodicidad del programa (diario/semanal):	Semanal	
Cómo llega dicha información (ERP, teléfono, ...):	ERP / Teléfono / En persona	

Figura 96 Hoja-Resumen de los indicadores globales del VSM Estado actual (Fuente: Elaboración propia)

